Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie,
(nouveau régime), présentée par

Olivier LAS VERGNAS

sous la direction de Jean-Paul BENZECRI
Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ESTIMATIONS HISTORIQUES DES ECLATS DES ETOILES BRILLANTES PAR DES ANALYSES MULTI-DIMENSIONNELLES

pour l'obtention du grade de
Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie,
soutenue à Paris, le 25 juin 1990,

devant le jury composé de :

Bruno MORANDO, Bureau des Longitudes, président et
Jean-Paul BENZECRI, Laboratoire de Statistique de l'UPMC,
Carlos JASCHEK, Centre de Données Stellaires de Strasbourg,
Jean-Pierre VERDET, Observatoire de Paris,
Examinateurs

Ré-édition par l'auteur - décembre 2011

Ré-édition par l'auteur en décembre 2011 au format pdf/a pour publication en archive ouverte. Le texte est identique au texte de 1990 à l'exception de quelques corrections d'erreurs de frappe. Les dimensions de plusieurs figures ne sont pas celles de l'édition orignelle en 1990 et la pagination s'en trouve donc modifiée. Enfin, les images de cartes historiques du ciel (illustrations d'accompagnement) qui n'étaient pas liées aux travaux ici présentés n'ont pas été reproduites.

C'est là qu'a été conçu mon enfant.
(...)
... Penché sur moi, il se débattait dans les ombres opaques. Mais moi, prisonnière et victime, je contemplais le ciel, où majestueusement, s'allumaient les étoiles. Une à une, elles apparaissaient entre les tourbillons de vapeurs, entre les vagues de nuées. Indifférentes, elles répandaient leur lumière dans l'épaisseur du ciel. Elles éclairaient d'autres univers et ces planètes heureuses, où vivaient peut-être celles qui, sans appel, nous avaient condamnés. Entre les nuages, le ciel brillait, paisible, mystérieux. Je ne me rappelle plus le temps qui a passé, j'avais abandonné mon corps dans la boue pour suivre là-haut la course des nuages.

Anne-Marie Soulac
Le printemps des monstres[1]

[1] Anne-Marie SOULAC [LAS VERGNAS, pseud. mère de l'auteur de cette thèse]. Le printemps des monstres, [roman]. Paris : Denoël, 1960

AVERTISSEMENT à la première édition (avril 1990)

Ce travail s'intitule "contribution à l'étude ...". Cette formule est souvent une simple précaution oratoire ; ici, le lecteur vérifiera aisément qu'elle annonce à juste titre le caractère fragmentaire du travail effectué.

Dans les pages qui suivent, nous avons essentiellement identifié des pistes pour avancer sur le problème des variations séculaires. Le lecteur ne trouvera ni réponse univoque , ni conclusion définitive à ce problème. Nous espérons simplement lui donner l'envie et les moyens d'en saisir l'histoire et d'en envisager l'avenir.

Sans doute, du ciel de l'île de Rhodes il y a deux millénaires à l'écran d'un terminal connecté à la base SIMBAD du CDS[2] {[2]} aujourd'hui, l'évolution de la qualité des données et de la puissance des outils et des méthodes est indiscutable.

Sans doute, cette évolution laisse-t-elle présager que l'on se rapproche d'une solution à un tel problème.

Sans doute, comme la période d'observation et le volume des données s'accroissent forcément, ne court-on pas beaucoup de risques en prenant ce pari.

Il n'empêche qu'aujourd'hui, force est de constater que nous n'avons, par rapport à Flammarion, Zinner ou Pickering qu'un peu plus de doutes ...

Ce travail doit être et sera poursuivi.

A notre sens, sa principale qualité est d'avoir mis à la disposition de ceux qui voudront s'y atteler, environ 20 méga octets de données et de procédures de traitement. Reste à les utiliser en s'appuyant sur cette première contribution.
L'heuristique de la stratégie employée pour avancer fait de cette étude un feuilleton spiralaire. Convaincu que cette spirale est convergente, nous vous proposons de considérer, comme nous, ce document comme un bilan d'étape. Son futur est déjà commencé.

[2] Centre de Données Stellaires, Base de données SIMBAD, cf partie 2.

REMERCIEMENTS

En premier lieu,
c'est à quatre personnes que je veux rendre hommage ici :

ma mère, disparue au moment où je commençais ce travail, dont le souvenir m'est tellement présent et utile,

mon père qui a su m'appuyer et me soutenir ces dernières années et qui sait combien je lui en sais gré (il a assuré de plus la relecture de la plus grande partie de ce travail),

Bruno Morando à qui je dois beaucoup, à la fois sur le plan humain et le plan scientifique ; le sujet de cette thèse, entre autres, qui fut assorti d'un appui permanent à son étude,

Enfin, Jean-Paul Benzecri, mon maître, pour qui j'ai un attachement, qui, loin d'être seulement scientifique, est également humain, rejoignant en cela beaucoup de ses élèves.

Je tiens à remercier les membres de mon jury, en particulier Carlos Jaschek et Jean-Pierre Verdet du temps qui ont consacré à ce travail et des encouragements qu'ils m'ont prodigués. Ma gratitude va également à Francois Sèvre de l'Institut d'Astrophysique de Paris avec qui je partage des souvenirs, astronomiques entre autres, depuis 18 ans et qui m'a beaucoup soutenu techniquement pour ce travail.

Olivier Chesneaux m'a beaucoup aidé en mettant à ma disposition son programme de cartographie céleste et en l'adaptant à mes besoins. Il a également beaucoup apporté en ce qui concerne la gestion informatique du texte final. Christina Vité San Pédro, élève comme moi de J.P. Benzécri m'a fourni de nombreux conseils sur le plan statistique. Alain Fourniol, de la Cité des Sciences et de l'Industrie (CSI) m'a aussi efficacement conseillé sur le plan télématique et Yvon Dargery a mis à ma disposition des outils logiciels forts pratiques. Alain Maury du Centre d'Etudes et de Recherches en Géodynamique et en Astronomie m'a également particulièrement rendu service, en me confiant un exemplaire du CDRom de l'Astronomical Data Center.

Sans l'amabilité et l'efficacité de Josette Alexandre et Robert Aroquadasse de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris, je n'aurais pu effectuer ce travail. La bibliographie doit beaucoup à l'appui de Marie-Hélène Koenig de la Médiathèque de la CSI qui m'a non seulement prodigué des conseils judicieux, mais qui a aussi effectué tout le travail de vérification des références. Elle a aussi fort efficacement relu une grande partie du texte. Chantal Turquin, de la Direction des Moyens Techniques de la CSI, m'a

soutenu dans la résolution de mes problèmes techniques, en particulier pour l'exploitation du CDRom de l'ADC. Toujours dans le domaine Bibliographique, Anor Khaldi m'a aidé pour les références arabes.

L'équipe du Centre de Données Stellaires de Strasbourg m'a également soutenu et éclairé, en particulier Carlos Jaschek déjà cité, Daniel Egret et G. Jasniewicz et grâce à leur collaboration j'ai pu utiliser la base de données SIMBAD avec beaucoup de profit.

Les historiens de l'Astronomie en particulier Alain Segonds, Jean Pierre Verdet et Jean Pierre Brunet m'ont aidé à plusieurs reprises. L'équipe du Centre de Recherche en Histoire des Sciences de la CSI a également manifesté beaucoup d'intérêt pour mon travail, et ma soutenu matériellement pour l'édition. Hoëlle Corvest de la CSI m'a également grandement aidé en mettant à ma disposition un micro-ordinateur supplémentaire.

Jean Chapront du Bureau des Longitudes et le service de scolarité de l'Observatoire de Paris et de l'Université Pierre et Marie Curie m'ont apporté un soutien administratif très important, ainsi que Pierre Endrivet, secrétaire général de mon Université. Je tiens aussi à citer Madame Laraise du Laboratoire de Statistique. Une mention doit également être faite de l'institution qui m'emploie (pour tout autre chose que ce travail), en la personne de Réal Jantzen et Claude Duboc, qui ont su comprendre l'importance de ce travail, ainsi que pour les associations dans lesquelles je suis impliqué l'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse, l'Association T60 du Pic du Midi et l'Association Française d'Astronomie envers lesquelles ma disponibilité à beaucoup chutée.

Enfin, dernier alinéa et non le moindre :
Nombreux sont les amis et les collègues qui ont eu à subir les conséquences de mon travail et m'ont apporté un appui sans réserve. Ils sont trop nombreux pour les mentionner tous ici. Au moins, puis-je nommer, en plus de ceux déjà cités à d'autres titres plus haut, Igor Beauvois, Marc David, Sylvie Diatkine, Gérard Gautier, Claude Israël, Roland Lehoucq, Danièle Lorieux, Jacques Lubtchansky, Pascale Moigner, Roseline de Montesquiou, Patrick Roth, Richard Szczépaniak, Corinne Voss et bien sûr ma soeur Marie-Laure Las Vergnas.

J'adresse à tous l'expression de ma gratitude et espère que chacun pourra voir en ce travail témoignage de son aide.

Résumé des différents chapitres

La Table des matières détaillée se trouve en page 349

PREMIERE PARTIE : A PRIORI : OBJETS, PROBLEMES ET STRATEGIES

Chapitre 1.1.
Les variations séculaires :
une question restée en suspens 12

Où le lecteur découvre que le problème des variations séculaires des étoiles a été plusieurs fois posé par des astronomes, comme Sir William Herschel, Camille Flammarion, Edward Pickering et Ernst Zinner, mais jamais résolu ; le lecteur constate également qu'il y a beaucoup de causes possibles aux écarts entre les diverses estimations historiques des éclats, parmi lesquelles la variation intrinsèque ; il est pris à témoin du fait qu'il n'y pas d'obstacle théorique à l'existence de variables à très longues périodes. Le lecteur saisit aussi que de nombreux "indicateurs" de causes potentielles vont être mis en place, et qu'il s'agira d'en voir les hypothétiques relations avec les écarts d'éclat.

Chapitre 1.2.
Premières réflexions méthodologiques 24

Où le lecteur est confronté au problème de la définition d'une méthode. Deux approches sont possibles, l'une hypothético-déductive (vérifier l'hypothèse d'existence des variables à très longue période), l'autre descriptive. Le lecteur verra qu'il n'est pas possible de trouver une preuve à tester pour valider l'hypothèse et que nous sommes amenés à utiliser une stratégie descriptive, espérant mettre en évidence une condition suffisante de l'existence. Pour lui permettre de suivre notre description, les méthodes d'analyse des données et en particulier l'analyse factorielle des correspondances sont présentées au lecteur.

Chapitre 1.3.
Quelques enseignements des données
publiées par Flammarion 35

Où l'on présente au lecteur ce que l'on peut tirer du tableau de données compilé par Camille Flammarion dans son ouvrage Les étoiles et les curiosités du ciel. Le lecteur découvre alors que le problème principal de cette étude vient des différences des codages entre les observateurs, qui particularisent certaines valeurs de la partie fractionnaire de la magnitude. Par la même occasion, le lecteur est familiarisé par l'exemple à l'analyse des correspondances.

DEUXIEME PARTIE :
CORPUS : SOURCES, DONNEES ET FIABILITES

Chapitre 2.1.
Stratégie générale de constitution
d'un corpus photométrique issus des
diverses estimations d'éclat 63

Où sont présentés au lecteur les objectifs et les sources du travail de reconstitution d'un corpus dont la fiabilité sera établie. Les critères de sélection (exhaustivité, databilité et originalité) ainsi que le découpage technique en trois "périodes" lui sont indiqués. Une liste générique d'indices de signatures de causes potentielles est également donnée ; l'importance de disposer de doubles sources pour mettre en évidence les fiabilités est signalée.

Chapitre 2.2.
Les problèmes généraux des catalogues
photométriques "anciens" 73

Où le lecteur est informé des caractéristiques des catalogues de Ptolémée et de sa filiation directe, de Tycho Brahé et de Jean Hévélius. Il compare les différentes méthodes d'identification des étoiles (identifications croisées, recherche par la position dans le catalogue) et découvre le problème du "biais de fixité" qui vient du fait que l'éclat lui-même était un outil de description, voire d'identification des étoiles.

Chapitre 2.3.
Les données des trois sous-catalogues "anciens" 78

Où le lecteur suit pas à pas l'identification des problèmes et les stratégies de détermination des fiabilités pour Ptolémée et sa filiation directe (Abd Al Rahman Al Sufi, les Tables Alphonsines et Ulugh Beigh) ainsi que pour Tycho Brahé et Jean Hévélius. La recherche, globalement infructueuse pour l'instant des données du Landgrave de Hesse lui est signalée. Il découvre que les étoiles doubles constituent un des problèmes les plus épineux de cette étude.

Chapitre 2.4.
Les catalogues photométriques "modernes" 109

Où le lecteur est témoin de la progression de la constitution du corpus dans l'histoire de l'astronomie. Le problème de l'utilisation des données de Sir William Herschel lui est soumis ; il en voit la trop grande richesse qui fait obstacle à une utilisation comparable à celles des autres observateurs. Toujours présent, le problème des doubles et en particulier de l'intégration ou non de l'éclat des composantes l'inquiète.

Chapitre 2.5.
Les données et les problèmes généraux des catalogues
photométriques "contemporains" 127

Où le lecteur comprend les problèmes liés aux catalogues disponibles sur support informatiques : l'automatisation des traitements rend le controle d'autant plus nécessaire, en particulier pour les identifications. Il est également pris à

témoin des dans le choix d'une stratégie d'exploitation des données du catalogue de Mermilliod et de découpage de celui-ci en sous-catalogues.

Chapitre 2.6.
Le récolement général des catalogues photométriques et des différents indices 142

Où le lecteur découvre l'ampleur des problèmes de récolement, en particulier en ce qui concerne les étoiles multiples. La difficulté à faire tenir de manière homogène 2000 ans de données dans un même tableau ne lui est pas cachée.

Chapitre 2.7.
Le corpus d'indices de recherche des signatures des causes de variation 153

Où le lecteur en arrive aux indices qui concernent les causes de variation possibles, non liées à l'établissement du corpus de données. Le choix des indices astronomiques qui peuvent révéler la signature d'une cause de variation plus qu'une autre est débattu, après une synthèse des indices de non-fiabilités déjà mis en place dans les chapitres précédents.

Chapitre 2.8.
En guise de conclusion à notre parcours dans l'Uranométrie 160

Où l'auteur propose au lecteur, arrivé au terme de la constitution du corpus, deux regards orthogonaux sur le travail en cours.

TROISIEME PARTIE :
GRADUS :DESCRIPTIONS CLASSIQUES ET CONSTATS

Chapitre 3.1.
Les stratégies de description de nos données 163

Où le lecteur est informé des problèmes de choix des codages pour l'analyse des données du corpus. Le dilemme dû à la co-existence de données qualitatives et quantitatives est rappelé, et les trois stratégies qui vont être présentées sont explicitées (analyse quantitative dédoublée, analyse des écarts aux valeurs attendues et analyse en codage flou). Une première réflexion sur les positions des centres de gravité des indicateurs de signatures de causes potentielles est proposée.

Chapitre 3.2.
L'analyse quantitative du tableau dédoublé 176

Où le lecteur découvre les résultats de l'analyse quantitative et constate qu'ils sont peu différents de ceux obtenus avec les données compilées par Flammarion. Les étoiles les plus atypiques lui sont présentées, classées par

ordre d'anormalité. Les analyses des indicateurs ne lui semblent pas très concluantes.

Chapitre 3.3.
L'analyse des écarts aux valeurs attendues 205

Où le lecteur passe à un deuxième codage des données, plus éloigné de la description brute de l'information, mais plus proche du problème des causes d'écarts. Parmi les nombreuses possibilités des codages des écarts aux valeurs attendues, il verra un choix particulier, qui montre au milieu de plans très marqués par l'effet Guttman, l'étonnant écart entre les données de Sir William Herschel et les autres observateurs.

Chapitre 3.4.
L'analyse du tableau créé avec un codage
flou en magnitude entière 212

Où le lecteur découvre que le problème du codage flou n'est pas simple. Le codage flou mis en oeuvre dans ce chapitre lui apparaîtra en effet comme un très bon outil pour se débarrasser des hypothèses implicites de linéarités posées dans l'analyse quantitative. Il en verra l'intérêt comme outil d'étalonnage des divers catalogues les uns par rapport aux autres.

Chapitre 3.5.
Quelques réflexions pour la comparaison
des analyses 275

Où le lecteur est pris à témoin de la comparaison des différents codages. Le fait que les outils d'analyse des données montre que l'information écrasante du tableau est la stabilité des magnitude est confirmé. Le lecteur est invité à se préparer à la quatrième partie, où les nouvelles stratégies d'analyses vont être proposées.

QUATRIEME PARTIE :
IN FINE : AVENIR ET CONCLUSIONS

Chapitre 4.1. Où en sommes-nous ? 278

Où le lecteur fait le tour de nos acquis, et constate qu'il n' a pu être répondu à notre question première, à savoir celle des causes des écarts constatés entre les estimations historiques d'éclat.

Chapitre 4.2. Réflexions sur les nouveaux outils 282

Où le lecteur s'interroge sur l'amélioration de notre corpus et de nos codages. Il voit se profiler de nouvelles analyses à mettre en place, en particulier l'analyse factorielle des fréquences.

Chapitre 4.3. Plus de doutes ? 286

Où le lecteur est amené à se demander quand on pourra avoir des certitudes sur ce problème des variations séculaires et d'où elles viendront.

Résumé de Synthèse

Les étoiles brillantes ont-elles des variations séculaires d'éclat ? Bien que plusieurs astronomes aient étudié ce sujet au cours des siècles écoulés, aucune réponse satisfaisante n'y a été donnée.

Il y a un siècle, C. Flammarion rassembla les anciennes estimations et les publia dans son ouvrage Les étoiles et les curiosités du ciel. Il était évident de son point de vue qu'un grand nombre d'étoiles avaient eu des variations séculaires. Pickering (1895) et Zinner (1926) publièrent deux autres compilations de catalogues. Ils ne partageaient pas le point de vue de Flammarion, mais ne purent interpréter l'information contenue dans les données. Il n'y a pas eu d'étude plus récente sur ce sujet.

De nouvelles méthodes d'analyse -comme l'analyse factorielle des correspondances- ont été créées ces dernières années, qui permettent d'étudier de manière approfondie de grands tableaux de données. La finalité du travail présenté ici est de voir si ces méthodes peuvent nous aider à résoudre ce problème des variations séculaires.

La compilation des catalogues originaux permet de constituer un tableau de données intégrant des éléments "signatures" des diverses causes susceptibles d'expliquer les écarts d'éclats (des causes astrophysiques à la non-fiabilité des données). Plusieurs analyses factorielles, utilisant des codages spécifiques des données, comme "l'écart aux valeurs attendues" ou le "codage flou en magnitude entière", créés pour limiter les différences de notations entre les observateurs sont effectuées. Il n'en ressort pas de "signatures" significativement corrélées avec les écarts d'éclats ; en particulier, il n'y a pas d'effet de couleur constaté.

Il semble y avoir globalement "mémoire" des éclats d'un catalogue sur l'autre. Seul échape à cette règle, le catalogue de Sir William Herschel, qui est également le seul à contenir des comparaisons d'éclat et non pas des valeurs de magnitude. Cela amène à se demander si il n'aurait pas été protégé de cet effet de "mémoire" à cause de sa différence de notation.

Ce travail ne clôt pas la question. Il se termine par la définition de nouvelles analyses à mettre en place : pour tirer des conclusions astrophysiques, il peut être utile de tester des traitements combinant l'analyse factorielle et l'analyse de Fourier. De tels traitements permettront de se débarasser de l'information de phase et d'effectuer des études de corrélation de périodes.

Abstract

Do bright stars have secular brightness variations ? Although this problem has been studied by some astronomers during the last centuries, no serious answer has been given to it.

A hundred years ago, C. Flammarion collected old stars brightness estimates and published them in his book Les étoiles et les curiosités du ciel. It was obvious to him that a great number of stars had secular variations. Pickering (1895) and Zinner (1926) published two other compilations of catalogues. They did not agree with Flammarion's opinion, but they were not really able to analyze the amount of genuine information the old data contained. No other study has been published since then.

New data analysis methods have been created in the last years, such as Correspondence Factorial Analysis, that allow further studies of large data tables. The aim of the work here presented is to appraise whether those methods can help to progress in this secular variations problem.

The use of original sources allows to build a table of data integrating "signatures" of suspected causes for the magnitude différences (from astrophysical causes to data reliability problems). Factorial analyses of this table have be performed, thanks to new data coding methods, as "differences with expected values" coding or "unsharpened" coding, created to get rid of notation differences between observers. It is not possible to find significatively correlated "signatures" and expected effects, such as color observers' equations, are not visible.

It seems that there is a kind of global brightness "memory", from one catalogue to an other, except for Sir William Herschel's catalogue which is also the only one to give brightness comparison and not magnitudes values. Perhaps has it been protected from this "memory" effect by this notation difference ?

This work does not pretend to close the debate about secular variations. It ends with the description of the further inquiries that are to be done : in order to draw astrophysical conclusions, it can be then useful to test some statistical treatment combining factorial and Fourier analyses. Such treatment could allow to get rid of phase information and open the way for periods correlation studies.

PREMIERE PARTIE

A PRIORI :

OBJET, PROBLEMES et STRATEGIES

Chapitre 1.1. Les variations séculaires : une question restée en suspens

1.1.1. L'historique de l'étude des variations séculaires

1.1.1.1. La thèse de Camille Flammarion

En 1880, Camille Flammarion publie, à la suite de L'Astronomie populaire[3], un guide d'observation des splendeurs célestes Les étoiles et les curiosités du ciel[4]. Il y reprend les principaux catalogues d'éclats d'étoiles publiés depuis l'Antiquité et les met en relation, complétés par ses propres observations. Se trouve ainsi réuni un corpus de onze séries de mesures de plus de mille brillantes étoiles observables sous nos latitudes, constitué par les estimations attribuées aux observateurs cités dans le tableau T.1.1.

attribution	date présumée
Ptolémée	+ 130
(peut-être Hipparque en	- 127)
Al Sufi	+ 900
Ulugh Beigh	+ 1430
Tycho Brahé	+ 1590
Bayer	+ 1603
Hévélius	+ 1660
Flamsteed	+ 1700
Piazzi	+ 1800
Argelander	+ 1840
Heis	+ 1860
Flammarion	+ 1880

tableau T.1.1. : catalogues compilés par C. Flammarion

Ces mesures ont été toutes effectuées à l'oeil nu ou avec de petits systèmes optiques, sans utilisation de dispositif technique de comparaison. Pour notre auteur, pas de doute possible : les écarts constatés entre les différentes estimations de ces onze observateurs proviennent de variations physiques au cours des deux millénaires concernés.

[3] Flammarion, Camille. Astronomie Populaire. Paris : Marpon et Flammarion, 1880 [reimpr, Pecker J.C. : Paris : Flammarion, 1980].
[4] Flammarion, Camille. Les étoiles et les curiosités du ciel. Paris : Marpon et Flammarion, 1882 [reimpr, Pecker J.C. : Paris : Flammarion, 1981].

Il publie en fin de cet ouvrage {[5]} un tableau récapitulatif des "étoiles ayant varié depuis 2000 ans", ainsi introduit : "En construisant pour notre instruction astronomique les tableaux des étoiles visibles à l'oeil nu dans chaque constellation du ciel, nous avons remarqué qu'un nombre considérable d'entre elles présentent des oscillations d'une, deux et même trois grandeurs, lorsque l'on met en regard les observations faites de siècle en siècle depuis deux mille ans. Sans doute, il ne faut pas se hâter de conclure immédiatement à une variation réelle de la lumière intrinsèque de ces étoiles (...). Mais en tenant compte de toutes les causes d'illusions ou d'erreurs, on n'en est pas moins arrêté par un certain nombre d'exemples dans lesquels les différences, mises en évidences par ces tableaux comparatifs, semblent bien plutôt dues à des variations réelles qu'à des erreurs possibles dans les observations. (...) On voit par ce tableau qu'un grand nombre d'étoiles considérées jusqu'à ce jour comme fixes dans leur lumière, ont subi des variations certaines depuis deux mille ans. Si l'on considère notamment les observations qui révèlent des variations de 2 ou 3 grandeurs, il est impossible d'attribuer les divergences à de simples erreurs, car, ne l'oublions pas, toutes les estimations rapportées sont dues à des astronomes de profession, à des yeux exercés et a des esprits sévères dans leurs travaux. (...) Voici les conclusions principales :

- Il y a beaucoup plus d'étoiles variables qu'on ne le pense. Le dixième au moins des étoiles observées par nos pères ont varié depuis l'origine des observations astronomiques.

- Ces variations consistent plutôt en oscillations de lumière qu'en une diminution ou en une augmentation graduelle. Aucune étoile brillante du catalogue de Ptolémée ne paraît s'être éteinte."

Suit la liste des "variations les plus importantes". Nous verrons dans la partie 1.3. de ce travail ce que nous pouvons tirer sur le plan astronomique de cette compilation.

Quelques pages plus loin, notre auteur conclut son tableau ainsi : "Ce sont là autant de témoignages irrécusables en faveur d'une variabilité beaucoup plus générale et beaucoup plus prononcée qu'on ne l'a cru jusqu'ici."

1.1.1.2. Le travail photométrique de Sir William Herschel

Ce problème des variations séculaires avait d'ailleurs été posé plus tôt, en particulier à la fin du siècle précédent celui de Flammarion, par Sir William Herschel, qui publiera tout au long de sa carrière six catalogues *"of comparative brightness, for ascerting the permanency of the lustre of the Stars*"[6].

---

[5] Les étoiles et les curiosités du ciel, op. cit. de Flammarion, Camille.

[6] Herschel, Sir William. On the Method of observing the Changes that happen to the fixed Stars ; with some Remarks on the Stability of the Light of our Sun. To which is added, a Catalogue of comparative Brightness, for ascertaining the Permanency of the Lustre of Stars. <Philosophical Transactions>, 1796.
- Herschel, Sir William. On the periodical Star alpha Herculis ; with Remarks tending to establish the Rotatory Motions of the Stars on their Axes. To which is added a second Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. <Philosophical Transactions>, 1796.
- Herschel, Sir William. A third Catalogue of the comparative Brightness of the Stars ; with an introductory Account of an Index to Mr Flamsteed's Observations of the fixed Stars contained in the second Volume of the Historia Coelestis. To

Dans l'introduction du premier de ces catalogues en 1796, il affirme par exemple : "*That these investigations are of the importance we have ascribed to them, will appear when we call to our remembrance the great number of alterations that we are certain have happened within the last two centuries, and the much greater number we have reason to suspect to have taken place. If we consider how little attention has formely been paid to this subject, and that most of the observations we have are of a very late date, it would perhaps not appear extraordinary were we to admit the number of alterations that have probably happened to different stars to be a hundred ; this compared to the number of stars that have been examined, with a view to ascertain their changes, which we can hardly rate at three thousand, will give us a proportion of 1 to 30. But we are very certain that had a number of obversers applied themselves to the same subject, which is of such a nature as to require the attentive scrutiny of many diligent persons at the same time, many more discoveries might probably have been made of changeable and periodical stars, whose variations are too small to strike a general observer. In the application we shall make of this subject however, a proportion, such as 1 to 30, or even to 1 to 300 is sufficiently striking to draw our attention. (...) That star which among the multitude we have dignified by the name of 'Sun', tomorrow may slowly begin to undergo a gradual decay of brightness, like beta Leonis, alpha Ceti, alpha Draconis, delta Ursae Majoris, and many other diminishing stars that will be mentioned in my catalogues. It may suddenly increase, like the wonderful star in the back of Cassiopea's chair and the non less remarkable one in the foot of Serpentarius ; or gradualy come on like beta Geminorum, beta Ceti, zeta Sagitarius, and many other increasing stars, for which I refer to my catalogues. And lastly, he may turn into a periodical one of 25 days of duration, as Algol is one of 3 days, delta Cephei of 5, beta Lyrae of 6, eta Antinoi of 7 days, and as many others are of various period.* " .

Sir William Herschel publiera, avec l'aide de Caroline Herschel pour la mise en forme, ses quatre premiers catalogues sans analyse des données qu'ils contiennent. Ses cinquième et sixième catalogues seront seulement publiés après sa mort[7]. Son fils Sir John Herschel continuera son oeuvre, en particulier en ce qui concerne les étoiles de l'hémisphère sud, mais ne dépouillera pas non plus ses données. E. Pickering et son équipe[8] seront les seuls, à notre connaissance à proposer une réduction de ces données. Nous reviendrons dans la suite de notre travail (cf 2.4.4.) sur l'exploitation qui peut être faite de ces données recueillies avec une méthode qui préfigure celle dite "des degrés" attribuée usuellement à F.W. Argelander.

---

which are added several useful Results derived from that index. <Philosophical Transactions>, 1797.
- Herschel, Sir William. A fourth Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. <Philosophical Transactions>, 1799.

[7] Dreyer, J.L.E. Fifth and Sixth Catalogues of the comparative Brightness of the Stars -in Continuation of those printed in the Philosophical Transactions of the Royal Society for 1796-99. Londres, <The scientific Papers of Sir William Herschel>, 1912.

[8] Pickering, Edward Catalogues of Sir William and Sir John Herschel. <Harvard Annals>, n°14, part II, chapter VIII - Pickering, Edward Observations of Sir William Herschel. <Harvard Annals>, n°23, chapter IX - Doberck W. On the magnitudes of 919 Fixed Stars Determined from Sequences Observed by Sir John Herschel during the Years 1835 to 1838. <The astrophysical Journal>, Vol XI, n°4, 1900.

1.1.1.3. Les travaux plus récents

Depuis 1880, qu'est devenue cette théorie ? Il semble qu'il soit maintenant admis que les étoiles brillantes ne varient pas avec des périodes de l'ordre du siècle, mais on ne trouve pas de publication qui ait vraiment établi ce fait. Deux auteurs ont refait le même travail de compilation que Flammarion, E. Pickering[9] et E. Zinner[10](commenté en 1930, par K. Lundmark[11]), pour déterminer une magnitude actualisée pour les étoiles. Seul Zinner consacrera quelques lignes à l'étude des variations séculaires ; il cherche une variation monotone des étoiles, type spectral par type spectral, qu'il ne parvient pas à prouver.

Enfin, dans sa postface à la réédition de l'ouvrage de Flammarion[12], J.C. Pecker n'analysera pas en détail ce problème, le qualifiant simplement de "considérations assez hasardeuses".

1.1.2.
Le point de vue astronomique actuel

Aujourd'hui, les astronomes sont familiarisés avec de nombreux types d'étoiles dont l'éclat varie, des Mira (avec des périodes de l'ordre de quelques années) aux pulsars (dont les variations s'effectuent en quelques fractions de seconde). Cependant, la communauté astronomique semble s'accorder sur le fait qu'il n'existe pas de variables dont la pseudo-période dépasse le siècle, hormis les étoiles explosives de type novae récurrentes dont l'amplitude d'éclat est de l'ordre d'un facteur 100 à 10 000.

En dehors de celles-ci, deux étoiles variables "très lentes", seulement, sont connues : eta Carinae[13] et P Cygni[14], dont les variations au cours des siècles derniers sont indiscutées : l'éclat de eta Carinae a par exemple fluctué de la première à la septième magnitude au cours du 19e siècle ; P Cygni a été découverte en 1600 alors qu'elle était de troisième grandeur ; au cours du 17 et du 18e siècle, elle a fluctué au point de ne plus être visible à l'oeil nu par période, comme en 1660 ; elle semble maintenant à peu près stabilisée à la magnitude 5.5[15].

La thèse de Flammarion impose l'idée d'un ou plusieurs nouveaux types de variation d'éclat, d'amplitude moyenne (un facteur 2 à 10 en rapport d'éclat) et de vitesse de variation beaucoup plus lente que tous les autres types (de l'ordre du siècle). Or, on ne connaît pas à l'heure actuelle de raison physique qui s'opposerait à l'existence de telles variations. D'ailleurs, l'astronomie

---

[9] Pickering, Edward C. <Harvard Annals> vol XV , 1885

[10] Zinner, Ernst Helligkeitsverzeichnis von 2373 Sternen bis zur Grösse 5.50. Bamberg (RFA) : C.C. Buchners Verlag, 1926

[11] Lundmark-Lund, Knut. Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the Stars, in : Handbuch der Astrophysik [chap.4]. Berlin : Verlag von Julius Spinger, 1930.

[12] Pecker Jean Claude, Postface pour aider à la lecture de "Les étoiles et les curiosités du ciel" in réimpression de Flammarion, Camille, Les étoiles et les curiosités du ciel (op. cit.). Paris : Flammarion, 1981.

[13] Eggen O.J.The brightening of eta Car <Publ. Astronomical. Society of. Pac> 64,185

[14] Fernie, J.D. 1969, <Publ. Astronomical. Society of Pacific>, 81, 168

[15] Ambartzumian, V.A., Mirzoyan, L., and Snow, T.P. 1979, <Astrophys Journal>. 227, 519 }

est une science phénoménologique et les raisons physiques ne sont que des constructions a posteriori sur les observations ; même s'il existait une modélisation théorique qui s'opposât à l'existence de variables à très longue période, cela ne constituerait pas une raison pour ne pas s'interroger sur les observations.

Nous désignerons, dans la suite de ce texte, ces hypothétiques nouvelles variables par l'abréviation VTLP pour "Variable à Très Longue Période" ; en toute rigueur, cet intitulé n'est pas très satisfaisant ; on devrait plutôt dire : "dont la courbe de lumière présente une harmonique supérieure au siècle d'amplitude non négligeable", d'une part parce qu'il ne s'agit pas forcément seulement d'étoiles pseudo-périodiques, d'autre part parce que le même problème, se pose pour les variations de la magnitude moyenne d'une variable avérée à courte période, même si en fait nous ne le traiterons pas dans le suite,

L'étude des estimations historiques est le seul outil pour aborder ce problème des variations à très longue période et notre méconnaissance de ce type de variation vient sans doute de la difficulté à interpréter ces données.

Ce serait une coïncidence curieuse que la limite en période du phénomène lui-même soit la même que la limite du domaine facilement observable : il est troublant de constater que, dès qu'un domaine de période est devenu facilement observable, on a trouvé de nouvelles étoiles variables dont les périodes tombaient dans ce domaine.

Il n'y a finalement que les très longues périodes (qui sont justement protégées de l'observation facile par tous les obstacles que nous allons voir dans la suite) auxquelles n'a pas été associé un type de variables. Il faut simplement prendre garde que ce point de vue est très simplificateur :

- d'une part, sur toute la gamme observable de pseudo-période, il n'y a pas un pourcentage équivalent d'étoiles variables,

- d'autre part, (en fait, c'est évidemment lié au premier point), les astres variables ne figurent pas toujours parmi les étoiles brillantes.

Pour faire le lien avec notre sujet, il faut, en toute rigueur, noter que ni Flammarion, ni Herschel ne font spécifiquement la distinction entre variations séculaires et variations à plus courte période. Aujourd'hui, comme nous venons de le rappeler, personne ne met en doute l'existence de variables à courte période et c'est uniquement en ce qui concerne l'existence des variations séculaires que se pose un problème.

1.1.3.
Les causes potentielles des variations

Bien sûr, la variabilité physique des astres n'est pas la seule explication que l'on peut trouver aux écarts entre les valeurs notées dans les différents catalogues. Plusieurs causes non exclusives peuvent avoir contribué à les créer. En suivant la chaîne de l'émission au stockage, le tableau T.1.2. les récapitule.

Chaîne	cause potentielle d'écarts	Sigle
Astre	variation "astronomique"	VA
Milieu Interstellaire	variation d'opacité variation de distance	VO VD
Atmosphère	variation d'opacité	VO
Instrumentation éventuelle	différences dues aux sites différences dues aux fonctions d'instrument	SI IN
Observateur	différences dues aux équations personnelles	EQ
Codage	dispersion due au processus de mesure	ME
Identification Désignation	erreur d'identification variation de la désignation	ID
Stockage Transmission	erreur de transcription erreur de copie	TM

tableau T.1.2. : causes potentielles d'écarts d'éclat

Les paragraphes suivants développent chacune de ces familles de causes.

1.1.3.1. Les variations d'éclats "astronomiques" (VA)

Les éclats intrinsèques des étoiles peuvent avoir réellement varié au cours des siècles. Ces variations peuvent être dues à toutes les causes classiques de variation des étoiles variables de plus courtes périodes, comme des pulsations physiques, des explosions récurrentes, des éclipses, ou l'émission d'une coque obscure. Plusieurs types de variables à longue période peuvent co-exister, leur diversité brouillant ainsi l'interprétation. La plupart des causes de variations d'éclat doivent, comme pour les variables à plus courtes périodes, induire des relations entre des paramètres physiques intrinsèques et l'amplitude et la pseudo-période (relation période-luminosité des Céphéides par exemple). Signalons simplement que des VTLP de type variable à éclipses paraissent bien improbables en "section efficace" (la période de la variable est donnée par T=g(m+m')/R2, avec G valant 1 en année, UA et masse solaire), et une durée d de l'éclipse très faible (en approximation circulaire, T/D = piR/r ou r est le rayon du compagnon).

1.1.3.2. Les variations d'opacité de milieu (VO)

Les milieux (interstellaires ou atmosphériques) situés entre nous et les astres changent : la galaxie tourne, et nous rencontrons dans cette rotation plus ou moins de matière interstellaire opaque ; l'atmosphère terrestre peut aussi avoir vu sa composition varier. Il peut en résulter des variations de l'éclat apparent des astres.

Ce type d'effet est sans doute variable en amplitude selon la couleur des astres. Une variation de l'opacité interstellaire peut avoir un effet localisé, d'autant plus probable que l'étoile est loin de la Terre. Une variation atmosphérique serait a priori sensible sur toutes les étoiles (ou alors au pire surtout sur celles proches de l'horizon). Il reste à discuter de l'ordre de grandeur possible pour le gradient d'opacité galactique pour voir comment il pourrait être compatible avec une telle hypothèse.

1.1.3.3. La variation de distance des astres (DI)

Le mouvement des astres modifie la distance Terre-astre. Selon les époques de mesure, les astres sont alors plus ou moins brillants (inversement proportionnellement au carré de cette distance). Il faut noter que l'ordre de grandeur des variations de distance nécessaire pour produire les différences d'éclat que nous constatons est très important. Il faudrait par exemple une variation d'un facteur 1,4 de la distance pour produire un éclat double sur 2000 ans. Même pour une étoile proche (typiquement 2 parsecs), il faudrait une vitesse de 1,5*10-3 année.lumière/an, soit 1,5*10-3 c. Ces valeurs sont à la limite du possible, pour quelques étoiles proches.

1.1.3.4. Les différences dues aux sites (SI)

Tous les observateurs n'ont pas observé à la même latitude. Il peut en résulter un affaiblissement différentiel des étoiles, selon leur déclinaison dans le ciel. Le cas extrême de ce phénomène étant l'existence d'étoiles trop basses pour être observées pour les nordistes comme Tycho ou Hévélius. L'amplitude de cet effet est reliée à la couleur des astres, les étoiles rouges étant moins affaiblies que les autres.

1.1.3.5. Les équations personnelles des observateurs ou les éventuelles fonctions instrumentales (EQ)

Les yeux des différents observateurs ou les instrumentations interposées peuvent avoir des réponses différentes aux divers astres, les éventuels instruments utilisés (collecteurs ou filtres d'intensité) peuvent également avoir des fonctions de réponses différentes (selon la couleur par exemple).

1.1.3.6. La dispersion propre de la mesure (ME)

L'estimation de l'éclat, même sous la forme d'un classement parmi 6 classes résulte d'un processus de mesure comme un autre, qui ne s'effectue pas de manière certaine. Les estimations peuvent sans doute se modéliser par une loi de répartition fonction entre autres de la valeur réelle de l'éclat et de la valeur la plus proche permise dans le codage en classes utilisé par l'observateur.

1.1.3.7. Les erreurs d'identification ou les variations de la désignation (DI)

Nombreuses sont les étoiles et fluctuantes les définitions des constellations. L'ouvrage de Flammarion, "Les étoiles et les curiosités du ciel", entre autres, regorge d'anecdotes à ce sujet. Parmi plusieurs dizaines d'exemples, citons, à propos de la Vierge : "Au temps d'Hipparque, l'étoile delta marquait l'épaule de la Vierge ; Ptolémée nous dit qu'il l'a descendue au côté, parce que l'ancien dessin faisait cette épaule beaucoup trop grande ..." ; sa description est devenue en conséquence (texte latin du catalogue de Ptolémée édition de Peters[16] : "quae est sub cingulo in dextro latere" On comprend bien que si chaque observateur ou éditeur de catalogue prend ce type de liberté, il reste bien peu de moyens (à part la position mesurée, quand celle-ci est suffisamment fiable, date de l'équinoxe de référence comprise) d'être sûr qu'il s'agit des mêmes étoiles.

Les cartes du ciel des divers auteurs (on peut voir à ce sujet plusieurs ouvrages de compilation des cartes, en particulier, sur la période 1500, 1800, celui de Deborah J. Warner, The Sky Explored[17] et l'introduction Uranography Yesterday and Today de l'Atlas Tirion, par George Lovi[18] portent témoignage du flou (comparez les différentes morphologies des Baleines célestes, figure F.1.1. par exemple) qui a régné jusqu'à l'introduction de désignations systématiques, comme celle de Flamsteed et en fait même jusqu'à la publication de la Délimitation Scientifique des constellations, en 1930[19].
Nous verrons concrètement dans la partie 2 "CORPUS" comment on peut tenter de prendre ce problème en compte.

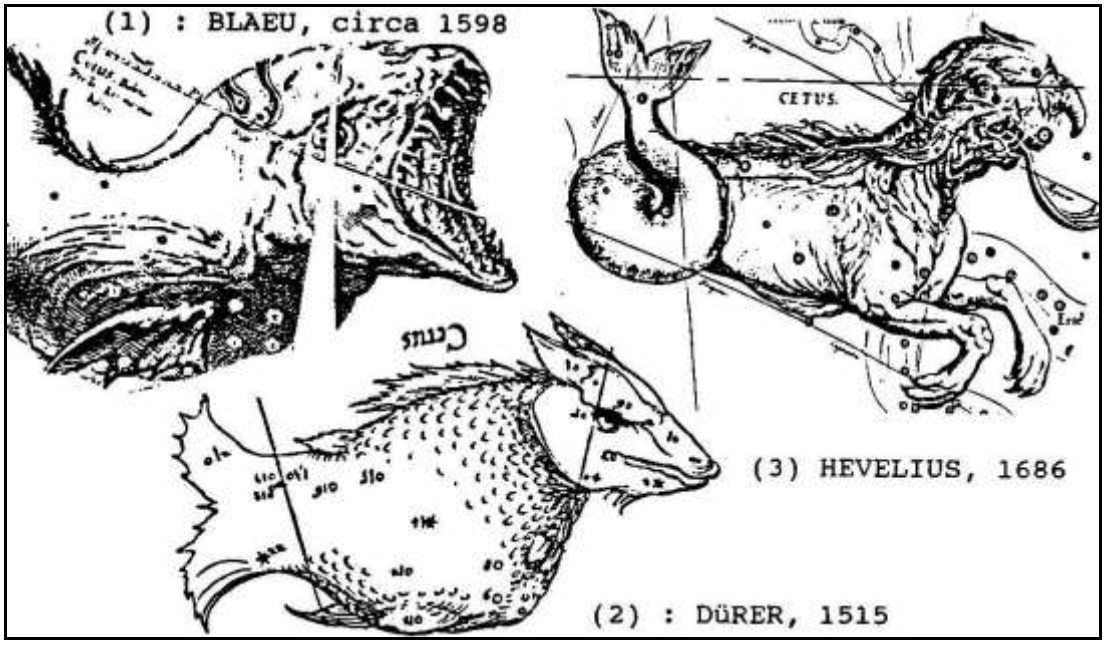


Figure F.1.1. morphologies de Baleines célestes ;
(1) : Blaeu, (2) : Dürer, (3) : Hévélius

[16] Peters, Dr and Knobel, Edward B. Ptolemaios Catalogue of Stars, A revision of the Almagest. Washington : The Carnegie Institution of Washigton, 1915
[17] Warner, Deborah J. The Sky Explored : Celestial Cartography 1500-1800. New York : Allen R. Liss Inc, and Amsterdam : Theatrum Orbis Terrarum, 1979
[18] Lovi, George. Uranography Yesterday and Today in Atlas Tirion. Cambridge (Mass.) : Cambridge Univ. Press & Sky Pub. Co, 1980.
[19] Delporte, Délimitation scientifique des constellations. Cambridge : Cambridge University Press, 1930

1.1.3.8. Les erreurs de transcription ou de copie (TM)

Les valeurs des éclats ont pu être modifiées par les transcriptions successives des catalogues ; ce peuvent être ainsi des erreurs de lecture, de copie, de traduction de symboles qui ont perturbé les données.

1.1.3.9. L'évolution du concept d'éclat (CO)

N'oublions pas enfin, l'évolution du concept d'éclat des étoiles. Si aujourd'hui, il nous paraît évident qu'il s'agit d'une grandeur physique observable, cela n'a sans doute pas toujours été le cas :

Nos ancêtres ont classé les étoiles en 6 grandeurs (de 1 à 6) ; Pogson, qui définit au siècle dernier (1856) les bases de notre système actuel, est resté cohérent avec cette classification, en actualisant la définition de la magnitude mi par mi = -2.5 log (E) - Ki, dans laquelle -2.5 et Ki sont des constantes qui permettent avec le log de faire correspondre à des éclairements en lux (unité SI) des magnitudes cohérentes. C'est en fait progressivement dans l'histoire que s'est affirmée la notion de mesure d'éclat ; de Ptolémée à Flammarion, on passe d'une classification discontinue (par valeur entière ou presque pour les anciens) à une mesure d'une grandeur physique continue, proportionnelle (à un log près) à un éclairement envoyé par la source.

Mais il ne faut pas oublier non plus que dans certains cas, l'éclat, nous reviendrons sur ce point dans la partie 2.3.1.3.4. a été utilisé comme élément d'identification de l'étoile, introduisant ainsi un biais majeur. : affirmer qu'une étoile désignée par "Fulgens quae in occipitae et vocatur Aquila" dans Ptolémée n'était pas de première grandeur, ne devait pas se faire à la légère.

1.1.3.10. Le problème des étoiles multiples (DO)

Le ciel est peuplé de beaucoup d'étoiles doubles ou multiples. Selon la résolution de son système d'observation, l'observateur peut estimer photométriquement un ensemble de composantes ou simplement une composante isolée, ce qui donne des séries de mesures incohérentes, pour ce que l'on croit être le même astre.. Quel éclat Ptolémée estimait-il quand il mesurait epsilon Lyrae ? Et quand il mesurait alpha Capricorni ?

Ce problème est rendu plus complexe qu'on ne le penserait a priori,

- d'une part par ce qu'il ne concerne pas seulement les étoiles doubles identifiées comme telles, mais aussi les amalgames qui peuvent être faits, en particulier à l'oeil nu, d'une étoile brillante avec un ou plusieurs astres plus faibles non usuellement considérés comme des composantes d'une double,

- d'autre part parce que les systèmes de désignation des étoiles multiples sont loin d'être aussi fiables que l'on pourrait le souhaiter.

Le deuxième partie de ce travail nous amènera à revenir plusieurs fois sur ce point (en particulier en 2.6.5.).

1.1.4.
Signatures des causes

Ces causes ont pu jouer simultanément pour produire les écarts qui nous occupent aujourd'hui. Pour arriver à des conclusions astronomiques intéressantes, il nous faudrait déterminer leurs contributions relatives aux écarts dans les estimations d'éclats qui sont parvenues jusqu'à nous. Afin de permettre par la suite une analyse des causes plausibles, nous devons essayer de préciser quelles sont les "signatures" de ces différentes causes, c'est-à-dire les traces qui pourraient en être révélatrices dans les analyses des estimations. Dans cet esprit, nous essaierons de mettre en place (cf en particulier 2.1.3.) une batterie d'"indicateurs" susceptibles de témoigner de ces signatures.

Pour chaque cause, on peut préciser, au moins qualitativement, l'ensemble des étoiles susceptibles d'être touchées et les relations que les écarts devraient présenter avec différents paramètres décrivant l'astre ou ses conditions d'observation. On peut trouver plusieurs cas, non forcément exclusifs :

Il peut s'agir de variations couplées (cas A), ou de relations entre des paramètres et l'amplitude des variations constatées (cas B1), ou de relations entre des paramètres et la pseudo-période (cas B2) :

- Cas A : Certaines causes sont susceptibles de créer des extrema en phase (ou avec des relations de phase connues) pour toutes les étoiles touchées. On observe alors des variations couplées. On pourrait ainsi par exemple observer des coïncidences du type maximum simultané de toutes les étoiles rouges, si un observateur possède une équation personnelle favorisant ces étoiles.

- D'autres causes sont susceptibles de créer des variations qui n'ont pas de raisons d'être couplées, par exemple parce qu'elles concernent des causes intrinsèques à des astres sans aucun lien entre eux. Dans ce deuxième cas, on peut penser, par analogie aux relations mises en évidence (comme la relation période luminosité par exemple) sur les variables classiques connues actuellement, pouvoir observer :

- Cas B1 : des relations entre les amplitudes des variations et les paramètres descripteurs,

- Cas B2 : des relations entre les pseudo-périodes (ou les vitesses) de variation et les paramètres descripteurs.

Ces types de relation peuvent concerner des paramètres directs décrivant physiquement l'astre (intrinsèques comme masse, énergie totale rayonnée, ou observationnels comme spectre, indices de couleurs) ou indirects décrivant les conditions d'observation (liés au ciel, comme latitude galactique, ou liés à l'observateur, comme hauteur sur l'horizon) ; cette relation peut être une relation quantitative (c'est-à-dire descriptible par une équation), monotone (M) ou non (E) ou simplement une dépendance selon des modalités d'un indicateur qualitatif (I).

Malheureusement, il est très difficile de quantifier ces éléments, aussi bien en ce qui concerne les amplitudes pour chaque étoile qu'en ce qui concerne la relation de ces variations avec des paramètres.

On voit à la lecture du tableau suivant qu'il n'y a pas de moyen de caractériser de manière univoque une cause par une signature. On peut tout au plus signaler que la variation astronomique semble la seule cause à induire une relation sur les pseudo-périodes, sans qu'il y ait relation de phase.

cause potentielle d'écart		ensembles des étoiles touchées	ampli-tude maxi-male	paramètres en relation		coinci-dences de dates d'extrema
				avec l'amplitude	avec pseudo-période	
VA	variation "astro-nomique"	groupes selon param.physi	?	paramètres physiques intrins. ?	paramètres physiques intrins. ?	pas en phase
VO	opacité inter-stellaire	lointaines? selon coordonnées	?	couleur ? distance ?I	non	selon les positions
VD	variation distance	proches et très rapid.	<1.0	distance M vit. rad. M	non	pas en phase
VO	opacité atmosph.	toutes	?	hauteur M couleur ?	non	selon couleur
SI	différ. sites	basses sur l'horizon	<	hauteur M couleur M	non	selon couleur
IN	fonction instrum.	toutes ?	?	couleur ?E	non	selon couleur
EQ	équations perso.	toutes ?	?	couleur ?I magnitude ?I	non	selon couleur
ME	processus mesure	toutes ?	?	?	non	?
ID	erreur identi-fication	régions denses et et. faibles	<1.0	éclat ?I densité stel voisine ?	non	?
ID	variation désignat.	étoiles faibles	?	fiabilité identific.I	non	?
TM	erreur transcr.		?	?	non	?
CO	biais de fixité	étoil. avec ind d'éclat	?	indication d'éclat I	non	?
DO	intégrat. doubles.	étoiles multiples	?	ecart angulaire E?	non	selon ec. angulaire
CP	erreur de copie		non	non	non	non

tableau T.1.3. : signatures des causes potentielles

Ce constat des signatures possibles des causes de variations n'est pas très encourageant ! En fait le problème est plus complexe encore, car on peut penser,

par analogie avec les variables à plus courtes périodes, qu'il peut y avoir superposition de nombreux phénomènes.

En effet, supposons que nous cherchions à détecter les variables classiques (à plus courtes périodes), à partir d'un jeu d'observation à 15 dates données des 1000 plus brillantes étoiles, Nous serions confrontés au problème de l'existence de plusieurs familles ayant des caractéristiques et des signatures différentes:

- pour certaines modalités d'un paramètre physique (type spectral par exemple), les étoiles sont variables, et leur pseudo-période et amplitude dépend d'un autre paramètre (magnitude absolue par exemple);

- les paramètres qui sont reliés aux variations sont des paramètres composites, comme la classe de luminosité -qui est une fonction qualitative liée, mais pas de manière simple, au type spectral et à la magnitude absolue- par exemple ;

- il y a des variables extrinsèques, comme les variables à éclipses, qui ne correspondent pas à des signatures particulières ; il y a des variables dont les variations nous passeraient complètement inaperçues parce que correspondant à des brusques modifications trop rapides d'éclat.

Nous aurions sans doute beaucoup de mal à conclure une étude de ce type par un jugement définitif. Au mieux sans doute, nous pourrions avoir la chance d'affirmer "il y a des astres qui varient, parce que les écarts de mesures enregistrées sont plus grands que ce qui est explicable par le processus de mesure" ; comme dans notre cas, nous ne connaissons que peu de choses des qualité des mesures effectuées par nos ancêtres, cette possibilité d'issue ne nous est pas offerte (du moins pas directement).

Parvenus à ce point du constat, il est nécessaire de clarifier les méthodes que nous allons pouvoir utiliser. Nous allons tenter dans le chapitre suivant de préciser d'une part comment conduire notre étude et d'autre part quels sont les résultats que nous pouvons espérer en attendre.

Chapitre 1.2.
Premières réflexions méthodologiques

1.2.1
Comment formuler une question sensée ?

Formulons plus rigoureusement les objectifs d'une étude actuelle d'un tel sujet et les méthodes que nous allons utiliser pour les atteindre. On peut employer au moins deux stratégies différentes correspondant à deux types de questions de départ :

- une stratégie descriptive, pour laquelle la question générique est :

Q1 : Que peut-on tirer de ces écarts entre les estimations données par les divers catalogues historiques d'étoiles ?

Dans un premier temps, répondre à cette question Q1 n'impose pas de choix de modèle a priori, à part celui d'une métrique (c'est-à-dire d'une définition d'une mesure de l'éloignement et du comportement moyen). Elle peut se traduire par les deux sous-questions duales : d'une part, quelles sont les étoiles les plus éloignées du comportement moyen ? D'autre part, quels sont les catalogues qui sont responsables de ces éloignements ?.

Dans un second temps, pour arriver à interpréter ces regroupements ou ces éloignements, on souhaitera relier ces listes d'étoiles à des paramètres susceptibles d'expliquer les écarts, au sens où nous l'avons développé au paragraphe 1. Nous rechercherons alors les signatures des causes possibles. On peut en effet penser qu'il y aura parmi les étoiles éloignées du comportement moyen, des familles d'étoiles mettant en évidence certaines de ces signatures.

Dans cette optique, notre étude est heuristique : c'est la nature des éléments qui ressortiront de la description des écarts qui nous amènera à pouvoir (ou non) formuler des conclusions. Nous sommes simplement amenés à émettre des hypothèses sur les paramètres à prendre en compte et sur les types de signatures, mais nous ne leur donnons pas dans un premier temps de rôle actif dans les analyses que nous allons mener.

- une stratégie hypothético-déductive, pour laquelle la question générique est :

Q2 : Peut-on infirmer ou confirmer l'hypothèse de variation des étoiles brillantes émise par Flammarion ?

Répondre à la question Q2 impose de formuler une hypothèse et une batterie de tests discriminants par rapport à la véracité de celle-ci. Deux hypothèses sont particulièrement intéressantes à tester :

H1 : "il y a à coup sûr des variables à très longues périodes". Cette hypothèse pourrait être prouvée,

- soit en mettant en évidence des signatures spécifiques comme des relations entre les pseudo-périodes et les paramètres physiques de certaines étoiles (il s'agit là d'une condition suffisante, mais non nécessaire ; de plus les relations risquent d'être noyées, si plusieurs types de variables à très longues périodes existent : chaque type aura son propre jeu de relation),

- soit inversement, en montrant que la conjugaison de tous les autres effets n'est pas suffisante pour expliquer tous les écarts d'éclat (cette dernière solution n'est pas applicable car nous n'avons pas de moyens de majorer les différents effets),

H2 : "l'existence de variables à très longues périodes est absolument à rejeter". Cette hypothèse aurait pu être prouvée,

- en montrant l'absence de signatures de relations qui devraient être absolument visibles (cette piste H2 est sans issue, car nous avons vu en 1.2. qu'il n'existe pas de telles signatures).

Notre seule piste pour répondre à cette question Q2 est donc de tenter de vérifier l'hypothèse H1 en cherchant des relations entre des pseudo-périodes et des paramètres physiques. Or, comme dit plus haut, nous n'avons là qu'une condition suffisante.

Cette discussion montre que la solution la plus riche pour résoudre notre problème est double :

- Nous allons employer la première stratégie, pour répondre à la question Q1. Nous allons utiliser pour cela les méthodes de l'analyse des données et en particulier l'analyse factorielle des correspondances (1.2.2).

- Nous chercherons en parallèle à développer une méthode pour préciser ce qu'il est possible de tirer de la condition de vérification de H1. Elle devra mettre en évidence des relations avec les pseudo-périodes

1.2.2.
Les analyses factorielles et les classifications

1.2.2.1. Les principes généraux

Les méthodes d'analyse de données[20], en particulier les analyses factorielles et les classifications automatiques permettent aujourd'hui d'analyser des grands tableaux de données comme ceux qui regroupent l'information disponible sur notre problème.

Le principe de ces méthodes est de partir sans a priori sur les données et de les décrire en analysant la hiérarchisation de l'information présente dans les données. Pour ce faire, les analyses factorielles étudient l'inertie du nuage de points ayant pour coordonnées les valeurs présentes sur les lignes du tableau

[20] Benzécri, Jean-Paul. Histoire et préhistoire de l'analyse des données Paris : Dunod (collection "Pratique de l'analyse des données"), 1981

de données. Ces méthodes correspondent donc à la stratégie que nous avons choisi d'employer.

La "morphologie du nuage" et la répartition des points sur chacun de ces axes d'inertie permettent alors, de rendre lisible et hiérarchisée l'information contenue dans le tableau. Mathématiquement, après avoir centré et réduit le tableau de données que l'on a affecté d'un système de masse (par exemple, les sommes marginales de chaque ligne), on calcule la matrice d'inertie associée et on la diagonalise. On effectue alors un changement de base selon ses vecteurs propres, c'est-à-dire selon les axes principaux d'inertie du nuage de points. On projette alors les points figurant chaque ligne sur les nouveaux axes. L'ensemble de l'information est conservé, mais celle-ci est maintenant hiérarchisée, axe d'inertie par axe d'inertie. L'histogramme des valeurs propres permet de voir le type de répartition de l'information entre les différents axes et l'étendue en dimension de celle-ci.

Le premier axe d'inertie oppose les points, c'est-à-dire les lignes du tableau (dans notre cas les étoiles) ayant les plus grandes distances ou "différences". La première valeur propre d'inertie, (associée à ce premier axe) mesure la quantité d'information présente le long de cet axe, c'est-à-dire dans cette opposition. On analyse ainsi les différents axes, en reconstituant progressivement la totalité des données.

Plusieurs méthodes d'analyse des correspondances existent, qui diffèrent par le type de représentation de l'information, c'est-à-dire de métrique, ou de système de masse qu'elles utilisent.

1.2.2.2. L'analyse des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances[21], développée par Jean Paul Benzecri et ses collaborateurs[22] est la méthode que nous avons choisi d'utiliser, car la métrique qu'elle emploie (métrique du chi-deux : chaque ligne est affectée d'une masse qui est sa somme marginale, le tableau étudié est le tableau des profils des lignes) permet de représenter dans le même espace à la fois les deux nuages de points associés aux lignes et aux colonnes du tableau de données ; elle est par ailleurs très agréablement complétée par des outils de classification ascendante hiérarchique (CAH) qui permettent d'apporter des visions complémentaires, en particulier en construisant des arbres de classification des lignes ou des colonnes.

Pour chaque point représentatif des lignes ou des colonnes du tableau de données, nouvel axe par nouvel axe, on s'intéresse à ses nouvelles coordonnées, au cosinus carré de l'angle avec l'axe (ce qui est équivalent à un coefficient de corrélation), ainsi qu'à sa contribution à l'inertie expliquée par l'axe (c'est-à-dire à sa contribution à la création de l'axe). Le programme, que nous avons écrit en pascal pour effectuer ces analyses, publie en plus des graphiques des plans principaux, ces données dans un format compatible avec un programme de base de données relationnelle, ce qui permet de les exploiter de manière très approfondie (tri, filtrage, mise en relation par exemple).

---

[21] Dans la suite, nous désignerons cette méthode par AFC

[22] Benzécri, Jean-Paul et al. Analyse des correspondances. Paris : Dunod (collection "Pratique de l'analyse des données"), 1979 - Benzécri, Jean-Paul et al. Abrégé Théorique et Etude de cas modèle. Paris : Dunod (collection "Pratique de l'analyse des données"), 1979 - Benzécri, Jean-Paul et al. Langue, linguistique et lexicologie. Paris : Dunod (collection "Pratique de l'analyse des données"), 1980

Deux contraintes particulières sur les données sont à signaler : d'une part, les tableaux ne peuvent comporter de cases vides et d'autre part, seules des valeurs positives sont permises. Afin d'utiliser l'AFC pour étudier notre problème, nous devons constituer -à partir des données d'éclat- des tableaux vérifiant ces caractéristiques. Il y a deux types de mise en forme des données possibles : constituer un tableau quantitatif ou un tableau qualitatif (constitué de 1 ou de 0).

Nous avons également à tenir compte des problèmes de masse de chaque ligne : compte tenu de la métrique du chi-deux employée par l'AFC, cette méthode accorde une importance plus grande aux lignes de somme marginale élevée. Si nous utilisons des tableaux quantitatifs et souhaitons équilibrer la contribution de chaque ligne au calcul de l'inertie, nous devons transformer le tableau pour assurer à chaque ligne une somme marginale égale. Pour ce faire, on peut dédoubler chaque ligne, en lui adjoignant un tableau de complément. A chaque valeur fij, on fait correspondre une valeur dédoublée k-fij, avec k>=max(fij). Lorsque nous analyserons des tableaux quantitatifs de magnitude, nous utiliserons cette solution.

Par l'AFC, il est tout autant possible d'analyser des tableaux contenant des mesures quantitatives (comme la magnitude par exemple), que des indications qualitatives, du type vrai-faux, ces deux types ne pouvant être mélangés. Un cas particulier de la deuxième catégorie de tableau est constituée par les tableaux "disjonctifs" ; plusieurs variables constituent les colonnes : elles sont toutes découpées en plusieurs modalités, dont une et une seule est vraie par individu.

Une famille de solutions intermédiaires existe cependant, sur laquelle nous reviendrons : il s'agit de la famille des codages flous, qui permettent de manipuler de manière très élégante et fort efficace des concepts hybrides entre le quantitatif et le qualitatif.

1.2.2.3. Les lignes et les colonnes supplémentaires

Lors d'une analyse factorielle, on peut rajouter des données "supplémentaires", c'est-à-dire que l'on ne fait pas intervenir dans le calcul de l'inertie, mais que l'on projette sur les axes. On peut ainsi introduire des descriptifs physiques des étoiles.

Dans le cas d'un tableau disjonctif (ou plus généralement de tout tableau qualitatif), on pourra introduire des données supplémentaires qualitatives. Dans le cas d'un tableau quantitatif, afin de pouvoir interpréter les projections des points supplémentaires, il ne faut pas rendre inhomogènes les codages : il faudra introduire des étoiles fictives, centres de gravité de classes "types" d'étoiles, qui, elles, se projetteront en des points significatifs du comportement moyen de cette classe d'astre.

Nous pourrons donc utiliser cette possibilité des éléments supplémentaires pour compléter notre tableau "photométrique" par un tableau annexe des paramètres et indicateurs intervenant dans les signatures des différentes causes (au sens du paragraphe 1.2).

Ce tableau annexe d'indicateurs (dont le contenu sera défini et amplement discuté par la suite, entre autres selon l'allure des résultats des premières analyses, puisque les éléments qu'il contient n'interviennent pas dans les calculs d'inertie) pourra par exemple regrouper des paramètres et indicateurs qualitatifs fournissant des informations sur les familles de caractéristiques suivantes :

Physique des étoiles :	
V	Magnitude relative V actuelle,
S	Type spectral,
M	Magnitude absolue,
I	Indice spectral

Cause de perturbation des mesures et de leur transmission :	
H	Hauteur sur l'horizon,
C	Facilité d'identification des étoiles dans le ciel,
Hi	Histoire de la dénomination de l'étoile et de son repérage
D	Risque photométrique dû à la duplicité de l'étoile

Ces derniers paramètres seront des indicateurs qualitatifs, constitués pour l'occasion, selon l'histoire de l'observation et de la dénomination de l'astre d'une part et la situation locale de l'étoile, d'autre part.

Il faudra prendre garde à ne pas se limiter à des paramètres observationnels au détriment des paramètres intrinsèques aux étoiles. En fait, il ne semble pas probable que ces paramètres observationnels soient directement corrélés avec les variations réelles d'éclat, si variation réelle il y a. Les paramètres physiques qui interviennent dans la signature de la "variation réelle" ne sont sans doute pas des paramètres observationnels comme ceux-ci, mais plutôt des paramètres réellement intrinsèques (nous retrouvons ici le problème classique de la classification stellaire), comme la masse, l'énergie totale rayonnée par exemple.

Dans le cas du tableau quantitatif, le centre de gravité des étoiles vérifiant chaque modalité est projeté en supplémentaire. Si l'indicateur en cause est corrélé à l'axe, il apparaît que chacune des modalités qu'il peut prendre ne se projette pas à la même coordonnée.

Dans le cas d'une analyse qualitative, ce sont les lieux de projection des colonnes contenant les modalités de ces paramètres qui fournissent le même type d'information.

1.2.2.4. L'outil logiciel

Afin de conduire les analyses factorielles de la manière la plus adaptée à chaque cas, nous avons développé notre propre logiciel d'analyse factorielle des correspondances ; il a été conçu pour pouvoir échanger sans difficulté, en entrée comme en sortie, des données avec les gestionnaires de base de données au standard du marché.

Ce logiciel a été écrit en Turbo Pascal 3.0 (à l'époque où nous l'avons conçu, nous ne disposions pas encore des versions plus modernes du compilateur Borland) peut traiter un tableau de 92 colonnes principales et 124 colonnes totales, sur un nombre illimité de lignes.

1.2.3.
Les analyses possibles dans l'espace temporel

1.2.3.1. Les problèmes des codages

Comme nous l'avons déjà signalé, les estimations témoignent non seulement d'éventuelles variations, mais aussi de l'évolution du concept d'éclat des étoiles et de mesure d'éclat.

Les observateurs ont noté leurs estimations à l'oeil nu de l'éclat des étoiles. A l'exception de C. Flammarion, et de Sir William Herschel, pour eux, attribuer un éclat à une étoile ne consistait pas à noter une estimation sous la forme quantitative, mais à placer l'étoile dans une classe d'étoiles (entre la première et la sixième grandeur).

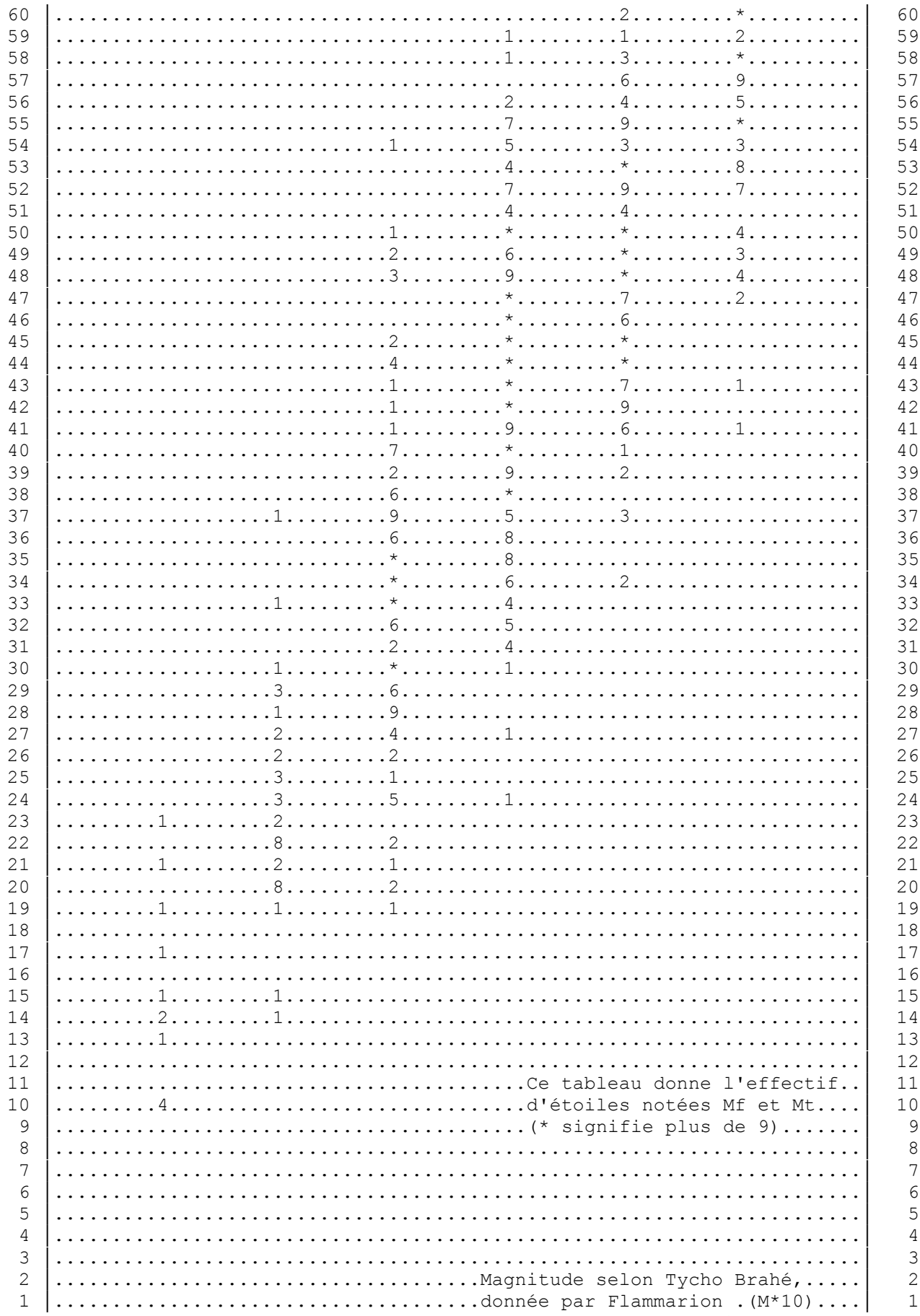
La plupart d'entre eux (en fait tous, hormis Ulugh Beig, Tycho et Bayer) ont malgré tout utilisé des classes intermédiaires, à des fréquences plus ou moins importantes. C'est ainsi que Ptolémée, Al Sufi, Piazzi, Argelander et Heis utilisèrent deux classes intermédiaires possibles entre chaque valeur entière, Hévélius une et Flamsteed trois. Pour homogénéiser les tableaux et les analyses quantitatives, ces classes intermédiaires ont été assimilées à des classes à parties fractionnaires non nulles (respectivement ,33 et ,66 ou ,5 ou ,25 ,5 et ,75). Rappelons pour mémoire que Flammarion n'a pas publié les données de Sir William Herschel, qui d'ailleurs se présentent sous une forme difficilement intégrable (il ne s'agit pas de mesures de magnitudes, mais de séries de comparaisons d'éclat entre étoiles). Nous reviendrons par la suite sur ces données particulières et sur les diverses stratégies d'intégration que nous pouvons développer (en particulier dans la partie 2 : CORPUS, en 2.4.4. et à plusieurs reprises dans la partie 3 : GRADUS)

L'examen des fréquences des diverses valeurs d'éclats selon les observateurs (avec les données publiées par C. Flammarion) met bien en relief cette évolution partant de la classification par rattachement à des classes de "grandeur" et se terminant par la mesure d'une grandeur physique. Nous verrons dans la chapitre 3.3. un tableau récapitulatif (T.3.3.1) des fréquences de ces diverses valeurs, établi à partir des données de la partie 2.

Dans le même ordre d'idées, en figure F.1.2., nous donnons également à titre indicatif quelques uns des diagrammes bi-dimensionnels que l'on peut obtenir en croisant 2 à 2 les systèmes de magnitude des observateurs.

graphique de calibration : 11 x 4 (Flammarion x Tycho Brahé)

```
    ^
 70 |..Magnitude Selon Flammarion ..(Mf*10).....................................|  70
 69 |..(dans le tableau de Flammarion,............................................|  69
 68 |..elle est en 1/10 de magnitude).............................................|  68
 67 |.....................................................................1.....|  67
 66 |.....................................................1.....................|  66
 65 |.....................................................1.....................|  65
 64 |.....................................................1.....................|  64
 63 |.....................................................1.....................|  63
 62 |.....................................................1.....................|  62
 61 |.....................................................1.....................|  61
```


Ce tableau donne l'effectif..
d'étoiles notées Mf et Mt....
(* signifie plus de 9).....
Magnitude selon Tycho Brahé,.....
donnée par Flammarion .(M*10)....
(c'est une valeur entière)

```
    |    5   10   15   20   25   30   35   40   45   50   55   60 —>
```

graphique de calibration : 11 x 6 (Flammarion x Hévélius)

```
    ^
 70 |..Magnitude Selon Flammarion ..(Mf*10).............................| 70
 69 |..(dans le tableau de Flammarion,...................................| 69
 68 |..elle est en 1/10 de magnitude)....................................| 68
 67 |....................................................................| 67
 66 |.....................................................1..............| 66
 65 |....................................................................| 65
 64 |....................................................................| 64
 63 |.....................................................1..........| 63
 62 |.....................................................1..........| 62
 61 |....................................................................| 61
 60 |.....................................................3.........*..........| 60
 59 |.....................................................1.........3..........| 59
 58 |.....................................1.........4.........*..........| 58
 57 |.....................................................9.........7..........| 57
 56 |.....................................2.........5....1....5..........| 56
 55 |.....................................7.........*.........*..........| 55
 54 |.....................................5.........5.........3..........| 54
 53 |.....................................3.........*.........*..........| 53
 52 |.....................................5.........*......1..3..........| 52
 51 |.....................................4.........5..................| 51
 50 |.............................2.........*....1....*.........3..........| 50
 49 |.............................1.........8.........*.........3..........| 49
 48 |.............................2.........8....1....*.........3..........| 48
 47 |.....................................*.........*.........2..........| 47
 46 |.....................................*.........6.........1..........| 46
 45 |.............................2....1....*.........*..................| 45
 44 |.............................2.........*..1......*.........1..........| 44
 43 |.............................2.........*....1....5..................| 43
 42 |.............................1.........*.........*..................| 42
 41 |.............................1.........*.........5.........1..........| 41
 40 |.............................5....2....*.........1..................| 40
 39 |.............................3.........9.........2..................| 39
 38 |.............................4.........*..........................| 38
 37 |.............................7....3....4.........4..................| 37
 36 |.............................6....1....9..........................| 36
 35 |.............................*.........8..........................| 35
 34 |.............................*.........7..........................| 34
 33 |.....................1.........*....1....4.......................| 33
 32 |.....................1.........5....1....5.......................| 32
 31 |.............................3....1....3.......................| 31
 30 |.....................1.........*..................................| 30
 29 |.....................4.........4.........1........................| 29
 28 |.....................1.........7....2.............................| 28
 27 |.....................2.........4.........1........................| 27
 26 |.....................2.........2..................................| 26
 25 |.....................2....1....1..................................| 25
 24 |...............1....2....2....4.....................................| 24
 23 |.........1.........2.........1.....................................| 23
 22 |.....................9....1....1..................................| 22
 21 |...............1....3....1.....................................| 21
 20 |.....................9.........1..................................| 20
 19 |.........1.........2.....................................| 19
 18 |....................................................................| 18
```

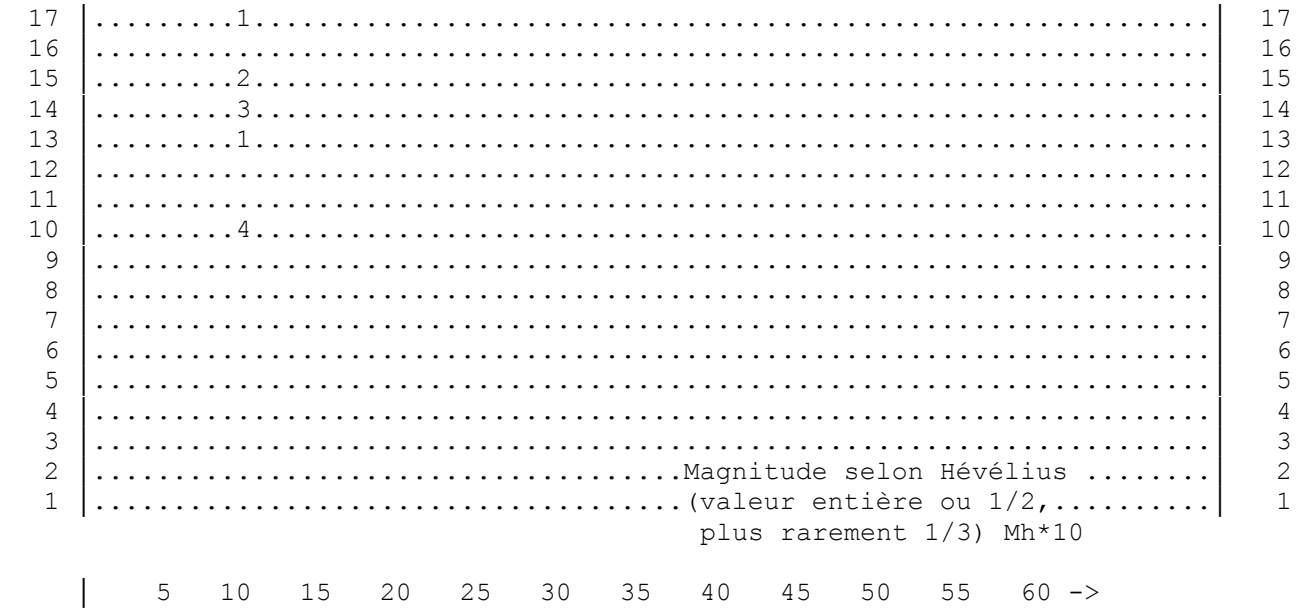


Figure F.1.2. : exemples de calibrations 2 à 2 de catalogues

1.2.3.2. Les différentes analyses factorielles possibles

Il résulte de ce que nous venons de voir que plusieurs types de tableaux analysables par des analyses factorielles peuvent représenter nos données. Hormis les problèmes de masse et d'exhaustivité des données déjà signalés, la principale contrainte est que pour utiliser les méthodes d'analyse factorielle sans favoriser une série de mesures par rapport à une autre, il est indispensable d'employer des données homogènes, c'est-à-dire présentant un type de codage unique. Cela se révèle bien difficile, car nos premiers catalogues sont qualitatifs et les derniers quantitatifs.

Nous détaillerons dans la partie 3 : GRADUS les différentes techniques d'analyses (quantitatives, qualitatives et à codage flou) que nous pouvons mettre en oeuvre pour décrire nos données dans l'espace temporel.

Dans cette première partie : A PRIORI, nous allons simplement visualiser les informations présentes dans le tableau publié par Flammarion, considéré comme un tableau de mesures quantitatives. Ceci nous permettra de mieux comprendre la nature de l'information que nous manipulons pour constituer notre corpus de données de la manière la plus adaptée.

C'est pourquoi, nous allons ici analyser le tableau brut des magnitudes notées par les observateurs. Afin d'éviter les effets de masse dûs à la métrique de l'AFC (importance croissante des étoiles en fonction de leur magnitude moyenne), chacune des 11 colonnes est complétée par une colonne qui contient son complément à 8 (la somme marginale de chaque ligne étant alors constante et égale à 8*11).

On aurait pu choisir d'analyser directement les variations d'éclat, et non pas les valeurs brutes d'éclat. Pour que l'analyse soit possible, il faut ajouter une constante k > -min(fij), afin de transformer les valeurs négatives. Si l'on ajoute une constante assez grande, les écarts de masse entre les lignes deviendront négligeables. Par rapport à l'analyse du tableau brut, l'intérêt de ce codage serait de maximaliser la part d'inertie concernant la variation

d'éclat : nous disposons de 100 % sur les variations. En théorie, hormis les erreurs d'arrondis, considérer le sous-espace perpendiculaire au premier axe donne le même résultat, et n'introduit pas de modification du système de codage originel. Nous verrons par la suite qu'en fait nous aurions perdu beaucoup d'information à utiliser cette deuxième solution.

1.2.4. Les analyses dans l'espace frequentiel

Pour compléter cette discussion de notre méthode de travail, il nous faut revenir sur l'idée des corrélations avec les pseudo-périodes. Les méthodes d'analyse factorielle que nous avons décrites précédemment ne nous permettront pas de trouver des relations entre les astres variants et des périodes, parce que nous nous situons dans l'espace temporel :

Tous les tableaux que nous avons cités sont formés de colonnes qui correspondent à des dates précises et permettent comme nous l'avons vu, l'analyse de coïncidences temporelles. Par contre, cette formulation des données ne permet pas de mettre en évidence des informations concernant les pseudo-périodes des éventuelles variations des étoiles ; pour ce faire, il faut étudier un tableau situé dans l'espace des périodes ou des fréquences, qui pourra être obtenu à partir du tableau temporel par une opération analogue à la Transformation de Fourier. Il apparaîtra à cette occasion un problème fondamental, mais dont nous n'avons pas encore parlé, qui est celui de notre échantillonnage d'observation dans le temps, qui n'est pas du tout régulier, mais très lâche dans le passé lointain et très serré dans le récent (presque exponentiel, ce qui présente à la fois de avantages et des inconvénients sur lesquels nous reviendrons dans la quatrième partie de ce travail.

Cette dualité entre l'événement temporel et l'analyse des fréquences n'est d'ailleurs pas spécifique à notre cas ; elle se pose dans toute situation d'analyse de phénomènes qui intéressent par leur rythme ou par leur période, c'est-à-dire la plupart des phénomènes où une origine commune des événements n'est pas a priori définie. On peut citer : univers d'événement physiques à origines décorrélées (détections et analyse de comportement de particules après des chocs par exemple) ou univers d'événements à origines non précisées dans le temps, où les cycles se sont déphasés (ce problème est analogue à celui de l'analyse des tavelures, pour réaliser des analyses d'images astronomiques à très haute résolution ; ces conditions de circulation de l'air dans l'atmosphère terrestre, créent des images multiples décorrélées en phase entre elles ; on recherche alors les fréquences spatiales présentes dans l'image).

Dans notre cas, comme dans ceux qui présentent cette difficulté, Il y a nécessité, pour analyser de telles situations, de se doter d'outils d'analyse des spectres des lignes. Pour ce faire, il faut choisir une représentation paramétrée de ces lignes dans le temps. Elle peut être du type sinusoïdal dans le style de celle donnée par la Transformée de Fourier, ou de type polynomial. Par rapport au tableau de données directement temporelles, ce nouveau type de tableau présente un autre intérêt non négligeable. Il ouvre, dans certaines conditions à préciser, la possibilité d'intégrer des catalogues incomplets, en tolérant plusieurs mesures d'étoiles à des dates non égales.

Le problème central est cet a priori du modèle. La seule information qu'il faut ajouter à celle du tableau temporel, est celle des espacements dans le temps des mesures. Chaque ligne du tableau n'est plus 12 mesures d'individus, mais 12 mesures à des périodes repérées les unes par rapport aux autres.

Le modèle qui doit être utilisé est un modèle qui élimine complètement l'information de phase, et conserve tout le reste. Un modèle général décrivant la situation de données digitalisées (avec des précisions variables) échantillonnées à des dates aléatoires, assez performant pour permettre de mener des analyses factorielles, constituera l'outil d'exploitation adapté au problème. Des méthodes connues, comme la transformée de Fourier[23] ou l'analyse des séries décalées[24] qui s'appliquent usuellement à des séries de mesures échantillonnées régulièrement dans le temps sont à adapter pour des échantillonnages aléatoires. Ces méthodes seront discutées dans la partie 4 : IN FINE.

[23] Deeming, T.J. Fourier Analysis with Unequally-spaced data. <Astrophysics and Space Science Review, D Reidel, Holland> 36 (1975) 137 - 158

[24] Quaqazeh A. L'analyse des séries chronologiques décalées : principes d'interprétation sur des cas modèles <Cahiers de l'Analyse des Données Paris, 1987 vol XII, n°4> - Benzécri. Jean Paul L'analyse des séries chronologiques décalées : Exemple de l'histoire monétaire de la France 1910-1945 <Cahiers de l'Analyse des Données Paris, 1987 vol XII, n°3>

Chapitre 1.3. Quelques enseignements des données publiées par Flammarion

1.3.1. Les données de Flammarion

Comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, dans cette partie intitulée "A PRIORI", nous nous proposons de regarder les problèmes que pose l'exploitation des données publiées par C. Flammarion. Dans la deuxième partie, intitulée "CORPUS", nous définirons comment constituer un corpus plus performant de données pour mener au mieux cette étude sur les VTLP, et nous actualiserons alors le tableau de données de Flammarion, en travaillant sur :

- l'introduction des données contemporaines,
- l'amélioration du choix des catalogues anciens,
- la vérification des désignations et des données des étoiles,
- l'homogénéisation des codages des éclats,
- la création d'indices de signature des causes potentielles.

Il s'agira alors de constituer un tableau exhaustif (de tous les catalogues datables donnant des estimations d'éclat sans données manquantes sur les 1000 plus brillantes étoiles), sans erreur sur leur identification.

L'analyse détaillée dans l'espace temporel de ce nouveau tableau de données sera menée dans la troisième partie intitulée "GRADUS", et les possibilités d'analyse dans l'espace fréquentiel seront discutées dans la partie 4 IN FINE.

Pour l'instant, nous présentons les résultats de l'analyse quantitative du tableau d'environ 700 étoiles observées par 11 observateurs, publié par Flammarion. Cette présentation nous permettra aussi de visualiser sur un cas concret les résultats d'une analyse des correspondances et de voir le type d'interprétation que l'on peut en faire.

1.3.2. L'allure des résultats de l'analyse du tableau dédoublée

1.3.2.1. Rappel du tableau analysé.

Avec le jeu de données de Flammarion (présentées en annexe), nous avons donc analysé le tableau présentant les valeurs brutes des magnitudes. Nous avons donc dédoublé le tableau des données provisoires, pour résoudre les problèmes de masse constante de lignes déjà signalés, par un tableau contenant fi(j+11) = cte - fi(j), ce qui donne un tableau résultant de 695 étoiles x 22 colonnes.

Chaque colonne est repérée par un symbole de trois lettres, commençant par un "M" suivi par l'initiale du catalogue ("P" pour Ptolémée, "S" pour le Sufi, "U" pour Ulugh Beigh ...) , suivie d'un "+" ou d'un "-" selon qu'il s'agit de la colonne brute de magnitude ou de la colonne 8-m d'équilibrage de masse. Ainsi, les 2 colonnes correspondant à :

1	Ptolémée	sont notées	MP+ et MP-
2	Al Sufi		MS+ et MS-
3	Ulugh Beig		MU+ et MU-
4	Tycho Brahé		MT+ et MT-
5	Bayer		MB+ et MB-
6	Hévélius		MV+ et MV-
7	Flamsteed		MF+ et MF-
8	Piazzi		MZ+ et MZ-
9	Argelander		MA+ et MA-
10	Heiss		MS+ et MS-
11	C. Flammarion		MC+ et MC-

1.3.2.2. Histogramme des valeurs propres

Il est important de comprendre que l'information totale du tableau se situe dans son entièreté sur les 11 premiers axes (en toute rigueur sur les 10 premiers, puisqu'en analyse des correspondances, on travaille dans le simplexe sous-ensemble de dimension 11-1 : on étudie les profils des lignes). En effet, les 11 autres sont directement liés par construction, et n'apportent aucune information complémentaire. Ceci explique l'histogramme des valeurs propres que fournit l'analyse des correspondances.

histogramme des premiers axes :
(valeur des pourcentages d'inertie expliqués par chaque axe -première colonne de pourcentage-,
 et des pourcentages cumulés jusqu'à cet axe -deuxième colonne de pourcentages)

axe	inertie de l'axe	inertie cumulée jusqu'à cet axe inclus
(1)	86.1 %	total _ 86.1 % : **********
(2)	4.9 %	total _ 91.0 % : *****
(3)	3.7 %	total _ 94.8 % : ****
(4)	1.8 %	total _ 96.5 % : **
(5)	0.9 %	total _ 97.5 % : *
(6)	0.8 %	total _ 98.2 % : *
(7)	0.7 %	total _ 98.9 % : *
(8)	0.5 %	total _ 99.3 % :
(9)	0.4 %	total _ 99.7 % :
(10)	0.2 %	total _ 99.9 % :
(11)	0.1 %	total _100.0 % :
(12)	0.0 %	total _100.0 % :

tableau T.1.4. : histogramme des valeurs propres de l'analyse quantitative dédoublée

1.3.2.2. Interprétation didactique

On constate que le premier axe d'inertie contient pratiquement toute l'information du tableau de données (86.1%). Cela signifie que l'on ne perdrait que 13.9% de l'information (au sens de la métrique du chi2) à représenter les points par leur projection sur le premier axe, en ne tenant pas compte des autres coordonnées factorielles : les données sont, à ces 13.9% près, pratiquement monodimensionnelles. Ensuite, les axes factoriels se répartissent

plus équitablement l'information résiduelle. On voit par exemple qu'en considérant le problème orthogonalement à l'axe 1, en se plaçant dans le plan défini par les axes factoriels 2 et 3, on observe 4.9 + 3.7 % soit 8.6% de l'information totale. Il reste ensuite 5.2% répartis sur les axes suivants. La "morphologie du nuage", pour reprendre l'expression employée plus haut est un boudin très effilé, le long (par définition) du premier axe, et dont (toujours par définition) la projection transversale maximum est dans le plan des axes 2 et 3.

1.3.2.3. Tableau descriptif des colonnes

C'est l'examen, axe par axe, des coordonnées des lignes et des colonnes, ainsi que de leurs coefficients de corrélation et leurs pourcentages de contribution à la création de chaque axe qui va permettre d'analyser cette morphologie, et de la rapporter, cas par cas aux lignes (étoiles) et aux colonnes (catalogues).

Pour ce faire, il faut maintenant consulter les tableaux détaillés des lignes et des colonnes. Ces tableaux donnent, comme tous les tableaux présentant les résultats d'une analyse des correspondances, pour chaque ligne (chaque étoile) ou colonne (chaque catalogue) du tableau analysé, le nom de la ligne ou de la colonne, suivi de deux informations générales :

- la masse (premier nombre) et l'inertie (deuxième nombre) de la ligne ou de la colonne concernée,

suivies par trois informations par axe factoriel :

- la valeur de la coordonnée factorielle "coor", c'est-à-dire la coordonnée du point représentatif de la ligne ou de la colonne sur l'axe i, c'est-à-dire selon le iième axe du nouveau repère,

- la valeur du coefficient de corrélation "cos2" entre le point et l'axe concerné (la valeur de ce coefficient est celle du carré du cosinus de l'angle formé depuis l'origine par l'axe factoriel concerné et la direction du point représentatif de la ligne. si cos2=1, les deux directions sont colinéaires, le point est totalement corrélé à l'axe factoriel, si cos2=0, les deux directions sont orthogonales, il n'y a aucune corrélation ; rappelons par ailleurs que la somme des cosinus carrés des angles d'une direction quelconque à tous les vecteurs d'une base est égale à 1 quelle que soit la dimension de l'espace vectoriel considéré.).

- la valeur de la contribution (en pourcentage) "cont" de la ligne ou de la colonne à la création de cet axe factoriel. Plus ce nombre est élevé, plus l'inertie de ce point est responsable de l'existence de cet axe et de l'importance de la valeur propre qui lui est associée ; comme il s'agit d'un pourcentage, la somme de cette contribution sur toutes les lignes ou sur toutes les colonnes vaut 100% pour chaque axe.

```
----COLONNES PRINCIPALES----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------
contribution moyenne à la création d'un axe : 4.5 %


Résulats pour les 5 premiers axes :


-id-:--ma--in-:-- axe  1 -_86.1 % ---!-- axe  2 -  4.9 % ---!-- axe  3 -  3.7 % ---!-- axe  4 -  1.8 % ---!-- axe  5 -  0.9 % ---!

MP- :  45  37 : x -0.210 0.756  3.25 . x +0.085 0.123  9.22 . x +0.054 0.050  5.00 . x -0.024 0.010  2.04 . x +0.021 0.008  3.06 .
MP+ :  46  36 : x +0.203 0.756  3.13 . x -0.082 0.123  8.90 . x -0.052 0.050  4.83 . x +0.023 0.010  1.97 . x -0.020 0.008  2.96 .
MS- :  46  38 : x -0.221 0.836  3.69 . x +0.082 0.115  8.87 . x +0.035 0.021  2.15 .   -0.008 0.001  0.21 . x -0.012 0.003  1.05 .
MS+ :  45  39 : x +0.225 0.836  3.77 . x -0.084 0.115  9.06 . x -0.036 0.021  2.19 .   +0.008 0.001  0.22 . x +0.012 0.003  1.07 .

MU- :  46  38 : x -0.220 0.820  3.66 . x +0.083 0.116  9.04 . x +0.038 0.025  2.57 . x -0.015 0.004  0.81 . x -0.010 0.002  0.67 .
MU+ :  45  39 : x +0.222 0.820  3.69 . x -0.084 0.116  9.11 . x -0.039 0.025  2.60 . x +0.015 0.004  0.82 . x +0.010 0.002  0.68 .
MT- :  46  49 : x -0.255 0.877  4.97 . x -0.063 0.053  5.23 . x +0.053 0.037  4.90 . x +0.021 0.006  1.64 . x +0.015 0.003  1.70 .
MT+ :  44  51 : x +0.266 0.877  5.20 . x +0.065 0.053  5.46 . x -0.055 0.037  5.12 . x -0.022 0.006  1.71 . x -0.016 0.003  1.78 .
MB- :  47  49 : x -0.256 0.878  5.04 . x -0.053 0.038  3.80 . x +0.053 0.038  5.09 . x +0.023 0.007  1.97 . x +0.020 0.006  3.01 .

MB+ :  44  52 : x +0.269 0.878  5.31 . x +0.056 0.038  4.00 . x -0.056 0.038  5.36 . x -0.024 0.007  2.07 . x -0.021 0.006  3.15 .
MV- :  46  50 : x -0.258 0.884  5.08 . x -0.060 0.047  4.74 . x +0.032 0.014  1.85 . x +0.026 0.009  2.55 .   -0.007 0.001  0.36 .
MV+ :  45  52 : x +0.268 0.884  5.29 . x +0.062 0.047  4.94 . x -0.034 0.014  1.93 . x -0.027 0.009  2.65 .   +0.007 0.001  0.37 .
MF- :  48  49 : x -0.250 0.866  4.95 . x -0.058 0.047  4.69 .   -0.003 0.000  0.02 . x -0.051 0.037 10.24 . x -0.056 0.044 23.56 .
MF+ :  43  55 : x +0.280 0.866  5.55 . x +0.065 0.047  5.26 .   +0.003 0.000  0.02 . x +0.058 0.037 11.48 . x +0.063 0.044 26.41 .

MZ- :  49  45 : x -0.233 0.831  4.38 . x -0.032 0.016  1.44 . x -0.060 0.054  6.64 . x -0.066 0.067 17.35 . x +0.042 0.028 13.61 .
MZ+ :  42  53 : x +0.272 0.831  5.13 . x +0.037 0.016  1.68 . x +0.070 0.054  7.77 . x +0.078 0.067 20.30 . x -0.050 0.028 15.92 .
MA- :  47  45 : x -0.247 0.897  4.68 . x +0.023 0.008  0.72 . x -0.066 0.063  7.65 . x +0.033 0.016  4.06 .   -0.004 0.000  0.12 .
MA+ :  44  47 : x +0.259 0.897  4.90 . x -0.024 0.008  0.75 . x +0.069 0.063  8.01 . x -0.034 0.016  4.26 .   +0.004 0.000  0.13 .
MS- :  47  44 : x -0.246 0.902  4.65 . x +0.022 0.007  0.67 . x -0.064 0.060  7.21 . x +0.032 0.016  3.92 .   -0.002 0.000  0.04 .

MS+ :  44  47 : x +0.259 0.902  4.90 . x -0.024 0.007  0.71 . x +0.067 0.060  7.58 . x -0.034 0.016  4.13 .   +0.002 0.000  0.04 .
MC- :  48  40 : x -0.229 0.890  4.16 . x +0.024 0.010  0.81 . x -0.055 0.050  5.45 . x +0.026 0.012  2.65 .   -0.004 0.000  0.15 .
MC+ :  43  45 : x +0.255 0.890  4.63 . x -0.027 0.010  0.90 . x +0.061 0.050  6.07 . x -0.029 0.012  2.95 .   +0.005 0.000  0.17 .


Résultats pour les axes suivants :


-id-:--ma--in-:-- axe  6 -  0.8 % ---!-- axe  7 -  0.7 % ---!-- axe  8 -  0.5 % ---!

MP- :  45  37 : x -0.038 0.024 11.95 . x +0.040 0.028 15.27 . x +0.007 0.001  0.76 .
MP+ :  46  36 : x +0.036 0.024 11.54 . x -0.039 0.027 14.73 . x -0.007 0.001  0.73 .
MS- :  46  38 : x +0.018 0.006  2.81 . x -0.015 0.004  2.23 .   -0.001 0.000  0.01 .
MS+ :  45  39 : x -0.018 0.006  2.86 . x +0.015 0.004  2.28 .   +0.001 0.000  0.01 .

MU- :  46  38 : x +0.028 0.013  6.81 . x -0.022 0.008  4.60 . x -0.010 0.002  1.53 .
MU+ :  45  39 : x -0.028 0.013  6.88 . x +0.022 0.008  4.64 . x +0.010 0.002  1.54 .
MT- :  46  49 :   +0.002 0.000  0.04 .   -0.006 0.001  0.40 .   +0.006 0.001  0.55 .
MT+ :  44  51 :   -0.002 0.000  0.05 .   +0.007 0.001  0.42 .   -0.006 0.001  0.58 .
MB- :  47  49 : x -0.027 0.010  6.36 . x -0.032 0.014 10.16 .   -0.004 0.000  0.24 .

MB+ :  44  52 : x +0.028 0.010  6.69 . x +0.034 0.014 10.66 .   +0.004 0.000  0.25 .
MV- :  46  50 : x +0.039 0.020 13.01 . x +0.040 0.022 16.17 .   -0.003 0.000  0.17 .
MV+ :  45  52 : x -0.040 0.020 13.56 . x -0.042 0.022 16.84 .   +0.004 0.000  0.18 .
MF- :  48  49 : x -0.020 0.005  3.58 .   -0.000 0.000  0.00 .   +0.002 0.000  0.03 .
MF+ :  43  55 : x +0.022 0.005  4.01 .   +0.000 0.000  0.00 .   -0.002 0.000  0.04 .

MZ- :  49  45 : x +0.016 0.004  2.27 .   -0.003 0.000  0.08 .   -0.002 0.000  0.07 .
MZ+ :  42  53 : x -0.018 0.004  2.65 .   +0.003 0.000  0.09 .   +0.003 0.000  0.09 .
MA- :  47  45 : x -0.011 0.002  1.10 .   +0.003 0.000  0.08 . x -0.022 0.007  7.12 .
MA+ :  44  47 : x +0.012 0.002  1.16 .   -0.003 0.000  0.09 . x +0.023 0.007  7.46 .
MS- :  47  44 : x -0.012 0.002  1.20 .   +0.004 0.000  0.20 . x -0.018 0.005  4.77 .

MS+ :  44  47 : x +0.012 0.002  1.26 .   -0.005 0.000  0.21 . x +0.019 0.005  5.02 .
MC- :  48  40 :   +0.003 0.000  0.10 .   -0.006 0.001  0.40 . x +0.047 0.037 32.56 .
MC+ :  43  45 :   -0.004 0.000  0.11 .   +0.007 0.001  0.45 . x -0.052 0.037 36.28 .
```

Tableau T.1.5. : tableau des coordonnées factorielles des colonnes de l'analyse quantitative dédoublée

Le tableau T.1.6. donne l'interprétation que l'on peut faire des axes à la lumière du tableau des colonnes. Il donne la répartition de l'inertie sur les premiers axes (cf histogramme), ainsi que les catalogues contribuant le plus à la création de chacun de ces axes (nous avons arbitrairement désigné par catalogue très "positif" relativement à un axe factoriel, un catalogue i pour lequel Mi+ a une coordonnée très positive sur cet axe et Mi- une coordonnée très négative) :

n°	contr axe (%)	inert expli quée	grandeur représentée par l'axe	catalogues liés à la création de l'axe	catalog. très positifs	catalog. très négatifs
1	86.1	86.1	magnitude moyenne	à peu près tous équivalents		
2	4.9	91.0		anciens <-> 17 ième siècle	Tycho Bayer Hévélius Flamsteed	Ptolémée Al Sufi Ulug. B.
3	3.7	94.8	partie fraction-naire de la magnitude	anciens <-> Piazzi+récents	Piazzi Argelander Heiss Flammarion	Ptolémée Tycho Bayer
4	1.8	96.6	écart de magnitude	Piazzi+Flamsteed <-> autres	Piazzi Flamsteed	
5	0.9	97.5	écart de magnitude	Piazzi <-> Flamsteed	Piazzi	Flamsteed
		(...)				

Tableau T.1.6. : interprétation des axes de l'analyse quantitative dédoublée

1.3.2.4. Les étoiles

Nous n'allons pas donner ici le tableau correspondant à toutes les étoiles analysées. Les graphiques permettent de visualiser la position de leurs projections. Nous publions simplement des sous-tableaux correspondant aux 20 étoiles les plus positives et les plus négatives qui possèdent les contributions les plus grandes respectivement à la création du deuxième puis du troisième axe factoriel. Le premier axe factoriel correspondant quant à lui à la magnitude, il est superflu de donner le tableau des étoiles lui correspondant ; ce sont simplement les étoiles les plus brillantes du côté positif et les plus faibles, du côté négatif.

La colonne "abrv" donnée dans les tableaux correspond à la notation en trois caractères des étoiles qui est utilisée sur les graphiques. Elle est décrite en détail en annexe. Le principe est le suivant : les 2 premiers symboles désignent l'étoile dans la constellation (soit par une abréviation de la lettre grecque ou latine de Bayer, soit par le numéro de Flamsteed -% signifiant 100-, soit par un symbole spécifique), et la troisième la constellation, selon le symbole donné en annexe.

20 premières étoiles à coordonnée sur l'axe 2 les plus positives (étoiles très sous-estimées par les 3 anciens par rapport au 17° siècle)

---sur l'axe 2 --				estimations de la magnitude selon les observateurs										----désignation---		
coor	cos2	cont	abrv	Ptolémée	AlSufi	Ulugh	TychoB	Bayer	Hével.	Flamsteed	Piazzi	Argel.	Heiss	Flamm	HR	N°Flams	N°Grec
0.24	0.48	2.42	LA8	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	6.0	5.5	5902	45LIB	11LIB
0.23	0.53	2.21	BEe	6.5	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	5.0	5.0	5.0	8178	10EQU	02EQU
0.22	0.57	2.01	OGd	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.1	6596	28DRA	24DRA
0.20	0.34	1.66	XI6	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	5.5	5.0	6.0	5.3	5.5	3782	5LEO	14LEO
0.20	0.76	1.62	KAq	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	4.0	3.5	4.0	5.0	5.0	5.4	7446	39AQL	10AQL
0.19	0.61	1.56	MUq	5.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	4.7	4.7	5.3	7429	38AQL	12AQL
0.19	0.55	1.43	DEe	6.7	5.3	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	4.7	4.7	4.5	8123	7EQU	04EQU
0.18	0.24	1.29	ET8	5.0	6.0	6.0	4.0	4.0	6.0	4.0	4.3	6.0	6.0	5.9	5848	44LIB	07LIB
0.18	0.47	1.29	GAe	6.7	5.3	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.7	4.7	4.5	8097	5EQU	03EQU
0.16	0.38	1.00	16p	6.7	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.3	4.7	4.7	4.5	840	16PER	PER
0.14	0.20	0.82	537	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.3	4981	53VIR	VIR
0.12	0.63	0.61	EP=	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.7	4.7	4.7	8494	23CEP	05CEP
0.12	0.42	0.59	EPC	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.3	4.7	4.7	4.5	781	83CET	05CET
0.12	0.55	0.59	PIB	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.7	3.3	4.0	4.0	4.3	5475	29BOO	16BOO
0.12	0.74	0.59	ALy	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.3	4.3	4.6	7479	5SGE	01SGE
0.12	0.15	0.59	ZEd	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.7	4.7	4.9	7871	4DEL	06DEL
0.12	0.37	0.55	352	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	801	35ARI	ARI
0.12	0.44	0.55	GAK	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.3	4.3	4.5	2657	23CMA	03CMA
0.11	0.38	0.54	392	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.9	824	39ARI	ARI
0.11	0.68	0.53	LAB	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	5351	19BOO	11BOO

20 premières étoiles à coordonnée sur l'axe 2 les plus négatives (étoiles très sur-estimées par les 3 anciens par rapport au 17° siècle)

---sur l'axe 2 --				estimations de la magnitude selon les observateurs										----désignation---		
coor	cos2	cont	abrv	Ptolémée	AlSufi	Ulugh	TychoB	Bayer	Hével.	Flamsteed	Piazzi	Argel.	Heiss	Flamm	HR	N°Flams	N°Grec
-0.18	0.40	1.41	OGZ	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.3	4.3	4.3	4.1	7980	18CAP	24CAP
-0.17	0.24	1.16	043	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.5	1061	4TAU	TAU
-0.17	0.31	1.13	UPP	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.7	4.7	4.9	8905	68PEG	20PEG
-0.16	0.54	1.02	30M	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	6.0	5.5	3.7	3.7	4.0	3314		
-0.15	0.22	0.88	24Z	4.0	4.3	4.3	6.0	6.0	6.0	6.0	5.3	5.0	5.0	4.8	8080	24CAP	CAP
-0.14	0.15	0.86	NU1	4.0	4.3	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.3	5.7	6.0	7100	8LYR	13LYR
-0.14	0.14	0.77	830	4.0	4.3	4.3	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.7	5.7	5.4	8782	83AQR	AQR
-0.14	0.39	0.76	TO°	4.0	4.0	3.7	5.0	5.0	6.0	5.7	5.0	4.3	4.0	4.6	477	53AND	19AND
-0.13	0.14	0.71	791	4.0	4.0	4.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.7	5.7	5.8	328	79PSC	23PSC
-0.13	0.41	0.70	EPQ	3.0	3.0	3.0	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.3	4630	2CRV	05CRV
-0.13	0.24	0.68	52Y	4.0	4.3	4.0	6.0	6.0	6.0	5.0	4.3	4.7	4.3	4.7	7440	52SGR	SGR
-0.13	0.28	0.67	6.C	4.0	3.7	3.7	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	4.7	4.7	5.1	33	6CET	CET
-0.13	0.12	0.66	811	4.0	4.0	4.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.7	6.0	339	81PSC	23PSC
-0.12	0.25	0.63	IO)	4.0	4.0	4.0	6.0	5.0	5.0	5.5	6.0	4.7	4.7	4.8	5971	14CRB	09CRB
-0.12	0.46	0.63	PI0	3.0	3.7	3.7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.7	4.7	4.9	8539	52AQR	16AQR
-0.12	0.30	0.62	PSZ	4.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.3	4.3	4.3	4.3	7936	16CAP	23CAP
-0.11	0.34	0.55	XI1	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.3	4.0	4.0	4.7	549	111PSC	14PSC
-0.12	0.39	0.55	710	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.8	5.3	4.0	4.0	4.2	8679	71AQR	19AQR
-0.11	0.29	0.54	LAY	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	2.7	6913	22SGR	11SGR
-0.11	0.33	0.52	860	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.3	4.3	4.3	4.4	8789	86AQR	AQR

20 premières étoiles à coordonnée sur l'axe 3 les plus positives (étoiles très sous-estimées jusqu'à Flamsteed)

---sur l'axe 3 --				estimations de la magnitude selon les observateurs										----désignation---		
coor	cos2	cont	abrv	Ptolémée	AlSufi	Ulugh	TychoB	Bayer	Hével.	Flamsteed	Piazzi	Argel.	Heiss	Flamm	HR	N°Flams	N°Grec
0.16	0.41	1.43	PH+	5.0	5.7	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	7478	12CYG	21CYG
0.13	0.11	1.00	KA@	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.3	5.0	5.0	4.8	7896	7DEL	10DEL
0.13	0.10	0.90	55Y	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.4	7489	55SGR	SGR
0.12	0.09	0.86	ROW	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.7	5.3	9045	7CAS	17CAS
0.12	0.43	0.82	NU7	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.3	4.0	4.0	4.1	4517	3VIR	13VIR
0.12	0.08	0.81	EPK	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.8	2.3	1.7	1.7	1.9	2618	21CMA	05CMA
0.12	0.09	0.81	ROZ	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.3	5.3	7822	11CAP	17CAP
0.12	0.62	0.78	24K	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.8	4.0	3.3	3.3	3.4	2653	24CMA	15CMA
0.12	0.08	0.75	ZEy	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.3	5.5	7546	8SGE	06SGE
0.12	0.14	0.73	SIY	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.3	3.0	2.3	2.3	2.4	7121	34SGR	18SGR
0.11	0.45	0.69	DEy	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.5	4.0	4.0	4.0	4.3	7536	7SGE	04SGE
0.11	0.10	0.66	GAQ	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.4	4662	4CRV	03CRV
0.10	0.36	0.58	OM7	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.3	4.0	4.0	4.2	4608	9VIR	15VIR
0.10	0.06	0.57	SIW	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.3	9071	8CAS	18CAS
0.10	0.09	0.56	BEQ	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.5	2.3	2.3	2.6	4786	9CRV	02CRV
0.10	0.07	0.56	NUZ	6.0	5.3	5.3	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.3	5.2	7773	8CAP	13CAP
0.10	0.10	0.52	ZEd	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.7	4.7	4.9	7871	4DEL	06DEL
0.10	0.25	0.52	TOp	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.3	854	18PER	19PER
0.10	0.07	0.51	BEW	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.7	2.5	2.3	2.0	2.2	21	11CAS	02CAS
0.10	0.28	0.50	546	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.3	4.3	4.3	4.5	4259	54LEO	LEO

20 premières étoiles à coordonnée sur l'axe 3 les plus négatives
(étoiles très sur-estimées jusqu'à Flamsteed)

---sur l'axe 3 --				estimations de la magnitude selon les observateurs										----désignation---		
coor	cos2	cont	abrv	Ptolémée	AlSufi	Ulugh	TychoB	Bayer	Hével.	Flamsteed	Piazzi	Argel.	Heiss	Flamm	HR	N°Flams	N°Grec
-0.17	0.59	1.62	TE-	3.0	3.3	3.3	3.0	3.0	3.0	4.0	6.0	4.0	4.0	4.8	1893	41ORI	08ORI
-0.16	0.57	1.36	ZEz	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	5.5	5.0	5.0	5.0	4.8	6710	57SER	06SER
-0.15	0.28	1.29	ETm	4.0	5.3	5.3	4.0	4.0	4.0	4.5	6.0	6.0	6.0	5.4	4567	30CRT	07CRT
-0.13	0.71	0.93	7.-	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.3	5.0	5.0	5.0	1570	7ORI	16ORI
-0.13	0.18	0.93	NU8	4.0	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	5.5	5622	21LIB	13LIB
-0.13	0.55	0.91	IO8	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	5.0	5.3	4.7	4.7	5.0	5652	24LIB	09LIB
-0.12	0.49	0.85	KAh	4.0	4.3	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.3	5.0	5.3	5.5	6008	7HER	10HER
-0.12	0.25	0.79	9.R	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	6.0	5.3	5.6	917	9ERI	17ERI
-0.12	0.03	0.75	BE6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	2.3	2.0	2.0	2.1	4534	94LEO	02LEO
-0.12	0.12	0.74	ET5	4.3	4.3	4.3	5.0	5.0	5.0	6.5	6.0	6.0	5.7	5.6	3366	33CNC	07CNC
-0.11	0.39	0.70	DEd	3.3	3.3	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	5.0	4.0	4.0	4.0	7928	11DEL	04DEL
-0.11	0.19	0.68	UP°	4.0	3.7	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.3	6.0	5.7	5.5	458	50AND	20AND
-0.11	0.32	0.67	ZER	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.3	4.3	4.9	984	13ERI	06ERI
-0.11	0.53	0.67	PIp	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.3	5.0	5.0	5.1	879	22PER	16PER
-0.11	0.35	0.65	EPC	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.3	4.7	4.7	4.5	781	83CET	05CET
-0.11	0.43	0.64	ZE1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	6.0	4.7	4.7	4.9	361	86PSC	06PSC
-0.11	0.40	0.63	014	4.0	4.7	4.3	4.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2134	1GEM	GEM
-0.11	0.47	0.62	RO9	3.0	3.3	3.0	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	4.7	5.0	4.5	5928	5SCO	17SCO
-0.10	0.34	0.60	TE3	3.3	3.3	3.0	3.0	4.0	3.0	5.0	5.0	4.3	4.0	3.9	1411	77TAU	08TAU
-0.10	0.08	0.59	811	4.0	4.0	4.0	6.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.7	6.0	339	81PSC	23PSC

Tableau T.1.7. : étoiles à contributions maximales sur les axes 2 et 3 de l'analyse quantitative dédoublée.

1.3.2.5. Les lignes supplémentaires

Nous avions placé en lignes supplémentaires des étoiles fictives, représentant le centre de gravité des étoiles des différents types spectraux et des différentes classes de luminosité. Voici, à titre indicatif, les résultats de l'analyse en ce qui les concerne.

Comme les tableaux des colonnes donnés plus haut, le tableau suivant donne pour chaque ligne supplémentaire et pour chaque axe, la valeur de la coordonnée factorielle, suivie de la valeur du coefficient de corrélation (cos2) entre le point et l'axe concerné ; le symbole "--.--" qui suit rappelle que pour des éléments supplémentaires, il n'y a pas de valeur de la contribution, puisque justement ces points ne sont pas pris en compte dans le cacul de la matrice d'inertie et dans la rotation de la base, mais simplement projetés a posteriori sur la nouvelle base.

----LIGNES SUPPLEMENTAIRES----

-id-:-- axe 1 - _86.1 % ---!-- axe 2 - 4.9 % ---!-- axe 3 - 3.7 % ---!-- axe 4 - 1.8 % ---!-- axe 5 - 0.9 % ---!

types spectraux

```
*O* : x +0.197 0.880 --.-- . x -0.031 0.021 --.-- . x -0.044 0.044 --.-- . x -0.043 0.043 --.-- . x +0.015 0.005 --.-- .
*B* : x +0.032 0.939 --.-- . x -0.003 0.009 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- . x +0.002 0.003 --.-- .
*A* : x -0.005 0.162 --.-- . x -0.005 0.227 --.-- . x -0.006 0.279 --.-- . x -0.004 0.104 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .
*F* : x -0.020 0.753 --.-- . x +0.007 0.096 --.-- .   -0.002 0.004 --.-- . x -0.002 0.011 --.-- . x +0.002 0.012 --.-- .
*G* : x -0.008 0.205 --.-- . x +0.008 0.193 --.-- . x +0.009 0.260 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x +0.002 0.015 --.-- .
*K* : x -0.018 0.775 --.-- . x -0.002 0.007 --.-- . x -0.005 0.053 --.-- . x +0.002 0.013 --.-- . x -0.002 0.009 --.-- .
*M* :   +0.007 0.097 --.-- .   +0.001 0.004 --.-- . x +0.019 0.660 --.-- . x +0.006 0.061 --.-- . x -0.006 0.068 --.-- .
```

classes de luminosité
(l'habituelle notation en chiffres romains est remplacée par des nombres en chiffres arabes pour la commodité de l'affichage.

```
*1* : x +0.174 0.978 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- . x +0.024 0.019 --.-- .   +0.004 0.001 --.-- . x -0.006 0.001 --.-- .
*2* : x +0.110 0.966 --.-- .   -0.002 0.000 --.-- . x +0.016 0.021 --.-- . x -0.011 0.009 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .
*3* : x +0.002 0.214 --.-- . x -0.003 0.285 --.-- . x -0.001 0.010 --.-- . x +0.003 0.264 --.-- . x +0.001 0.044 --.-- .
*4* : x +0.005 0.322 --.-- .   -0.000 0.001 --.-- . x -0.003 0.118 --.-- . x +0.001 0.023 --.-- . x -0.000 0.001 --.-- .
*5* : x -0.025 0.912 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x -0.003 0.010 --.-- . x +0.004 0.024 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
```

```
-id-:-- axe  6 -  0.8 % ---!-- axe  7 -  0.7 % ---!-- axe  8 -  0.5 % ---!
```

types spectraux

```
*O* : x +0.015 0.005 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- . x +0.006 0.001 --.-- .
*B* : x -0.002 0.003 --.-- . x -0.004 0.016 --.-- . x +0.002 0.003 --.-- .
*A* : x +0.001 0.005 --.-- .   -0.000 0.001 --.-- . x +0.005 0.188 --.-- .
*F* : x -0.007 0.094 --.-- . x +0.001 0.004 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
*G* : x +0.002 0.014 --.-- . x +0.009 0.288 --.-- . x -0.001 0.004 --.-- .
*K* : x +0.004 0.042 --.-- . x -0.002 0.014 --.-- . x -0.003 0.016 --.-- .
*M* : x +0.001 0.003 --.-- . x -0.006 0.065 --.-- . x -0.004 0.022 --.-- .
```

classes de luminosité
(l'habituelle notation en chiffres romains est remplacée par des nombres en chiffres arabes pour la commodité de l'affichage.

```
*1* :   -0.001 0.000 --.-- .   -0.003 0.000 --.-- . x -0.005 0.001 --.-- .
*2* :   +0.002 0.000 --.-- . x -0.005 0.002 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .
*3* : x +0.001 0.030 --.-- . x +0.001 0.020 --.-- . x -0.001 0.051 --.-- .
*4* : x +0.001 0.006 --.-- . x +0.001 0.028 --.-- . x -0.002 0.055 --.-- .
*5* : x +0.001 0.002 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.005 0.043 --.-- .
```

Tableau T.1.8. coordonnées factorielles des éléments supplémentaires de l'analyse quantitative dédoublée

On constate que la plupart des points ont des coordonnées pratiquement nulles sur tous les axes factoriels, sauf le premier. Il apparaît donc clairement qu'il y a une non-corrélation entre les axes factoriels (autres que le premier) et les points représentatifs des lignes supplémentaires, ce qui signifie qu'aucun type spectral et aucune classe de luminosité ne paraissent être mis en relief par un des axes factoriels, hormis le premier.

On peut donc en déduire en particulier, qu'en moyenne sur toutes les étoiles, il n'y a pas d'effet de couleur notable associé aux écarts de magnitude.

Deux remarques doivent être ajoutées pour assurer une meilleure compréhension de ces données des points supplémentaires :

- sur le premier axe, les coordonnées non négligeables (0.197 pour le centre de gravité des spectres O, 0.174 pour la classe de luminosité I et 0.110 pour la classe II) correspondent à la position de la magnitude moyenne de cette famille d'étoiles, et ne peuvent donc pas fournir d'information sur une quelconque corrélation,

- si une étoile a une coordonnée sur le premier axe quasi-nulle (à cause de sa magnitude proche de la moyenne générale du tableau), le cosinus carré (coefficient de corrélation) de sa direction avec le premier axe peut très facilement être proche de 0, car il suffit d'un très faible écart à l'axe pour avoir un angle très proche de 90° ; par voie de conséquence, ce même point doit avoir des cosinus carrés plus proche de 1 avec un (ou plusieurs) autre axe, puisque nous l'avons rappelé plus haut, la somme des cosinus carrés à tous les vecteurs de base vaut 1 ; c'est cet effet qui explique que plusieurs éléments supplémentaires ont un coefficient de corrélation non négligeable avec des axes autres que le premier, mais on vérifie bien que les coordonnées associées sont faibles.

1.3.2.6. Les graphiques

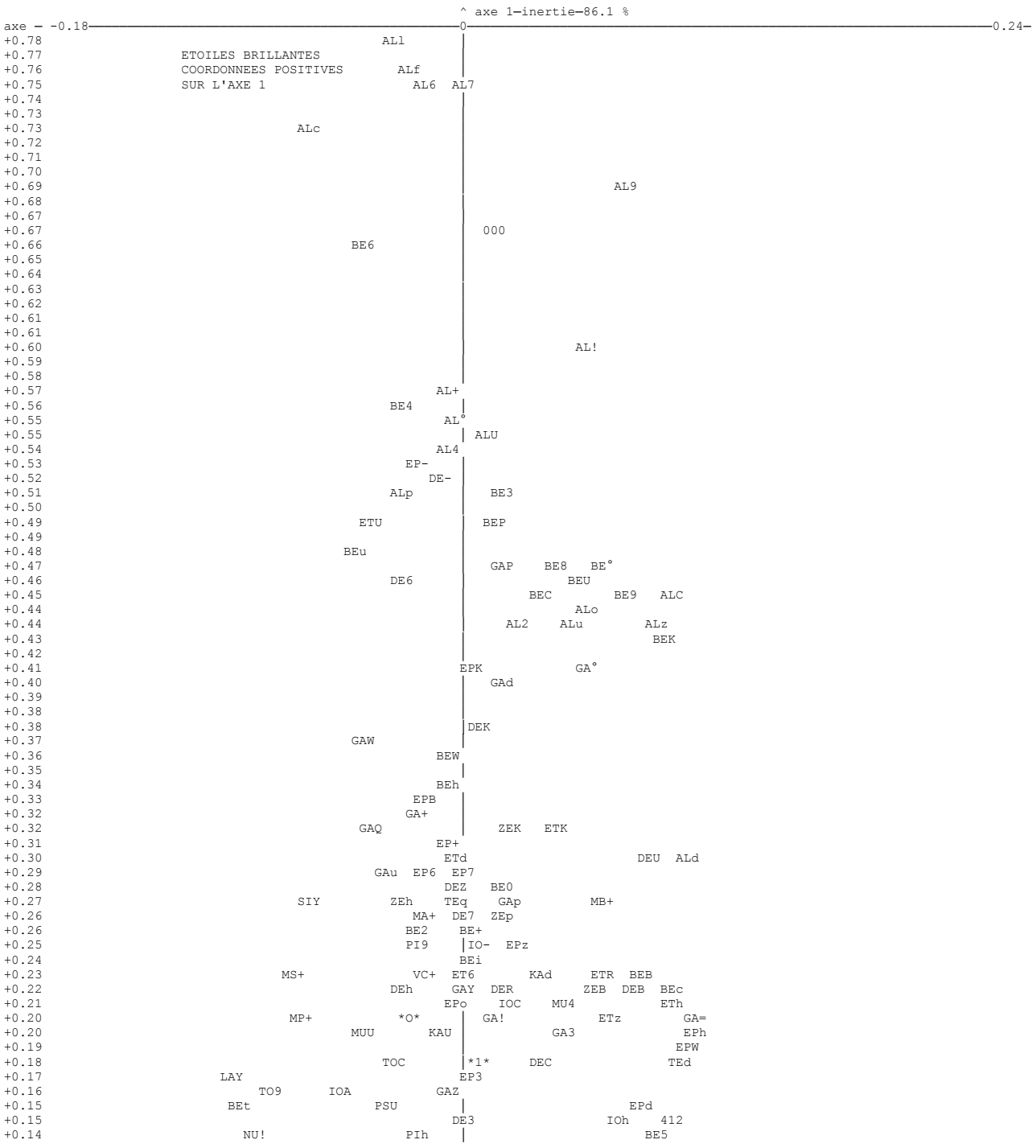
Nous donnons ici les représentations graphiques des plans (1,2), (1,3), (2,3), (1,4), (2,4) et (3,4). On vérifie aisément que le premier axe correspond à la magnitude des étoiles, et que les axes suivants sont cohérents avec les interprétations que nous en avons donné plus haut.

Compte-tenu de la taille des graphiques et du nombre d'étoiles à représenter, les graphiques laissent un grand nombre de points cachés. Le lecteur ne pourra donc y retrouver toutes les étoiles.

graphique pour les axes 2 et 1
inerties expliquees : 4.94 % 86.11 %
la visualisation laisse 294 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.242 min horiz : -0.185
max vert : 0.777 mim vert : -0.470
unites vert : 1.247
unites horiz : 0.427

echelle : 0.004
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4



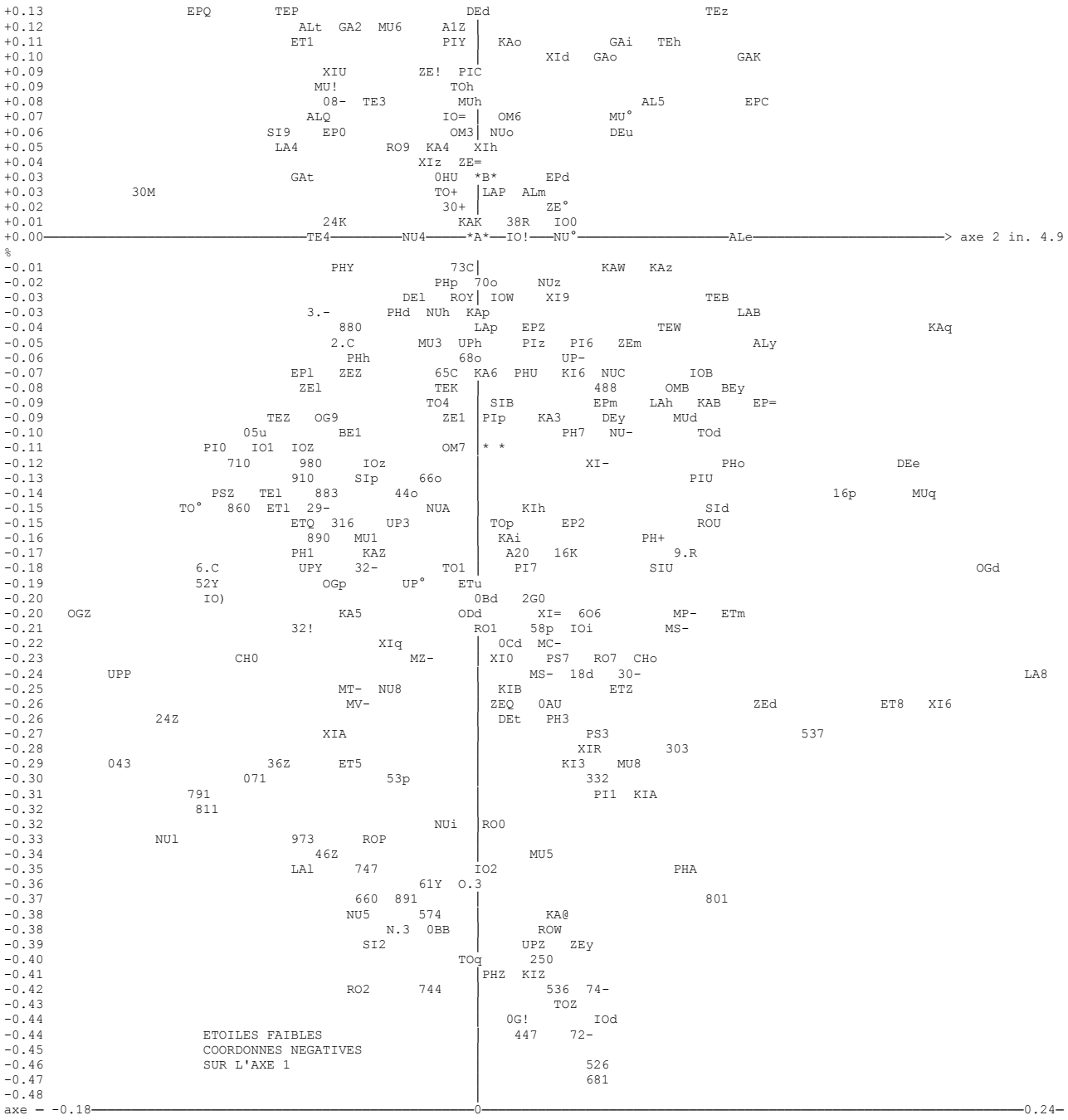
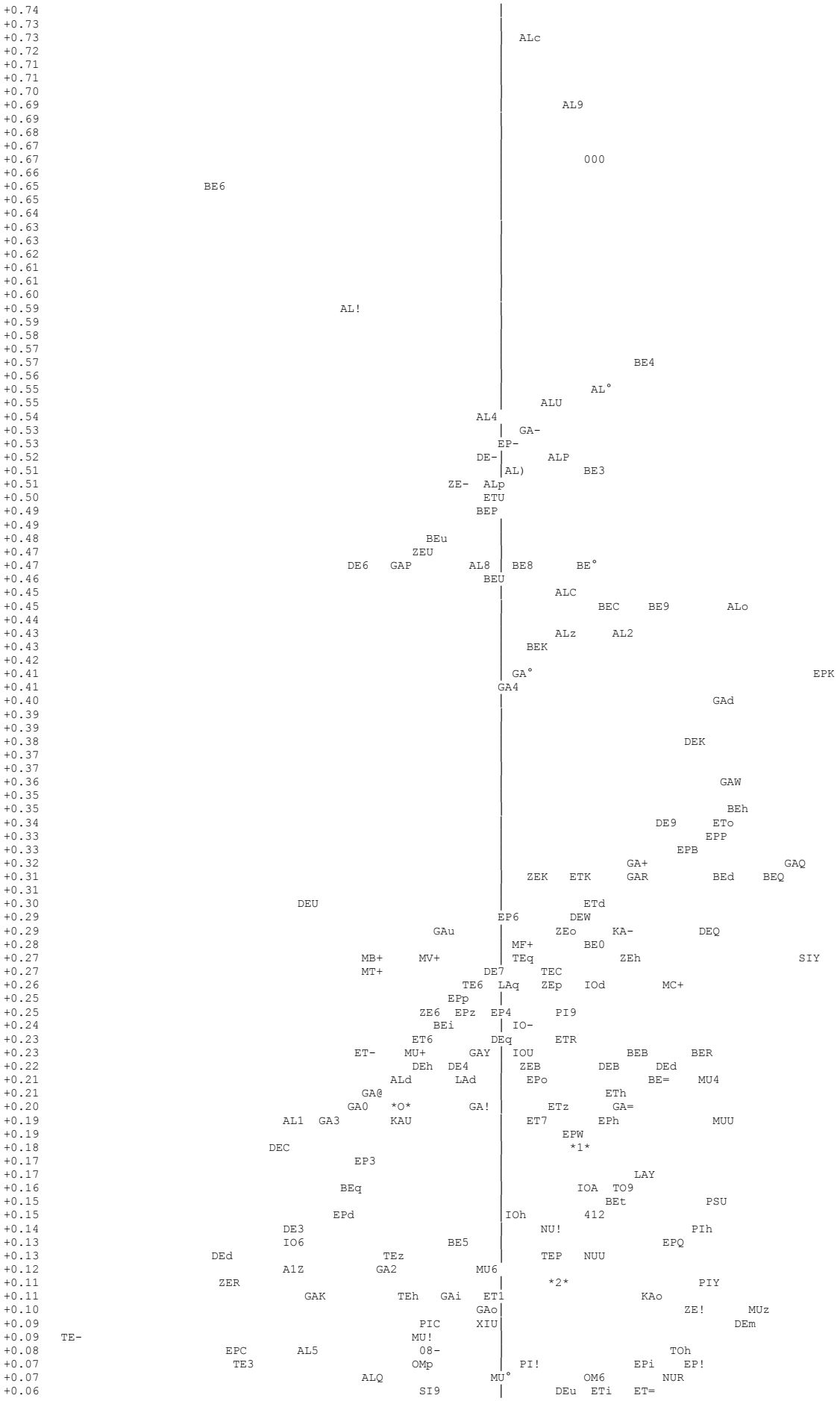


Figure F.1.2.bis. : représentation graphique du plan 1,2 de l'analyse quantitative dédoublée

graphique pour les axes 3 et 1
inerties expliquees : 3.72 % 86.11 %
la visualisation laisse 224 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.162 min horiz : -0.172
max vert : 0.777 mim vert : -0.470
unites vert : 1.247
unites horiz : 0.333

echelle : 0.003
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4



Estimations historiques des éclats des étoiles billantes, Olivier Las Vergnas, 1990

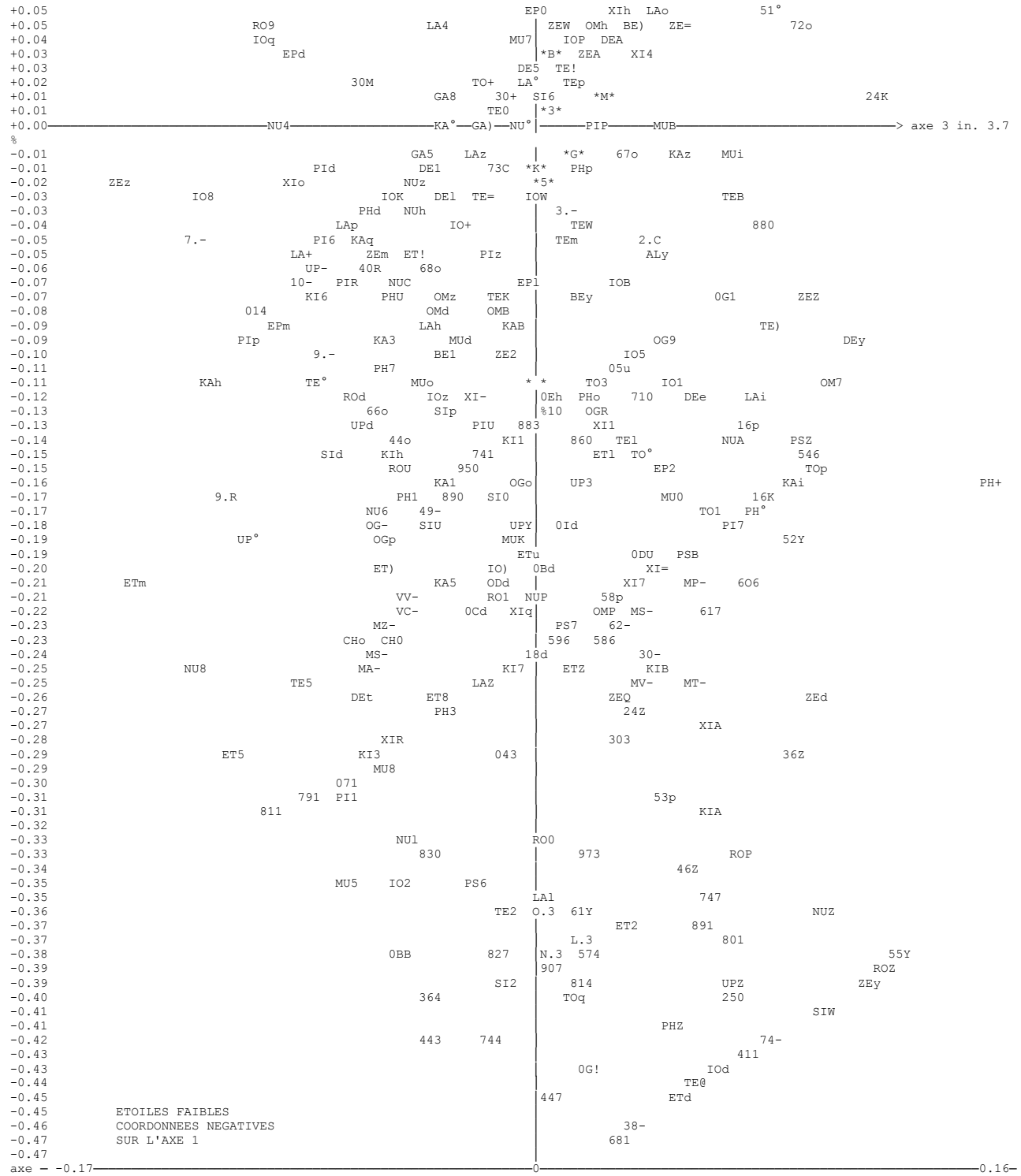


Figure F.1.3. : représentation graphique du plan 1,3 de l'analyse quantitative dédoublée

graphique pour les axes 3 et 2
inerties expliquees : 3.72 % 4.94 %
la visualisation laisse 304 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.162 min horiz : -0.172
max vert : 0.242 mim vert : -0.185
unites vert : 0.427
unites horiz : 0.333

echelle : 0.003
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4

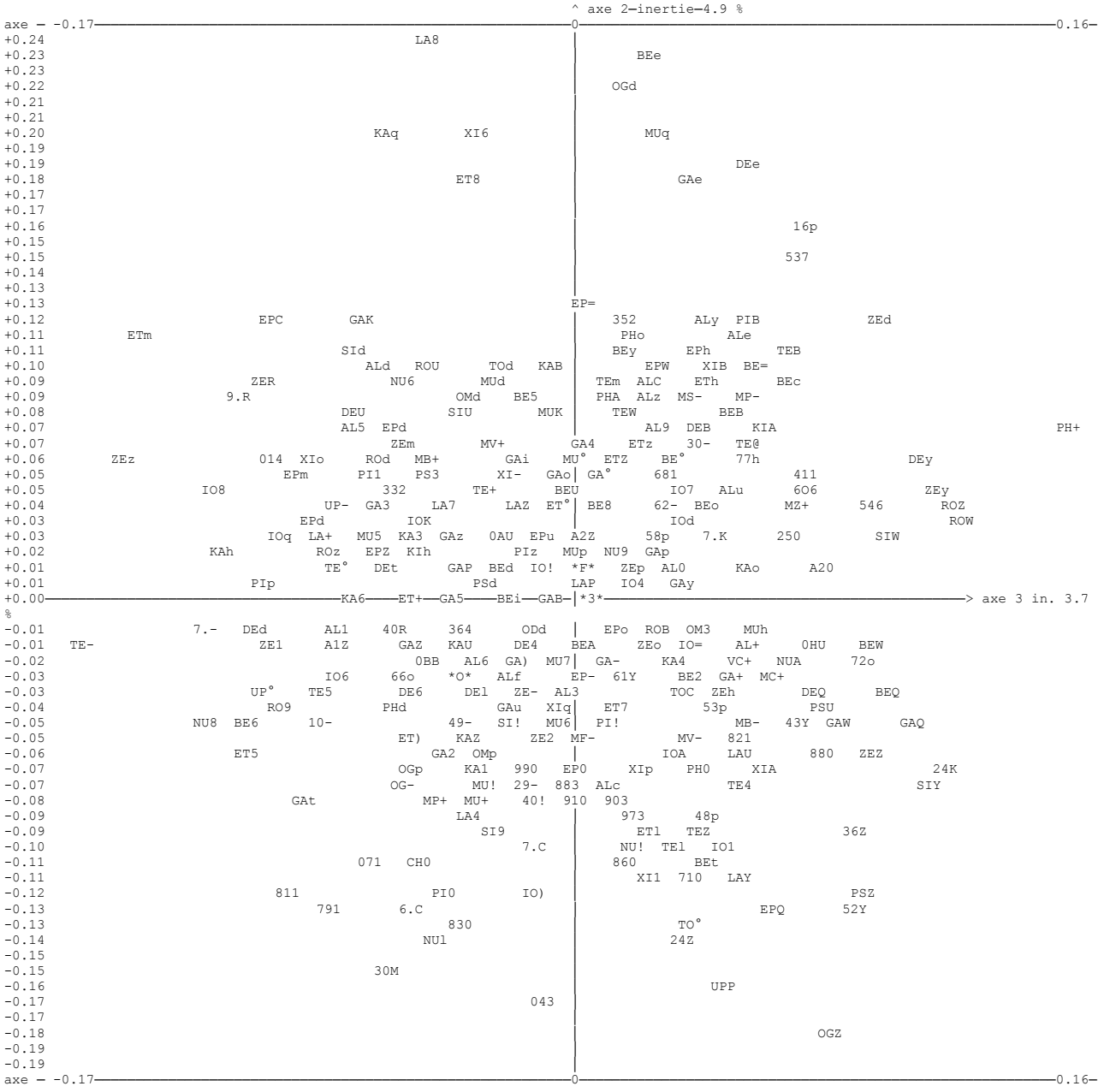
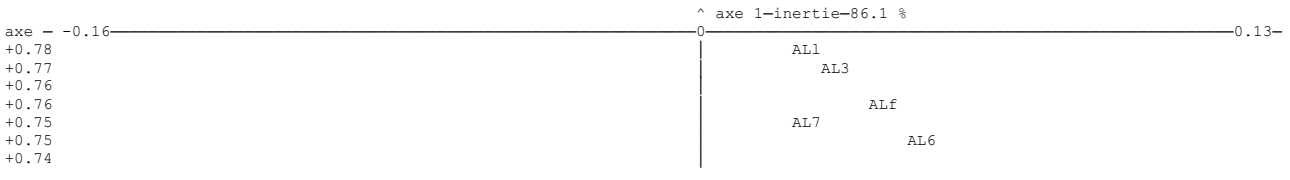


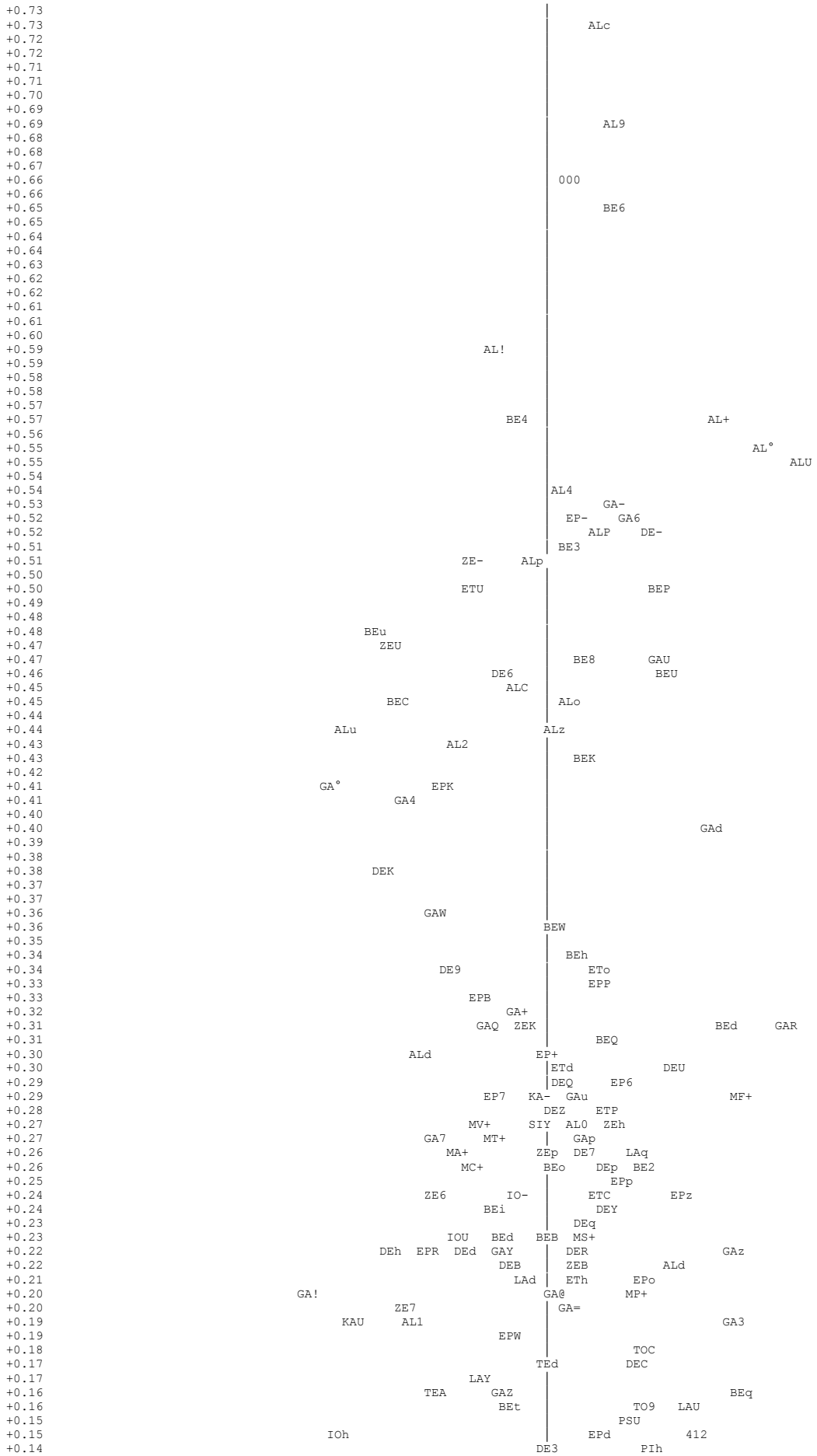
Figure F.1.4. : représentation graphique du plan 2,3 de l'analyse quantitative dédoublée

graphique pour les axes 4 et 1
inerties expliquees : 1.76 % 86.11 %
la visualisation laisse 249 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.133 min horiz : -0.158
max vert : 0.777 mim vert : -0.470
unites vert : 1.247
unites horiz : 0.291

echelle : 0.002
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4




+0.73
+0.73 ALc
+0.72
+0.72
+0.71
+0.71
+0.70
+0.69
+0.69 AL9
+0.68
+0.68
+0.67
+0.66 000
+0.66
+0.65 BE6
+0.65
+0.64
+0.64
+0.63
+0.62
+0.62
+0.61
+0.61
+0.60
+0.59 AL!
+0.59
+0.58
+0.58
+0.57
+0.57 BE4 AL+
+0.56
+0.55 AL°
+0.55 ALU
+0.54
+0.54 AL4
+0.53 GA-
+0.52 EP- GA6
+0.52 ALP DE-
+0.51 BE3
+0.51 ZE- ALp
+0.50
+0.50 ETU BEP
+0.49
+0.48
+0.48 BEu
+0.47 ZEU
+0.47 BE8 GAU
+0.46 DE6 BEU
+0.45 ALC
+0.45 BEC ALo
+0.44
+0.44 ALu ALz
+0.43 AL2
+0.43 BEK
+0.42
+0.41 GA° EPK
+0.41 GA4
+0.40
+0.40 GAd
+0.39
+0.38
+0.38 DEK
+0.37
+0.37
+0.36 GAW
+0.36 BEW
+0.35
+0.34 BEh
+0.34 DE9 ETo
+0.33 EPP
+0.33 EPB
+0.32 GA+
+0.31 GAQ ZEK BEd GAR
+0.31 BEQ
+0.30 ALd EP+
+0.30 ETd DEU
+0.29 DEQ EP6
+0.29 EP7 KA- GAu MF+
+0.28 DEZ ETP
+0.27 MV+ SIY AL0 ZEh
+0.27 GA7 MT+ GAp
+0.26 MA+ ZEp DE7 LAq
+0.26 MC+ BEo DEp BE2
+0.25 EPp
+0.24 ZE6 IO- ETC EPz
+0.24 BEi DEY
+0.23 DEq
+0.23 IOU BEd BEB MS+
+0.22 DEh EPR DEd GAY DER GAz
+0.22 DEB ZEB ALd
+0.21 LAd ETh EPo
+0.20 GA! GA@ MP+
+0.20 ZE7 GA=
+0.19 KAU AL1 GA3
+0.19 EPW
+0.18 TOC
+0.17 TEd DEC
+0.17 LAY
+0.16 TEA GAZ BEq
+0.16 BEt TO9 LAU
+0.15 PSU
+0.15 IOh EPd 412
+0.14 DE3 PIh

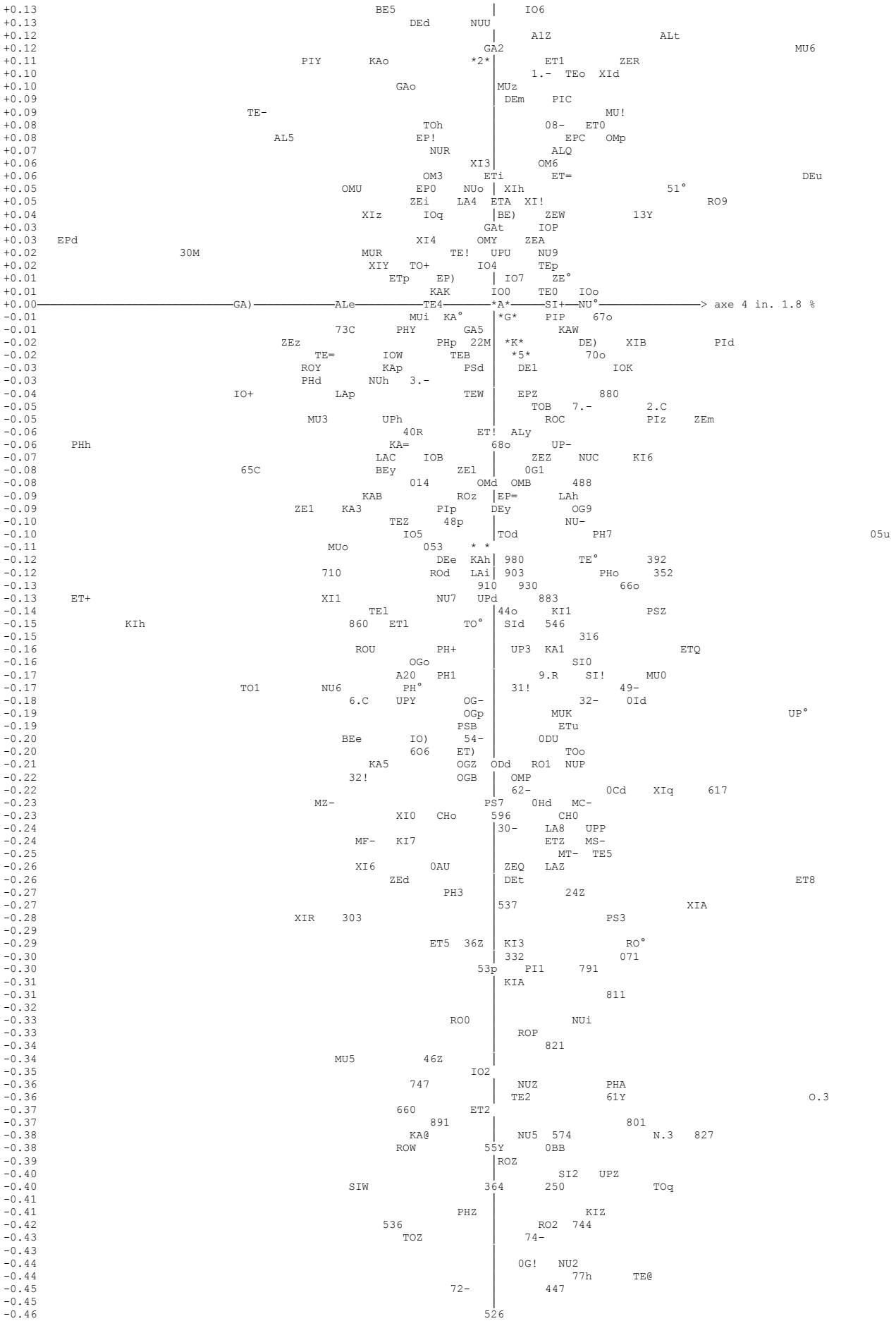
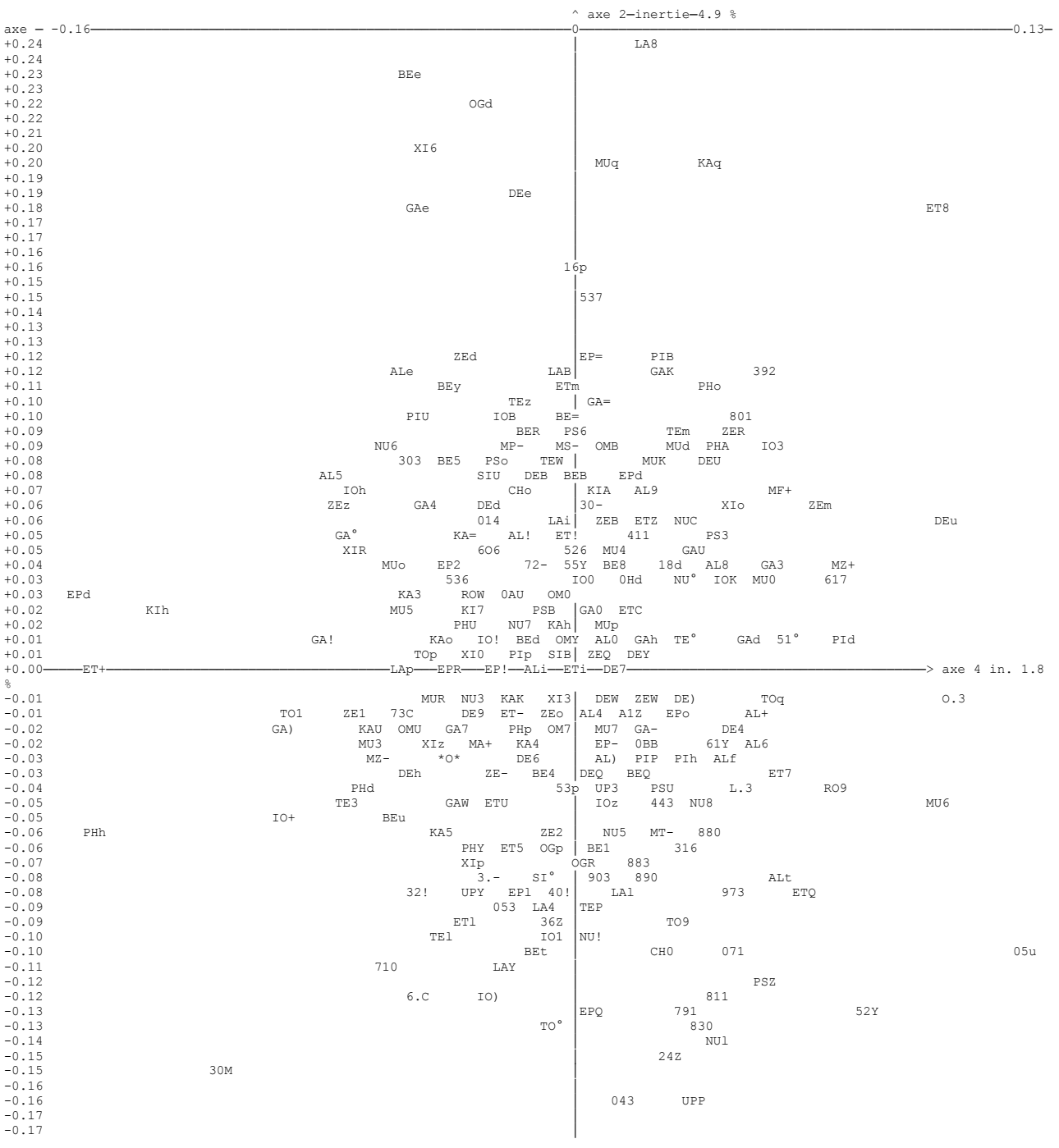

+0.13 BE5 IO6
+0.13 DEd NUU
+0.12 A1Z ALt
+0.12 GA2 MU6
+0.11 PIY KAo *2* ET1 ZER
+0.10 1.- TEo XId
+0.10 GAo MUz
+0.09 DEm PIC
+0.09 TE- MU!
+0.08 TOh 08- ET0
+0.08 AL5 EP! EPC OMp
+0.07 NUR ALQ
+0.06 XI3 OM6
+0.06 OM3 ETi ET= DEu
+0.05 OMU EP0 NUo XIh 51°
+0.05 ZEi LA4 ETA XI! RO9
+0.04 XIz IOq BE) ZEW 13Y
+0.03 GAt IOP
+0.03 EPd XI4 OMY ZEA
+0.02 30M MUR TE! UPU NU9
+0.02 XIY TO+ IO4 TEp
+0.01 ETp EP) IO7 ZE°
+0.01 KAK IO0 TE0 IOo
+0.00 GA) ALe TE4 *A* SI+ NU° > axe 4 in. 1.8 %
-0.01 MUi KA° *G* PIP 67o
-0.01 73C PHY GA5 KAW
-0.02 ZEz PHp 22M *K* DE) XIB PId
-0.02 TE= IOW TEB *5* 70o
-0.03 ROY KAp PSd DEl IOK
-0.03 PHd NUh 3.-
-0.04 IO+ LAp TEW EPZ 880
-0.05 TOB 7.- 2.C
-0.05 MU3 UPh ROC PIz ZEm
-0.06 40R ET! ALy
-0.06 PHh KA= 68o UP-
-0.07 LAC IOB ZEZ NUC KI6
-0.08 65C BEy ZEl 0G1
-0.08 014 OMd OMB 488
-0.09 KAB ROz EP= LAh
-0.09 ZE1 KA3 PIp DEy OG9
-0.10 TEZ 48p NU-
-0.10 IO5 TOd PH7 05u
-0.11 MUo 053 * *
-0.12 DEe KAh 980 TE° 392
-0.12 710 ROd LAi 903 PHo 352
-0.13 910 930 66o
-0.13 ET+ XI1 NU7 UPd 883
-0.14 TE1 44o KI1 PSZ
-0.15 KIh 860 ET1 TO° SId 546
-0.15 316
-0.16 ROU PH+ UP3 KA1 ETQ
-0.16 OGo SI0
-0.17 A20 PH1 9.R SI! MU0
-0.17 TO1 NU6 PH° 31! 49-
-0.18 6.C UPY OG- 32- 0Id
-0.19 OGp MUK UP°
-0.19 PSB ETu
-0.20 BEe IO) 54- 0DU
-0.20 6O6 ET) TOo
-0.21 KA5 OGZ ODd RO1 NUP
-0.22 32! OGB OMP
-0.22 62- 0Cd XIq 617
-0.23 MZ- PS7 0Hd MC-
-0.23 XI0 CHo 596 CH0
-0.24 30- LA8 UPP
-0.24 MF- KI7 ETZ MS-
-0.25 MT- TE5
-0.26 XI6 0AU ZEQ LAZ
-0.26 ZEd DEt ET8
-0.27 PH3 24Z
-0.27 537 XIA
-0.28 XIR 303 PS3
-0.29
-0.29 ET5 36Z KI3 RO°
-0.30 332 071
-0.30 53p PI1 791
-0.31 KIA
-0.31 811
-0.32
-0.33 RO0 NUi
-0.33 ROP
-0.34 821
-0.34 MU5 46Z
-0.35 IO2
-0.36 747 NUZ PHA
-0.36 TE2 61Y O.3
-0.37 660 ET2
-0.37 891 801
-0.38 KA@ NU5 574 N.3 827
-0.38 ROW 55Y 0BB
-0.39 ROZ
-0.40 SI2 UPZ
-0.40 SIW 364 250 TOq
-0.41
-0.41 PHZ KIZ
-0.42 536 RO2 744
-0.43 TOZ 74-
-0.43
-0.44 0G! NU2
-0.44 77h TE@
-0.45 72- 447
-0.45
-0.46 526

Figure F.1.5. : représentation graphique du plan 1,4 de l'analyse quantitative dédoublée

graphique pour les axes 4 et 2
inerties expliquees : 1.76 % 4.94 %
la visualisation laisse 327 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.133 min horiz : -0.158
max vert : 0.242 mim vert : -0.185
unites vert : 0.427
unites horiz : 0.291

echelle : 0.002
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4



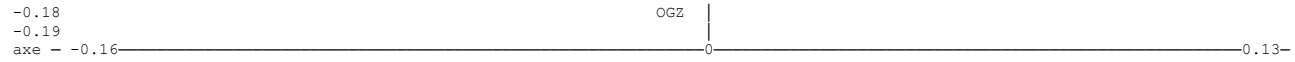


Figure F.1.6. : représentation graphique du plan 2,4 de l'analyse quantitative dédoublée

graphique pour les axes 4 et 3
inerties expliquees : 1.76 % 3.72 %
la visualisation laisse 364 points non visibles,
cachés par des points au premier plan.

max horiz : 0.133 min horiz : -0.158
max vert : 0.162 mim vert : -0.172
unites vert : 0.333
unites horiz : 0.291

echelle : 0.002
lp : 695 ls : 13 cp : 22 cs : 4

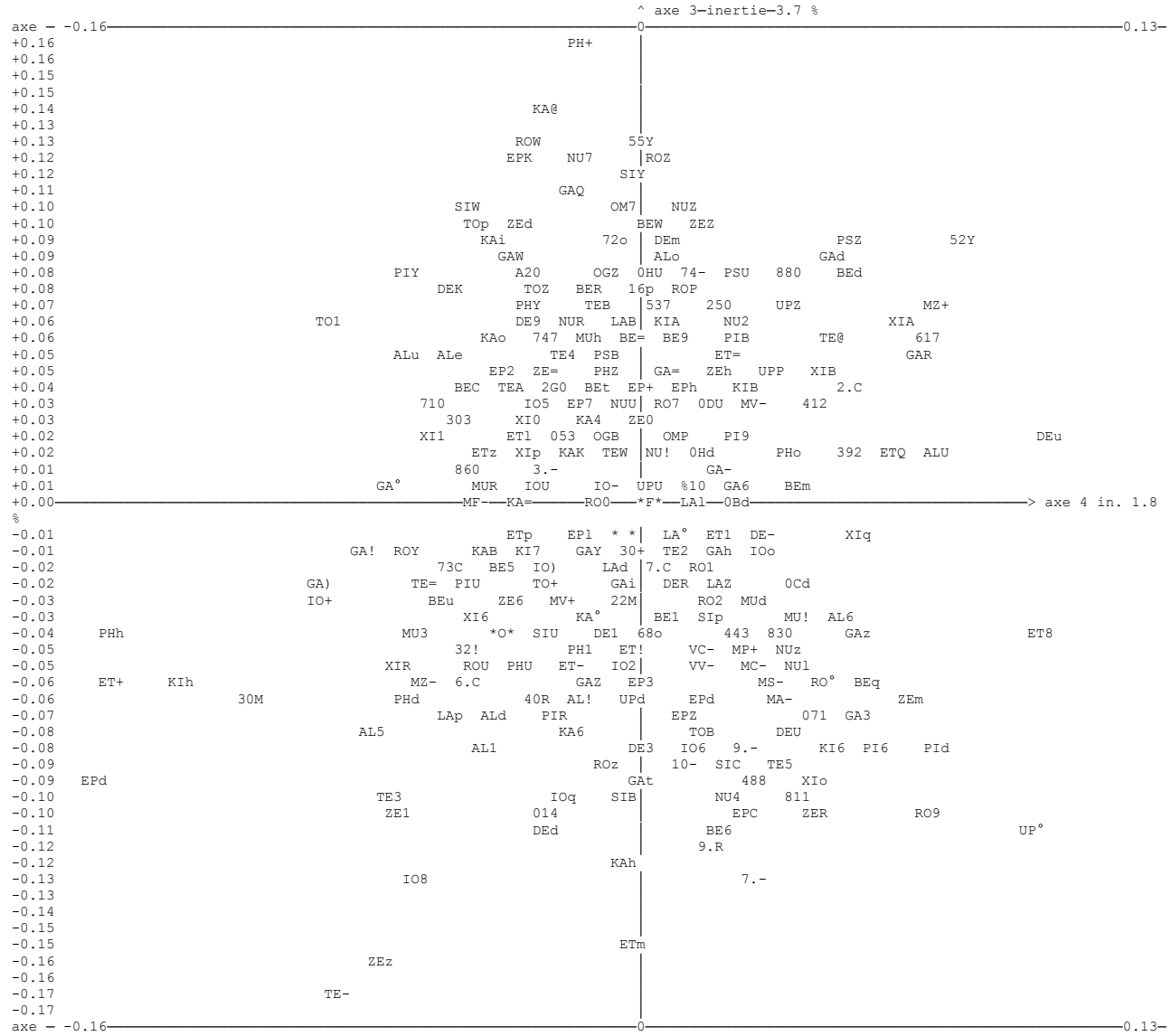


Figure F.1.7 : représentation graphique du plan 3,4 de l'analyse quantitative dédoublée

Les figures F.1.2bis. et F.1.3. qui montrent l'allure des plans 1,2 et 1,3 de l'analyse font apparaître (surtout le plan 1,3) des stries obliques, caractéristiques de la partie fractionnaire ou demi-fractionnaire : il s'agit d'un effet du codage dont voici le mécanisme : des valeurs entières (ou demi-

entières) d'éclat ont été très majoritairement attribuées aux étoiles par nos ancêtres ; Il y a donc 6 valeurs entières et 6 demi-entières qui constituent l'espace possible.

Parmi la majorité des étoiles supposées fixes en éclat (à cause de la forte valeur de l'inertie du premier axe), celles qui sont admises maintenant comme ayant des magnitudes demi-entières et entières ont pu, pour la plupart être classées sans écart entre nos observateurs. Elles sont donc très bien représentées par leur coordonnée sur le premier axe. Les autres, par contre, sont, elles, d'autant plus éloignées du premier axe que leur partie fractionnaire ou demi fractionnaire est élevée.

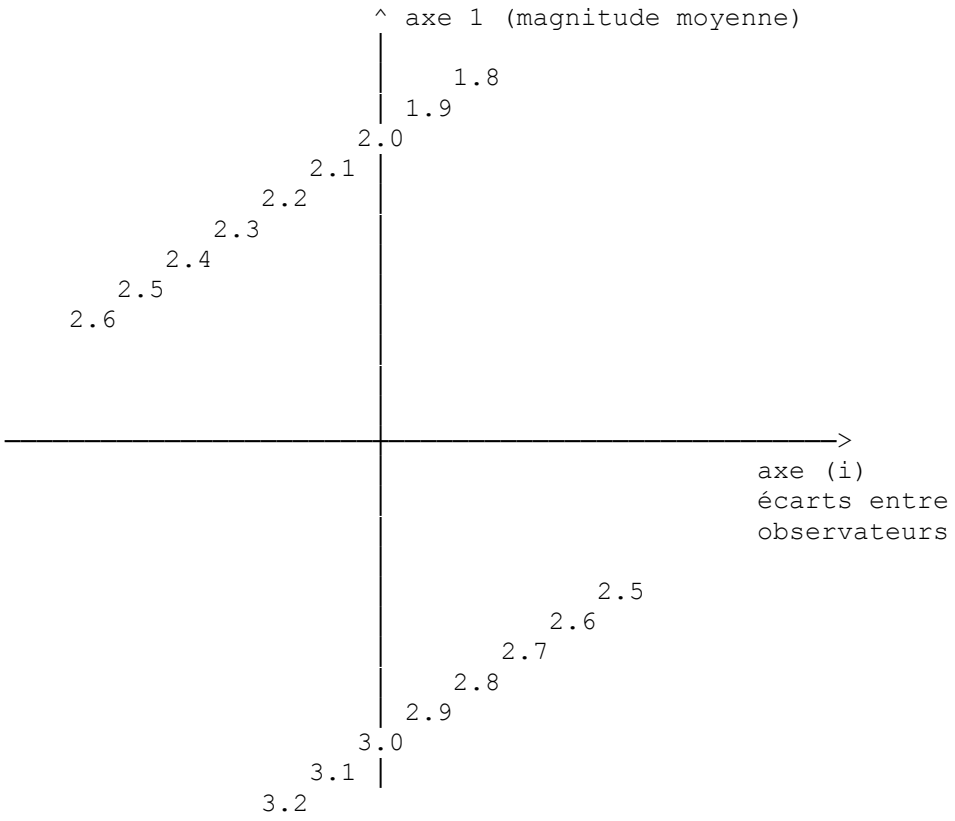


Figure F.1.8. : effet de stries dû au codage
position possible des étoiles dans le plan 1-(i)
selon la partie fractionnaire de leur magnitude actuelle

Bien entendu en même temps, leur magnitude variant, elles sont situées plus ou moins haut sur l'axe 1. Toute la richesse de l'information est alors pour nous dans les extrémités des branches de l'arbre : il faut savoir pourquoi une étoile qui pourrait se situer plus près de l'axe sur la branche précédente ou suivante se situe plus excentrée sur sa branche, c'est-à-dire plus sur-estimée ou plus sous-estimée que ce qui ressort de l'effet du codage. Nous allons voir dans les lignes suivantes un cas de simulation "pur", où l'information autre que celle du premier axe n'est due qu'à des effets de codages de ce type, et où le premier axe contient 99.5% de l'information (certes il y a 5 colonnes et non 11). Ici, dans le cas des données de Flammarion, nous avons tout de même plus de 13% d'information orthogonale au premier axe.

Une façon complémentaire de comprendre ces stries est de regarder certaines des figures (cf infra, figure F.1.2.) qui donnent l'étalonnage deux à deux des catalogues. Si nous regardons par exemple un observateur à codage entier versus un codage plus fin, comme Flammarion par exemple, nous obtenons un graphe qui présente des stries dont l'origine est évidente.

Ce sont ces mêmes stries, bruitées par les contributions résiduelles de tous les autres observateurs, que nous observons, tournées par la rotation caractéristique de l'optimisation de l'analyse factorielle. Elles sont surtout visibles dans les plans où la contribution des observateurs à valeurs entières sont maximales.

Pour bien comprendre ce phénomène, nous avons réalisé une simulation, en faisant l'analyse d'un tableau (que nous avons aussi dédoublé) constitué de 700 lignes, dont les colonnes sont respectivement :

- ree_p := rec_n/100
- dix_p := int((rec_n/10)+0.5)/10
- qua_p := int((rec_n/25)+0.5)/4
- dem_p := int((rec_n/50)+0.5)/2
- ent_p := int((rec_n/100)+0.5)

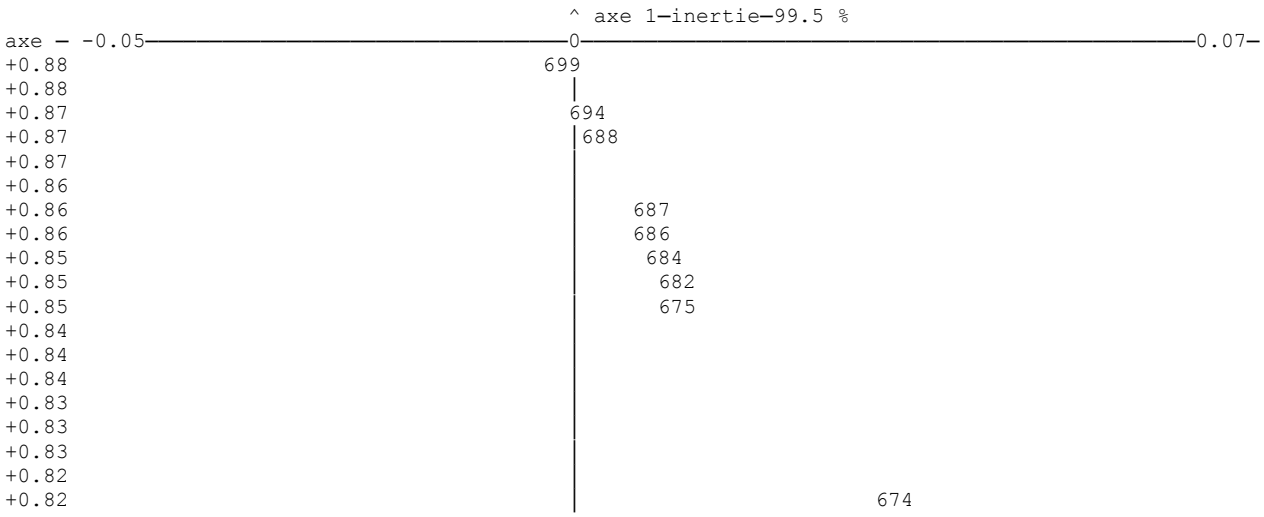
Nous ne donnons pas ici le listing complet de cette analyse. Nous présentons simplement en figure F.1.9. une vue du plan 1,2 qui présente le même phénomène de stries (moins bruitées) que nos analyses du tableau dédoublé. On voit que dans un cas aussi pur, on a 99.54% de l'information sur le premier axe et 0.36% sur le second, sur la partie fractionnaire.

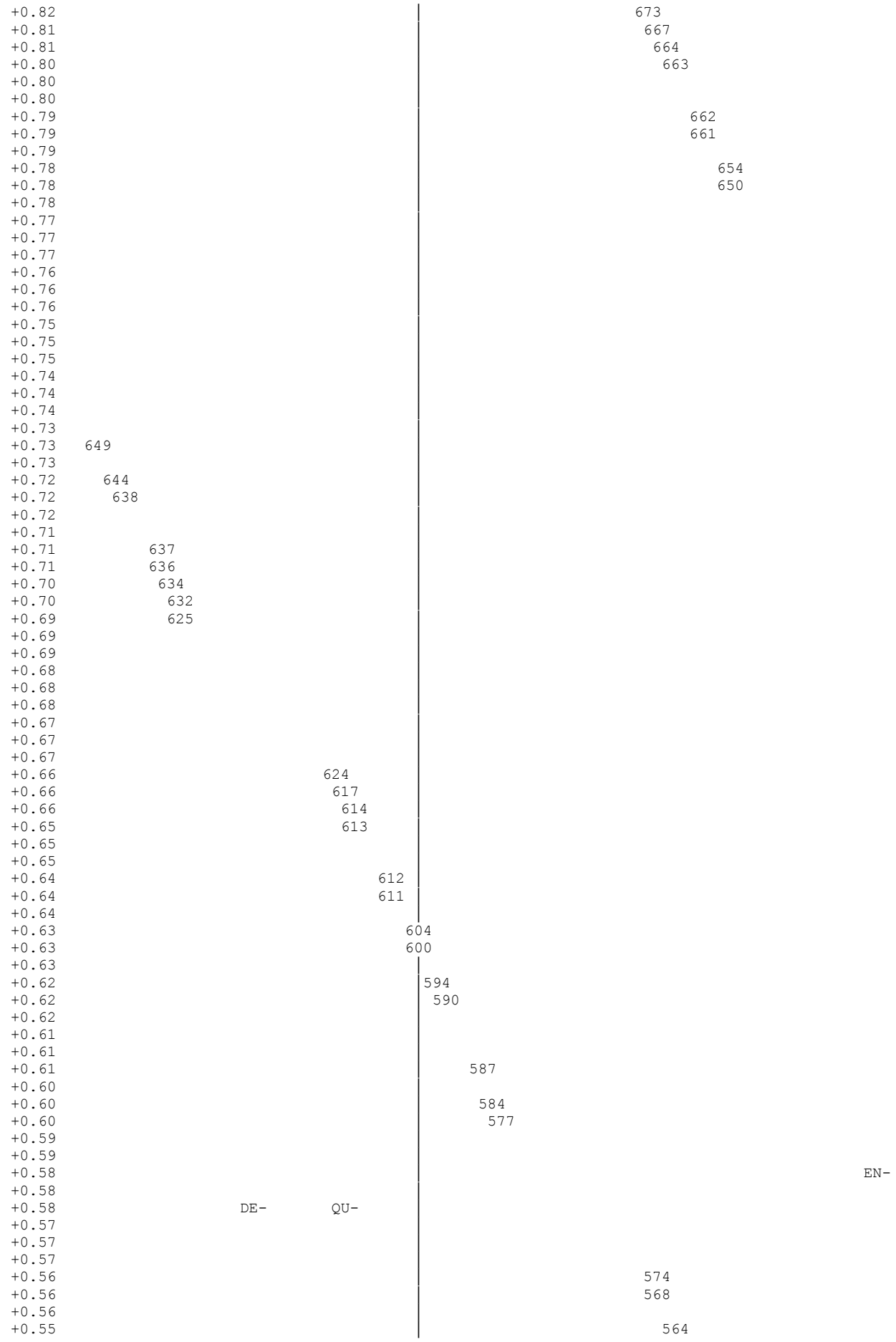
graphiques
date : 1/ 4/1990 heure : 10:38:16 analyse simulation fractionnaire

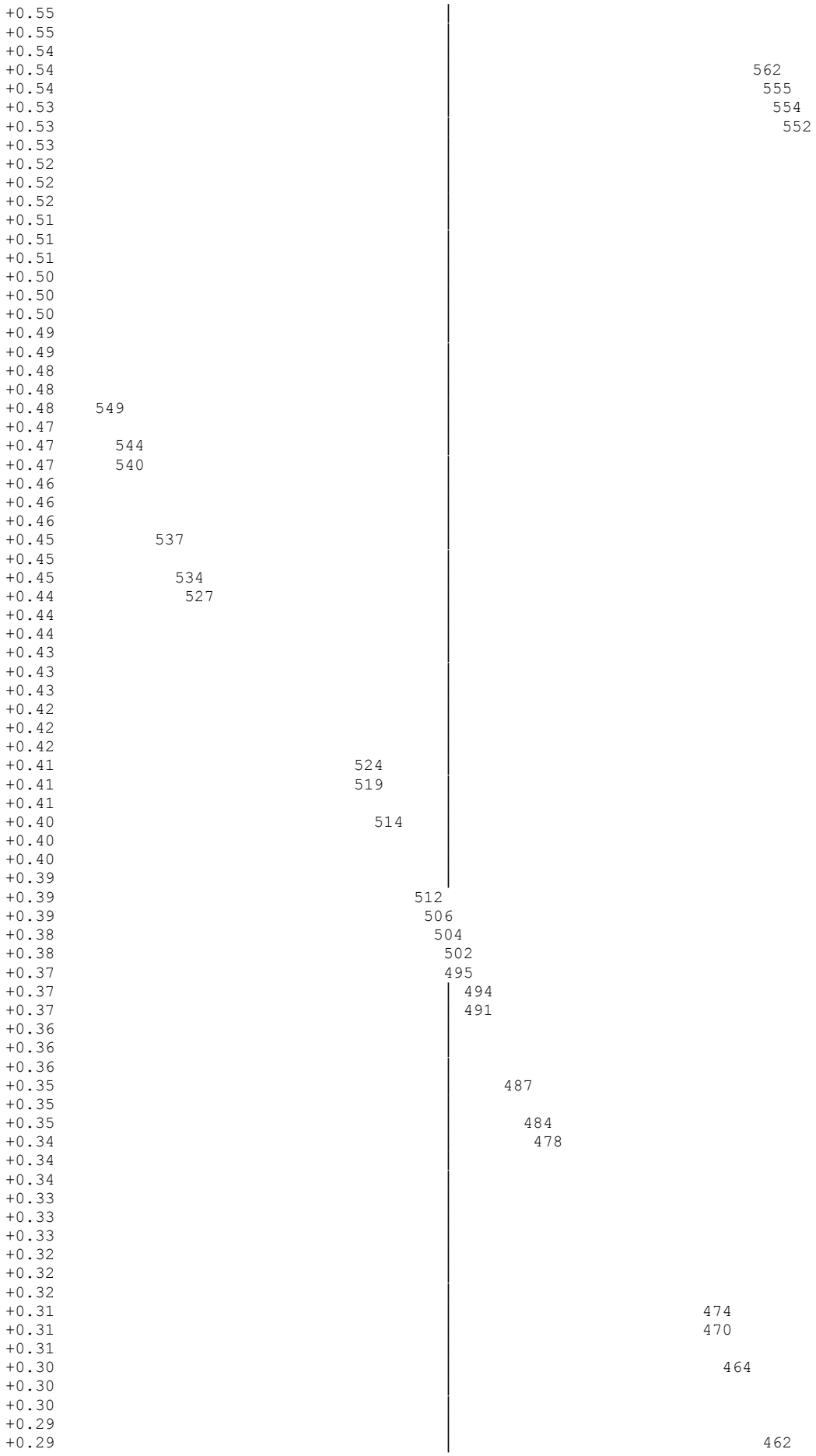
graphique pour les axes 2 et 1
il y a 508 points cachés
inerties expliquees : 0.36 % 99.54 %

max horiz : 0.068 min horiz : -0.053
max vert : 0.881 mim vert : -0.882
unites vert : 1.763
unites horiz : 0.122

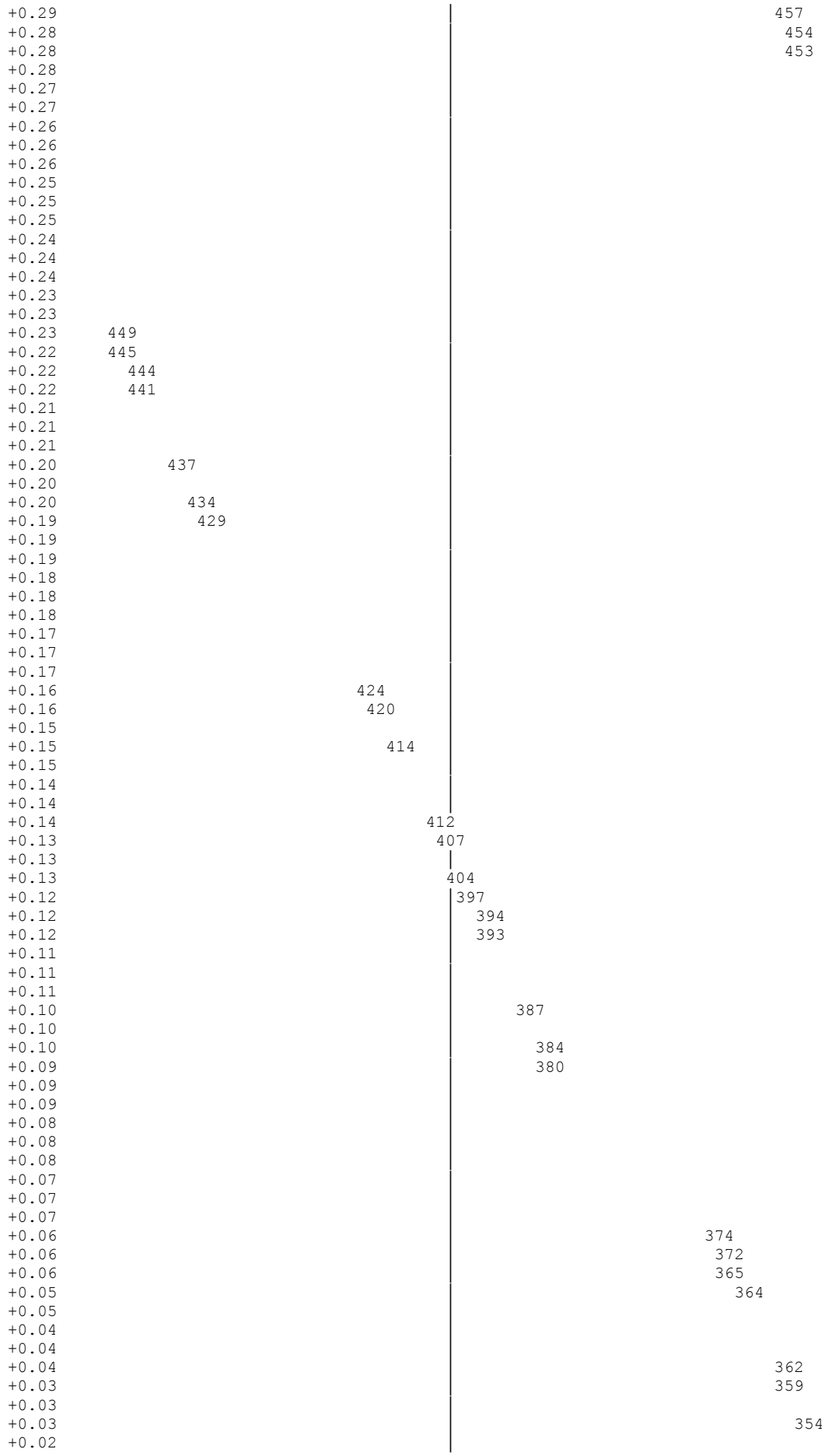
echelle : 0.001
lp : 699 ls : 0 cp : 10 cs : 0

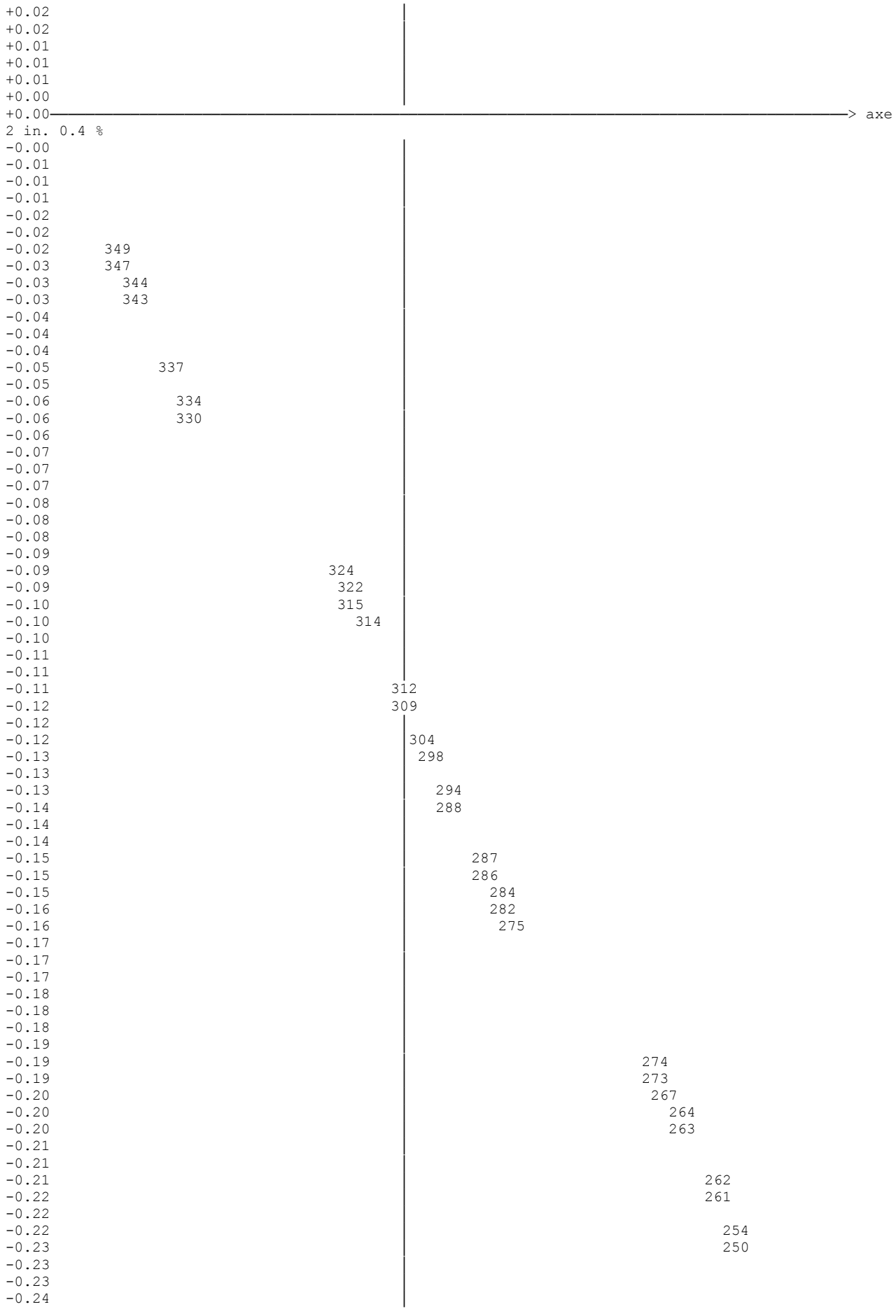


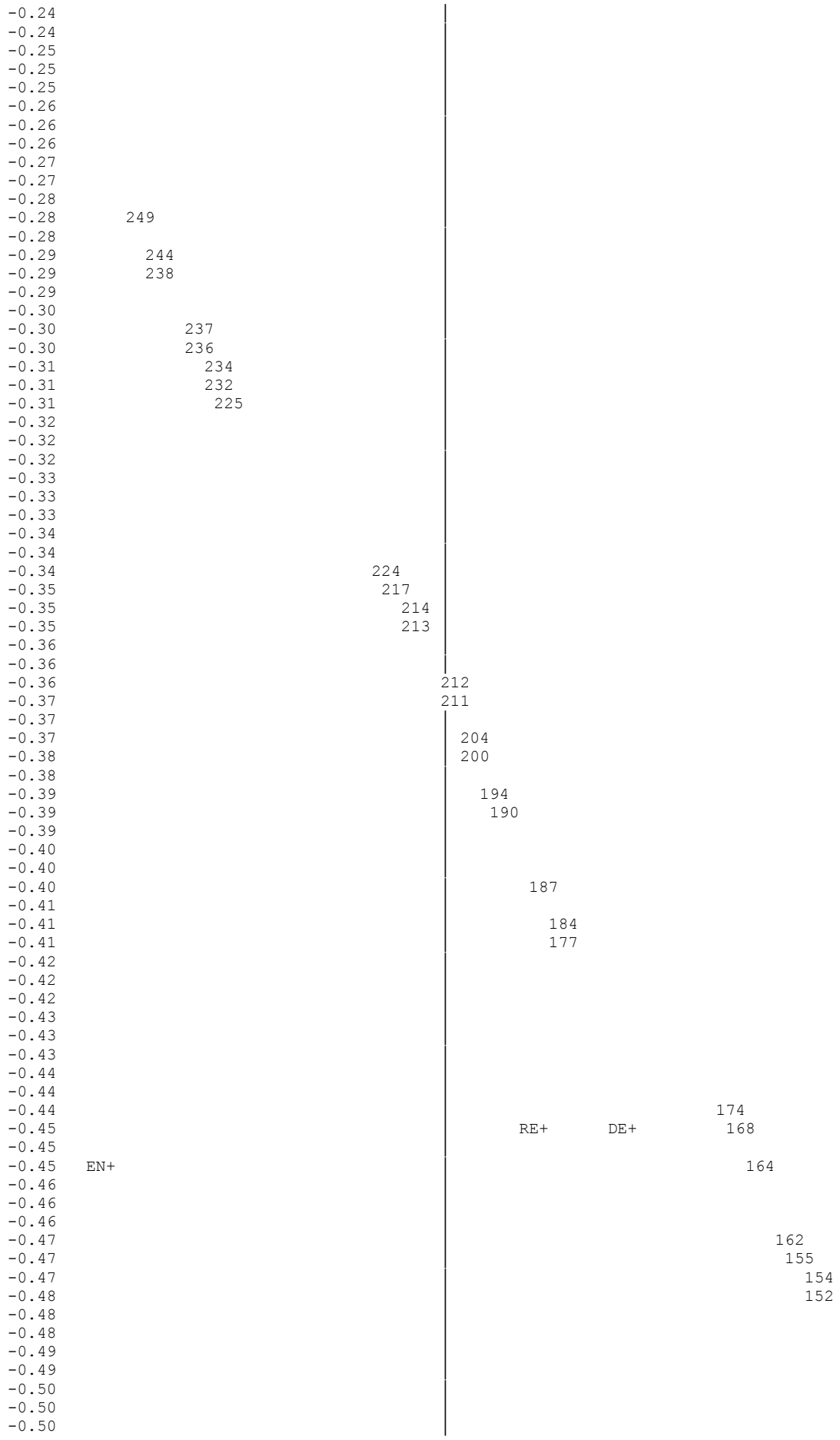

+0.82
+0.81
+0.81
+0.80
+0.80
+0.80
+0.79
+0.79
+0.79
+0.78
+0.78
+0.78
+0.77
+0.77
+0.77
+0.76
+0.76
+0.76
+0.75
+0.75
+0.75
+0.74
+0.74
+0.74
+0.73
+0.73
+0.72
+0.72
+0.72
+0.71
+0.71
+0.71
+0.70
+0.70
+0.69
+0.69
+0.69
+0.68
+0.68
+0.68
+0.67
+0.67
+0.67
+0.66
+0.66
+0.66
+0.65
+0.65
+0.65
+0.64
+0.64
+0.64
+0.63
+0.63
+0.63
+0.62
+0.62
+0.62
+0.61
+0.61
+0.61
+0.60
+0.60
+0.60
+0.59
+0.59
+0.58
+0.58
+0.58
+0.57
+0.57
+0.57
+0.56
+0.56
+0.56
+0.55
673
667
664
663
662
661
654
650
649
644
638
637
636
634
632
625
624
617
614
613
612
611
604
600
594
590
587
584
577
EN-
DE-
QU-
574
568
564



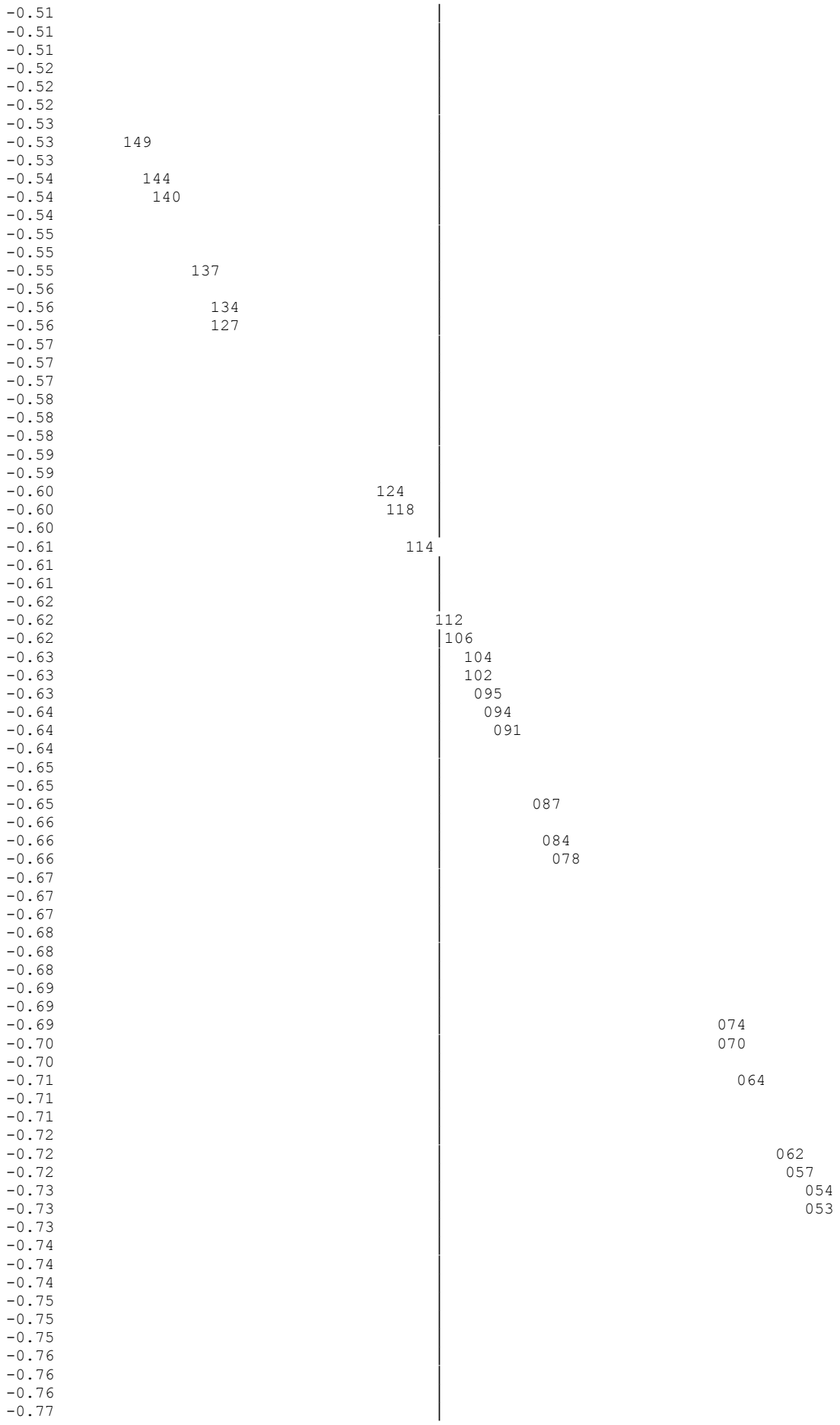
Estimations historiques des éclats des étoiles billantes, Olivier Las Vergnas, 1990


+0.29 457
+0.28 454
+0.28 453
+0.23 449
+0.22 445
+0.22 444
+0.22 441
+0.20 437
+0.20 434
+0.19 429
+0.16 424
+0.16 420
+0.15 414
+0.14 412
+0.13 407
+0.13 404
+0.12 397
+0.12 394
+0.12 393
+0.10 387
+0.10 384
+0.09 380
+0.06 374
+0.06 372
+0.06 365
+0.05 364
+0.04 362
+0.03 359
+0.03 354


+0.02
+0.02
+0.01
+0.01
+0.01
+0.00
+0.00
> axe
2 in. 0.4 %
-0.00
-0.01
-0.01
-0.01
-0.02
-0.02
-0.02
349
-0.03
347
-0.03
344
-0.03
343
-0.04
-0.04
-0.04
-0.05
337
-0.05
-0.06
334
-0.06
330
-0.06
-0.07
-0.07
-0.07
-0.08
-0.08
-0.08
-0.09
-0.09
324
-0.09
322
-0.10
315
-0.10
314
-0.10
-0.11
-0.11
-0.11
312
-0.12
309
-0.12
-0.12
304
-0.13
298
-0.13
-0.13
294
-0.14
288
-0.14
-0.14
-0.15
287
-0.15
286
-0.15
284
-0.16
282
-0.16
275
-0.17
-0.17
-0.17
-0.18
-0.18
-0.18
-0.19
-0.19
274
-0.19
273
-0.20
267
-0.20
264
-0.20
263
-0.21
-0.21
-0.21
262
-0.22
261
-0.22
-0.22
254
-0.23
250
-0.23
-0.23
-0.24



Estimations historiques des éclats des étoiles billantes, Olivier Las Vergnas, 1990


-0.51
-0.51
-0.51
-0.52
-0.52
-0.52
-0.53
-0.53 149
-0.53
-0.54 144
-0.54 140
-0.54
-0.55
-0.55
-0.55 137
-0.56
-0.56 134
-0.56 127
-0.57
-0.57
-0.57
-0.58
-0.58
-0.58
-0.59
-0.59
-0.60 124
-0.60 118
-0.60
-0.61 114
-0.61
-0.61
-0.62
-0.62 112
-0.62 106
-0.63 104
-0.63 102
-0.63 095
-0.64 094
-0.64 091
-0.64
-0.65
-0.65
-0.65 087
-0.66
-0.66 084
-0.66 078
-0.67
-0.67
-0.67
-0.68
-0.68
-0.68
-0.69
-0.69
-0.69 074
-0.70 070
-0.70
-0.71 064
-0.71
-0.71
-0.72
-0.72 062
-0.72 057
-0.73 054
-0.73 053
-0.73
-0.74
-0.74
-0.74
-0.75
-0.75
-0.75
-0.76
-0.76
-0.76
-0.77

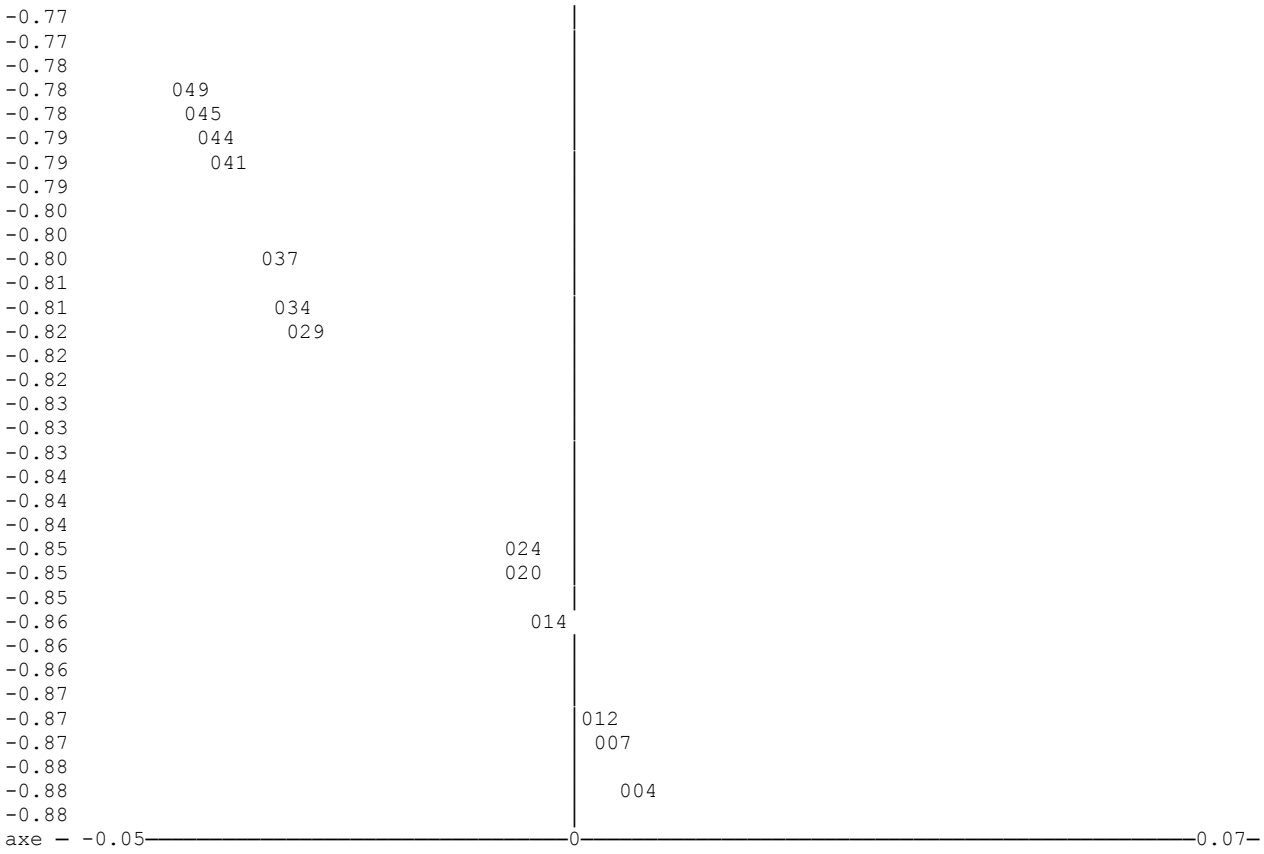


Figure F.1.9. : simulation de l'effet de stries dû au codage ; plan 1,2

Pour conclure sur ce problème des stries de partie entière, il faut noter (voir remarque en 1.2.3.) que ce phénomène nous aurait complètement échappé si nous avions étudié le tableau des écarts à la magnitude admise actuellement ; nous aurions noyé l'information en changeant la nature du codage ; nous aurions eu une vue des données du type de celle que l'on a dans le plan 2,3, où les stries sont invisibles, parce que noyées par la projection. Il est intéressant de noter à ce propos que l'on est là face à un type de données qui s'accorde mal avec l'orthogonalité de la base de vecteurs propres des analyses factorielles ; l'information est en fait oblique par rapport au repère.

1.3.3.
ce qu'il en ressort

1.3.3.1.
Quelques éléments de nature astronomique

Dans cette première partie, intitulée "A priori", nous ne pouvions que rapporter simplement à titre indicatif les éléments suivants, qui ressortent de l'analyse du tableau brut dédoublé constitué avec les données du tableau de Flammarion :

- la plus grosse partie de l'information du tableau (86.1% au sens défini par l'AFC brute du tableau dédoublé) correspond à la stabilité des étoiles,

- il y a des étoiles que l'on peut appeler "atypiques" -c'est-à-dire des étoiles qui s'éloignent, plus que ne l'expliquerait l'effet du codage, du comportement moyen. Elles forment les extrémités des stries des plans 1,2 et 1,3 de l'analyse quantitative brute et s'éloignent du centre de gravité du nuage pour l'analyse qualitative des écarts aux valeurs attendues-. Ce sont les 80 étoiles que nous avons décrites dans les tableaux des axes 2 et 3.

- il n'y a pas de rupture claire entre les étoiles "atypiques" et les autres : on passe de l'une à l'autre de manière continue. On qualifie simplement d'atypiques les étoiles qui sont plus loin de l'axe 1 que ne l'explique l'effet du codage, c'est-à-dire qui ne se situent pas sur leur strie "naturelle".

- il n'y a pas de relation simple entre les caractéristiques de ces étoiles atypiques et les types spectraux ou les classes de luminosité.

- il n'y a pas non plus de relation simple entre les équations personnelles des observateurs et les couleurs des étoiles et d'une manière plus générale, au sens où nous l'avons défini au paragraphe 1.2., il n'y a pas de signatures clairement visibles qui permettraient d'incriminer une ou plusieurs causes (cf tableau T.1.8).

1.3.3.2.
Les enseignements concernant l'organisation de notre travail.

La suite de ce travail s'organise en trois autres parties.

Partie II, intitulée CORPUS

- constitution du corpus réel de données (données photométriques et indicateurs de signatures) et homogénéisation des diverses données

Partie III, intitulée GRADUS

- définition des diverses analyses dans l'espace temporel et
- analyses dans l'espace temporel avec le nouveau corpus,
- interprétation de ces analyses,

Partie IV, intitulée IN FINE

- conclusion sur les résultats obtenus,
- définition des analyses complémentaires à mener, en particulier dans l'espace des fréquences.

Dans le cas où l'on ne verrait pas apparaître clairement de conclusion positive (c'est-à-dire permettant d'affirmer qu'il y a eu des variations séculaires), le plus délicat serait de déterminer si il s'agit d'une absence de possiblité de conclusion et ce qui est du résultat négatif (conclusion négative quant à l'hypothèse de variation par exemple).

DEUXIEME PARTIE
CORPUS :

SOURCES,
DONNEES
et FIABILITES

Chapitre 2.1.
Stratégie générale de constitution d'un corpus photométrique issu des diverses estimations d'éclat

2.1.1.
Corpus de données photométriques et corpus d'indices de signatures

Comme nous l'avons vu dans la première partie (intitulée "A PRIORI") de ce texte, "contribuer à l'étude des estimations historiques des éclats" ne peut se faire de manière profitable que si nous dépassons la simple description des écarts entre les diverses estimations historiques d'éclats d'étoiles brillantes.

Notre but principal consiste à chercher à mettre en évidence d'éventuelles "signatures" témoignant de l'effet de telle ou telle "cause" potentielle (au sens où ces notions ont été présentées en 1.1.3. et 1.1.4.).

Il en découle que le corpus de données que nous devons étudier doit permettre de remonter à ces "signatures" des causes. Nous ne pouvons donc pas nous contenter d'étudier un tableau d'estimations (nous employons indifféremment le terme "estimation" ou "mesure", compte tenu de l'évolution historique progressive d'un concept à l'autre pour les auteurs à partir desquels nous travaillons) d'éclat des étoiles à différentes périodes, mais nous devons étudier simultanément un ensemble d'indicateurs révélateurs éventuels de ces "signatures des causes".

Notre corpus de données est donc un tableau double regroupant :

- des estimations/mesures d'éclat,

- des indicateurs pouvant révéler des signatures de causes

  - soit liés à la fiabilité même des estimations et des catalogues, comme

    - fiabilité de l'identification de l'étoile,
    - fiabilité de la transcription de la magnitude notée,
    - risque de préjugés (dus à la description) sur l'éclat,

    (il existe une batterie de tels indicateurs liée à chaque catalogue d'estimations)

  - soit liés à d'autres causes (causes intrinsèques à l'astre ou perturbation de la chaîne astre-observateur), comme

    - caractéristiques physiques de l'astre,

- caractéristiques observationnelles (hauteur, duplicité, variabilité à courte période par exemple).

La constitution du corpus de données nécessite donc

- de décider des catalogues à prendre en compte
- de décider de la batterie d'indices de fiabilité à mettre en place par catalogue,
- de décider des autres indices.

Cela signifie en particulier que nous ne pouvons nous contenter de reprendre le tableau de données publié par Camille Flammarion, qui ne comprend aucun élément susceptible de nous permettre de construire les indices de fiabilité, mais que nous devons au contraire établir un nouveau tableau, à partir des observations originelles.

2.1.2. Catalogues de catalogues photométriques et sources

2.1.2.1. Les sources

Le premier problème est de trouver des catalogues de catalogues d'étoiles les plus exhaustifs possibles, afin d'avoir une base pour sélectionner les catalogues susceptibles de nous intéresser.

Nous avons utilisé comme outils d'entrée sur ce problème les principaux travaux déjà publiés sur ce sujet, soit par des astronomes qui se posaient eux-mêmes la question des variations séculaires (voir partie 1.1), soit dans une perspective de compilation plus large. Pour les périodes anciennes ou modernes, il s'agit de :

- Edward B. Knobel,
avec sa publication The Chronology of Stars Catalogues[25] recensant en 1877 près de 530 catalogues de l'époque d'Eudoxe à 1875 ; il n'a pas effectué un travail centré spécifiquement sur les problèmes de magnitude, mais il est le seul à avoir construit un panorama exhaustif, comparable à celui sur les catalogues astrométriques récents (>1800) de E. Eichorn, dans Astronomy of Star Positions[26] en 1974).

- Camille Flammarion,
dans Les étoiles et les curiosités du ciel[27] en 1882, dont nous avons déjà longuement parlé dans la partie 1 ;

- Edward Pickering,

[25] Knobel, Edward. B., Esq. The Chronology of Star Catalogues in <Memoirs of the RAS, vol XLIII>. Royal Astronomical Society, 1877.
[26] Eichorn, E. Astronomy of Star Positions. New York : Frederick Ungar Publishing Company, 1974.
[27] Flammarion, Camille. Les étoiles et les curiosités du ciel. Paris : Marpon et Flammarion, 1882. [réimpr, Pecker J.C. : Paris : Flammarion, 1981].

dans les Harvard Annals qui témoignent de la mise en place de la Harvard Photometry[28], puis de la Revised Harvard Photometry en 1908,

- Ernst Zinner,
dans Helligkeitsverzeichnis von 2373 Sternen bis zur Grösse 5.50[29] en 1926,

- Knut Lundmark-Lund,
dans son chapitre Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the stars, du Handbuch der Astrophysik[30] en 1930,

De nombreux autres auteurs ont publié des travaux connexes à ce sujet, en travaillant sur la cartographie céleste. Il s'agit en particulier de George Lovi, dans son introduction au Atlas Tirion[31], de Deborah J. Warner, dans The Sky Explored[32], de Basil Brown, dans Astronomical Atlases, Maps and Charts[33] ; d'autres références sur ce type de publications sont données dans la bibliographie placée en annexe,

En ce qui concerne la période contemporaine, nous avons travaillé à partir des sources d'information suivantes :

- les documents (sur divers supports : textes avec le Bulletin d'Information du CDS, base de données actualisée SIMBAD[34]), du Centre de Données Stellaires et les tableaux récapitulatifs de Carlos Jaschek, publiés dans Standard Values and Information in Data Banks, in Calibration of Fundamental stellar Quantities[35], 1985 (en particulier page 334) et dans "Data in Astronmy"[36],

- pour la période post-1953, c'est-à-dire postérieure à la définition par Morgan et Johnson du standard photométrique UBV, les travaux de l'école de Genève, et en particulier, ceux de J.C. Mermilliod, pour l'établissement de la photométrie de Genève et de la compilation des mesures et catalogues UBV and closely related systems[37], avec le fichier References qui accompagne le catalogue de mesures,

---

[28] Pickering, Edward C. <Harvard Annals> vol XV , 1885
[29] Zinner, Ernst Helligkeitsverzeichnis von 2373 Sternen bis zur Grösse 5.50. Bamberg (RFA) : C.C. Buchners Verlag, 1926
[30] Lundmark-Lund, Knut. Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the Stars, in Handbuch der Astrophysik [chap. 4]. Berlin : Verlag von Julius Spinger, 1930.
[31] Lovi, George. Uranography Yesterday and Today in Atlas Tirion. Cambridge (Mass.) : Cambridge Univ. Press & Sky Pub. Co, 1980
[32] Warner, Deborah J. The Sky Explored. New York : Allen R. Liss Inc, and Amsterdam : Theatrum Orbis Terrarum, 1979
[33] Brown, Basil. Astronomical Atlases, Maps and Charts. London : Search Publishing Company, 1932 [réimpression : London, Dawsons of Pall Mall, 1968]
[34] Centre de Données Stellaires. Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data. Strasbourg, <à partir de juin 90, hôte informatique : Observatoire de Strasbourg>, mise à jour permanente
[35] Jaschek, Carlos. Standard Values and Information in Data Banks, in Calibration of Fundamental stellar Quantities. Union Astronomique Internationale, 1985. [voir p334]
[36] Jaschek, Carlos. Data in Astronomy. Cambridge (Mass) : Cambridge University Press, 1989
[37] Mermilliod, Jean Claude, UBV Catalogue 86. A&A Suppl Series, n°71, 1987

publié en 1987, diffusé sur CD-Rom par l'Astronomical Data Center de la NASA[38].

- Landolt & Bornstein,
in 5.2.6.1.0, Helligkeits Katalogue[39], qui donne une liste (p328) de 10 catalogues allant de 1907 (Müller and Kempf, Postdam) à 1962 (Woroschilow, Moscou)

- E. Eichorn[40], déjà cité, mais dont le catalogue porte sur les catalogues astrométriques récents (>1800), dans Astronomy of Star Positions,.

Il est important de noter que nous n'avons travaillé que sur des catalogues de catalogues déjà existants. Nous avons cependant essayé d'agrandir l'horizon des catalogues sur lesquels travailler dans une triple direction :

- géographique,

mais, compte-tenu de nos contraintes de délai, nous n'avons rien trouvé de suffisamment exhaustif comme source de magnitude dans les cultures non-occidentales (pas d'éléments exploitables quantitativement sur suffisamment d'étoiles, ni en Amérique, ni en Extrême-Orient, ni en Inde, ni en Afrique noire) ;

- historique,

là non plus, nous n'avons pas trouvé de travaux permettant d'utiliser les gravures rupestres, ou même plus près de nous, les tablettes babyloniennes,

- morphologique,

nous avons finalement choisi d'éliminer les sources qui ne donnaient qu'une représentation graphique des magnitudes (cartes, photos non mesurées, gravures, bas reliefs en particulier), pensant que nous risquions d'introduire beaucoup de bruit dans nos données et sans doute d'y perdre énormément de temps.

Ces trois remarques suggèrent qu'il y a sans doute une étude à mettre en place, plus proche que la nôtre de l'archéoastronomie, pour étudier des variations sur de beaucoup plus longues périodes (variations au minimum millénaires), où d'ailleurs, des phénomènes que nous avons négligés dans ce travail deviendraient très importants (mouvements propres par exemple) ; la bonne question est de se demander si cet autre travail pourra faire progresser celui-ci de manière significative, auquel cas, il y a aurait tout intérêt à le mener de concert.

[38] Mermilliod Jean Claude, UBV Catalogue 86, in CDROM CAT_001 Selected Astronomical Catalogues. Greenbelt, Maryland : NASA Astronomical Data Center, 1989.
[39] Landolt & Bornstein, in 5.2.6.1.0, Helligkeits Katalogue [voir en particulier p328]
[40] op. cit. de Eichorn, E.

2.1.2.2.Critères de sélection des catalogues

Une fois listées ces sources de catalogues, il nous faut nous mettre d'accord sur des critères de sélection des catalogues qui ont un intérêt pour notre travail d'étude de variations séculaires. En théorie, à partir des premières réflexions méthodologiques menées dans la première partie de ce travail, les deux premiers de ces critères de sélection de catalogues sont assez simples :

1. Le sujet lui-même (étude temporelle) impose des catalogues dont les mesures sont datables ;
2. Les méthodes d'analyse des données nécessitent (au moins pour les analyses temporelles classiques) des catalogues exhaustifs (ou quasiment) sur la population étudiée, ce qui rajoute au point précédent "et homogènes en date".

Ensuite, restent à préciser nos exigences en termes de résolutions :

- résolution en magnitude :

Nous avons considéré qu'il n'était pas admissible de prendre en compte des sources qui ne distinguaient pas (dans leurs intentions tout au moins) la magnitude à l'unité près. Le fondement de ce choix est qu'il est quasiment sûr que nous cherchons des phénomènes d'amplitude inférieure à 3 magnitudes. On reconnaît aujourd'hui bien aisément le ciel de Ptolémée ; les choses n'ont pas changé tant que cela. Par ailleurs, il n'est pas tellement envisageable d'être plus exigeant, sauf à ne plus conserver un seul catalogue avant Argelander ou Flammarion.

- résolution temporelle :

La borne inférieure de l'homogénéite en date est fixée par les types de périodes sur lesquelles les variations nous intéressent. En toute rigueur, suite à la discussion de la partie 1, on devrait dire que c'est à partir de la dizaine d'années que l'on ne connait plus de variables. et que donc, on cherche déjà à mettre en évidence des phénomène de cet ordre de temps propre. Malheureusement, la plupart des catalogues qui englobent tout le ciel sont, soit des compilations sur des périodes de mesure beaucoup plus larges, soit des travaux dont les dates sont beaucoup plus floues. Cela signifie que l'on risque de devoir éliminer une grande partie d'information si l'on est trop exigeant dans ce domaine. En fait, nous avons pris en compte tous les catalogues qui ne s'étendaient pas au delà de 50 ans de compilation. Pour ce qui est du flou de la date, nous n'avons pas trouvé de solution élégante pour le traiter. Par exemple, le problème de savoir comment dater le catalogue attribué à Ptolémée est loin d'être résolu, avec une marge de 200 ans. Nous avons donc pris le parti de prendre en compte ces catalogues avec une date présumée (nous verrons les sources et les dates choisies au cas par cas).

et (pour mémoire)

- résolution angulaire.

Il y a des exigences de résolution angulaire ; le travail présenté dans cette seconde partie fera ressortir l'importance du problème des étoiles doubles, et des amalgames d'étoiles proches. Pour être utilisable, un catalogue devrait nous permettre de savoir précisément à quel astre (ou groupe d'astres) correspond chaque mesure. Cela signifie que l'on devrait pouvoir connaître sa limite de résolution (cf 2.6.3.). Dans la réalité, l'expérience montre que la situation est beaucoup plus complexe. Nous n'avons pas introduit d'exigence dans ce domaine, nous contentant de dire que la résolution de l'oeil humain nu nous suffisait, mais le problème doit être mentionné pour mémoire

Enfin, restent les problèmes d'exhaustivité.

Pour définir notre critère d'exhaustivité, la base a été de rester cohérent avec la dimension du problème imposé par les catalogues anciens (environ 1000 des plus brillantes étoiles pour tous les catalogues jusqu'à Hévélius). Cela nous a conduit à éliminer :

- les catalogues de sous zones :
(écliptiques, polaire ou selected aeras par exemple)

- les catalogues "échantillonnés"
(étoiles standard par exemple)

- les catalogues d'effectifs insuffisants
(nous avons fixé la limite aux alentours de 800 étoiles.)

En ce qui concerne les zones géographiques, nous avons fait une exception pour les catalogues non australs : nous avons admis que nous n'obtiendrions pas l'exhaustivité sur toutes les étoiles brillantes du ciel (en fait, il y a des jeux de catalogues différents pour austral et boréal, et le jeu boréal pour des raisons historiques évidentes, déborde plus sur l'autre hémisphère que le jeu austral. Nous n'avons traité que le jeu boréal. La même question que celle que nous avions posée plus haut pour l'extension historique ou géographique de cette étude se pose aussi pour cette extension uranographique possible.) Nous avons donc admis des catalogues qui sont à prédominance boréale ; le cas limite est le cas de la Bonner Durchmusterrung[41] qui ne descend pas en dessous de la déclinaison -2°.

2.1.2.3.Un regroupement des catalogues en trois séries pour des raisons techniques

Nous avons distingué dans la suite trois séries parmi les différents types de catalogues d'étoiles, qui correspondent à trois types d'accès à l'information pour la constitution de notre corpus.

Ce découpage est fondé sur un choix technique correspondant aux problèmes posés pour la constitution du corpus. Nous savons qu'il ne correspond pas à un découpage épistémologique. contrairement aux découpages cités par G. Lovi dans son introduction de l'Atlas Tirion[42] qui, eux, tentent de rendre compte de l'évolution des idées et des concepts.

la première série : les ANCIENS

Cette première série regroupe les catalogues dont les problèmes majoritaires sont ceux d'identification des étoiles. Elles sont repérées par des descriptions littéraires et par des positions écliptiques et non pas selon une numérotation systématique qui s'est imposée jusqu'à nos jours. (On peut d'ailleurs remarquer

[41] Argelander, Friedrich W.A. Bonner Sterverzeichniss, erste bis dritte Sektion. Bonn : Astronomischen Beobarchtungen auf der Sternwarte des Königlichen Rhein, Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn. 1859-1862 [publiée en 3 sections : erste Sektion, 1859 ; zweiter Sektion, 1861 ; dritte Sektion, 1862]

[42] Lovi, George. Uranography Yesterday and Today in Atlas Tirion. Cambridge (Mass.) : Cambridge Univ. Press & Sky Pub. Co, 1980

en toute rigueur, que la numérotation de Ptolémée ou d'Hipparque s'était presque imposée pendant plus d'une quinzaine de siècles)

Les Anciens sont donc ceux qui n'utilisent ni les lettres grecques de Bayer, ni la numérotation par les numéros de Flamsteed. (comme nous ne considérons pas le catalogue de Picolomini De le stelle fisse in Della sfera del mondo[43] **XXXX**(1540) comme un catalogue photométrique, puisqu'il ne contient de magnitudes que sur les cartes, nous n'avons pas de problème avec son système de désignation par des lettres latines qui est souvent considéré comme le premier système de désignation "moderne").

Il s'agit principalement :

- de Ptolémée et de sa filiation directe, c'est-à-dire :

  Ptolémée lui-même,
  Abd Al Rahman Al Sufi,
  Ulugh Beigh,
  les Tables Alphonsines,

- de Tycho Brahé,

- du Landgrave de Hesse,

- de Hévélius (qui bien que postérieur à Bayer, n'utilise pas son système d'identification),

(les références bibliographiques des catalogues mentionnés sont données dans les paragraphes consacrés à chacun d'entre eux dans la suite de cette partie) :

La deuxième série : les MODERNES

Cette deuxième série correspond aux catalogues non informatisés, mais qui utilisent les désignations modernes, c'est-à-dire celles de Bayer ou de Flamsteed.

Bayer, avec son "Uranometria" (1603), qui d'ailleurs n'est pas à proprement parler un catalogue photométrique (voir par exemple l'analyse de ce problème par Joseph Ashbrook, dans The Astronomical Scrapebook[44]) est au sens de notre définition le premier "moderne".

Les modernes s'étendent jusqu'à Flammarion, qui, avec Les étoiles et les curiosités du ciel est le dernier de cette série. E.C. Pickering avec la Harvard Photometry, puis la Revised Harvard Photometry (RHP) démarre au contraire la série contemporaine. Il faut noter qu'il y a un chevauchement temporel entre nos "modernes" et nos "contemporains", puisque nous avons mis la Bonner Durchmusterrung dans les contemporains (il en existe une version sur bande informatique) alors qu'elle est antérieure en date d'observation à Camille Flammarion.

Les Modernes sont donc principalement :

---

[43] Piccolomini, Alessandro. De le stelle fisse in Della sfera del mondo. Venedig : 1540.
[44] Ashbrook,Joseph. Johann Bayer and his Star Nomenclature in The Astronomical Scrapebook. Cambridge (Mass) : Sky Publishing Co, 1984.

- Bayer,
- Flamsteed,
- Sir William Herschell,
- Piazzi,
- Bradley,
- Argelander,
- Heis,
- Camille Flammarion,

La troisième série : les CONTEMPORAINS

Cette troisième série correspond aux catalogues dont les données sont directement disponibles sur des supports informatiques et où les principaux problèmes sont d'une part le controle de l'automatisme des traitements et d'autre part le récolement des nombreux systèmes photométriques. Pour les données photométriques assimilables à des observations avec une sensibilité spectrale proche de celle de l'oeil (donc en éliminant les magnitudes photographiques), il s'agit principalement de :

- la Bonner Durchmusterrung,
- la Revised Harvard Photometry
- le catalogue de compilation UBV 86 de Mermilliod

Nous avons explicité plus haut (2.1.2.2.) les principes des cahiers des charges permettant de sélectionner les catalogues à retenir. Nous verrons par la suite (anciens : 2.3. ; modernes : 2.4. ; contemporains : 2.5.) les catalogues que nous avons décidé d'utiliser. A cette occasion, nous préciserons les références exactes de chacune de ces oeuvres.

2.1.3. Les familles d'indices de fiabilité liés aux catalogues

2.1.3.1. Spécificité des indices de fiabilité

Comme nous avons eu l'occasion de le signaler plus haut, chaque catalogue a ses caractéristiques propres en terme de "causes potentielles" de variations des magnitudes (au sens du paragraphe 1.1.3). Il en découle que la batterie d'indices à mettre en place dépendra du catalogue concerné, et ce, doublement:

- d'une part parce que les "causes" peuvent être spécifiques à chaque catalogue (à cause des différences de type de descriptions des étoiles, ou à cause des différences de précisions sur le ciel des positions, par exemple),

- et d'autre part parce que la qualité des données disponibles (nombre de manuscrits, par exemple) permet plus ou moins d'estimer la fiabilité des estimations d'éclat.

Pour chacune des trois séries de catalogues dont nous avons parlé plus haut (2.1.2.), le problème des indices de fiabilité se pose différemment, parce que les techniques d'écriture/communication et de copie d'une part et les techniques et concepts d'observations d'autre part sont très divers.

2.1.3.2. Les indices de fiabilité liés aux "catalogues anciens"

Pour les "catalogues anciens", nous avons mis en place les grands types d'indices de fiabilité suivants (X désigne le catalogue en cause : P : Ptolémée, T : Tycho Brahé, H : Hévélius) :

X_II : indice de non-fiabilité d'identification
X_IT : indice de pré-jugé d'éclat (biais de fixité)
X_IP : indice de non-fiabilité photométrique
X_IM : indice de désaccord des sources sur la magnitude

Nous verrons par la suite (dans le chapitre 2.2.), catalogue par catalogue, les diverses modalités prises par ces indices de fiabilité. En règle générale, ils prennent des valeurs de 0 (fiabilité totale) à 3 ou 4 (grande incertitude) avec la possibilité de la valeur 9 (non-fiabilité obligeant à éliminer l'étoile ou la mesure)

2.1.3.3. Les indices de fiabilité liés aux "catalogues modernes"

Pour les catalogues modernes, le problème d'identification est moins délicat que pour les catalogues anciens, sauf en ce qui concerne le problème des composantes d'étoiles multiples et les problèmes d'intégration ou non de ces composantes. Voici la liste des indices qui s'appliquent en général aux catalogues modernes :

X_IM : indice de désaccord des sources sur la magnitude
X_ID : indice de problème d'identification dus à la duplicité

Dans le chapitre 2.4., nous détaillerons, catalogue par catalogue, la définition de ces indices et les valeurs des modalités qu'ils peuvent prendre.

Il y a aussi, comme nous le verrons dans la suite des indices de non-fiabilité du récolement des catalogues entre eux, qui déterminent les étoiles dont l'identification d'un catalogue dans l'autre n'est pas sûre, par exemple à cause d'un changement de nom, ou d'une modification morphologique d'une constellation.

2.1.3.4. Les indices de fiabilité liés aux "catalogues contemporains"

Pour les catalogues contemporains, l'éternel problème des doubles se pose toujours, et amène donc, aussi pour les catalogues de cette période à la création d'un indice. Nous disposons par ailleurs d'informations complémentaires sur la variabilité de certaines étoiles ou sur le fait que certaines autres en

sont suspectées. A priori, compte tenu du caractère compilatoire de beaucoup de catalogues contemporains, peut-être faudra-t-il intégrer des indices d'imprécision de la datation de la mesure. De même, l'usage de récepteurs électroniques à la place de l'oeil, pourrait suggérer la mise en place d'indices liés au domaine de sensibilité spectrale (fiabilité de l'assimilation à celle de l'oeil)

2.1.4.
les autres types d'indices de causes

A la fin de cette partie 2. consacrée au CORPUS, nous définirons quels sont les autres indices de causes de variation d'éclat que nous devons mettre en place. Cette discussion sera menée dans le chapitre 2.7.3.

Chapitre 2.2
Les problèmes généraux des catalogues photométriques "anciens"

2.2.1.
Quelques éléments historiques autour du choix de la sélection des sous-catalogues "anciens"

Nous avons identifié trois familles de sous-catalogues anciens, comme nous l'avons déjà signalé plus haut :

- PTOLEMEE et sa filiation directe,
- TYCHO BRAHE
- HEVELIUS

Toute une série de problèmes communs à ces trois catalogues se pose ; nous les avons déjà esquissés en parlant des indices de fiabilité. Ils concernent en particulier :

- les méthodes d'identification,
- le biais de fixité,
- les problèmes de désaccord des copies,
- les problèmes de duplicité (observation à l'oeil nu)

2.2.2.
L'identification des étoiles

Il y a plusieurs stratégies d'identification des étoiles pour les catalogues anciens :

- reprendre des identifications publiées dans des éditions critiques des catalogues,

- identifier à partir de la mesure de position donnée dans le catalogue (le cas échéant),

Notre principe dans cette partie est de déterminer la fiabilité des identifications. Pour ce faire, nous avons besoin d'au moins deux identifications indépendantes, pour en regarder la cohérence. Pour Ptolémée, il existe plus de deux sources d'identification indépendantes ; nous avons alors simplement comparé ses sources. Pour d'autres, comme Tycho Brahé et Hévélius, le problème est moins simple. Nous avons alors employé la stratégie de l'identification par les coordonnées. Pour ce faire, nous avons mis en place un programme (intitulé SUNIV1) qui effectue

- le changement de coordonnées
(coordonnées écliptiques en coordonnées équatoriales),

- le calcul de précession d'équinoxe,
- l'identification de la plus proche étoile actuelle
(à partir d'une base de 3000 étoiles),

Il est à noter que l'utilisation de SUNIV1 permet de publier des histogrammes éclairants sur la détermination de la précision des mesures de positions des observateurs (on peut en effet sortir l'histogramme des écarts e=abs(O-C) (Valeur Observée par l'observateur en son époque moins valeur Calculée depuis la position moderne).

Il faut préciser aussi que pour des raisons de rapidité d'exécution, SUNIV1 ne compare qu'à partir d'une base de 3000 étoiles environ, ce qui nous a amené à diviser le Bright Star Catalogue[45] (adopté comme référence comtemporaine d'identification) en trois sous-catalogues, notés respectivement

(%) : pour les étoiles les plus brillantes m<5.65
(%%) : pour les étoiles entre 5.65 et 6.21
(%%%) : pour les étoiles les plus faibles.

Le tableau T.2.2.1 donne typiquement les valeurs prises par un indice de non-fiabilité d'identification.

Modalité	Occurrence
x_ii=0	aucun risque d'erreur d'identification (double identification)
x_ii=1	une seule identification (bonne : e<0.15°)
x_ii=2	une seule identification douteuse e=0.15 à 0.99°
x_ii=9	étoile non identifiée

Tableau T.2.2.1. modalités standard de l'indice de non-fiabilité de l'identification

2.2.3. Le biais de fixité :

Comme nous l'avons déjà signalé dans la première partie de ce document, le repérage par un texte "littéraire" de description de l'étoile dans son environnement peut entraîner des préjugés sur la valeur de son éclat. Une étoile désignée par exemple par "lucida", "fulgens" ou "clara" est a priori plus brillante qu'une autre désignée par "parvula" ou "obscura". Il y a fort à parier que la description originelle de l'étoile a amené les observateurs à avoir des préjugés sur l'éclat qu'ils s'apprêtaient à estimer. Ce phénomène s'accompagne du fait qu'il y a risque (pour la ré-identification de l'étoile) à modifier le texte descriptif inspiré, si ce n'est fidèlement traduit, des Anciens.

Cet effet biaise donc les estimations, favorisant ainsi l'observation de la "fixité" de l'éclat des astres.

[45] Hoffleit, Doris (with the collaboration of Jaschek, C.). The Bright Star Catalogue, [4th revised edition]. New Haven : Yale University Observatory, 1982.

Il faut signaler que Ptolémée, Abd Al Rahman Al Sufi ou Ulugh Beigh ne sont pas les seuls à introduire un biais de fixité. Toomer lui-même utilise à plusieurs reprises la magnitude des étoiles comme outil d'identification. Il dira ainsi dans son édition du Ptolémée[46], à propos des identifications (selon Manitius et Peters et Knobel) de Pt17 et Pt20 Cetus : "they seem highly dubious, particularly because of the errors in the relative magnitude".

Il est en fait rigoureusement impossible de se libérer complètement du biais de fixité, lors de l'identification des étoiles des anciens ; même nos programmes d'identification, comme SUNIV1 (que nous venons de présenter) fonctionnent avec une base restreinte (en magnitude) d'étoiles. La seule stratégie rigoureuse pour avancer face à ce problème est de se définir une gamme dans laquelle on admet que l'éclat peut varier, et dans laquelle on tolère que les étoiles puissent être identifiées, en s'interdisant de s'étonner. En toute rigueur, il faudrait tolérer une bande d'amplitude possible d'au moins 2 à 3 magnitudes ; il faut noter que pour les étoiles de magnitude 6, nous ne cherchons pas l'identification si loin avec SUNIV1 !! Il y aurait trop d'étoiles plausibles.

Le tableau T.2.2.2. donne typiquement les valeurs prises par un indice de pré-jugé d'éclat (correspondant à la signature de ce biais de fixité), qui signale des informations présentes dans le texte de la description de l'étoile :

Modalité	Occurrence
x_it=0	aucune référence à l'éclat dans le texte
x_it=1	présence de mention de l'éclat absolu par exemple "brillante"
x_it=2	présence de mention de l'éclat relatif par exemple "plus faible"
x_it=9	étoile mentionnée "inexistante"

Tableau T.2.2.2. modalités standard de l'indice de biais de fixité

2.2.4. Les problèmes de désaccord des sources ou des copies

Il y a deux types de problèmes de copie des valeurs de magnitude.

2.2.4.1. les erreurs des copistes

D'abord un problème de "copiste" : il s'agit de savoir si la mesure effectuée par l'observateur a été fidèlement reproduite au cours des âges.

Si l'on travaille sur plusieurs copies d'un même catalogue, il peut y avoir désaccord des valeurs publiées, non seulement sur les positions, ce qui doit se traduire dans les indices ii, mais aussi sur les valeurs de magnitudes.

[46] Toomer, G.J. Ptolemy's Almagest. London, Duckworth Classical Med. Edition, 1984.

Le tableau T.2.2.3. donne à titre d'exemple des modalités prises par un indice de désaccord de magnitude.

Modalité	Occurrence
x_im=0	pas de problème sur la valeur de la magnitude,
x_im=1	note sur la magnitude à l'intérieur d'une édition,
x_im=2	désaccord de magnitude entre deux éditions modernes
x_im=9	pas de valeur de magnitude

Tableau T.2.2.3. : modalités standard de l'indice de désaccord de magnitude

2.2.4.2. Les emprunts

Le deuxième problème est celui de l'"emprunt". Comment trouver une signature des risques de copie servile des astronomes les uns sur les autres ?. Il faudrait par exemple trouver un élément révélateur du fait qu'ils n'ont pas observé. Le débat sur Ptolémée (cf 2.3.1.) montre qu'il est bien difficile de trouver des preuves pour un catalogue entier. C'est encore moins évident étoile par étoile.

Le lecteur courageux partagera sans doute notre point de vue lorsqu'il découvrira dans la suite que Ptolémée (étoile Pt 805) attribue la première grandeur à la dernière étoile du céleste fleuve Eridan ; il y a bien à l'extrémité de son morbide cours une étoile de première grandeur : Achenar. Oh, juste un détail ! Elle est beaucoup trop australe pour être vue d'Alexandrie ; de plus elle est loin de la position mesurée (bien-sûr : Ptolémée n'allait pas publier une mesure sous l'horizon). Teta Eridani, l'étoile actuelle la plus proche de cette position n'est que de grandeur 4. Qu'en déduire ? Qu'il lui avait été rapporté qu'Achenar existait ?

A notre avis, il faut surtout en déduire qu'il semble bien délicat de traiter ce problème des emprunts, surtout s'il ne se limite pas aux catalogues exhaustifs des astronomes, mais s'étend aux ouï-dire ... Faute de solution satisfaisante, nous n'avons pas introduit d'indice de risque de copie.

2.2.5. les problèmes de duplicité

Nous avons eu l'occasion de dire quelques mots à propos du problème des étoiles doubles (paragraphe 2.1.2.2.). Contrairement à ce que l'on pourrait croire, ce problème est un des problèmes les plus cruciaux de ce travail de récolement des catalogues entre eux. Cette situation a une double origine :

- d'une part, on ne sait que rarement si les mesures qui sont données correspondent à un paquet d'étoiles intégrées ou à une composante séparée. En fait, même si l'oeil est capable de séparer les diverses composantes en cause, il n'est pas évident que l'observateur ait choisi de le faire ;

- d'autre part, les désignations des composantes sont peu fiables ; même si l'on est sûr que la mesure ne porte que sur une seule composante on n'est pas toujours sûr de pouvoir dire de laquelle il s'agit.

Nous reviendrons sur ces problèmes au moment du récolement entre les différentes séries de catalogues (cf en particulier 2.6.3.), afin de nous assurer que nous comparons bien des éléments comparables ; en attendant, nous ne nous intéressons qu'aux aspects du problème lié à un seul catalogue à la fois, et le problème est donc de savoir si l'on sait ou non ce que représente la mesure dans ce catalogue-là (sans se poser le problème de savoir si cela est cohérent avec ce que les autres catalogues donnent).

Ainsi, les perturbations photométriques créées par ce problème d'intégration ou non des étoiles sont prises en compte dans un indice global dit "de non-fiabilité photométrique", dont le tableau T.2.2.4. donne à titre d'exemple des modalités standard.

Modalité	Occurrence
x_ip=0	aucun risque de perturbation photométrique
x_ip=1	zone nébulaire ou étoile double (sépar>0.3°)
x_ip=2	étoile multiple, avec doute sur l'intégration par exemple (0.03°<sép <0.3°)
x_ip=3	novae ou supernovae

Tableau T.2.2.4. modalités standard de l'indice de perturbation photométrique

2.2.6. Les commentaires des catalogues photométriques anciens

Les catalogues photométriques qui suivent sont présentés accompagnés de commentaires qui reprennent en général le plan suivant :

- source des données
- stratégie d'identification
- indices de non-fiabilité définis
- structure du fichier catalogue
- liste récapitulative des notes individuelles.

Les notes individuelles sue les étoiles "à problèmes" et les données des catalogues eux-mêmes sont placées en annexe.

chapitre 2.3. Les données des trois sous-catalogues "anciens"

2.3.1. Ptolémée et sa filiation

2.3.1.1. Source des données

Ce catalogue regroupe les principales séries d'estimations d'éclats d'étoiles qui ont été effectuées sur la base du catalogue de 1028 étoiles publié à la fin de l'Almageste de Ptolémée et attribué par certains auteurs à Hipparque.

Pour établir ce catalogue photométrique, nous avons travaillé à partir des sources suivantes :

- pour ce qui est de la liste de base des étoiles, leurs identifications et les magnitudes de Ptolémée :

1. l'édition critique de Ptolémée de Peters et Knobel[47], publié en 1915, disponible à l'observatoire de Paris, à la cote [3058],

2. l'édition critique du Ptolemy's Almagest, par G. J. Toomer[48], publié en 1984, disponible à l'observatoire de Paris à la cote [6442]

- pour ce qui est de sa filiation directe :

3. le catalogue d' Abd Al Rahman al Sufi, dans l'édition de H.C.F.C. Schjellerup, à Saint Petersbourg en 1874 : Description des étoiles fixes par Abd-Al Rahman-al-Sufi avec notes[49], disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [1176] ; (signalons qu'il existe aussi une édition récente en arabe[50])

4. le catalogue d'Ulugh Beigh, dans l'édition de Edward Ball Knobel, par la Carnegie Institution of Washington, en 1917[51], disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [3058]

---

[47] Peters, Dr and Knobel, Edward B. Ptolemaios Catalogue of Stars, A revision of the Almagest. Washington : The Carnegie Institution of Washigton, 1915

[48] op. cit. de Toomer, G.J.

[49] Schjellerup, H.C.F.C. : Description des étoiles fixes par Abd-Al Rahman-al-Sufi avec notes Saint Petersbourg : ,1874

[50] Abu'l-Husayn'Abdu'r-Rahman As-Sufi. Suwaru'l-Kawâkib, Beirut : Revival of Arabic Culture commitee, 1981. sans doute réimpreesion de l'édition de de 1953 : Hyderabad-Deccan, publié par le Dairatu'l-Ma'arif-il-'Osmania.

[51] Ulugh Beigh [Knobel, Edward Ball, éditeur scientifique] Ulugh Beigh Catalogue of Stars, Carnegie Institution of Washington, 1917.

5. les Tables Alphonsines, dans l'édition de Gauricius, en 1545 à Paris, Divi Alphonsi Romanorum Astronomicae Tabulae[52], disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [20574]

Le propos n'est pas ici de commenter ces divers catalogues. Les seuls points de repères historiques qui nous sont nécessaires sont les suivants :

- Le catalogue d'étoiles placé en chapitre VII de l'Almageste de Ptolémée (dit Catalogue de Ptolémée)est le premier catalogue quantitatif du ciel que nous ayons à notre disposition actuellement. Jean Pierre Brunet et R. Nadal[53] travaillent à la reconstruction des données du catalogue perdu d'Hipparque[54], mais nous n'avons pas de données sur les magnitudes.

- Rappelons que le débat portant sur la question de savoir si Ptolémée a effectué lui-même des observations de positions ou s'il a simplement repris celles d'Hipparque (situées vers l'an 128 avant J.C.) en corrigeant pour un équinoxe situé vers 140 après J.C. d'une précession estimée à 1' par siècle par an n'est pas tranché (voir par exemple Some Puzzles of Ptolemy's Star Catalogue[55]). Signalons à ce sujet le travail de James Evans[56], qui utilise des arguments photométriques pour montrer que la latitude de Rhodes (où Hipparque observait) est trop boréale pour être compatible avec la faible extinction de six étoiles australes données dans le catalogue : un élément contre l'hypothèse Hipparque, qui de plus suggère que les magnitudes elles-mêmes ont été re-mesurées à Alexandrie !

- Soulignons bien, pour comprendre cette dernière remarque, que ce n'est pas parce que les positions ont été mesurées qu'il en va automatiquement de même pour les magnitudes. Beaucoup d'auteurs pensent aujourd'hui qu' Ulugh Beigh ne mesura pas les magnitudes, comme l'affirme Edward B. Knobel, dans son édition du Ulugh Beg's Catalogue of Stars[57] : "*Ulugh Beg did not observe the magnitude of any stars, and those he gives were simply copied from the magnitudes in Sufi's catalogue*" ; il est pourtant admis qu'il re-mesura les positions.

- De nombreux auteurs (voir par exemple[58]) ont analysé les Tables Alphonsines, et en particulier le catalogue d'étoiles qui les accompagne[59]. L'opinion communément admise est que ce catalogue, ajouté aux tables elles-mêmes, est une copie de celui de Ptolémée. Citons E. Poulle[60]: "*We should here note that the star catalogue -be it in Castillian or in Latin- is not a part of the astronomical tables as such (...). Insofar as latitude and magnitude are concerned, (the values) are Ptolemean, but they diverge from Ptolemy into longitude by a constant 17°8'. All this leads us to believe that the adaptor in*

---

[52] [Gauricius, éditeur scientifique]. Divi Alphonsi Romanorum Astronomicae Tabulae. Paris : 1545.
[53] Brunet, Jean Pierre et Nadal, R.. Le commentaire d'Hipparque : I. La shère mobile, in <Archive for History of Exact Sciences, Vol 29, N°3>, 1984.
[54] Brunet, Jean Pierre et Nadal, R. Le commentaire d'Hipparque, II. Position de 78 étoiles, pré-publication n°60, Observatoire du Pic du Midi et de Toulouse, 1988.
[55] Gingerich Owen, Welther Barbara L. Some Puzzles of Ptolemy's Star Catalogue, in <Sky and Telescope> May 1984.
[56] Evans, James. The Ptolemaic Star Catalogue. in <Journal of History of Astronomy>, 1988
[57] op. cit. de Knobel E.
[58] Poulle Emmanuel, The Alphonsine Tables And Alfonso X de Castille in <Journal of History of Astronomy, vol xix>, 1988
[59] Künistch, Paul. The star Catalogue Comenly appened to The Alphonosines Tables in <Journal of History of Astronomy>
[60] op. cit. de Poulle E.

Latin of the King'star catalogue has decided, without having seen the Tables, that he has sufficient information to prove that the différence between Ptolemy's epoch and Alfonso's was a constant 17.8°, and he clearly saw himself as having reconstructed the Alfonsine catalogue by reproducing the Almagest listing, modifying only the longitudes. I have no specific idea as to when this modification took place. The earliest evidence we have that the Alfonsine Star Catalogue was known to exist in Latin, goes back to 1382. ".

Pour conclure sur ces remarques historiques, il faut rappeler notre but dans cette partie CORPUS. Nous avons choisi de constituer un tableau le plus exhaustif possible des estimations historiques de magnitudes. Nous y introduisons donc toutes les séries quasi-exhaustives et homogènes (aux sens définis plus haut en 2.1.2.1.)., au risque qu'elles soient redondantes, où mal datées. C'est au moment de la définition des analyses que nous mènerons dans la partie 3. de ce travail, que nous verrons comment positionner ces séries et si nous devons les placer en éléments supplémentaires (voir 1.2.2.3).

2.3.1.2 stratégie d'identification

Comme le lecteur s'en doute, un des problèmes cruciaux liés à l'utilisation des catalogues anciens est l'identification des étoiles estimés. Dans le cas de Ptolémée et de sa filiation, de nombreux auteurs ont déjà fait ce travail, de manière plus ou moins indépendante. Nous avons choisi de partir de la base des identifications données dans l'édition de G.J. Toomer[61] et celle de Peter et Knobel[62], utilisant aussi le tableau récapitulatif des identifications de Baily, Schjellerup, Peirce et Manitius donné dans Peters et Knobel.

Cela se justifie parce que notre principe de définition d'indice de fiabilité nous impose seulement d'avoir la possibilité de déterminer la fiabilité de l'identification. Dans les cas de Tycho Brahé et d'Hévélius, nous avons choisi de repartir des mesures de positions parce que nous ne disposions pas d'assez d'éléments contradictoires pour déterminer cette fiabilité. Là, grâce au travail de nos prédécesseurs, ce n'est pas le cas.

2.3.1.3. Indices de non-fiabilité définis

Par rapport à la liste générale des indices de non-fiabilité que nous pouvons définir pour les catalogues anciens (cf 2.1.3.2.), pour Ptolémée, nous avons mis en place les indices de fiabilité suivants :

P_II : indice de non-fiabilité d'identification
P_IT : indice de préjugé d'éclat (biais de fixité)
P_IP : indice de non-fiabilité photométrique
P_IM : indice de désaccord des sources sur la magnitude

Nous donnons dans le paragraphe suivant les modalités prises par ces différents indices :

[61] op. cit. de G.J. Toomer
[62] op. cit. de Peters et Knobel

2.3.1.3.1. Indice de non fiabilité d'identification

Le tableau T.2.3.1. donne les valeurs de l'indice de non-fiabilité d'identification pour Ptolémée

Modalité	Occurrence
p_ii=0	pas de risque d'erreur d'identification (accord Peters & Knobel et Toomer)
p_ii=1	simple astérisque dans le Toomer ("some uncertainty about its correctness")
p_ii=2	note détaillée dans le Toomer, citant au moins une source discordante
p_ii=3	"highly or extremly uncertain or dubious" in Toomer.
p_ii=8	étoiles "presque sûrement identifiées" (voir texte)
p_ii=9	si désaccord Toomer Peters et Knobel ou étoile "double emploi"

Tableau : T.2.3.1. modalité de l'indice de non-fiabilité d'identification pour le catalogue de Ptolémée

Nous avons introduit provisoirement (comme une sorte d'intermédiaire de calcul) la valeur p_ii=8 pour 3 étoiles tradionnellement identifiées, mais pour lesquelles nos critères standard sont trop rigoureux.

La mention : étoile "double emploi" du tableau T.2.3.1. fait référence à une des deux occurrences des trois étoiles qui sont citées deux fois (à deux places différentes) dans le Ptolémée.

2.3.1.3.2. Indice de non-fiabilité de la magnitude

Le tableau T.2.3.2. donne les valeurs de notre indice p_im de non-fiabilité de la magnitude.

Modalité	Occurrence
p_im=1	note sur la magnitude dans l'édition de Knobel
p_im=2	astérisque sur la magnitude dans le Toomer,
p_im=3	désaccord (Peters et Knobel)+Toomer avec Schjellerup
p_im=4	désaccord de magnitude (Peters et Knobel) avec Toomer
p_im=9	si p_ii=9

Tableau T.2.3.2. : indice de non-fiabilité de la magnitude pour le catalogue de Ptolémée

2.3.1.3.3. Indice de non-fiabilité photométrique :

En toute rigueur, il est le même pour une même étoile ou un même groupe d'étoiles pour les 3 catalogues anciens, car à étoile identique, il ne dépend que de la résolution angulaire de l'observateur (cf 2.2.3.). Le tableau T.2.3.3. (inspiré du tableau standard T.2.2.3.) donne les valeurs de cet indice.

Modalité	Occurrence
p_ip=0	aucun risque de perturbation photométrique
p_ip=1	zone nébulaire ou étoile double (sépar>0.3°)
p_ip=2	étoile multiple, doute sur l'intégration (0.03°<sép <0.3°)
p_ip=	9 si étoile non identifiée

Tableau T.2.3.3. : modalité de l'indice de non-fiabilité photométrique pour le catalogue de Ptolémée

2.3.1.3.4. indice de pré-jugé d'éclat (biais de fixité) :

Compte-tenu du risque créé par le "biais de fixité" (cf 2.2.3.), nous avons également créé l'indice it, qui signale des informations présentes dans le texte de la description. En toute rigueur, il faut signaler que nous avons introduit dans les modalités possibles pour cet indice, des modalités plus larges que le simple biais de fixité, le généralisant en indice "textuel". Ces modalités sont données dans le tableau T.2.3.4.

Modalité	Occurrence
p_it=1 :	présence de mention de l'éclat absolu, (par exemple "brillante")
p_it=2 :	présence de mention de l'éclat relatif, (par exemple "plus faible")
p_it=3 :	remarque sur une variation ("on ne la voit pas", in Ulugh Beig par exemple)
p_it=5 :	référence collective, comme "groupe nébuleux"
p_it=7 :	étoile inexistante dans Ulugh Beigh
p_it=8 :	description de la position critiquée (par Ulugh Beigh)

Tableau T.2.3.4. : modalité de l'indice textuel pour Ptolémée

Le tableau T.2.3.5. donne à titre indicatif la description des étoiles associées à it>0

Nom Flamsteed	N° Ptol.	Texte de description de l'étoile (édition d'Ulugh Beigh par Knobel)	it
8 UMA	37	l'étoile plus obscure qui la précède (dessous la queue, loin au sud)	2
10 UMA	40	la suivante des trois restantes (du Lynx ?) et obscures	1
5 CRB	111	la brillante de la couronne	1
50 CYG	163	la brillante qui est à la queue	1
7 PER	191	le groupe nébuleux, situé à l'extrémité de la main droite	5
33 PER	197	la brillante qui se trouve au côté droit	1
26 PER	202	la brillante qui est dans la tête d'Al Ghul	1
14 AUR	233	la faible au-dessus du pied gauche	1
53 AQL	288	la brillante qui est entre les épaules	1
13 ARI	375	l'étoile qui est au dessus de la tête (qu'Hipparque place sur museau)	8
39 ARI	377	la plus boréale des 3 restantes qui sont plus obscures	2
35 ARI	378	la mitoyenne de ces 3 (qui sont plus obscures)	2
33 ARI	379	la méridionale de ces 3 (qui sont plus obscures)	2
87 TAU	393	la brillante qui tire sur le rouge dans l'oeil méridional (Aldebaran)	1
112 TAU	400	celle à l'extrémité de la corne boréale, la même qu'au pied droit Aur	7
37 TAU	403	la précédente des 2 petites qui sont dans le cou	1
50 TAU	404	la suivante de ces 2 (petites qui sont dans le cou)	1
0 TAU	412	une extérieure et petite des Pléaides, du coté du Nord	1
44 GEM	443	la brillante qui précède le genou gauche du Geminus antérieur	1
16 GEM	448	la brillante qui suit les 3 étoiles susdites	1
41 CNC	449	celle du milieu de l'amas nébuleux, dans la poitrine, nommée Praesepe	5
15 LEO	494	le coté boréal de l'amas neb. entre queue du Leo et d'Uma nommé ComaB.	5
7 LEO	495	l'accessoire et précédente des 2 accessoires & méridionales de Coma B.	1
9 LIB	529	l'étoile luisante des 2 qui sont à l'extrémité de la serre méridionale	1
27 LIB	531	la luisante des 2 qui sont à l'extrémité de la serre boréale	2
19 LIB	532	la précédente de ces 2 et la plus obscure	2
0 SCO	567	l'étoile nébuleuse qui vient après l'aiguillon	5

32 SGR	577	l'étoile nébuleuse et double qui est sur l'oeil	5
54 SGR	584	l'étoile obscure qui suit ces 3 là	1
25 CAP	617	l'étoile obscure des 2 restantes et précédentes	1
34 AQR	630	la luisante des 2 sur l'épaule droite	1
31 AQR	631	l'étoile obscure qui est au dessous de celle-ci	1
39 ORI	734	la nébuleuse qui est dans la tête d'Ori et se compose de 3 voisines...	5
58 ORI	735	la brillante qui est sur l'épaule droite et qui tire sur le rouge	1
19 ORI	768	la brillante qui est sur le pied gauche commune à l'Eri	1
0 ERI	805	la brillante qui est à la fin de l'Eri	1
9 CMA	818	l'étoile qui est sur la bouche, très brillante, nommée Sirius	1
0 COL	844	la suivante des 2 brillantes au dessous de celle-ci	1
0 COL	845	la précédente de ces 2 (brillantes)	1
10 CMI	848	la brillante du derrière (Procyon)	1
0 Nav	854	la brillante qui est au milieu du petit pavois	1
0 Nav	865	la brillante qui suit celle-ci, dans l'entre-pont	1
0 Nav	882	l'étoile obscure qui la suit	1
0 Nav	883	la brillante qui suit celle-ci, au dessous du pont	1
0 Nav	884	la brillante qui est au Sud de celle-ci, dans la carène	1
0 HYA	904	l'étoile obscure et boréale des 2 contiguës qui sont au côté Sud	2
30 HYA	905	la brillante de ces 2 étoiles	2
0 CEN	952	la brillante qui est au commencement du corps humain	1
0 CEN	953	la suivante des 2 obscures qui sont plus boréales que celle-ci	1
0 CEN	954	la précédente de ces 2 (obscures)	1
0 CEN	964	la suivante des 2. Ptolémée la dit de 3°, mais on ne la voit pas (?)	3
0 LUP	982	la méridionale des 3 à l'extrémité de la queue, mais on ne la voit pas (?)	3
0 CRA	1007	la précédente de ces 2 obscures	1
24 PSA	1011	quae est in ore, est aedem cum principio aquae	7
0 PSA	1023	praecedens de tribus splendidis antecedentibus piscem	7
0 PSA	1024	media ipsarum (tribus splendidis)	7
0 PSA	1025	sequens de tribus (tribus splendidis)	7
0 PSA	1026	praecedens hanc et est obscurata	1

Tableau T.2.3.5. : Description d'étoiles avec P_it>0 dans Ptolemee et sa filiation

2.3.1.4. nombre d'étoiles identifiées

Il y a 1028 étoiles dans le catalogue de Ptolémée (édition de Peters et Knobel). Le tableau T.2.3.6. donne leur répartition selon les valeurs de p_ii.

modalité	nombre d'étoiles concernées
p_ii = 0	: 903 étoiles
p_ii = 1	: 81 étoiles
p_ii = 2	: 4 étoiles
p_ii = 3	: 19 étoiles
p_ii = 8	: 3 étoiles
p_ii = 9	: 18 étoiles

Tableau T.2.3.6. répartition des étoiles selon les modalités de P_ii

2.3.1.5. structure du fichier catalogue de Ptolémée

Le fichier final contient 1028 étoiles numérotées, qui sont présentées dans la structure donnée dans le tableau T.2.3.7.

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
HRC	numéro HRC de l'étoile retenue comme identification	OLV + doubl + BS4	N 5.0
HR	numéro HR de l'étoile retenue comme identification	choix OLV entre SUNIV1 et Baily	N 5.0
EC_DOUBL	si HR est un élément d'une double, écart en degré		N 5.2
BS_NOF	désignation numéro Flamsteed	Bright Star Cat. 4th ed	C 3.0
BS_NOG	désignation lettre grecque de Bayer (n°alphabetique)	Bright Star Cat. 4th ed	C 2.0
BS_NOI	numéro suffixe de la lettre grecque de Bayer	Bright Star Cat. 4th ed	C 2.0
VHR	magnitude V de l'étoile (pure) de numéro HR	BS4	N 6.2
OLV_VCOR	magnitude V corrigée (pour les doubles non séparées)	OLV_cacul_dBase	N 6.2
R_KN	numéro dans la constellation + constellation Ptolémée		C 5.0
KN_NUMERO	numéro de l'étoile dans Ptolemee	OLV	N 4.0

ALPH_NAL	numéro d'ordre dans les Tables Alphonsines (Gauricius)	Tables Alphonsines de Gauricius	N 4.0
KN_ARATOS	texte de description de la position "Aratos"	Catalogue Ptolémée, Peters & Knobel	C70.0
KN_GR	lettre grecque selon Knobel	Catalogue Ptolémée, Peters & Knobel	C 5.0
KN_GREK	lettre grecque de Bayer selon PK	Catalogue Ptolémée, Peters & Knobel	C 2.0
TOOMER_FL	numéro de Flamsteed selon Toomer	Catalogue Ptolémée, Toomer .	N 3.0
TOOMER_LET	lettre latine éventuelle dans le Toomer	Catalogue Ptolémée, Toomer .	C 2.0
TOOMER_HR	numero Hr correspondant à l'identification de Toomer		N 5.0
KN_HR	numero Hr correspondant à l'identification de Knobel		N 5.0
PK_MAGSUFI	magnitude du Sufi, prise dans la catalogue d'Ulugh Beg	Catalogue Ulug Beigh, ed Knobel	N 4.2
KN_MAGPTOL	magnitude Ptolémée selon Peters and Knobel	Catalogue Ptolémée, Peters & Knobel	N 4.2
SCH_MAPTOS	magnitude Ptolémée selon Schjellerup dans son cat. Sufi	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
ALPH_MAGAL	magnitude dans les Tables Alphonsines Gauricius	Tables Alphonsines de Gauricius	N 4.2
SCH_MAGSU2	magnitude du Sufi selon Schjellerup	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
SCH_MAGAR	magnitude d'Argelander selon Schjellerup	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
BS_CONS	constellation moderne de l'étoile	Bright Star Cat. 4th ed	C 3.0
TOOMER_EXT	indicateur "extra" dans Toomer	Catalogue Ptolémée, Toomer	C10.0
OLV_SIGMA	(réservé)		C 1.0
TOOMER	(réservé)	Catalogue Ptolémée, Toomer	C 6.0
TOOMER_MPT	magnitude de Ptolemee selon Toomer		N 3.1
OLV_COMMEN	remarques (ambiguités ou duplicité selon OLV)	OLV	C40.0
TOOMER_CON	Constellation de l'étoile par Ptolémée	Catalogue Ptolémée, Toomer	C 3.0
I_PTY	indice de non-fiabilité du récolement Ptolemee-Tycho	OLV	N 1.0
NUMTYC	(réservé)		C 6.0
RTYBAL	identification (nucon+con_t) dans Tycho Bally	Tycho Catalogue, ed Baily MNRAS	C 5.0
TY_NTYBAL	numéro de l'étoile dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily MNRAS	N 4.0
P_II	indice de non-fiabilité de l'identification	OLV	N 1.0
P_IM	indice de mauvaise transmission de la magnitude	OLV	N 1.0
P_IC	indice d'incohérence de magnitude selon Toomer	OLV	N 1.0
P_IP	indice de non-fiabilité photométrique	OLV	N 1.0
P_IT	indice de pré_jugé d'éclat ("biais de fixité")	OLV	N 1.0
P_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV	OLV	N 4.0
MOTCLE	thème de la note éventuelle	OLV	C10.0

Tableau T.2.3.7.
structure du fichier de données photométriques issu de Ptolémée

Il faut noter que le champ "alph_magal" contient la magnitude donnée dans les tables alphonsines, qui est une valeur entière, augmentée d'une partie fractionnaire égale à 0.01 s'il y a une astérisque sur la magnitude dans les Tables Alphonsines.

2.3.1.6. Les données du catalogue de Ptolémée

Les données photométriques issues du catalogue de Ptolémée sont présentées en annexe A2.CATPT

2.3.1.7. Liste récapitulative des notes individuelles

Le champ P_note_olv renvoie à une éventuelle note sur l'étoile, dont la nature est donnée dans le champ p_motclé. Le tableau T.2.3.8. donne la liste récapitulative des notes complémentaires. Les notes en elles-mêmes sont données dans les annexes A2.NI.

n°HR	étoile	n°PT	problème soulevé dans la note
5763	29HER	147	étoile double_emploi avec N°96
7139	4LYR	152	photométrie : composantes sommées ?
7102	8LYR	156	photométrie : composantes sommées ?
8130	18CYG	176	photométrie : composantes sommées ?
6519	18OPH	251	étoile double_emploi avec N°250
7595	4AQL	289	problème d'identification
669	4ARI	365	photométrie : composantes sommées ?
1015	10ARI	371	photométrie : composantes sommées ?
869	11ARI	372	photométrie : composantes sommées ?
1412	13TAU	392	photométrie : composantes sommées ?

1791	21TAU	400	étoile double_emploi avec N°230
1392	22TAU	401	photométrie : composantes sommées ?
1329	25TAU	404	photométrie : composantes sommées ?
3669	10CNC	458	problème d'identification
4408	21LEO	482	problème d'identification
	13LIB	541	problème d'identification
6262	14SCO	559	problème d'identification
6271	15SCO	560	problème d'identification
7561	17SGR	586	problème d'identification
7362	18SGR	587	photométrie : composantes sommées ?
7936	11CAP	611	inversion
7980	12CAP	612	inversion
8906	37AQR	665	inversion
8939	38AQR	666	inversion
339	31PSC	704	inversion
351	34PSC	707	inversion
754	5CET	716	problème d'identification
718	6CET	717	problème d'identification
1811	16ORI	749	photométrie : composantes sommées ?
897	34ERI	805	éclat ???
2571	6CMA	823	photométrie : composantes sommées ?
0	11ARG	859	problème d'identification
4042	27HYA	920	problème d'identification
5485	10CEN	944	photométrie : composantes sommées ?
5820	16LUP	987	problème d'identification
5883	17LUP	988	problème d'identification
6897	1CRA	998	problème d'identification

Tableau T.2.3.8.
tableau récapitulatif des notes individuelles du fichier Ptolémée

2.3.2.
Tycho Brahé

2.3.2.1. les sources des données de Tycho Brahé

Ce catalogue photométrique a été établi à partir de deux documents sources :

D1.
la réedition de Dreyer de l'Astronomiae Instauratae Progymnasmata, spécifiquement l'Appendix ad observationes anni 1592, stellarum quarundam ascensiones rectae, declinationes, longitudines, latitudines[63] disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [3413],

D2.
l'édition critique de Sir Francis Baily du Tycho Brahé's Catalogue of Stars, reprinted from Kepler's Edition (1628) inserted at the End of the Tabulae

[63] Brahé, Tycho. Appendix ad observationes anni 1592, stellarum quarundam ascensiones rectae, declinationes, longitudines, latitudines in Astronomiae Instauratae Progymnasmata. Francofurti, 1610. [réimpression de Dreyer, in Opera Omnia, 1915]

Rudolphinae[64], dans les Memoirs of the Royal Astronomical Society, 1843, disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [21721.VolXIII]

On peut de plus mentionner pour mémoire :

D3.
l'édition de Blanchard d'une traduction, due à Jean Peyroux, des Tables Rudolphines[65], qui n'est pas commentée et ne présente que des magnitudes sous forme de valeurs entières, contrairement à l'édition de Dreyer,

qu'il ne nous a pas paru nécessaire d'utiliser.

2.3.2.2. Quelques repères historiques

2.3.2.2.1. Les mesures du Landgrave de Hesse

Après avoir reçu la visite de Tycho Brahé, le Landgrave Guillaume IV de Hesse-Kassel (voir, sur sa vie et son oeuvre les travaux de Bruce T. Moran, par exemple[66]). aidé de ses assistants Christopher Rothmann et Jost Bürgi effectua aux alentours de 1580-1600 de nombreuses mesures sur les étoiles, dont les données originelles ne furent que partiellement publiées. Aux dires de nombreux auteurs, ces mesures étaient de très bonne qualité ; H. Eichhorn, dans son chapitre General Discussion of Star Catalogues dans Astronomy of Star Positions[67] affirme même que "Around 1594, the positions of 1004 stars were observed and published by Christoph Rothmann and Wilhelm IV, Landgrave of Hessia. The accuracy of positions in this catalogue corresponds to a rms. error of about 6 minutes".

Nous avons cherché à intégrer les mesures de magnitudes associées à ces mesures de positions dans notre corpus. Trois éditions d'un catalogue du Landgrave de Hesse sont citées par Knobel dans sa Chronology of Star Catalogues[68] :

- dans l'Historia Coelestis de Tycho Brahé[69], vol ii
- dans l'Historia Coelestis de Flamsteed[70], vol III
- dans un manuscrit, cité par Lacaille, dans l'Histoire de l'Académie[71], 1761

[64] Baily, Sir Francis. Tycho Brahé's Catalogue of Stars, reprinted from Kepler's Edition (1628) inserted at the End of the Tabulae Rudolphinae. London, <Memoirs of the Royal Astronomical Society, VolXIII>, 1843
[65] Kepler, Jean. Tables Rudolphines, suivies de l'emploi dans les calculs astrologiques. Traduction française par Peyroux, Jean. Paris : A. Blanchard, 1986.
[66] Moran, Bruce T. Wilhelm IV of Hesse-Kassel : Informal Communication and the Aristocratic Context of Discovery in Scientific Discovery : Case Study, [Nickles, T éditeur scientifique]. D. Reidel Publishing Company, 1980.
[67] op. cit. de Eichorn, E.
[68] op. cit. de Knobel, E.
[69] Brahé, Tycho. Historia Coelestis.
[70] Flamsteed, . Historia Coelestis.
[71] Histoire de l'Academie. Paris : Academie Royale des Sciences, 1761 [voir p. 130].

En citant Knobel,
" *William the 4th, Landgrave of Hesse, was the founder of an observatory, and constructed a catalogue of stars from original observations, of which we possess only a portion. The catalogue known as that of the Langrave of Hesse consists of 368 stars and was published by Flamsteed in the third volume of the "Historia Coelestis", and by Hévélius, in his "Prodomus Astronomiae". But we learn (in "Histoire de l'Academie", 1761, page 130) that during the French occupation of Cassel, the Duke of Laval, at the request of the Abbé de Lacaille, searched the library of the Palace, and made a copy of the manuscript observations of the Landgrave William which were deposed there. Lacaille, in his report on these manuscripts, says that the most of the observations made by William the 4th and his assistants, Christopher Rothmann, Astronomer and Justus Byrgius, Mechanic, were devoted to making an exact catalogue of the Principal Stars visible in his latitude. He succeeded in determining the longitudes, latitudes, and magnitudes of more than 900 stars, all observed directly and by different methods. The manuscripts were found to contain not only this catalogue, but likewise the observations themselves, with the details of his methods and the description of his instruments.*

In the second volume of Tycho Brahe's Historia Coelestis[72]*, we have a catalogue of 1034 stars, constructed from the Hessian observations and reduced to the Epoch 1594. This was made at a period where the Tychonic observations were interrupted (..)"*

Nous avons effectivement trouvé le catalogue sus-décrit, qui a été placé dans l'Historia Coelestis pour remplacer l'année 1593 de Tycho Brahé qui est manquante : "A l'Uranie Brahienne qui se tait pour cette année, nous avons substitué l'[uranie] Hassienne, et les observations que, dans son livre, Schnellius a mentionnées, d'après le travail de Jost Bürgi. (...) On a ajouté ensuite le catalogue des Fixes, qui concerne presque cette année : son prix, je l'espère compensera la disparition des autres observations. (...) A cela [le contenu des colonnes du catalogue de Hesse], on aurait pu ajouter, non sans intérêt, d'autres choses, n'était que nous nous sommes fait comme religion de n'ajouter ni de changer dans cette table des princes aucun chiffre ..." [73].

Nous avons donc analysé les mesures de positions données dans ce catalogue (disponible à la cote [1039] à l'Observatoire de Paris) avec le programme SUNIV1 pour identifier les étoiles en cause. Hélas, quelle que soit la valeur de l'équinoxe choisi pour effectuer la réduction des positions, nous n'avons pas réussi à trouver des identifications crédibles pour les étoiles. L'histogramme des écarts entre les positions observées et les positions réelles des étoiles donne une valeur moyenne de 0.35°, soit près de 10 fois l'écart moyen de Tycho.

La figure F.2.1. donne une idée de ces écarts.

[72] op. cit. des oeuvres de Tycho Brahé
[73] nous devons cette traduction de l'introduction de l'année 1593 de l'Historia Coelestis de Tycho Brahé à Alain Segonds (Observatoire de Paris-Meudon), à qui nous renouvelons ici nos remerciements pour toute l'aide qu'il nous a apportée dans nos recherches sur le catalogue du Landgrave de Hesse.

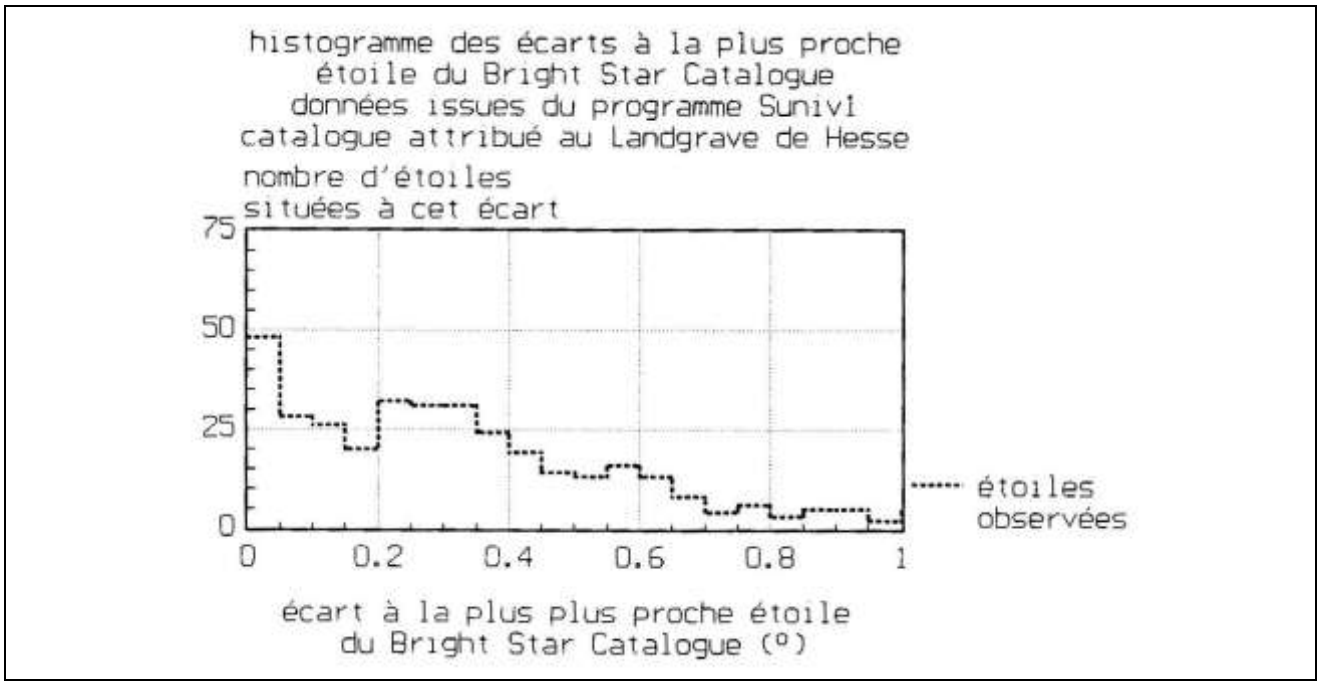


Figure 2.1. : histogramme des écarts entre les positions données dans l'édition du catalogue de Hesse dans Tycho Brahé et les positions des étoiles réelles les plus proches.

Il en résulte que l'on ne peut utiliser les mesures, puisque l'on ne sait pas quelle est l'étoile concernée.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer la très mauvaise qualité des résultats :

- mauvaises réductions de la précession,
- mélanges de plusieurs sources pour établir ce catalogue, ce qui rend impossible la réduction,
- mauvaise qualité des données elles-mêmes.

Faute de temps, nous n'avons pu rentrer plus avant dans cette analyse. Nous avons simplement tenté de séparer plusieurs sous-populations dans les histogrammes de SUNIV1, ce qui n'a pas été très concluant.

Nous nous sommes donc tourné vers les autres sources. Nous avons récupéré les données des magnitudes des 368 étoiles publiées dans l'Historia Coelestis de Flamsteed, à partir de leur identification par Flamsteed lui même, et les avons introduites dans notre catalogue de Tycho Brahé.

Dans le texte de l'Histoire de l'Académie, mentionné par E. Knobel (cf infra), il est clairement indiqué que le Langrave mesura les magnitudes des étoiles et que ces mesures sont dans le manuscrit recopié et déposé à la bibliothèque de l'Académie.: "C'étoit au moyen de tant de travaux qu'il étoit enfin parvenu à déterminer la longitude, la latitude et la grandeur de plus de 900 étoiles, toutes observées immédiatement et par différentes méthodes qui se servoient de confirmation l'une à l'autre. Son manuscrit contient non seulement ce catalogue, mais aussi les observations mêmes, tout le détail de ses méthodes et la description de ses instruments."
Malheureusement, nous n'avons pas encore pu travailler sur ce manuscrit.

2.3.2.2.2. Les magnitudes de Tycho Brahé

Selon Baily, dans sa préface à son catalogue de Tycho Brahé[74] "*The first printed edition of the catalogue appeared as a posthumous publication in the year 1602 ; and forms part of a volume, consisting of upwards of 800 pages, entitled Astronomiae Instauratae Progynasmata. The printing of this work was begun at Uraniburg and finished at Prague : it contains the great mass of Tycho's results of observations (including the catalogue), although headed, from the begining to end, De nova stella anni 1572. The number of stars in this catalogue is only 777 : but another edition of it was afterwards published at Ulm, by Kepler in 1627, at the end of his Tabulae Rudolphinae, where the number of stars is increased to 1005.* (Baily ajoute :) *It is from this edition that the present catalogue is copied".*

Dans le catalogue photométrique, nous avons ajouté quelques étoiles que Kepler avait mesurées lui-même et ajoutées à la fin des Tables Rudolphines (elles sont mentionnées par une note "AK" dans le champ "AX" du fichier). Nous signalerons dans la suite (cf 2.3.3.X.) les anomalies que nous avons notées à propos de cette liste complémentaire.

2.3.2.2.3. Stratégie d'identification des étoiles de Tycho

La principale question posée pour l'utilisation actuelle des données de Tycho est l'identification des étoiles. Comme développé dans la partie (2.2.2) Il y a plusieurs stratégies possibles. Selon les cas nous avons utilisé :

S1.
l'identification au numéro de Flamsteed publié par Baily dans son édition,

S2.
la position publiée dans les catalogues,

- soit dans Kepler (S21),
- soit dans le Progymnasmata (S22).

Pour cette dernière stratégie, nous avons utilisé le programme SUNIV1 décrit plus haut en 2.2.2 , qui effectue le changement de coordonnées (écliptiques en équatoriales), le calcul de précession et l'identification de la plus proche étoile actuelle.

D'une manière générale, pour les 777 étoiles du Progymnasmata, nous avons utilisé SUNIV1 que nous avons comparé avec les identifications de Baily. Pour les autres étoiles, nous avons utilisé l'identification de Baily, lorsqu'il ne faisait pas de réserve en note. Dans les autres cas, nous avons fait la recherche avec SUNIV1 sur la position publiée dans Baily.

A la fin de ce travail, il reste une soixantaine d'étoiles qui posent des problèmes d'identification. Leur cas est analysé étoile par étoile dans les notes complémentaires. Citons parmi elles, les deux supernovae 1572 et 1601, qui sont des VTPL (variables à très longues périodes) plus que reconnues.

Ces deux supernovae nous amènent à réfléchir à nouveau sur ce que nous pouvons imaginer comme VTLP. Indépendamment de leurs amplitudes qui sont très largement disproportionnées par rapport à ce que nous envisageons (cf 1.1.2.), elles sont à la limite de l'appellation, parce que l'on ne peut vraiment dire que la phase

[74] op. cit. de Sir Francis Baily

d'explosion physique et photométrique soit "sur une très longue période". On peut, à ce sujet, faire l'hypothèse que justement si on les connaît bien, indépendamment de l'amplitude, c'est peut-être aussi par ce qu'elle ont des variations brutales, en plus des variations lentes.

2.3.2.3. Indices de non-fiabilité définis

Comme déjà développé en (2.2.2.), pour Tycho Brahé, en créant le catalogue photométrique, nous avons créé des indices qualitatifs qui nous serviront à déterminer les "signatures" des causes de variation d'éclat :

2.3.2.3.1. Indice de non-fiabilité d'identification

Les modalités générales de cet indice ont déjà été définies en 2.2.2. Concrètement, pour Tycho Brahé, à partir de nos sources, nous avons établi les valeurs de t_ii selon les indications du tableau T.2.3.9.

CAS D'IDENTIFICATION	accord entre Baily et SUNIV1. (positions Progym.)	identification SUNIV1 seul (pos. Baily)	identification par Baily seul
symbole champ "IDENTIF"	'BP='	'%$'	'B$'
T_ii=0	e<=0.15		jamais
T_ii=1	0.15<e<=0.50	e<=0.15	toutes étoiles
T_ii=2	0.50<e<=1.0	0.15<e<=0.50	jamais
T_ii=3	1.00<e<=1.10	0.50<e<=1.00	jamais
T_ii=9		1.00<e	jamais

Tableau T.2.3.9.
modalités prises par l'indice T_ii

Pour quelques étoiles spécifiques, la valeur de T_ii ne vérifie pas ce tableau. Elles ont été modifiées (par exemple T_ii=9 à cause d'impossibilité d'identification, car la position de l'étoile recherchée tombe quasiment équidistante de plusieurs étoiles modernes ou parce que la même étoile moderne tombe pour deux étoiles différentes de Tycho ; ces cas sont précisés en notes, comme plusieurs autres cas litigieux).

2.3.2.3.2. Indice de non-fiabilité photométrique

La remarque faite (en 2.3.1.3.2.) à propos du catalogue de Ptolémée, concernant l'équivalence des indices de non-fiabilité photométrique (qui pour tous les catalogues anciens -sous l'hypothèse qu'ils soient de résolutions angulaires comparables, parce qu'observés à l'oeil nu- ne dépendent que de HRC) s'applique bien entendu ici. Donc notre indice t_ip prend les mêmes valeurs que celles définies en 2.3.1.3.

Nota bene : les doubles plus serrées (sép<0.03°) ne sont pas "dangereuses" photométriquement parlant ; elles seront donc notées ip=0, mais nous prenons une magnitude corrigée Vcor=sigma(V), car le piège réside dans un risque de mauvaise identification lors du récolement général des anciens aux catalogues contemporains.

2.3.2.3.3. Indice de pré-jugé d'éclat (biais de fixité) :

Comme pour Ptolémée, compte tenu du risque créé par le "biais de fixité" (cf 2.2.3.), nous avons également créé l'indice it, qui signale des informations présentes dans le texte de la description. Les modalités prises par cet indicateur sont définies comme pour celui de Ptolémée (en 2.3.1.3.4.).

2.3.2.3.3. Indice de non-résolution en magnitude

Il n'y a pas lieu de créer un indice d'incohérence de magnitude, parce que nous n'avons les données pour le faire : d'une part, il n'y a pas de cas d'incohérence de plus d'une magnitude entre le Progymnasmata et les Tables Rudolphines, et surtout, dans le Progymnasmata, Tycho a noté des magnitudes avec des "points" modulant la magnitude : reprenons Baily qui précise, toujours dans son introduction de son Tycho Brahé's Catalogue of Stars[75] : " *I have been informed that in some of the manuscript copies of the catalogue distributed by Tycho, he had occasionally distinguished some of the magnitudes of the stars, by annexing one or two dots thereto, according to the amount of the estimated deviation from the recorded magnitude. This plan however was not followed by Kepler in his printing edition : but, since the present work has been in the press, I have found that Tycho adopted it in the catalogue in the Progymnasmata ...*"

A partir de ces informations, le champ "ma_a" dans le catalogue donne la meilleure magnitude, c'est-à-dire la magnitude in Progymnasmata (en assumant une résolution du tiers de magnitude) ou la magnitude des Tables Rudolphines, si l'étoile n'existe pas dans le Progymnasmata.

On a donc choisi de mettre en place un indice de non-résolution en magnitude supposée de l'étoile. Il est en effet différent d'avoir une valeur de magnitude qui est une valeur entière,

car elle est issue de Baily,
car elle est issue du Progymnasmata, où là, la partie fractionnaire (égale à 0) est plus significative.

Les deux modalités possibles sont décrites dans le tableau T.2.3.10.

modalité	source de magnitude
t_im=0	résolution de 0.3 possible ("occasionaly" dit Baily), car in Progymnasmata
t_im=1	résolution de 1, car seulement dans les Tables Rudolphines

Tableau T.2.3.10.
modalités de l'indice de résolution en magnitude pour Tycho T_IM

2.3.2.4. Nombres d'étoiles identifiées

Le Progymnasmata contient 777 étoiles, et les Tables Rudolphines 1039.

Le tableau T.2.3.11. donne le nombre d'étoiles par modalités de t_ii, c'est-à-dire par niveau de qualité d'identification.

[75] op. cit. de Sir Francis Baily

non-fiabilité	nombre d'identification d'étoiles
t_ii=0	592 étoiles
t_ii=1	351 étoiles
t_ii=2	24 étoiles
t_ii=4	1 étoile
t_ii=9	54 étoiles

Tableau T.2.3.11.
nombre d'étoiles par qualité d'identification dans Tycho

Il ne faut croire que les observations de Tycho Brahé sont moins "bonnes" que celles de Ptolémée. En fait, c'est l'utilisation de SUNIV1 qui permet des contraintes plus serrées sur les identifications, autorisant une meilleure finesse de l'indice. Peut être faudrait il centrer les indices, et alors ajouter 1 à toutes les valeurs des indices définis sur Ptolémée. Pour l'instant, nous ne nous préoccupons pas de ce problème ; nous y reviendrons lors des comparaisons des indices, en 3.1.3.

En particulier, nous avons pris le parti (cf notes individuelles en annexe) de rejeter toutes les étoiles trouvées par SUNIV1 à plus d'un degré de la position mesurée. (si nous en avions le temps, nous aurions pu saisir les positions écliptiques de Ptolémée et effectuer ce travail avec la même rigueur sur Ptolémée). Le nombre élévé d'étoiles "non identifiées" (il y en a 54) vient de là. Nous aurions pu aussi introduire une note t_ii=8 pour sauver quelques-unes d'entre elles dans la création des fichiers recolés, mais en regardant ce que cela donne, il y a seulement un très petit nombre d'identification présumée qui sont retrouvées chez Ptolémee ou Hévélius.

Comme signalé plus haut (cf 2.3.2.2), SUNIV1 permet d'établir un histogramme des écarts de positions abs(O-C) (Observé par l'observateur en son époque moins Calculé depuis la position moderne). donné par SUNIV1 (cf 2.3.2.2.). Nous donnons en figure F.2.3.2. l'histogramme des étoiles du Progynasmata, comparé avec Hevelius (voir figure F.2.1. pour comparer au Langrave de Hesse, qui ne présente que peu d'intérêt à cette échelle).

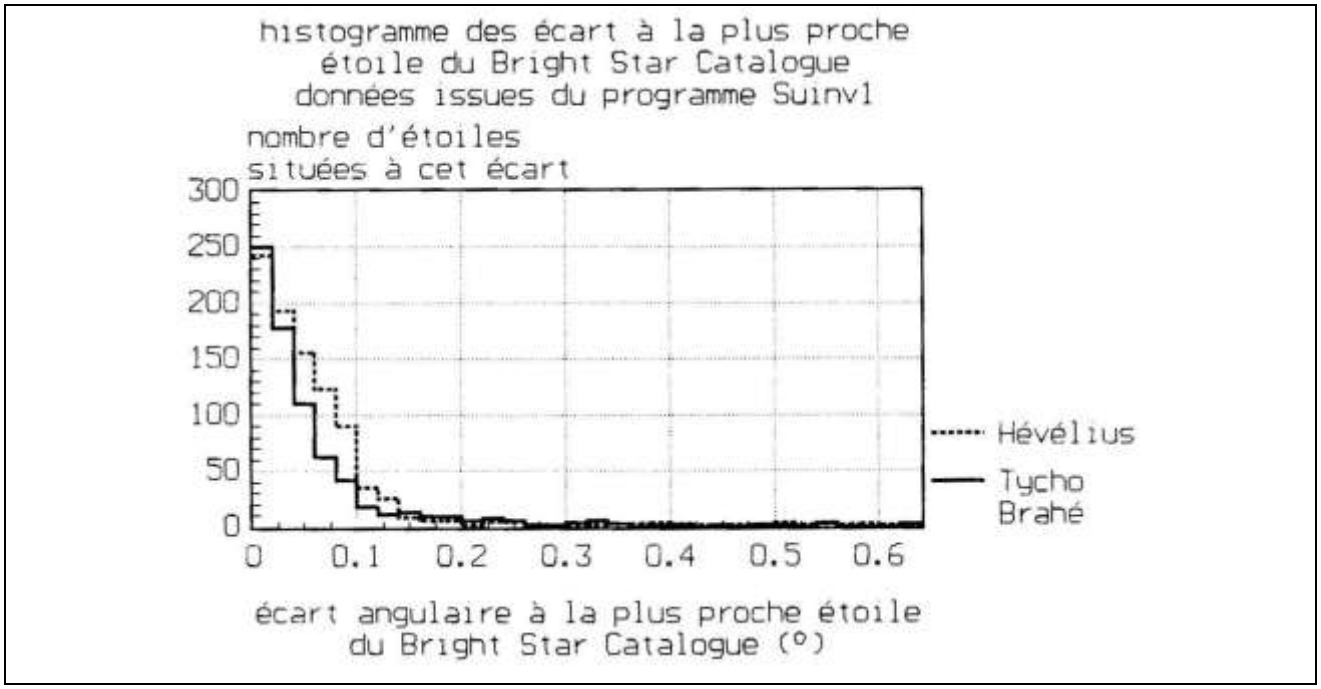


Figure F.2.2.Histogramme des précisions pour les étoiles de Tycho Brahé, comparé avec Hévélius

Les dates de réduction ont été choisies comme suit
Hevelius : 1704 ?, et non pas 1661 comme indiqué dans The Chronology of Star Catalogues de E. Knobel[76].
Tycho Progymnasmata : 1592,
Tycho Tables Rudolphines : 1601
Hesse in Historia Coelestis de Tycho Brahé : 1593
pour minimiser la somme des valeurs absolues des écarts.

On créra un indice t_ih pour le Landgrave de Hesse (Tycho-Hesse) dont les valeurs sont données dans le tableau T.2.3.12.

modalité	occurrence
t_ih=0	368 étoiles : magnitude Hesse par Flamsteed
t_ih 1	réservé pour d'éventuelle magnitudes issues de Hesse dans 1593 Tycho
t_ih_9	le reste : pas de magnitude Hesse, magnitude Tycho

Tableau T.2.3.12.
modalités de l'indice d'originalité des magnitudes "Hesse"

2.3.2.5. Structure du fichier catalogue

Les 1039 étoiles sont données dans le catalogue photométrique avec la structure décrite dans le tableau T.2.3.13.

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
CON_T	constellation dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 3.0
NUCON	numéro d'ordre dans la constellation dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 2.0
RTYBAL	identification (nucon+con_t) dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 5.0
NUMTYCPRO	numéro de l'homologue dans Tycho Progymnasmata	OLV	N 4.0
MAG	Magnitude dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 3.1
FLAM	numéro Flamsteed selon Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 3.0
CON_B	constellation actuelle de l'étoile (dénom. Flamsteed)	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 3.0
AX	indicateur d'étoile annexe (AK = étoile annexe Kepler)	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 2.0
TY_NTYBAL	numero de l'étoile dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 4.0
NOTE_B	note dans le catalogue de Baily ou lettre latine	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C12.0
NOM_BAILY	flam+con_b	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 6.0
HR_BAILY	HR de l'étoile de nom NOM_BAILY	OLV	N 5.0
ANCIEN	nucon, "num vetus" de Tycho progymasmata, con_t	Tycho Cat. in Progymnasmata, ed	C10.0
NOG_HRC	numéro de la lettre grecque de l'étoile HRC	BSC4	N 2.0
GR	symbole de la lettre grecque de Bayer correspondant à	OLV	C 2.0
M_HESS	magnitude selon le Landgrave de Hesse	Historia Coelestis Flamsteed	N 1.0
MA_A	magnitude dans Tycho-Progymnasmata	Tycho Cat. in Progymnasmata, ed	N 3.1
MPRO	ma_a ou mag si ma_a=0	OLV	N 3.1
VCOR	magnitude VCOR de HRC si ii=2 si non =VHR	BSC4	N 4.2
VHR	magnitude V de l'étoile (pure) de numéro HR	BS4	N 4.2
ECART_SUN	écart position Tycho-Progymnasmata (si non%) et BSC4	OLV	N 4.2
NOM_SUN	nom usuel de l'étoile HR_SUN	BSC4	C 8.0
HR_SUN	numero HR de la plus proche étoile du Bright star	BSC4 et programme SUNIV1	N 4.0
HRC_SUN	numéro HRC de l'étoile la plus proche par SUNIV1	BSC4 et programme SUNIV1	N 4.0
HR	numéro HR de l'étoile retenue comme identification	choix OLV entre SUNIV1 et Baily	N 4.0
HRC	numéro HRC de l'étoile retenue comme identification	OLV + doubl + BS4	N 4.0
IDENTIF	= B:nomBaily, %:pos.Baily, P:pos.Progym $:pas in Progy	OLV	C 3.0
KN_NUMERO	numero de l'éventuelle étoile homologue dans Ptolemee	OLV	N 4.0
T_II	indice de non-fiabilité de l'identification	OLV	N 1.0
T_IP	indice de non-fiabilité photométrique	OLV	N 1.0
T_IT	indice de risque de "biais de fixité"	OLV	N 1.0
I_PTY	indice de non-fiabilité du récolement Ptolemee-Tycho	OLV	N 1.0
T_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV	OLV	N 4.0
MOTCLE	thème de la note éventuelle	OLV	C10.0
EC_DOUB	appréciation de la séparation du couple HRC dans le BS4 (en degré)	OLV + doubl	N 5.3

Tableau T.2.3.13. structure du fichier de données de Tycho Brahé

[76] op. cit. de Knobel, E.

2.3.2.6. Données des catalogues de Tycho Brahé

Les données photométriques du catalogue issu des estimations de Tycho sont présentées en annexe A2.CATTY

2.3.2.7. Liste récapitulative des notes individuelles

le champ T_note_olv renvoie à une éventuelle note sur l'étoile, dont la nature est donnée dans le champ "motclé". Le tableau T.2.3.14. donne la liste récapitulative des notes individuelles.

HR	N°TyBal	motclé
0	14	pas d'identification satisfaisante
0	15	pas d'identification satisfaisante
0	26	pas d'identification satisfaisante
0	42	pas d'identification satisfaisante
3612	...55	identification trouvée, mais problème de nom
3579	56	identification trouvée, mais problème de nom
4126	64	ok=14 UMi
0	67	pas d'identification satisfaisante
0	68	pas d'identification satisfaisante
0	69	pas d'identification satisfaisante
0	70	pas d'identification satisfaisante
0	71	pas d'identification satisfaisante
5067	72	identification acceptée, mais remarque
0	73	pas d'identification satisfaisante
0	74	pas d'identification satisfaisante
0	75	pas d'identification satisfaisante
0	93	pas d'identification satisfaisante
0	201	pas d'identification satisfaisante
0	216	pas d'identification satisfaisante
0	217	pas d'identification satisfaisante
0	218	pas d'identification satisfaisante
0	220	pas d'identification satisfaisante
707	228	identification trouvée, mais problème de nom
365	237	ok, mais remarque photométrique
932	249	étoile faisant double emploi
1622	252	étoile faisant double emploi
2209	258	identification trouvée, mais problème de nom
2527	259	identification trouvée, mais problème de nom
2346	260	identification acceptée, mais remarque
3082	261	identification trouvée, mais problème de nom
2742	262	identification trouvée, mais problème de nom
3751	263	identification acceptée, mais remarque
0	264	pas d'identification satisfaisante
4084	265	identification trouvée, mais problème de nom
0	266	pas d'identification satisfaisante
92	267	supernova
860	294	identification trouvée, mais problème de nom
0	298	pas d'identification satisfaisante
0	299	pas d'identification satisfaisante
932	300	ok=28Cas
0	310	pas d'identification satisfaisante
0	336	pas d'identification satisfaisante
0	341	pas d'identification satisfaisante
5978	353	identification trouvée, mais problème de nom
5941	354	étoile faisant double emploi

5908	355	étoile faisant double emploi
6129	356	étoile faisant double emploi
6196	358	identification trouvée, mais problème de nom
6493	363	identification acceptée, mais remarque
6567	364	étoile faisant double emploi
6519	370	identification trouvée, mais problème de nom
6117	372	identification trouvée, mais problème de nom
6712	373	étoile faisant double emploi
6714	374	étoile faisant double emploi
6800	375	identification acceptée, mais remarque
6723	376	étoile faisant double emploi
6515	377	supernova
0	379	pas d'identification satisfaisante
5879	382	identification acceptée, mais remarque
5868	391	étoile faisant double emploi
6446	393	étoile faisant double emploi
6562	394	étoile faisant double emploi
6581	395	étoile faisant double emploi
6973	398	identification acceptée, mais remarque
0	466	pas d'identification satisfaisante
496	483	identification trouvée, mais problème de nom
483	485	identification acceptée, mais remarque
4737	494	identification trouvée, mais problème de nom
0	507	pas d'identification satisfaisante
0	631	pas d'identification satisfaisante
0	632	pas d'identification satisfaisante
4189	649	identification acceptée, mais remarque
0	670	pas d'identification satisfaisante
0	674	pas d'identification satisfaisante
5703	700	identification trouvée, mais problème de nom
5978	709	identification trouvée, mais problème de nom
6070	718	identification acceptée, mais remarque
6244	720	identification acceptée, mais remarque
0	772	pas d'identification satisfaisante
8351	774	étoile faisant double emploi
0	794	pas d'identification satisfaisante
8610	797	identification acceptée, mais remarque
8728	816	ok=01 PsA
0	872	pas d'identification satisfaisante
1897	906	ok, mais remarque photométrique
2344	928	identification trouvée, mais problème de nom
0	979	pas d'identification satisfaisante
0	994	pas d'identification satisfaisante
3991	995	identification acceptée, mais remarque
4314	996	étoile faisant double emploi
4171	1013	identification trouvée, mais problème de nom
4232	1014	identification trouvée, mais problème de nom
4314	1017	ok=11ARGO

Tableau T.2.3.14. tableau récapitulatif des notes pour Tycho Brahé

Quelques remarques s'imposent à la première consultation des cas particuliers :

- Visiblement, Tycho a laissé (ou peut être même mis) certaines étoiles en double à plusieurs reprises. Kepler, qui a publié des listes de "secunda classis" pour clarifier certains de ces doublons, n'a pas complètement éclairci

la situation. Il a même rajouté des étoiles qui sont des doublons, en particulier dans les constellations Ophiuchus et Serpens.

- Dans certains cas, il y a des problèmes photométriques, les doublons n'étant pas forcément notés avec deux fois les mêmes magnitudes. (Pour le cas des Kepler, on aurait pu définir une colonne supplémentaire mKepler, mais vu le petit nombre de cas concernés (<10), cela ne se justifiait pas.

- On peut aussi s'interroger sur les problèmes de précession vus par Kepler : ses étoiles doublons sont beaucoup moins précises que les originales de Tycho (env 0.30°-0.50° pour Kepler, alors que Tycho est à 0.05° à 0.15°) : problème de précession. les positions semblent meilleures si l'on prend l'équinoxe 1624 ! Pourtant Kepler intitule le catalogue "calculo ad annum Incarnationis MDC. completum". Aurait-il malgré tout oublié de réduire ses propres mesures de positions. Ce sujet est à approfondir.

- On verra par la suite (cf 2.4). que pour éviter les problèmes de récolement des catalogues (suppression des étoiles "fantômes", on a choisi de ne garder qu'une seule occurrence de chaque étoile. Le codage flou des magnitudes est une stratégie astucieuse qui nous permettra d'accepter des magnitudes non entières, permettant ainsi d'envisager de travailler avec des magnitudes moyennées. Ce point sera discuté par la suite, en particulier dans la partie 3 GRADUS,

- dans certains cas, il est difficile de savoir s'il s'agit d'une double occurrence volontaire de la même étoile (mêmes mesures), et s'il ne s'agit pas d'un problème d'identification (valeur limite pour l'écart O-C (noté 'e') de SUNIV1, par exemple). Pour prendre en compte se risque, nous avons, dans ces cas, changé la valeur de l'indice ii, en posant : ii(double emploi) = ii(si seule) + 1

2.3.3. Jean Hévélius

2.3.3.1. Source des données

Ce catalogue photométrique a été établi à partir de deux documents sources :

1. le Prodomus Astronomiae cum Catalogo Fixarum et Firmamentum Sobieskianum[77] de 1690, disponible à l'Observatoire de Paris à la cote [18],

2. l'Edition de Baily du Hevelius's Catalogue of Stars[78], publié dans les MRAS vol XIII (1843) disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [21721.volXIII].

Ces deux sources contiennent entre autres les mesures des 932 étoiles citées par Hévélius comme ayant été mesurées par Tycho Brahé. Nous nous sommes limité à ce sous-ensemble pour notre travail.

[77] Hévélius, Jean. Prodomus Astronomiae cum catalogo fixarum et Firmamentum Sobieskianum. Gedani : 1690. (Réimpression Wroclaw : Zaklad Narodowy, 1987).
[78] Baily, Sir Francis. Hevelius's Catalogue of Stars. <Memoirs of the Royal Astronomical Society, vol XIII> (1843).

2.3.3.2. stratégie d'identification

Comme dans le cas du catalogue de Tycho Brahé , il y a plusieurs stratégies possibles pour l'identification des étoiles. Nous avons utilisé

S1.
l'identification au numéro de Flamsteed publié par Baily dans son édition,

S2.
la position publiée dans le catalogue donné dans le Prodomus Astronomiae

Afin d'appliquer notre principe de la double identification, nous avons utilisé le programme SUNIV1 décrit plus haut pour identifier les 932 étoiles du Prodomus Astronomiae ; nous avons ensuite comparé les identifications obtenues avec celles de Baily dans son édition du catalogue.

Plusieurs cas se présentent :

- 'Ba=BS' :

il y a accord entre SUNIV1 et Baily pour trouver la même identification.

- 'BS<.1' :

SUNIV1 trouve une étoile située à une position plus près que 0.15° de la mesure de Hévelius dans le Bright Star.

- '.1<1.'

SUNIV1 ne trouve pas d'étoile plus près que 0.15. Il trouve malgré tout, une étoile à moins de 1°. L'identification est donc douteuse.

- 'BS>1.'

SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 1° ; nous ne pouvons pas identifier l'étoile.

Selon les cas, et selon la valeur de l'écart entre l'étoile trouvée par SUNIV1 et la position donnée par Hévélius, nous définissons une valeur différente de l'indice h_ii.

Il est à noter que nous n'avons utilisé l'information de l'"Ordo Tychonis" donnée par Hévélius lui-même que comme un élément de confirmation de l'identification.

2.3.3.3. Indices de non-fiabilité définis

2.3.3.3.1. Indices de non-fiabilité d'identification

Concrètement, pour le catalogue Hévélius, nous avons attribué les modalités de h_ii aux étoiles selon les règles définies dans le tableau T.2.3.15.

h_ii	cas = 'Ba=BS'	cas = <> 'Ba=BS'
0	e<=0.15	
1	0.15<e<=0.50	e<=0.15
2	0.50<e<=1.0	0.15<e<=0.50
3	1.00<e<=1.10	0.50<e<=1.00
9		1.00<e

Tableau T.2.3.15.
règles pour l'indice de non fiabilité d'identification Hévélius

Quelques valeurs spécifiques ne vérifient pas ce tableau. Elles ont été modifiées : ainsi, on a pris quelquefois ii=9 à cause d'impossibilité d'identification, car la position de l'étoile recherchée tombe quasiment équidistante de plusieurs étoiles modernes ; il y a également quelque cas où la même étoile moderne est trouvée pour deux étoiles différentes d'Hévélius ; ces cas sont précisés en notes, comme plusieurs autres cas litigieux.

2.3.3.3.2. Indice de pré-jugé d'éclat (biais de fixité) :

Comme pour Ptolémée et Tycho, compte-tenu du risque créé par le "biais de fixité", nous avons également créé l'indice h_it, qui signale des informations présentes dans le texte de la description. Ces modalités sont définies comme pour Ptolémée et Tycho Brahé ; elles sont décrites dans le tableau T.2.3.5., au paragraphe 2.3.1.3.1.

2.3.3.3.3. Indice de non-fiabilité photométrique

Comme signalé plus haut cet indice ne dépend pas du catalogue ancien en cause (sous l'hypothèse que leurs résolutions angulaires soient comparables, ces catalogues étant tous résultats d'observations à l'oeil nu-). Nous avons donc remis pour mémoire la valeur de l'indice h_ip, correspondant à chaque étoile. Les modalités de cet indice sont décrites dans le tableau T.2.3.7. au paragraphe 2.3.1.3.3.

2.3.3.4. Nombre d'étoiles identifiées

Les 932 étoiles du catalogue Hévélius se répartissent dans les différentes modalités de H_ii (y compris celles de Halley qui font double emploi dans le Scorpion) comme indiqué dans le tableau T.2.3.16.

modalité	nombre d'étoiles concernées
h_ii=0 :	821 étoiles
h_ii=1 :	72 étoiles
h_ii=2 :	13 étoiles
h_ii=3 :	6 étoiles
h_ii=9 :	20 étoiles

Tableau T.2.3.16.

effectifs des différentes identifications

Il faut noter que cette fois-ci, la comparaison avec Tycho a un sens, les identifications ayant été effectuées de manière comparables, en utilisant SUNIV1.

Rapelons par ailleurs que les histogrammes donnant la précision des positions d'Hévélius ont été publiés en 2.3.2.4.

2.3.3.5. structure du fichier catalogue

La structure du fichier Hévélius qui contient les 932 étoiles mentionnées comme existant dans Tycho Brahé par Hévélius est donnée dans le tableau T.2.3.17.

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
CONS	Consellation selon Hevelius d'après Baily	Hevelius catalogue, ed Prodomus	C 3.0
OT	"Ordo Tychonis" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
MT	"Magnitudo Tychonis" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 3.1
MH	"Magnitudo Hevelii" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 3.1
OD	longitude degrés 1701 (ecliptique / signe zodiaque OC)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
OM	longitude minutes 1701 (ecliptique / signe zodiaq. OC)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
OS	longitude secondes 1701 (ecliptique / signe zodiaq. OC)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
OC	Signe du zodiaque de Référence de longitude 1701	Hevelius catalogue, ed Prodomus	C 3.0
AD	Latitude degrés 1701 (ecliptique)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 3.0
AM	Latitude minutes 1701 (ecliptique)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
AS	Latitude secondes 1701 (ecliptique)	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
NOTE_B	note d'identification de Baily	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	C15.0
LONGDEC	Longitude décimale (ecliptique, 1701?)	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	N 7.3
LATIDEC	Latitude décimale (ecliptique, 1701?)	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	N 7.3
LATI_SIG	signe de latitude ecliptique 1701?	Hevelius catalogue, ed Prodomus	C 1.0
HV_NUM	numero de réference dans le catalogue Hevelius OLV	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	N 4.0
VCOR	VCOR de l'étoile désignée par HRC	OLV + doubl + BSC4	N 4.2
VHR	magnitude V de l'étoile de numero HR	BSC4	N 4.2
OK_BAI_SUN	(réservé)		C 5.0
NOM_SUN	désignation de l'étoile la plus probable par SUNIV1	BSC4 et programme SUNIV1	C10.0
NOM_BAILY	désignation de l'étoile selon Baily (n° Flamsteed)	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	C 6.0
NOM_OLV	désignation retenue finalement pour l'étoile par OLV	OLV	C10.0
HR_BAILY	identification HR correspondant au nom donné par Baily	BSC4	N 5.0
ECART_SUN	écart à l'étoile la plus probable par SUNIV1	BSC4 et programme SUNIV1	N 6.2
HR_SUN	identification HR de l'étoile la plus proche par Suniv	BSC4 et programme SUNIV1	N 5.0
HR	numéro HR (<>HRC si double) retenu pour cette étoile	choix OLV entre SUNIV1 et Baily	N 5.0
HRC	numéro HRC de l'étoile retenue finalement par OLV	OLV + doubl + BS4	N 5.0
EC_DOUB	appréciation de la séparation du couple hrc (en °)	OLV + doubl + BS4	N 4.2
NEWB_NUM	numéro de l'étoile du HRC dans newbase.dbf d'OLV	OLV + newbase	N 4.0
RTYBAL	repère de l'étoile dans Tycho selon Hévélius (OT+CONS)	OLV	C 5.0
H_II	indice de non-fiabilité de l'identification	OLV	N 1.0
H_IP	indice de non-fiabilité photométrique	OLV	N 1.0
H_IT	indice de pré_jugé d'éclat ("biais de fixité")	OLV	N 1.0
H_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV	OLV	N 3.0
I_PTH	(réservé)		N 1.0
PT_N	(réservé)		N 4.0
MOTCLE	thème de la note éventuelle	OLV	C10.0

Tableau T.2.3.17.
description de la structure du fichier photométrique issu du catalogue de Hévélius

Il faut noter que le champ Mt contient la magnitude de Tycho selon Hévélius qui est une valeur entière, augmentée d'une partie fractionnaire qui vaut 0.1 ou 0.2 selon que la magnitude est suivie de 1 ou 2 points dans le catalogue d'Hévélius (voir à ce propos l'introduction de Baily aux magnitudes de Tycho (2.3.2.1), ce qui signifie qu'il faudrait prendre 1/3 de magnitude en plus faible pour 0.1 et 2/3 pour 0.2 ; ceci sera développé dans la troisième partie de ce travail GRADUS à propos des approximations linéaires).

2.3.3.6. Données des catalogues de Hévélius

Les données photométriques du catalogue issu des estimations d'Hévélius sont présentées en annexe A2.HEV.

2.3.3.7. Liste récapitulative des notes individuelles

Le champ H_note_olv renvoie à une éventuelle note sur l'étoile, dont la nature est donnée dans le champ "motclé". Le tableau T.2.3.18. donne la liste récapitulative des notes complémentaires.

HR	Cons	N°H	motcle
8762	AND	14	identification acceptée, mais remarque
483	AND	19	identification trouvée, mais problème de nom
496	AND	22	identification trouvée, mais problème de nom
8679	AQR	48	identification acceptée, mais remarque
0	AQR	60	pas d'identification satisfaisante
8728	AQR	69	ok=Fomalhault
1533	AUR	118	identification acceptée, mais remarque
5127	BOO	149	identification acceptée, mais remarque
4915	CVN	191	étoile faisant double emploi
4785	CVN	192	étoile faisant double emploi
0	CAP	193	pas d'identification satisfaisante
0	CAP	209	pas d'identification satisfaisante
707	CAS	224	identification acceptée, mais remarque
4883	COM	284	identification acceptée, mais remarque
0	COM	286	pas d'identification satisfaisante
6636	DRA	366	pas d'identification satisfaisante
917	ERI	391	identification acceptée, mais remarque
5774	HER	455	identification acceptée, mais remarque
3492	HYA	465	identification acceptée, mais remarque
4171	HYA	476	identification acceptée, mais remarque
4232	HYA	477	identification acceptée, mais remarque
4317	HYA	479	identification acceptée, mais remarque
5020	HYA	481	identification acceptée, mais remarque
5287	HYA	482	identification acceptée, mais remarque
0	LMI	521	pas d'identification satisfaisante
4258	LMI	523	pas d'identification satisfaisante
5531	LIB	541	identification acceptée, mais remarque
0	LIB	548	pas d'identification satisfaisante
5978	LIB	554	identification trouvée, mais problème de nom
7102	LYR	564	ok, mais remarque photométrique
7178	LYR	565	identification acceptée, mais remarque
2949	nav	579	identification trouvée, mais problème de nom
1893	ORI	589	ok, mais remarque photométrique
1901	ORI	590	ok, mais remarque photométrique
937	PER	668	identification trouvée, mais problème de nom
1324	PER	674	identification trouvée, mais problème de nom
463	PSC	703	identification acceptée, mais remarque
0	PSC	704	pas d'identification satisfaisante

0	PSC	705	pas d'identification satisfaisante
7515	SGR	740	identification acceptée, mais remarque
6446	OPH	778	ok, mais cette étoile n'est pas dans Baily
6567	OPH	779	ok, mais cette étoile n'est pas dans Baily
1412	TAU	802	ok, mais remarque photométrique
1479	TAU	828	ok, mais remarque photométrique
0	VIR	867	pas d'identification satisfaisante
3612	UMA	894	identification trouvée, mais problème de nom
5984	SCO	925	étoile faisant double emploi
5953	SCO	926	étoile faisant double emploi
5944	SCO	927	étoile faisant double emploi
6026	SCO	928	étoile faisant double emploi
5993	SCO	929	étoile faisant double emploi
6084	SCO	930	étoile faisant double emploi
6134	SCO	931	étoile faisant double emploi
6165	SCO	932	étoile faisant double emploi

T.2.3.18.
tableau récapitulatif des notes individuelles du fichier Hévélius

2.3.4.
le récolement des 3 sous catalogues anciens

2.3.4.1. Stratégie de récolement des catalogues anciens

Le récolement de Ptolémée et de sa filiation directe a déjà été traité directement, puisque nous avons créé simultanément le catalogue qui contient Ptolémée, Ulugh Beig, Al Sufi et Les Tables Alphonsines. Nous avons (puisque, compte tenu des délais inpartis, nous n'avons pu analyser les données contenues dans le manuscrit de l'Académie) introduit les données que nous avions du Landgrave de Hesse dans le catalogue de Tycho.

Le problème qui se pose à ce niveau est le récolement des 3 fichiers des catalogues de Ptolémée, de Tycho et de Hévélius.

Nous avons, dans l'ordre, récolé Ptolémée avec Tycho pour créer un premier fichier que nous avons récolé avec Hévélius, pour créer le fichier de synthèse désigné sous le nom de "ANCIENS.DBF"

2.3.4.2. Epuration préalable des catalogues

A ce point-là de notre démarche de constitution du corpus, une remarque s'impose, sur la méthode de travail et sur la nature des catalogues que nous manipulons :

Les catalogues photométriques Ptolémée, Tycho Brahé ou Hévélius sont des sous-éditions (limitées aux informations photométriques) des catalogues de leurs auteurs. Ils comportent une ligne par étoile observée, avec le même numéro que dans les éditions standard de ces catalogues. Au sens moderne du terme, il ne s'agit pas de catalogues stellaires "raisonnés", car ils ne sont ni bi-univoques, ni purement stellaires :

- certains contiennent des étoiles citées deux fois, volontairement, comme beta Tau qui est aussi gama Aur (pt 230 = pt 400), ou involontairement, par observation par mégarde de deux fois la même étoile (voir par exemple toute la zone Oph Ser Lib dans Tycho),

- certains contiennent des étoiles non identifiées (ii=9),

- certains contiennent des supernovae,

- certains contiennent des nébuleuses ou des amas ouverts et globulaires.

Tout se passe comme si nos illustres astronomes avaient publié des "revues des constellations" ; ils semblent avoir mis en doublons les étoiles qui étaient nécessaires pour former les figures de plusieurs constellations. Pour nous, le but de tout ce travail de récolement est de produire au contraire un catalogue général photométrique qui doit être "raisonné", c'est-à-dire qui doit se présenter, comme nous l'avons déjà dit, comme purement stellaire, et purement univoque.

Il est important pour nous que notre méthode de récolement ne crée pas de lignes "fantômes", en évitant en particulier :

- de créer deux lignes pour des étoiles faisant double emploi,
- de créer des lignes injustifiées pour des étoiles non-identifiées.

Nous avons finalement décidé de supprimer les étoiles qui avaient une mauvaise identification (x_ii=9), pour ne pas traîner des lignes fantômes dans les catalogues ultérieurs. (Nous avons simplement fait une exception pour trois étoiles de Ptoléméé qui sont à la limite d'être identifiables (ecart_sun presque égal à 1°) ; ce sont celles que nous avions notées p_ii=8 (cf 2.3.1.)).

Cette vision de notre stratégie limite notre possibilité de création d'indices de signatures de causes. En effet, si nous pouvons poursuivre notre idée d'introduire des indices de non-fiabilité, en ce qui concerne les récolements, nous ne pouvons pas par contre prolonger cette idée plus loin : on aurait pu envisager de créer, pour certaines étoiles limites, plusieurs hypothèses avec des indices de non-fiabilité différents. (sous un autre angle, ce problème se posait aussi lors de l'établissement des catalogues individuels : on aurait pu aussi mettre plusieurs lignes avec des hypothèses différentes pour les étoiles douteuses). Pour des raisons de temps, nous n'avons pas poussé dans cette voie, et nous avons choisi de limiter les indices de non fiabilité de récolement, en nous bornant à une ligne par étoile.

Nous avons utilisé la stratégie équivalente à celle de la double identification pour les créer : nous avons employé les informations que nous avions pour nous permettre un double récolement. Ceci nous a permis de créer des indices i_xy, évaluant la non-fiabilité du récolement de x avec y.

2.3.4.3. L'ordre des étoiles dans les constellations

Comme nous l'avons déjà signalé en 2.3.1. à propos des Tables Alphonsines, l'ordre des étoiles dans les constellations est un élément qui pourrait peut-être être utilisé pour l'identification des étoiles. Il faut comprendre que ce point de vue fait partie de ceux qui tendent à voir le récolement des catalogues

comme un outil de confirmation des identifications, voire, dans certains cas, un outil permettant de proposer de nouvelles identifications (n'ayons pas peur d'en parler, nous n'avons pas fait autrement pour certaines étoiles -moins de 20- pour les Tables Alphonsines).

En fait, il ne faut pas être trop naïf quant à cette possiblité d'identification par l'ordre. Si nous ne sommes pas aujourd'hui d'accord sur une identification, il y a fort à parier qu' entre Ptolémée et Tycho et sans doute même entre Tycho et Hévélius, les mêmes problèmes d'accord se posaient. Nous n'avons donc pas utilisé cette information pour effectuer le récolement, mais nous l'avons pris en compte doublement au second degré :

D'une part, pour déterminer des indices de non-fiabilité. Chacun verra aisément les limites d'un tel choix : si ce n'est pas valable pour récoler, on peut se demander en quoi cela le serait pour valider la fiabilité. En fait, nous ne disposons pas d'autre moyen de définir nos indices, sauf peut-être une analyse critique du travail de H. Werner et de F. Schmeidler, Synopsis of the Nomenclature of the Fixed Stars[79] que nous n'avons pas entrepris pour l'instant. Et encore, sans doute les auteurs de ce travail ont-ils procédé à partir des mêmes données que nous.

D'autre part, pour étudier les "fausses doubles" (sens différent du sens astronomique habituel du terme : il faudrait dire plus exactement "fausses fausses-doubles"). En effet, cette analyse de l'ordre des étoiles permet de signaler des "fausses doubles" qui n'ont pas été vues précédemment. Voilà de quoi il s'agit dans le cas Tycho Ptolémée (ce travail n'a pas été effectué dans le cas du récolement Ptolémée+Tycho avec Hévélius) :

si les identifications données par Tycho et par Ptolémée pour la nième étoile dans une constellation sont proches en position dans le ciel, mais pas identiques, cela correspond à deux composantes d'une étoile double écartée (souvent une fausse double au sens astrophysique du terme). On met d'ailleurs en évidence ainsi surtout des risques de confusions supplémentaires.

Pour ce faire, pour des étoiles situées aux mêmes places dans les listes de Ptolémée et de Tycho, on regarde les couples Ptolémée - Tycho, ceux dont les composantes ont des numéros hr proches (mais non égaux). On regarde ensuite leur écart réel dans le ciel. Il y a, à notre sens, risque de confusion si les deux positions sont plus proches l'une de l'autre que 1°. (Il y a par contre des cas d'étoiles dont les identifications Tycho et Ptolémée ont des numéros hr qui sont proches, mais qui correspondent à des étoiles qui ne sont pas proches du tout dans le ciel).

Les tableaux T.2.3.19 et T.2.3.20. donnent respectivement les listes des couples pour lesquels ce problème (écart entre les deux identifications Ptolémée-Tycho<1°) se pose ou ne se pose pas

ordre	Ptolémée	Tycho	écart	n°tybal
pt 371 :	hr 1005	et 1015	> sep<0.6°	ty518
pt 409 :	hr 1145	et 1142	> sep<0.5°	ty558
pt 504 :	hr 4925	et 4921	> sep<0.5°	ty663
pt 762 :	hr 1892	et 1901	> groupe teta Ori (M42)	ty905
pt 910 :	hr 4156	et 4171	> sep<0.6°	ty1013

Tableau T.2.3.19.
couples d'étoiles aux mêmes places dans les listes des constellations chez Tycho et Ptolémée, qui sont aussi très proches dans le ciel :

[79] Werner, Helmut, Schmeidler, Felix. Synopsis of the Nomenclature of the Fixed Stars. Stuggart RFA, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1986.

il peut donc s'agir d'une mauvaise identification

Ptolémée Tycho écart
pt 311 : hr 8131 et 8132 < sep >5°
pt 386 : hr 1320 et 1321 < sep >2°
pt 520 : hr 5409 et 5410 < sep >4°
pt 601 : hr 7754 et 7753 < sep >30°
pt 636 : hr 7950 et 7951 < sep >4°
pt 641 : hr 8499 et 8500 < sep >4°
pt 678 : hr 8969 et 8970 < sep >4°
pt 747 : hr 1872 et 1873 < sep >4°
pt 755 : hr 1543 et 1544 < sep >2°
pt 756 : hr 1552 et 1553 < sep >4°
pt 765 : hr 1899 et 1900 < sep > ???
pt 771 : hr 1617 et 1618 < sep >7°

Tableau T.2.3.20.
couples d'étoiles aux mêmes places dans les listes des constellations
chez Tycho et Ptolémée, qui sont loin dans le ciel :
il s'agit volontairement d'une autre étoile que celle de la liste d'origine

Dans le premier cas, composantes très proches, il est probable que l'intention de l'observateur était de retrouver l'étoile observée par son prédecesseur. Mais, l'identification est mauvaise. Dans notre esprit de recherche de signature, nous devons garder l'accouplement, mais en le marquant comme très mauvais. Nous notons alors i_pt=5.

Dans le deuxième cas, i. e. composantes éloignées, les observateurs ont forcément observé une étoile choisie différente ; nous avons pris pour l'indice de non-fiabilité du récolement la valeur : i_pth=9, le récolement n'est pas possible, et le risque de confusion par l'observateur n'existait pas. Il s'agit d'étoiles différentes "dont la différence est maîtrisée observationnellement" par les observateurs.

2.3.4.4. Méthode de récolement

Pour effectuer le récolement de deux catalogues, rien de plus simple : on cherche les étoiles ayant été identifiées par le même numéro hrc (BSC4 épuré des doubles <0.3°) dans les deux catalogues.

On rajoute autant de lignes qu'il y a d'étoiles vues dans un seul catalogue.

On peut alors utiliser les ordres pour définir des modalités de l'indice de non-fiabilité du récolement. Typiquement, il prendra les valeurs données dans le tableau T.2.3.21.

modalité	occurrence
i_p=0	récolement par le numéro hr à la bonne place
i_p=1	récolement avec le bon hr, à une place près dans les constellations
i_p=2	récolement par le numéro hr, mais pas bien placé.
i_p=5	récolement par la place dans le catalogue, lorsqu'il s'agit de fausses doubles (cf supra)
i_p=9	pas d'homologue dans le deuxième catalogue

Tableau T.2.3.21.
modalités standard de l'indice de récolement

En toute rigueur, il apparaît un autre problème, qui est celui des étoiles qui en fait avaient un homologue, mais qui par suite d'une erreur de position par exemple se sont trouvées célibataires, car leur conjointe a été éliminée à cause d'un indice x_ii=9 (que faire ? Nous avons choisi la solution rigoureuse : nous avons laissé de côté ces étoiles).

2.3.4.5. D'autres aspects photométriques

Il subsiste deux problèmes photométriques à ne pas passer sous silence, pour des raisons différentes d'ailleurs :

Premier problème :
Que faire des étoiles comme pt230 et 400 qui sont la même, avec deux mesures d'éclats différentes ?

pt 230 = gamma Aur avec mag=2.7 et
pt 400 = beta Tau avec mag=3

En fait : il semble qu'il n'y ait qu'un cas sérieux. On peut prendre

- arbitrairement une des deux magnitudes,
- la moyenne des valeurs,
- toutes les valeurs, en introduisant des nouvelles colonnes

On verra dans les analyses des problèmes de codage comment utiliser une stratégie de codage flou (qui permet de prendre la moyenne des valeurs), pour bénéficier de la richesse d'une analyse qualitative sans être débordé par le nombre de colonnes.

Deuxième problème :
Peut être y-a-t-il de l'information signifiante pour nous dans les estimations d'éclats des amas serrés (quasiment ponctuels).

Si l'on admet que les VTLP sont assez peu fréquentes et que l'échantillonnage représenté par l'appartenance à un amas ne biaise pas cette faible fréquence, les amas serrés peuvent apparaître comme des étalons de référence de stabilité d'éclat.

Hélas, ceci a beaucoup de chances de ne rester qu'une remarque théorique. Effectivement le problème de trouver des astres moyens "qui n'auraient pas varié d'éclat" est un vrai problème, et l'on pourrait être très heureux de l'aubaine des amas, mais, leur nature d'"objet flou" rend leur estimation d'éclat très délicate ; s'il avait existé des amas globulaires serrés, relativement brillants et en nombre suffisant, nous aurions eu un bon système d'étalonnage (sous les deux hypothèses citées plus haut : VTLP peu fréquentes et pas de biais de l'échantillonnage). En fait, c'est une conjecture élégante, statistiquement parlant, sur les possibilités de calibration, mais qui, compte-tenu du faible nombre de mesures en cause n'a pas d'intérêt pratique. (Il n'en irait pas de même si nous habitions au bord de la Galaxie, la fenêtre ouverte sur un ciel peuplé d'amas globulaires).

2.3.4.6. Le récolement (Ptolémée+Tycho)+Hévélius

Nous avons donc comme annoncé plus haut effectué successivement deux fois un récolement par le numéro HRC, et défini deux indices :

i_pty qui qualifie le récolement Ptolémée-Tycho, et
i_pth qui qualifie le récolement Ptolémée+Tycho avec Hévélius.

Le fichier général ANCIENS.DBF (voir paragraphe suivant sa structure) contient un champ "source", qui contient pour chaque étoile, les initiales (P, T ou H) des 1, 2 ou 3 fichiers qui comprennent cette étoile. Les effectifs de chaque catégorie sont donnés par le tableau T.2.3.22.

Source	Nbre d'étoiles	Origine des lignes
' H' :	= 25 étoiles	(venant d'Hévélius seul)
' T ' :	= 99 étoiles	(venant de Tycho seul)
' TH' :	= 145 étoiles	(venant de Tycho+Hévélius)
'P ' :	= 227 étoiles	(venant de Ptolémée seul)
'P H' :	= 42 étoiles	(venant de Ptolémée+Hévélius)
'PT ' :	= 41 étoiles	(venant de Ptolémée et Tycho)
'PTH' :	= 700 étoiles	(venant des 3 sources)
total	= 1279 étoiles	

Tableau T.2.3.22.
effectifs des différentes sources dans le fichiers ANCIENS.DBF

Ainsi, par rapport aux fichiers de base, dans le fichier "anciens.dbf", il y a au total :

 912 étoiles d'Hévélius prises en compte,
 985 étoiles de Tycho prises en compte,
1010 étoiles de Ptolémée prises en compte.

à cela, il convient d'ajouter les étoiles non-identifiées, qui ne sont donc pas dans "anciens.dbf", mais qui étaient comptées dans les fichiers individuels, c'est à dire celles qui ont été éliminées parce que leurs indices d'identifications valaient x_ii = 9 :

soit 18 pour Ptolémée (on retrouve le total 1028)
soit 54 pour Tycho (on retrouve le total 1039),
soit 20 pour Hévélius (on retrouve le total 932).

Le tableau T.2.3.23. fait la synthèse des différents indices de non-fiabilité d'identification, et la figure F.2.3.3 visualise les zones de recouvrement de ces trois fichiers.

x_ii	Ptolémée	Tycho	Hévélius	x_ii
0	903	592	821	0
1	81	351	72	1
2	4	24	13	2
3	19	17	6	3
4	0	1	0	4
8	3	0	0	8
9	18	54	20	9
total	1028	1039	932	total

Tableau T.2.3.23.
peuplement des diverses modalités des indices de non fiabilité d'identification

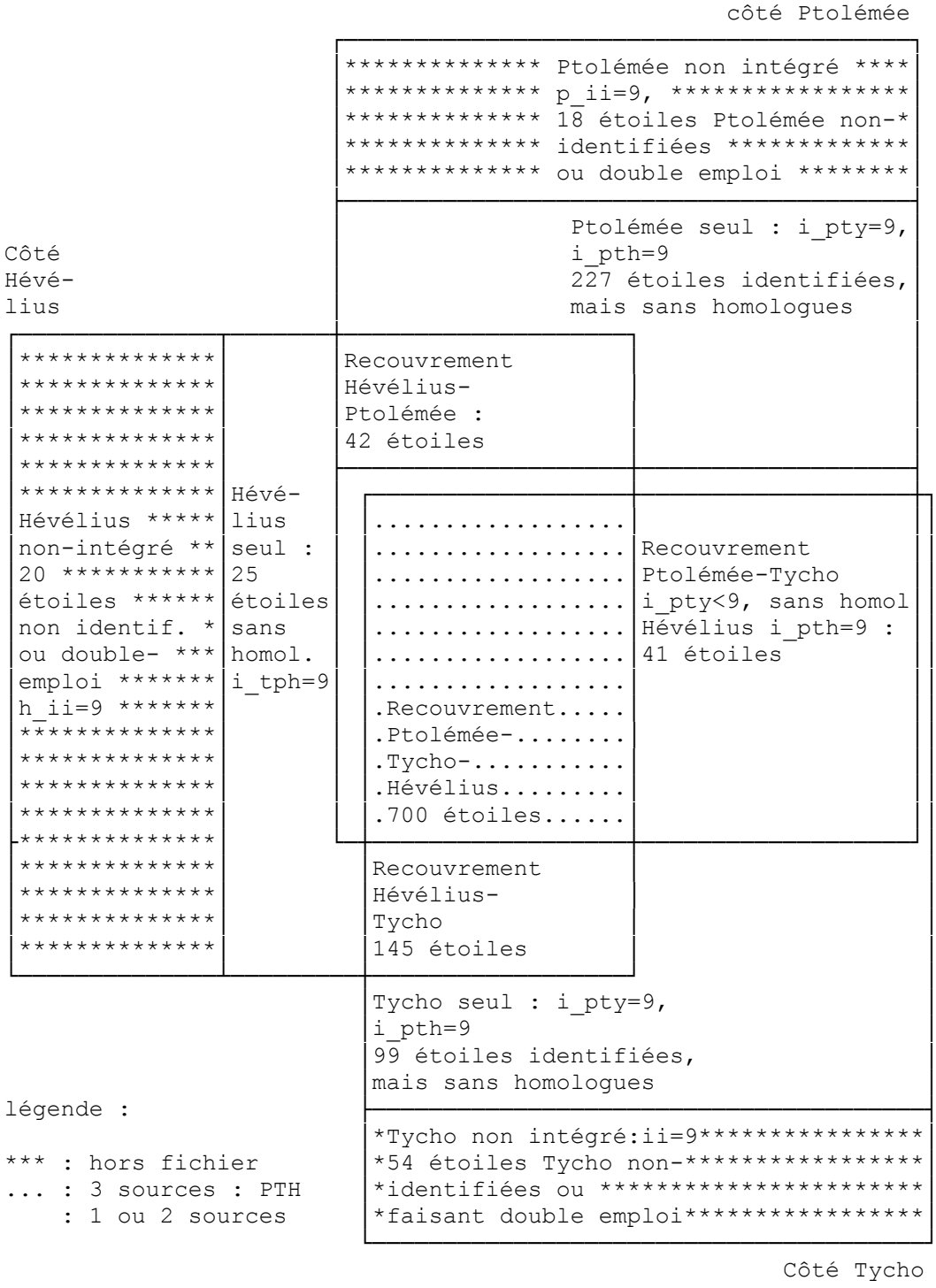


Figure F.2.3.3.
Diagramme de recouvrement des trois fichiers anciens.

2.3.5.
le fichier de synthèse : ANCIENS.DBF

2.3.5.1. la structure du fichier de synthèse

Le fichier de synthèse "Anciens.dbf" contient les données photométriques, les indices et l'identification de l'étoile. Le tableau T.2.3. donne en détail sa structure :

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
HRC	numéro HRC de l'étoile retenue comme identification	OLV + doubl + BS4	N 5.0
HR	numéro HR de l'étoile retenue comme identification	OLV	N 5.0
EC_DOUBL	si HR est un élément d'une double, écart	OLV + BSC4 + programme "DOUBL"	N 5.2
BS_NOF	désignation numéro Flamsteed	Bright Star 4th ed	C 3.0
BS_NOG	désignation lettre grèque de Bayer numéro alphabetique	Bright Star 4th ed	C 2.0
BS_NOI	numéro suffixe de la lettre grecque de Bayer	Bright Star 4th ed	C 2.0
VHR	magnitude V de l'étoile (pure) de numéro HR	BS4	N 6.2
OLV_VCOR	magnitude V corrigée (pour les doubles non séparées)	OLV_cacul_dBase	N 6.2
R_KN	numéro dans la constellation + constellation Ptolémée		C 5.0
KN_NUMERO	numéro de l'éventuelle étoile homologue dans Ptolémée	OLV	N 4.0
ALPH_NAL	numéro d'ordre dans les tables alphonsines Gauricius	Tables Alphonsines de Gauricius	N 4.0
PK_MAGSUFI	magnitude du Sufi, prise dans la catalogue d'Ulugh Beg	Catalogue Ulug Beigh, édition Knobel	N 4.2
KN_MAGPTOL	magnitude Ptolémée selon Peters and Knobel	Catalogue Ptolémée, Peters & Knobel	N 4.2
SCH_MAPTOS	magnitude Ptolémée selon Schjellerup dans cat. Sufi	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
ALPH_MAGAL	magnitude dans les Tables Alphonsines Gauricius	Tables Alphonsines Gauricius	N 4.2
SCH_MAGSU2	magnitude du Sufi selon Schjellerup	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
SCH_MAGAR	magnitude d'Argelander selon Schjellerup	Catalogue Sufi, HCFC Schjellerup	N 3.1
BS_CONS	constellation moderne de l'étoile	Bright Star 4th ed	C 3.0
TOOMER_MPT	magnitude de Ptolemee selon Toomer		N 3.1
I_PTY	indice de non-fiabilité du récolement Ptolemee-Tycho	OLV	N 1.0
NUMTYC	(réservé)		C 6.0
RTYBAL	identification (nucon+con_t) dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 5.0
TY_NTYBAL	numéro de l'étoile dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 4.0
P_II	indice de non-fiabilité de l'identification Ptolémée	OLV	N 1.0
P_IM	indice de mauvaise transmission de magnitude Ptolémée	OLV	N 1.0
P_IC	indice d'incohérence de magnitude de Ptolemee Toomer	OLV	N 1.0
P_IP	indice de non-fiabilité photométrique dans Ptolémée	OLV	N 1.0
P_IT	indice de pré_jugé d'éclat (biais de fixité) Ptolémée	OLV	N 1.0
P_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV dans Ptolemee	OLV	N 4.0
NUMTYCPRO	numéro de l'homologue dans Tycho Progymnasmata	OLV	N 4.0
MAG	Magnitude dans Tycho Baily	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	N 3.1
AX	indicateur d'étoile annexe (AK = étoile annexe Kepler)	Tycho Catalogue, ed Baily M.RAS	C 2.0
ANCIEN	nucon, "num vetus" de Tycho progrymasmata, con_t	Tycho Cat. in Progymnasmata,	C10.0
GR	symbole de la lettre grecque de Bayer NOG_HRC	OLV	C 2.0
M_HESS	magnitude selon le Landgrave de Hesse	Historia Coelestis Flamsteed	N 1.0
MA_A	magnitude dans Tycho-Progymnasmata	Tycho Cat. in Progymnasmata,	N 3.1
MPRO	ma_a ou mag si ma_a=0	OLV	N 3.1
VCOR	VCOR de l'étoile désignée par HRC	OLV + doubl + BSC4	N 4.2
IDENTIF	B:nomBaily, %:pos.Baily, P:pos.Progym $:pas dans Progy	OLV	C 3.0
T_II	indice de non-fiabilité de l'identification dans Tycho	OLV	N 1.0
T_IP	indice de non-fiabilité photométrique dans Tycho	OLV	N 1.0
T_IT	indice de risque de "biais de fixité" dans Tycho	OLV	N 1.0
T_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV dans Tycho	OLV	N 4.0
EC_DOUB	appréciation de la séparation du couple hrc	OLV + doubl + BS4	N 5.3
I_PTH	indice de non-fiabilité récolement (Ptol.+Tycho)Hevel.	OLV	N 1.0
H_N	numéro de l'étoile dans le catalogue Hevelius d'OLV	OLV	N 4.0
SOURCE	existence = P : in Ptol., T : in Tycho, H : in Hévélius	OLV	C 5.0
CONS	Consellation selon Hevelius d'après Baily	Hevelius catalogue, ed Prodomus	C 3.0
OT	"Ordo Tychonis" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 2.0
MT	"magnitudo Tychonis" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 3.1
MH	"Magnitudo Hevelii" in Hevelius	Hevelius catalogue, ed Prodomus	N 3.1
HV_NUM	numéro de réference dans le catalogue Hevelius OLV	Hevelius catalogue, ed Baily M.RAS	N 4.0
H_II	indice de non-fiabilité de l'identification Hévélius	OLV	N 1.0
H_IP	indice de non-fiabilité photométrique dans Hevelius	OLV	N 1.0
H_IT	indice de préjugé d'éclat (biais de fixité) Hévélius	OLV	N 1.0
H_NOTE_OLV	numéro de la note éventuelle d'OLV cat. Hévélius	OLV	N 4.0

Les données photométriques issues du fichier ANCIENS.DBF sont placées en annexe A2.ANC.

Chapitre 2.4
les catalogues photométriques "modernes"

2.4.1.
Quelques éléments historiques autour du choix de la sélection des sous-catalogues "modernes"

Parmi l'importante production de catalogues de Bayer à Flammarion (Knobel dans The Chronology of Star Catalogues[80] en cite près de 500), nous n'avons identifié que 8 sous-catalogues modernes, respectant le cahier des charges d'exhaustivité et d'originalité du paragraphe 2.1.2.2., comme nous l'avons déjà signalé plus haut.:

il s'agit des catalogues décrits dans le tableau 2.4.1.

Auteur principal	dates d'observation	date équinoxe	date de publication
Bayer[81]	?	----	1603
Bradley	1750-1762	1755	1818
Flamsteed	1689-1719	1690	1725,
Sir William Herschel	1790-?	----	1796-1918
Piazzi	1792-1802	1800	1803
Argelander	1840	1840	1843
Heiss	1855	1855	1872
Flammarion	1880?	----	1882

Tableau T.2.4.1.
listes des catalogues modernes retenus

Les trois dates données dans ce tableau sont, dans l'ordre, les dates de :

- 1 : observation (éventuellement début et fin),
- 2 : équinoxe des mesures d'origine du catalogue
  (---- : pas de mesures de position),
- 3 : publication de la première édition.

Rappelons que nous avons agrégé (pour des raisons de support technique informatique) la Bonner Durchmunsterung avec les catalogues contemporains cf (2.1.2.3.).

De nombreux catalogues qui :

- sont des compilations d'observations de dates très différentes (plus écartées que 50 ans)
- ne sont pas exhaustifs
- ne contiennent pas assez d'étoiles (<700 étoiles utiles)

[80] op.cit. de Knobel, E.B.
[81] agrégé aux modernes malgré la date (cf 2.1.2.3.)

ont été laissés de côté. Nous donnons en annexe A2.CATLIM, une liste des catalogues à propos desquels nous avons hésité.

2.4.2.
les stratégies vis à vis des catalogues modernes

2.4.2.1. Stratégie d'identification des étoiles

Pour les catalogues modernes, nous avons adopté une stratégie d'identification des étoiles plus légère que pour les anciens, en raison du moins grand risque d'erreur de copie manuscrite pour les valeurs de magnitude, et de la disparition du problème de l'identification "morphologique" ou par coordonnées. Nous avons utilisé un système de double source plus sommaire, en prenant le tableau de Camille Flammarion comme deuxième source (quand cela était possible).

2.4.2.2. Stratégie de présentation des fichiers de données

Nous avons également simplifié la stratégie de présentation des fichiers de données. Nous ne donnons pas dans la suite les descriptions détaillées de chaque sous-fichier moderne, mais seulement celles des fichiers de synthèse. Il est également à signaler que nous n'avons extrait des catalogues que le milliers de mesures correspondant aux étoiles présentes dans fichier ANCIENS.DBF

2.4.3.
Bayer, Bradley et Flamsteed

2.4.3.1. Bayer et les éclats des étoiles

Johann Bayer n'a pas, à proprement parlé, publié de catalogue photométrique d'étoiles. Il a affecté aux étoiles des lettres grecques de dénomination, selon un ordre qui, dans beaucoup de constellations semble lié aux éclats relatifs des étoiles. Nombreux sont les auteurs (par exemple Sir William Herschel[82], Camille Flammarion[83], Basil Brown[84] et Joseph Ashbrook dans The astronomical Scrapbook[85])

[82] Herschel, Sir William. On the Method of observing the Changes that happen to the fixed stars; with some Remarks on the Stability of the light of our Sun. To which is added, a catalogue of comparative Brightness, for ascertaining the permanancy of the Lustre of Stars. Londres : <Philosophical Transactions>, 1796
[83] op. cit. de Flammarion, Camille.
[84] Brown, Basil. Astronomical Atlases, Maps and Charts, An Historical and General Guide. London : Search Publishing Co, 1932. réimpression, Dawson of Pall Mall,
[85] op.cit. de Ashbrook, Joseph.

qui se sont livrés à des considérations sur la validité photométrique de cet ordre des étoiles selon Bayer. Il ressort de ces travaux une question : Doit-on considérer les indications de Bayer comme :

- des mesures avec une résolution d'une magnitude,
- des séries partiellement ou totalement ordonnées en éclat,
- de simples points de repère, dont la nature dépend des cas ?

Pour l'instant, nous traitons ces données comme Camille Flammarion, c'est-à-dire comme des magnitudes, avec une résolution de 1.0. On verra par la suite dans la partie 3 GRADUS si l'on peut mieux utiliser l'information (car en réalité, il s'agit bel et bien, dans de nombreux cas de listes ordonnées) selon le type de codage que l'on utilisera. Le même problème risque de se poser pour Herschel, si l'on voit les choses comme des comparaisons d'éclat.

2.4.3.2. Source des données de Bayer et fichiers

Indépendamment des valeurs de la "magnitude" de Bayer données dans le tableau de Flammarion, nous avons utilisé comme source l'oeuvre originelle de Johann Bayer, l'Uranometria omnium asterismorum augustae vindelicorum[86], disponible à l'Observatoire de Paris, à la cote [33] pour l'Edition originelle. Le fichier BAYERFIN.DBF contient les magnitudes des étoiles brillantes de l'Uranometria omnium asterismorum augustae vindelicorum. Il contient 1150 étoiles sur les 1706 publiées par Bayer, celles qui ont a priori déjà été mesuré par les Anciens. Sa structure est décrite dans le fichier BAYELEG.DBF. Nous ne donnons pas séparément en Edition papier les données de Bayer, qui sont présentes dans les tableaux issus des fichiers de synthèse.

2.4.3.3. Source des données de Flamsteed et fichiers

Les données de Flamsteed ont été prises dans la Baily's corrected and enlarged Edition of the British Catalogue présentée dans "An account of the Rev. John Flamsteed, the First Astronomer Royal"[87]. Le fichier FLAMS1.DBF contient les magnitudes des étoiles brillantes (c'est-à-dire dont la magnitude selon Flamsteed est inférieure ou égale à 6.5) du British Astronomical Catalogue, Edition de Baily 1835. Il contient 2552 étoiles sur les 3310 publiées dans l'Edition
Baily du Catalogue de Flamsteed. Le fichier FLAMSLEG.DBF contient la description de la structure de FLAMS1.DBF.

2.4.3.4. Source des données de Bradley et fichiers

Les données du catalogue de Bradley ont été prises dans le Fund. Astro. pro Anno 1755 deducta J. Bradley, de Bessel[88] disponible à la cote [1165] à l'Observatoire de Paris. Le fichier BRADLEY.DBF contient les magnitudes des étoiles brillantes du Fund. Astro. pro Anno 1755 deducta J. Bradley. Il contient

[86] Bayer, Johann. Uranometria omnium asterismorum augustae vindelicorum. Réimpr. [première ed. 1603, deuxième ed. 1648] 1661
[87] Baily's corrected and enlarged Edition of the British Catalogue. In "An account of the Rev. John Flamsteed, the First Astronomer Royal. London : , 1835
[88] Bessel, . Fund. Astro. pro Anno 1755 deducta J. Bradley, 1755

plus de la moitié étoiles sur les 3222 publiées dans l'Edition Bessel du Bradley (Il s'agit des étoiles plus brillantes que la magnitude 6.5). Le fichier BRADLEG.DBF contient la description de la structure du fichier BRADLEY.DBF.

2.4.3.5. Problèmes spécifiques

Nous avons créé deux indices signalant des problèmes d'identification

2.4.3.5.1. Indice f_ii : (f pour Flamsteed)

Cet indice prend les valeurs définies au tableau T.2.4.2.

f_ii :	occurrence
0 :	identification trouvée directement
1 :	identification par le n° CG puis HD (via Becvar[89])
2 :	identification présumée, via la lettre de Bayer
3 (à changer pour 9) :	pas trouvé le HRC !!

Tableau T.2.4.2.
modalités de l'indice de problème d'identification dans Flamsteed

2.4.3.5.2. ndice b ii : (b pour Bayer)

Le tableau T.2.4.3. donne les modalités prises par cet indice.

b_ii	occurrence
0 :	pas de problème d'identification
1 :	cette lettre grecque est maintenant attribuée à plusieurs composantes : noi <>' ' : problème
9 :	pas de correspondant dans Bayer

Tableau T.2.4.3.
modalités de l'indice de problème d'identification Bayer

Pour ne pas trop multiplier les indices, nous n'avons pas introduit d'indice mentionnant l'absence de magnitude chez Bradley. L'absence ou la présence de la valeur de cette magnitude dans le tableau nous suffisant pour l'instant comme indicateur.

[89] Becvar, Antonin. Atlas of the Heavens - II Catalogue 1950,0 [Fourth Enlarged Edition]. Prague, (CSSR) et Cambridge (Mass.) : Academie des Sciences Tchécoslovaque et Sky Publishing Corporation, 1964

2.4.4.
Sir William Herschel

2.4.4.1. Les catalogues d'éclat de Sir William Herschel

En 1796, Sir William Herschel publie un texte intitulé : On the methods of Observing the Changes that happen to the fixed Stars ; with some Remarks on the Stability of the Light of our Sun . To which is added, a Catalogue of comparative Brightness, for ascerting the Permanency of the Lustre of the Stars[90].

Dans cette publication, Sir William Herschel critique l'utilisation d'un classement des étoiles en grandeur pour comparer leurs éclats. C'est pourquoi, le "catalogue" dont il est fait mention dans le titre de cette publication fournit des données sous une forme nouvelle : au lieu de noter directement l'éclat des étoiles, il les a classées par ordre de brillance dans chaque constellation, et a donné un indicateur de leur écart d'éclat avec certaines de leurs voisines (un indice de proximité d'éclat, pouvant prendre quelques modalités qualitatives). Au cours de sa vie, Sir William Herschel rédigera cinq autres catalogues de ce type. Trois autres seront publiés de son vivant[91] et deux autres après sa mort[92]. Au total, ils contiennent environ 6000 "comparaisons" d'éclat, portant sur près de 1000 étoiles dont certaines sont d'ailleurs contradictoires.

2.4.4.2.Que peut on tirer aujourd'hui de telles données ?

Afin de comparer l'éclat des étoiles vu par Sir William Herschel avec les mesures actuelles, deux stratégies sont possibles :

- stratégie de recherche de l'incohérence

La première stratégie consiste à identifier les écarts entre les notations de Sir William Herschel et celles que nous obtiendrions à l'heure actuelle avec un système de données du même type aujourd'hui.

- stratégie de réduction en magnitudes

---

[90] op. cit. de Sir William Herschel

[91] Herschel, Sir William. On the periodical Star alpha Herculis ; with Remarks tending to establish the rotarory Motions of the Stars on their Axes. To which is added a second Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. Londres, <Philosophical Transactions>, 1796. - Herschel, Sir William. A third Catalogue of the comparative Brightness of the Stars ; with an introductory account of an index to Mr Flamsteed's observations of the fixed stars contained in the second Volume of the Historia Coelestis. To which is added several useful Results derived from that index. <Philosophical Transactions>, 1797. - Herschel, Sir William. A fourth Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. <Philosophical Transactions>, 1799.

[92] Dreyer, J.L.E. Fifth and Sixth Catalogues of the comparative Brightness of the Stars -in Continuation of those printed in the Philosophical Transactions of the Royal Society for 1796-99. Londres, <The scientific Papers of Sir William Herschel>, 1912.

La deuxième stratégie consiste à réduire ces données pour en déduire une magnitude comparable à celle en usage actuellement. Ce travail a été effectué, estimation par estimation, par l'équipe du Harvard Observatory[93] ; il s'agit respectivement d'une réduction de type classique, puis d'une réduction en deux itérations (voir à propos de travaux analogues sur les estimations du fils Sir John Herschel[94]).

Il est clair que ces traitements n'exploitent pas la totalité de l'information contenue dans les estimations. La question que nous devons nous poser aujourd'hui est la suivante : Comment exprimer au mieux cette information ? Pour répondre à cette question, il faut exprimer les contraintes qui découlent des estimations des écarts de Sir William Herschel en termes de relation entre les magnitudes des étoiles.

Deux remarques s'imposent :

- une partie des données est auto-contradictoire : d'une part, certaines comparaisons du même couple d'étoiles sont reprises plusieurs fois, avec des indications d'écarts différentes et d'autre part, des chemins ayant les deux mêmes étoiles comme extrémités, mais passant par des étoiles intermédiaires différentes, ne donnent pas la même différence totale d'éclat.

On ne peut donc pas en toute rigueur obtenir une échelle de magnitude qui soit cohérente avec toutes les comparaisons. Ce caractère contradictoire des données nous amènera à faire des choix : notre jeu de contraintes ne définit pas a priori une relation d'ordre. On aura forcément à choisir de privilégier ceratines contraintes par rapport à d'autres et donc à définir un indice de qualité (une métrique) entre les différents systèmes de magnitude pouvant être déduits des observations.

- les comparaisons sont organisées par paquets (à peu près par constellations).

Il n'y a donc pas de relation d'ordre total entre les étoiles. On peut rattacher les contraintes de chaque paquet à un système de magnitude, mais pas globalement. Il faudra au minimum centrer (c'est-à-dire reprendre une magnitude moyenne) et réduire (c'est-à-dire reprendre une mesure de la dispersion) à partir de valeurs arbitraires décrivant chaque paquet.

Précisement les données ont les caractéristiques suivantes :

Les six catalogues contiennent des données dont la répartition par constellations est indiquée dans le tableau T.2.4.4. qui est emprunté au texte de Dreyer[95]).

---

[93] Pickering, Edward C. Catalogues of Sir William and Sir John Herschel. <Harvard Annals>, n°14, part II, chapter VIII - Pickering, E. Observations of Sir William Herschel. <Harvard Annals>, n°23, chapter IX

[94] Doberck W. On the magnitudes of 919 Fixed Stars Detremined from Sequences Observed by Sir John Herschel during the Years 1835 to 1838. <The astrophysical Journal>, Vol XI n°4, 1900.

[95] op. cit. de Dreyer, J.L.E.

constellation	nombre d'étoiles	nombre d'estimations
catalogue 1		
Aquarius	108	AQR 199
Aquila	71	AQL 164
Capricornus	51	CAP 120
Cygnus	81	CYG 231
Delphinus	18	DEL 31
Equulus	10	EQU 17
Hercules	113	HER 293
Pegasus	89	PEG 226
Sagitta	18	SGE 35
catalogue 2		
Aries	66	ARI 140
Canis Major	31	CMA 51
Canis Minor	14	CMI 28
Cassiopea	55	CAS 99
Cetus	97	CET 183
Corvus	9	CRV 20
Eridanus	69	ERI 119
Gemini	85	GEM 160
Leo	95	LEO 170
catalogue 3		
Andromeda	66	AND 140
Bootes	54	BOO 109
Cancer	83	CNC 163
Centaurus	5	CEN 8
Cepheus	35	CEP 61
Corona Borealis	21	CRB 32
Lacerta	16	LAC 32
Lepus	19	LEP 36
Navis	22	arg 48
Orion	78	ORI 163
catalogue 4		
Auriga	66	AUR 133
Draco	80	DRA 141
Lynx	45	LYN 76
Lyra	21	LYR 47
Monoceros	31	MON 58
Perseus	59	PER 132
Sextans	41	SEX 71
Taurus	141	TAU 296
Triangulum	16	TRI 37

catalogue 5

Cameleopardalis	58	CAM 103
Hydra	60	HYA 126
Hydra & Crater	31	CRT 76
Leo Minor	53	LMI 95
Pisces	113	PSC 228
Sagittarius	65	SGR 125
Ursa Minor	24	UMI 70
Vulpecula	35	VUL 73

catalogue 6

Canes Venatici	25	CVN 39
Coma Berenices	43	COM 71
Libra	51	LIB 155
Lupus	5	LUP 8
Piscis austr.	24	PSA 30
Scorpio	35	SCO 80
Serpens	64	SER 107
Serpentarius	74	OPH 153
Ursa major	87	UMA 249
Virgo	110	VIR 340

Tableau T.2.4.4.
répartition des estimations de Sir William Herschel par constellation

Sir William Herschel définit plusieurs modalités pour son indice de proximité. La figure T.2.4.5. donne les définitions de ces différentes modalités, ainsi que les symboles qui les représentent dans les catalogues de Sir William Herschel.

symbole utilisé	signification dans les catalogues de SWH, textes de On the Methods of Observing the Changes (...)
1 .	"equality"
2 .,	"from equality to the least perceptible more bright"
3 ,	"the least perceptible difference more bright"
4 -	"a very small difference more bright"
5 ,-	"from a very small to the least perceptible diff."
6 -,	"a small difference more bright"
7 --	"a considerable difference more bright"
8 ---	"any great difference more bright in general"

Tableau T.2.4.5.
définition des principaux symboles utilisés par SWH dans ses catalogues

Si l'on regarde les histogrammes des écarts de magnitude représentés par ces différents symboles, on obtient les fréquences données dans le tableau T.2.4.5. (en utilisant comme éclat la magnitude V prise dans le Bright Star Catalogue 4th edition[96] où N(dm,i) est le nombre de couples d'étoiles de différences de magnitude dm, notés par le symbole i. Nous donnons en annexe le listing du programme Her.pas qui effectue automatiquement l'analyse des données de Herschell, à partir du Bright Star Catalogue.

[96] op. cit. de Hoffleit, D.

1	2	3	4	5	6	7	8	delta
.	.,	,	-	,-	-,	--	---	magnitude
61	13	88	48	5	16	9	0	...-0.5
28	6	23	2	0	4	0	0	...-0.4
56	2	34	11	0	0	1	0	...-0.3
93	8	74	14	4	2	1	0	...-0.2
94	21	127	27	11	3	0	0	...-0.1
110	32	187	62	19	6	1	0	... 0.0
114	35	175	106	14	18	3	1	... 0.1
123	37	221	121	17	15	2	1	... 0.2
85	20	187	100	27	36	2	0	... 0.3
54	19	238	138	20	30	9	0	... 0.4
31	13	144	123	17	29	2	0	... 0.5
20	2	108	99	14	36	8	0	... 0.6
21	4	86	118	3	26	10	0	... 0.7
6	0	56	72	3	30	9	1	... 0.8
6	0	30	44	6	28	20	0	... 0.9
7	0	20	35	0	13	8	1	... 1.0
8	2	15	34	2	14	14	0	... 1.1
2	0	10	27	3	11	6	0	... 1.2
2	1	7	10	0	22	13	1	... 1.3
4	0	6	7	2	6	6	0	... 1.4
2	0	8	0	2	6	4	0	... 1.5
8	10	24	36	4	23	15	4	... 1.6

Tableau T.2.4.5bis.
Histogrammes des ecarts d'Herschell

en nombres absolus de symboles utilisés pour ce delta mag :
sur un total de 6221 estimations d'éclat (aux problèmes d'identification près)

1	2	3	4	5	6	7	8	delta
.	.,	,	-	,-	-,	--	---	magnitude
7	6	5	4	3	4	6	0	...-0.5
3	3	1	0	0	1	0	0	...-0.4
6	1	2	1	0	0	1	0	...-0.3
10	4	4	1	2	1	1	0	...-0.2
10	9	7	2	6	1	0	0	...-0.1
12	14	10	5	11	2	1	0	... 0.0
12	16	9	9	8	5	2	11	... 0.1
13	16	12	10	10	4	1	11	... 0.2
9	9	10	8	16	10	1	0	... 0.3
6	8	13	11	12	8	6	0	... 0.4
3	6	8	10	10	8	1	0	... 0.5
2	1	6	8	8	10	6	0	... 0.6
2	2	5	10	2	7	7	0	... 0.7
1	0	3	6	2	8	6	11	... 0.8
1	0	2	4	3	7	14	0	... 0.9
1	0	1	3	0	3	6	11	... 1.0
1	1	1	3	1	4	10	0	... 1.1
0	0	1	2	2	3	4	0	... 1.2
0	0	0	1	0	6	9	11	... 1.3
0	0	0	1	1	2	4	0	... 1.4
0	0	0	0	1	2	3	0	... 1.5
1	4	1	3	2	6	10	44	... 1.6

Tableau T.2.4.5ter.
Histogrammes des écarts de Sir William Herschel en pourcentage par colonnes

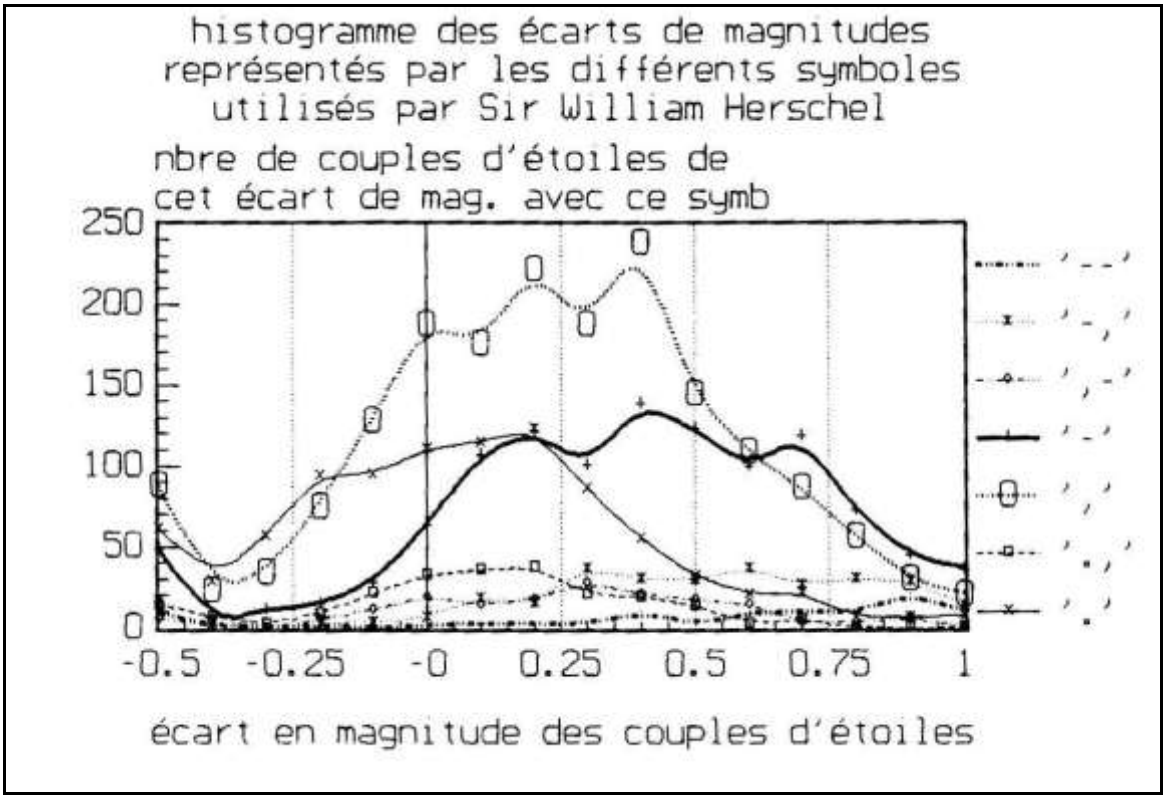


Figure F.2.4.1.
largeur des histogrammes des symboles de Sir William Herschel

On constate qu'il n'y a qu'une assez faible différence entre les moyennes des différents symboles, compte tenu de l'importante dispersion des courbes. On note malgré tout l'allure générale diagonale des tableaux T.2.4.5. qui montre qu'il a quand même une légère corrélation entre les symboles et les différences de magnitude (on pourrait en faire l'AFC pour aller plus loin dans l'analyse)

2.4.4.3. Des magnitudes Herschel ?

Comment passer des données formulées par Sir William Herschel aux contraintes sur les magnitudes ? Plusieurs modes de raisonnement sont possibles, pour chaque paquet indépendant d'étoiles, tels que :

- le raisonnement analyse des correspondances (voir chapitre 1.3.), qui nécessite de trouver une formule pour permettre de présenter les données sont la forme d'un tableau de correspondance (c'est-à-dire pour compléter les données), de façon à ce que l'on puisse utiliser la coordonnée sur le premier facteur comme une estimation de magnitude au sens des autres observateurs,

- le raisonnement "maillage" qui consiste à optimiser la présentation des écarts le long d'une chaîne linéaire paramétrée par un indicateur de magnitude, en utilisant un formulaire du type électrique (résistance) ou mécanique (ressorts),

- le raisonnement itératif, qui consiste à partir d'une série donnée de magnitudes arbitraires que l'on modifie par itération pour les faire s'accorder avec les estimations d'écart.

Une solution mixte peut être développée : remplissage des données manquantes par des valeurs extrapolées ou par un choix de modalités d'un indicateur qualitatif, puis analyse des correspondances.

On peut enfin envisager d'inverser le problème et de rendre les données des autres observateurs homogènes avec celles d'Herschel. Des codages du type "écarts aux valeurs attendues" permettent cette solution.

2.4.4.4. choix d'une stratégie

Nous verrons dans la partie 3 que nous avons finalement utilisé les données de la réduction classique de l'équipe du Harvard Observatory, mentionnée au paragraphe 2.4.4.2. Dans la suite de nos travaux, nous reprendrons ce problème, qui comme on le verra dans la partie 4 se révèle crucial pour notre étude des variations séculaires.

2.4.4.5. structure du fichier HERSCH1.DBF

Le fichier HERSCH1.DBF contient les 6221 comparaisons de brillance des étoiles des 6 catalogues de Sir William Herschell. Le fichier HERSCHLEG.DBF contient la description de la structure de HERSCH1.DBF, conformément au tableau T.2.4.6.

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
CONS	constellation	on the methods of observing	C 3.0
ET	N°Flamsteed étoile principale	on the methods of observing	N 3.0
MAGFLAM	mag-flam étoile principale	on the methods of observing	N 4.2
ET1	N°Flamsteed étoile brillante	on the methods of observing	C10.0
SEPAR	symbole choisi pour l'écart	on the methods of observing	C10.0
ET2	N°Flamsteed de l'étoile faible	on the methods of observing	C10.0
UN	réservé calculs	vaut 1	N 4.0
ETCA			C 4.0

Tableau T.2.4.6.
structure du fichier de données Hersch.dbf

2.4.5.
Flammarion, Piazzi, Argelander et Heis

2.4.5.1. source des données

Compte-tenu de nos délais, nous avons utilisé comme seule source pour Piazzi (il s'agit de son travail dans Principuarum Stellarum Inerrantium Positiones[97] et

[97] Piazzi, G. Principuarum Stellarum Inerrantium Positiones ineunte saeculo XIX ex observationibus habitis in specula Panormitana ab anno 1792 ad annum 1802. Panormi : 1803 [6748 étoiles] - Piazzi, G. Principuarum Stellarum Inerrantium Positiones ineunte saeculo XIX ex observationibus habitis in specula Panormitana ab anno 1792 ad annum 1813. Panormi : 1814 [7646 étoiles]

Heis (il s'agit de son travail dans son Atlas Coelestis Novus[98]) les données compilées par Flammarion. Nous avons pratiquement fait la même chose pour Argelander, du moins pour son travail de l'Uranometria Nova[99], à ceci près que nous avions une indication dans notre édition de Schejjelrup[100] du Sufi, sur ces magnitudes.

Nous avons donc repris le fichier de base publié dans Les étoiles et les curiosités du ciel, que nous avions présenté dans la première partie. Il contient non seulement les magnitudes de Flammarion, celles de Piazzi, Heis et Argelander, mais aussi celles de 10 autres observateurs déjà cités dans la partie 1 (voir tableau T.2.4.7.).

attribution	date présumée	mag.
Ptolémée	+ 130	MPT
(peut être Hipparque en	- 127)	
Abd Al Raham Al Sufi	+ 900	MSU
Ulugh Beigh	+ 1430	MUG
Tycho Brahé	+ 1590	MTK
Bayer	+ 1603	MBA
Hévélius	+ 1660	MHV
Flamsteed	+ 1700	MFS
Piazzi	+ 1800	MPZ
Argelander	+ 1840	MAG
Heis	+ 1860	MHS
Flammarion	+ 1880	MCA

Tableau T.2.4.7.
catalogues compilés par Flammarion

Pour plusieurs catalogues, la compilation de Camille Flammarion nous donne l'occasion d'un recoupement supplémentaire. Nous avons ainsi l'occasion de créer de nombreux indices de fiabilités supplémentaires ou d'affiner ceux déjà existant. En fait, en toute rigueur, il faut s'interroger sur ce qu'ils peuvent prouver, parce qu'il y a fort à parier que Flammarion avait presque les mêmes sources que nous.

2.4.5.2. problèmes spécifiques

Pour préparer le récolement général, parmi l'ensemble des séries d'estimation d'étoiles compililées par Flammarion, nous nous sommes limité dans un premier temps aux étoiles "exhaustives", c'est-à-dire celles pour lesquelles notre auteur donnait des valeurs attribuées aux 11 observateurs cités plus haut, ce qui élimine les variables qu'il a noté simplement "var".

[98] Heis, E. Atlas Coelestis Novus per Media Europam solis oculis conspicuae secundum vers lucis magnitudines e coelo ipso descriptae. Coloniae ad Rhenum, 1872
[99] Argelander, F.W.A. Uranometria Nova, Stellae per Media Europam solis oculis conspicuae secundum vers lucis magnitudines e coelo ipso descriptae. Berolini, 1843.
[100] op. cit. de Schejjelrup

Une fois cette sélection effectuée, nous avons voulu nous assurer de la cohérence entre les étoiles de notre fichier ANCIENS.DBF et les données de Flammarion. Normalement, par définition (nous avons gardé les étoiles exhaustives de Flammarion, toutes les étoiles attribuées aux trois anciens : source= "PTH", doivent être présentes dans notre sélection.

Eh bien ... non : Deux sources principales de problèmes existent visiblement. D'une part les variables "avérées" qui sont dans notre tableau ANCIENS.DBF, puisque pas encore identifiées comme variables et qui ne sont plus chez Flammarion ; d'autre part les doubles dont la composante Flammarion n'est pas identique à celles que nous nous avons retenu dans notre fichiers ANCIENS.DBF.

Le tableau T.2.4.8. donne la liste des cas de variables qui existent dans "anciens" et pas dans Flammarion.

N°HR	Flamsteed	Lett. Gr	Cons.		
8571	27	04	DE	Cep	variable
6407	64	01 1	AL	Her	variable
7106	10	02	BE	Lyr	variable
168	18	01	AL	Cas	variable
936	26	02	BE	Per	variable
921	25	17	RO	Per	variable
1324				Per	variable
1605	7	05	EP	Aur	variable
7570	55	07	ET	Aql	variable
1239	35	11	LA	Tau	variable
2650	43	06	ZE	Gem	variable
2216	7	07	ET	Gem	variable
5586	19	04	DE	Lib	variable
2061	58	01	AL	Ori	variable

Tableau T.2.4.8.
variables existantes dans ANCIENS.DBF et pas dans notre sous ensemble d'étoiles sélectionnées chez Flammarion

La liste des étoiles doubles problématiques est donnée dans le tableau T.2.4.9.

N°HR	Flamsteed	Lett. Gr	Cons.		"ETOI2"	
3403	4	16 2	PI	UMA	étoile double	
3616	13	18 2	SI	UMA	étoile double	
7139	12	2	DE	Lyr	étoile double	
7420	10	09 2	IO	Cyg	étoile double	IOCY
869	46	3	RO	Ari	???	ROAI
1329	50	24 2	OG	Tau	étoile double	OGTU
3176	10	12 2	MU	Cnc	étoile double	MUCC
5993	9	1	OG	Sco	étoile double	OGSK
7150	37	14 2	XI	Sgr	étoile double	XISG
7715	2	14 2	XI	Cap	étoile double	XIKP

Tableau T.2.4.9.
étoiles doubles problématiques lors de la comparaison Flammarion/Anciens

Signalons pour mémoire que nous avons rencontré un autre problème épineux : le problème des étoiles à cheval entre Persée et Andromède : le tableau T.2.4.10. donne la liste des 3 étoiles en cause dans le fichier CAMILLE.DBF.

N°HR	Flamsteed	Lett. Gr	Cons.	"ETOI2"
1273	48		Per	51AD UPPR
1210	43		Per	0Dp 0APR
464	51		And	UPp UPPR

Tableau T.2.4.10.
étoiles problématiques à la frontière de Persée et d'Andromède

Voici en détail ce qu'il faut conclure aujourd'hui de ce problème :

Flamsteed54 And
= Phi Per
= CAMILLE.DBF 747
= hr 496
(quelquefois notée variable)

Flamsteed51 And
= par erreur chez C. Flammarion "Ups Per"
= CAMILLE.DBF 128
= hr 464

Flamsteed48 Per
= chez C. Flammarion" c Per"
= aujourd'hui "Ups Per"
= hr 1273

Nous préciserons au moment du récolement les étoiles que nous avons ajoutées à Flammarion pour tenir compte de ces remarques et pour ne pas perdre des étoiles observées par les anciens. Elles sont marqués par l'indice cf_ii=2 (cf paragraphe suivant).

2.4.5.3. indices de non-fiabilité définis

Voici les indices spécifiques à Flammarion que nous avons créé.

L'indice d'identification : cf_ii est defini par le tableau T.2.4.11.

modalité	occurrence
cf_ii = 0	étoiles non doubles, non variables, sans problème d'identification
cf_ii = 1	étoiles "à problème" : composante d'une double ou variable
cf_ii = 2	étoiles "ajoutés", avec données manquantes, pour compléter la partie moderne d' "anciens.dbf"
cf_ii = 5	étoiles "incertaines", c'est-à-dire présentant un changement d'identification
cf_ii = 9	problème majeur

Tableau T.2.4.11.
modalités de l'indice d'identification de Flammarion

De même, le tableau T.2.4.12. définit l'Indice de duplicité. Ces problèmes d'étoiles doubles seront traités plus globalement au moment du récolement général.

modalité	occurrence
cf_id = 0	étoiles non doubles
cf_id = 1	étoiles doubles, écart>=0.30° on les considère comme résolues.
cf_id = 2	étoiles doubles, écart <0.15, considérées comme intégrées
cf_id = 3	étoiles doubles, écart >=0.15 et <0.30 étoiles problématiques

Tableau T.2.4.12.
modalités de l'indice de problème de Duplicité Flammarion

2.4.5.4. Structure du fichier catalogue

La structure du fichier de données de Flammarion est donnée dans le tableau T.2.4.13.

nom du champ	contenu du champ	source des données	format
ETOI	symbole de l'étoile en trois lettres (pour AFC)	OLV	C 4.0
MPT	magnitude de Ptolémée selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MSU	magnitude du Sufi selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MUG	magnitude d'Ulugh Beigh selon Flammarion	Les étoiles et les curios .	N 3.1
MTK	magnitude de Tycho Brahé selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MBA	magnitude de Bayer selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MHV	magnitude de Hévélius selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MFS	magnitude de Flamsteed selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MPZ	magnitude de Piazzi selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MAG	magnitude de Argelander selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MHS	magnitude de Heis selon Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MCA	magnitude selon les observations de Flammarion	Les étoiles et les curios.	N 3.1
MBECVAR	magnitude de la RHP de Pickering	selon le Becvar	N 4.2
ETOI2	symbole de l'étoile en 4 lettres	OLV	C 4.0
HR	numéro HR de l'étoile retenue comme identification		N 4.0
HRC	numéro HRC de l'étoile retenue comme identification	OLV + doubl + BS4	N 4.0
V	magnitude V de l'étoile HR	BSC4	N 4.2
VCOR	si double non séparable magnitude V intégrée	OLV	N 4.2
EC_DOUBL	si HR est un élément d'une double, écart en degré	programme "doubl"	N 4.2
CONS	constellation moderne de l'étoile HR		C 3.0
GR	abréviation latine de la lettre grecque de Bayer		C 2.0
NOG	numéro de la lettre grecque de Bayer dans l'alphabet	programme gon	N 3.0
FLAM	n° de Flamsteed	an account of the Rev. Flamsteed	C 2.0
NOF	n° de Flamsteed de l'étoile HR		N 2.0
NOM	n° Flamsteed (3 chiffres) + cons		C 6.0
NOMGR	nom Bayer complet : nog+cons		C 5.0
CF_II	indice de fiabilité : identification Flammarion	OLV	N 1.0
CF_IF	indice de fiabilité : mesures manquantes	OLV	N 1.0

Tableau T.2.4.13.
structure du tableau de données issues de Flammarion.

2.4.5.5. données des catalogues

Les données de ces 801 étoiles issues de la compilation de Flammarion publiée dans "Les étoiles et les curiosités du Ciel" sont données en annexe A2.CATCAM

2.4.6. Le récolement des catalogues modernes

2.4.6.1. nature des problèmes

Pour récoler ces données, il y a deux problèmes distincts, de natures très différentes :

Récoler les données Flamsteed+Bradley+Bayer avec celles de Flammarion, ce qui pose des problèmes de même type que ceux que nous avons rencontrés pour les anciens,

Récoler le fichier obtenu, avec les données de Sir William Herschel, ce qui pose des problèmes complètement nouveaux, d'une part parce que les données ne sont pas des magnitudes, d'autre part parce qu'elles sont souvent auto-contradictoires et enfin parce les données concernent non pas les étoiles une à une, mais des couples d'étoiles. Sur ce deuxième point, nous nous sommes déjà prononcé. Nous n'effectuons pas pour l'instant de récolement, nous le ferons au cas par cas, dans la partie 3, selon les traitement effectués.

2.4.6.2. récolement Flammarion à Flamsteed+Bradley+Bayer

il y a 801 étoiles dans CAMILLE.DBF
et 2553 dans Bradley+Flamsteed+Bayer.

(Nous avons rajouté à ce dernier fichier

n°1415 : hr2235 : ETBOO qui avait été oublié à la saisie et
n°2456 : hr8878 : f07PSC idem)

A priori, on pourrait s'attendre à ce que toute les étoiles qui sont dans notre fichier CAMILLE.DBF soient aussi dans le fichier Flamsteed+bradley+Bayer, C'est presque le cas. Seules posent problème 18 étoiles, dont la liste est données dans le tableau T.2.4.X.

Parmi celles ci, 9 étaient déjà notées non observées par Flamsteed selon Flammarion (MFS=0.0) ; pour les neuf autres, Flammarion donne une valeur selon Flamsteed (MFS), dont nous n'avons retrouvé la source (sans doute pas la même édition du catalogue de Flamsteed).

nom"ETOI"	nog+cons	ec_doub	hr	V	MFS
IOW	09CAS	0.00	707	4.52	4.0
IOp	09PER	0.00	937	4.05	5.0
	61ARI	0.00	1005	5.28	7.0
	11CMA	0.00	2361	4.48	4.0
NU!	13HYA	0.00	4232	3.11	4.0
XI!	14HYA	0.77	4450	3.54	4.0
	15HYA	0.00	4494	4.70	5.0
	02HYA	0.00	4552	4.28	4.0
XI9	14SCO	0.00	5977	5.07	4.5
		0.51	6262	4.73	7.0
		0.00	6271	3.62	7.0
	07SCO	0.00	6380	3.33	7.0
	08SCO	0.00	6553	1.87	7.0
	09SCO	0.00	6615	3.03	7.0
	03SGR	0.00	6742	4.69	3.0
	07SGR	0.00	6832	3.11	7.0
	01SGR	0.00	7348	3.97	7.0
	08SGR	0.58	7623	4.37	7.0

Tableau T.2.4.14. étoiles manquantes dans B+B+F

En toute rigueur, il y a deux fichiers que l'on peut créer, selon la façon de concevoir le récolement :

- une vision "restrictive"

on prend alors la base du fichier CAMILLE.DBF : 801 étoiles dont 783 communes et les 18 citées plus haut

Ce travail a été fait, et donne naissance au fichier :
MODER801.DBF

- une vision étendue

on prend comme base les étoiles de Flamsteed possédant un numéro HR, soit environ 2300

Ce travail a été également effectué et donne naissance à MODE2300.DBF

Il n'y a pas lieu, à notre sens, de créer un indice de récolement, car il s'agit d'une indication de type tout ou rien = présent absent ; il est plus logique de créer un champ "soumo" pour "sources_modernes" du type une lettre pour :

Flamsteed (F)
Bradley (r)
Bayer (y)
Camille Fl. (C)

on ajoutera par la suite (W) pour sir William Herschel.

On a par contre créé des indices de cohérences de magnitude, pour les magnitudes redondantes :

F_IK pour les deux magnitudes de Flamsteed
et
B_IK pour les deux magnitudes de Bayer

ces indices prennent les valeurs données dans le tableau T.2.4.15.

modalité	occcurence
i_IK=0	mi=mi2 et mi>0 et mi2>0
i_IK=1	mi<>mi2 et (mi=0 ou mi2=0)
i_IK=2	mi<>mi2 et mi>0 et mi2>0
i_IK=9	mi=mi2=0

Tableau T.2.4.15.
modalités des indices de cohérence de magnitude

2.4.6.3. le fichier de synthèse "modernes"

Le fichier de synthèse des modernes est donné en annexe. Sa structure est décrite dans le fichier MO2LEG.DBF et dans le tableau T.2.4.16.

Les 28 champs du fichier CAMILLE.DBF, déjà détaillés dans le tableau T.2.4.13., suivi de :

NUMERO	numéro de l'étoile dans cette version limitée m<=6 de Flamsteed	OLV	N 4.0
MFS2	magnitude selon Flamsteed	"an account of the rev. J. Flamsteed" by Baily	N 4.2
GREQUE	abréviation de la lettre Grecque Bayer de l'étoile		C 2.0
GC	numéro dans le General Catalogue		N 5.0
HD	numéro dans Henri Drapper Catalogue		C 7.0
F_II	indice de fiabilité d'identification Flamsteed		N 1.0
MBR	Magnitude dans le catalogue de Bradley	"..ex observationis viri incomparabilis James Bradley"	N 3.1
NGR	nomgr + suffixe si étoile multiple (pour 1 même lettre Bayer)	BSC4, champ "noi"	C 7.0
MBA2	magnitude selon Bayer	Uranometria omnium Asterismorum Augustae Vindelicorum	N 1.0
B_II	indice de fiabilité : existence et identification dans Bayer	OLV	N 1.0
F_ID	indice de fiabilité : problème de duplicité dans Flamsteed	OLV	N 1.0
B_IK	indice de cohérence de la magnitude Bayer	Accord Bayer source directe avec Flammarion	N 1.0
F_IK	indice de cohérence de la magnitude de Flamsteed	accord Flamsteed source directe avec Flammarion	N 1.0
SOUMO	sources des magnitudes "modernes" de cette étoile	OLV	C 5.0
NB_HER	nombre d'estimations d'éclat de cette étoile dans Herschel	"... observing the changes that happen to the fixed stars"	N 2.0

Tableau T.2.4.16.
structure du fichier de synthèse MODER803.DBF.

Chapitre 2.5
Les données et les problèmes généraux des catalogues photométriques "contemporains"

2.5.1.
Sources des catalogues contemporains retenus

2.5.1.1. Limite du champ

Nous avons retenu trois sources de mesures photométriques (assimilables aux mesures visuelles) et exhaustives pour créer nos sous catalogues "contemporains", au sens où nous avons défini ce terme plus haut :

- la Bonner Durchmunsterung[101],
- la Revised Harvard Photometry[102],
- le Mermilliod UBV86 Catalogue[103].

Nous sommes conscient qu'il s'agit d'un choix restrictif, par rapport à l'ensemble des données disponibles sur la période 1880-1953 (et même postérieure à 1953, lorsque l'on sort de l'UBV and closely related Systems). Nous n'avons pas encore disposé du temps nécessaire pour faire une analyse systématiques des sources et surtout pour effectuer la saisie des données (nous pensons particulièrement aux données de Zinner[104] et de Rybka[105] par exemple).

Nous nous sommes donc limité à l'utilisation de catalogues pré-traités, couvrant trois époques différentes.

Bien que nous l'utilisions en permanence comme référence d'identification des étoiles (par leur numéro HR), nous n'avons pas considéré le Bright Star Catalogue[106] comme une source de mesures photométriques nouvelles, car il est fondé sur les mesures du Nicolet Catalogue[107] ou dans quelques cas sur le Morel-Magnenat Catalogue[108] qui sont un sous ensemble du Mermilliod. Pour 474 étoiles les données viennent de la Revised Harvard Photometry réduite approximativement au system V par Rybka, in Catalogue of magnitudes of HR stars in the Uniform P44 and V System[109].

---

[101] op. cit. de Argelander F.W.A.
[102] op. cit. de Pickering, Edward
[103] op. cit. de Mermilliod, J.-C.
[104] op. cit. de Zinner, Ernst
[105] Rybka,. Catalogue of magnitudes of HR stars in the Uniform P44 and V System. Krakow : 1977
[106] op. cit. de Hofflit. D. et Jaschek C.
[107] Nicolet, Photometric Catalogue. <A. and A. suppl. series, vol 34>, 1978
[108] Morel et Magnenat. Photometric Catalogue. <A and A. suppl. series vol 34>, 1978
[109] op. cit. de Rybka.

Nous devons signaler par ailleurs que nous n'avons pas mentionné dans cette partie les structure des fichiers contemporains, puisque nous repartons en permanence de fichier déjà disponibles sous forme informatique, que notre lecteur assidu pourra se procurer sans difficulté[110]. Il en va de même pour les données. Nous n'avons alourdi le volume d'annexe en reproduisant des données déjà disponibles par ailleurs.

2.5.2. L'inévitable problème des doubles

2.5.2.1. nature des problèmes

Contrairement à ce que l'on pourrait naïvement croire, le problème de l'intégration photométrique des doubles n'est pas plus résolu dans la période contemporaine que dans celles antérieures.

L'exploitation des données contemporaines en liaison avec les données anciennes et modernes va nous amener à nous confronter à plusieurs problèmes différents, liés à la duplicité. Nous allons devoir :

- mettre au point un système de désignation des étoiles sans ambiguïté qui permette de distinguer, lors de l'invocation d'une mesure, s'il s'agit :

  - d'une (ou d'un sous-ensemble) des composantes isolée(s) (et lesquelles ?),

  - de la mesure intégrée d'une double serrée (ayant par exemple un seul numéro HR dans le Bright Star)

  - de l'intégration volontaire de deux (ou plus) étoiles proches en position (doubles "optiques" le plus souvent) possédant deux (ou plus) numéro HR différents,

- éviter d'interpréter incorrectement une mesure, en l'attribuant à une somme de composantes alors qu'elle n'en concerne qu'une ou le contraire,

- publier à partir de chaque catalogue contemporain un catalogue des mesures exploitables (c'est-à-dire homogène en résolution avec les catalogues anciens et modernes). Ce dernier point montre qu'il ne s'agit pas ici que de la gestion des étoiles traditionnellement considérées comme doubles (c'est-à-dire cataloguées dans les catalogues de doubles comme l'Index of Double Stars par exemple) ; cette discussion concerne bien l'ensemble des étoiles pouvant être intégrées (volontairement ou non) avec une (ou plusieurs) de leur(s) voisine(s).

Un piège supplémentaire existe : ce n'est pas parce que l'on est dans le deuxième cas que les autres composantes sont présentes sous forme d'autres lignes dans le catalogue. Le seul moyen de connaître la situation consiste à chercher l'information dans le catalogue lui même. Dans certains cas, elle est clairement présente, dans d'autres moins.

---

[110] Par le site http://astro.lasvergnas.eu ou par mail à olivier@lasvergnas.eu par exemple.

2.5.2.2. Exploitation des catalogues contemporains

Le tableau T.2.5.2. montre comment se pose le problème de l'identification des composantes dans les divers sources de magnitudes "contemporaines" que nous allons utiliser. Nous plaçons à part le cas du Bright Star, qui, comme nous venons de la signaler, n'est pas à proprement parler une source de magnitude.

BD	pas d'indication dans le catalogue. La seule solution est de voir la correspondance du numéro BD dans le BSC4, le SOAXIDX ou le HD
RHP from SAO	deux champs contiennent l'information : HD code : (byte 124, file SAO), mais il n'indique que les doubles avec moins de 0.3 magnitude de différence Coded source for visual magnitude (bytes 88-89) '16' : combined magnitude of component stars
RHP from HD	un champ contient l'information en clair : (byte 34, file "HDC") "C" denotes that m(v) is the combined value for this and the following or preceding entry.
Mermilliod	un champ contient l'information en clair : multiplicity flag (byte 12, file "measurements") "D" indicates an unresolved binary star, a number identifies one component of a multiple system

Tableau T.2.5.2.
information sur la duplicité des étoiles dans les catalogues photométriques utilisés.

Pour ce qui est du Bright Star Catalogue, il contient des champs décrivant la nature de la duplicité de l'étoile, et l'indication de la ou des composantes concernées dans la ligne

Voici la liste des champs concernés :

Byte(s)	Units	Suggested Format	Description
34- 39	---	A6 (6A1)	Double or multiple stars (except spectroscopic and eclipsing): Number ADS (Aitken 1934) W Worley (1978) update of the IDS

			(Jeffers et al. 1963). Letters in bytes 40-41 following a W indicate which component(s) the HR number represents I Innes (1927) southern double stars R Rossiter (1955) C Couteau (1978) D Duplicity discovered by occultation S Duplicity discovered by speckle interferometry A Astrometric binary The field is uniform on the tape (see Section 4, remark 9) with the catalogue code in byte 34, ADS numbers in bytes 35-39 and components in bytes 40-41. Additional remarks on duplicity may be found if an asterisk occurs in the notes column (byte 212).
40- 41		A2	Multiple-star components for systems for which HR number represents only certain components of the system.
191-194	mag	F4.1	Magnitude difference between two components of a double, or between the two brightest components of a multiple system.
195		1X	Reserved for colon (:) to indicate uncertainty in magnitude difference (none occurs, however).
196-201	"	F6.1	Separation of the same two components referred to in bytes 191-194.
203-206		4A1 (A4)	Identification of the components represented in bytes 191-194 and 197-201. An "O" in byte 204 indicates an occultation binary.
207-208		I2 (A2)	Numbers of components assigned to a multiple system.
212	-	A1	An asterisk (*) indicates a note in the remarks file. Otherwise blank.

Parmi les remarques auxquelles l'octet 212 renvoie, certaines concernent la duplicité des étoiles; elles peuvent contenir des informations sur la nature du lien entre les composantes (doubles optiques ou physiques, mouvement propre commun, par exemple) ou sur la photométrie. Malheureusement, ces informations ne sont ni systématiques, ni traitable sous une forme automatique. On peut simplement éliminer des étoiles par un pré-traitement automatique, mais il faut une vérification manuelle même dans les cas simple, et un travail complémentaire pour les étoiles à plus de deux composantes.

Signalons, à titre d'illustration de l'ampleur du problème, qu'il existe dans le Bright Star Catalogue trois couples pré-intégrés en magnitude, (c'est-à-dire que pour chacune des 2 composantes de chaque couple est donné à chaque fois la

magnitude intégrée) alors qu'il y a bien 2 lignes pour chacune de ces 3 étoiles :

Il s'agit de hr 888 + 887
hr 2890 + 2891
hr 5788 + 5789

2.5.2.3. Stratégie retenue

Si cela avait été possible automatiquement, nous aurions créé un tableau de synthèse des mesures contemporaines, regroupant pour les 9110 étoiles du Bright Star Catalogue (ou les 9110+2603 du BSC4sup), les mesures des catalogues photométriques que nous avons retenu. En fait ce travail présente cette seule difficulté de l'identification des doubles.

Après de nombreuses tentatives décevantes (fondées en particulier sur des programmes de traitement automatique des remarques), nous avons dû nous rendre à l'évidence : cette stratégie n'était pas la bonne.

Comme nous le verrons dans le chapitre 2.6., nous avons abordé le problème dans l'autre sens : .la question à laquelle il est plus facile de trouver une réponse est la suivante :

De quel source ou groupe de sources mesure-t-on aujourd'hui l'éclairement dans telle ligne du catalogue "anciens" ou "modernes" ?

Pour préparer la réponse à cette question (l'analyse détaillée du problème en sera faite au moment du récolement général du corpus passé (= anciens+modernes) et contemporain, chapitre 2.6., nous avons extrait de chaque catalogue contemporain retenu, les données correspondant aux composantes pouvant intervenir dans les estimations des 792 étoiles du corpus, et constitué avec elles un fichier intitulé CONTEMPO.DBF.

Nous avons malgré tout (compte tenu des contraintes de temps) introduit deux limites à ce travail.

Une première qui créé un biais qu'il ne faudra pas oublier par la suite :

- pour des raisons diverses (volume de données et limites intrinsèques de certains catalogues (BSC4 et BSC4sup), nous n'avons pas pris en compte de manière systématique les composantes au delà de la magnitude 7 ; nous avons seulement analysé le cas de celles qui étaient directement citées dans les remarques du BSC4 et du BSC4sup. On peut ainsi avoir omis une ou plusieurs composantes

Une deuxième :

- nous avons éliminé certaines étoiles "complexes" à plus de deux composantes, comme teta Ori, car nous ne savons pas traiter automatiquement (ni même, en toute rigueur, manuellement) les "chaines" d'étoiles : Dans des régions riches en étoiles, peut exister une chaîne d'étoiles : une première étoile s'agrège avec une seconde, qui elle-même s'agrège à une troisième ... On peut ne pas savoir où s'arrêter, car on peut être conduit de proche en proche plus loin que la limite de non-résolution photométrique.

2.5.3. la Bonner Durchmusterung

2.5.3.1. Sources des données

Grâce au CDS de Starsbourg, nous avons eu à notre disposition une copie sur Bande de la Bonner Durchmusterung (BD). Il s'agit de la version informatique d'Avril 1989, décrite par W.H. Warren Jr et F. Ochsenbein[111]. Les données de base proviennent bien sur des travaux originaux, d'Argelander et des éditions suivantes[112] citées dans ce document.

2.5.3.2. Les problèmes spécifiques de la BD

La version Argelander ne contient que les zones de +89° à -1°. Bien sur, il existe d'autres Durchmusterungen qui couvrent le ciel austral, comme la Southern Durchmusterung de Schönfeld[113], la Cordoba Durchmusterung de J. Thome et C.D. Perrine[114] ou la Cape Durchmusterung de D. Gill et J.C. Kapteyn[115] (qui de plus est photographique). Elles ne correspondent pas au même système de mesure et posent un problème de date des observations. Nous avons choisi de ne pas mélanger les sources, ce qui poserait alors des problèmes d'exhaustivité.

2.5.4. La Revised Harvard Photometry

2.5.4.1 Source des données

Nous disposons de deux sources informatiques pour les magnitudes établies par E. Pickering dans la Revised Harvard Photometry[116] :

- les magnitudes dans le Henri Draper Catalogue[117],

---

[111] Warren, W.H. Jr et Ochsenbein, F. Bonner Durchmusterung, (Argelander 1859-62) Documentation for the machine readable version. Greenbelt Maryland : NASA : NSSDC/WDC A R&S 89-05, 1989

[112] Becker F. Bonner Durchmusterung Nördlicher Teil, Deklinations Zonen -1° bis +89° Sterverzeichniss, dritte berichtigte Auflage. Bonn : Ferd Dümmlers Verlag, 1951. - Künster, F. Bonner Durchmusterung der Nördlichen Himmels, zweite berichte Auflage, Bonn Universitäts Sternwarte Bonn : A. Marcus und E. Weber's Verlag, 1903; - Schmidt, H. 1968, Bonner Durchmusterung, Nördlicher Teil, Deklinations Zonen -1° bis +89° Sternverzeichniss, vierte Auflage. Bonn : Ferd Dümmlers Verlag, 1968

[113] Schönfeld E. Bonner Sterverzeichniss, Sec 4. Astron. Beob. Sterwarte Königl. Rhein Friedrich Wilheims

[114] Thome J. (Part I à IV) et Perrine C.D (Part V). Cordoba Durchmusterung. Part I à V : Resultados Observatoire Nacional Argentino, vol 16, 17, 18 et 21, 1892 à 1914 et 1932

[115] Gill D. et Kapteyn J.C. Cape Durchmusterung. 1885-1889

[116] Pickering, E.C. Revised Harvard Photometry. A catalogue of the positions, photometric magnitudes ans spectra of 9110 stars, mainly of the magnitude 6.50 and Brighter. Cambridge Mass : <Harvard Annals, vol L>, 19O8

- les magnitudes dans le Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue (SAO)[118].

Ces deux fichiers nous sont disponibles sur le CDRom DiskTest : Selected Astronomical Catalogue diffusé par l'Astronomical Data Center[119], et sont décrits dans les Documentation(s) for the machine readable Version(s)[120] qui les accompagnent. Il est a noter que la version que nous possèdons du SAO ne donne que les magnitudes arrondies au 1/10 de magnitude, alors que le Henri Drapper Catalogue donne le 1/100. Il faut également préciser, en toute rigueur, que ces deux catalogues ne donnent pas toujours des magnitudes provenant de la RHP (en particulier pour des raisons de magnitude limite). Pour notre jeu d'étoiles brillantes, il se trouve que ce problème ne se pose pas.

2.5.5. Catalogue de Mermilliod

2.5.5.1. Sources des données du catalogue de Mermilliod 1987

Notre point de départ est le catalogue de J.C. Mermilliod publié en 1987 sous l'intitulé UBV Photoelectric Photometry Catalogue[121].

Nous avons utilisé l'édition de ce catalogue disponible sur le CDRom DiskTest : Selected Astronomical Catalogue ADC-NASA (op. cit.). Elle est décrite dans le document intitulé Documentation for the machine readable Version[122], également disponible sur ce CDRom, qui précise :

"This catalog is a compilation of UBV photoelectric photometry in the Johnson and Morgan system and in closely related systems published between 1953 and the end of 1985. Listed are identification, V, B-V, U-B, number of measurements, and references for 136,719 entries concerning 87,267 stars".

Parmi ces mesures, 35909 mesures correspondent à des étoiles de magnitudes V inférieures à 7. La question se pose de savoir comment utiliser au mieux une telle quantité d'information pour notre problème de VTLP. L'idée la plus simple

---

[117] Cannon A.J. Pickering E.C. The Henri Drapper Catalogue. Cambridge Mass : <Harvard Annals, vol 91-99>, 1918-1924

[118] Smithsonian Astrophysical Observatory Staff. Star Catalogue : Posions and Proper Motions of 258 997 Stars for the Epoch and Equinox of 1950.0. Washington : <Publication of the Smithsonian Institution of Washington N°4652>, 1966

[119] _ : (CDRom) DiskTest : Selected Astronomical Catalogues. Goddard USA : Astronomical Data Center, 1989 . Cet exemplaire de ce CDrom a été mis a notre disposition par Alain MAURY du C.E.R.G.A. que nous remercions vivement ici.

[120] _ : Roman, Nancy G. and Warren, Wayne H. Jr. Documentation for the machine readable Version of the Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue, version 1984. Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1984 - _ : Roman, Nancy G. and Warren, Wayne H. Jr. Documentation for the machine readable Version of the Henri Draper Catalogue. Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1985

[121] Mermilliod, J.C. UBV Photoelectric Photometry Catalogue. <Astron. Astrophys. Suppl. Ser>, 1987.

[122] Raugh, Anne C. Documentation for the machine readable Version of the UBV Photoelectric Photometry Catalogue (Marmilliod). Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1987

est de découper ce catalogue en sous catalogues, en regroupant des mesures de la même sous-période et utilisant le même sous-système de photométrie (Mermilliod regroupe en effet des mesures effectuées avec le système standard de photométrie UBV de Johnson, mais aussi avec les "closely related systems" suivants.:

BV data from the UcBV Cape system (Nicolet 1975)
UBVe data from Eggen (Mermilliod and Mermilliod 1986)
UBV from the various UBVRI systems as compiled by Lanz (1986)
UBViyz photometry (Jennens and Helfer 1975)).

En fait, pour chaque mesure, nous ne disposons comme information que de la référence de la publication, que nous pouvons retrouver dans le fichier annexe des références (également disponible sur le CDRom de la NASA). Dans ce fichier, sont données les dates de publication, mais pas les dates de mesure ; ces deux dates doivent différer notablement, car la plupart des articles sont des compilations de séries de mesures.

Nous disposons également d'une mention du type de photométrie, sous la forme d'un prefixe à la référence :

- Johnson UBV system "pur" :

réference <02000

- related systems :

References for the "related systems" listed above begin with a two-digit prefix:

02XXX BV, Cape (Nicolet 1975)
14XXX UBV, Eggen (Mermilliod and Mermilliod 1986)
37XXX UBViyz, Jennens and Helfer (1975)
08XXX UBV(RI), Johnson standards (Johnson and Morgan, 1953)
68XXX UBV(RI), Kunkel and Rydgren (1979)
72XXX UBV(RI), Moffet and Barnes (1979)
73XXX UBV(RI), Neckel and Chini (1980)

2.5.5.2. création de sous-catalogues

Pour 6 références (15, 14000, 1075, 2012, 8015, 1363), le nombre de mesures (d'étoiles inférieures à la magnitude 7) effectuées est supérieur à 800, ce qui laisse supposer, à condition que les mêmes étoiles n'aient pas été mesurées trop de fois, que l'on peut générer directement des sous-catalogues indépendants. Le tableau T.2.5.1. donne la liste de ces références ainsi que leurs principales caractéristiques.

N°Ref	Auteurs	Année de pub.	Nombre de mesures	
15	aa JOHNSON H.L.; M	1966	4769	UBVRIJKL PHOTOMETRY
14000	bb MERMILLIOD J.C.	1986	3621	CATALOGUE OF EGGEN'S UBV
1075	cc COUSINS A.W.J.;	1962	2099	SOUTHERN STARS
2012	dd COUSINS A.W.J.;	1963	1591	SOUTHERN STARS
8015	ee JOHNSON H.L.; M	1966	1558	UBVRIJKL PHOTOMETRY
1363	ff HAEGGKVIST L.;	1966	804	PHOTOM. OF BRIGHT STARS

Tableau T.2.5.1.
sous-catalogues de plus de 800 étoiles de magnitude inférieure à 7 dans le Mermilliod

Chacun de ces catalogues contenant individuellement plus de 800 mesures, il nous est sans doute possible de constituer 6 sous-catalogues, dont les mesures seront extraites de l'ensemble. En fait, deux de ces sous catalogues seront non-utilisables pour nous (1075, 2012), puisqu'ils correspondent à des séries d'étoiles majoritairement australes, qui ne sont pas dans notre tableau général de VTLP.

Sur les 35909 mesures, nous en avons donc 14442 qui peuvent être prises en compte dans ces 6 sous catalogues "spécifiques", assez riches en étoiles brillantes pour exister indépendamment.

Pour les autres mesures, nous allons devoir les regrouper d'une manière plus globale.

La non accessibilité informatique de la date de la mesure empêche de construire à partir du catalogue de Mermilliod une série de véritable sous-catalogues datés. En effet, si nous avions disposé de cette date, nous aurions pu constituer des sous catalogues homogènes, correspondant à des périodes délimitées et à des systèmes photométriques donnés (ce problème de date se pose aussi pour nos catalogues "spécifiques". Il s'est d'ailleurs déjà posé pour l'ensemble de nos catalogues depuis Ptolémée !).

Pour Mermilliod, à la place de la date de mesure, nous avons dû faire l'hypothèse (dont la validité n'est pas assurée) que la date de publication n'est en général pas éloignée de plus de 10 ans de la date de la mesure. Dans le cadre de cette hypothèse, nous pouvons donc utiliser celle-ci, si nous acceptons de constituer des catalogues dont la position dans le temps n'est pas meilleure que 10 ans. Compte tenu du faible nombre d'étoiles par année et par système photométrique, il est de plus nécessaire de regrouper au minimum les étoiles,

- par décennies de publication pour l'UBV de Johnson.
(ce qui donne naissance à quatre sous-catalogues datés à partir des mesures du système UBV de Johnson stricto sensu (ref<2000), comme indiqué dans le tableau T.2.5.2.

Nom de fichiers	Nb Enregs	source
JOHN1950.DBF	2202	
JOHN1960.DBF	6752	
JOHN1970.DBF	4532	
JOHN1980.DBF	1948	
JOHN19XX.DBF	200	(mesures non datées)
JOHN0015.DBF	4769	UBVRIJKL PHOTOMETRY
JOHN1075.DBF	2099	SOUTHERN STARS
JOHN1363.DBF	804	PHOTOM. OF BRIGHT STARS

Tableau T.2.5.2.
effectifs des sous catalogues UBV par décennies issus de Mermilliod

- toutes dates confondues pour les autres "related systems", qui peuvent donner naissance aux sous catalogues, indiqués sur le tableau T.2.5.3.

Nom de fichiers	Nb Enregs	source
REL14000.DBF	3621	CATALOGUE OF EGGEN'S UBV
RELA2012.DBF	1591	COUSINS A.W.J.; southern st.
RELA8015.DBF	1558	UBVRIJKL PHOTOMETRY
RELA8XXX.DBF	1628	standard UBV(RI)
RELAXXXX.DBF	616	
RELA2-7.DBF	3589	

Tableau T.2.5.3.
effectifs des sous catalogues "closely related systems" par décennies issus de Mermilliod

Pour vérifier la qualité en termes d'exhaustivité des sous catalogues générés par décennies, nous avons regardé la répartition des magnitudes d'étoiles. Le tableaux T.2.5.4, pour l'UBV Johnson donne l'allure des histogrammes des magnitudes des étoiles mesurées , décennies par décennies, qui doit être comparé à celui de l'ensemble des étoiles.

Catalogue et référence	type photom.	E(V)	nbre total	nbre 19XX	nbre 1950	nbre 1960	nbre 1970	nbre 1980
UBV Johnson	John	-	12	0	5	4	3	0
UBV Johnson	John	0	28	1	13	10	3	1
UBV Johnson	John	1	53	1	20	26	4	2
UBV Johnson	John	2	267	6	108	104	30	19
UBV Johnson	John	3	738	14	194	346	111	73
UBV Johnson	John	4	1748	86	388	793	304	177
UBV Johnson	John	5	3266	64	547	1604	787	264
UBV Johnson	John	6	6579	20	608	3146	2118	687
UBV Johnson	John	7	3249	8	320	965	1231	725

Tableau T.2.5.4.
histogramme par magnitude des sous catalogues UBV Johnson par décennies

Pour mémoire, nous donnons en annexe A2.UBV les autres histogrammes par magnitudes et par année. On voit que le nombre d'étoiles et surtout les répartitions dans les histogrammes sont limites (à notre sens d'exhaustivité) dans certains des catalogues. Finalement, nous avons créé les colonnes décrites dans le tableau T.2.5.5., qui regroupent plusieurs sous catalogues.

Nom de la colonne	Noms des fichiers moyennés	Nb enregs par fichier	Nombre Total
col 1 : VJ1950 : 1	JOHN1950.DBF	2202	2202
col 2 : VJ1960 : 2	JOHN1960.DBF	6752	6752
col 3 : VJ1970 : 3	JOHN1970.DBF	4532	4532
col 4 : VJ1980 : 4	JOHN1980.DBF	1948	1948
col 5 : VJ0015 : 5	JOHN19XX.DBF	200	7872
+ 6	JOHN0015.DBF	4769	
(Johnson UBV + 7	JOHN1075.DBF	2099	
particuliers) + 8	JOHN1363.DBF	804	
col 6 : VR14000 : 9	REL14000.DBF	3621	3621
col 7 : VRXXXX : 10	RELA2012.DBF	1591	5393
+11	RELA8015.DBF	1558	
(tous les +12	RELA8XXX.DBF	1628	
related sauf +13	RELAXXXX.DBF	616	
UBV EGGEN) +14	RELA2-7 .DBF	3589	

Tableau T.2.5.5.
colonnes finalement créées à partir du catalogue de Mermilliod

Cette discussion nous a donc permis de définir quelles étaient les colonnes à créer (nous reviendrons dans la partie 3 sur un problème clé, qui est l'équilibrage des masses des diverses colonnes. Nous ne pouvons pas déséquilibrer le tableau de données pour AFC en introduisant un grand nombre de colonnes pour une période limitée dans le temps, et nous verrons que nous avons été dans la plupart des cas amené à utiliser brutalement la moyenne du Mermilliod).

2.5.5.3. créer le fichier Mermilliod sur quelles étoiles ?

Un deuxième problème se pose pour nous : quelles sont les étoiles qui vont constituer les lignes du tableau ?

Dans un premier temps, nous avons voulu créer une ligne par étoile du Bright Star (soit 9110 lignes) , et donner la moyenne des V dans chacun des 7 sous ensembles de sources citées au paragraphe précédent. En fait, pour une même étoile multiple du Bright Star, il peut y avoir des mesures de l'une ou l'autre de ses composantes ou de l'étoile intégrée ("1", "2", etc ... ou "D" comme valeur de l'indicateur "multiplicity flag" en octet 12, selon le tableau T.2.5.X.) ; Nous avons en fait créé une ligne par astre mesuré, ce qui rajoute 260 lignes (correspondant à des étoiles qui apparaissent au moins 2 fois, par exemple une fois la composante principale et une fois l'étoile intégrée) soit 9370 lignes.

Nous avons créé de plus un champ qui s'appelle "source" et qui contient une serie de 14 chiffres de 0 à 9 donnant, par astre, le nombre de mesures par sous fichier (de 1 à 14).

2.5.6.
Le fichier de synthèse CONTEMPO.DBF

Il eût été intéressant de crééer un fichier de synthèse donnant les diverses magnitudes contemporaines pour les 9110 étoiles du Bright Star. Comme nous l'avons signalé plus haut le problème des doubles rend cette tâche difficile. Pour être rigoureux et efficace, nous avons choisi de constituer plutôt le sous ensemble qui se rattachera aux estimations du passé. Donc, au niveau du déroulement chronologique, nous avons d'abord effectué le rattachement anciens + modernes qui est décrit au chapitre suivant, pour connaître la liste des étoiles pour lesquelles nous avions besoins des informations. Nous avons ensuite constitué les fichiers contemporains, décrits dans ce qui suit immédiatement. Cette remarque est intéressante pour comprendre notre démarche (il s'agissait surtout de limiter le nombre de cas individuels d'étoiles doubles ou multiples à examiner à la main). De notre point de vue, ce non respect de la chronologie ne peut nuire à la compréhension et respecte mieux la logique du plan de cette partie CORPUS.

2.5.6.1. La structure du fichier de synthèse

Notre tactique a donc finalement été la suivante :

Nous avons séparé les étoiles multiples posant des problèmes photométriques d'intégration ou non et nous avons créé deux fichiers, à cause des problèmes de

doubles. Le fichier contempo.dbf contient les données des étoiles simples et des composantes principales des doubles.

Le fichier PBCONTEM.DBF contient les données (identifications et photométrie dans les différentes sources) des composantes des étoiles à problème, c'est-à-dire des systèmes d'étoiles multiples qui ont plus d'un numéro HR (puisque nous avons choisi ce type d'identification pour tous nos travaux).

La structure de ce fichier est pratiquement celle de COMTEMPO.DBF en double, pour y intégrer les données de chaque composante. Nous avons également introduit des colonnes d'indicateurs d'intégration ou de résolution.

Le principe est le suivant : pour chaque source (HD, SAO, Sous-Catalogues Mermilliod et BD), nous avons les magnitudes et les identifications des deux composantes, accompagnées des éventuelles notations d'intégration photométrique (code 'C' dans l'octet 34 du Henri Drapper, code '16' dans le champ "visual magnitude source" dans le SAO, "multiplicity flag" -octet 12 du Mermilliod, cf tableau T.2.5.3.).

Nous avons déduit de ces différentes informations si l'étoile était déjà intégrée ou non dans la source :

d'adord en regardant

pour le HD : même numéro ou non
pour la BD : même numéro d'identification

pour le Mermilliod : multiplicity flag ='D'

En réalité, le problème est grandement compliqué par le fait qu'il n'y pas que les étoiles doubles "reconnues" qui nous intéressent. Tout ensemble d'étoiles succeptibles d'avoir été intégrés par les anciens doit nous préoccuper, même si ce groupe n'est pas identifié aujourd'hui comme une double ; ceci a pour conséquence que les indicateurs cités plus haut ne sont pas parfaitement pertinents.

Un autre moyen de vérifier si l'étoile a été pré-intégrée, c'est-à-dire de savoir si nous avons affaire à une mesure de l'ensemble des 2 composantes, est de regarder la magnitude ; mais nous tombons alors dans le biais de fixité déjà signalé plusieurs fois.

2.5.6.2.
Les données des deux fichiers contempo.dbf

Les données des deux fichiers "contempo.dbf" et "Pbcontem.dbf" sont données en annexe. Pour mieux comprendre, nous donnons ici dans le tableau T.2.5.6. un extrait des principales informations contenues dans le fichier PBCONTEMP.DBF :

Les deux colonnes 1	le numéro HR de chaque composante
Les deux colonnes 2	la magnitude VHR de chaque composante
Les deux colonnes 3	le n° Flamsteed de chaque composante
La colonne 4.1	la séparation angulaire donnée dans le Bright Star (en " d'arc)
La colonne 4.2	l'écart entre les deux HR d'après leurs coordonnées (en °)

Les six colonnes 5 l'état de l'intégration de l'étoile selon les observateurs.

Les catalogues référencés en colonne 5 sont les suivants :

A fichier "Anciens.dbf"
F Camille Flammarion
BD Bonner Durchmusterung
HD Henri Drapper
Mermi Mermilliod (deux lettres)
1ère : état de l'intégration sous le nom du 1er n°HR
2ième : état de l'intégration sous le nom du 2° n°HR

Pour chacun de ces catalogues des sous-colonnes 5, couple par couple, un "r" signifie étoile résolue et un "1" signifie étoile intégrée photométriquement.

Pour le catalogue de Mermilliod, il y a deux sous colonnes, par qu'il y a souvent des mesures référencées au n° HD de chaque composante, certaines étant malgré tout intégrées. les symboles mis dans ces 2 sous-colonnes sont les contenus des "Multiplicity flags" (octets 12) de chaque composante :
"D" signifie "an unresolved binary system" et un nombre (hélas souvent "1", attention à la différence de signification avec les autres sous colonnes 5 !) "identifies one component of a multiple system".

La colonne OLV est réservée à un usage ultérieur.

1		2		3		4.1	4.2	5					
HR1	HR2	VHR1	VHR2	FL1	FL2	SEPAR	ECART	A	F	BD	HD	MERMI	OLV
74	72	3.56	6.46	8	CET	108.8	0.788	r	r	r	r	1	r
230	231	6.30	6.30	65	65PSC	4.5	0.002	1	1	1	r	DD	1
264	266	2.47	5.55	27	CAS	2.3	0.354	r	r	r	r	DD	r
310	311	5.34	5.56	74	74PSC	29.9	0.008	1	1	r	r		r
361	362	5.24	6.30	86	86PSC	0.1	0.006	1	1	r	r	1D	r
402	401	3.60	6.21	45	44CET	65.4	0.176	r	r	r	r		r
413	414	5.38	5.50	93	94PSC		0.120	r	r	r	r		r
546	545	4.75	4.83	5	5ARI	7.8	0.002	1	1	1	r	DD	1
596	595	4.33	5.23	113	113PSC	2.0	0.000	1	1	1	r		x
603	604	2.26	4.84	57	57AND	9.6	0.003	1	1	1	r	1D	r
888	887	x.xx	x.xx	48	48ARI	1.5	0.000	1	1	1	1		x
911	910	2.53	5.61	92	93CET		0.264	r	r	r	r		r
917	925	5.32	5.26	9	9ERI		0.363	r	r	r	r	D	r
984	988	4.80	6.14	13	14ERI		0.376	r	r	r	r		r
1030	1038	3.60	3.74	1	2TAU		0.881	r	r	r	r		r
1038	1030	3.74	3.60	2	1TAU		0.881	r	r	r	r		r
1052	1051	4.36	5.82	35	PER		0.109	r	r	r	r		x
1251	1253	3.91	5.33	38	40TAU		0.569	r	r	r	r		r
1387	1388	4.22	5.28	65	67TAU	0.1	0.095	1	r	r	r		x
1412	1411	3.40	3.84	78	77TAU	337.4	0.094	1	r	r	r		1
1463	1462	3.93	6.33	48	ERI	50.9	0.268	r	r	r	r	D	r
1520	1522	4.02	6.33	57	ERI		0.362	r	r	r	r		r
1567	1565	3.72	6.61	8	ORI		0.874	r	r	r	r		r
1612	1615	3.75	6.14	8	AUR		0.399	r	r	r	r		r
1756	1757	4.29	5.30	6	7LEP		0.866	r	r	r	r		r
1757	1756	5.30	4.29	7	6LEP		0.866	r	r	r	r		r

1852	1851	2.23	6.85	34	34ORI	51.7	0.015	1	1	r	r	1	r
1879	1880	3.66	5.56	39	39ORI	4.4	0.001	1	1	1	r	D	1
1892	1893	4.59	6.73	42	41ORI	1.5	0.550	r	r	r	r		x
1893	1894	6.73	7.96	41	41ORI	117.0	0.002	1	1	1	r		x
1931	1932	3.81	6.65	48	ORI	0.2	0.010	1	r	r	r	41	x
1983	1982	3.60	6.15	13	LEP	96.5	0.027	1	r	r	r		r
2890	2891	x.xx	x.xx	66	66GEM	2.0	0.000	1	1	1	1		x
2943	2950	0.38	6.02	10	CMI	4.6	0.183	r	r	r	r	DD	r
3249	3252	3.52	6.29	17	CNC	29.2	0.392	r	r	r	r		r
3314	3321	3.90	5.59		2		0.196	r	r	r	r		r
3454	3458	4.30	6.37	7	HYA		0.952	r	r	r	r		r
3475	3474	4.02	6.57	48	48CNC	30.4	0.009	1	1	r	r		r
3748	3744	1.98	6.54	30	29HYA	283.1	0.570	r	r	r	r	D	r
3759	3760	4.60	6.14	31	HYA	65.7	0.567	r	r	r	r	1	r
4031	4030	3.44	5.97	36	35LEO	325.9	0.092	1	r	r	r		r
4057	4058	2.61	3.80	41	41LEO	4.5	0.002	1	1	1	r	D	?
4069	4067	3.05	5.76	34	UMA		0.272	r	r	r	r		r
4259	4260	4.50	6.30	54	54LEO	6.5	0.002	1	1	1	r	D	1
4375	4374	4.41	4.87	53	53UMA	3.1	0.000	1	1	1	r		x
4450	4449	3.54	5.04		HYA	68.2	0.771	r	1	r	r		r
4689	4681	3.89	5.90	15	13VIR	0.0	0.303	r	r	r	r		r
4825	4826	3.65	3.68	29	29VIR	4.1	0.000	1	1	1	r	D	1
4915	4914	2.90	5.60	12	12CVN	19.4	0.005	1	1	1	r		r
4921	4925	5.79	5.99	44	46VIR	20.9	0.491	r	r	r	r	1D	r
5054	5055	2.27	3.95	79	79UMA	0.0	0.004	1	1	1	r	D	1
5095	5101	4.69	6.00	74	VIR		0.968	r	r	r	r		.
5329	5328	4.54	6.69	17	17BOO	13.4	0.004	1	1	1	r	1	r
5338	5341	4.08	6.44	99	VIR		0.626	r	r	r	r		r
5475	5476	4.94	5.81	29	29BOO	5.7	0.001	1	1	1	r	1	r
5478	5477	4.43	4.83	30	30BOO	1.2	0.000	1	1	1	r		x
5506	5505	2.70	5.12	36	36BOO	2.8	0.001	1	1	1	r		x
5531	5530	2.75	5.15	9	8LIB	0.0	0.062	1	r	r	r		r
5727	5728	5.58	6.08	2	2CRB	0.5	0.000	1	1	1	r	D	1
5733	5734	4.31	6.50	51	51BOO	108.9	0.030	1	1	r	r	D	r
5788	5789	x.xx	x.xx	13	13SER	3.9	0.002	1	1	1	1	D	.
5848	5847	5.41	6.31	44	LIB		0.647	r	r	r	r		r
5881	5875	3.53	5.53	32	SER		0.417	r	r	r	r		r
5978	5977	4.77	5.07		SCO	1.2	0.000	1	1	1	r		x
5984	5985	2.62	4.92	8	8SCO	0.0	0.004	1	1	r	r	D	1
6008	6009	5.00	6.25	7	7HER	28.1	0.008	1	1	r	r		r
6027	6026	4.01	6.30	14	14SCO	41.1	0.012	1	1	r	r	DD	r
6028	6029	4.59	5.67	13	12SCO		0.491	r	r	r	r	D	r
6075	6067	3.24	6.18	2	OPH	110.6	0.803	r	r	r	r		r
6112	6113	5.02	5.92	5	5OPH	3.2	0.001	1	1	1	r	D	1
6129	6128	4.63	5.23	3	OPH	1.1	0.774	r	r	r	r	D	r
6132	6130	2.74	5.67	14	DRA	564.9	0.184	r	r	r	r	DD	r
6315	6319	4.89	6.42	19	20DRA		0.108	r	r	r	r	D	r
6370	6369	5.80	5.83	21	21DRA	2.0	0.000	1	1	1	r		x
6485	6484	4.52	5.47	75	75HER	4.2	0.001	1	1	1	r	D	1
6555	6554	4.87	4.88	25	24DRA	62.3	0.016	1	r	r	r		r
6561	6562	3.54	5.94	55	SER	22.0	0.173	r	r	r	r		r

6596 6598	4.80 6.42	28 DRA	72.3	0.814	r	r	r	r		r
6629 6610	3.75 6.56	62 OPH		0.754	r	r	r	r		r
6636 6637	4.58 5.79	31 31DRA	30.2	0.008	1	1	r	r		r
6688 6699	3.75 6.10	32 DRA	316.	0.931	r	r	r	r		r
6734 6733	5.24 5.94	69 69OPH	1.9	0.000	1	1	1	r		x
6752 6747	4.03 6.14	70 OPH	1.9	0.610	r	r	r	r	1	?
6771 6770	3.73 4.64	72 71OPH	54.4	0.830	r	r	r	r	1	r
7051 7052	5.06 6.02	4 4LYR	209.3	0.001	1	1	1	r	D	1
7056 7057	4.36 5.73	6 7LYR	43.7	0.012	1	r	r	r		r
7102 7100	5.25 5.91	9 8LYR	19.0	0.263	r	r	r	r	1	r
7141 7142	4.62 4.98	63 63SER	22.2	0.006	1	1	r	r	1	r
7417 7418	3.08 5.11	6 6CYG	34.7	0.009	1	1	r	r		r
7469 7477	4.48 6.47	13 CYG	48.4	0.979	r	r	r	r	D	r
7557 7554	0.77 6.51	53 AQL	165.2	0.972	r	r	r	r		r
7747 7754	4.24 3.57	5 6CAP	377.7	0.100	1	r	r	r	1D	r
7776 7775	3.08 6.10	9 CAP	0.0	0.053	1	r	r	r	DD	r
7796 7795	2.20 6.39	37 CYG	141.2	0.875	r	r	r	r		r
7947 7948	5.14 4.27	12 12DEL	9.8	0.003	1	1	1	r	1	r
8097 8098	4.69 6.07	5 6EQU	352.5	0.092	1	r	r	r	D	r
8311 8318	5.09 6.00	46 47CAP		0.344	r	r	r	r		r
8449 8454	5.58 4.29	27 29PEG	70.2	0.145	r	r	r	r		r
8559 8558	4.42 4.59	55 55AQR	1.8	0.002	1	1	1	r	D	1
8698 8710	3.74 6.19	73 78AQR		0.578	r	r	r	r		r
8858 8865	4.39 4.98	93 95AQR		0.490	r	r	r	r	D	r
8865 8858	4.98 4.39	95 93AQR	1.4	0.490	r	r	r	r	D	r
8911 8912	4.94 6.25	8 9PSC	163.4	0.151	r	r	r	r		r
8988 8987	4.49 5.28	105 AQR	5.0	0.905	r	r	r	r	D	r
9045 9052	4.54 6.00	7 CAS		0.171	r	r	r	r	1	r

Tableau T.2.5.6.
principales données sur l'identification des étoiles multiples dans Pbcontemp.dbf

Pour l'instant, nous nous limitons à l'état des lieux. Nous allons utiliser ces informations au moment du récolement général.

Chapitre 2.6. Le récolement général des catalogues photométriques et des différents indices

2.6.1. Précautions d'objectif (et donc de méthode)

Pour ce qui est du récolement général, nous avons voulu construire un fichier "exploitable" et nous avons donc choisi de nous limiter aux étoiles qui correspondaient à une série exhaustive (source='PTH') ou quasiment exhaustive de mesures anciennes. Cet élargissement signifie que nous avons toléré, avec les indices adéquats de non-fiabilité, des étoiles que nous n'avons pas trouvé dans les trois sources, mais dont Flammarion prétend qu'elles avaient été mesurées par ces auteurs.

Une fois ce choix effectué, le plus gros problème de ce récolement est, comme attendu, celui des étoiles doubles.

2.6.2. Le récolement Anciens - Modernes

2.6.2.1. Objectif du récolement

Nous avons créé un fichier PASSE.DBF, qui contient les étoiles de source "PTH" dans ANCIENS.DBF avec leur homologue dans MODER801.DBF. Nous avons analysé cas par cas les étoiles posant problème :

2.6.2.2. Etoiles dans anciens.DBF, mais pas dans moder801.DBF

Le tableau T.2.6.1. donne la liste des étoiles qui sont dans le fichier ANCIENS.DBF mais pas dans le fichier MODER801.DBF. La colonne "nature" de ce tableau donne la justification de cette absence.

hrc	hr	écart	fl	gr	nature	nty	nhv
168	168	0.00	18	01Cas	variable:alCas	223	218
921	921	0.00	25	17Per	variable:rhCas	281	661
936	936	0.00	26	02Per	variable:bePer	279	659
1145	1145	0.37	19	Tau	une? Pléiades	558	836
1239	1239	0.00	35	11Tau	variable:laTau	534	811

1324	1324	0.00		Per	variable:B1Per	283	674
1605	1605	0.00	7	05Aur	variable:epAur	306	109
2061	2061	0.00	58	01Ori	variable:alOri	877	580
2216	2216	0.00	7	07Gem	variable:etGem	585	423
2650	2650	0.00	43	06Gem	variable:zeGem	582	419
2949	2948	0.00		Arg	australe!:K?Pup	988	579
3045	3045	0.08	7	14Pup	australe! xiPup	987	576
3185	3185	0.00	15	17Pup	australe! rhPup	986	577
3403	3403	0.00	4	16UMA	dou.large:piUma	22	897
3612	3612	0.00			PVIII,245 (Lyn)	55	894
3616	3616	0.00	13	18UMA	dou.large:siUma	25	899
5586	5586	0.00	19	04Lib	variable:deLib	698	545
5603	5603	0.00	20	18Lib	siLib:gaSco!!	711	748
6407	6406	0.00	64	Her	variable:alHer	156	431
7106	7106	0.00	10	02Lyr	variable:beLyr	190	556
7139	7139	0.00	12	Lyr	dou.large:deLyr	187	560
7570	7570	0.00	55	07Aql	variable:etAql	427	26
7751	7751	0.00	32	Cyg	pb in CF:O2Cyg?	210	323
8571	8571	0.00	27	04Cep	variable:deCep	114	248

Tableau T.2.6.1.
liste des étoiles manquantes dans MODER801.DBF

Parmi celles-là, il y a en fait 14 étoiles qui sont notées variables par Camille Flammarion et donc pas dans moder801. Nous ne les prenons pas en compte dans Passe.dbf.

Il reste ensuite 8 étoiles problématiques :

3 fausses doubles, dont la composante dans Anciens n'est pas celle dans Camille Flammarion ou en est absente. L'origine de ce problème est que Flammarion n'a pas noté la composante dont il parle dans ses tableaux (les colonnes "texte" et "carte" font référence aux pages qui citent cet astre dans Les étoiles et les curiosités du ciel). Par voie de conséquence, lors de notre identification automatique des étoiles, nous nous sommes retrouvé avec la première composante, sans justification, qu'il s'agisse de celle-là plus que de l'autre. Il y a donc un vrai problème photométrique. Flammarion devait parler d'un astre identifié sans ambigüité pour lui, dont il a compilé les mesures ; mais aujourd'hui nous ne savons plus de quel astre il voulait parler. Ces étoiles sont donnés dans le tableau T.2.6.2.

nom étoile	n° HR	Tycho écart	Hévelius écart	texte Flammarion	CARTE
PI UMA	3403	0.26	0.07	p104	p102
SI UMA	7139	0.05	0.08	p216	p214
DE LYR	3616	0.08	0.03	p104	p102

Tableau T.2.6.2.
fausses doubles ambigües chez Flammarion

En toute rigueur, il subsiste là un problème : Flammarion a peut-être laissé passer d'autres étoiles multiples, dont malheureusement la composante dans ANCIENS.DBF correspondait à celle identifiée dans l'identification automatique des étoiles du fichier CAMILLE.DBF. Dans ces conditions, nous ne pouvons avoir noté l'anomalie, et il y a peut-être des conséquences photométriques à une telle

situation. Lors de l'identification des étoiles doubles à problème, nous devrons vérifier a posteriori.

3 étoiles trop australes,
dont Camille Flammarion ne donne pas les mêmes auteurs d'estimation d'éclat : et pour cause, elles sont absentes des catalogues boréaux :

XI PUP (Lacaille 2994),
RH PUP (Lacaille 3153),
K1+2 PUP (Lacaille 2896).

Restent ensuite 4 cas particuliers :

F19 TAU	hr 1145	une étoile des Pléaides, laquelle ?
	hr 3612	en fait, Piazzi VIII 245
SI LIB	hr 5603	en fait, GA SCO (cf CF p392-394)
f32 CYG	hr 8571	peut être O2 CYG

Nous avons abandonné hr 1145 et hr 8571 qui sont trop floues pour être intégrables à notre corpus, et nous avons rajouté hr 3612 et hr 5603 dans CAMILLE.DBF et dans MODER801.DBF (qui devient du même coup MODER803.BDF).

2.6.2.3.
Etoiles dans modernes, mais pas dans ANCIENS.DBF

Dans l'autre sens, nous trouvons 11 étoiles à problème, dont le tableau T.2.6.3. donne la liste :

HR	ECART	NOF	NOG	CONS	SOURCE	
3814	0.00	33	0	HYA	CFB W	
5044	0.00	63	0	VIR	CFB W	
6029	0.49	0	0	SCO	CFB W	
7595	0.00	0	14	AQL	CFByW	
8982	0.00	0	0	AQR	CFB W	
3391	0.00	0	16	UMA	CFByW	PI Uma 2ième composante
7131	0.00	0	4	LYR	CFByW	DE Lyr 2ième composante
6262	0.51	0	0	SCO	C	
6271	0.00	0	0	SCO	C	
6742	0.00	0	3	SGR	C	
7623	0.58	0	8	SGR	C	

Tableau T.2.6.3.
étoiles manquantes dans "anciens.dbf"

Parmi ces 11 cas, il y a d'abord 2 des 3 doubles larges du cas précédent :

PI UMA
DE LYR

on ne trouve pas SI UMA (ce n'est pas trop étonnant, ANCIENS.DBF n'a pas de caractère d'exaustivité),

puis, il y a 9 étoiles dont Flammarion croyait qu'elles avaient été mesurées par nos anciens. Nous non. De notre point de vue, il ne faut pas s'étonner qu'elles ne l'aient pas été : comme nous venons de le rappeler, il n'y a pas dans ANCIENS.DBF de caractère d'exhaustivité.

Il ne faut pas trop s'étonner non plus du fait que Flammarion pensait le contraire : cela vient sans doute de divergences d'identification. Un intéressant travail epistémologique serait de retrouver les sources exactes de Flammarion, et d'essayer de récoler ces écarts d'identification.

2.6.2.4. Reliquat de doubles "pathologiques"

Une fois PASSE.DBF créé, nous avons vérifié sa cohérence. Ce travail consiste à vérifier l'homogénéité des différentes désignations, en provenance des différents fichiers. Ce travail fait apparaître encore quelques étoiles à problèmes (principalement des étoiles multiples fausses ou mixtes : deux composantes qui constituent une vraie double, avec une troisième qui n'est pas liée, par exemple).

Il s'agit de :

- un risque de confusion entre :

Passe 775 qui est alpha1 Cap (hr 7747 v=4.24)
Passe 717 qui est alpha2 Cap (hr 7754 v=3.57)

Ces deux étoiles posent en fait un problème assez difficile à résoudre (cf CFlammarion, p 422) : leur écartement est faible e=576 secondes d'arc, mais s'accroît vite. Elles n'étaient sans doute pas séparées pour Ptolémée, mais le sont depuis Tycho (sa position tombe sur alpha2). Cela accentue le problème classique de l'amélioration séculaire de la résolution.

- une situation confuse dans la zone nébulaire autour de M42

L'étoile teta Ori et son environnement immédiat furent complexes à mesurer pour nos astronomes anciens.

Il subsiste dans passe.dbf 2 étoiles :

Passe 786 : Teta1 Ori (hr 1893+4+5+6 v=6.73#7.96#5.13#6.70)
Passe 788 : Teta2 Ori (hr 1892, v=4.59)

Nous allons les éliminer pour des raisons photométriques.

- une zone très confuse dans la Vierge, autour de F44 Vir :
(cette zone avait déjà été commentée par C. Flammarion, p.370 et 371).

Passe 431 est à proximité de

f44 Vir	hr 4921	v=5.79
f46 Vir	hr 4925	v=5.99
f48 Vir	hr 4937	v=6.59

Selon Toomer et PK (et donc dans notre fichier Ptolémée), elle a été identifiée à 46 Vir. Seul Schlejellrup l'identifie à 44 Vir. Or, il serait plus que curieux, que dans cette zone où aucune raison mythologique ne le justifie, la plus brillante du groupe n'ait pas été prise en compte : aucune de ces étoiles n'est plus "figurative" du poignet de notre céleste vestale.
Il s'agit sans doute du groupe entier ? Dans ce cas que représente sa magnitude ? Faut-il l'intégrer ?

- un doute sur une étoile du Cap

Passe 486 peut être :

XI1 Cap (hr 7712, v=6.34)ou
XI2 Cap (hr 7715, v=5.85)ou
les deux intégrées (mais elles sont bien éloignées : e=0.3°)

2.6.2.5. Modification de la structure du fichier

Une fois levées ces ambigüités, nous avons mis à jour la structure du fichier PASSE.DBF, en homogénéisant les noms des champs. Nous avons aussi supprimé ceux qui faisaient double emploi, après vérification de la cohérence (identifications redondantes par exemple).

2.6.2.6. Indices de non-cohérence de magnitude

Avec la consolidation du fichier avec la compilation de Flammarion, nous avons la possibilité de créer de nouveaux indices de cohérence de magnitude. Le tableau T.2.6.4. donne les sources des données disponibles dans le fichier PASSE.DBF.

auteur	sources	champs	indic
Ptolémée	Peter et Knobel	MPT2_PK	PT_IK
	Toomer	MPT4_TOO	
	Schlejellrup (S)	MPT3_SCH	cf
	Flammarion	MPT	P_IM
Al Sufi	Schlejellrup	MSU2_SCH	SU_IK
	Flammarion	MSU	
Tables Alphonsines	Gauricius	MLF_GAU	
Ulugh Beigh	Peter et Knobel	MUG2_PKU	UG_IK
	Flammarion	MUG	
Landgrave de Hesse	Flamsteed "Hist. Coelestis."	MLOH_FL	
Tycho Brahe	Tycho "Progymnasmata"	MTK3_PK (MTK4)	TK_IK
	Kepler "T. Rudolphines" Baily	MTK2_BA	
	Kepler Blanchard (p. mémoire)		
	Tycho Hévélius "Prodomus" (S)	MTK5_HV	
	Flammarion	MTK	

Bayer	Bayer "Uronometria" Flammarion	MBA2 MBA	B?_IK
Hévélius	Hévélius "Prodomus" Hévélius Baily Flammarion	MHV2_HV MHV MHV	HV_IK
Flamsteed	Flamsteed Baily Flammarion	MFS2 MFS	F?_IK
Bradley	Bradley Bessel	MBR	
Herschell	Herschell	MWH (pour mémoire autocohérence !!)	
Piazzi	Flammarion (faute de temps)	MPZ	
Argelander	Flammarion (faute de temps) (pour mémoire, la BD est en "contemporains"	MAR VBD (in 20ieme.DBF)	
Heiss	Flammarion (faute de temps)	MHS	
Flammarion	Flammarion	MCA	

Tableau T.2.6.4.
sources de magnitudes disponibles dans le fichier PASSE.DBF

Les indices de non-cohérence entre les diverses sources prendront les valeurs suivantes données dans le tableau T.2.6.5.

XX_IK : (pour l'observateur XX)	
mod.	occurrence
=0	toutes sources d'accord
=1	incohérence avec une source secondaire (notée "(S)")
=2	incohérence avec une source principale

Tableau T.2.6.5.
modalités standard des indices de non-cohérence de magnitude

2.6.2.7. Création des macro-magnitudes

Pour permettre les analyses de la partie 3, nous avons défini des stratégies de regroupement des magnitudes catalogue par catalogue. Nous donnons ici les principales règles pour les quelques catalogues pour lesquels de nombreuses sources existent. Il est à noter que nous sommes resté au premier ordre dans l'établissement des valeurs des macro-magnitudes : ce qui signifie sans tenir compte des indices qui auraient pu être pris en compte dans les formules.

2.6.2.7.1. Ptolémée

Valeurs de l'indice : pt_ik

la valeur prise est la plus élevée des notes correspondant à une assertion vraie dans la liste du tableau T.2.6.6.

valeur	assertion
0	toutes sources d'accord (ex pt_ik=0)
1	note sur les sources de magnitude dans le Knobel (ex p_im=1)
2	astérisque sur la magnitude dans le Toomer (ex p_im=2)
3	incohérence avec une source secondaire (ex pt_ik=1)
4	incohérence avec une source principale (ex pt_ik=2)
5	incohérences multiples (ex pt_ik=3)
9	aucune estimation Ptolémée

Tableau T.2.6.6
valeur de l'indice d'incohérence pour Ptolémée

Pour la détermination de la magnitude voici les principes utilisés :
premier cas, avant tout : toutes sources égales : on prend cette valeur.
une égale à deux autres : on la prend
trois sources absentes : on prend la quatrième
Après cela, il reste moins de 20 étoiles non validées :

pour le reste, on donne la priorité à la moyenne, (ou à une valeur intermédiaire) si elle est possible dans les valeurs permises par le codage de l'auteur ;
Par exemple, pour 3.3 4.0 4.7, on prend 4.0

Si il y a encore ambigüité, on prend d'abord en priorité la
valeur de mpt4_too, puis en second choix celle de mpt2_pk

2.6.2.7.2. Le Sufi

Valeurs de l'indice su_ik :

0 : les 2 sources d'accord
1 : une des sources manquante
2 : écart < 0.5 (on prend msu2_sch)
5 : écart >= 0.5 (on prend msu2_sch)

9 : aucune estimation d'éclat

2.6.2.7.3. Tycho Brahé

Principes de base :

MTK est uniquement en partie entière ; on ne l'utilise que pour les indices de fiabilité
MTK2_BA et MTK3_PR ne servent qu'à générer MTK4 qui est le plus résolu et le plus exhaustif possible

MTK5_HV est à recoder, car nous avons gardé le codage en partie fractionnaire .1 et .2 pour signifier (cf Baily, 2.3. ...) la mention d'un point ou deux points dans l'édition du
Progymnasmata :

Donc, si fract=.1 il nous faut faire +0.2,
et si fract=.2, il nous faut faire -0.5.

2.6.3.
Création du fichier CORPUSMA.DBF qui contient A+M+C :

2.6.3.1. Du plus simple ...

Nous voici parvenu à la fin d'une longue étape du voyage. Il ne reste plus qu'à assembler le fichier PASSE.DBF avec les fichiers contemporains : CONTEMPO.DBF et PBCONTEMP.DBF

Par rapport à la préparation des données que nous avons effectuée, il y a deux parties à ce récolement.

Commençons par la partie simple :
Pour les non-multiples, c'est-à-dire les étoiles qui n'apparaissent pas dans le fichier PBCONTEM.DBF, il suffit de mettre bout à bout les deux lignes, étoile par étoile.

2.6.3.2. ... au plus compliqué

Passons, à la plus compliquée

Il faut récoler les bonnes données de PBCONTEM.DBF avec les étoiles à problème de PASSE.DBF. (Il y a 105 étoiles concernées). Bien faire ce travail sous-entend :

- d'intégrer les éclats[123] (sous réserve que cela ne soit pas déjà fait) jusqu'à un seuil qui correspond à la résolution "photométrique" des anciens (que nous avons posée à 0.10°, nous reviendrons sur cette valeur dans la suite),

- de vérifier les identifications des composantes des doubles largement séparées pour éviter toute ambigüité (plus écartées que le seuil précédent)

- d'analyser cas par cas les doubles à la limite de ce seuil,

- d'homogénéiser tous les indices qui se sont multipliés au cours de notre périple à propos de la duplicité de l'étoile : il y en a presque un par catalogue. Nous allons créer pour cela l'indice I_dou (voir alinéa suivant).

Nous avons limité le corpus aux doubles à deux composantes (brillantes).

A noter une anomalie dans notre tableau PBCOMTEM.DBF : l'étoile zeta Orion n'y est pas citée. Il s'agit de l'étoile Passe 610. Nous avons donc intégré (sa séparation angulaire est de 2.4 secondes) les magnitudes de ses deux composantes manuellement.

[123] avec une formule du type Vcor =
-1.0857362*log(exp(-((v1))/1.0857362) + exp (-(v2) /1.0857362))

2.6.3.3. Les seuils de résolution

Arbitrairement, nous avons pris un seuil de résolution photométrique à l'oeil nu de 0.10°. Il est bien entendu évident que tous les observateurs avaient une résolution bien meilleure, sans doute comme aujourd'hui, de l'ordre de 1 à 3 minutes d'arc en vision nocture.

Cependant, il faut faire deux remarques

- il suffit de regarder une étoile double à la limite de résolution de l'oeil nu comme epsilon de la Lyre pour se convaincre que résoudre une étoile ne veut dire estimer correctement les magnitudes des composantes.

- les Anciens s'adonnaient à l'Uranométrie : ils décrivaient des figures mythologiques peuplant le ciel, et ne se livraient pas à des analyses photométriques détaillées. Résoudre l'étoile en ses composantes n'était pas leur objectif. "Décrire l'éclat de la main d'Orion", passe peut-être au contraire par une intégration des quelques astres qui la composent.

Nous avons cherché à définir, de manière doublement empirique, d'une part en regardant par la fenêtre (environ un cinquième de Lune) et d'autre part en regardant le tableau T.2.6.7. issu de PBCONTEM.DBF ce que pourrait être la "bonne" valeur de la limite de résolution pour les anciens. Nous avons choisi 0.10°. (Un champ ii_anc existe dans le fichier PASSE.DBF. il est vide pour les étoiles simples, contient '1' pour les étoiles que nous considérons avoir été intégrées par les anciens (>= à 0.10°) ou 'r' pour les étoiles résolues (plus écartés que 0.10°)).

Avant cette approche empirique, nous avions mis au moins une stratégie très fine pour déterminer le seuil de résolution des catalogues (voir le programme EVALRESO.PRG qui est donné en annexe A2.). L'idée était la suivante : pour un catalogue rigoureux, il doit y avoir un seuil angulaire (rho_limite) de résolution. En deçà de cette valeur rho_limite, toutes les étoiles sont intégrées, puis au-delà, c'est le contraire. Comme ceci est une vision un peu idéale du problème (on peut penser que les limites intrumentales peuvent faire varier le seuil de résolution en fonction de la différence de magnitude des deux composantes) on peut définir une pente de la courbe qui donne le nombre (étoiles_résolues / étoiles_totales), au voisinage du seuil rho_limite. Le programme EVASRESO.DBF donne cette courbe, à partir de liste des doubles du Bright Star Catalogue. Hélas, ce modèle est beaucoup trop simplificateur. La figure F.2.6.1. donne la courbe sus-décrite pour le catalogue de Flamsteed.

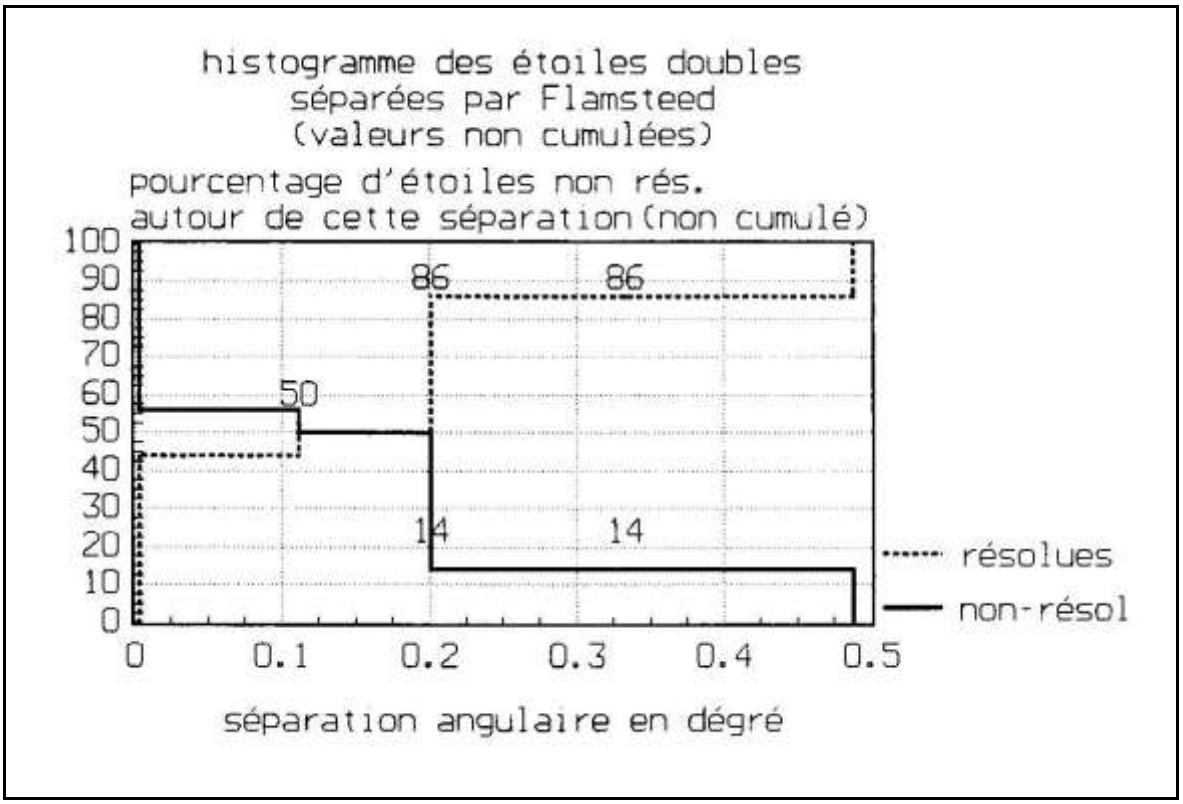


Figure F.2.6.1.
histogramme des couples résolus selon leur écart angulaire chez Flamsteed

Il est à noter que les données du fichier PBCONTEM.DBF permettent directement de tracer ces courbes pour nos catalogues.

Signalons que si l'on veut un indice de fiabilité à propos de ce problème de résolution, il faut créer un indice qui définit le risque de mauvais choix intégré/résolu, qui est donc maximum quand l'écart est de l'ordre de 0.10° et nul quand l'écart est 0 ou supérieur à 0.5° par exemple. C'est ce que nous avons fait, en créant l'indice i_dou, dont le tableau T.2.6.8. donne la description de modalités.

situation	modalité
ii_anc =' ' .and. ec_doub=0	i_dou = 0
ii_anc ='1' .and. ec_doub<0.06	i_dou = 1
ii_anc ='r' .and. ec_doub>0.24	i_dou = 2
ec_doub>=0.06 .and. ec_doub<=0.24	i_dou with 4

Tableau T.2.6.8.
modalités de l'indice de problème d'intégration des doubles

2.6.3.4. Catalogue final de magnitudes historiques

Une fois résolu ce problème des doubles, nous avons un fichier global qui regroupe 24 sources accompagnées des indices de non-fiabilité. Le tableau T.2.6.6. donne les intitulés des colonnes de magnitude de ce fichier CORPUSMA.DBF, qui contient 792 étoiles.

1	Ptolémée	PT_M
2	Al Sufi	SU_M
3	Ulugh Beigh	UG_M
4	Tables Alphonsines	AL_M
5	Landgrave de Hesse	LO_M
6	Tycho Brahé	TK_M
7	Bayer	BY_M
8	Hévélius	HV_M
9	Flamsteed	FS_M
10	Bradley	BR_M
11	Herschell (pour l'instant en suspend)	
12	Piazzi	PZ_M
13	Heiss	HS_M
14	Argelander	AG_M
15	Flammarion	CA_M
16	Bonner Durchmunster.	BD_M
17	Revised Harvard Phot.	HD_M
18	VJohnson1950	J5_V
19	VJohnson1960	J6_V
20	VJohnson1970	J7_V
21	VJohnson1980	J8_V
22	VJohnson0015	J1_V
23	VRelated14000	R1_V
24	VRelatedXXXX	RX_V

A part le cas particulier des mesures de Sir William Herschel, que nous gardons pour la partie 3 GRADUS,, comme nous l'avons déjà expliqué, il nous reste à traiter le problème des indices de non-fiabilité, ce que nous allons faire, en créant le pendant de CORPUSMA.DBF pour les indices, à savoir CORPUSIN.DBF.

Chapitre 2.7.
Le corpus d'indices de recherche des signatures des causes de variation

2.7.1.
Regard sur les indices liés au corpus

Nous avons défini un grand nombre d'indices au cours de notre travail de constitution du corpus. Il est maintenant nécessaire d'homogénéiser et de simplifier cet ensemble Pour ce faire, il faut consulter les effectifs de chaque modalité pour chaque indice.

Il faut en effet voir que les modalités que nous avons définies (à part la valeur 9 pour les cas pathologiques et la valeur 0 pour les cas sans problèmes) ne sont pas forcément fondées sur la même largeur d'échelle pour tous les indices. Ces éléments sont contenus dans le Tableau T.2.7.1.

	légende des modalités	effectifs par modalité									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_PTY	fiabilité du récolement Ptolémée-Tycho	385	284	26	0	0	2	0	0	0	95
P_II	fiabilité de l'identification dans Ptolémée	747	38	1	3	0	0	0	0	3	0
P_IM	mauvaise transmission de la magnitude dans Ptolémée	611	104	1	66	10	0	0	0	0	0
P_IP	fiabilité photométrique dans Ptolémée	730	35	23	1	0	0	0	0	0	3
P_IT	pré_jugé d'éclat ("biais de fixité") dans Ptolémée	767	16	6	0	0	2	0	0	1	0
T_II	fiabilité de l'identification dans Tycho	571	209	9	2	1	0	0	0	0	0
T_IP	fiabilité photométrique dans Tycho	733	37	20	2	0	0	0	0	0	0
T_IT	risque de "biais de fixité" dans Tycho	736	47	8	0	0	1	0	0	0	0
I_PTH	fiabilité récolement Ptolémée+Tycho avec Hévélius	661	69	0	0	0	0	0	0	0	62
H_II	fiabilité de l'identification dans Hévélius	725	51	11	5	0	0	0	0	0	0
H_IP	fiabilité photométrique dans Hévélius	736	34	22	0	0	0	0	0	0	0
H_IT	pré_jugé d'éclat ("biais de fixité") dans Hévélius	766	26	0	0	0	0	0	0	0	0
CF_II	fiabilité : identification de l'étoile Flammarion	542	122	0	117	0	4	0	0	0	7
CF_IF	fiabilité : mesures manquantes	675	99	13	4	0	0	0	0	0	1
F_II	fiabilité d'identification Flamsteed	788	1	0	1	0	1	0	0	0	1
B_II	fiabilité : existence et identification dans Bayer	566	75	0	0	0	0	0	0	0	151
F_ID	fiabilité : problème de duplicité dans Flamsteed	686	39	55	11	0	0	0	0	0	1
B_IK	cohérence de la magnitude Bayer	578	176	23	0	0	0	0	0	0	15
F_IK	cohérence de la magnitude de Flamsteed	732	9	44	0	0	0	0	0	0	7
PT_IK	incohérence des sources de mag. pour Ptolémée	516	102	1	46	28	92	1	0	0	6
SU_IK	incohérence des sources de mag. pour le Sufi	652	79	39	0	0	14	0	0	0	8
UG_IK	incohérence des sources de mag. pour Ulugh Beigh	513	77	173	0	0	20	0	0	0	9
TK_IK	incohérence des sources de mag. pour Tycho Brahé	497	56	16	220	3	0	0	0	0	0
HV_IK	incohérence des sources de mag. pour Hévélius	700	52	12	0	0	15	0	0	0	13
WH_IK	incohérence des données de mag. pour Sir W. Herschel	792	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I_DOU	intégration photométrique par les anciens	686	44	44	0	17	0	0	0	0	1

Tableau T.2.7.1.
histogramme des modalités des indices liés au corpus de magnitude

2.7.2.
Synthèse des indices liés au corpus de magnitude

2.7.2.2 Indices "naturels" et indices "ad hoc"

Nous ne pouvons pas aborder le problème de la synthèse de ces indices sans un minimum de réflexion méthodologique. Notre travail de création d'indices, dont

l'objectif est de nous permettre de rechercher dans la partie 3 des signatures éventuelles des causes de variation, correspond à une triple démarche.

D'une part, la procédure de constitution du corpus fait naître des indices "naturels" qui proviennent des difficultés à homogénéiser le corpus. D'autre part, dans l'autre sens, une autre démarche de création d'indices plus hypothético-déductive doit être menée, à partir des hypothèses de variations de la première partie "APRIORI" de ce travail. Il faut reprendre la grille des causes, et travailler sur les signatures (parmi lesquelles nous retrouvons les signatures astronomiques) et constituer des indices "ad hoc". Enfin, la nature des courbes de lumière constatées (par exemple au vu des analyses de la partie 1) peut nous permettre de constituer un autre type d'indices "ad hoc", construits pour valider (a posteriori) les hypothèses que nous pouvons tirer des analyses.

Nous allons devoir (les détails techniques variant en fonction des stratégies d'analyse), regrouper un certain nombre d'indices "naturels" en indices plus globaux que ceux que nous avons actuellement. Il devra ressortir de ces regroupements des macro-indices "ad hoc" au dernier sens défini plus haut, autour d'éléments qui doivent correspondre à des signatures d'hypothèses explicatives.

Ainsi, dans le cadre de l'explication des axes factoriels apparus, indépendamment de l'explication par la partie fractionnaire proposée en 1.3., l'analyse factorielle didactique du tableau de Flammarion dans la Partie 1 suggère qu'il y a par exemple intérêt à créer des macro-indices "ad hoc" pouvant servir à expliquer l'opposition Anciens/Modernes, comme la fiabilité du récolement avec les anciens.

En fait, il n'y a sans doute que quelques types simples de macro-indices "ad hoc" (liés au recueil du corpus) qui sont intéressants :

- ceux qui peuvent expliquer une rupture d'éclat à une date précise (courbe de lumière en échelon de Heaviside)

- en indiquant un risque de changement d'identification d'une étoile après une date (une évolution morphologique de Monstrum Marinum qui devient Baleine, ou un plateau de Balance qui devient une pince de Scorpion, par exemple),

- en indiquant un changement de résolution angulaire qui implique une dé-intégration après une certaine date, correspondant à celle où l'on a commencé à résoudre tel ou tel écartement angulaire,

- en indiquant un "biais de fixité" (cf 2.3.) ; en fait, nous sommes obligé de nous rendre compte que ces indicateurs ne sont pas très utiles, parce qu'ils ne peuvent servir qu'à montrer qu'un astre qui aurait dû être noté variant ne l'a pas été. Ils sont en quelque sorte au second ordre par rapport à notre problème, et nous ne voyons pas comment les utiliser pour l'instant. Nous les laissons dans CORPUSIN.DBF pour mémoire.

- ceux qui peuvent expliquer des fluctuations erratiques d'éclat, (il n'y aura pas beaucoup de chance de mettre en évidence une corrélation les impliquant, par des AFC, parce que les dites fluctuations ne pourront pas -étant erratiques, donc pas colinéaires par définition- créer d'axes de poids fort) :

- en indiquant des problèmes systématiques à toutes époques d'identification (une zone confuse comme autour de 44 Virginis par exemple, ou une zone nébulaire qui perturbe, comme teta Orionis),

-en témoignant d'une mauvaise identification par Flammarion, qui peut perturber tout notre tableau de magnitude et nous avons utilisé les indices CF_II et cf_IF, du tableau de Flammarion pour en définir un tel indice
Enfin, nous créons un dernier indice, lié aux problèmes de résolution angulaire IRE : il s'agit directement de I_DOU. Il est à noter qu'il se rapproche d'un indice de rupture, correspondant à la date où l'on a commencé à résoudre tel ou tel écartement angulaire.

- ceux qui peuvent expliquer un point aberrant,

- en indiquant des problèmes particuliers sur une mesure à une date donnée, comme une magnitude incohérente entre diverses sources ou une étoile absente selon certains auteurs -mais pas tous-, dans un catalogue.

On pourrait remarquer, uniquement pour le plaisir procuré par l'élégance de l'idée, que ce travail s'apparente à une typologie par analyse des fréquences (en conservant toutefois une information de phase) de la courbe de lumière : indice corrélable avec des longues périodes, des moyennes périodes et des courtes..

2.7.2.3. Création du fichier CORPUSIN.DBF et stratégie d'analyse

On peut penser qu'il n'est pas possible de définir en détail les indices sans en savoir plus sur les stratégies d'analyse. En particulier, sans savoir si l'on va travailler en codage qualitatif, en codage quantitatif ou en codage flou, il est difficile d'optimiser les définitions des indices pour les rendre discriminants.

Pour clarifier cette idée, il faut constater que :

- les éléments liés aux signatures des causes sont non dépendants des stratégies d'analyse, et donc la conception des indices "ad hoc" doit se faire à ce niveau du travail,

par contre,

- la mise en forme des indices pour l'analyse dépend des stratégies : si nous sommes en qualitatif ou en flou, les indices apparaîtront sous la forme de colonnes supplémentaires, qualitatives ou floues ;

Cela signifie que nous pouvons ici indiquer le type d'indice que nous allons créer, et décrire le fichier CORPUSIN.DBF qui les contiendra. Ce tableau sera rempli, une fois pour toutes, avec les valeurs des indices correspondant à chaque étoile (CORPUSIN.DBF, CORPUSMA.DBF et COMTEMPO.DBF, PASSE.DBF ont chacun 792 lignes, la même ligne de chaque correspondant à la même étoile). Ce qui va dépendre du type de codage et de la stratégie d'analyse, c'est la façon de coder les deux fichiers de corpus.

Ensuite (dans la partie 3 : GRADUS nous approfondirons ces points), si l'analyse est quantitative, il faudra calculer par modalité de chaque indice les centres de gravité des étoiles y correspondant et rajouter des lignes supplémentaires, figurant des étoiles fictives. Si l'analyse est qualitative, nous pourrons simplement projeter la modalité comme une colonne supplémentaire. Dans le codage flou, il faudra recoder en fonction de la stratégie choisie.

2.7.2.4.définitions détaillées des indices "ad hoc"

Nous avons regroupé toutes les informations sur les signatures potentielles dans le fichier CORPUSIN.DBF dont la structure est décrite en annexe. A2.STIN, et nous avons créer une procédure qui génère les macro-indices

Cette procédure (en application écrite au standard dBaseIII, à partir de données situé dans un fichier d'alias "b->") crée donc les indices cités précédemment :

- des macro-indices de risque de "décrochement" de la courbe de lumière, soit par mauvaise identification soit par des problèmes de résolution d'astres multiples :

```
*RT : Rupture  Ptol/Tycho
replace all RT with str(b->I_PTY,1,0)

*RH : Rupture PT/Hévélius
replace all RH with str(b->I_PTH,1,0)

*ID : Rupture par des-intégration d'une double
replace all ID with str(b->i_dou,1,0)
```

- des macro-indices de risque de points aberrants catalogue par catalogue, chaque fois que l'on peut les définir

```
*IP : Ptolémée
replace all IP with str(min(0.666*(b->P_II+b->PT_IK +
iif((b->p_im=3),2,b->P_IM)),9),1,0)
```

Nous en avons profité pour recentrer la valeur p_im=3 qui était aberrante (cf annexe A2.HIND)

```
*IS : Al Sufi
replace all IS with str((b->Su_IK),1,0)

*IU : Ulug Beig
replace all IU with str((b->UG_IK),1,0)

*IT : Tycho Brahé
replace all IT with str(min(b->TK_IK + b->T_II,9),1,0)

*IH : Hévélius
replace all IH with str(min(b->HV_IK + b->H_II,9),1,0)

*IB : Bayer
replace all IB with str((b->B_II),1,0)

*IF : Flamsteed
replace all IF with str((b->F_IK),1,0)
```

- un macro-indice de risque de fluctuations erratiques,

```
*IE : Fluctuations Erratiques
replace all IE with str(min(iif((b->CF_II=3),2,b->cf_ii) + b->CF_IF,9),1,0)
```

Nous en avons profité pour recentrer la valeur CF_II=3 qui était aberrante (cf annexe A2.HIND)

Il y a donc au total 11 macro-indices de non-fiabilité (nous avons, comme déjà signalé, mis en sommeil les 3 indices de biais de fixité).

2.7.3. Création des indices non liés au recueil et à l'établissement du corpus.

2.7.3.1. Les indicateurs de variation non-intrinsèques à l'astre

Si l'on veut revenir aux signatures astronomiques possibles, pour définir les indices "ad hoc" non liés à la constitution du corpus, il faut repartir du tableau des signatures possibles, déjà publié dans la partie 1, que nous redonnons ici, en T.2.7..

cause potentielle d'écart		ensembles des étoiles touchées	ampli-tude maxi-male	paramètres en relation		coïnci-dences de dates d'extrem.
				relation ave l'amplitude	relation ave pseudo-pério	
VA	variation "astro-nomique"	groupes selon param.physi	?	paramètres physiques intrins. ?	paramètres physiques intrins. ?	pas en phase
VO	opacité inter-stellaire	lointaines? selon coordonnées	?	couleur ? distance ?I	non	selon les positions
VD	variation distance	proches et tres rapid.	<1.0	distance M vit. rad. M	non	pas en phase
VO	opacité atmosph.	toutes	?	hauteur M couleur ?	non	selon couleur
SI	différ. sites	basses sur l'horizon	<	hauteur M couleur M	non	selon couleur
IN	fonction instrum.	toutes ?	?	couleur ?E	non	selon couleur
EQ	équations perso.	toutes ?	?	couleur ?I magnitude ?I	non	selon couleur
ME	processus mesure	toutes ?	?	?	non	?
ID	erreur identi-fication	régions denses et et. faibles	<1.0	éclat ?I	non	?
ID	variation désignat.	étoiles faibles	?	?	non	?
TM	erreur transcr.		?	?	non	?
CP	erreur de copie		?	?	non	?

Tableau T.2.7.1.
signatures des causes possibles de variation

A la lecture de ce tableau, en éliminant les problèmes que nous venons de traiter (variation de désignation, erreur de transcription, de copie ou d'identification) on voit que les principaux paramètres (soulignés dans le tableau T.2.7.1.) qui peuvent être liés aux variations non proprement astronomiques sont

- la couleur
- la hauteur sur l'horizon,

puis

- la distance
- la vitesse radiale,
- la position par rapport aux nuages absorbants éventuels

2.7.3.2. Les indicateurs de variation intrinsèques à l'astre

Pour ce qui est des variations liées à l'astre lui-même, nous retombons sur le problème des VTLP déjà abondamment posé dans la partie 1 : et s'il y a plusieurs types de variables ?

Ce dont nous nous doutons déjà, c'est qu'il faut introduire des indices liés aux paramètres les plus intrinsèques possibles, du type :

- types spectraux et indices spectraux divers,
- présence de certaines raies anormales (émission par exemple),
- existence des variations très faibles ("inconsistencies"),
- classes de luminosité,

2.7.3.3. Le fichier de données physiques associé

Nous avons donc créé un fichier de données physiques associé à chaque étoile du corpus (ou groupe de composantes). Il contient les paramètres nécessaires pour construire dans la partie 3 les indicateurs physiques ou astrométriques "ad hoc", à savoir,

- la couleur (indice de couleur B-V, U-B, R-I)
- la hauteur sur l'horizon, (déclinaison)
- la distance (parallaxe)
- la vitesse radiale,
- la position par rapport aux nuages absorbants éventuels
- les types spectraux et indices spectraux,
- la présence de certaines raies anormales (émission par exemple),
- l'existence des variations très faibles,
- la classe de luminosité,

Ces données ont été prises pour la plupart dans le Bright Star Catalogue, 4th edition, sauf les "inconsistencies", qui sont issues de l'UBV Catalogue de Mermilliod. Elles sont regroupées avec les indices historiques dans le fichier CORPUSIN.DBF

Voici en application écrite au standard dBaseIII, les procédures de création de ces indices physiques à partir des variables physiques, se trouvant dans un fichier d'alias "b->":

b->sp1 est le spectre de l'astre, et
b->sp2 s'il existe, est celui de son compagnon
b->de est la déclinaison,
b->rv la vitesse radiale,
b->par la parallaxe et
b->lagal la latitude galactique

```
*SP : spectre
replace all SP with substr(b->sp1,4,1)

*DK : déclinaison
replace all DK with str(max(0,int(-(b->de)/10)),1,0)

* CL : classe de luminosité
replace CL with iif(('IV'$b->sp1),'4','5') for 'V'$b->sp1
replace CL with iif(('III'$b->sp1),'3','2') for 'II'$b->sp1
replace CL with 'I' for ('I'$b->sp1 .and. .not.('II'$b->sp1)
.and. .not.('IV'$b->sp1))
replace CL with 'a' for 'Ia'$b->sp1
replace CL with 'b' for 'Ib'$b->sp1

*LG : latitude galactique
replace all LG with str(min(4,int(abs(val(b->lagal))/5)),1,0)

*PX : parallaxe
replace PX with '1' for val(b->par1)>=0.05 .or. val(b->par2)>=0.05
replace PX with '2' for val(b->par1)>=0.1 .or. val(b->par2)>=0.1

RV : vitesse radiale
replace RV with '1' for val(subst(b->RV1,2,3))>=50 .or.
val(subst(b->rv2,2,3))>=50

*BV, UB, RI : indices de couleur
replace all BV with str(  round((0.3+b->B_V)*5,0) ,1,0)
replace all UB with str(round((1.2+b->U_B)*3,0),1,0)
replace all RI with str(round((0.3+b->R_I)*4,0),1,0)

*SI : indices spectraux
replace SI with 'e' for 'e'$(b->sp1+b->sp2) .and.
(.not.'Del'$(b->sp1+b->sp2))
replace SI with 'F' for 'Fe'$(b->sp1+b->sp2)
replace SI with 'p' for 'p'$(b->sp1+b->sp2)
replace SI with 'm' for 'm'$(b->sp1+b->sp2)
replace SI with 'v' for 'v'$(b->sp1+b->sp2)
replace SI with 's' for 's'$(b->sp1+b->sp2)
```

Il y a donc 10 indices physiques, qui s'ajoutent dans CORPUSIN.DBF aux 11 indices liés au corpus de magnitude.

Nous verrons dans la partie 3 : GRADUS les effectifs des différentes modalités de ces indices.

Chapitre 2.8.
En guise de conclusion à notre parcours dans l'Uranométrie

Au terme de ce voyage dans l'Uranometrie, et en guise de conclusion générale à cette deuxième partie CORPUS, nous donnons en figure F.2.8.1 la carte de notre voyage, c'est-à-dire la récapitulation des filiations des fichiers informatiques de notre CORPUS.

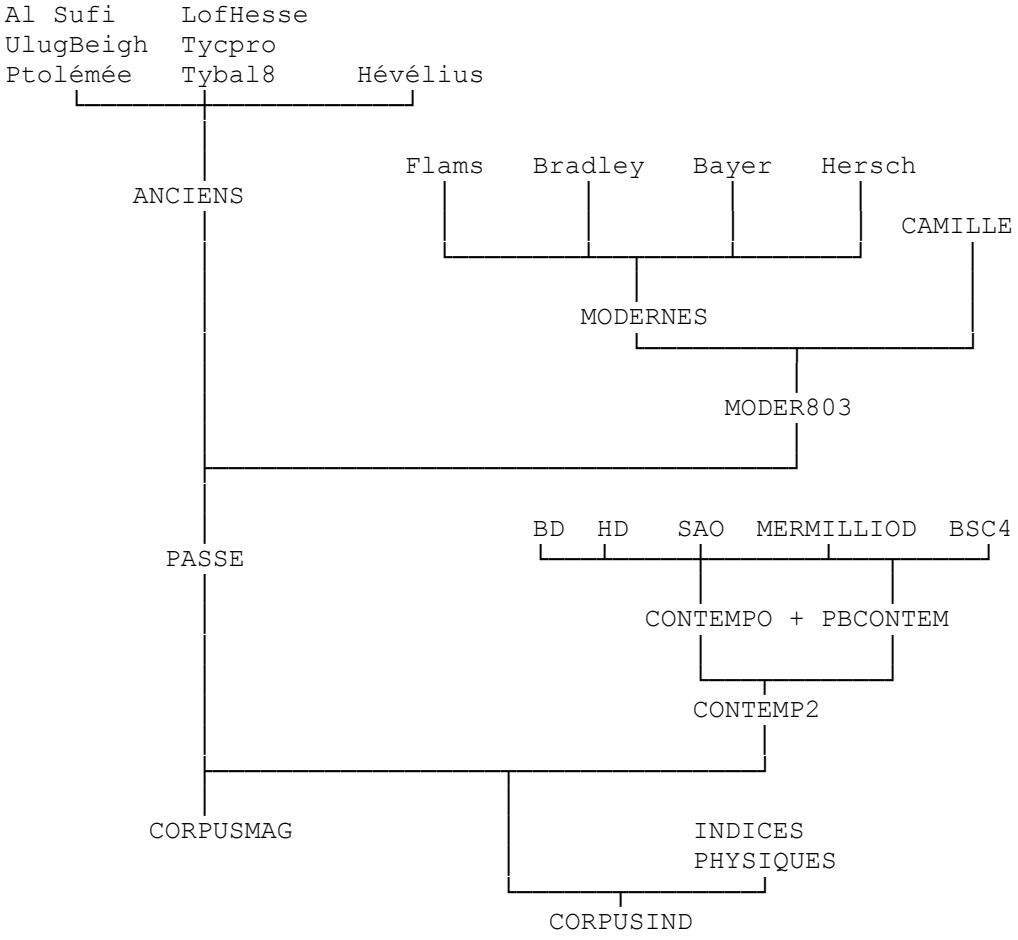


Figure F.2.8.1.
filiation des fichiers du corpus.

Terminons ce CORPUS par quelques mots de Flammarion, dans Les étoiles et les curiosités du ciel.

"Ce ne sont guère que les observations du vingtième et du vingt-et-unième siècle qui pourront nous permettre de décider sur la nature de ce cycle (il s'agit de Mizar), et encore devrons-nous sans doute attendre au vingt-deuxième : les astronomes ne sont pas égoïstes ; ils ne travaillent, ni pour leur époque, ni pour eux mêmes, mais pour les siècles futurs, pour leurs successeurs inconnus, pour le patrimoine toujours grandissant de l'humanité intellectuelle. Nous nous servons aujourd'hui d'observations faites il y a deux mille ans par des astronomes qui n'avaient ni nos idées, ni notre langue, à une époque où la

France n'existait pas et où les Celtes, nos ancêtres, vivaient au milieu des forêts sauvages et solitaires. L'astronome Halley calcula en 1705 le cours de la grande comète de 1682 et annonça son retour pour l'an 1759 ; il n'ignorait pas qu'il aurait depuis longtemps quitté cette Terre lorsque l'astre mystérieux reviendrait donner raison à l'audacieuse induction du calcul ; mais il ne se ralentit point dans la recherche du grand problème ; il suivit par la pensée l'astre vagabond jusqu'à des centaines de millions de lieues au delà du monde visible et prophétisa hardiment la date de son apparition future : chacun dans le monde sourit d'une audace aussi fantastique ; celui-ci le traita de fou, celui-là de blasphémateur ; lui-même suivit la destinée commune : il vieillit, et, à son tour, descendit dans la nuit du tombeau ; la cigale chanta dans l'herbe du cimetière ; le corps de pauvre astronome retourna aux éléments d'où il était sorti...

Le silence et l'oubli l'ensevelissaient, comme ils ensevelissent tout être et toute chose, quand un soir, à l'horizon, dans les vagues profondeurs des cieux, on vit arriver du fond de l'espace une clarté étrange, qui, tout à coup s'éleva, se dressa parmi les constellations, plana dans les cieux, semant ses flammes dans l'immensité étoilée : c'était la comète de Halley qui répondait à son appel ! C'etait la Vérité astronomique qui venait resplendir sur le tombeau de son prophète !"

TROISIEME PARTIE GRADUS :

DESCRIPTIONS CLASSIQUES et CONSTATS

Chapitre 3.1. Les stratégies de description de nos données

3.1.1. Le découpage des stratégies d'analyse : stratégies classiques stratégies spécifiques

3.1.1.1. L'objectif de cette partie GRADUS

Le lecteur assidu est déjà averti (cf 1.3.3) de nos intentions en ce qui concerne l'analyse des données du corpus. Nous distinguons deux stratégies d'analyse des données recueillies dans la partie 2 : CORPUS.

- description classique des données
(en particulier : analyse dans l'espace temporel),

- définition de méthodes spécifiques
(en particulier discussion des possibilités d'analyse dans l'espace des fréquences)

Cette partie 3 : GRADUS est en quelque sorte l'escalier qui nous conduit, non pas au Parnasse de l'Analyse des Données, mais à une vision la plus exhaustive possible des informations contenues dans nos données. Dans la Partie 4 : IN FINE, nous nous interrogerons sur la mise en place de méthodes spécifiques, sur les conclusions que nous pouvons réellement tirer et sur les ouvertures pour la suite de ce travail.

3.1.1.2. L'inhomogénéité des codages du corpus

Comme nous l'avons signalé dans la partie 1.2.3. de ce travail, l'analyse des données de magnitudes de notre CORPUS n'est pas simple, car elles sont loin d'être homogènes. Le paragraphe 1.2.3.2. rappelle que nos premiers observateurs effectuent un codage qualitatif, en classant les étoiles en six catégories de grandeurs. Ils se contentent d'accepter des cas intermédiaires, notant pour quelques astres des grandeurs du type 4.5 ou 4.3 qui signifient respectivement 4 tirant vers 5 ou 4 tirant vers 3. nous avons noté ces dernières, dans les fichiers du CORPUS, 4.3 ou 3.7. Nos dernières données, comme celles tirées de la RHP ou du catalogue de Mermilliod sont au contraire des mesures d'un paramètre continu, souvent noté au 1/100 de magnitude. Ce point sera approfondi dans le paragraphe 3.3.1.

Autre difficulté, les estimations de Sir William Herschel, décrites en détail dans le paragraphe 2.4.4. et à un degré moindre celles de Johan Bayer (cf sous-

paragraphe 2.4.3.2) sont avant tout des comparaisons d'éclat, sans référence absolue.

Ces différences de nature entre les diverses familles de données suggèrent l'idée que nous allons devoir utiliser des compromis pour décrire l'information de façon à la rendre traitable d'une manière unitaire.

3.1.1.3. Stratégie ascendante ou descendante ?

En fait, il y a deux familles de stratégies pour avancer dans notre problème.

3.1.1.3.1. Ascendances

Une famille, qui peut être qualifiée d'ascendante, s'appuie sur les données pour trouver un codage qui soit le mieux adapté à leur logique. Dans notre cas, comme nous venons de le voir dans le paragraphe précédent, il ne pourra s'agir que d'un compromis.

En essayant de trouver ce type de compromis, on navigue entre :

- un codage quantitatif,

Nous analysons alors un tableau de valeurs de magnitudes, présentant une colonne par catalogue, (ou pour des raisons d'équilibrage des masses des étoiles, deux colonnes par catalogue). Celui que nous avons utilisé dans l'analyse didactique présentée dans le paragraphe 1.3.2. était de ce type.

Ce type de codage risque de rendre l'analyse presque tautologique, puisque on tire comme principal enseignement un fait avéré par ailleurs : la partie fractionnaire est responsable des plus grandes différences entre les étoiles. Il s'agit d'une évidence : comme certains codent en valeurs entières et les autres pas, les étoiles les plus extraordinaires sont celles qui ont leur partie entière (leur arrondi E+0.5 plus exactement) la plus différente de leur valeur réelle, c'est-à-dire le reste fractionnaire maximum.

- un codage qualitatif,

Le tableau ne contient alors que des 0 et des 1, et possède autant de colonnes de valeurs possibles, catalogue par catalogue. Ceci nous donne un nombre pathologique de colonnes : une par valeur possible de magnitude pour chaque catalogue, cela signifie 60 valeurs possibles par catalogue au 1/10 de magnitude, soit pour notre corpus (en admettant que l'on ne considère que 4 colonnes au 1/10 de magnitude) plus de 240 colonnes à étudier. De plus, il n'y aura en moyenne que 0.2 % d'information par axe.

Chercher un compromis entre ces deux situations nous oriente naturellement vers les stratégies à codage flou, qui pourraient s'appuyer sur un système comme une colonne par valeur entière de magnitude, quel que soit le catalogue.(soit seulement 6 colonnes par catalogue, environ 60*10 à 20 colonnes). On remplit chacune des deux colonnes les plus proches de la valeur notée dans le catalogue avec l'écart à la valeur entière. Nous verrons dans le chapitre 3.4. comment mettre en oeuvre une telle analyse.

3.1.1.3.2. Descendances

Une deuxième famille que l'on peut qualifier de descendante, part de la nature de l'information qui nous intéresse. L'idée la plus simple est de noter les écarts à la valeur attendue dans le codage du catalogue concerné, si l'étoile n'avait jamais varié en éclat.

En fait, on cherche à montrer que l'hypothèse de non-variation est fausse, ou plus exactement à visualiser l'information, qui est l'écart dans chaque catalogue entre la valeur adoptée et celle que l'on aurait pu s'attendre à voir. On sait, grâce à l'analyse de la première partie, qu'il y a bien une telle information, en comparant l'analyse du tableau de Flammarion et l'analyse théorique de la série de nombres pour mettre en évidence l'effet de la partie fractionnaire. On a vu deux grosses différences entre la simulation théorique et celui du tableau de Flammarion :

- il y a un très large chevauchement des stries chez Flammarion (on le voyait déjà dans les histogrammes deux à deux du paragraphe 1.2.3. (Figure 1.3)),

- dans le cas théorique, le premier axe contient 99.5% de l'information , alors que dans le cas Flammarion, il ne contient plus que 86.1% (certes, il y a plus d'axes dans le cas du tableau de Flammarion, mais en réalité seulement deux fois plus d'axes signifiants or, 14% est largement plus de 2 fois supérieur à 0.5%).

Ce codage par les écarts aux valeurs attendues sera présenté dans la partie 3.3.

D'autres méthodes descendantes peuvent être mises en place. Elles partent non plus d'une vision de la localisation possible de l'information, compte-tenu des problèmes de divergence des codages, comme celle des "écarts aux valeurs attendues" dont nous venons de parler, mais d'une vision des hypothèses à tester sur les natures physiques des variations possibles pour les étoiles. Dans cette acception, il pourrait ne plus s'agir alors d'analyse des données, mais de stratégie de test. En fait, nous avons vu en 1.2. que nous ne savions pas vraiment en quoi pourrait consister un test valable.

Seule, l'intuition (ou le pré-jugé pour les mauvaises langues) que les vraies variations physiques ne doivent s'étudier dans l'espace temporel (cf paragraphe 1.2.4.) mais dans l'espace des fréquences (car il n'y a pas de possibilité qu'il y ait des relations de phase entre des variations réelles d'astres découplés, situés chacun à des bouts différents de l'univers) constitue un point de départ. Il a généré l'idée d'effectuer des analyses dans l'espace des fréquences, en réalisant la composition d'une sorte de Transformée de Fourier et de l'Analyse Factorielle des Correspondances[124]. Les réflexions autour de cette piste seront développées dans la partie 4.

3.1.1.4. Analyses classiques et "gradus"

Dans cette partie 3 GRADUS de notre travail nous allons mener ensemble les analyses "classiques" des données, utilisant principalement les ressorts habituels de l'Analyse Factorielle des Correspondances (cf 1.2.2.2.). Nous en tirerons les leçons sur les données et sur notre problème de VTLP. Nous

[124] nous désignons dans la suite du texte cette méthode par le sigle "AFC"

préparerons aussi la mise en place pour la partie 4 IN FINE de l'appareillage d'analyse plus puissant dont nous venons de présenter les prémisses.

3.1.2. Les différentes analyses factorielles "classiques" possibles à partir du tableau des magnitudes

3.1.2.1. Les différentes analyses

En ce qui concerne les analyses classiques, il résulte de ce que nous venons de voir que plusieurs types de tableaux analysables par des analyses factorielles peuvent représenter nos données. Hormis les problèmes de masse et d'exhaustivité des données déjà signalés, la principale contrainte est que pour utiliser les méthodes d'analyse factorielle sans favoriser une série de mesures par rapport à une autre, il est indispensable d'employer des données homogènes, c'est-à-dire présentant un type de codage unique. Cela se révèle bien difficile, car nos premiers catalogues sont qualitatifs et les derniers quantitatifs.

Avec les données des catalogues, les analyses suivantes sont celles qui peuvent présenter le plus d'intérêt :

3.1.2.1.1. Analyse quantitative brute (AQuantBru)

On analyse le tableau brut des magnitudes notées par les observateurs. Afin d'éviter les effets de masse dus à la métrique de l'AFC (importance croissante des étoiles en fonction de leur magnitude moyenne), chacune des 12 colonnes est complétée par une colonne qui contient son complément à 8 (la somme marginale de chaque ligne étant alors constante et égale à 8*12).

3.1.2.1.2. Analyse quantitative des écarts d'éclat (AQuantEcar)

On peut analyser directement les variations d'éclat, et non pas les valeurs brutes d'éclat. Pour que l'analyse soit possible, il faut ajouter une constante $k > -\min(fij)$, afin de transformer les valeurs négatives. Si l'on ajoute une constante assez grande, les écarts de masse entre les lignes deviendront négligeables.

Par rapport à l'analyse du tableau brut, l'intérêt de ce codage est de maximaliser la part d'inertie concernant la variation d'éclat : nous disposons de 100 % sur les variations. En fait, hormis les erreurs d'arrondis, considérer le sous-espace perpendiculaire au premier axe donne le même résultat.

3.1.2.1.3. Analyse qualitative totale des modalités d'éclat (AQualiTot)

C'est la solution la plus exhaustive, et donc aussi la plus lourde : le tableau est disjonctif, c'est-à-dire que chaque observateur se voit découpé en autant de colonnes qu'il a employé de modalités différentes pour noter les éclats (par exemple : 6 pour Tycho, 60 pour Flammarion). Pour chaque étoile, c'est-à-dire pour chaque ligne du tableau, une seule parmi la série de colonnes correspondant aux modalités possibles est vraie ; on la note 1 . Il y a toujours pour 12

observateurs, 12 cases valant 1 par ligne, soit une somme marginale constante, et égale à 12. Malheureusement, le nombre total de lignes est très important (de l'ordre de 200), surtout imposé par les mesures modernes, qui sont au moins au dixième de magnitude, imposant donc près de 60 modalités (celles qui ont une occurrence nulle étant supprimées) pour chacune. Or, plus nous avons de colonnes a priori non corrélées, plus nous aurons d'axes factoriels de contribution à l'information significativement non nulle. Plus la dimension significative du nuage (dim) est importante, plus faible est la part d'inertie moyenne par axe (1/dim par axe) ; il en résulte que si l'on étudie le tableau disjonctif complet en dimension 200, nous avons en moyenne 0.5 % d'information par axe.

On pourrait éventuellement placer les modalités correspondant à un certain nombre d'observateurs en colonnes supplémentaires (par exemple les contemporains : Flammarion, RHP, Mermilliod) pour réduire la dimension du problème. En fait nous avons renoncé à présenter ici les résultats d'analyses de ce type, parce qu'ils sont d'une extrême lourdeur, et auraient plutôt contribué à obscurcir notre exposé.

On peut simplement signaler que les plans successifs de l'analyse contiennent des sortes de courbes d'étalonnage généralisé (on verra un phénomène analogue dans le codage flou). Etant dans un codage qualitatif, elles s'affranchissent de l'hypothèse de la linéarité qui s'impose entre les valeurs d'une analyse quantitative[125]. On voit ainsi les différentes modalités des éclats s'égrenner, sans respecter la moindre logique d'équidistance le long de courbes révélatrices de l'effet Gutmann[126]. Malheureusement la multiplicité des axes et la faible inertie par plan rend le résultat quasiment inutilisable, surtout en regard aux autres codages.

3.1.2.1.4. Analyse qualitative des écarts aux valeurs attendues (AQualiAtt)

On peut également analyser directement "l'écart au codage attendu". Comme nous l'avons déjà défini, ce codage consiste pour chaque étoile j, à noter si l'estimation qui lui correspond dans le catalogue i prend bien la valeur attendue. Ainsi pour les catalogues ne comprenant que des valeurs entières, si la magnitude est mi, on attend comme estimation E(mi+0.5). On note alors si l'estimation est juste, fausse d'une ou deux modalités par excès ou par défaut. Ce tableau est alors naturellement optimisé pour tous les codages, sauf pour les observateurs notant des valeurs continues (on peut alors considérer, comme dans le cas du codage AQualiTot, compte-tenu des qualités des autres codages, qu'ils sont codés au 1/10 de magnitude).

3.1.2.1.5. Analyse floue par magnitudes entières(AFlouMag)

Comme nous l'avons déjà présenté en 3.1.1. on peut utiliser un ou plusieurs systèmes de codages flous.

---

[125] Il est en effet utile de prendre conscience du fait que lorsque nous utilisons un codage quantitatif ou même flou, nous présupposons d'un lien entre les différentes valeurs numériques, qui dans notre cas est loin d'être aisément justifiable, et ce pour deux raisons. Les magnitudes procèdent d'une échelle logarithmique et les valeurs choisies par nos illustres anciens étaient conventionnelles. Appliquer la métrique du chi2 à de telles mesures peut se discuter.

[126] voir Abrégé Théorique et Etude de Cas modèles op. cit de J.P. Benzecri.

On prend par exemple, une colonne par valeur entière de magnitude, quel que soit le catalogue (soit seulement 6 colonnes par catalogue, environ 6*10 à 20 colonnes). On met dans chacune des deux colonnes les plus proches de la valeur notée dans le catalogue, l'écart à la valeur entière. Les masses des lignes sont égales, comme dans un super-tableau disjonctif. Nous verrons que les résultats d'une telle analyse sont comparables, en plus concentrés, à ceux de l'analyse qualitative totale.

Le tableau T.3.1.1 présente la synthèse de ces différentes méthodes.

Titre	Type	Masse	Nb.col	Problèmes
AQuantBrut (ch.3.2.)	Quanti-tatif	dédoublée	2*Nb.Obs	1er axe : magnitude effet codage dominant
AQualiTot non prés.	Quali-tatif	disjonc-tif	>200	200 axes -> 0.5% d' inertie moy. par axe
AQuantEcar non prés.	Quanti-tatif	écarts négligea.	Nb.Obs	effet codage dominant
AQualiAtt (ch.3.3.)	Quali-tatif	disjonc-tif	5*Nb.Obs	Interprétation délicate
AFlouMag (ch.3.4.)	Flou	équili brées .	6*Nb.Obs	Etalonnage généralisé des modalités de mag.

Tableau T.3.1.1.
synthèse des différentes AFC possibles dans l'espace temporel

Pour suivre la méthode que nous avons choisie, il nous faut effectuer plusieurs analyses, et selon les résultats trouver une stratégie de synthèse. Dans tous les cas, ces analyses se font avec des individus qui sont des étoiles et des éléments supplémentaires (lignes ou colonnes, selon que le tableau est quantitatif ou qualitatif). Elles permettront donc au mieux de signaler des étoiles extrêmes, c'est-à-dire ayant des variations "atypiques" par rapport aux catalogues. On pourra voir par ailleurs si ces étoiles "atypiques" sont corrélées à certaines modalités des indicateurs supplémentaires et rechercher ainsi les signatures révélatrices des différentes causes envisagées au paragraphe 1.2.

3.1.3.
Regards statistiques sur les données avant l'AFC

Dans toute cette partie 3, nous allons donc employer les méthodes de l'AFC qui permettent de visualiser l'information globale présente dans notre tableau issu du corpus. Avant cela, nous pouvons tout de même jeter un coup d'oeil avec des outils plus classiques sur les informations présentes dans nos données, et regarder quel type d'information nous donnent les divers indicateurs que nous avons introduits dans le fichier CORPUSIN.DBF.

3.1.3.1. Centres de gravité des modalités des indices du corpus.

3.1.3.1.1. Regroupements de modalités

Le tableau T.3.1.1. donne les valeurs des centres de gravité (chaque étoile affectée d'une masse égale -comme dans le tableau dédoublé-) des diverses modalités des indices définis dans la partie 2 CORPUS. Rappelons que les définitions détaillées de ces indices ont été données en 2.8, nous avons simplement effectué quelques regroupements pour éliminer quelques modalités qui correspondaient à un effectif très faible. Il est aussi à noter que nous ne présentons pas la colonne des magnitudes de Hesse (il y en a seulement 368) car elle est très proche de la moyenne à cause des données manquantes.

En fait, nous avons éliminé préalablement au calcul des centres de gravité les étoiles qui avaient plus de 6 mesures manquantes (il y en avait 75, et 2 notées variables dans la Bonner Durchmunsterung)

Sur nos 792 étoiles du fichier CORPUSMA.DBF, nous n'en avons utilisé que 715 pour les centres de gravité.

Les quelques mesures manquantes pour les étoiles retenues ont été comblées, avec la valeur attendue dans le codage de l'observateur. Nous avons ainsi comblé les magnitudes manquantes de Bayer avec des valeurs de la magnitude RHP arrondi à 0 décimale. Nous nous sommes ainsi adapté aux caractéristiques du codage de chaque observateur. Nous avons développé cette stratégie pour ne pas noyer les effets liés au codage dans un bruit dû aux données qui remplissent les valeurs manquantes.

Toujours à propos du codage, il est à noter par contre que les centres de gravité des indicateurs -eux- moyennent les codages. Evidemment, la moyenne de la partie entière ou demi-entière n'est pas la partie entière (ou demi-entière) de la moyenne. Cette réflexion nous amène à jeter un regard désabusé sur le tableau des centres de gravité qui va suivre. En effet, on brouille toute l'information dès que l'on ne prend pas en compte le codage originel.

3.1.3.1.2. Indices décrivant les caractéristiques physiques

Nous donnons dans ce paragraphe les centres de gravité des différentes modalités des indices de causes.

Pour mémoire, le centre de gravité général du tableau est le suivant :

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
CG*	715	4.00	4.12	4.01	4.10	4.19	4.19	4.17	4.34	4.46	4.39	4.18	4.17	4.19	4.29	4.16	4.056

Types Spectraux, de B à M : voir figures F.3.1.1
(nous avons regroupé les 3 étoiles de type O avec le type B)

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
SPB	166	3.88	3.97	3.90	3.97	4.04	4.05	4.03	4.20	4.36	4.29	4.03	4.05	4.06	4.17	4.01	3.956
SPA	164	3.94	4.05	3.92	4.04	4.14	4.13	4.13	4.35	4.49	4.40	4.14	4.20	4.18	4.33	4.16	4.109
SPF	95	4.17	4.25	4.21	4.21	4.35	4.33	4.31	4.46	4.62	4.54	4.35	4.36	4.38	4.46	4.32	4.233
SPG	108	4.13	4.28	4.16	4.24	4.29	4.25	4.29	4.38	4.46	4.39	4.21	4.21	4.21	4.32	4.23	4.087
SPK	144	4.00	4.15	3.99	4.15	4.23	4.27	4.20	4.39	4.46	4.44	4.25	4.17	4.22	4.29	4.17	3.999
SPM	38	3.96	4.13	4.00	4.12	4.16	4.21	4.19	4.32	4.32	4.21	4.16	3.99	4.17	4.17	4.14	3.947
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

déclinaison de l'étoile

DK3 : de -40° à -30°
DK2 : de -30° à -20°
DK1 : de -20° à -10°
DK0 : sup à -10°

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
DK0	537	3.98	4.10	3.98	4.09	4.15	4.15	4.14	4.31	4.44	4.36	4.15	4.20	4.16	4.30	4.15	4.054
DK1	100	4.20	4.34	4.18	4.33	4.38	4.44	4.40	4.54	4.68	4.60	4.44	4.28	4.48	4.50	4.41	4.279
DK2	69	3.89	3.99	4.03	4.00	4.33	4.23	4.21	4.34	4.40	4.34	4.05	3.85	4.08	4.06	3.96	3.838
DK3	9	3.44	3.48	3.44	3.48	3.44	3.44	3.56	3.78	3.67	3.92	3.74	3.38	3.74	3.60	3.43	3.369
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

classe de luminosité

CL : classe non mentionnée
CLa : Ia
CLb : Ib
CL2 : II
CL3 : III
CL4 : IV
CL5 : V

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
CL	53	4.45	4.56	4.41	4.58	4.70	4.72	4.65	4.92	5.00	4.95	4.68	4.73	4.69	4.77	4.60	4.539
CL2	20	3.77	3.90	3.85	3.90	4.04	4.00	3.90	4.24	4.00	4.08	3.75	3.73	3.76	3.86	3.75	3.608
CL3	241	4.02	4.12	4.02	4.10	4.24	4.23	4.25	4.39	4.52	4.44	4.24	4.18	4.25	4.31	4.20	4.064
CL4	92	3.90	4.01	3.93	3.99	4.03	4.08	4.08	4.29	4.40	4.32	4.09	4.11	4.12	4.26	4.10	4.034
CL5	214	4.07	4.20	4.09	4.20	4.31	4.30	4.27	4.41	4.58	4.52	4.30	4.35	4.34	4.46	4.29	4.229
CLa	45	3.64	3.75	3.69	3.74	3.68	3.71	3.63	3.73	3.79	3.69	3.55	3.48	3.54	3.64	3.59	3.431
CLb	50	3.68	3.86	3.69	3.85	3.67	3.68	3.65	3.81	3.94	3.90	3.73	3.66	3.66	3.85	3.72	3.546
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

latitude galactique

LG0 : distance à l'équateur galactique < 5°
LG1 : distance à l'équateur galactique entre 5° et 10°
LG2 : distance à l'équateur galactique entre 10° et 15°
LG4 : distance à l'équateur galactique >= 15° :

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
LG0	83	4.01	4.15	4.07	4.15	3.98	4.06	4.03	4.15	4.22	4.20	4.01	4.01	4.00	4.18	3.83	3.741
LG1	19	3.85	3.96	3.95	4.03	3.95	3.95	3.84	4.28	4.39	4.28	4.03	3.93	4.02	4.18	3.90	3.782
LG2	53	3.81	3.95	3.76	3.96	4.14	4.21	4.17	4.34	4.36	4.23	4.03	3.93	4.04	4.12	3.88	3.794
LG3	66	4.01	4.12	4.01	4.10	4.21	4.21	4.24	4.38	4.60	4.50	4.24	4.22	4.29	4.36	4.14	4.050
LG4	494	4.02	4.13	4.03	4.12	4.23	4.22	4.20	4.37	4.49	4.43	4.22	4.22	4.23	4.33	4.25	4.148
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

parallaxe

PX : parallaxe plus faible que 0.05"
PX1 : parallaxe entre 0.05" et 0.10"
PX2 : parallaxe supérieure à 0.10"

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
PX	623	4.07	4.19	4.07	4.18	4.28	4.29	4.27	4.43	4.55	4.49	4.27	4.26	4.28	4.38	4.24	4.143
PX1	71	3.53	3.64	3.60	3.63	3.63	3.59	3.62	3.78	3.89	3.79	3.65	3.63	3.66	3.80	3.66	3.549
PX2	21	3.32	3.40	3.43	3.35	3.37	3.33	3.16	3.40	3.50	3.42	3.34	3.39	3.39	3.44	3.29	3.176
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

vitesse radiale

RV1 : vitesse radiale supérieure à 50 km/s

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
RV	698	4.00	4.12	4.01	4.11	4.19	4.19	4.18	4.34	4.46	4.39	4.19	4.18	4.20	4.30	4.16	4.063
RV1	17	3.79	4.01	3.88	4.02	3.89	4.00	4.00	4.10	4.21	4.18	3.82	3.88	3.84	3.96	3.92	3.775
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

indice de couleur B-V

le numéro de la modalité est donnée par round(0.3+5*(B-V))

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
BV0	20	3.33	3.40	3.40	3.41	3.38	3.35	3.33	3.41	3.52	3.45	3.37	3.21	3.40	3.42	3.20	3.130
BV1	157	3.91	3.99	3.91	3.98	4.12	4.13	4.10	4.29	4.50	4.42	4.12	4.18	4.14	4.26	4.12	4.079
BV2	130	3.97	4.08	3.96	4.08	4.14	4.15	4.17	4.35	4.46	4.38	4.13	4.18	4.18	4.34	4.15	4.102
BV3	64	4.17	4.27	4.18	4.27	4.32	4.30	4.23	4.44	4.58	4.50	4.33	4.30	4.37	4.45	4.28	4.189
BV4	54	4.20	4.26	4.27	4.21	4.33	4.30	4.30	4.43	4.63	4.53	4.33	4.38	4.39	4.46	4.34	4.238
BV5	25	4.12	4.42	4.16	4.38	4.42	4.52	4.38	4.60	4.64	4.59	4.37	4.45	4.38	4.54	4.34	4.245
BV6	72	3.94	4.11	3.96	4.03	4.15	4.04	4.09	4.28	4.36	4.30	4.05	4.04	4.04	4.13	4.11	3.960
BV7	83	4.16	4.25	4.17	4.28	4.24	4.28	4.25	4.34	4.48	4.41	4.22	4.14	4.22	4.30	4.19	4.024
BV8	35	4.11	4.25	4.11	4.30	4.43	4.54	4.47	4.67	4.63	4.64	4.52	4.39	4.45	4.42	4.32	4.147
BV9	52	3.85	4.05	3.83	4.02	4.15	4.16	4.15	4.25	4.27	4.25	4.16	4.07	4.13	4.25	4.08	3.897
BV*	23	3.99	4.23	4.09	4.23	4.29	4.35	4.36	4.54	4.41	4.33	4.30	4.09	4.31	4.28	4.26	4.071
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

indice de couleur U-B

le numéro de la modalité est donnée par round(1.2+3*(U-B))

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

UB1	50	3.60	3.68	3.62	3.73	3.69	3.76	3.71	3.81	3.94	3.88	3.74	3.62	3.76	3.81	3.58	3.494
UB2	66	4.07	4.22	4.09	4.23	4.30	4.30	4.27	4.49	4.64	4.58	4.30	4.34	4.30	4.47	4.25	4.222
UB3	73	3.87	3.92	3.88	3.91	4.08	4.04	4.01	4.25	4.49	4.38	4.10	4.18	4.13	4.25	4.16	4.105
UB4	258	4.12	4.22	4.12	4.20	4.32	4.31	4.30	4.46	4.59	4.51	4.29	4.33	4.34	4.46	4.29	4.223
UB5	48	3.91	4.05	4.00	4.03	4.06	4.00	3.99	4.29	4.33	4.27	3.96	3.99	3.99	4.08	4.00	3.865
UB6	80	4.03	4.16	4.03	4.14	4.13	4.10	4.11	4.25	4.31	4.26	4.09	4.02	4.05	4.16	4.09	3.933
UB7	47	4.10	4.22	4.09	4.22	4.29	4.36	4.30	4.32	4.56	4.50	4.26	4.21	4.24	4.27	4.18	4.007
UB8	28	3.92	4.04	3.93	4.10	4.17	4.25	4.27	4.47	4.35	4.45	4.33	4.16	4.27	4.28	4.22	4.034
UB9	65	3.87	4.08	3.89	4.05	4.17	4.21	4.18	4.31	4.32	4.25	4.17	4.05	4.15	4.24	4.12	3.936
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

indice de couleur R-I

le numéro de la modalité est donnée par round(0.3+4*(U-B))
(RI7 qui ne correspondait qu'à 6 occurrences a été agrégé à RI6)

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
RI0	28	3.34	3.40	3.36	3.41	3.37	3.39	3.30	3.40	3.61	3.52	3.37	3.25	3.39	3.46	3.23	3.152
RI1	303	4.11	4.23	4.08	4.22	4.35	4.36	4.36	4.54	4.69	4.61	4.37	4.42	4.40	4.52	4.36	4.304
RI2	123	3.93	4.06	3.98	4.04	4.12	4.08	4.07	4.25	4.37	4.29	4.08	4.07	4.11	4.22	4.05	3.960
RI3	138	4.03	4.13	4.08	4.10	4.12	4.09	4.06	4.24	4.35	4.30	4.05	4.04	4.05	4.16	4.07	3.924
RI4	72	3.89	4.04	3.88	4.05	4.09	4.15	4.13	4.23	4.23	4.26	4.12	4.02	4.08	4.14	4.03	3.855
RI5	31	3.88	4.02	3.94	4.01	4.19	4.23	4.18	4.31	4.42	4.28	4.14	4.01	4.15	4.21	4.16	3.965
RI6	20	3.94	4.10	4.00	4.10	4.11	4.15	4.11	4.28	4.22	4.17	4.20	3.97	4.17	4.15	4.10	3.927
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

indices spectraux

SIF : mention Fe dans le spectre
SIe : mention 'e' pour raies d'émission
SIm : mention 'm'
SIp : mention 'p'
SIv : mention 'v'
SIs : mention 's'

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
SI	600	4.00	4.13	4.02	4.11	4.20	4.20	4.19	4.34	4.46	4.38	4.18	4.17	4.19	4.30	4.17	4.063
SIF	9	4.00	4.18	4.00	4.18	4.22	4.22	4.33	4.44	4.72	4.61	4.18	4.08	4.19	4.22	4.19	4.051
SIe	28	3.46	3.51	3.47	3.57	3.63	3.61	3.64	3.70	3.84	3.82	3.52	3.55	3.52	3.74	3.44	3.369
SIm	16	4.29	4.46	4.19	4.46	4.39	4.38	4.38	4.62	4.75	4.68	4.53	4.54	4.57	4.74	4.44	4.378
SIp	40	4.03	4.08	4.03	4.08	4.22	4.28	4.14	4.62	4.74	4.68	4.36	4.36	4.36	4.42	4.31	4.263
SIs	8	4.71	4.58	4.71	4.45	4.62	4.62	4.62	4.69	4.81	4.83	4.67	4.75	4.79	4.84	4.61	4.593
SIv	14	4.03	4.14	4.07	4.16	4.04	4.14	4.11	4.29	4.14	4.15	4.24	4.04	4.24	4.16	4.00	3.875
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

3.1.3.1.3. Indices liés à la constitution du corpus

Ptolémée
IP4 a été agrégé à IP3 (5 occurences)
IP6 et IP7 à IP5 (respectoivement 9 et 3)

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IP0	450	3.92	4.04	3.93	4.04	4.11	4.11	4.10	4.26	4.40	4.33	4.10	4.10	4.11	4.23	4.09	3.993
IP1	103	4.01	4.14	4.00	4.13	4.17	4.19	4.17	4.32	4.41	4.34	4.19	4.17	4.21	4.36	4.14	4.040
IP2	35	4.62	4.60	4.60	4.65	5.01	5.00	4.93	4.99	4.93	4.96	4.84	4.69	4.88	4.84	4.66	4.546
IP3	61	4.42	4.44	4.47	4.37	4.61	4.57	4.58	4.80	4.98	4.86	4.56	4.58	4.57	4.61	4.52	4.426
IP5	66	3.82	4.02	3.83	3.93	3.94	3.95	3.92	4.15	4.19	4.10	3.98	3.97	3.99	4.07	4.01	3.906

Sufi

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IS0	591	3.91	4.04	3.93	4.04	4.09	4.10	4.09	4.25	4.38	4.31	4.09	4.09	4.10	4.21	4.07	3.965
IS1	68	4.52	4.55	4.56	4.48	4.93	4.85	4.89	4.97	5.01	4.95	4.80	4.75	4.82	4.85	4.75	4.648
IS2	36	3.95	4.12	3.89	4.03	4.10	4.06	4.03	4.40	4.42	4.36	4.20	4.14	4.21	4.29	4.22	4.118
IS5	13	4.21	4.60	4.15	4.35	4.31	4.31	4.23	4.31	4.65	4.47	4.37	4.44	4.35	4.44	4.40	4.309
IS9	7	5.77	5.14	5.77	5.51	5.27	5.43	5.14	5.36	5.36	5.33	5.34	5.32	5.24	5.54	5.24	5.147
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Ulugh Beigh

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IU0	461	3.98	4.10	4.00	4.09	4.17	4.20	4.17	4.36	4.44	4.38	4.16	4.14	4.17	4.28	4.12	4.014
IU1	68	4.39	4.43	4.40	4.29	4.46	4.40	4.43	4.57	4.72	4.57	4.46	4.46	4.47	4.54	4.54	4.439
IU2	159	3.86	4.03	3.86	4.03	4.11	4.10	4.06	4.21	4.42	4.36	4.12	4.12	4.14	4.24	4.12	4.023
IU5	20	3.87	3.98	3.85	4.19	3.92	3.73	3.89	3.98	4.05	4.05	4.03	3.91	3.98	4.04	3.85	3.746
IU9	7	4.51	4.66	4.57	4.70	5.14	5.00	5.14	5.00	4.93	4.84	4.81	4.97	4.84	5.01	4.73	4.694
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Tycho Brahé
IT5 et IT7 ont été agrégés à IT4 (3 et 1 occurrences)

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IT0	304	3.88	3.97	3.90	3.96	4.06	4.05	4.07	4.20	4.36	4.28	4.02	4.05	4.05	4.15	4.04	3.949
IT1	170	4.27	4.45	4.26	4.42	4.42	4.47	4.44	4.62	4.69	4.67	4.54	4.45	4.55	4.62	4.43	4.321
IT2	27	4.30	4.31	4.37	4.32	4.31	4.63	4.56	4.88	4.97	4.87	4.76	4.59	4.75	4.85	4.53	4.450
IT3	171	3.87	4.01	3.85	4.00	4.12	4.09	4.07	4.26	4.33	4.24	4.02	4.04	4.01	4.14	4.04	3.927
IT4	43	4.06	4.13	4.13	4.16	4.33	4.19	3.99	4.19	4.43	4.35	4.11	4.14	4.14	4.27	4.12	4.028
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Hévélius
IH3 et IH4 (5 et 1) ont été agrégés à IH2
IH6 (1) à IH5

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IH0	582	3.97	4.09	3.98	4.07	4.14	4.14	4.11	4.26	4.41	4.33	4.12	4.14	4.13	4.25	4.11	4.016
IH1	81	4.21	4.33	4.24	4.33	4.40	4.49	4.48	4.74	4.66	4.65	4.53	4.35	4.54	4.56	4.34	4.239
IH2	25	4.12	4.24	3.96	4.23	4.54	4.44	4.47	4.62	4.82	4.78	4.34	4.37	4.40	4.46	4.47	4.350
IH5	15	3.54	3.59	3.67	3.60	3.76	3.87	3.76	4.10	4.13	3.90	3.63	3.62	3.63	3.69	3.60	3.492
IH9	12	4.25	4.33	4.25	4.33	4.94	4.58	4.88	5.08	5.21	5.11	5.13	4.87	5.13	5.09	5.03	4.848
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Bayer

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IB0	516	3.78	3.91	3.81	3.89	3.90	3.89	3.88	4.04	4.20	4.13	3.91	3.91	3.92	4.04	3.93	3.826
IB1	59	4.12	4.28	4.14	4.26	4.48	4.36	4.46	4.82	4.93	4.83	4.46	4.47	4.48	4.52	4.44	4.345
IB9	140	4.73	4.82	4.68	4.81	5.11	5.22	5.14	5.23	5.20	5.17	5.06	5.00	5.07	5.12	4.87	4.781
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Flamsteed
IF1 (6) et IF2 ont été regroupés

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IF0	668	4.00	4.12	4.01	4.10	4.18	4.19	4.17	4.31	4.45	4.38	4.17	4.16	4.19	4.29	4.15	4.047
IF1	44	3.91	4.11	3.93	4.12	4.26	4.11	4.23	4.82	4.61	4.45	4.24	4.29	4.20	4.31	4.27	4.164
IF9	3	4.57	4.00	4.90	4.43	4.33	4.67	4.33	4.67	4.50	5.00	4.67	4.27	4.57	4.43	4.35	4.315
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Indice de fluctuations erratiques
IE2 à été regroupé à IE1 (2)
IE6, IE5 et IE4 (1,5,11) ont agrégés à IE3

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
IE0	485	3.88	4.02	3.88	4.01	4.05	4.06	4.03	4.21	4.34	4.28	4.06	4.08	4.07	4.19	4.06	3.958
IE1	116	4.30	4.40	4.33	4.38	4.62	4.56	4.61	4.72	4.80	4.75	4.56	4.42	4.59	4.60	4.45	4.358
IE3	108	4.20	4.26	4.25	4.25	4.35	4.36	4.34	4.49	4.61	4.49	4.26	4.27	4.30	4.40	4.26	4.156
IE9	6	4.12	3.90	3.95	4.12	4.15	4.33	4.00	4.58	4.83	4.85	4.50	4.51	4.45	4.65	4.41	4.276
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Indice de problème d'intégration
(ID4 à ID2 : 11 valeurs)

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
ID0	655	4.03	4.15	4.04	4.14	4.22	4.22	4.21	4.37	4.49	4.42	4.22	4.21	4.24	4.33	4.19	4.087
ID1	16	3.30	3.44	3.38	3.42	3.50	3.50	3.50	3.64	3.97	3.93	3.38	3.45	3.43	3.62	3.62	3.513
ID2	44	3.82	3.87	3.81	3.83	3.92	3.95	3.88	4.06	4.20	4.15	3.80	3.85	3.82	3.93	3.90	3.790
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Indice de risque de rutpure Ptolémée - Tycho Brahé

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
RT0	346	3.90	4.04	3.91	4.04	4.12	4.09	4.09	4.22	4.37	4.29	4.02	4.05	4.05	4.17	4.06	3.955
RT1	265	4.03	4.16	4.04	4.15	4.21	4.26	4.18	4.38	4.49	4.43	4.25	4.22	4.25	4.35	4.18	4.079
RT2	23	4.07	3.97	4.07	3.93	3.52	3.87	3.89	4.09	4.11	4.05	4.20	4.08	4.20	4.32	3.97	3.914
RT9	81	4.27	4.35	4.29	4.28	4.57	4.49	4.57	4.78	4.84	4.79	4.62	4.54	4.63	4.66	4.55	4.451
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Indice de risque de rupture Ptolémée Tycho - Hévélius

Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM
RH0	600	3.97	4.09	3.97	4.08	4.15	4.15	4.13	4.28	4.41	4.34	4.12	4.15	4.14	4.26	4.12	4.024
RH1	66	4.16	4.27	4.21	4.23	4.30	4.29	4.26	4.50	4.60	4.50	4.32	4.20	4.31	4.34	4.20	4.107
RH9	49	4.17	4.27	4.20	4.21	4.55	4.55	4.62	4.86	4.84	4.87	4.67	4.42	4.67	4.63	4.50	4.380
Mod	Nb.	PTOL	SUFI	ULUG	ALPH	TYCH	BAYE	HEVE	FLST	BRAD	PIAZ	ARGE	BDUR	HEIS	CAMF	RHP	MERM

Tableau T.3.1.1.
centres de gravité des différents indices du corpus

Les figures F.3.1.1. et F.3.1.2. qui suivent donne idée de la faible coloration des équations personnelles. Nous ne multiplions pas de tels graphiques, que nous pourrions donner pour tous les indices du tableau ci-dessus, car la même information pré-dépouillée est donnée dans les tableaux concernant les éléments supplémentaires des AFC (dans les paragraphes 3.2.2.4. pour l'analyse

quantitative, 3.3.4.3 pour l'analyse des écarts aux valeurs attendues et 3.4.2.4. pour l'analyse utilisant le codage flou).

3.1.3.2.Moyenne et reconstruction

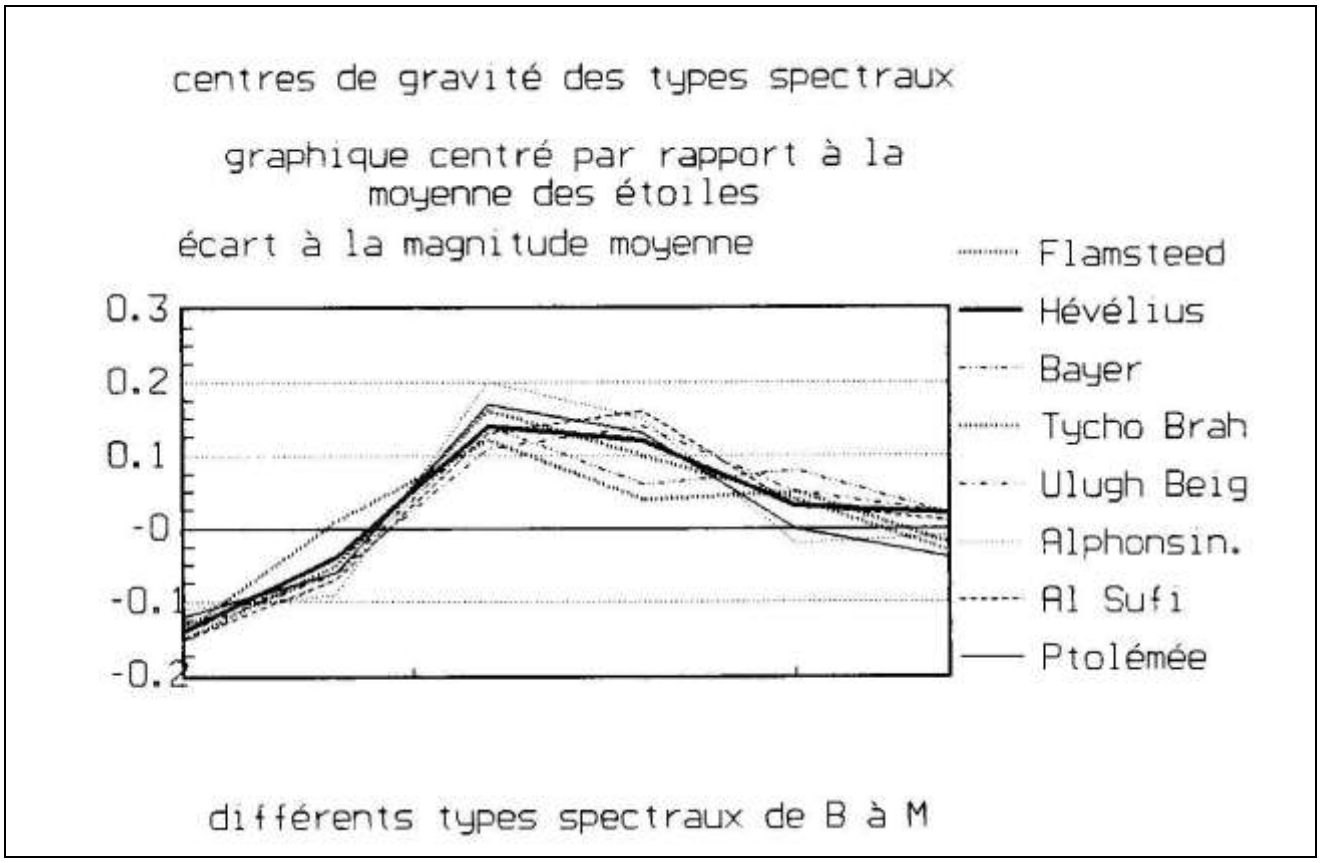
Précisons malgré tout quelques éléments pour mieux comprendre ces courbes, et, par la même occasion pour comprendre les tableaux de centres de gravité qui précèdent.

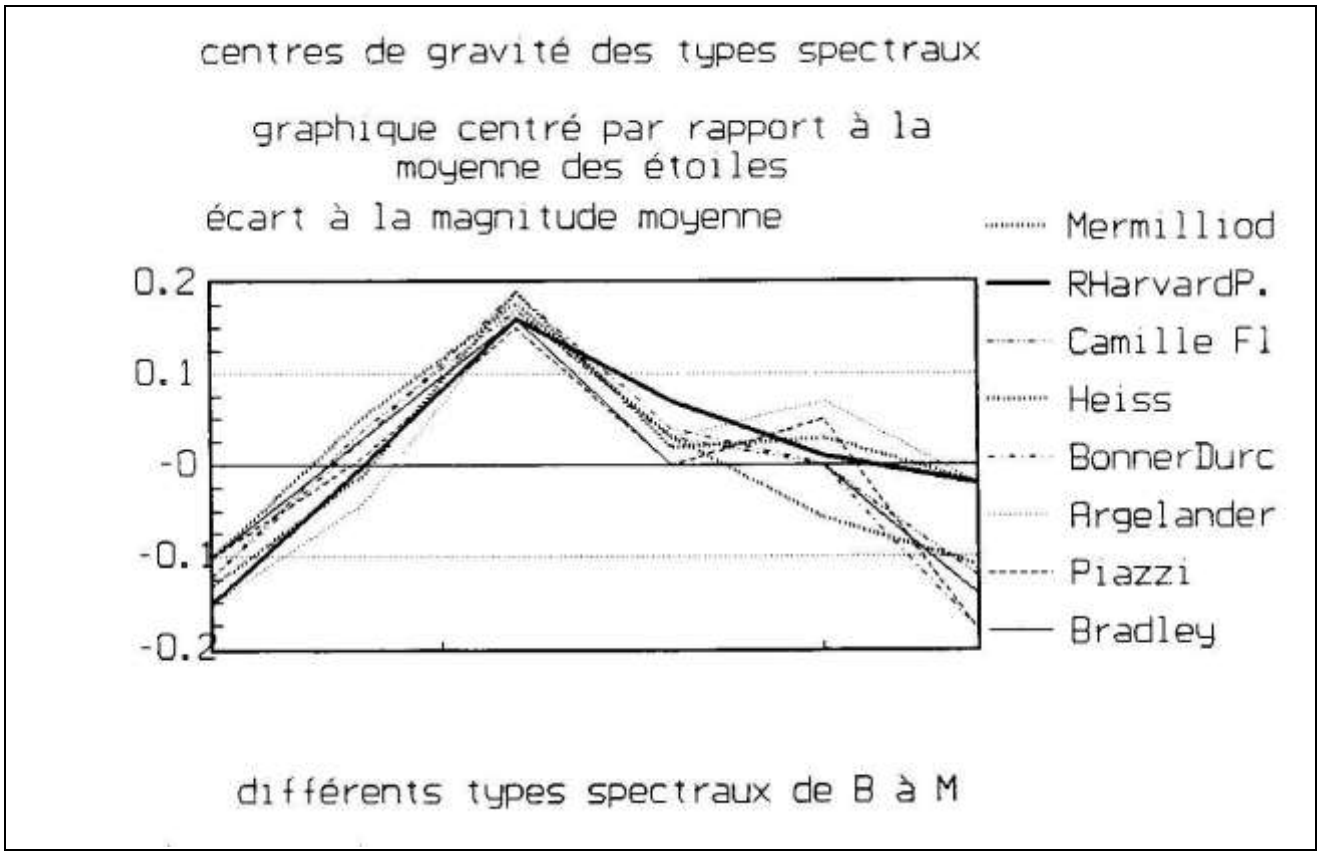
Les courbes donnent la valeur m(t,o) qui est M(t,o) (moyenne par observateur (o) et par type spectral(t)) recentrée par rapport aux observateurs, c'est-à-dire :

m(t,o) = M(t,o) - M(o)

où M(o) est la moyenne générale, tous types spectraux confondus, de l'observateur (o), à savoir la valeur de la (o)ième colonne de la ligne CG*.

Bien sûr, ces courbes ne sont pas plates, car, tous observateurs confondus, les sous-groupes d'étoiles de même type spectral n'ont pas la même magnitude moyenne. Ce qui est intéressant, c'est de voir que ces courbes ne diffèrent pratiquement pas d'un observateur à l'autre. On aurait pu soustraire aussi la moyenne par groupe spectral, pour voir l'écart résiduel. Il est à mon sens plus significatif de regarder cette courbe avec l'indication des écarts de moyenne également lisible.





Figures F.3.1.1.et F.3.1.2.
écarts à la magnitude moyenne par type spectral.

L'abscice des figures F.3.1.1. et F.3.1.2. correspond aux différents types spectraux, c'est à dire de gauche à droite (BAFGKM). On remarque simplement sur ces figures des centres de gravité des types spectraux la dispersion de 0.15 des moyennes des étoiles rouges (type spectral M).

3.1.3.3.
Enseignements des centres de gravité

En résumé, il n'y a pas, au premier abord, de corrélation qui se détachent à la lecture de ce tableau des centres de gravité. On peut noter quelques couplages au premier degré entre des indicateurs et la magnitude moyenne par exemple, comme pour IB (indicateur d'ambiguïté de la désignation chez Bayer). Il était prévisble que les modalités de ce type (risque maximum d'ambiguïté et de confusion soit plus reliées aux étoiles faibles qu'aux brillantes)

En réalité, il est temps de remarquer qu'il peut y avoir plusieurs phénomènes perturbateurs dans ce tableau :

- d'une part, il faut voir que les classes de modalité qui possèdent un effectif trop faible ne sont pas fiables : s'il y a parmi les quelques étoiles vérifiant la modalité 'mi' une ou plusieurs qui ont une caractérique particulière, l'ensemble sera déséquilibré,

- d'autre part, il peut y avoir des couplages directs entre les magnitudes et les indicateurs, qui sont intrinsèques aux indicateurs eux-mêmes, et ne révèlent pas d'information nouvelle. Par exemple, les étoiles brillantes présentent a priori moins de risque d'erreur d'identification, ce qui doit déséquilibrer les différentes modalités.

Surtout, le regard que nous donne ce type de tableau est doublement insuffisant. D'abord, il faut centrer et réduire les variables pour pouvoir les comparer entre elles, et puis cela fait, nous ne pourrions espérer voir alors que des constatations au premier degré : tel indice semble être lié ou non à des anomalies dans la courbe de lumière. Nous ne pouvons absolument pas savoir à l'avance ce qu'il faut regarder, ni le poids de ce que nous constatons, car l'information n'est pas hiérarchisée.

Le lecteur aura compris que nous ne nous appesantirons pas ici sur l'interprétation des centres de gravité, alors que nous allons pouvoir revoir ces points beaucoup plus en détail à l'occasion de chacune des analyses factorielles que nous allons effectuer.

Chapitre 3.2. L'analyse du tableau quantitatif dédoublé

3.2.1. Le tableau quantitatif dédoublé

3.2.1.1. Le tableau du fichier CORPUSMA.DBF

Pour cette analyse, qui consiste à regarder le tableau comme un tableau de mesures quantitatives, nous avons donc utilisé le tableau issu du fichier CORPUSMA.DBF, auquel nous avons supprimé les 75 étoiles ayant plus de 6 mesures manquantes ; nous avons également éliminé les 2 étoiles marquées variables dans la Bonner Durchmusterung.

3.2.1.2. Points aberrants

Une première analyse de ce tableau, nous a amené à supprimer quelques étoiles trop évidemment atypiques, qui bouleversaient les résultats.

Un des gros problèmes des AFC, en particulier quantitatives, est en effet le problème des points aberrants, ou très excentrés. Ce problème vient du concept même de l'AFC. On étudie les caractéristiques globales d'un nuage de points. Si à l'intérieur de celui-ci, il y a quelques points qui s'éloignent de manière très importante du comportement moyen, leurs inerties sont très importantes (à masses comparables) et ils peuvent être, presque à eux seuls, responsables de l'orientation des axes. En fait, cela correspond à une limite intrinsèque de la méthode, qui s'applique à des nuages sans trop de points exceptionnels. En défenseur assidu de l'AFC, on peut d'ailleurs remarquer que cela n'est pas bien grave : quand il y a des points aberrants, on n'a pas besoin de l'AFC pour les voir. Eventuellement, on peut faire deux passes d'AFC, une pour voir les points extrêmes, puis après les avoir soit supprimés, soit mis en éléments supplémentaires, on fait une analyse plus fine.

Ici, nous sommes un peu dans ce cas. Si l'on fait l'analyse brute du tableau des étoiles de CORPUSMA.DBF, même avec les précautions que nous avons prises (suppression des étoiles avec plus de 6 données manquantes par exemple, suppression des étoiles aberrantes marquées variables dansla Bonner Durchmusterung bd_mp=30.00) nos analyses sont très déviées par quelques points extrêmes. Il s'agit principalement des étoiles notées 6.7 dans Ptolémée ; en voici la liste :

abr	désignation	mpt	msu	mug	mal	mlo	mtk	mba	mhv	mfs	mbr	mwh	mpz	mar	mhs	mca
16p	16PR 16PER	6.70	5.00	6.70	5.00	4.00	4.30	5.00	4.00	4.00	4.50	4.23	4.30	4.70	4.70	4.50
BEe	BEEQ 10EQU	6.70	6.00	6.70	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.50	5.16	5.30	5.00	5.00	5.00
GAe	GAEQ 5EQU	6.70	5.30	6.70	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.42	5.00	4.70	4.70	4.50
DEe	DEEQ 7EQU	6.70	5.30	6.70	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.49	4.30	4.70	4.70	4.50
15£	15CO 15COM	6.70	5.00	4.00	5.00	4.00	3.30	4.00	4.00	4.50	5.00	4.36	5.00	4.30	4.30	4.90
07£	07CO 7COM	6.70	5.00	6.70	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.50	5.00	4.95	5.00	5.30	5.30	5.80
23£	23CO 23COM	6.70	4.70	6.70	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.81	4.30	5.00	5.00	5.50
ALe	ALEQ 8EQU	6.70	4.00	6.70	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.50	3.92	4.30	4.00	4.00	4.00
++U	Piazzi 245	6.70	4.70	6.70	6.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.50	4.50	4.56	5.00	5.00	4.70	5.00

Nous les supprimons pour l'instant ; nous pourrons les mettre en éléments supplémentaires par la suite.

Il faut signaler que le tableau T.3.1.1. des centres de gravité donné dans le chapitre 3.1 a été réalisé en tenant compte de ces étoiles. Cela signifie que les coordonnées des centres de gravité qui y sont données diffèrent légèrement de celles qui ont été utilisées dans l'analyse dédoublée.

Ce paragraphe doit nous suggérer deux remarques de fond

- une première, déjà énoncée, sur la coupure des magnitudes des étoiles faibles :

Il y a un phénomène de bord particulièrement gênant du côté des étoiles faibles dans notre étude : on ne sait pas interpréter l'absence d'une étoile faible dans un catalogue.

- une seconde, pas entièrement nouvelle non plus :

Au premier degré, l'AFC n'est pas adaptée pour étudier des nuages présentant des points aberrants, ayant des comportements trop écartés du comportement moyen. Cette limite est-elle compatible avec notre étude ? La réponse à cette judicieuse question n'est pas évidente. En fait, elle dépend principalement du raccordement entre les variables et le comportement moyen (y a-t-il une solution de continuité ou non ?) et de la masse des variables (y en a-t-il suffisamment pour ne pas voir que la juxtaposition de quelques individus ?). Nous nous sommes déjà posé des questions analogues dans la partie 1. Nous avons choisi entre autres une stratégie heuristique. Nous ne pouvons pas répondre par avance à ces questions ; décrivons donc les informations comme elles sortiront des analyses.

3.2.1.3 Les colonnes de l'analyse

Nous avons ensuite été confronté à un problème important. Il y a trop de colonnes semblables (ou quasiment semblables : proches dans le temps, systèmes photométriques identiques ou très proches, et beaucoup de données manquantes) issues du catalogue UBV86 de Mermilliod. Si on laisse toutes ces colonnes comme éléments principaux dans le tableau, elles vont déséquilibrer les masses des différentes époques, en accordant trop de poids à la période contemporaine, noyant ainsi l'information des autres époques. Nous avons donc décidé de mettre ces colonnes en supplémentaire et de ne conserver qu'une colonne JM_VP qui correspond à la magnitude moyenne.

Les variations d'éclat décelables par l'analyse des différences des diverses magnitudes issues de l'UBV86 ne sont donc pas accessibles directement. L'information est malgré tout présente, puisque nous avons créé un indice IV de variabilité qui prend la modalité 1 pour toutes les étoiles (en fait il n'y en a que 9) citées dans les "inconsistencies" du catalogue Mermilliod (voir plus loin 3.2.1.3. les valeurs de cet indice).

Nous nous sommes également posé la question de la colonne contenant les magnitudes attribuées au Landgrave de Hesse. Compte-tenu du fait qu'elle ne contient pour l'instant que 368 mesures qui lui sont attribuées, le choix (abitraire, en vertu du 3.2.1.1. il s'agit dans notre cas de Flammarion arrondi à la valeur entière) d'un catalogue pour les compléter des 66% manquants consisterait à attribuer un poids artificiel de 1.66 à ce catalogue (sans parler des problèmes d'arrondi ...). Nous avons donc choisi de mettre le Langrave de Hesse en colonne supplémentaire (LO+, LO-)

Signalons enfin pour mémoire que ce tableau n'intègre pas de magnitude d'Herschel

Nous avons dédoublé le tableau, pour que la masse de chaque ligne soit égale. Nous avons donc associé à chaque colonne m(e,c), une autre colonne
m'(e,c')= m(e,c)-8

Le tableau T.3.2.1. nous donne pour mémoire les intitulés des colonnes de l'analyse quantitative dédoublée.

catalogue	intitulés	
Ptolémée	PT+	PT-
Abd Al Rahmam Al Sufi	SU+	SU-
Tables Alphonsines	AL+	AL-
Ulugh Beigh	UG+	UG-
Landgrave de Hesse	LO+	LO-
Tycho Brahé	TK+	TK-
Bayer	BY+	BY-
Hévélius	HV+	HV-
Flamsteed	FS+	FS-
Bradley	BR+	BR-
Piazzi	PZ+	PZ-
Argelander	AR+	AR-
Bonner Durchmuster.	BD+	BD-
Heis	HS+	HS-
Flammarion	CA+	CA-
Revised Harvard Phot	HD+	HD-
Mermilliod UBV86	JM+	JM-

Tableau T.3.2.1.
intitulé des colonnes de l'analyse dédoublée

3.2.1.3.Les éléments supplémentaires

Nous avons placé les centres de gravité des 107 modalités des indices en lignes supplémentaires comme prévu. Signalons, que nous avons rajouté, comme indiqué en 3.2.1.2. un indicateur de variabilité "IV", qui prend les modalités décrites dans le tableau T.3.2.2.

modalité	effectif	occurrence
IV0 (IV=0)	3??	aucune mention de variabilité
IV1 (IV=1)	7	citée dans les inconsistencies[127]
IV2 (IV=2)	3??	mention de variabilité dans le Bright Star Catalogue[128]

Tableau T.3.2.2..
modalités de l'indice de variabilité

De plus, nous avons à nouveau isolé la modalité ID=4 de l'indicateur de duplicité, que nous avions, au niveau des histogrammes du chapitre 3.1 intégrée pour des raisons d'effectifs (7 ou 11 occurrences seulement) dans la modalité ID=2, mais dont l'importance n'est pas discutable. Rappelons qu'il s'agit de la modalité qui correspond à une situation limite pour l'intégration photométrique ou non de l'étoile, c'est-à-dire une des plus intéressantes causes de variation à suivre (pour mémoire, ID=3 n'existe pas).

[127] op. cit. de J.C. Mermilliod
[128] op. cit. de D. Hofflit, avec la collaboration de C. Jaschek

3.2.2.
Les résultats bruts de l'analyse

3.2.2.1.L'histogramme des valeurs propres

Le tableau T.3.2.3 donne l'histogramme des valeurs propres de l'analyse[129] :
Nous y retrouvons ici beaucoup d'éléments proches de ceux qui ressortent de l'analyse effectuée avec le tableau de Flammarion dans la partie 1 : A PRIORI. (cf 1.3.2.3).

Comme attendu, c'est la magnitude qui sort sur le premier axe, avec une inertie écrasante de 86.2% (quasiment la valeur de celle du tableau de Flammarion : 86.1%). Cela signifie que tout notre travail de la partie 2 CORPUS n'a pas beaucoup ajouté en quantité d'information, ou plus exactement, qu'il n'a pas bouleversé le rapport entre l'information contenue dans les écarts à la magnitude moyenne et les fluctuations. L'information principale de l'analyse du tableau de Flammarion est confirmée : le fait dominant, d'un point de vue quantitatif, c'est la stabilité des étoiles. Bien sûr, ce n'est toujours pas une surprise..

```
contribution inertie ( 1) 86.2 % total   86.2 % : ************************************************************
contribution inertie ( 2)  4.1 % total _ 90.3 % : ***
contribution inertie ( 3)  3.6 % total _ 93.8 % : **
contribution inertie ( 4)  1.8 % total _ 95.7 % : *
contribution inertie ( 5)  0.9 % total _ 96.5 % : *
contribution inertie ( 6)  0.8 % total _ 97.3 % : *
contribution inertie ( 7)  0.7 % total _ 98.0 % :
contribution inertie ( 8)  0.4 % total _ 98.4 % :
contribution inertie ( 9)  0.4 % total _ 98.8 % :
contribution inertie (10)  0.3 % total _ 99.1 % :
contribution inertie (11)  0.3 % total _ 99.4 % :
contribution inertie (12)  0.2 % total _ 99.6 % :
contribution inertie (13)  0.2 % total _ 99.8 % :
contribution inertie (14)  0.1 % total _ 99.9 % :
contribution inertie (15)  0.1 % total _100.0 % :
(...)
contribution inertie (31)  0.0 % total _100.0 % :
```

Tableau T.3.2.3.
histogramme des valeurs propres de l'analyse quantitative dédoublée

3.2.2.2.L'interprétation des coordonnées des colonnes

Le tableau T.3.2.4.donne les coordonnées des colonnes sur les premiers axes factoriels. Rappelons qu'ils donnent pour chaque colonne (chaque catalogue) du tableau analysé, le nom de la ligne ou de la colonne, suivi de deux informations générales :

- la masse (premier nombre) et l'inertie (2° nombre) de la ligne ou de la colonne concernée,

suivies par trois informations par axe factoriel :

- la valeur de la coordonnée factorielle, c'est-à-dire la coordonnée du point représentatif de la ligne ou de la colonne sur l'axe i, c'est dire selon le iième axe du nouveau repère,

---

[129] paramètres de l'analyse :
jacobi : iterations : 808 - maximum : 1.65369051016435E-007
valeur propre triviale ... 9.99999999999919E-001
(trace) : 6.93632879724437E-002 - (trace*somme) : 6.26822160749379E+003

- la valeur du coefficient de corrélation "cos2" entre le point et l'axe concerné (la valeur de ce coefficient est celle du carré du cosinus de l'angle formé depuis l'origine par l'axe factoriel concerné et la direction du point représentatif de la ligne. Si cos2=1, les deux directions sont colinéaires, le point est totalement corrélé à l'axe factoriel, si cos2=0, les deux directions sont orthogonales, il n'y a aucune corrélation ; rappelons par ailleurs que la somme des cosinus carrée des angles d'une direction quelconque à tous les vecteurs d'une base est égale à 1 quelque soit la dimension de l'espace vectoriel considéré.).

- la valeur de la contribution (en pourcentage) "cont" de la ligne ou de la colonne à la création de cet axe factoriel. Plus ce nombre est élevé, plus l'inertie de ce point est responsable de l'existence de cet axe et de l'importance de la valeur propre qui lui est associée ; comme il s'agit d'un pourcentage, la somme de cette contribution sur toutes les lignes ou sur toutes les colonnes vaut 100% pour chaque axe.

```
----COLONNES PRINCIPALES-----------------------------------------------------------------------------------------
contribution moyenne à la création d'un axe : 3.1 %

-id-:--ma--in-:-- axe  1 - _86.2 % ---!-- axe  2 -  4.1 % ---!-- axe  3 -  3.6 % ---!-- axe  4 -  1.8 % ---!
abrv              coord  cos2  cont      coord  cos2  cont      coord  cos2  cont      coord  cos2  cont

PT- :  31  25 : x -0.211 0.801  2.30 . x -0.088 0.141  8.55 .   +0.011 0.002  0.14 . x -0.030 0.017  2.24 .
PT+ :  32  24 : x +0.207 0.801  2.27 . x +0.087 0.141  8.41 .   -0.010 0.002  0.14 . x +0.030 0.017  2.21 .
SU- :  32  26 : x -0.219 0.840  2.58 . x -0.081 0.113  7.33 .   -0.006 0.001  0.05 . x -0.015 0.004  0.59 .
SU+ :  30  28 : x +0.230 0.841  2.71 . x +0.085 0.113  7.69 .   +0.006 0.001  0.05 . x +0.016 0.004  0.62 .

UG- :  32  27 : x -0.218 0.820  2.53 . x -0.083 0.118  7.68 .   -0.003 0.000  0.01 . x -0.017 0.005  0.69 .
UG+ :  31  28 : x +0.227 0.820  2.64 . x +0.086 0.118  8.03 .   +0.003 0.000  0.01 . x +0.017 0.005  0.72 .
AL- :  31  26 : x -0.207 0.751  2.24 . x -0.093 0.152  9.58 . x +0.019 0.006  0.43 . x -0.040 0.027  3.83 .
AL+ :  31  25 : x +0.206 0.751  2.22 . x +0.093 0.152  9.50 . x -0.018 0.006  0.43 . x +0.039 0.027  3.79 .
TK- :  33  34 : x -0.245 0.846  3.29 .   +0.012 0.002  0.17 . x +0.083 0.096  9.08 . x +0.031 0.013  2.45 .

TK+ :  30  37 : x +0.269 0.846  3.61 .   -0.013 0.002  0.19 . x -0.091 0.096  9.96 . x -0.034 0.013  2.68 .
BY- :  33  33 : x -0.244 0.846  3.26 .   +0.006 0.000  0.04 . x +0.081 0.092  8.63 . x +0.034 0.016  2.93 .
BY+ :  30  36 : x +0.268 0.846  3.57 .   -0.006 0.000  0.04 . x -0.088 0.092  9.45 . x -0.037 0.016  3.20 .
HV- :  33  34 : x -0.249 0.868  3.39 . x +0.021 0.006  0.49 . x +0.069 0.067  6.38 . x +0.033 0.015  2.71 .
HV+ :  30  37 : x +0.272 0.868  3.70 . x -0.022 0.006  0.53 . x -0.076 0.067  6.97 . x -0.036 0.015  2.97 .

FS- :  34  35 : x -0.246 0.854  3.43 . x +0.043 0.026  2.23 . x +0.049 0.033  3.26 . x -0.015 0.003  0.59 .
FS+ :  29  41 : x +0.290 0.854  4.05 . x -0.051 0.026  2.63 . x -0.057 0.033  3.84 . x +0.018 0.003  0.69 .
BR- :  35  32 : x -0.231 0.834  3.12 . x +0.071 0.078  6.14 .   -0.007 0.001  0.08 . x -0.066 0.068 _11.93 .
BR+ :  28  41 : x +0.291 0.834  3.92 . x -0.089 0.078  7.72 .   +0.009 0.001  0.10 . x +0.083 0.068 _15.01 .
PZ- :  34  32 : x -0.236 0.853  3.18 . x +0.067 0.069  5.46 .   -0.007 0.001  0.07 . x -0.061 0.057  9.97 .

PZ+ :  28  39 : x +0.286 0.852  3.85 . x -0.082 0.069  6.62 .   +0.009 0.001  0.09 . x +0.074 0.057 _12.09 .
AR- :  33  31 : x -0.246 0.910  3.28 .   +0.009 0.001  0.09 . x -0.050 0.038  3.29 . x +0.024 0.009  1.44 .
AR+ :  30  34 : x +0.267 0.910  3.57 .   -0.010 0.001  0.10 . x +0.054 0.038  3.58 . x -0.026 0.009  1.57 .
BD- :  33  30 : x -0.242 0.902  3.18 .   +0.009 0.001  0.09 . x -0.052 0.041  3.51 . x +0.030 0.014  2.30 .
BD+ :  30  33 : x +0.262 0.902  3.44 .   -0.009 0.001  0.10 . x +0.056 0.041  3.80 . x -0.033 0.014  2.50 .

HS- :  33  31 : x -0.246 0.917  3.30 .   +0.009 0.001  0.10 . x -0.049 0.036  3.16 . x +0.022 0.008  1.27 .
HS+ :  30  34 : x +0.269 0.917  3.61 .   -0.010 0.001  0.10 . x +0.054 0.036  3.46 . x -0.024 0.008  1.39 .
CA- :  33  28 : x -0.231 0.912  2.99 .   +0.003 0.000  0.01 . x -0.046 0.036  2.85 . x +0.022 0.009  1.32 .
CA+ :  29  33 : x +0.266 0.912  3.45 .   -0.003 0.000  0.01 . x +0.053 0.036  3.28 . x -0.026 0.009  1.53 .
HD- :  32  25 : x -0.222 0.907  2.68 .   +0.008 0.001  0.08 . x -0.049 0.044  3.18 . x +0.022 0.009  1.18 .

HD+ :  30  27 : x +0.239 0.907  2.88 .   -0.009 0.001  0.09 . x +0.053 0.044  3.43 . x -0.023 0.009  1.28 .
JM- :  32  27 : x -0.232 0.907  2.85 .   +0.009 0.001  0.10 . x -0.053 0.047  3.61 . x +0.022 0.008  1.15 .
JM+ :  31  28 : x +0.238 0.907  2.92 .   -0.010 0.001  0.10 . x +0.054 0.047  3.70 . x -0.022 0.008  1.17 .


-id-:--ma--in-:-- axe  5 -  0.9 % ---!-- axe  6 -  0.8 % ---!-- axe  7 -  0.7 % ---!
abrv              coord  cos2  cont      coord  cos2  cont      coord  cos2  cont

PT- :  31  25 :   -0.006 0.001  0.21 . x +0.021 0.008  2.61 . x +0.015 0.004  1.35 .
PT+ :  32  24 :   +0.006 0.001  0.21 . x -0.021 0.008  2.57 . x -0.014 0.004  1.33 .
SU- :  32  26 : x +0.012 0.002  0.74 . x -0.034 0.020  7.19 . x -0.016 0.005  1.69 .
SU+ :  30  28 : x -0.012 0.002  0.77 . x +0.036 0.020  7.55 . x +0.017 0.005  1.77 .

UG- :  32  27 : x +0.014 0.004  1.08 . x -0.043 0.031 11.05 . x -0.025 0.011  4.07 .
UG+ :  31  28 : x -0.015 0.004  1.13 . x +0.044 0.031 11.54 . x +0.026 0.011  4.25 .
AL- :  31  26 : x -0.016 0.005  1.38 . x +0.045 0.035 11.89 . x +0.024 0.010  3.71 .
AL+ :  31  25 : x +0.016 0.005  1.37 . x -0.044 0.035 11.79 . x -0.024 0.010  3.67 .
TK- :  33  34 : x -0.028 0.011  4.27 . x -0.011 0.002  0.79 . x -0.010 0.001  0.69 .

TK+ :  30  37 : x +0.031 0.011  4.69 . x +0.012 0.002  0.86 . x +0.011 0.001  0.75 .
BY- :  33  33 : x -0.009 0.001  0.47 . x +0.017 0.004  1.79 . x -0.014 0.003  1.27 .
BY+ :  30  36 : x +0.010 0.001  0.52 . x -0.019 0.004  1.96 . x +0.015 0.003  1.39 .
HV- :  33  34 :   -0.004 0.000  0.10 .   -0.002 0.000  0.04 .   -0.003 0.000  0.08 .
HV+ :  30  37 :   +0.005 0.000  0.11 .   +0.003 0.000  0.04 .   +0.004 0.000  0.08 .

FS- :  34  35 : x +0.062 0.055 22.02 . x -0.010 0.001  0.64 . x +0.043 0.026 12.67 .
FS+ :  29  41 : x -0.074 0.055 25.96 . x +0.012 0.001  0.76 . x -0.050 0.026 14.95 .
BR- :  35  32 : x -0.019 0.006  2.14 .   -0.002 0.000  0.03 .   -0.007 0.001  0.37 .
BR+ :  28  41 : x +0.024 0.006  2.69 .   +0.003 0.000  0.04 .   +0.009 0.001  0.46 .
PZ- :  34  32 : x -0.009 0.001  0.46 .   +0.000 0.000  0.00 . x -0.018 0.005  2.22 .

PZ+ :  28  39 : x +0.011 0.001  0.55 .   -0.000 0.000  0.00 . x +0.022 0.005  2.69 .
AR- :  33  31 : x +0.027 0.011  3.96 . x +0.027 0.011  4.61 . x -0.025 0.009  4.02 .
```

```
AR+ :  30  34 : x -0.029 0.011  4.30 . x -0.030 0.011  5.02 . x +0.027 0.009  4.37 .
BD- :  33  30 : x -0.013 0.003  0.91 .   -0.005 0.000  0.16 . x +0.022 0.007  3.12 .
BD+ :  30  33 : x +0.014 0.003  0.99 .   +0.005 0.000  0.17 . x -0.023 0.007  3.36 .

HS- :  33  31 : x +0.022 0.008  2.75 . x +0.028 0.012  4.75 . x -0.023 0.008  3.58 .
HS+ :  30  34 : x -0.025 0.008  3.01 . x -0.030 0.012  5.20 . x +0.025 0.008  3.92 .
CA- :  33  28 :   +0.006 0.001  0.20 .   +0.004 0.000  0.11 .   -0.006 0.001  0.25 .
CA+ :  29  33 :   -0.007 0.001  0.24 .   -0.005 0.000  0.13 .   +0.007 0.001  0.29 .
HD- :  32  25 : x -0.023 0.010  2.89 . x -0.016 0.005  1.61 . x +0.024 0.011  3.98 .

HD+ :  30  27 : x +0.025 0.010  3.12 . x +0.017 0.005  1.73 . x -0.026 0.011  4.28 .
JM- :  32  27 : x -0.025 0.011  3.34 . x -0.017 0.005  1.67 . x +0.027 0.012  4.63 .
JM+ :  31  28 : x +0.026 0.011  3.42 . x +0.017 0.005  1.70 . x -0.027 0.012  4.74 .
```

Tableau T.3.2.4.
coordonnées des colonnes sur les 7 premiers axes factoriels
de l'analyse quantitative dédoublée.

Comme dans la partie 1 : A PRIORI, nous donnons le tableau T.3.2.5. présentant l'interprétation que l'on peut faire des axes à la lumière du tableau des colonnes. Il donne la répartition de l'inertie sur les premiers axes (cf histogramme), ainsi que les catalogues contribuant le plus à la création de chacun de ces axes (nous avons arbitrairement désigné par catalogue très "positif" relativement à un axe factoriel, un catalogue i pour lequel Mi+ a une coordonnée très positive sur cet axe et Mi- une coordonnée très négative ; en fait, cela n'a que très peu d'importance. Les orientations des axes factoriels sont conventionnelles, les directions n'ayant pour rôle que de paramétrer l'espace ; elles résultent du processus de la diagonalisation de la matrice d'inertie, qui produit une base de vecteurs propres, chaque vecteur orienté dans un sens ou l'autre).

n°	contr axe %	inert expli quée	grandeur représentée par l'axe	catalogues liés à la création de l'axe	catalog. très négatifs	catalog. très positifs
1	86.2	86.2	magnitude moyenne	à peu près tous équivalents		
2	4.1	90.3	partie fraction-naire de la magnitude	anciens <-> Bradley Piazzi	Bradley Piazzi	Ptolémée Alphonsi. Ulug. B. Sufi
3	3.6	93.8	partie fraction-naire de la magnitude	contemporains <-> 15ième siècle	Tycho Bayer Hévelius	Argeland. BD, Heis C.Flamma. HD, UBV86
4	1.8	95.7	écart de magnitude	Bradley+Piazzi <-> autres		Bradley Piazzi
5	0.9	96.5	écart de magnitude	autres <-> Flamsteed	Flamsteed	Tycho?
6	0.8	97.3	écart de magnitude	Ulug Sufi <-> Alphonsines	Alphonsi.	Sufi Ulug. B.
7	0.7	98.0	écart de magnitude	comtemporains <-> Flamsteed	. Flamsteed	UBV . HD BD
		(...)				

Tableau T.3.2.5. :
interprétation des axes de l'analyse quantitative dédoublée

On constate que les significations des axes en termes de contribution des colonnes n'ont pas énormément varié par rapport à l'analyse de Flammarion, même si l'intégration des Tables Alphonsines se fait sentir. Il est même surprenant au premier abord que les catalogues contemporains ne modifient pas plus la répartition de l'information. Cela montre que les informations que fait ressortir l'AFC sont beaucoup importantes que les écarts entre ces catalogues contemporains. Et en fait, on aurait dû s'en douter : les effets des codages sont beaucoup plus grands que les écarts (moyens, et c'est cela qui peut nous sauver pour la suite) entre les mesures des catalogues continus. Cela confirme aussi, les faibles écarts des centres de gravités constatés en 3.1.

3.2.2.3 Des stries, encore des stries

Les figures T.3.2.1. et T.3.2.2. donnent l'allure des lieux de projection des points représentatifs des lignes dans les plans (1,2) et (1,3) respectivement. Contrairement aux graphiques de la partie 1, qui donnent explicitement les noms des étoiles projetées, nous utilisons ici une vision plus synthétique, où seul le lieu de la projection est mentionné. (en fait, pour des raisons informatiques, seules 499 étoiles -au hasard- sont projetées parmi les 707 du tableau).

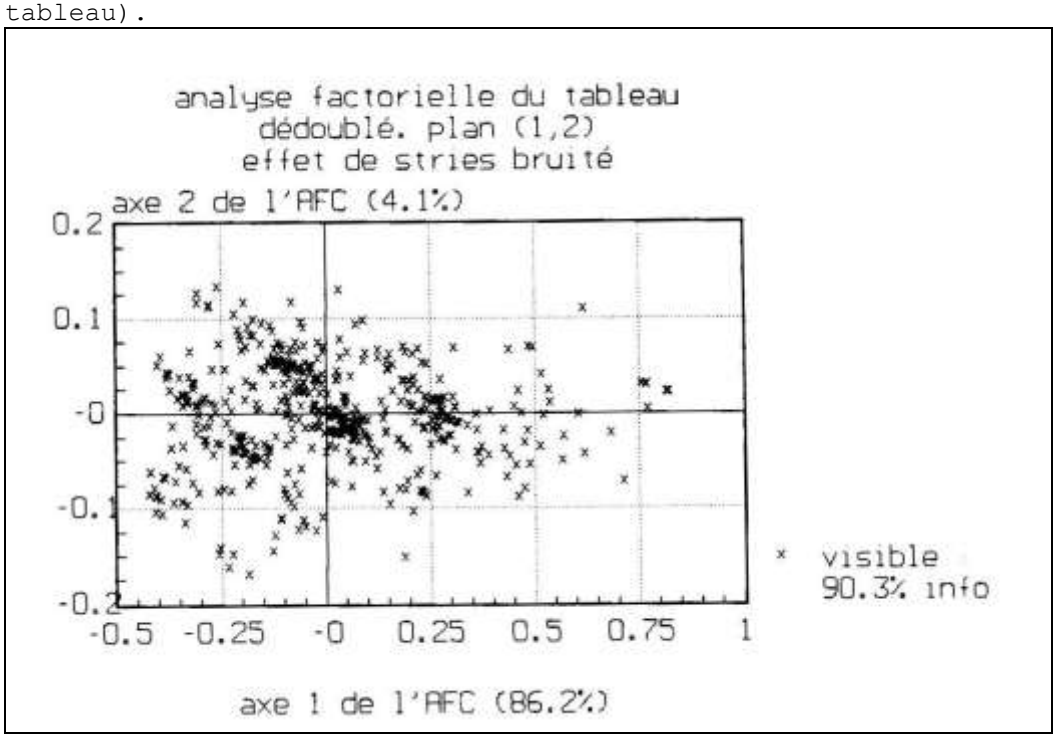


Figure F.3.2.1.
graphique des lieux des points des étoiles dans le plan (1,2)

Les stries représentatives de la partie fractionnaire que nous avions déjà rencontrées dans la partie 1 apparaissent, mais sensiblement plus bruitées (en trois dimensions, cela pourrait même ressembler à un arbre de Noël). Il est à noter que cette représentation est plus pratique pour visualiser la densité des lieux de projection. En effet, les diagrammes classiques qui mentionnent les noms abrégés des astres ne permettent pas de voir les chevauchements. C'est en effet le seul moyen de lire clairement les identificateurs des points. Dans le cas de notre logiciel T977.PAS, (voir annexe A1) les graphes sont accompagnés de listes des points cachés.

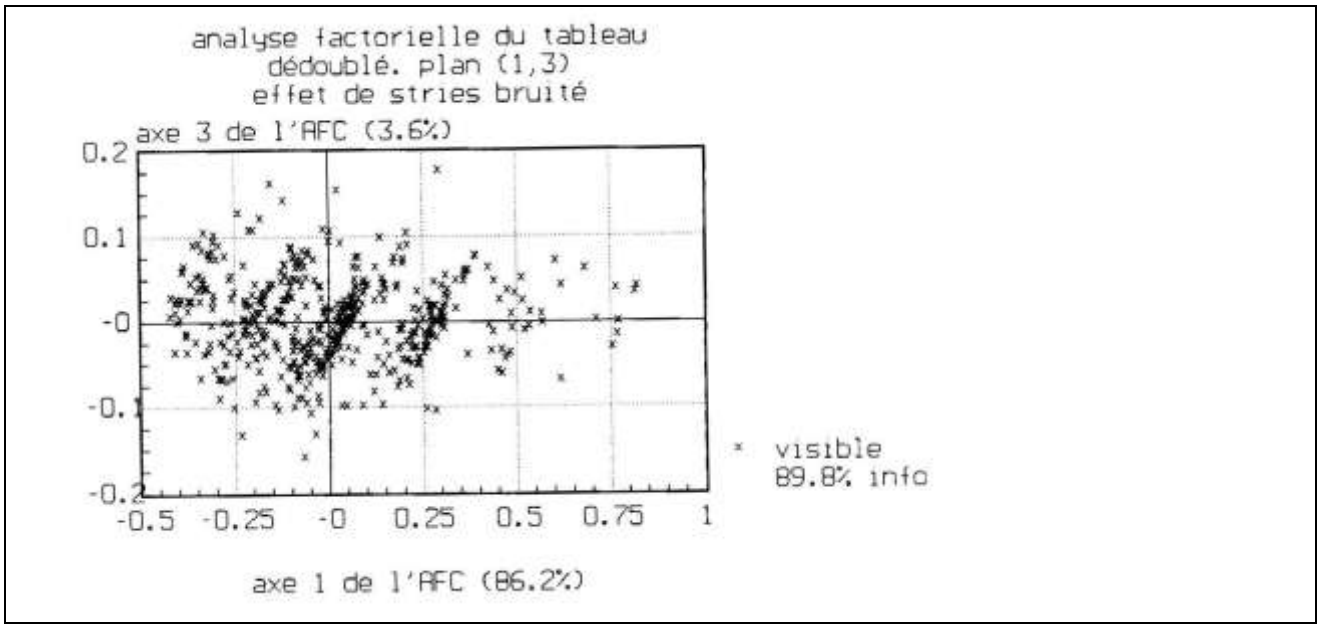


Figure F.3.2.2.
graphique des lieux des points des étoiles dans le plan (1,3)

Afin que la comparaison puisse être faite avec l'analyse du tableau de Flammarion, sur les mêmes types de diagrammes, nous donnons, en annexe A2.AFCDD, les graphes plus classiques de ces mêmes plans.

On peut émettre deux hypothèses sur l'origine de ce bruitage des stries :

- d'une part, certains de nos catalogues sont un peu moins strictement codés en partie entière que dans le tableau de Flammarion. C'est le cas de celui Tycho Brahé, par exemple, pour lequel nous avons introduit les valeurs non entières du Progymnasmata[130].

- d'autre part, nous avons introduit davantage de catalogues modernes, et donc plus d'inertie pour des données non entières ; cette deuxième remarque ne pourrait pas avoir de sens pour le deuxième axe, pour lequel les contributions des catalogues contemporains sont quasi-nulles, comme on le voit sur le tableau T.3.2.1.

Nous donnerons par la suite, axe par axe, les informations sur les étoiles extrêmes, afin de visualiser le type de courbe de lumière associée.

3.2.2.4.
Les lignes supplémentaires

Regardons pour l'instant, car c'est le point crucial dans l'analyse des causes des écarts, le comportement des lignes supplémentaires. Le tableau T.3.2.6. donne les valeurs des leurs coordonnées factorielles.

```
-id-:-- axe  1 - _86.2 % ---!-- axe  2 -  4.1 % ---!-- axe  3 -  3.6 % ---!-- axe  4 -  1.8 % ---!
abrv    coord  cos2           coord  cos2           coord  cos2           coord  cos2

SU* :   -0.000 0.000 --.-- . x -0.000 0.024 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x -0.000 0.043 --.-- .

SPA : x +0.005 0.163 --.-- . x +0.008 0.433 --.-- . x -0.005 0.207 --.-- . x +0.001 0.010 --.-- .
SPB : x +0.029 0.977 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .   -0.001 0.002 --.-- . x -0.003 0.009 --.-- .
SPF : x -0.035 0.971 --.-- .   +0.002 0.004 --.-- . x -0.003 0.008 --.-- .   +0.002 0.002 --.-- .
SPG : x -0.017 0.645 --.-- . x -0.011 0.240 --.-- . x +0.005 0.050 --.-- .   +0.001 0.002 --.-- .
SPK : x -0.007 0.442 --.-- .   -0.001 0.004 --.-- . x +0.004 0.152 --.-- . x -0.001 0.018 --.-- .
SPM : x +0.010 0.266 --.-- . x -0.010 0.236 --.-- . x +0.008 0.149 --.-- . x +0.004 0.048 --.-- .
```

[130] op. cit. de Tycho Brahé.

```
DK0 : x +0.005 0.540 --.-- .   +0.000 0.001 --.-- . x -0.003 0.196 --.-- . x +0.001 0.009 --.-- .
DK1 : x -0.052 0.956 --.-- . x -0.005 0.007 --.-- .   -0.003 0.003 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
DK2 : x +0.018 0.272 --.-- . x +0.003 0.007 --.-- . x +0.026 0.547 --.-- . x -0.007 0.039 --.-- .
DK3 : x +0.155 0.963 --.-- .   +0.005 0.001 --.-- .   -0.002 0.000 --.-- .   -0.004 0.001 --.-- .


CL  : x -0.123 0.995 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   -0.004 0.001 --.-- .
CL2 : x +0.071 0.851 --.-- .   -0.004 0.003 --.-- . x +0.025 0.110 --.-- . x -0.011 0.020 --.-- .
CL3 : x -0.011 0.804 --.-- . x +0.003 0.079 --.-- . x +0.001 0.012 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
CL4 : x +0.020 0.861 --.-- . x +0.004 0.032 --.-- . x -0.006 0.068 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
CL5 : x -0.029 0.936 --.-- .   +0.002 0.004 --.-- . x -0.005 0.025 --.-- . x +0.003 0.012 --.-- .
CLa : x +0.136 0.965 --.-- . x -0.021 0.023 --.-- . x +0.014 0.011 --.-- .   -0.003 0.000 --.-- .
CLb : x +0.117 0.984 --.-- . x -0.012 0.010 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   -0.004 0.001 --.-- .


LG0 : x +0.033 0.568 --.-- . x -0.023 0.277 --.-- . x +0.006 0.021 --.-- . x -0.008 0.035 --.-- .
LG1 : x +0.040 0.776 --.-- .   -0.002 0.002 --.-- .   -0.002 0.002 --.-- . x -0.015 0.115 --.-- .
LG2 : x +0.039 0.746 --.-- . x +0.007 0.024 --.-- . x +0.019 0.178 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
LG3 : x -0.012 0.532 --.-- . x +0.008 0.256 --.-- . x -0.002 0.009 --.-- . x -0.004 0.055 --.-- .
LG4 : x -0.010 0.732 --.-- . x +0.002 0.038 --.-- . x -0.003 0.062 --.-- . x +0.003 0.051 --.-- .


PX  : x -0.022 0.998 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
PX1 : x +0.133 0.998 --.-- .   -0.002 0.000 --.-- .   -0.003 0.000 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .
PX2 : x +0.204 0.993 --.-- .   -0.011 0.003 --.-- .   +0.003 0.000 --.-- .   +0.004 0.000 --.-- .


RV  : x -0.001 0.708 --.-- . x +0.000 0.035 --.-- . x -0.000 0.026 --.-- . x +0.000 0.063 --.-- .
RV1 : x +0.057 0.899 --.-- . x -0.009 0.023 --.-- . x +0.009 0.022 --.-- . x -0.008 0.019 --.-- .


BV0 : x +0.206 0.990 --.-- .   -0.012 0.003 --.-- .   +0.009 0.002 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
BV1 : x +0.009 0.352 --.-- . x +0.009 0.369 --.-- . x -0.005 0.095 --.-- . x -0.002 0.028 --.-- .
BV2 : x +0.004 0.205 --.-- . x +0.004 0.223 --.-- . x -0.003 0.154 --.-- . x +0.002 0.031 --.-- .
BV3 : x -0.033 0.958 --.-- . x -0.003 0.010 --.-- . x -0.004 0.015 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
BV4 : x -0.032 0.928 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x -0.006 0.033 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .
BV5 : x -0.061 0.948 --.-- .   -0.004 0.005 --.-- . x +0.006 0.008 --.-- . x +0.005 0.006 --.-- .
BV6 : x +0.021 0.802 --.-- . x -0.004 0.027 --.-- . x +0.004 0.025 --.-- . x -0.004 0.029 --.-- .
BV7 : x -0.010 0.219 --.-- . x -0.016 0.552 --.-- . x +0.006 0.073 --.-- . x -0.006 0.074 --.-- .
BV8 : x -0.057 0.912 --.-- . x +0.005 0.007 --.-- . x +0.008 0.017 --.-- . x +0.005 0.007 --.-- .
BV9 : x +0.018 0.699 --.-- . x +0.002 0.008 --.-- . x +0.003 0.016 --.-- . x +0.008 0.125 --.-- .
BV* : x -0.020 0.466 --.-- . x -0.007 0.054 --.-- . x +0.010 0.125 --.-- . x +0.007 0.061 --.-- .


UB1 : x +0.116 0.985 --.-- .   -0.005 0.002 --.-- .   +0.005 0.002 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
UB2 : x -0.035 0.952 --.-- .   +0.002 0.003 --.-- . x -0.004 0.011 --.-- . x -0.003 0.009 --.-- .
UB3 : x +0.017 0.433 --.-- . x +0.012 0.221 --.-- . x -0.011 0.198 --.-- . x -0.002 0.005 --.-- .
UB4 : x -0.031 0.965 --.-- . x +0.002 0.006 --.-- . x -0.003 0.009 --.-- . x +0.003 0.007 --.-- .
UB5 : x +0.031 0.803 --.-- . x -0.007 0.036 --.-- . x +0.007 0.043 --.-- . x -0.009 0.071 --.-- .
UB6 : x +0.024 0.686 --.-- . x -0.014 0.225 --.-- . x +0.005 0.036 --.-- . x -0.004 0.019 --.-- .
UB7 : x -0.020 0.629 --.-- . x -0.006 0.053 --.-- . x +0.008 0.090 --.-- . x -0.004 0.026 --.-- .
UB8 : x -0.010 0.270 --.-- . x +0.010 0.272 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.003 0.024 --.-- .
UB9 : x +0.013 0.495 --.-- .   -0.001 0.002 --.-- . x +0.005 0.088 --.-- . x +0.008 0.212 --.-- .


RI0 : x +0.202 0.993 --.-- .   -0.007 0.001 --.-- .   +0.006 0.001 --.-- .   -0.004 0.000 --.-- .
RI1 : x -0.045 0.956 --.-- . x +0.007 0.021 --.-- . x -0.005 0.014 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
RI2 : x +0.022 0.967 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   +0.002 0.005 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
RI3 : x +0.019 0.673 --.-- . x -0.011 0.207 --.-- . x +0.005 0.043 --.-- . x -0.005 0.054 --.-- .
RI4 : x +0.025 0.823 --.-- . x -0.003 0.015 --.-- . x +0.006 0.050 --.-- . x +0.003 0.010 --.-- .
RI5 : x +0.011 0.446 --.-- . x +0.003 0.034 --.-- . x +0.007 0.179 --.-- . x +0.004 0.058 --.-- .
RI6 : x +0.018 0.462 --.-- . x -0.013 0.222 --.-- . x +0.004 0.019 --.-- . x +0.006 0.054 --.-- .


SI  : x -0.001 0.485 --.-- . x -0.001 0.099 --.-- . x +0.001 0.099 --.-- . x +0.000 0.033 --.-- .
SIF : x -0.016 0.331 --.-- . x +0.008 0.088 --.-- . x +0.007 0.073 --.-- . x -0.016 0.336 --.-- .
SIe : x +0.148 0.989 --.-- .   +0.003 0.000 --.-- .   +0.010 0.004 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
SIm : x -0.077 0.938 --.-- . x -0.007 0.008 --.-- . x -0.016 0.039 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
SIp : x -0.034 0.640 --.-- . x +0.018 0.167 --.-- . x -0.011 0.066 --.-- . x -0.008 0.038 --.-- .
SIs : x -0.124 0.966 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   -0.008 0.004 --.-- . x +0.014 0.013 --.-- .
SIv : x +0.017 0.249 --.-- . x -0.022 0.417 --.-- .   +0.002 0.003 --.-- . x +0.006 0.031 --.-- .


IP0 : x +0.017 0.979 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x -0.001 0.007 --.-- . x -0.001 0.005 --.-- .
IP1 :   -0.002 0.066 --.-- . x -0.006 0.483 --.-- . x -0.002 0.059 --.-- . x +0.003 0.093 --.-- .
IP2 : x -0.160 0.969 --.-- .   +0.010 0.004 --.-- . x +0.021 0.017 --.-- . x +0.013 0.006 --.-- .
IP3 : x -0.097 0.973 --.-- . x +0.012 0.014 --.-- .   +0.006 0.003 --.-- .   -0.005 0.002 --.-- .
IP5 : x +0.048 0.952 --.-- . x -0.006 0.016 --.-- .   -0.003 0.003 --.-- . x +0.003 0.004 --.-- .


IS0 : x +0.019 0.983 --.-- .   -0.001 0.005 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x -0.002 0.007 --.-- .
IS1 : x -0.151 0.976 --.-- . x +0.014 0.008 --.-- .   +0.011 0.005 --.-- . x +0.013 0.008 --.-- .
IS2 :   +0.005 0.074 --.-- . x +0.003 0.021 --.-- . x -0.011 0.425 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
IS5 : x -0.043 0.776 --.-- . x -0.013 0.075 --.-- . x -0.014 0.077 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IS9 : x -0.302 0.985 --.-- . x -0.026 0.007 --.-- .   +0.012 0.001 --.-- .   +0.007 0.001 --.-- .


IU0 : x +0.002 0.280 --.-- . x -0.001 0.026 --.-- . x +0.002 0.301 --.-- . x -0.002 0.157 --.-- .
IU1 : x -0.065 0.938 --.-- .   +0.002 0.001 --.-- .   -0.003 0.002 --.-- . x +0.007 0.011 --.-- .
IU2 : x +0.019 0.815 --.-- . x +0.005 0.049 --.-- . x -0.006 0.077 --.-- . x +0.001 0.004 --.-- .
IU5 : x +0.061 0.800 --.-- . x -0.022 0.108 --.-- . x -0.007 0.011 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
IU9 : x -0.168 0.961 --.-- .   -0.008 0.002 --.-- . x +0.016 0.009 --.-- . x +0.026 0.022 --.-- .


IT0 : x +0.032 0.977 --.-- . x +0.003 0.012 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
IT1 : x -0.075 0.979 --.-- . x -0.007 0.009 --.-- . x -0.006 0.006 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IT2 : x -0.091 0.885 --.-- . x +0.014 0.020 --.-- . x -0.015 0.025 --.-- .   -0.003 0.001 --.-- .
IT3 : x +0.031 0.950 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- . x +0.005 0.029 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
IT4 :   +0.004 0.060 --.-- . x -0.009 0.262 --.-- . x +0.004 0.051 --.-- . x -0.002 0.011 --.-- .
```

```
IH0 : x +0.011 0.936 --.-- . x -0.002 0.032 --.-- .   -0.001 0.003 --.-- .   -0.000 0.001 --.-- .
IH1 : x -0.065 0.966 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   +0.003 0.002 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .
IH2 : x -0.044 0.737 --.-- . x +0.021 0.176 --.-- .   +0.003 0.004 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
IH5 : x +0.109 0.911 --.-- . x +0.011 0.010 --.-- . x +0.027 0.056 --.-- .   -0.005 0.002 --.-- .
IH9 : x -0.163 0.897 --.-- . x +0.038 0.049 --.-- . x -0.025 0.022 --.-- . x +0.019 0.012 --.-- .


IB0 : x +0.063 0.995 --.-- .   -0.002 0.001 --.-- .   -0.003 0.002 --.-- .   -0.002 0.001 --.-- .
IB1 : x -0.065 0.891 --.-- . x +0.019 0.078 --.-- .   -0.004 0.003 --.-- . x -0.009 0.016 --.-- .
IB9 : x -0.208 0.993 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .   +0.011 0.003 --.-- . x +0.011 0.003 --.-- .


IF0 : x +0.001 0.230 --.-- . x -0.001 0.241 --.-- . x +0.000 0.012 --.-- . x -0.000 0.007 --.-- .
IF1 : x -0.018 0.324 --.-- . x +0.014 0.195 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- . x -0.002 0.006 --.-- .
IF9 :   -0.016 0.042 --.-- . x +0.052 0.444 --.-- . x +0.012 0.024 --.-- . x +0.013 0.027 --.-- .


IE0 : x +0.027 0.980 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- . x -0.003 0.015 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IE1 : x -0.083 0.980 --.-- .   +0.003 0.001 --.-- . x +0.008 0.008 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .
IE3 : x -0.030 0.904 --.-- . x -0.004 0.017 --.-- . x +0.008 0.059 --.-- . x -0.002 0.006 --.-- .
IE9 : x -0.144 0.740 --.-- . x +0.069 0.170 --.-- . x -0.042 0.064 --.-- . x +0.016 0.010 --.-- .


ID0 : x -0.009 0.977 --.-- .   -0.000 0.001 --.-- . x -0.001 0.005 --.-- . x +0.000 0.003 --.-- .
ID1 : x +0.160 0.977 --.-- . x +0.018 0.012 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x -0.011 0.004 --.-- .
ID2 : x +0.062 0.949 --.-- . x -0.007 0.010 --.-- .   +0.004 0.005 --.-- . x -0.006 0.008 --.-- .
ID4 : x +0.108 0.899 --.-- . x +0.025 0.048 --.-- . x +0.013 0.012 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .


RT0 : x +0.028 0.960 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.004 0.018 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .
RT1 : x -0.012 0.884 --.-- . x -0.002 0.036 --.-- . x -0.001 0.009 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
RT2 : x +0.053 0.605 --.-- . x -0.016 0.056 --.-- . x -0.027 0.165 --.-- .   +0.002 0.001 --.-- .
RT9 : x -0.093 0.975 --.-- . x +0.011 0.013 --.-- .   -0.005 0.003 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .


RH0 : x +0.011 0.961 --.-- . x -0.001 0.008 --.-- .   -0.000 0.001 --.-- . x +0.001 0.005 --.-- .
RH1 : x -0.030 0.870 --.-- . x -0.005 0.025 --.-- . x +0.004 0.015 --.-- . x -0.006 0.039 --.-- .
RH9 : x -0.090 0.926 --.-- . x +0.021 0.049 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .


VA0 : x +0.018 0.915 --.-- . x +0.002 0.010 --.-- . x -0.004 0.048 --.-- . x -0.002 0.015 --.-- .
VA1 : x -0.062 0.775 --.-- . x -0.018 0.063 --.-- . x -0.012 0.031 --.-- .   +0.002 0.001 --.-- .
VA2 : x -0.018 0.893 --.-- . x -0.002 0.007 --.-- . x +0.005 0.070 --.-- . x +0.002 0.014 --.-- .

-id-:-- axe  5 -  0.9 % ---!-- axe  6 -  0.8 % ---!-- axe  7 -  0.7 % ---!
abrv    coord  cos2           coord  cos2           coord  cos2           coord  cos2

SU* : x +0.000 0.006 --.-- . x -0.000 0.112 --.-- . x +0.000 0.011 --.-- .

SPA : x -0.001 0.003 --.-- . x -0.003 0.047 --.-- . x +0.002 0.041 --.-- .
SPB :   -0.001 0.001 --.-- . x +0.001 0.002 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
SPF : x -0.002 0.004 --.-- . x +0.002 0.004 --.-- . x +0.002 0.002 --.-- .
SPG : x -0.002 0.006 --.-- . x -0.003 0.019 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
SPK : x +0.003 0.061 --.-- . x +0.001 0.008 --.-- . x -0.004 0.152 --.-- .
SPM : x +0.006 0.076 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- . x -0.002 0.008 --.-- .


DK0 :   -0.000 0.000 --.-- . x -0.001 0.042 --.-- . x +0.002 0.075 --.-- .
DK1 :   -0.000 0.000 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- . x -0.005 0.009 --.-- .
DK2 :   +0.000 0.000 --.-- . x +0.005 0.025 --.-- . x -0.005 0.023 --.-- .
DK3 : x +0.019 0.015 --.-- . x +0.012 0.006 --.-- . x -0.009 0.003 --.-- .


CL  :   +0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x +0.004 0.001 --.-- .
CL2 : x +0.006 0.007 --.-- . x -0.003 0.001 --.-- .   +0.002 0.001 --.-- .
CL3 : x +0.001 0.012 --.-- . x +0.001 0.013 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .
CL4 :   -0.000 0.000 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.003 0.017 --.-- .
CL5 : x -0.003 0.009 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
CLa :   +0.001 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   -0.002 0.000 --.-- .
CLb :   +0.002 0.000 --.-- . x -0.004 0.001 --.-- . x -0.005 0.002 --.-- .


LG0 : x +0.007 0.022 --.-- . x +0.003 0.005 --.-- . x -0.006 0.019 --.-- .
LG1 : x +0.010 0.051 --.-- . x 0.003 0.004 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .
LG2 : x +0.008 0.031 --.-- . x +0.002 0.002 --.-- . x -0.004 0.010 --.-- .
LG3 : x +0.002 0.015 --.-- . x +0.002 0.018 --.-- . x -0.004 0.058 --.-- .
LG4 : x -0.002 0.038 --.-- . x -0.001 0.009 --.-- . x +0.002 0.034 --.-- .


PX  :   +0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
PX1 :   +0.000 0.000 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
PX2 :   +0.002 0.000 --.-- . x +0.007 0.001 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .


RV  : x -0.000 0.002 --.-- . x +0.000 0.008 --.-- . x -0.000 0.063 --.-- .
RV1 :   -0.000 0.000 --.-- . x -0.007 0.013 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .


BV0 :   +0.006 0.001 --.-- . x +0.007 0.001 --.-- . x -0.009 0.002 --.-- .
BV1 : x -0.004 0.057 --.-- . x +0.001 0.005 --.-- . x +0.003 0.032 --.-- .
BV2 : x -0.000 0.003 --.-- . x -0.002 0.065 --.-- . x +0.002 0.039 --.-- .
BV3 : x +0.001 0.001 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .
BV4 : x -0.004 0.016 --.-- . x +0.003 0.006 --.-- . x +0.002 0.004 --.-- .
BV5 :   +0.002 0.001 --.-- . x -0.006 0.011 --.-- .   -0.002 0.001 --.-- .
BV6 : x -0.001 0.001 --.-- . x -0.003 0.019 --.-- . x +0.004 0.027 --.-- .
BV7 : x -0.001 0.002 --.-- . x +0.002 0.009 --.-- . x -0.004 0.034 --.-- .
BV8 : x +0.009 0.023 --.-- . x +0.004 0.004 --.-- . x -0.004 0.006 --.-- .
BV9 : x +0.004 0.034 --.-- . x -0.001 0.001 --.-- . x -0.006 0.072 --.-- .
BV* : x +0.010 0.124 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .

UB1 : x +0.006 0.003 --.-- . x +0.005 0.002 --.-- . x -0.009 0.006 --.-- .
UB2 :   -0.000 0.000 --.-- . x -0.002 0.003 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
UB3 : x -0.006 0.050 --.-- . x +0.002 0.004 --.-- . x +0.006 0.064 --.-- .
```

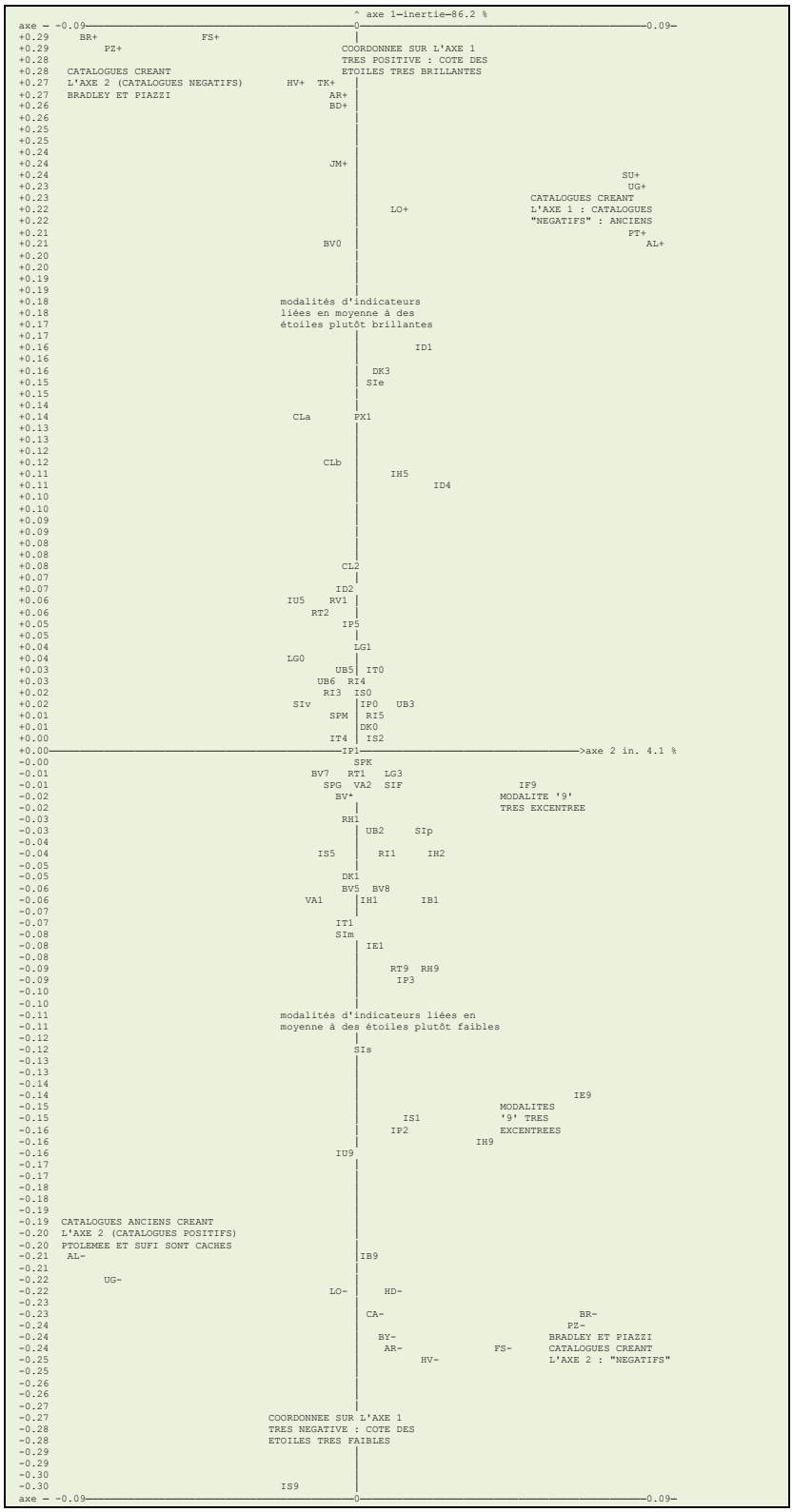
```
UB4 : x -0.002 0.003 --.-- . x -0.001 0.001 --.-- . x +0.001 0.002 --.-- .
UB5 : x +0.003 0.007 --.-- . x -0.002 0.003 --.-- . x +0.005 0.017 --.-- .
UB6 :   -0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   +0.001 0.001 --.-- .
UB7 : x -0.003 0.018 --.-- . x +0.002 0.007 --.-- . x -0.008 0.102 --.-- .
UB8 : x +0.008 0.204 --.-- . x +0.003 0.020 --.-- . x -0.002 0.008 --.-- .
UB9 : x +0.005 0.085 --.-- . x -0.001 0.001 --.-- . x -0.004 0.037 --.-- .


RI0 :   +0.004 0.000 --.-- .   +0.006 0.001 --.-- . x -0.010 0.003 --.-- .
RI1 : x -0.002 0.002 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- . x +0.002 0.003 --.-- .
RI2 : x +0.001 0.002 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .
RI3 : x -0.001 0.003 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.001 0.001 --.-- .
RI4 : x +0.005 0.028 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x -0.005 0.039 --.-- .
RI5 :   +0.000 0.001 --.-- . x +0.002 0.018 --.-- . x -0.001 0.005 --.-- .
RI6 : x +0.008 0.096 --.-- . x +0.003 0.015 --.-- . x -0.002 0.008 --.-- .


SI  : x -0.001 0.065 --.-- . x -0.001 0.097 --.-- . x -0.000 0.002 --.-- .
SIF :   -0.000 0.000 --.-- . x -0.005 0.036 --.-- . x -0.005 0.028 --.-- .
SIe :   +0.002 0.000 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- . x -0.006 0.001 --.-- .
SIm : x +0.005 0.004 --.-- . x -0.004 0.002 --.-- .   -0.002 0.001 --.-- .
SIp : x +0.004 0.007 --.-- . x +0.004 0.008 --.-- . x +0.008 0.031 --.-- .
SIs : x -0.006 0.002 --.-- . x +0.009 0.005 --.-- . x +0.008 0.004 --.-- .
SIv : x +0.015 0.192 --.-- . x +0.008 0.059 --.-- . x -0.004 0.013 --.-- .


IP0 : x -0.001 0.003 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
IP1 : x +0.002 0.082 --.-- . x +0.001 0.005 --.-- . x -0.001 0.023 --.-- .
IP2 :   +0.002 0.000 --.-- .   +0.003 0.000 --.-- . x -0.007 0.002 --.-- .
IP3 : x -0.003 0.001 --.-- . x +0.003 0.001 --.-- . x +0.005 0.002 --.-- .
IP5 : x +0.003 0.004 --.-- . x -0.003 0.004 --.-- . x +0.003 0.005 --.-- .


IS0 :   +0.000 0.000 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .
IS1 :   -0.004 0.001 --.-- .   +0.004 0.001 --.-- .   +0.003 0.001 --.-- .
IS2 : x +0.006 0.124 --.-- . x -0.003 0.037 --.-- . x +0.005 0.099 --.-- .
IS5 : x -0.009 0.036 --.-- . x -0.005 0.009 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .
IS9 : x -0.015 0.002 --.-- .   +0.003 0.000 --.-- .   +0.008 0.001 --.-- .


IU0 : x +0.001 0.034 --.-- . x +0.001 0.115 --.-- . x +0.001 0.014 --.-- .
IU1 : x -0.006 0.007 --.-- . x -0.003 0.002 --.-- . x +0.008 0.013 --.-- .
IU2 : x -0.002 0.012 --.-- . x -0.003 0.014 --.-- . x -0.003 0.025 --.-- .
IU5 : x +0.008 0.014 --.-- . x -0.005 0.005 --.-- . x -0.009 0.017 --.-- .
IU9 : x -0.006 0.001 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   +0.003 0.000 --.-- .


IT0 : x -0.002 0.005 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- . x +0.001 0.002 --.-- .
IT1 : x +0.004 0.002 --.-- .   +0.001 0.000 --.-- . x -0.004 0.003 --.-- .
IT2 : x +0.013 0.017 --.-- . x +0.018 0.034 --.-- . x +0.004 0.001 --.-- .
IT3 :   +0.001 0.000 --.-- . x -0.003 0.010 --.-- . x +0.002 0.004 --.-- .
IT4 : x -0.009 0.300 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- . x -0.003 0.033 --.-- .


IH0 : x -0.001 0.014 --.-- . x -0.001 0.003 --.-- . x +0.000 0.001 --.-- .
IH1 : x +0.009 0.018 --.-- . x +0.006 0.008 --.-- . x -0.003 0.003 --.-- .
IH2 : x -0.007 0.017 --.-- . x -0.009 0.030 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IH5 : x +0.006 0.003 --.-- . x +0.005 0.002 --.-- . x +0.006 0.003 --.-- .
IH9 :   +0.001 0.000 --.-- . x +0.008 0.002 --.-- .   +0.004 0.001 --.-- .


IB0 :   -0.000 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IB1 :   +0.001 0.000 --.-- . x -0.003 0.002 --.-- . x +0.004 0.003 --.-- .
IB9 :   +0.002 0.000 --.-- .   +0.005 0.001 --.-- .   -0.003 0.000 --.-- .


IF0 : x -0.001 0.189 --.-- . x +0.001 0.046 --.-- . x -0.001 0.210 --.-- .
IF1 : x +0.012 0.132 --.-- . x -0.010 0.095 --.-- . x +0.014 0.191 --.-- .
IF9 : x -0.014 0.032 --.-- . x +0.030 0.144 --.-- . x -0.019 0.057 --.-- .


IE0 :   +0.000 0.000 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .   +0.000 0.000 --.-- .
IE1 :   +0.001 0.000 --.-- . x +0.004 0.002 --.-- . x -0.003 0.001 --.-- .
IE3 :   -0.001 0.001 --.-- . x +0.001 0.002 --.-- . x +0.003 0.007 --.-- .
IE9 :   -0.001 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .   -0.001 0.000 --.-- .


ID0 : x +0.001 0.005 --.-- .   +0.000 0.001 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
ID1 : x -0.009 0.003 --.-- . x -0.005 0.001 --.-- .   +0.002 0.000 --.-- .
ID2 : x -0.008 0.016 --.-- .   +0.002 0.001 --.-- . x -0.003 0.002 --.-- .
ID4 : x -0.007 0.004 --.-- . x -0.014 0.015 --.-- . x +0.012 0.012 --.-- .


RT0 : x -0.003 0.008 --.-- . x -0.003 0.011 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
RT1 : x +0.002 0.020 --.-- . x +0.001 0.004 --.-- . x -0.001 0.005 --.-- .
RT2 : x +0.017 0.062 --.-- . x +0.017 0.063 --.-- . x +0.005 0.006 --.-- .
RT9 :   +0.001 0.000 --.-- . x +0.004 0.002 --.-- . x +0.004 0.002 --.-- .


RH0 : x -0.001 0.004 --.-- . x -0.001 0.012 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .
RH1 : x +0.004 0.019 --.-- . x +0.003 0.009 --.-- .   -0.001 0.001 --.-- .
RH9 : x +0.007 0.006 --.-- . x +0.009 0.010 --.-- .   -0.000 0.000 --.-- .


VA0 :   -0.001 0.001 --.-- . x +0.001 0.004 --.-- .   +0.000 0.001 --.-- .
VA1 : x +0.016 0.050 --.-- . x -0.006 0.007 --.-- . x -0.006 0.008 --.-- .
VA2 :   +0.001 0.001 --.-- . x -0.001 0.005 --.-- . x -0.001 0.002 --.-- .
```

Tableau T.3.2.6.
coordonnées factorielles des éléments supplémentaires

3.2.3.
Les graphiques des plans factoriels

3.2.3.1.Le graphique du plan (1,2)

Afin de mieux interpréter ces tableaux de coordonnées, les graphiques que nous présentons ici ne montrent que les colonnes et les lignes supplémentaires.



```
information sur le graphique : graphique pour les axes 2 et    1
inerties expliquées :   4.09 % 86.19 %

maximum horizontal :  0.093  minimum horizontal : -0.093
maximum vertical :  0.291 minimum vertical : -0.302
unités verticales :   0.593 - unités horizontales :  0.186

échelle :  0.002 _ lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2

liste des 54 points cachés
 vu :  TK+>HS+,  vu :  AR+>BY+,  vu :  AR+>CA+,
 vu :  JM+>HD+,  vu :  BV0>PX2,  vu :  BV0>RI0,  vu :  CLb>UB1,
 vu :  ID2>IB0,  vu :  LG1>LG2,  vu :  UB5>SPB,  vu :  UB5>IT3,
 vu :  RI4>IE0,  vu :  RI4>RT0,  vu :  RI3>BV6,  vu :  IS0>RI2,
 vu :  IS0>CL4,  vu :  IS0>IU2,  vu :  SIv>RI6,  vu :  IP0>VA0,
 vu :  IP0>BV9,  vu :  IP0>DK2,  vu :  SPM>IH0,  vu :  SPM>RH0,
 vu :  SPM>UB9,  vu :  DK0>SPA,  vu :  DK0>BV1,  vu :  IT4>IF0,
 vu :  IT4>IU0,  vu :  IS2>BV2,  vu :  IP1>SI ,  vu :  IP1>SU*,
 vu :  IP1>RV ,  vu :  SPK>ID0,  vu :  RT1>LG4,  vu :  RT1>CL3,
 vu :  LG3>UB8,  vu :  SIF>IF1,  vu :  BV*>UB7,  vu :  BV*>PX ,
 vu :  RH1>IE3,  vu :  RH1>BV3,  vu :  RH1>BV4,  vu :  RH1>CL5,
 vu :  RH1>UB4,  vu :  UB2>SPF,  vu :  IH1>IU1,  vu :  RT9>IT2,
 vu :  SIs>CL ,  vu :  AL->PT-,  vu :  UG->SU-,  vu :  CA->JM-,
 vu :  BY->BD-,  vu :  AR->HS-,  vu :  AR->TK-,
```

Figure F.3.2.3. : graphique du plan (1,2)

Sur ce plan (1,2), on vérifie bien la position des catalogues créant l'axe 2, confirmant l'analyse que nous avons faite ci-dessus. On remarque la répartition de la plupart des éléments supplémentaires le long de l'axe 1. Rappelons que point 'IN.Mi' est projeté là où se projette le centre de gravité des familles d'étoiles vérifiant la modalité 'Mi' pour l'indicateur 'IN'.

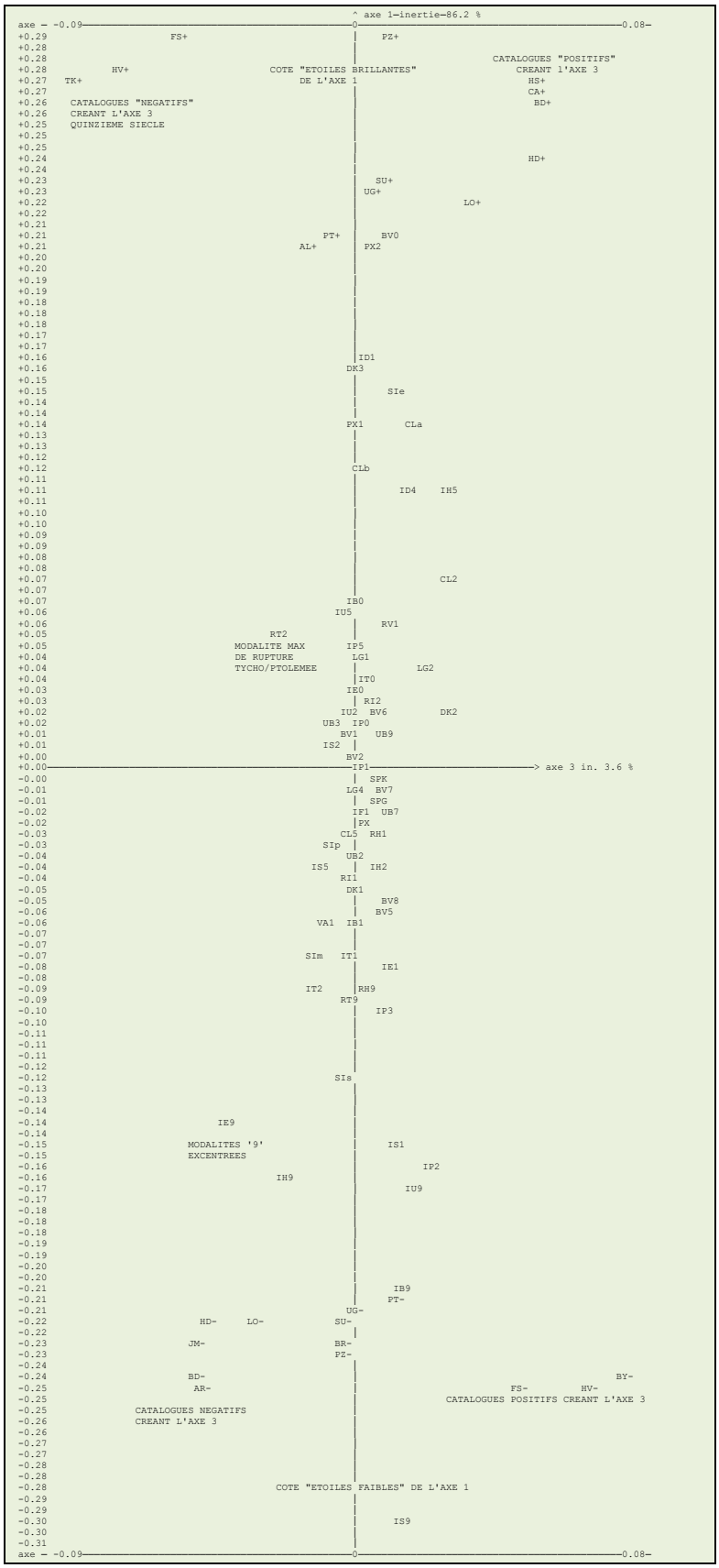
Comme pour les étoiles elles-mêmes, plus ces points représentatifs des centres de gravité des modalités sont hauts sur l'axe 1, plus ils correspondent à des familles d'étoiles dont la moyenne est brillante.

On peut aussi remarquer la position excentrée sur l'axe 2 de quelques modalités '9' d'indicateurs de non-fiabilité (IH9, IE9 et IF9 en particulier). Cela prouve que les étoiles notées avec cette modalité ne sont pas en moyenne centrées sur l'axe 1, mais plutôt décalées vers le côté positif de l'axe 2.

Rappelons que IE=9 indique le risque maximum de "fluctuations erratiques" et que IF=9 indique le risque maximum de non-fiabilité Flamsteed. Ces positions sont bien sûr confirmées par la lecture du tableau des coordonnées des éléments supplémentaires. Précisons également qu'il ne faut pas y voir absolument une causalité. L'AFC ne fait que décrire l'information présente. Le fait que la moyenne des étoiles vérifiant la modalité IH=9 soit excentrée ne signifie pas qu'il y a forcément de relation de cause à effet. Cela signifie simplement qu'il y a, au sens premier, "co-incidence" de l'excentration de ce paquet d'étoiles et du fait qu'elles vérifient cette modalité.

3.2.3.2.Le graphique du plan (1,3)

```
graphique pour les axes 3 et    1
inerties expliquées :   3.55 % 86.19 %

maximum horizontal :  0.083  minimum horizontal : -0.091
maximum vertical :  0.291 minimum vertical : -0.302
unités verticales :   0.593
unités horizontales :  0.173

échelle :  0.002
lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2
```



liste des 54 points cachés
vu : PZ+>BR+, vu : TK+>BY+, vu : CA+>AR+,
vu : HD+>JM+, vu : PX2>RI0, vu : CLb>UB1, vu : IB0>ID2,
vu : IT0>IT3, vu : IT0>LG0, vu : IT0>UB5, vu : IE0>SPB,

```
vu :  IE0>RT0,  vu :  RI2>UB6,  vu :  RI2>RI4,  vu :  IU2>CL4,
vu :  IU2>VA0,  vu :  IU2>IS0,  vu :  IU2>BV9,  vu :  BV6>RI6,
vu :  BV6>RI3,  vu :  IP0>SIv,  vu :  BV1>IH0,  vu :  BV1>RH0,
vu :  UB9>RI5,  vu :  UB9>SPM,  vu :  IS2>SPA,  vu :  IS2>DK0,
vu :  BV2>IF0,  vu :  BV2>IU0,  vu :  BV2>IT4,  vu :  IP1>RV ,
vu :  IP1>SU*,  vu :  IP1>SI ,  vu :  LG4>LG3,  vu :  LG4>RT1,
vu :  LG4>ID0,  vu :  LG4>UB8,  vu :  LG4>CL3,  vu :  SPG>SIF,
vu :  SPG>IF9,  vu :  IF1>VA2,  vu :  UB7>BV*,  vu :  CL5>UB4,
vu :  RH1>IE3,  vu :  SIp>BV4,  vu :  SIp>BV3,  vu :  SIp>SPF,
vu :  IB1>IU1,  vu :  IB1>IH1,  vu :  SIs>CL ,  vu :  IB9>AL-,
vu :  JM->CA-,  vu :  BY->TK-,  vu :  AR->HS-,
```

Figure F.3.2.4. : graphique du plan (1,3)

On trouve encore sur ce plan certaines modalités excentrées, toujours les valeurs '9' qui se signalent. On remarque aussi le point un peu excentré RT2, qui signale justement le risque d'une rupture de Tycho par rapport aux autres catalogues, ce qui est le cas visualisé par l'axe 3.

La position de ce point doit nous suggérer une remarque. Cette modalité a été construite et utilisée pour signaler les problèmes de récolement entre Tycho et Ptolémée. Mais, puisqu'il s'agit à l'origine de problèmes d'identification, cette modalité ne peut signaler que la moyenne des étoiles pouvant être mal identifiées ; or, il risque d'y avoir parmi elles à la fois des étoiles sur-estimées et sous-estimées.

Cela signifie que la moyenne a beaucoup de chance de tomber au milieu, c'est-à-dire dans les étoiles "normales", sur l'axe 1. Du coup notre indice perd beaucoup de sa pertinence. Si nous faisons cette remarque, c'est entre autres choses pour proposer une explication à la position, très centrée elle, de la modalité RT9.

3.2.3.3.Le graphique du plan (3,2)

```
graphique pour les axes 3 et    2
fichier source ; V
inerties expliquées :   3.55 % 4.09 %

maximum horizontal :  0.083  minimum horizontal : -0.091
maximum vertical :  0.093 minimum vertical : -0.093
unités verticales :   0.186
unités horizontales :  0.173

échelle :  0.002
lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2

liste des 85 points cachés
vu :  UG+>SU+,  vu :  SIp>IB1,  vu :  ID1>RH9,
vu :  ID1>IH2,  vu :  JM->AR-,  vu :  JM->HS-,  vu :  UB3>RT9,  vu :  UB3>BV1,  vu :  UB8>IP3,  vu :
IP2>IH5,  vu :  BD->HD-,  vu :  IU2>SPA,  vu :  IU2>RI1,  vu :  IU2>DK3,  vu :  IU2>LG3,  vu :
SIF>BV8,  vu :  IS2>BV4,  vu :  IS2>CL4,  vu :  IS2>CL5,  vu :  IS2>VA0,  vu :  IS2>UB2,  vu :
IS2>BV2,  vu :  IS2>IU1,
vu :  IS2>SPF,  vu :  IS2>UB4,  vu :  IS2>DK0,  vu :  IS2>LG4,  vu :  SPB>RV ,  vu :  SPB>PX ,  vu :
SPB>CL ,  vu :  SPB>IT0,  vu :  SPB>CL3,  vu :  SPB>IH1,  vu :  SPB>BV9,  vu :  SPB>RT0,  vu :
SPB>IT3,  vu :  RI5>IE1,  vu :  RI5>SIe,  vu :  RI5>IB9,  vu :  SIs>BV3,  vu :  SIs>IE0,  vu :
SIs>PX1,  vu :  SIs>IB0,
vu :  SIs>LG1,  vu :  SIs>IP0,  vu :  SIs>RT1,  vu :  SIs>IH0,  vu :  SIs>ID0,  vu :  SIs>RH0,  vu :
SIs>SU*,  vu :  SIs>IS0,  vu :  SIs>IF0,  vu :  SIs>SI ,  vu :  RI2>IU0,  vu :  RI2>BV6,  vu :
RI2>SPK,  vu :  RI2>VA2,  vu :  RI2>UB9,  vu :  RI2>RI4,  vu :  RI2>IE3,  vu :  IT1>DK1,  vu :
IT1>IP5,  vu :  IT1>IP1,
vu :  RH1>ID2,  vu :  RH1>UB1,  vu :  RH1>BV5,  vu :  RH1>RI0,  vu :  RH1>UB5,  vu :  RH1>UB7,  vu :
RH1>BV*,  vu :  CLb>PX2,  vu :  CLb>RI6,  vu :  CLb>IT4,  vu :  CLb>RI3,  vu :  CLb>SPG,  vu :
SPM>BV0,  vu :  SPM>RV1,  vu :  HD+>HS+,  vu :  HD+>AR+,  vu :  HD+>JM+,  vu :  HD+>BD+,  vu :
UB6>BV7,  vu :  LG0>IS9, vu :  SU->UG-,  vu :  BR+>PT-,
```

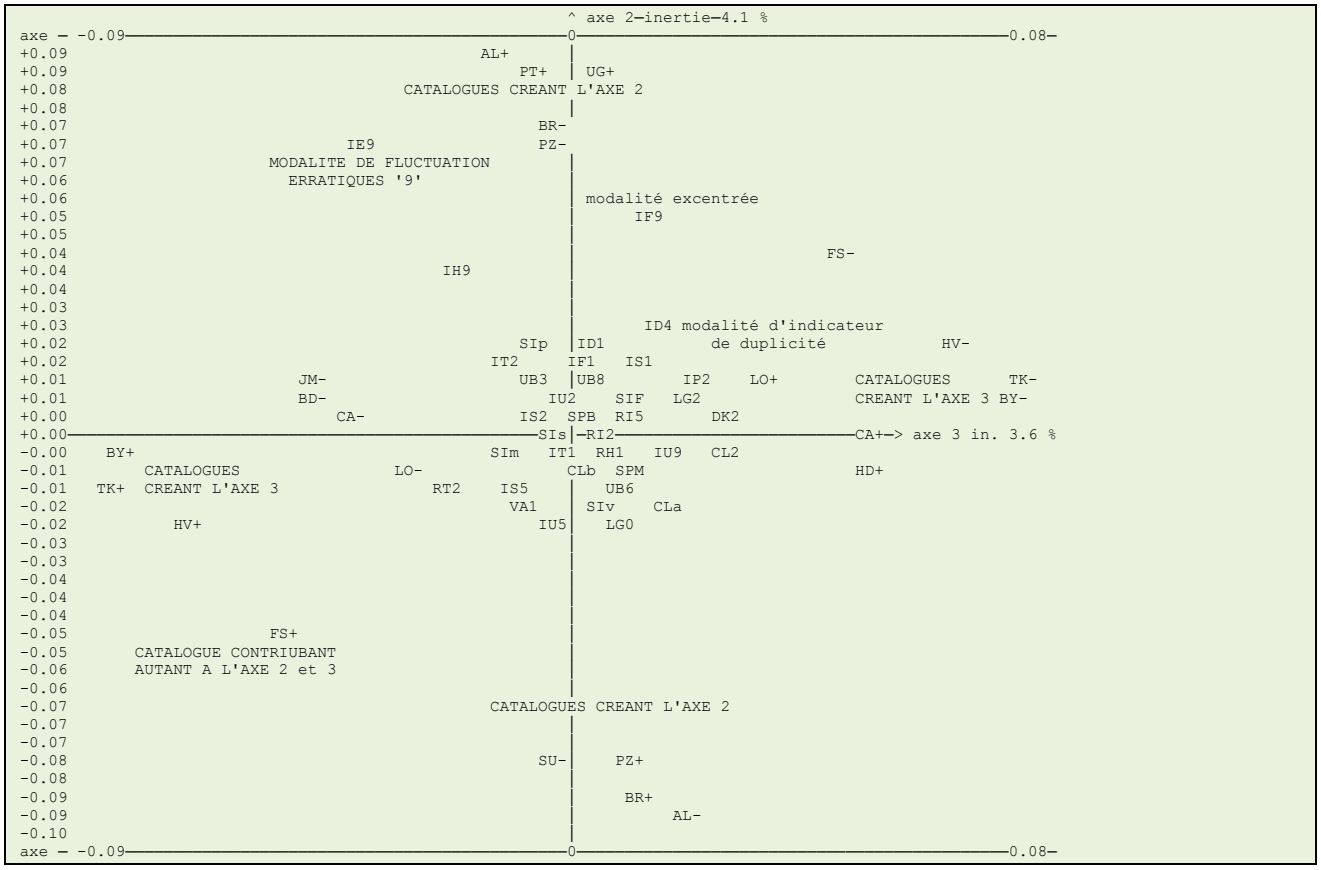


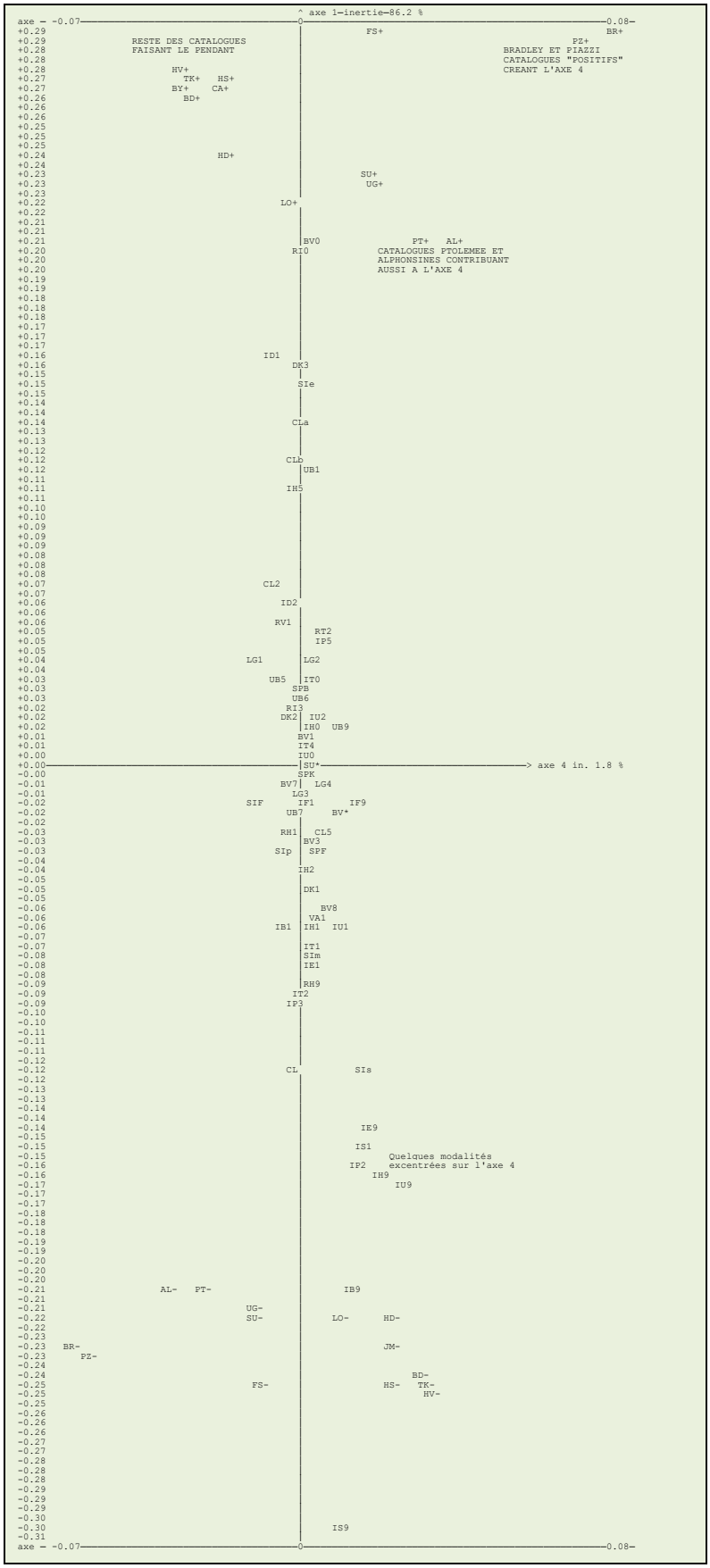
Figure F.3.2.5. : graphique du plan (2,3)

En théorie, on ne voit a priori rien de nouveau sur ce plan, qui fait la synthèse des informations orthogonales à l'axe de la magnitude déjà présentes dans les deux derniers plans. Vu sous cet angle (expression de circonstance), ce plan apparaît comme étant le plus intéressant pour regarder les modalités (et le cas échéant, cf annexe, les étoiles) excentrées. On retrouve bien sûr les modalités 9 déjà signalées, ainsi que la modalité ID=4 (indicateur de risque de doute sur l'intégration des composantes d'une double).

On remarque aussi la position intermédiaire de la direction Flamsteed, qui contribue à peu près équitablement aux deux axes 2 et 3.

3.2.3.4.Le graphique du plan (4,1)

```
graphique pour les axes 4 et    1
inerties expliquées :   1.84 % 86.19 %

maximum horizontal :  0.083  minimum horizontal : -0.066
maximum vertical :  0.291 minimum vertical : -0.302
unités verticales :   0.593
unités horizontales :  0.149

échelle :  0.002
lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2
```



liste des 51 points cachés
vu : CA+>AR+, vu : HD+>JM+, vu : BV0>PX2, vu : CLa>PX1, vu : IH5>ID4, vu : ID2>IB0, vu : ID2>IU5, vu : UB5>LG0, vu : IT0>IT3, vu : SPB>RT0, vu : SPB>IE0,

```
 vu :  UB6>RI4,  vu :  RI3>BV6,  vu :  RI3>IS0,  vu :  RI3>CL4,  vu :  RI3>RI2,  vu :  DK2>VA0,  vu :  DK2>UB3,  vu :  DK2>IP0,  vu :
IU2>SIv,  vu :  IU2>RI6,  vu :  IU2>BV9,  vu :  BV1>RH0,
 vu :  BV1>RI5,  vu :  BV1>SPM,  vu :  IT4>IS2,  vu :  IT4>DK0,  vu :  IT4>SPA,  vu :  IT4>BV2,  vu :  IU0>IF0,  vu :  SU*>RV ,
 vu :  SU*>SI ,  vu :  SU*>IP1,  vu :  BV7>CL3,  vu :  BV7>ID0,  vu :  LG4>UB8,  vu :  LG3>RT1,  vu :  IF1>SPG,  vu :  IF1>VA2,
 vu :  UB7>PX ,  vu :  RH1>IE3,  vu :  BV3>BV4,  vu :  BV3>UB4,  vu :  SIp>UB2,  vu :  IH2>IS5,  vu :  IH2>RI1,  vu :  VA1>BV5,
 vu :  IT2>RT9,  vu :  JM->CA-,  vu :  BD->BY-,  vu :  HS->AR-,
```

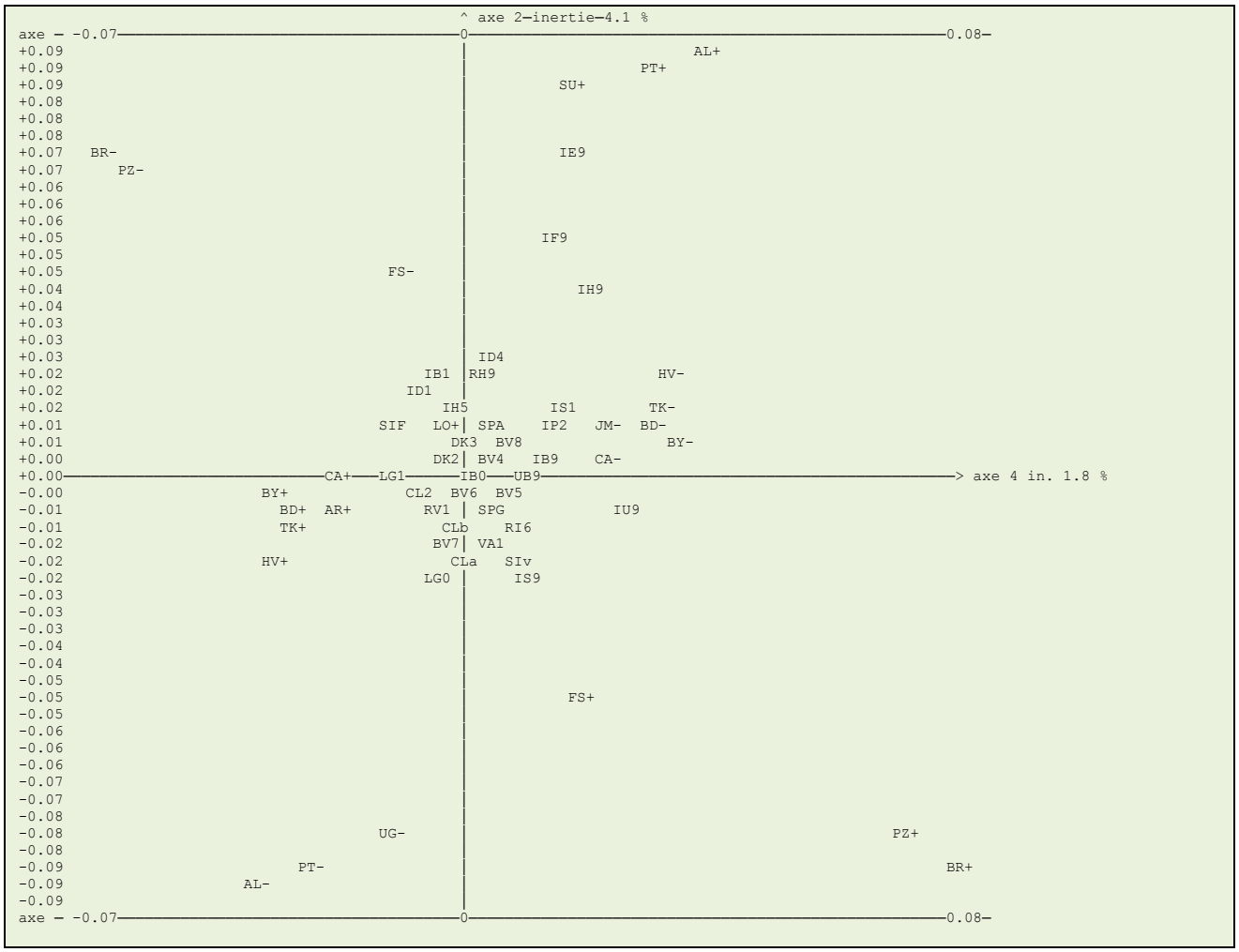
Figure F.3.2.6. : graphique du plan (4,1)

Rien de très nouveau à signaler sur le plan 1,4. Une note à propos de la modalité de l'ndicateur IS=9 qui est complètement en bas sur l'axe des magnitudes (on le voyait déjà sur les autres plans montrant l'axe 1). Sa position s'explique parce que les étoiles qui en sont affectées sont toutes très faibles, selon le principe déjà signalé.

3.2.3.5. Graphiques des plans (4,2) et (4,3)

Là encore, nous n'avons pas d'informations nouvelles en regardant les plans (4,2) et (4,3) qui ne représentent que des vues complémentaires de ce que nous avons déjà regardé.

```
graphique pour les axes 4 et    2
inerties expliquées :   1.84 % 4.09 %

maximum horizontal :  0.083  minimum horizontal : -0.066
maximum vertical :  0.093 minimum vertical : -0.093
unités verticales :   0.186 unités horizontales :  0.149
échelle :  0.002 -lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2
```



liste des 86 points cachés

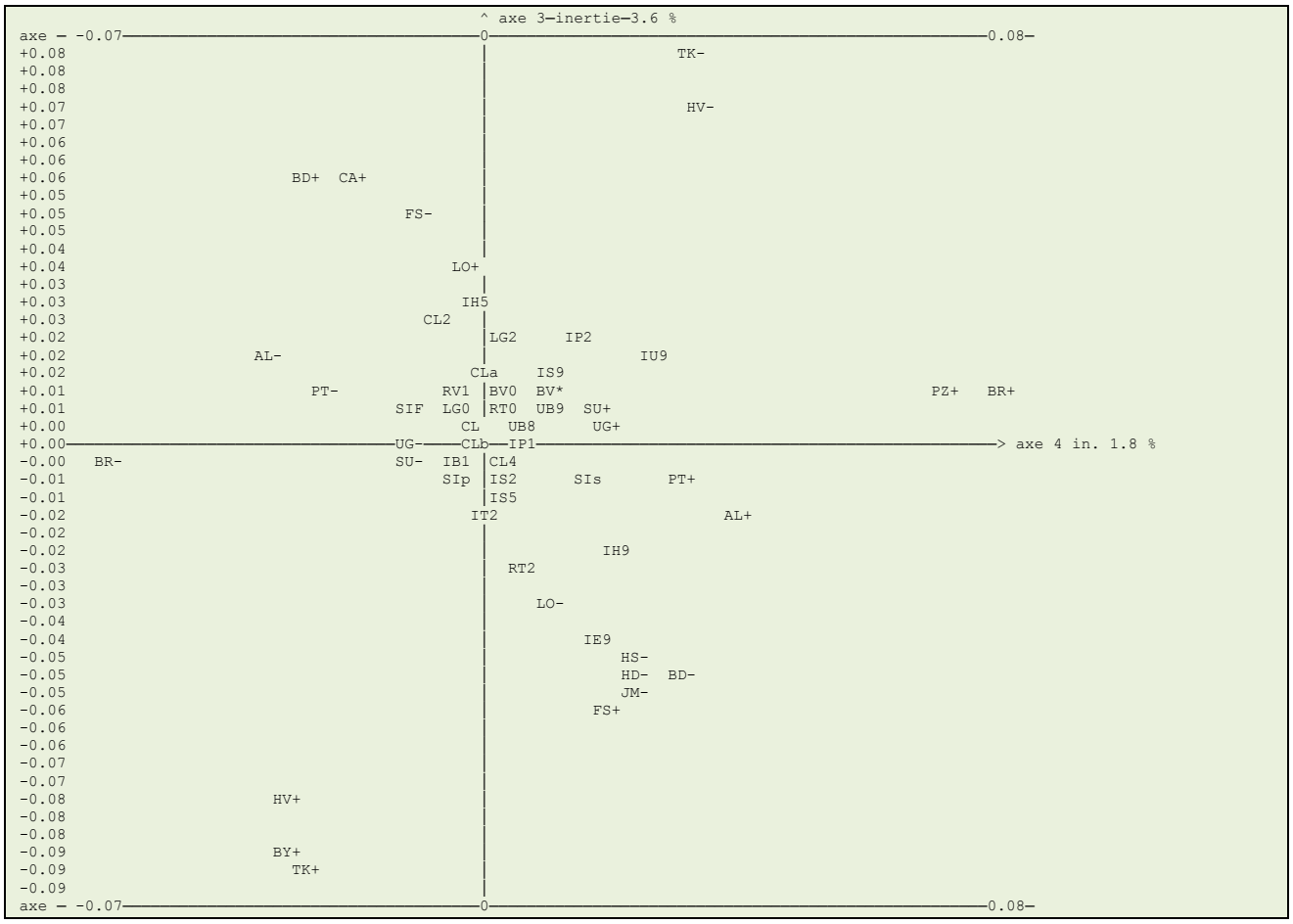
vu :	SU+>UG+,	vu :	IB1>IH2,	vu :	ID1>SIp,		
vu :	IH5>IP3,	vu :	IH5>IT2,	vu :	IH5>IF1,	vu :	IH5>UB3,
vu :	LO+>LG3,	vu :	LO+>BV1,	vu :	SPA>RT9,	vu :	SPA>UB8,
vu :	JM->HD-,	vu :	JM->HS-,	vu :	JM->AR-,	vu :	DK3>CL4,
vu :	DK3>LG2,	vu :	DK3>IU2,	vu :	DK3>RI1,	vu :	DK3>BV2,
vu :	DK2>CL ,	vu :	DK2>UB2,	vu :	DK2>SPB,	vu :	DK2>VA0,
vu :	DK2>SIe,	vu :	DK2>RT0,	vu :	DK2>IT0,	vu :	DK2>PX ,
vu :	DK2>IS2,	vu :	DK2>CL3,	vu :	DK2>RV ,	vu :	DK2>IH1,
vu :	DK2>DK0,	vu :	DK2>IE1,	vu :	BV4>IT3,	vu :	BV4>SPF,
vu :	BV4>LG4,	vu :	BV4>UB4,	vu :	BV4>CL5,	vu :	BV4>RI5,
vu :	BV4>IU1,	vu :	BV4>BV9,	vu :	IB0>IU0,	vu :	IB0>IS0,
vu :	IB0>SPK,	vu :	IB0>IP0,	vu :	IB0>RI2,	vu :	IB0>IH0,
vu :	IB0>IF0,	vu :	IB0>SU*,	vu :	IB0>RT1,	vu :	IB0>BV3,
vu :	IB0>SI ,	vu :	IB0>IE0,	vu :	IB0>ID0,	vu :	IB0>RH0,
vu :	IB0>PX1,	vu :	IB0>VA2,	vu :	IB0>RI4,	vu :	UB9>SIs,
vu :	CL2>UB5,	vu :	CL2>RH1,	vu :	CL2>ID2,	vu :	CL2>UB7,
vu :	BV6>RI0,	vu :	BV6>IE3,	vu :	BV6>UB1,	vu :	BV6>SIm,
vu :	BV6>DK1,	vu :	BV6>IT1,	vu :	BV6>IP1,	vu :	BV6>IP5,
vu :	BV5>BV*,	vu :	AR+>HS+,	vu :	AR+>HD+,	vu :	AR+>JM+,
vu :	RV1>RI3,	vu :	RV1>IT4,	vu :	SPG>PX2,	vu :	SPG>SPM,
vu :	SPG>LO-,	vu :	CLb>UB6,	vu :	CLb>BV0,	vu :	CLb>IS5,
vu :	VA1>RT2,	vu :	CLa>IU5,	vu :	UG->SU-,		

fin du plan horizontal : 4 vertical 2

graphique pour les axes 4 et 3
inerties expliquées : 1.84 % 3.55 %

maximum horizontal : 0.083 minimum horizontal : -0.066
maximum vertical : 0.083 minimum vertical : -0.091
unités verticales : 0.173
unités horizontales : 0.149

échelle : 0.002
lp : 706 ls : 111 cp : 32 cs : 2



liste des 91 points cachés

vu :	TK->BY-,	vu :	CA+>AR+,	vu :	CA+>HS+,		
vu :	CA+>HD+,	vu :	CA+>JM+,	vu :	CL2>DK2,	vu :	CLa>ID4,
vu :	IS9>IF9,	vu :	RV1>UB7,	vu :	RV1>IE3,	vu :	RV1>SIe,
vu :	BV0>IE1,	vu :	BV0>SPM,	vu :	BV0>BV8,	vu :	BV*>IB9,
vu :	BV*>IS1,	vu :	SIF>UB5,	vu :	LG0>RH1,	vu :	LG0>BV7,
vu :	LG0>ID2,	vu :	LG0>RI3,	vu :	LG0>IP3,	vu :	LG0>UB6,
vu :	LG0>RI0,	vu :	LG0>IT4,	vu :	LG0>SPK,	vu :	RT0>UB1,
vu :	RT0>SPG,	vu :	RT0>IT3,	vu :	RT0>VA2,	vu :	RT0>RI4,
vu :	RT0>RI5,	vu :	RT0>BV5,	vu :	CL >BV6,	vu :	CL >IU0,

```
 vu :  CL >IS0,  vu :  CL >IH2,  vu :  CL >RI2,  vu :  CL >IT0,
 vu :  CL >IF0,  vu :  CL >PX ,  vu :  CL >RH9,  vu :  CL >CL3,
 vu :  CL >SI ,  vu :  CL >IH1,  vu :  UB8>PX2,  vu :  UB8>SIv,
 vu :  UB8>RI6,  vu :  UB8>BV9,  vu :  UG->LG1,  vu :  UG->ID1,
 vu :  CLb>LG3,  vu :  CLb>DK3,  vu :  CLb>SPB,  vu :  CLb>IF1,
 vu :  CLb>IB0,  vu :  CLb>IP0,  vu :  CLb>IH0,  vu :  CLb>SU*,
 vu :  CLb>DK1,  vu :  CLb>RT1,  vu :  CLb>RV ,  vu :  CLb>IE0,
 vu :  CLb>ID0,  vu :  CLb>DK0,  vu :  CLb>RH0,  vu :  CLb>BV2,
 vu :  CLb>SPF,  vu :  CLb>PX1,  vu :  IP1>LG4,  vu :  IP1>UB4,
 vu :  IP1>IP5,  vu :  IP1>IU1,  vu :  BR->PZ-,  vu :  IB1>UB2,
 vu :  IB1>BV1,  vu :  IB1>VA0,  vu :  IB1>IU5,  vu :  CL4>IT1,
 vu :  CL4>BV3,  vu :  CL4>BV4,  vu :  CL4>SPA,  vu :  CL4>IU2,
 vu :  CL4>RI1,  vu :  CL4>RT9,  vu :  CL4>CL5,  vu :  SIp>UB3,
 vu :  IS5>VA1,  vu :  IT2>SIm,  vu :  HS->CA-,  vu :  HD->AR-,

fin du plan horizontal : 4 vertical  3
```

Figure F.3.2.6bis. : graphiques des plans (4,2) et (4,3)

3.2.4. Les étoiles atypiques

3.2.4.1. Les tableaux d'étoiles atypiques

Nous n'allons pas donner ici le tableau correspondant à toutes les étoiles analysées. Les graphiques permettent de visualiser la position de leurs projections. Nous publions simplement des sous-tableaux correspondant aux 15 étoiles les plus positives et les plus négatives qui ont les contributions les plus grandes respectivement à la création du deuxième, du troisième et du quatrième axe factoriel. Le premier axe factoriel correspondant quant à lui à la magnitude, il est superflu de donner le tableau des étoiles qu'il fait ressortir ; ce sont simplement les étoiles les plus brillantes du côté positif et du côté négatif, les plus faibles.

La colonne "abrv" donnée dans les tableaux est la notation en trois caractères des étoiles qui est utilisée sur les graphiques. Le principe est le suivant : les 2 premiers symboles désignent l'étoile dans la constellation (soit par une abréviation de la lettre grecque ou latine de Bayer, soit par le numéro de Flamsteed -% signifiant 100-, soit par un symbole spécifique), et la troisième la constellation, selon le symbole donné en annexe A1.DES.ET.

3.2.4.2. Les étoiles atypiques de l'axe 2

axe 2 : étoiles les plus positives

(i. e. dont Ptolémée, Sufi ,Ulugh Beig, tables Alphonsines donnent une sur-estimation de l'éclat)

abrv	a2coor	a2cos2	a2cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
0Ap	0.2334	0.5535	2.7221	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.30	5.00	5.00	5.00	6.50	6.30	5.30	5.70	5.30	5.60	5.47	5.282
30M	0.1705	0.7281	1.4528	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	5.50	5.50	3.70	3.90	3.70	4.00	3.95	3.890
6.C	0.1401	0.3713	0.9811	3.70	3.70	3.70	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	4.70	4.89	4.70	5.10	5.05	4.891
811	0.1395	0.1668	0.9723	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	5.70	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.80	5.70	6.00	5.60	5.550
043	0.1324	0.1941	0.8754	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.70	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.30	5.00	5.50	5.12	5.135
GAt	0.1285	0.7873	0.8244	3.00	3.30	3.30	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.50	5.30	4.30	4.10	4.30	4.20	4.07	4.006
830	0.1249	0.1361	0.7789	4.00	4.30	4.30	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.70	5.43	5.70	5.40	5.56	5.425
10-	0.1163	0.5232	0.6753	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.56	5.50	5.30	4.70	5.00	4.70	4.70	4.73	4.463
IO)	0.1156	0.2239	0.6675	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	6.30	5.00	5.00	5.50	6.00	6.00	4.70	5.00	4.70	4.80	4.91	4.986
NUl	0.1153	0.1180	0.6637	4.30	4.30	4.30	4.00	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.30	5.50	5.70	6.00	5.16	5.250
PI0	0.1148	0.5231	0.6585	3.00	3.70	4.00	3.00	3.00	4.70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.70	4.50	4.70	4.90	4.64	4.630
ET5	0.1134	0.1314	0.6420	4.30	4.30	4.30	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.50	6.00	6.00	6.00	5.60	5.70	5.60	5.52	5.335
071	0.1107	0.1263	0.6122	4.00	4.30	4.30	4.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.50	6.00	6.00	6.00	5.50	5.70	5.50	5.18	5.047
BE6	0.1091	0.0298	0.5952	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	1.00	1.70	1.50	2.50	2.30	2.00	2.00	2.00	2.10	2.23	2.134
OG-	0.1035	0.2603	0.5348	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.54	4.546
abrv	a2coor	a2cos2	a2cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

Une remarque sur l'étoile 0Ap i. e. A Persei soit Flamsteed 43 Persei.

En fait, les mesures de Ptolémée, Sufi Ulugh Beig et des Tables Alphonsines qui sont données ici, et qui font de cette étoile un astre aussi extrême en variation, résulte d'un mauvais récolement Ptolémée/Tycho. Il y a eu visiblement de notre part confusion entre 43 Per et 45 Per (epsilon Per). Comme Flammarion le note dans son tableau, il n'y pas eu de mesure pour 0Ap avant Tycho. Nous lui avons nous attribué faussement les estimations qui concernent epsilon. Il faut donc considérer cette étoile comme un artéfact. La bonne étoile est celle qui existe par ailleurs dans notre tableau et qui est EPp.

Cette situation nous amène à deux interrogations liées :

- aurait-il fallu retirer cette étoile avant l'analyse ?

Bien sûr, la réponse est à la fois positive et négative.

Si ce point aberrant ne modifie pas énormément l'analyse, il est utile de le laisser dans un souci didactique. Il montre que l'AFC est un outil très puissant pour déceler les comportements anormaux. Sachant que cette étoile révèle une des causes de varaition attendues (erreur d'identification), nous sommes satisfait de l'interprétation de sa courbe de lumière, et passons aux autres étoiles. Dans la suite, évidemment, nous ne prendrons plus cette étoile en compte.

- l'analyse donnée ici est-t-elle valable, malgré l'existence de cette étoile ?

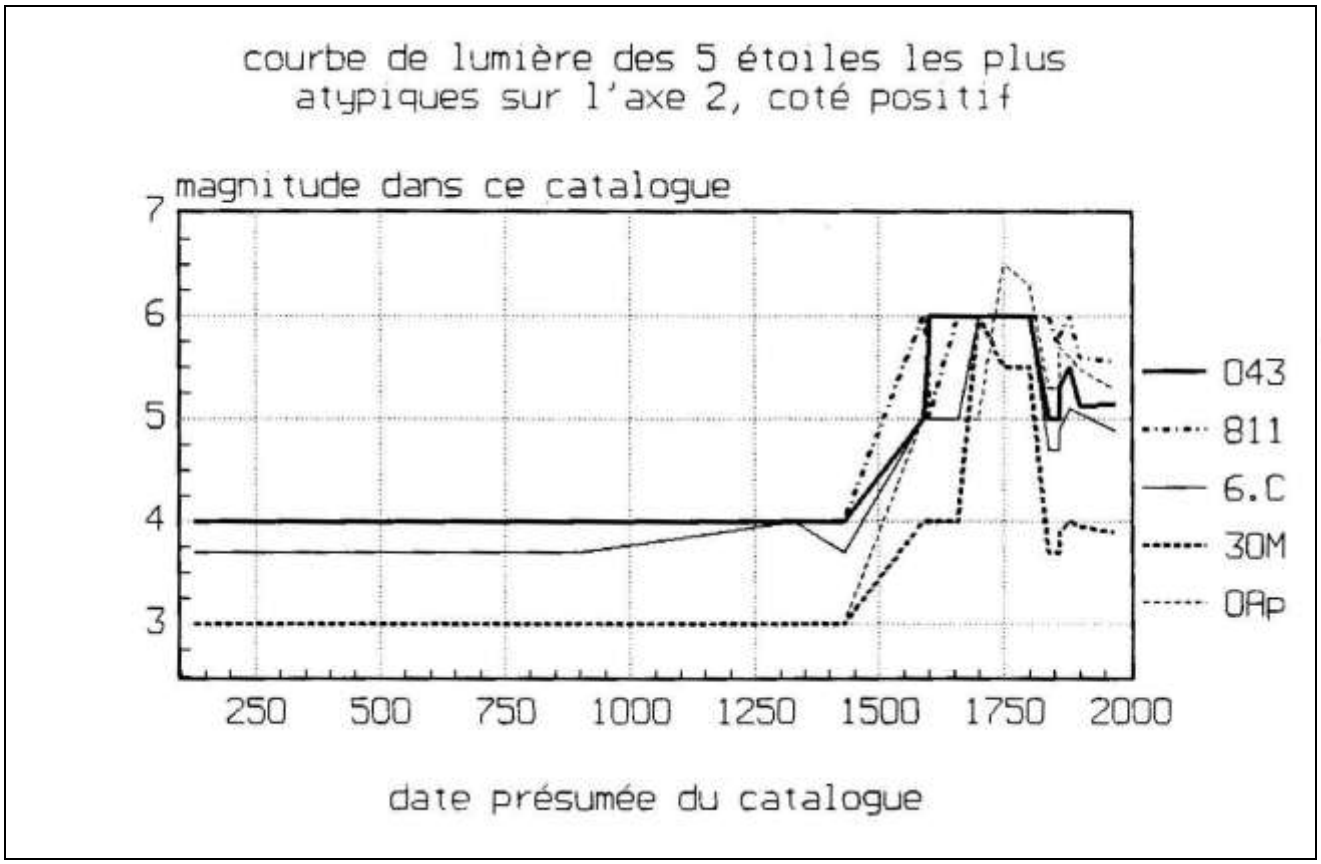
Le problème est plus complexe. Ce point a une inertie importante, et a certainement contribué à faire tourner l'axe 2 dans ce sens-là. Pour savoir si l'analyse est modifiée par la présence de cette étoile, il suffit de la mettre en élément supplémentaire et de refaire une nouvelle analyse. On vérifie alors que les axes ont très peu changé.

Axe 2 : étoiles les plus négatives

(i. e. dont dont Ptolémée, Sufi ,Ulugh Beig, tables Alphonsines donnent une sous-estimation de l'éclat)

abrv	a2coor	a2cos2	a2cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
OGd	-0.1704	0.3738	1.4510	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.80	5.00	5.10	4.87	4.790
LA8	-0.1628	0.2504	1.3234	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.03	6.00	5.50	5.06	5.030
ETh	-0.1527	0.3155	1.1642	3.70	4.00	4.00	6.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.50	3.61	3.505
537	-0.1496	0.2463	1.1184	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.50	5.00	5.00	5.00	5.04	5.00	5.30	5.09	5.040
ZEg	-0.1494	0.2861	1.1147	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.70	4.50	4.70	4.90	4.69	4.665
MUq	-0.1463	0.4568	1.0687	5.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.50	4.30	4.70	4.80	4.70	5.30	4.65	4.446
XI6	-0.1433	0.1958	1.0255	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.50	5.00	5.00	6.00	5.30	5.30	5.50	5.12	4.965
PH+	-0.1298	0.3679	0.8412	5.00	5.70	5.70	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.30	4.00	4.00	4.79	4.674
801	-0.1265	0.1041	0.8000	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.30	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.70	6.00	5.70	5.60	5.67	5.520
LAB	-0.1251	0.8943	0.7821	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.26	4.178
KAq	-0.1245	0.3175	0.7739	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00	4.00	3.50	4.00	4.00	5.00	4.95	5.00	5.40	5.04	4.952
ALy	-0.1206	0.8091	0.7268	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.30	4.30	4.30	4.60	4.37	4.373
XIB	-0.1197	0.5040	0.7156	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.30	4.00	5.00	4.70	4.50	4.64	4.907
ZEy	-0.1166	0.1005	0.6791	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.30	5.50	4.95	5.014
DEy	-0.1140	0.5228	0.6495	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.30	5.00	4.00	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.30	3.78	3.818
abrv	a2coor	a2cos2	a2cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

La figure F.3.2.7 donne en deux parties, pour le coté négatif et pour le coté positif, l'allure des courbes de lumière des 5 premières étoiles de cet axe.



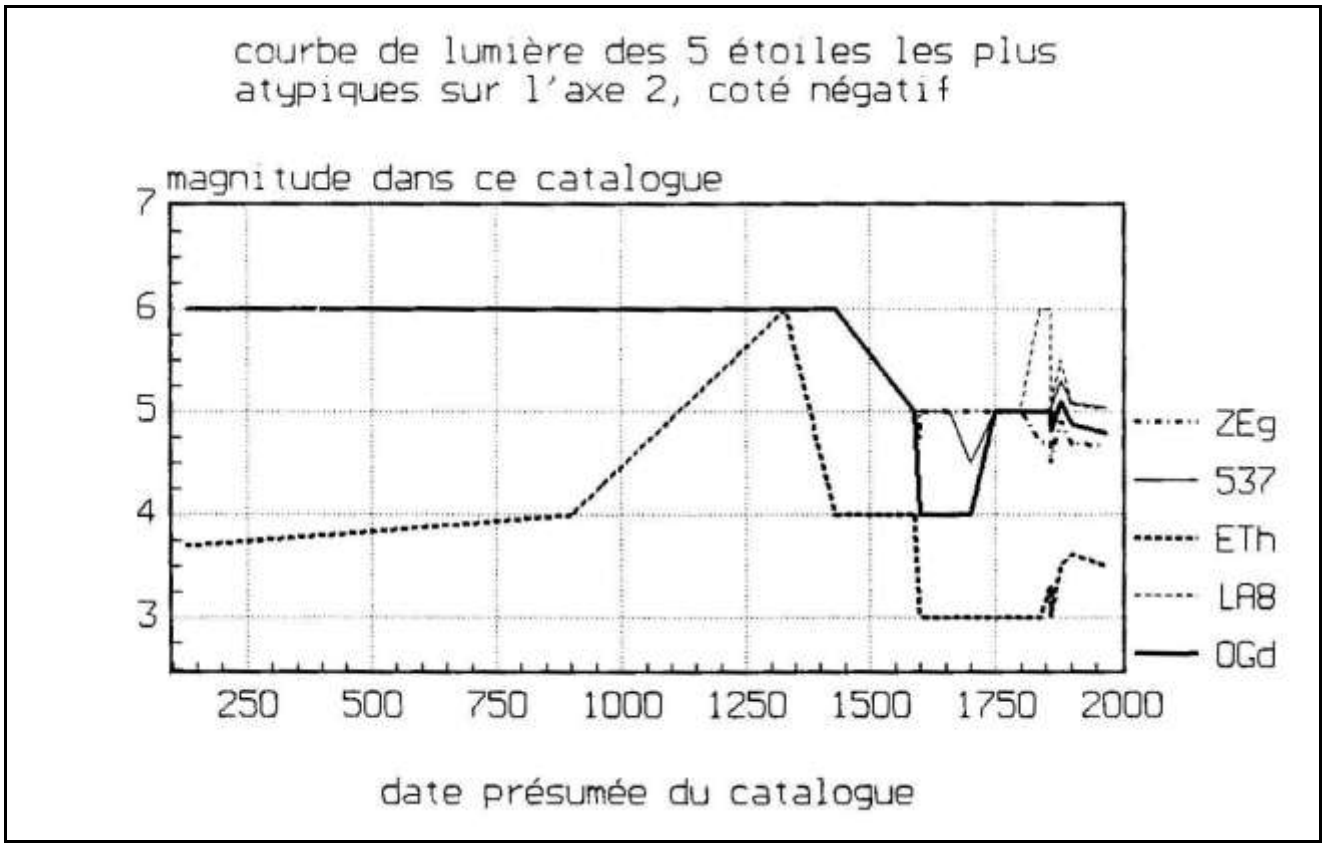


Figure F.3.2.7.
allure des courbes de lumières des étoiles atypiques de l'axe 2
première série : étoiles côté positif,

deuxième série : étoiles côté négatif.

3.2.4.3. Les étoiles atypiques de l'axe 3

axe 3 : étoiles les plus positives

(i. e. dont Tycho Brahé, Bayer et Hévélius donnent une sous-estimation de l'éclat)

abrv	a3coor	a3cos2	a3cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
SIY	0.1760	0.2558	1.7809	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.75	3.00	3.00	2.30	2.02	2.30	2.40	2.14	2.065
OGZ	0.1602	0.4433	1.4741	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.30	4.30	4.11	4.30	4.10	4.24	4.109
PHY	0.1525	0.8872	1.3356	3.70	3.70	3.70	4.00	3.00	5.30	5.00	5.00	5.00	4.50	4.30	3.70	3.17	3.70	3.70	3.30	3.172
PSZ	0.1411	0.3898	1.1448	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00	6.30	6.00	5.00	5.00	4.50	4.30	4.30	4.14	4.30	4.30	4.26	4.135
36Z	0.1258	0.2156	0.9100	5.00	4.70	4.70	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.30	4.70	4.51	4.70	4.70	4.59	4.501
52Y	0.1229	0.2779	0.8676	4.00	4.30	4.00	5.00	5.00	6.30	6.00	6.00	5.00	4.50	4.30	4.70	4.60	4.30	4.70	4.66	4.594
UPP	0.1199	0.2483	0.8260	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	4.70	4.50	4.70	4.90	4.57	4.406
EPK	0.1107	0.0519	0.7046	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.75	2.50	2.30	1.70	1.50	1.70	1.90	1.63	1.502
ZEZ	0.1075	0.8043	0.6637	4.00	4.30	4.30	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	3.74	4.00	3.70	3.86	3.743
24Z	0.1067	0.1720	0.6545	4.00	4.30	4.30	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.30	5.00	4.50	5.00	4.80	4.60	4.497
TOP	0.1063	0.1808	0.6499	4.00	4.00	4.70	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	4.70	5.00	4.70	4.90	4.65	4.589
XIP	0.1048	0.3159	0.6309	4.00	4.30	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.30	4.80	3.30	3.30	4.31	4.199
ROW	0.1040	0.0815	0.6219	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.50	5.00	5.00	4.70	5.30	4.85	4.490
LAY	0.1029	0.1815	0.6084	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	2.81	3.00	2.70	2.94	2.822
abrv	a3coor	a3cos2	a3cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

Axe 3 : étoiles les plus négatives

(i. e. dont Tycho Brahé, Bayer et Hévélius donnent une sur-estimation de l'éclat)

abrv	a3coor	a3cos2	a3cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
ZER	-0.1685	0.7127	1.6317	3.00	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.30	4.80	4.30	4.90	4.90	4.800
EPC	-0.1632	0.8732	1.5300	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.30	3.00	3.00	3.00	4.50	4.30	4.70	4.84	4.70	4.50	5.01	4.838
KAq	-0.1600	0.5245	1.4707	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00	4.00	3.50	4.00	4.00	5.00	4.95	5.00	5.40	5.04	4.952
ETm	-0.1477	0.3355	1.2528	4.30	4.30	4.30	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.50	6.00	6.00	6.00	5.18	6.00	5.40	5.16	5.173
LA8	-0.1338	0.1691	1.0285	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.03	6.00	5.50	5.06	5.030
ZEz	-0.1330	0.5241	1.0166	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	3.00	5.50	5.00	5.00	5.00	4.62	5.00	4.80	4.60	4.617
IO8	-0.1084	0.4323	0.6751	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	3.00	5.00	5.50	5.30	4.70	4.54	4.70	5.00	4.66	4.535
EPm	-0.1080	0.5109	0.6706	4.00	4.50	4.30	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.83	5.00	5.50	5.07	4.822
DEU	-0.1050	0.1144	0.6330	3.00	3.30	3.30	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.50	3.00	3.00	3.30	3.30	3.70	3.70	3.44	3.314
SId	-0.1047	0.3253	0.6295	4.70	4.70	4.70	5.00	5.00	3.70	4.00	4.00	4.50	5.00	5.00	5.30	5.00	5.30	5.40	4.78	4.685
ALd	-0.1025	0.1242	0.6036	3.30	3.30	3.30	3.00	3.00	2.30	2.00	2.00	3.50	3.50	3.50	3.30	3.40	3.30	3.30	3.64	3.654
XI6	-0.1019	0.0990	0.5965	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.50	5.00	5.00	6.00	5.30	5.30	5.50	5.12	4.965
KA!	-0.1014	0.4600	0.5907	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.50	5.00	5.00	5.00	5.06	5.00	5.30	4.96	5.058
488	-0.1007	0.4991	0.5822	4.30	4.30	4.30	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.88	5.00	5.40	4.68	4.880
DEg	-0.0997	0.3152	0.5708	3.30	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.70	3.50	5.00	5.00	4.00	4.20	4.00	4.00	4.53	4.420
abrv	a3coor	a3cos2	a3cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

La figure F.3.2.8 donne en deux parties, pour le côté négatif et pour le côté positif, l'allure des courbes de lumière des 5 premières étoiles de cet axe.

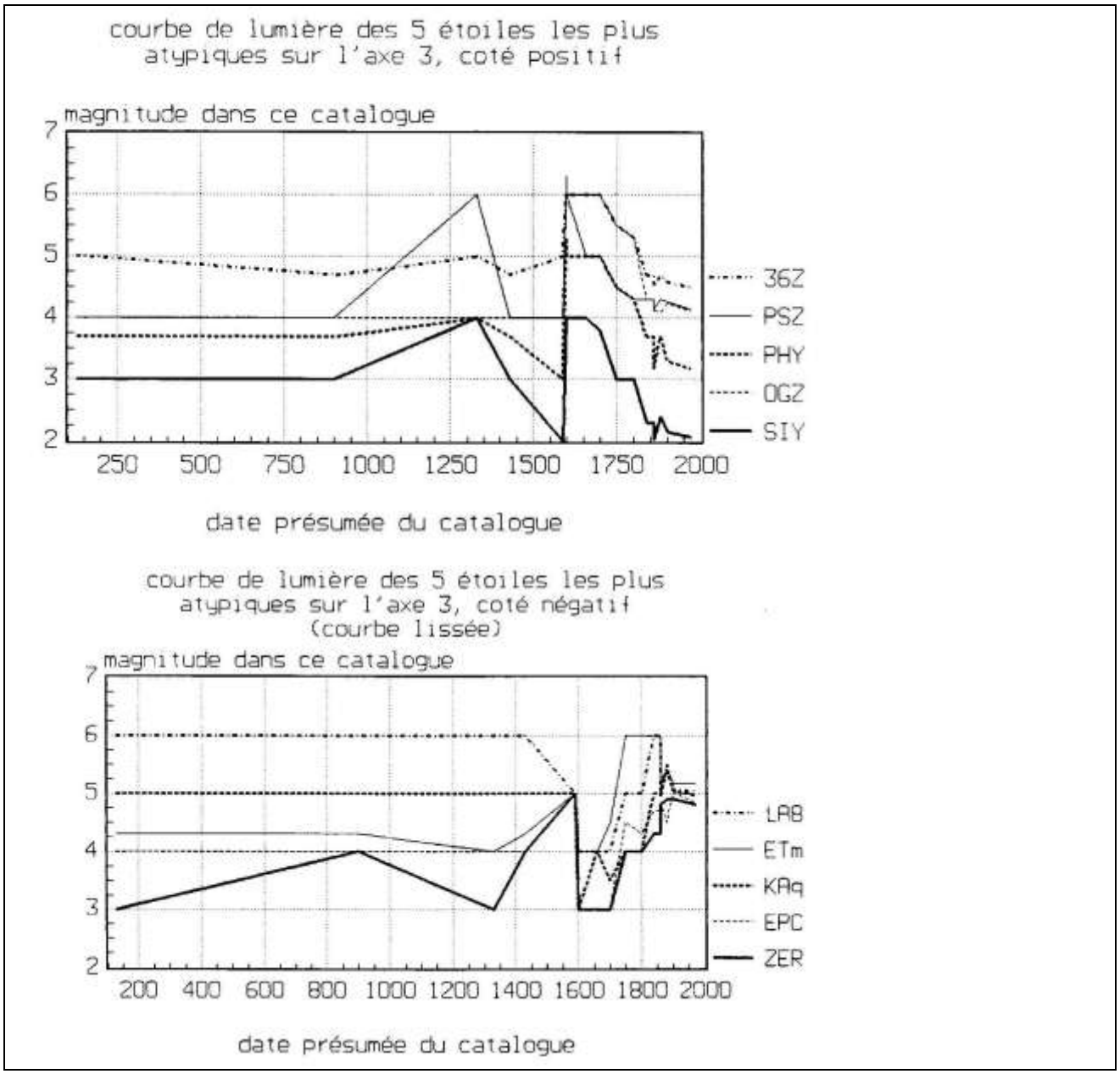


Figure F.3.2.8.
allure des courbes de lumières des étoiles atypiques de l'axe 3
première série : étoiles côté positif,
deuxième série : étoiles côté négatif.

On est frappé en regardant les courbes sur période moderne par le parallélisme entre les différentes étoiles. Comme il s'agit d'astres bas sur l'horizon, on pense immanquablement à un problème d'absorption atmosphérique. La figure F.3.2.8 Bis zoome sur la période 1500 2000 de ces courbes.

Si l'on examine le problème plus finement, on se rend compte que ces étoiles sont de toutes les couleurs, ce qui semble peu compatible avec un tel effet d'absorption. On s'attendrait en effet à ce que celui-ci varie avec les couleurs des astres concernés.

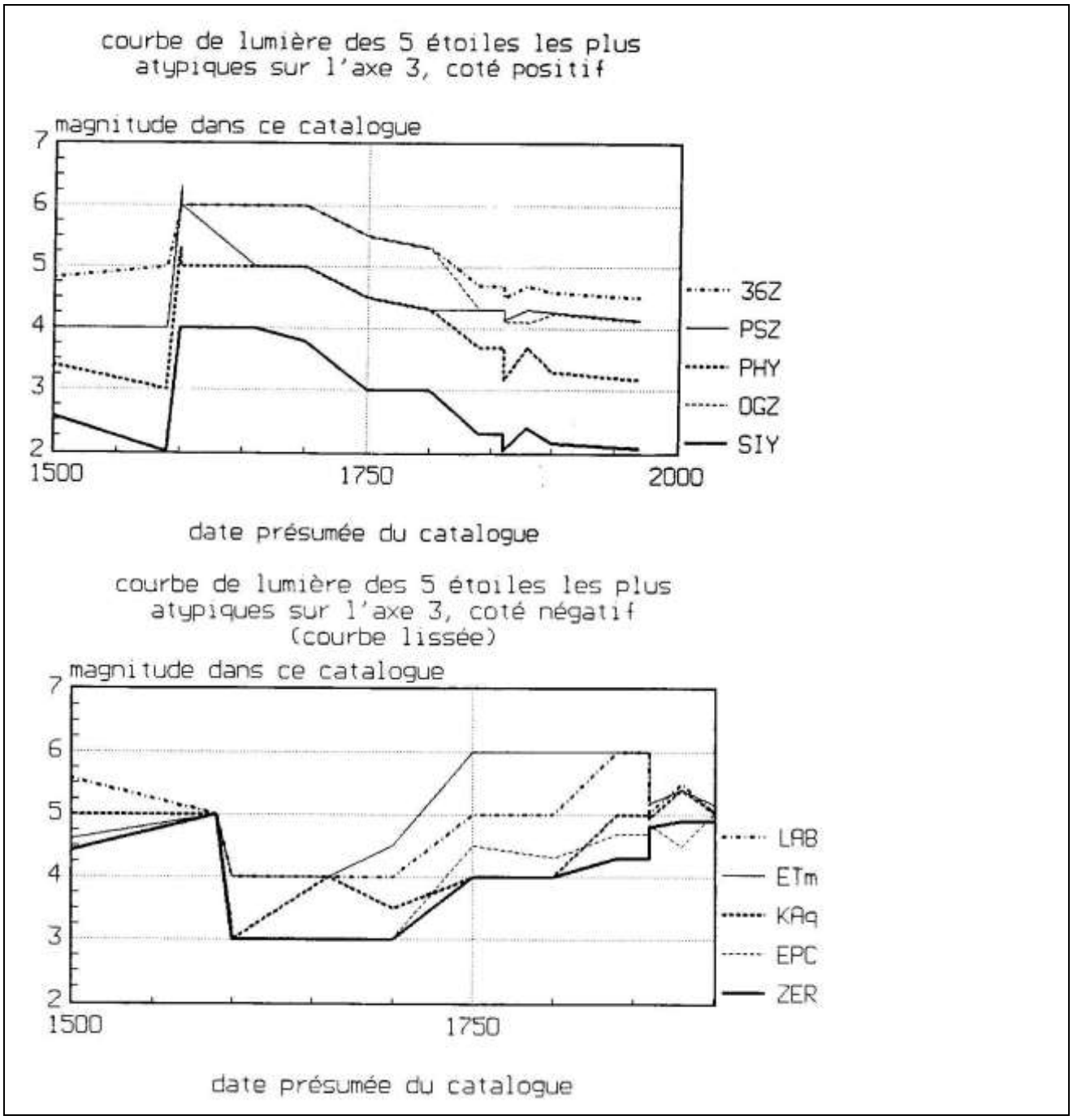


Figure F.3.2.8.Bis
allure des courbes de lumière sur 1500-2000 des étoiles atypiques de l'axe 3
première série : étoiles côté positif ; deuxième série : étoiles côté négatif.

3.2.4.4. Les étoiles atypiques de l'axe 4

Axe 4 : étoiles les plus positives

(i. e. dont Bradley et Piazzi donnent une sous-estimation de l'éclat)

abrv	a4coor	a4cos2	a4cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
05u	0.1193	0.4118	1.5819	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.50	6.00	4.00	4.00	4.00	4.70	5.00	4.70	4.80	4.37	4.277
MU6	0.1183	0.4399	1.5554	3.00	3.30	3.30	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.20	4.10	3.882
DEu	0.1035	0.4354	1.1903	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.30	4.50	4.30	4.30	4.44	4.355

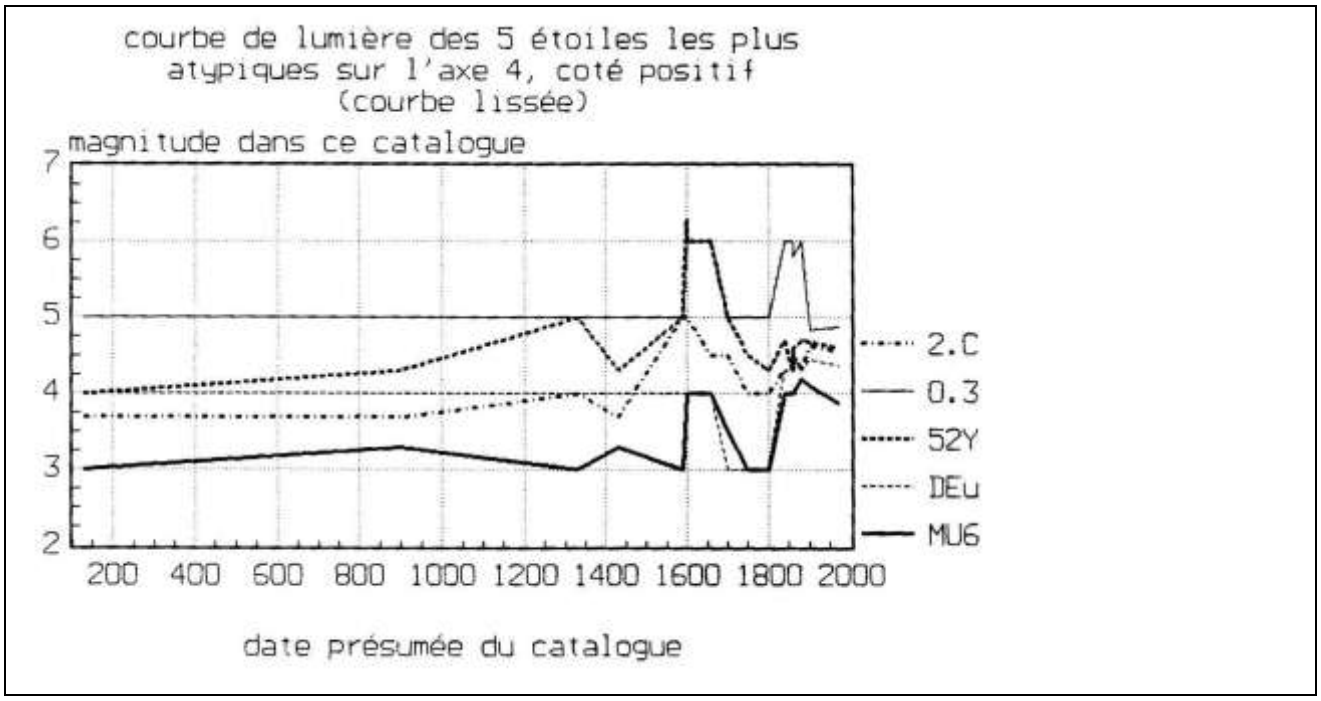
52Y	0.0905	0.1508	0.9097	4.00	4.30	4.00	5.00	5.00	6.30	6.00	6.00	5.00	4.50	4.30	4.70	4.60	4.30	4.70	4.66	4.594
O.3	0.0899	0.0731	0.8973	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.80	6.00	6.00	4.83	4.874
2.C	0.0804	0.5763	0.7187	3.70	3.70	3.70	4.00	5.00	5.00	5.00	4.50	4.50	4.00	4.00	4.30	4.55	4.30	4.30	4.62	4.553
0Id	0.0800	0.2278	0.7115	4.00	4.70	4.70	3.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.50	4.50	5.00	4.80	5.00	5.00	4.77	4.625
XIA	0.0796	0.0966	0.7037	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.92	4.980
ALx	0.0779	0.0183	0.6735	2.30	2.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.15	2.068
PId	0.0756	0.3071	0.6346	4.00	4.00	3.30	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.30	5.00	4.90	4.63	4.585
ALt	0.0746	0.1795	0.6175	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	3.30	3.70	3.90	3.70	4.00	3.58	3.416
N.3	0.0744	0.0465	0.6140	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	6.30	6.00	6.00	6.00	5.50	5.30	6.00	5.50	5.70	5.90	5.14	4.918
RO9	0.0741	0.3089	0.6092	3.00	3.50	3.30	3.00	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.70	3.88	5.00	4.50	4.02	3.879
TOP	0.0679	0.0736	0.5113	4.00	4.00	4.70	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	4.70	5.00	4.70	4.90	4.65	4.589
IOg	0.0639	0.0306	0.4529	4.30	6.00	6.00	4.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.30	6.00	5.00	5.70	5.70	5.43	5.435
abrv	a4coor	a4cos2	a4cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

Axe 4 : étoiles les plus négatives

(i. e. dont Piazzi ou Bradley donnent une sur-estimation de l'éclat)

abrv	a4coor	a4cos2	a4cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86
ET+	-0.1490	0.4461	2.4647	3.70	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.50	6.30	4.30	4.20	4.30	4.60	4.03	3.897
EPd	-0.1298	0.5041	1.8725	4.00	3.70	3.30	4.00	3.00	3.30	3.00	3.00	5.50	5.50	5.50	4.00	3.80	3.70	4.40	3.99	3.841
PHh	-0.1261	0.4898	1.7646	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	4.00	3.80	4.00	4.00	4.26	4.246
GA)	-0.1228	0.6434	1.6738	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	3.70	4.00	4.00	3.70	3.93	3.830
KIh	-0.1087	0.2846	1.3123	4.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	6.00	4.30	4.30	4.70	4.70	4.61	4.617
GA!	-0.1063	0.2205	1.2539	3.70	3.30	3.30	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	4.50	4.50	3.00	3.00	3.00	3.30	3.33	2.990
TO1	-0.0958	0.2179	1.0202	5.00	4.50	4.70	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	4.00	4.20	4.00	4.50	4.70	4.510
LAp	-0.0927	0.3996	0.9537	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	4.30	4.20	4.30	4.60	4.33	4.285
IOx	-0.0869	0.2676	0.8381	4.00	3.70	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.50	4.00	4.20	4.00	4.30	4.28	4.276
AL5	-0.0853	0.3621	0.8079	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.30	4.00	4.20	4.27	4.241
OGd	-0.0816	0.0857	0.7391	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.80	5.00	5.10	4.87	4.790
50R	-0.0791	0.2376	0.6954	4.00	4.30	4.30	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	4.00	4.51	4.00	4.70	4.59	4.507
GA4	-0.0770	0.0308	0.6588	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.50	3.00	3.00	2.30	2.10	2.30	2.70	1.93	1.930
PHd	-0.0769	0.3137	0.6562	3.70	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	6.00	5.50	4.30	4.70	4.30	4.30	4.24	4.215
PIY	-0.0766	0.1682	0.6512	4.00	3.70	3.70	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.30	3.00	2.89	3.00	3.10	3.02	2.894
abrv	a4coor	a4cos2	a4cont	ptol	sufi	ulug	alph	lohs	tych	baye	heve	flst	brad	piaz	arge	bdur	heis	cfla	rhap	ubv86

La figure F.3.2.9 donne en deux parties, pour le côté négatif et pour le côté positif, l'allure des courbes de lumière des 5 premières étoiles de cet axe.



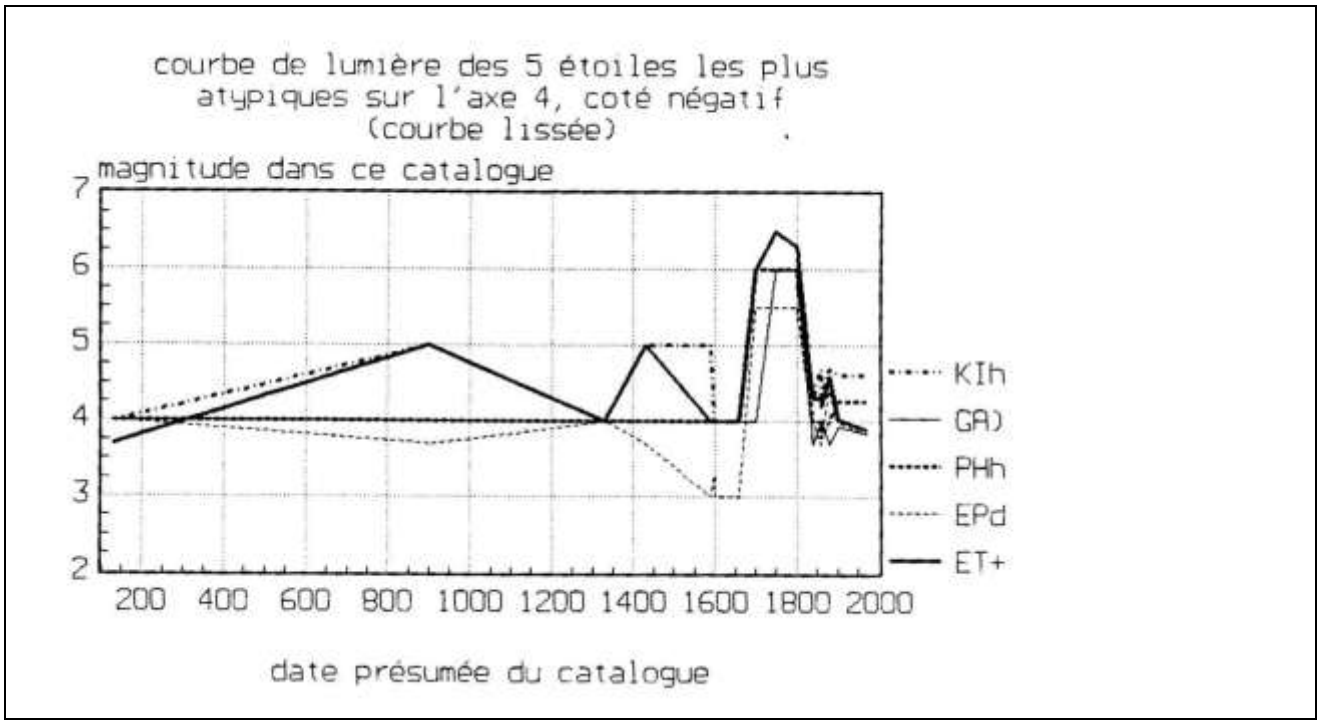


Figure F.3.2.9.
allure des courbes de lumières des étoiles atypiques de l'axe 4
première série : étoiles côté positif,
deuxième série : étoiles côté négatif.

On pourrait continuer sur les autres axes à donner les étoiles les plus extrêmes. En fait, on voit bien que nous n'avons pas beaucoup progressé par rapport à Flammarion, en adoptant ce type de codage. Nous ne pouvons signaler, tout comme lui à la fin du siècle dernier, que "les étoiles paraissant avoir varié d'éclat". Tout au plus avons-nous une méthode pour ne pas en oublier, et pour les hiérarchiser, en tentant globalement compte des caractéristiques qui écarte chaque observateur du comportement moyen, puisque le nuage est automatiquement centré.

Pour visualiser les informations liées à l'axe 5 sans trop prendre de place, nous donnons l'allure des courbes de lumière des étoiles extrêmes de l'axe 5, sur la figure F.3.2.8

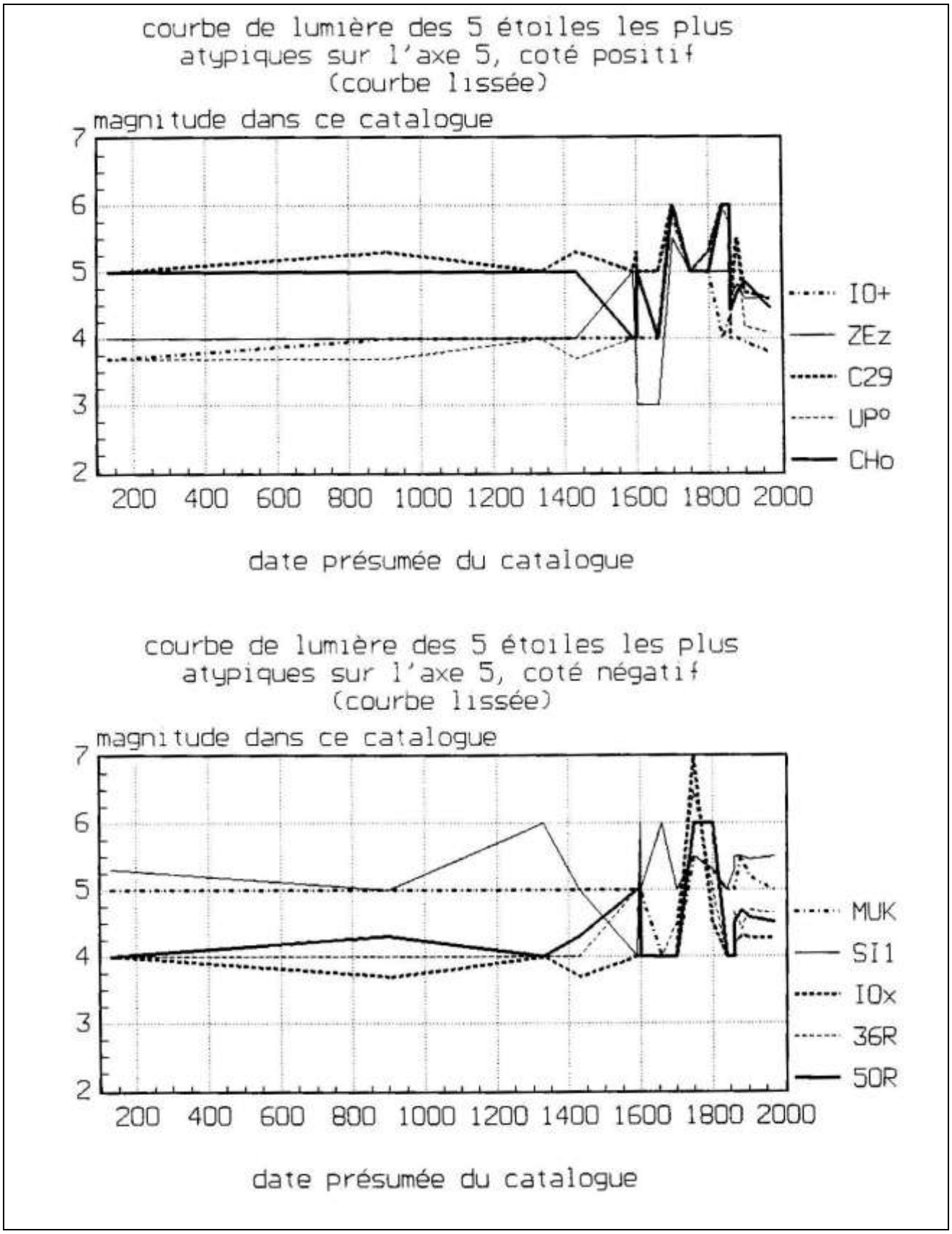


Figure F.3.2.7.
allure des courbes de lumière des étoiles atypiques de l'axe 5
première série : étoiles côté positif,
deuxième série : étoiles côté négatif.

3.2.5.
L'interprétation de l'analyse

En poursuivant la réflexion précédente, nous voyons que nous tirons principalement de cette analyse des listes raisonnées d'étoiles atypiques, et peu d'éléments sur les signatures des causes. Nous avons simplement vu ressortir quelques modalités, significatives de problème du corpus, et très peu de données physiques.

En réalité,l'intérêt principal de cette analyse est de nous confirmer ce que nous avions vu avec le tableau de Flammarion. Il est logique que l'amélioration des données ne change pas les résultats de ce type d'analyse. Son principal enseignement est toujours de mettre en évidence des effets des codages, qui sont comme nous l'avons déjà dit très importants devant l'information susceptible de nous intéresser dans notre étude de VTLP.

Dans les deux chapitres qui suivent, nous allons utiliser des méthodes qui vont respecter les codages des observateurs. Nous sommes en droit d'en attendre des résultats plus fins.

Chapitre 3.3. L'analyse des écarts aux valeurs attendues

3.3.1. Le tableau des écarts aux valeurs attendues

3.3.1.1. Principe du codage

Nous avons déjà abondamment parlé de ce codage. Nous considérons le tableau comme un tableau d'indicateurs qualitatifs.

Chaque catalogue K(i) est considéré comme donnant une valeur de magnitude dans un ensemble fini P(i) de valeurs possibles pour la notation de la magnitude (cela est naturellement vrai pour les anciens et les premiers modernes, nous allons l'étendre aux contemporains) :

P(i) = {M1(i), ... , Mj(i), ... Mmax(i)(i)}

Pour chaque astre, on note si la valeur Mj(i) indiquée est celle qui est attendue (i.e. la plus proche) dans le système de codage P(i) de l'observateur. On peut effectuer ce travail avec une résolution plus ou moins grande et une dynamique plus ou moins étendue.

On peut simplement noter, en 3 modalités par observateur, :

- valeur notée plus faible qu'attendue,
- valeur attendue,
- valeur notée plus forte qu'attendue.

On peut aussi envisager un codage plus fin, par exemple en 5 modalités par observateur, ou même un codage variable selon les observateurs.

Il est à noter que ce codage se fonde sur une hypothèse implicite de linéarité partielle : nous supposons ici que le fait que l'éclat soit écarté de p modalités de l'éclat attendu, dans le système de codage de l'observateur, peut être traité de manière équivalente quelque soit la magnitude de l'astre. Bien-sûr, cette hypothèse de linéarité est moins contraignante que celle du codage quantitatif dédoublé, qui suppose, elle, qu'il y a une relation quantitative entre tous les écarts.

3.3.1.2. Choix du codage optimum

La question qu'il faut se poser à ce stade est la suivante :

Quelle méthode permet de trouver le codage optimum parmi les multiples possibilités du codage aux valeurs attendues ?

Précisons les critères, contradictoires d'ailleurs, qui peuvent nous amener à choisir un Codage en Ecarts aux Valeurs Attendues[131] plus qu'un autre :

- respect maximum de l'information :

Avant tout, il faut exprimer dans les diverses modalités que l'on choisit la plus grande partie de l'information contenue dans le tableau. Cela signifie a priori que la dynamique du CEVA choisi ne doit pas éliminer les valeurs très écartées de la valeur attendue.

- concentration maximum de l'information :

D'autre part, il ne faut pas trop multiplier les axes, pour éviter de créer un taux moyen d'information par axe trop petit,

- effectifs minimum par modalité :

Il faut prendre garde à ne pas créer des modalités qui ne seront vérifiées que pour une ou deux étoiles, afin de ne pas créer trop de "cas particuliers", i. e. des modalités qui présentent des caractéristiques particulières dues au fait que ce sont les caractéristiques de l'unique étoile associée, et non pas d'une sous-famille d'étoiles, assez nombreuses pour que les individualités soit moyennées ; bien sûr, les modalités dominées par des cas particuliers pourront être placées en éléments supplémentaires, mais cela ne constitue pas une solution bien satisfaisante.

- équilibre des effectifs des modalités

Prolongement du critère précédent, il faudrait dans la mesure du possible se rapprocher d'un découpage à effectif constant, pour donner des poids comparables aux différents sous-groupes. Bien entendu, comme il s'agit d'un système déjà qualitatif pour les anciens et les modernes, on ne peut pas rentrer dans un découpage en classe d'effectif constant, car, au sens premier du terme, une telle opération nécessite une valeur quantitative. On peut tout de même chercher à équilibrer les modalités par regroupement de classes.

- linéarité du codage

Il faudrait pouvoir au mieux coller à la pseudo-hypothèse de linéarité dont nous avons parlé plus haut, c'est-à-dire mettre en place un codage pour lequel "faux d'une modalité" a la même signification quelque soit l'écart de magnitude en cause.

3.3.1.3. Quelles sont les valeurs utilisées ?

Afin de choisir la meilleure stratégie de CEVA, regardons quels sont les effectifs des modalités utilisées par ces observateurs. On pourra aussi sur ce

[131] nous désignerons ce type codage dans la suite par le sigle CEVA pour ne pas trop alourdir le texte.

point se reporter à l'annexe de la partie 1, qui présente les diagrammes d'étalonnage deux à deux des catalogues.

Les catalogues contemporains et les derniers catalogues modernes (Flammarion en particulier) notent des magnitudes au dixième, voire au centième de magnitude. Le CEVA ne s'applique de manière optimum qu'aux mesures des anciens et des premiers modernes (au sens de notre partie 2).

La plupart de ceux-ci (Ptolémée, Sufi, Ulugh Beigh, Tycho Brahé, Hévélius) ont une résolution intermédiaire entre 1/3 de magnitude et 1 magnitude : cela signifie qu'ils ont noté en général par valeur entière, mais plus rarement des valeurs au tiers de magnitude. Le tableau T.3.3.1. donne idée de l'ampleur du problème.

Valeur	PT	SU	AL	UG	LO	TK	HV	FS	BR	PZ	AR	HS	CA
1.00	9	10	4	10	14	9	11	13	11	12	12	8	8
1.30	2	1		1		3					3	5	5
1.50									4	3			
1.70	3	1		1		5		2				3	3
2.00	21	20	19	24	32	29	41	41	26	17	18	27	28
2.25									1	1			
2.30	6	6		2		6					16	20	21
2.50								2	9	19	3		
2.70	8	10		10		11		1				16	17
2.75									3				
3.00	135	72	160	82	151	107	153	137	111	69	73	60	53
3.30	22	83		79		28		3			48	64	69
3.50		7						3	27	58	9	3	1
3.70	74	57		52		16		1				52	43
3.75									6				
4.00	286	218	360	223	97	225	282	282	207	134	140	117	121
4.25									4				
4.30	17	58		63		36		1			78	81	81
4.50		7					1	1	42	91	21		
4.70	7	18		18		23		1				80	88
4.75									6				
5.00	149	120	142	124	4	130	196	199	183	174	188	139	119
5.25									1				
5.30		36		38		17		2			79	31	51
5.50		4							19	87	11		
5.70		3		1		9						26	43
5.75									6				
6.00	38	48	38	49		71	94	89	115	89	83	51	35
6.30		4		5		14					7		
6.50									4	7			
6.70	9		8										
7.00										2			
manquant	6	8	30	9	494	53	14	13	6	9	3	5	
Valeur	PT	SU	AL	UG	LO	TK	HV	FS	BR	PZ	AR	HS	CA

Tableau T.3.3.1.
histogramme des principales modalités utilisées par les catalogues anciens et modernes.
Dans ce tableau, Flammarion est donné pour mémoire, puisqu'il codait en 1/10 de magnitude.

Peut-on considérer les valeurs notées au 1/3 de magnitude comme de l'information fiable ? Si oui de quelle nature ? Peut-être que nos observateurs notaient ces valeurs uniquement quand ils hésitaient vraiment trop, ce qui correspondrait à des modalités de moins grande largeur, donc de moins grand peuplement. Rappelons qu'en fait, la plupart notaient par exemple "4.5" pour signifier "entre 4 et 5, plus près de 4" et "5.4" pour entre "4 et 5 plus près de 5", ce que nous avons traduit respectivement par "4.3" et "4.7". Tycho, quant à lui, notait "4." pour plus de 4, et moins que 5 et "4.." beaucoup plus que 4, mais moins de 5, (cf 2.3.3.) que nous avons aussi respectivement noté "4.3" et "4.7".

Nous ne pouvons donc pas ignorer qu'un codage brutal en 1/3 risque de créer un biais analogue à celui de l'effet de partie fractionnaire rencontré en partie 1. : les étoiles qui devraient naturellement être codées 0.33 ou 0.66 vont être sur-représentées respectivement dans les catégories sur-estimées d'un 1/3 de magnitude ou sous-estimées d'un 1/3.

Dans ces conditions, on pourrait modifier la linéarité des valeurs attendues, en prenant les écarts des valeurs inversement proportionnels aux effectifs du tableau T.3.3.1., c'est-à-dire de façon à ce que : (dE/dm)*dm = constante. On rendrait ainsi la courbe des effectifs plate ; il faudrait alors prendre garde à bien positionner les magnitudes des centres des classes. On pourrait faire ce travail éclat par éclat, ou alors plus globalement en introduisant deux corrections seulement : une pour toutes les parties fractionnaires actuellement notées 0.3 et une autre pour toutes les 0.6. On partirait alors des effectifs moyens, pour ces parties fractionnaires.

Un problème analogue se pose pour Bradley et Piazzi qui ont utilisé un codage en demi-magnitude. Là aussi, les effectifs des valeurs non entières sont très déséquilibrés. La discussion précédente reste valable, avec la réserve qu'il ne s'agit plus de la position du centre et de la largeur des intervalles, mais simplement de leur largeur.

Nous n'avons pas choisi cette méthode d'adaptation spécifique des valeurs attendues, et ce pour deux raisons :

- nous avons préféré garder un système unique de modalités pour tous les catalogues,
- le déséquilibrage des centres des modalités et des largeurs des intervalles s'adapte très mal avec l'hypothèse de linéarité des écarts dont nous avons parlé plus haut.

Nous avons par contre toléré une marge de sécurité autour des limites de modalité. En effet, il est significatif d'avoir un écart d'une modalité lorsqu'un observateur a noté de grandeur 3.3 une étoile qui est attendue actuellement à 3.03 ; par contre, le fait d'avoir noté 3.3 pour une étoile attendue à 3.14 l'est beaucoup moins.

Nous avons choisi de considérer qu'il fallait que le codage soit faux de plus d'1/10 de la largeur de l'intervalle pour que cet écart soit noté significatif. Ce choix d'une tolérance de 1/10 est arbitraire. En toute rigueur, il faudrait trouver une stratégie d'estimation de cette valeur, à partir des effectifs des écarts. Compte-tenu du nombre d'éléments indéterminés, un tel travail relèverait plus de la justification a posteriori que de la réelle argumentation crédible.

Pour rester parfaitement rigoureux, cette introduction d'une tolérance ne résoud pas les problèmes de largeur de classe ; elle les atténue.

Il ressort de tout cela que le concept de valeur attendue est bien difficile à appliquer concrètement. Nous avons, pour l'instant, simplifié le problème en considérant que nos observateurs ont codé avec un système homogène de modalités, dont la résolution est décrite dans le tableau T.3.3.2.

catalogue		réso-lution	pas adopté finalement
Ptolémée	PT	1/3	tiers
Abd Al Rahmam Al Sufi	SU	1/3	tiers
Tables Alphonsines	AL	1/1	entier
Ulugh Beigh	UG	1/3	tiers
Landgrave de Hesse	LO	1/1	entier
Tycho Brahé	TK	1/3	tiers
Bayer	BY	1/1	entier
Hévélius	HV	1/1	entier
Flamsteed	FS	1/1	entier
Bradley	BR	1/2	demi
Piazzi	PZ	1/2	demi
Argelander	AR	1/3	tiers
Bonner Durchmuster.	BD	1/10	cinquième
Heis	HS	1/10	cinquième
Flammarion	CA	1/10	cinquième
Revised Harvard Phot	HD	1/100	sans objet
Mermilliod UBV86	JM	1/100	cinquième

Tableau T.3.3.1.
résolution en magnitude des catalogues.
la dernière colonne donne les pas qui seront adoptés dans le codage des écarts aux valeurs attendues

3.3.2. Le codage utilisé

3.3.2.1. Les modalités standard

Compte tenu des données et des critères de comparaison de l'efficacité des codages, nous avons adopté les cinq modalités suivantes, pour tous les catalogues :

```
modalité 1 : Eclat sur-estimé de plus d'une modalité,
                  (de plus d'une fois le pas)
modalité 2 : Eclat sur-estimé d'une modalité,
                  (d'une fois le pas)
modalité 3 : Eclat correctement arrondi à la bonne modalité,
modalité 4 : Eclat sous-estimé d'une modalité,
                  (d'une fois le pas adopté)
modalité 5 : Eclat sous-estimé de plus d'une modalité,
                  (de plus d'une fois le pas adopté)

avec la tolérance de 1/10 explicitée plus haut.
```

De plus, nous avons considéré les codages des observateurs comme linéaires avec un pas correspondant aux valeurs données dans la dernière colonne du tableau T.3.3.2. Il faut bien voir que nous avons choisi une solution parmi d'autres : nous aurions pu prévoir un nombre variable de modalités par observateur, dans l'idée d'avoir une dynamique quantitative constante en magnitude.

3.3.2.2.Choix des pas pour la modélisation des codages

Pour la plupart des catalogues anciens et modernes, le pas adopté correspond à la résolution (à la remarque concernant les valeurs non-entières près), comme on peut le constater dans le tableau T.3.3.2. Par contre pour les catalogues contemporains et pour Camille Flammarion, un problème apparaît à cause de leurs trop grandes résolutions.

Pour ces catalogues, si l'on adaptait la définition des modalités au codage, on devrait avoir des modalités correspondant à des écarts au 1/10 voire au 1/100 (il ne s'agit plus là d'un codage discontinu).

Pour des raisons de limite en nombres de colonnes, et en effectif minimum pour que les colonnes soient significatives, il faut se restreindre, et accepter de perdre de l'information. De toute façon, l'étude des "inconsistencies" de Mermilliod, montre que cette information n'est pas si significative que l'on aurait espéré pour notre problème de VTLP, puisqu'il n'y a, parmi nos 792 étoiles, que 9 qui sont notées comme ayant plus de 0.2 magnitude d'amplitude entre les différentes séries d'UBV. Evidamment, on passe peut-être à côté de différences fines à étudier entre la BD, la RHP et les UBV, mais c'est le seul moyen d'avoir un nombre de colonnes raisonnable.

Concrètement, nous avons choisi de nous limiter et de prendre un pas d'un cinquième de magnitude pour ces catalogues.

3.3.2.3.D'autres codages possibles pour l'écart aux valeurs attendues

Dans les deux paragraphes précédents, nous avons fait beaucoup de choix. Il faut bien voir qu'il y a énormément de CEVA différents possibles, selon que l'on choisit :

- largeur constante de chaque modalité ou non,
- linéarité des centres des intervalles ou non,
- égalité des largeurs des intervalles ou non,
- dynamique totale constante ou nombre constant d'intervalles,
- mise en place d'un coefficient de tolérance ou non.

Le choix du codage que nous avons fait correspond à un des possibles. Dans les délais impartis, nous n'avons pu essayer les autres possibilités. Il serait intéressant de vérifier par l'expérience que les autres codages donnent des résultats similaires à ce que nous allons voir à partir de celui-là.

Nous pouvons déjà nous douter que le codage que nous avons choisi va écraser les grands écarts. Comme nous avons une dynamique de 2 pas autour de la valeur attendue, les mesures très éloignées de cette valeur ne seront pas distinguées de celles qui le sont de deux seulement. Cela signifie que la vision que nous

aurons des étoiles remarquables sera différente de l'analyse quantitative dédoublée. Par cette dernière, nous avons eu une vision des étoiles les plus atypiques. Là, nous aurons plutôt une idée des étoiles qui ont été souvent écartées de la valeur attendue, d'une manière comparable entre elles. Ce n'est plus l'amplitude qui est le critère, mais le nombre de fois où l'étoile n'était pas à la valeur attendue.

3.3.2.4.Utilisation des données d'Herschel

En ce qui concerne les données de Sir William Herschel, comme nous l'avons signalé en 2.4.4., on peut envisager de mettre en place un re-codage adapté à chaque stratégie d'analyse.

Dans l'analyse précédente, il paraissait artificiel d'introduire les données d'Herschel, parce qu'il est clair que l'analyse est dominée par des effets des codages quantitatifs ; or la particularité des données d'Herschel est de ne pas être affectées de ce type d'effet.

Dans ce cas du codage par rapport aux valeurs attendues, il s'agit d'arriver à une mise en forme de l'information compatible avec le codage en 3 ou 5 modalités que nous avons mis en place pour les autres séries de mesures.

Le gros problème des données d'Herschel, comme le lecteur l'aura compris (cf chapitre 2.4.5.), c'est la trop grande richesse de l'information. Le plus astucieux eût été de trouver un moyen d'étendre le codage par l'écart aux valeurs attendues au mode de codage d'Herschel. Hélas les données sont beaucoup trop auto-contradictoires pour permettre cela : il y a pratiquement toujours écart à la valeur attendue, au moins d'une partie des estimations. Faute de méthode très fine pour tirer profit de la totalité de cette information, nous avons pris la solution de calculer étoile par étoile l'écart d'une magnitude moyenne issue des estimations à la valeur attendue. Cette stratégie, dont nous savons bien qu'elle est réductrice, permet de traiter Herschel comme n'importe quel observateur dans notre codage. Le lecteur comprendra qu'il ne s'agit que d'un intermédiaire de calcul, et que ce n'est pas équivalent à introduire une fausse magnitude d'Herschel dans une analyse quantitative.

Pour cela nous avons pris les magnitudes issues de la réduction d'Herschel publiée dans les Harvard Annals volume XXIII[132]. En fait, dans cette publication, sont données deux listes de magnitudes, dont l'une est issue d'un précédent travail dans le volume XIV[133]. La première liste donne des magnitudes calculées en utilisant en référence de magnitude la Harvard Photometry. La magnitude donnée pour chaque étoile est la moyenne des magnitudes attribuées par chaque estimation d'Herschel. Ce sont les valeurs de magnitude données dans cette liste que nous avons utilisées pour déterminer nos écarts à la valeur attendue.

La deuxième liste publiée dans le volume XXIII correspondait en quelque sorte à une seconde itération. Les magnitudes déterminées sont réinjectées pour calculer une meilleure magnitude. Nous avons choisi d'utiliser la première série, en partant du raisonnement que nous cherchons les écarts à la stabilité. Il n'y a donc pas lieu de chercher à faire coller les estimations entre elles pour modifier globalement notre image du ciel. Nous cherchons plutôt une variation exceptionnelle d'un petit nombre d'étoiles.

---

[132] Pickering. E. et al. Observations of Sir William Herschel in <Harvard Annals, vol XXIII, chap. 9> ; Harvard,
[133] Pickering E. et al. <Harvard Annals vol XIV> ; Harvard.

Pour rester homogène avec les autres codages, nous avons défini 5 modalités, en accordant à Herschel un pas (au sens du sous-paragraphe précédent) de 0.33, ce qui correspond à la résolution que l'on peut attendre au vu de la dispersion de la courbe F.2.4.1.

3.3.2.5.
La magnitude de référence pour les écarts

Dernier problème, et non des moindres, quelle magnitude choisir pour calculer les écarts à la valeur attendue ? Nous avons hésité entre les différentes magnitudes contemporaines, puis avons conclu les points suivants :

- peu importe la date de référence de la magnitude employée : ce qui compte, c'est de mettre en évidence des écarts. Le plus important est la résolution de cette magnitude, son exhaustivité et son homogénéité. Cela nous laissait le choix entre la RHP et la magnitude Mermilliod. Nous avons quelques données manquantes pour Mermilliod. Nous avons donc pris la RHP (toujours avec les valeurs publiées dans le Henri Drapper Catalogue).

3.3.3.
Le tableau analysé dans le codage par les écarts aux valeurs attendues

3.3.3.1. Les colonnes retenues

Au total, nous avons donc les 5 fois 17 colonnes présentées dans le tableau T.3.3.2. pour les écarts aux valeurs attendues.

catalogue	sigle XX	centre des modalités XXN	XXM	XXE	XXP	XXQ
Ptolémée	PT	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Abd Al Rahmam Al Sufi	SU	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Tables Alphonsines	AL	-2.00	-1.00	0.00	+1.00	+2.00
Ulugh Beigh	UG	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Landgrave de Hesse	LO	-2.00	-1.00	0.00	+1.00	+2.00
Tycho Brahé	TK	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Bayer	BY	-2.00	-1.00	0.00	+1.00	+2.00
Hévélius	HV	-2.00	-1.00	0.00	+1.00	+2.00
Flamsteed	FS	-2.00	-1.00	0.00	+1.00	+2.00
Bradley	BR	-1.00	-0.50	0.00	+0.50	+1.00
Sir William Herschel	WH	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Piazzi	PZ	-1.00	-0.50	0.00	+0.50	+1.00
Argelander	AR	-0.66	-0.33	0.00	+0.33	+0.66
Bonner Durchmuster.	BD	-0.40	-0.20	0.00	+0.20	+0.40
Heis	HS	-1.00	-0.50	0.00	+0.50	+1.00
Flammarion	CA	-0.40	-0.20	0.00	+0.20	+0.40
Revised Harvard Phot	HD	sans objet				
Mermilliod UBV86	JM	-0.40	-0.20	0.00	+0.20	+0.40

Tableau T.3.3.2.
modalités retenues pour les écarts aux valeurs attendues

A partir de maintenant, nous utiliserons, pour le catalogue xx, les notations suivantes :

xxN correspond à une sous-estimation de la magnitude d'au moins 2 modalités (sur-estimation de l'éclat),
xxM correspond à une sous-estimation de la magnitude de 1 modalité,
xxE correspond à une bonne estimation de la magnitude,
xxP correspond à une sur-estimation de la magnitude de 1 modalité,
xxQ correspond à une sur-estimation de la magnitude d'au moins 2 modalités.

3.3.3.2. Les effectifs des modalités

Une fois ces modalités créées, nous avons regardé leurs effectifs, pour éviter d'avoir des classes d'effectif nul, ou même simplement trop faible, ce qui donnerait une importance démesurée à des comportements atypiques.

Nous avons donc analysé les données présentées dans le tableau T.3.3.3., supprimé les colonnes d'effectif nul et placé en éléments supplémentaires celles d'effectif trop faible (données soulignées dans le tableau T.3.3.3.)

	écart -2 modalités	écart -1 modalité	modalité attendue	écart +1 modalité	écart +2 modalités
xx	xxN	xxM	xxE	xxP	xxQ
PT	195	170	164	97	80
SU	127	154	207	127	91
UG	117	165	207	127	90
AL	12	158	458	74	4
LO	8	80	598	20	0
TK	125	132	163	130	156
BY	5	115	449	132	5
HV	5	105	469	122	5
BR	17	77	263	224	125
FS	(2) ->	72	452	171	9
WH	30	98	386	153	39
PZ	20	97	266	216	107
AR	58	137	298	144	69
HS	50	137	297	153	69
BD	60	169	251	83	143
CA	192	160	215	89	50
JM	8	291	393	13 <--	(1)

Tableau T.3.3.3.
effectifs des différentes modalités du CEVA retenu.
(les données soulignées ont été placées en éléments supplémentaires,
les données entre parenthèses ont été agrégées aux classes voisines).

3.3.3.3. Le tableau des co-occurrences

Avant de regarder les résultats de l'AFC du tableau des écarts aux valeurs attendues, on peut regarder les effectifs des co-occurences des différentes

modalités. Le tableau T.3.3.4. dit tableau de Burt, donne pour chaque couple xxi et yyj le nombre d'étoiles vérifiant simultanément la modalité xxi et yyj.

On comprend qu'un tel tableau (dont nous ne donnons ici que quelques extraits et dont la totalité est présentée en annexe A3.BURT) comporte des sous-blocs diagonaux (en l'occurence les croisements xxi avec xxj).

Il comporte aussi des sous-blocs presque diagonaux, quand on croise les 5 modalité d'un catalogue avec celles d'un autre catalogue "proche". Cela signifie simplement que les étoiles écartées dans un sens de la modalité centrale xxe le sont aussi en majorité pour un autre catalogue "proche". Dans les quelques sous-bandes que nous donnons ci-dessous, on voit que les blocs PTxPT, SUxSU et UGxUG sont parfaitement diagonaux (par construction), et quils vérifient bien les valeurs données dans le tableau T.3.3.3. pour les effectifs de chaque modalité (en toute rigueur, il faut préciser que tous ces tableaux d'effectifs ont été donnés pour les 706 étoiles placées en éléments principaux, à l'exception des éléments supplémentaires).

sous-bande PT x PT,UG,SU
(on voit bien la partie diagonale correspondant à PTxPT, qui confirme les effectifs du tableau T.3.3.3.)

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
PTn	195	0	0	0	0	116	43	25	8	3	113	47	23	10	2
PTm	0	170	0	0	0	7	102	43	5	13	4	104	43	7	12
PTe	0	0	164	0	0	1	7	124	26	6	0	9	123	25	7
PTp	0	0	0	97	0	2	1	11	74	9	0	3	11	74	9
PTq	0	0	0	0	80	1	1	4	14	60	0	2	7	11	60

sous-bande UG x PT,UG,SU
(on voit bien la partie diagonale correspondant à UGxUG, qui confirme les effectifs du tableau T.3.3.3.)

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
UGn	116	7	1	2	1	127	0	0	0	0	114	8	2	2	1
UGm	43	102	7	1	1	0	154	0	0	0	2	148	2	2	0
UGe	25	43	124	11	4	0	0	207	0	0	1	6	195	3	2
UGp	8	5	26	74	14	0	0	0	127	0	0	1	4	118	4
UGq	3	13	6	9	60	0	0	0	0	91	0	2	4	2	83

sous-bande SU x PT,UG,SU
(on voit bien la partie diagonale correspondant à SUxSU, qui confirme les effectifs du tableau T.3.3.3.)

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
SUn	113	4	0	0	0	114	2	1	0	0	117	0	0	0	0
SUm	47	104	9	3	2	8	148	6	1	2	0	165	0	0	0
SUe	23	43	123	11	7	2	2	195	4	4	0	0	207	0	0
SUp	10	7	25	74	11	2	2	3	118	2	0	0	0	127	0
SUq	2	12	7	9	60	1	0	2	4	83	0	0	0	0	90

sous-bande AL x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
ALn	12	0	0	0	0	7	3	2	0	0	7	3	2	0	0
ALm	144	8	6	0	0	94	29	24	9	2	90	34	21	11	2
ALe	39	160	155	86	18	26	119	176	98	39	20	125	177	97	39
ALp	0	1	2	11	60	0	2	5	18	49	0	2	7	17	48
ALq	0	1	1	0	2	0	1	0	2	1	0	1	0	2	1

sous-bande LO x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
LOn	6	1	0	1	0	5	1	2	0	0	5	1	2	0	0
LOm	49	8	13	9	1	33	15	20	9	3	30	20	18	9	3
LOe	140	159	151	84	64	89	137	184	113	75	82	143	185	114	74
LOp	0	2	0	3	15	0	1	1	5	13	0	1	2	4	13

sous-bande TK x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
TKn	77	14	19	12	3	61	21	24	15	4	54	25	25	18	3
TKm	27	75	12	9	9	8	62	41	10	11	8	62	39	11	12
TKe	42	26	80	5	10	29	24	71	23	16	28	25	73	23	14
TKp	33	8	26	51	12	21	13	36	50	10	20	14	37	50	9
TKq	16	47	27	20	46	8	34	35	29	50	7	39	33	25	52

sous-bande BY x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
BYn	3	1	1	0	0	3	1	1	0	0	3	1	1	0	0
BYm	76	12	15	9	3	55	21	24	10	5	49	24	22	15	5
BYe	104	121	115	75	34	62	107	147	90	43	59	112	151	86	41
BYp	12	34	33	11	42	7	23	35	25	42	6	26	33	24	43
BYq	0	2	0	2	1	0	2	0	2	1	0	2	0	2	1

sous-bande HV x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
HVn	4	1	0	0	0	4	1	0	0	0	4	1	0	0	0
HVm	66	7	18	11	3	44	21	24	12	4	38	24	24	15	4
HVe	112	126	115	77	39	72	106	149	96	46	69	111	151	93	45
HVp	13	34	30	8	37	7	24	33	18	40	6	27	31	18	40
HVq	0	2	1	1	1	0	2	1	1	1	0	2	1	1	1

sous-bande BR x PT,UG,SU

	PTn	PTm	PTe	PTp	PTq	UGn	UGm	UGe	UGp	UGq	SUn	SUm	SUe	SUp	SUq
BRn	8	2	5	2	0	5	4	6	2	0	4	4	6	3	0
BRm	30	21	14	6	6	19	23	20	8	7	16	25	24	7	5
BRe	69	62	69	35	28	39	61	76	49	38	35	64	76	53	35
BRp	55	61	41	34	33	39	43	72	39	31	38	48	68	38	32
BRq	33	24	35	20	13	25	23	33	29	15	24	24	33	26	18

Tableau T.3.3.4.
Sous-bandes du tableau de Burt des co-occurrences des modalités de l'AFC des écarts aux valeurs attendues (effectifs des étoiles principales).

3.3.3.4. Quels résultats attendre ?

L'intérêt de regarder le tableau de Burt avant d'étudier les résultats de l'AFC des écarts aux valeurs attendues est de bien comprendre le type de résultats que nous allons pouvoir déduire de l'analyse.

Nous allons en quelque sorte chercher les modalités dont les profils se ressemblent le plus, et les étoiles qui sont les plus responsables de ces ressemblances. Quand on voit dans le tableau de Burt que les sous-blocs sont relativement diagonaux, au moins entre les catalogues anciens, cela signifie

qu'un nombre important de mêmes étoiles ont été notées xxN pour tous les anciens ; de même pour les autres modalités xxM, xxE, xxP, xxQ qui correspondent globalement aux mêmes sous-populations quelque soit les observateurs en cause. (comme une mémoire de l'écart, due à des variations très lentes ou au biais de fixité ?). Ce que l'analyse des écarts aux valeurs attendues va nous montrer, c'est la nature et l'importance de cet effet : y-a-t-il mémoire des écarts ? Quelle est l'importance de cette mémoire ? Jusqu'où s'étend-elle ?

3.3.3.5.Les indices et les éléments supplémentaires

3.3.3.5.1. Les indices en colonnes supplémentaires

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que des colonnes principales de l'analyse. Bien sûr, nous avons placé les indices de signature des causes en colonnes supplémentaires, pour voir si les astres qui sont responsables des axes factoriels correspondent à des valeurs particulières de ces indices. En toute rigueur, nous aurions dû placer une colonne supplémentaire par modalité possible pour chacun de ces indices, comme nous l'avions fait pour les lignes supplémentaires, correpondant aux centres de gravité des familles d'étoiles affectées de ces modalités dans l'AFC quantitative dédoublée.

3.3.3.5.2. Limite en nombre des colonnes supplémentaires

En fait, le gestionnaire de base de données que nous utilisons pour la gestion des catalogues est limité à 127 colonnes. Nous avons donc une contrainte de nombre de modalités possibles. Comme nous utilisons déjà 83 colonnes pour les modalités d'écarts aux valeurs attendues, il ne nous reste qu'une cinquantaine de colonnes pour les modalités des indices. Par ailleurs, il faut voir qu'il n'est pas très intéressant de regarder les modalités "presque toujours vérifiées" (effectif > 500) . On se doute que ces modalités auront des coordonnées factorielles peu différentes du centre de gravité du nuage de point (i.e. quasi-nulles). De même, les modalités très rares (effectif <10) risquent d'être affectées d'effets aléatoires dus aux particularités de quelques étoiles non significatives (nous avons déjà parlé de ce risque plus haut).

En raison de ces trois éléments, nous nous sommes limité aux modalités suivantes pour les indices de signature :

3.3.3.5.3. Le type spectral

Le tableau T.3.3.5. donne les modalités utilisées pour les types spectraux, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
type B	SPB	166
type A	SPA	172
type F	SPF	91
type G	SPG	106
type K	SPK	143
type M	SPM	38

Tableau T.3.3.5.1.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour le type spectral

3.3.3.5.4. La déclinaison de l'étoile

Le tableau T.3.3.5.2. donne les modalités utilisées pour la déclinaison de l'étoile, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
supérieure à -10°	DK0	529
entre -20° et - 10°	DK1	99
inférieure à -20°	DK2	69

Tableau T.3.3.5.2.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour la déclinaison de l'étoile

3.3.3.5.5. Les éventuels indices spectraux

Le tableau T.3.3.5.3. donne les modalités utilisées pour les éventuels indices spectraux, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
raies d'émission	SIE	28
raies du Fer	SIF	9
raies métalliques	SIM	16
spectre "particulier"	SIP	40
	SIS	7
raies variables	SIV	14

Tableau T.3.3.5.3.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour les éventuels indices spectraux

3.3.3.5.6. Les éventuels problèmes d'intégration de doubles

Le tableau T.3.3.5.4. donne les modalités utilisées pour les éventuels problèmes d'intégration, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité de l'indice ID	symbole	effectif
ID1 ou ID2 ou ID3	ID1	16
ID4	ID4	10

Tableau T.3.3.5.4.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour les éventuels indices de problèmes d'intégration

3.3.3.5.7. La latitude galactique

Le tableau T.3.3.5.5. donne les modalités utilisées pour la latitude galactique des étoiles, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
distance à l'équateur <5°	LG0	83
distance entre 5° et 15°	LG1	71

Tableau T.3.3.5.5.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour la latitude galactique

3.3.3.5.8. La parallaxe et la vitesse radiale

Le tableau T.3.3.5.6. donne les modalités utilisées pour la parallaxe et la vitesse radiale des étoiles, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
parallaxe entre 0.05" et 0.10"	PX1	70
parallaxe > 0.10"	PX2	21
vitesse radiale > 50 km/s	RV1	17

Tableau T.3.3.5.6.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour la parallaxe et la vitesse radiale

3.3.3.5.9. La classe de luminosité

Le tableau T.3.3.5.7. donne les modalités utilisées pour la classe de luminosité des étoiles, ainsi que leurs effectifs (en nombre d'étoiles placées en lignes principales)

modalité	symbole	effectif
classe Ia	CLA	45
classe Ib	CLB	49
classe II	CL2	20
classe IV	CL4	91

Tableau T.3.3.5.7.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour la classe de luminosité

3.3.3.5.10. Les indices de couleurs

L'information de la couleur des étoiles est déjà en grande partie contenue dans les types spectraux. Nous avons simplement introduit des indices correspondant aux valeurs extrèmes des indices U-B et R-I. Le tableaux T.3.3.5.8. les décrit.

modalité	symbole	effectif
R-I>+1.05	RI5	51
R-I<-0.2	RI0	28
U-B>+2.1	UB8	93
U-B<+0.4	UB2	116

Tableau T.3.3.5.8.
modalités placées en colonnes supplémentaires pour les indices de couleurs

3.3.3.5.11. Les indices liés à la constitution du corpus

Nous n'avons pas intégré systématiquement toutes les modalités, mais sélectionné celles qui sont significatives de problèmes pouvant être détectés par l'analyse des écarts aux valeurs attendues. Le tableau T.3.3.3.9. les récapitule.

modalité	symbole	effectif
IE : fluctuations erratiques		
IE1	IE1	105
IE3 ou IE9	IE3	108
IP : Ptolémée		
IP3	IP3	57
IP5	IP5	66
IS : Al Sufi		
IS2	IS2	36
IS9 ou IS5	IS9	17
IU : Ulugh Beigh		
IU5 ou IU9	IU5	27
IH : Hévélius		
IH5 ou IH9	IH5	27
IT : Tycho Brahé		
IT4	IT4	42
RT : Rupture Ptolémée / Tycho Brahé		
RT2	RT2	22
RT9	RT9	80
RH : Rupture Ptolémée+Tycho Brahé / Hévélius		
RH1	RH1	65
RH9	RH9	49

Tableau T.3.3.5.9.
modalités liées à la constitution du corpus et placées en colonnes supplémentaires

3.3.4. Les résultats bruts de l'analyse

3.3.4.1. L'histogramme des valeurs propres

Le tableau T.3.3.6. donne l'histogramme des valeurs propres de l'analyse des écarts aux valeurs attendues[134].

[134] paramètres de l'analyse :
jacobi : iterations : 5768
maximum : 2.96837107142288E-007
valeur propre triviale ... 9.99999999999648E-001
(trace) : 3.06355775616109E+000
(trace*somme) : 3.62725238329473E+004

On voit que l'information est beaucoup plus diluée que dans l'analyse quantitative dédoublée, puisqu'il y a cette fois 68 colonnes principales. Il faut attendre le neuvième axe, pour couvrir plus de cinquante pourcent de l'information contenue dans le tableau.

```
contribution inertie ( 1) 11.5 % total _ 11.5 % : ************************************************************
contribution inertie ( 2)  7.6 % total _ 19.1 % : ***************************************
contribution inertie ( 3)  5.9 % total _ 25.1 % : ******************************
contribution inertie ( 4)  5.2 % total _ 30.2 % : ***************************
contribution inertie ( 5)  4.8 % total _ 35.0 % : *************************
contribution inertie ( 6)  4.7 % total _ 39.7 % : ************************
contribution inertie ( 7)  3.9 % total _ 43.7 % : ********************
contribution inertie ( 8)  3.6 % total _ 47.3 % : ******************
contribution inertie ( 9)  3.4 % total _ 50.7 % : ******************
contribution inertie (10)  3.3 % total _ 54.0 % : *****************
contribution inertie (11)  3.0 % total _ 57.0 % : ****************
contribution inertie (12)  2.8 % total _ 59.8 % : **************
contribution inertie (13)  2.4 % total _ 62.2 % : *************
contribution inertie (14)  2.4 % total _ 64.6 % : ************
contribution inertie (15)  2.3 % total _ 66.9 % : ************
contribution inertie (16)  2.1 % total _ 69.0 % : ***********
contribution inertie (17)  2.0 % total _ 71.0 % : **********
contribution inertie (18)  1.9 % total _ 72.9 % : **********
contribution inertie (19)  1.9 % total _ 74.8 % : **********
contribution inertie (20)  1.7 % total _ 76.5 % : *********
contribution inertie (21)  1.7 % total _ 78.2 % : *********
contribution inertie (22)  1.6 % total _ 79.8 % : ********
contribution inertie (23)  1.6 % total _ 81.4 % : ********
contribution inertie (24)  1.5 % total _ 82.9 % : ********
contribution inertie (25)  1.4 % total _ 84.3 % : *******
contribution inertie (26)  1.4 % total _ 85.7 % : *******
contribution inertie (27)  1.3 % total _ 87.0 % : *******
contribution inertie (28)  1.1 % total _ 88.1 % : ******
contribution inertie (29)  1.1 % total _ 89.3 % : ******
contribution inertie (30)  1.0 % total _ 90.2 % : *****
contribution inertie (31)  1.0 % total _ 91.2 % : *****
contribution inertie (32)  0.9 % total _ 92.1 % : *****
contribution inertie (33)  0.8 % total _ 93.0 % : ****
contribution inertie (34)  0.7 % total _ 93.7 % : ****
contribution inertie (35)  0.7 % total _ 94.4 % : ****
contribution inertie (36)  0.6 % total _ 95.0 % : ***
contribution inertie (37)  0.5 % total _ 95.5 % : ***
contribution inertie (38)  0.5 % total _ 96.0 % : ***
contribution inertie (39)  0.5 % total _ 96.4 % : **
contribution inertie (40)  0.4 % total _ 96.9 % : **
contribution inertie (41)  0.4 % total _ 97.3 % : **
contribution inertie (42)  0.4 % total _ 97.6 % : **
contribution inertie (43)  0.3 % total _ 98.0 % : **
contribution inertie (44)  0.3 % total _ 98.3 % : **
contribution inertie (45)  0.3 % total _ 98.6 % : **
contribution inertie (46)  0.2 % total _ 98.8 % : *
contribution inertie (47)  0.2 % total _ 99.0 % : *
contribution inertie (48)  0.2 % total _ 99.2 % : *
contribution inertie (49)  0.2 % total _ 99.4 % : *
contribution inertie (50)  0.1 % total _ 99.5 % : *
contribution inertie (51)  0.1 % total _ 99.6 % : *
contribution inertie (52)  0.1 % total _ 99.7 % :
contribution inertie (53)  0.1 % total _ 99.8 % :
contribution inertie (54)  0.1 % total _ 99.8 % :
contribution inertie (55)  0.1 % total _ 99.9 % :
contribution inertie (56)  0.0 % total _ 99.9 % :
contribution inertie (57)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (58)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (59)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (60)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (61)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (62)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (63)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (64)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (65)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (66)  0.0 % total _100.0 % :
contribution inertie (67)  0.0 % total _100.0 % :
```

Tableau T.3.3.6.
histogramme des valeurs propres de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

3.3.4.2.
L'interprétation des coordonnées des colonnes

Le tableau T.3.3.7.donne les coordonnées des colonnes sur les premiers axes factoriels. Rappelons que ce type de tableau donne pour chaque colonne (chaque

modalité liée à un catalogue) du tableau analysé, le nom de la ligne ou de la colonne, suivi de deux informations générales :

- la masse (premier nombre) et l'inertie (deuxième nombre) de la ligne ou de la colonne concernée,

suivies par trois informations par axe factoriel :

- la valeur de la coordonnée factorielle, c'est-à-dire la coordonnée du point représentatif de la ligne ou de la colonne sur l'axe i, c'est dire selon le iième axe du nouveau repère,

- la valeur du coefficient de corrélation "cos2" entre le point et l'axe concerné,

- la valeur de la contribution (en pourcentage) "cont" de la ligne ou de la colonne à la création de cet axe factoriel.

----COLONNES PRINCIPALES----------
contribution moyenne à la création d'un axe : 1.5 % ;
Rappelons que, pour l'observateur xx :

xxN correspond à une sous-estimation de la magnitude d'au moins 2 modalités,
xxM correspond à une sous-estimation de la magnitude de 1 modalité,
xxE correspond à une bonne estimation de la magnitude,
xxP correspond à une sur-estimation de la magnitude de 1 modalité,
xxQ correspond à une sur-estimation de la magnitude d'au moins 2 modalités.

Première partie du tableau : Axes 1 à 4

Modalités exprimant les écarts de Ptolémée, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
PTN : 16 14 :	+0.985	0.367	4.53 .	+0.492	0.091	1.70 .	-0.339	0.044	1.05 .	-0.021	0.000	0.00 .
PTM : 14 15 :	-0.170	0.009	0.12 .	-0.400	0.051	0.98 .	+1.010	0.325	8.10 .	+0.614	0.120	3.41 .
PTE : 14 15 :	-0.173	0.009	0.12 .	-0.602	0.110	2.14 .	-0.036	0.000	0.01 . x	-1.072	0.349	_10.04 .
PTP : 8 17 :	-0.352	0.020	0.29 .	-0.362	0.021	0.46 .	-1.257	0.252	7.16 .	+1.012	0.163	5.29 .
PTQ : 7 17 :	-1.226	0.190	2.88 .	+1.385	0.243	5.54 .	+0.277	0.010	0.29 .	-0.288	0.010	0.35 .

Modalités exprimant les écarts d'Ulugh Beigh, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
UGN : 11 16 :	+1.179	0.302	4.23 .	+0.724	0.114	2.40 .	-0.603	0.079	2.15 .	-0.149	0.005	0.15 .
UGM : 13 15 :	+0.187	0.010	0.13 .	-0.315	0.028	0.55 .	+1.117	0.348	8.97 .	+0.956	0.255	7.51 .
UGE : 17 14 :	-0.093	0.004	0.04 .	-0.555	0.128	2.30 .	+0.116	0.006	0.13 . x	-0.993	0.410	_10.87 .
UGP : 11 16 :	-0.410	0.037	0.51 .	-0.321	0.023	0.47 .	-1.201	0.317	8.55 .	+0.822	0.148	4.57 .
UGQ : 8 17 :	-1.151	0.195	2.89 .	+1.286	0.243	5.43 .	+0.360	0.019	0.55 .	-0.306	0.014	0.45 .

Modalités exprimant les écarts du Sufi, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
SUN : 10 16 :	+1.184	0.276	3.93 .	+0.736	0.106	2.28 .	-0.672	0.089	2.47 .	-0.191	0.007	0.23 .
SUM : 14 15 :	+0.200	0.012	0.16 .	-0.267	0.022	0.42 .	+1.071	0.350	8.83 .	+0.905	0.250	7.20 .
SUE : 17 14 :	-0.079	0.003	0.03 .	-0.568	0.134	2.41 .	+0.125	0.006	0.15 . x	-0.992	0.409	_10.86 .
SUP : 11 16 :	-0.350	0.027	0.37 .	-0.321	0.023	0.47 .	-1.201	0.316	8.54 .	+0.812	0.144	4.46 .
SUQ : 8 17 :	-1.203	0.210	3.12 .	+1.347	0.263	5.89 .	+0.317	0.015	0.42 .	-0.279	0.011	0.37 .

Modalités exprimant les écarts des Tables Alphonsines, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
ALM : 13 15 :	+1.099	0.349	4.58 .	+0.596	0.102	2.02 .	-0.371	0.040	1.02 .	-0.135	0.005	0.15 .
ALE : 39 7 :	-0.205	0.079	0.46 .	-0.437	0.357	3.16 .	+0.104	0.020	0.23 .	+0.073	0.010	0.13 .
ALP : 6 18 :	-1.237	0.177	2.71 .	+1.379	0.219	5.08 .	+0.169	0.003	0.10 .	-0.152	0.003	0.09 .

(les modalités ALN et ALQ sont placées en éléments supplémentaires, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts du Landgrave de Hesse, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
LOM : 7 17 :	+1.204	0.185	2.78 .	+0.453	0.026	0.59 .	-0.184	0.004	0.13 .	-0.049	0.000	0.01 .
LOE : 51 3 :	-0.118	0.079	0.20 .	-0.112	0.071	0.27 .	+0.022	0.003	0.01 .	+0.006	0.000	0.00 .

(les modalités LON et LOP LOQ sont placées en éléments supplémentaires, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Tycho Brahé, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
TKN : 11 16 :	+1.320	0.369	5.22 .	+0.726	0.112	2.37 .	-0.313	0.021	0.57 .	+0.000	0.000	0.00 .
TKM : 11 16 :	+0.105	0.003	0.04 .	-0.538	0.067	1.38 .	+0.795	0.146	3.89 .	+0.482	0.054	1.63 .
TKE : 14 15 :	+0.031	0.000	0.00 .	-0.598	0.107	2.10 .	-0.043	0.001	0.01 .	-0.758	0.173	5.00 .
TKP : 11 16 :	-0.223	0.011	0.16 .	-0.390	0.035	0.71 .	-0.919	0.192	5.12 .	+0.377	0.032	0.98 .
TKQ : 13 15 :	-0.976	0.269	3.56 .	+0.855	0.206	4.11 .	+0.388	0.042	1.09 .	+0.068	0.001	0.04 .

Modalités exprimant les écarts de Bayer, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BYM : 10 16 :	+1.441	0.400	5.72 .	+0.869	0.146	3.14 .	-0.266	0.014	0.38 .	-0.090	0.002	0.05 .
BYE : 38 7 :	-0.046	0.004	0.02 . x	-0.522	0.481	4.42 .	-0.046	0.004	0.04 .	+0.046	0.004	0.05 .
BYP : 11 16 :	-1.095	0.276	3.79 .	+1.003	0.232	4.79 .	+0.385	0.034	0.91 .	-0.098	0.002	0.07 .

(les modalités BYN et BYQ sont placées en éléments supplémentaires, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Hévélius, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
HVM : 9 17 :	+1.506	0.392	5.71 .	+0.878	0.133	2.92 .	-0.196	0.007	0.19 .	-0.100	0.002	0.06 .
HVE : 40 6 :	-0.050	0.005	0.03 .	-0.480	0.460	3.89 .	-0.070	0.010	0.11 .	+0.040	0.003	0.04 .
HVP : 10 16 :	-1.119	0.261	3.66 .	+1.075	0.241	5.09 .	+0.448	0.042	1.14 .	-0.103	0.002	0.07 .

(les modalités HVN et HVQ sont placées en éléments supplémentaires, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Bradley, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BRM : 7 17 :	+1.019	0.127	1.92 .	+0.113	0.002	0.04 .	+0.608	0.045	1.33 .	+0.281	0.010	0.32 .
BRE : 22 12 :	+0.135	0.011	0.12 .	-0.256	0.039	0.62 .	+0.103	0.006	0.13 .	-0.193	0.022	0.52 .
BRP : 19 13 :	-0.326	0.050	0.57 .	+0.092	0.004	0.07 .	-0.200	0.019	0.42 .	+0.223	0.023	0.59 .
BRQ : 11 16 :	-0.489	0.051	0.72 .	+0.290	0.018	0.38 .	-0.227	0.011	0.30 .	-0.115	0.003	0.09 .

(la modalité BRN est placée en élément supplémentaire, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de son trop faible effectif qui aurait pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Flamsteed, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
FSM : 6 18 :	+1.769	0.356	5.55 .	+0.996	0.113	2.65 .	+0.018	0.000	0.00 .	-0.022	0.000	0.00 .
FSE : 38 7 :	+0.060	0.007	0.04 .	-0.440	0.348	3.15 .	-0.089	0.014	0.17 .	+0.016	0.000	0.01 .
FSP : 14 15 :	-0.879	0.247	3.17 .	+0.751	0.180	3.48 .	+0.215	0.015	0.37 .	-0.050	0.001	0.02 .

(la modalité FSQ est placée en élément supplémentaire et la modalité FSN a été agrégée à FSM, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Sir William Herschel, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
WHM : 8 17 :	+0.346	0.019	0.28 .	-0.033	0.000	0.00 .	-0.060	0.001	0.02 .	+0.046	0.000	0.01 .
WHE : 33 9 :	+0.034	0.001	0.01 .	-0.064	0.005	0.06 .	+0.085	0.009	0.13 .	-0.063	0.005	0.08 .
WHP : 13 15 :	-0.227	0.014	0.19 .	+0.174	0.008	0.17 .	-0.094	0.002	0.06 .	+0.130	0.005	0.14 .
WHQ : 3 19 :	-0.409	0.010	0.16 .	+0.117	0.001	0.02 .	-0.397	0.009	0.29 .	-0.007	0.000	0.00 .

(la modalité WHN est placée en élément supplémentaire, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de son trop faible effectif qui aurait pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts de Piazzi, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
PZM : 8 17 :	+1.079	0.187	2.71 .	+0.200	0.006	0.14 .	+0.411	0.027	0.76 .	+0.349	0.020	0.63 .
PZE : 22 12 :	+0.005	0.000	0.00 .	-0.293	0.052	0.82 .	+0.126	0.010	0.20 .	-0.309	0.058	1.35 .
PZP : 18 13 :	-0.294	0.038	0.45 .	+0.115	0.006	0.10 .	-0.279	0.034	0.78 .	+0.394	0.068	1.78 .
PZQ : 9 17 :	-0.641	0.073	1.05 .	+0.254	0.011	0.25 .	-0.129	0.003	0.08 .	-0.273	0.013	0.42 .

(la modalité PZN est placée en élément supplémentaire, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de son trop faible effectif qui aurait pu distordre l'analyse).

Modalités exprimant les écarts d'Argelander, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--	axe 2 - 7.6 % ---!--	axe 3 - 5.9 % ---!--	axe 4 - 5.2 % ---!

abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
ARN :	5	18 :	+1.613	0.226	3.61 .	+0.608	0.032	0.77 .	+0.281	0.007	0.21 .	+0.094	0.001	0.03 .
ARM :	12	16 :	+0.391	0.037	0.50 .	-0.183	0.008	0.17 .	+0.795	0.153	4.04 .	+0.426	0.044	1.33 .
ARE :	25	11 :	-0.077	0.004	0.04 .	-0.182	0.024	0.36 .	-0.101	0.007	0.14 .	-0.534	0.208	4.53 .
ARP :	12	15 :	-0.394	0.040	0.54 .	-0.049	0.001	0.01 .	-0.783	0.157	4.12 .	+0.661	0.112	3.35 .
ARQ :	6	18 :	-0.940	0.096	1.46 .	+0.810	0.071	1.63 .	+0.255	0.007	0.21 .	-0.006	0.000	0.00 .

Modalités exprimant les écarts de Heis, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
HSN : 4 19 :	+1.691	0.213	3.42 .	+0.600	0.027	0.65 .	+0.350	0.009	0.29 .	+0.058	0.000	0.01 .
HSM : 12 16 :	+0.400	0.039	0.53 .	-0.173	0.007	0.15 .	+0.820	0.162	4.30 .	+0.450	0.049	1.48 .
HSE : 25 11 :	+0.018	0.000	0.00 .	-0.189	0.026	0.38 .	-0.121	0.011	0.20 .	-0.542	0.213	4.65 .
HSP : 13 15 :	-0.496	0.068	0.90 .	-0.009	0.000	0.00 .	-0.692	0.133	3.42 .	+0.632	0.111	3.26 .
HSQ : 6 18 :	-0.960	0.100	1.52 .	+0.812	0.071	1.64 .	+0.172	0.003	0.10 .	-0.010	0.000	0.00 .

Modalités exprimant les écarts de la Bonner Durchmusterung, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BDN : 5 18 :	+1.153	0.123	1.91 .	+0.198	0.004	0.08 .	+0.449	0.019	0.56 .	-0.158	0.002	0.08 .
BDM : 14 15 :	+0.222	0.015	0.20 .	+0.067	0.001	0.03 .	+0.357	0.040	1.01 .	+0.074	0.002	0.05 .
BDE : 21 13 :	-0.065	0.002	0.03 .	-0.146	0.012	0.19 .	-0.025	0.000	0.01 .	-0.121	0.008	0.19 .
BDP : 7 17 :	-0.324	0.014	0.21 .	-0.185	0.005	0.10 .	-0.281	0.011	0.31 .	-0.069	0.001	0.02 .
BDQ : 12 15 :	-0.427	0.046	0.62 .	+0.236	0.014	0.29 .	-0.404	0.042	1.09 .	+0.227	0.013	0.39 .

Modalités exprimant les écarts de Camille Flammarion, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
CAQ : 16 14 :	-0.649	0.158	1.94 .	+0.329	0.040	0.75 .	-0.369	0.051	1.22 .	+0.070	0.002	0.05 .
CAP : 14 15 :	-0.174	0.009	0.12 .	-0.214	0.013	0.26 .	-0.104	0.003	0.08 .	-0.171	0.009	0.25 .
CAE : 18 14 :	+0.156	0.011	0.12 .	-0.264	0.031	0.54 .	+0.152	0.010	0.23 .	-0.035	0.001	0.01 .
CAM : 8 17 :	+0.506	0.037	0.55 .	+0.069	0.001	0.02 .	+0.349	0.017	0.51 .	+0.191	0.005	0.17 .
CAN : 4 18 :	+1.531	0.176	2.81 .	+0.530	0.021	0.51 .	+0.474	0.017	0.52 .	+0.083	0.001	0.02 .

Modalités exprimant les écarts du catalogue de Mermilliod, décomposition sur les 4 premiers axes :

-id-:--ma--in-:--	axe 1 - _11.5 % ---!--			axe 2 - 7.6 % ---!--			axe 3 - 5.9 % ---!--			axe 4 - 5.2 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
JMM : 25 11 :	+0.093	0.006	0.06 .	-0.006	0.000	0.00 .	+0.064	0.003	0.06 .	-0.014	0.000	0.00 .
JME : 33 9 :	-0.046	0.003	0.02 .	+0.010	0.000	0.00 .	-0.035	0.002	0.02 .	+0.007	0.000	0.00 .

(les modalités JMN et JMP sont placées en éléments supplémentaires et la modalité JMQ a été agrégée à JMP, conformément au tableau T.3.3.3., à cause de leurs trop faibles effectifs qui auraient pu distordre l'analyse).

Deuxième partie du tableau : Axes 5 à 8

Modalités exprimant les écarts de Ptolémée, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
PTN : 16 14 :	-0.745	0.210	6.24 .	+0.142	0.008	0.23 .	-0.091	0.003	0.11 .	-0.011	0.000	0.00 .
PTM : 14 15 :	-0.284	0.026	0.79 .	+0.354	0.040	1.25 .	+0.209	0.014	0.52 .	+0.141	0.006	0.26 .
PTE : 14 15 :	+0.588	0.105	3.27 .	+0.383	0.045	1.42 .	-0.042	0.001	0.02 .	-0.091	0.003	0.10 .
PTP : 8 17 :	+0.910	0.132	4.64 .	-0.370	0.022	0.78 .	-0.403	0.026	1.10 .	+0.007	0.000	0.00 .
PTQ : 7 17 :	+0.136	0.002	0.09 .	-1.434	0.260	9.66 .	+0.343	0.015	0.66 .	-0.095	0.001	0.05 .

Modalités exprimant les écarts d'Ulugh Beigh, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
UGN : 11 16 :	-0.983	0.210	7.08 .	+0.138	0.004	0.14 .	-0.276	0.017	0.68 .	-0.230	0.011	0.51 .
UGM : 13 15 :	-0.413	0.048	1.51 .	+0.268	0.020	0.65 .	+0.093	0.002	0.09 .	+0.355	0.035	1.48 .
UGE : 17 14 :	+0.400	0.067	1.92 .	+0.510	0.108	3.16 .	+0.265	0.029	1.02 .	-0.244	0.025	0.94 .
UGP : 11 16 :	+0.806	0.143	4.76 .	-0.395	0.034	1.16 .	-0.694	0.106	4.27 .	+0.147	0.005	0.21 .
UGQ : 8 17 :	+0.058	0.000	0.02 .	-1.253	0.231	8.39 .	+0.585	0.050	2.17 .	+0.070	0.001	0.03 .

Modalités exprimant les écarts du Sufi, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
SUN : 10 16 :	-1.095	0.236	8.10 .	+0.161	0.005	0.18 .	-0.266	0.014	0.58 .	-0.262	0.014	0.61 .
SUM : 14 15 :	-0.407	0.051	1.58 .	+0.258	0.020	0.64 .	+0.068	0.001	0.05 .	+0.306	0.029	1.17 .
SUE : 17 14 :	+0.444	0.082	2.35 .	+0.456	0.086	2.52 .	+0.268	0.030	1.04 .	-0.264	0.029	1.10 .
SUP : 11 16 :	+0.776	0.132	4.42 .	-0.409	0.037	1.25 .	-0.694	0.106	4.28 .	+0.197	0.009	0.38 .
SUQ : 8 17 :	+0.078	0.001	0.03 .	-1.152	0.193	7.01 .	+0.576	0.048	2.08 .	+0.108	0.002	0.08 .

Modalités exprimant les écarts des Tables Alphonsines, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
ALM : 13 15 :	-0.739	0.158	4.98 .	+0.091	0.002	0.08 .	-0.148	0.006	0.24 .	+0.093	0.003	0.10 .
ALE : 39 7 :	+0.217	0.088	1.24 .	+0.194	0.070	1.01 .	+0.039	0.003	0.05 .	-0.019	0.001	0.01 .
ALP : 6 18 :	+0.280	0.009	0.33 .	-1.376	0.219	8.23 .	+0.081	0.001	0.03 .	-0.029	0.000	0.00 .

Modalités exprimant les écarts du Landgrave de Hesse, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont

LOM :	7	17 :	+0.005	0.000	0.00 .	-0.102	0.001	0.05 .	-0.167	0.004	0.16 .	-0.057	0.000	0.02 .
LOE :	51	3 :	-0.000	0.000	0.00 .	+0.035	0.007	0.04 .	+0.024	0.003	0.02 .	+0.019	0.002	0.02 .

Modalités exprimant les écarts de Tycho Brahé, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
TKN :	11	16 :	+0.156	0.005	0.18 .	+0.102	0.002	0.08 .	+0.151	0.005	0.20 .	+0.354	0.027	1.19 .
TKM :	11	16 :	-0.153	0.005	0.18 .	-0.094	0.002	0.07 .	+0.455	0.048	1.91 .	+0.317	0.023	1.01 .
TKE :	14	15 :	-0.212	0.014	0.42 .	-0.204	0.013	0.40 .	-0.127	0.005	0.18 .	-0.052	0.001	0.03 .
TKP :	11	16 :	+0.160	0.006	0.19 .	-0.092	0.002	0.06 .	-0.031	0.000	0.01 .	-0.252	0.014	0.63 .
TKQ :	13	15 :	+0.106	0.003	0.10 .	+0.289	0.023	0.76 .	-0.352	0.035	1.35 .	-0.288	0.023	0.98 .

Modalités exprimant les écarts de Bayer, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BYM :	10	16 :	+0.143	0.004	0.14 .	+0.082	0.001	0.05 .	+0.147	0.004	0.17 .	+0.345	0.023	1.04 .
BYE :	38	7 :	-0.096	0.016	0.24 .	-0.130	0.030	0.44 .	+0.113	0.023	0.40 .	-0.001	0.000	0.00 .
BYP :	11	16 :	+0.210	0.010	0.34 .	+0.351	0.028	0.95 .	-0.461	0.049	1.96 .	-0.311	0.022	0.97 .

Modalités exprimant les écarts de Hévélius, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
HVM :	9	17 :	+0.427	0.031	1.10 .	+0.057	0.001	0.02 .	+0.182	0.006	0.24 .	+0.474	0.039	1.79 .
HVE :	40	6 :	-0.123	0.030	0.41 .	-0.140	0.039	0.54 .	+0.064	0.008	0.14 .	+0.006	0.000	0.00 .
HVP :	10	16 :	+0.136	0.004	0.13 .	+0.459	0.044	1.51 .	-0.397	0.033	1.34 .	-0.427	0.038	1.69 .

Modalités exprimant les écarts de Bradley, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BRM :	7	17 :	+0.999	0.122	4.44 .	-0.151	0.003	0.10 .	+0.496	0.030	1.32 .	-0.310	0.012	0.56 .
BRE :	22	12 :	-0.017	0.000	0.00 .	-0.588	0.207	5.34 .	-0.066	0.003	0.08 . x	+0.616	0.227	7.59 .
BRP :	19	13 :	-0.365	0.062	1.72 .	+0.215	0.022	0.61 .	+0.503	0.118	3.97 . x	-0.867	0.351	_12.81 .
BRQ :	11	16 :	+0.001	0.000	0.00 .	+0.920	0.181	6.21 . x	-1.081	0.250	_10.21 .	+0.430	0.040	1.75 .

Modalités exprimant les écarts de Flamsteed, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
FSM :	6	18 :	+0.735	0.061	2.31 .	-0.005	0.000	0.00 .	+0.180	0.004	0.17 .	+0.448	0.023	1.13 .
FSE :	38	7 :	-0.114	0.023	0.34 .	-0.183	0.060	0.88 .	+0.082	0.012	0.21 .	+0.044	0.003	0.07 .
FSP :	14	15 :	-0.002	0.000	0.00 .	+0.456	0.066	2.09 .	-0.230	0.017	0.63 .	-0.331	0.035	1.42 .

Modalités exprimant les écarts de Sir William Herschel, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
WHM :	8	17 :	+0.110	0.002	0.07 .	-0.192	0.006	0.21 .	+0.098	0.002	0.07 .	-0.379	0.023	1.07 .
WHE :	33	9 :	-0.001	0.000	0.00 .	-0.061	0.004	0.08 .	-0.091	0.010	0.23 .	-0.026	0.001	0.02 .
WHP :	13	15 :	+0.051	0.001	0.02 .	+0.390	0.042	1.37 .	+0.249	0.017	0.66 .	+0.195	0.011	0.44 .
WHQ :	3	19 :	-0.430	0.011	0.42 .	-0.435	0.011	0.43 .	-0.378	0.008	0.39 .	+0.355	0.007	0.37 .

Modalités exprimant les écarts de Piazzi, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
PZM :	8	17 :	+0.961	0.148	5.16 .	-0.209	0.007	0.25 .	+0.351	0.020	0.84 .	-0.129	0.003	0.12 .
PZE :	22	12 :	-0.110	0.007	0.19 .	-0.518	0.164	4.18 .	-0.036	0.001	0.02 .	+0.507	0.157	5.20 .
PZP :	18	13 :	-0.441	0.086	2.42 .	+0.171	0.013	0.37 .	+0.422	0.079	2.69 . x	-0.841	0.312	_11.61 .
PZQ :	9	17 :	+0.143	0.004	0.13 .	+1.069	0.203	7.18 .	-1.116	0.221	9.32 .	+0.563	0.056	2.58 .

Modalités exprimant les écarts d'Argelander, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
ARN :	5	18 :	+1.455	0.184	7.08 .	+0.394	0.014	0.53 .	+0.552	0.027	1.24 .	-0.262	0.006	0.30 .
ARM :	12	16 :	-0.093	0.002	0.07 .	-0.392	0.037	1.24 .	-0.808	0.158	6.25 .	-0.451	0.049	2.12 .
ARE :	25	11 :	-0.236	0.041	0.96 .	-0.212	0.033	0.79 .	-0.108	0.008	0.24 .	-0.051	0.002	0.06 .
ARP :	12	15 :	-0.021	0.000	0.00 .	+0.294	0.022	0.73 .	+0.683	0.119	4.69 .	-0.018	0.000	0.00 .
ARQ :	6	18 :	+0.056	0.000	0.01 .	+0.749	0.061	2.28 .	+0.169	0.003	0.14 .	+1.370	0.203	9.84 .

Modalités exprimant les écarts de Heis, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
HSN :	4	19 :	+1.601	0.191	7.39 .	+0.394	0.012	0.45 .	+0.660	0.032	1.52 .	-0.075	0.000	0.02 .
HSM :	12	16 :	+0.038	0.000	0.01 .	-0.377	0.034	1.14 .	-0.822	0.163	6.47 .	-0.529	0.067	2.92 .
HSE :	25	11 :	-0.303	0.067	1.58 .	-0.237	0.041	0.98 .	-0.075	0.004	0.12 .	-0.038	0.001	0.03 .
HSP :	13	15 :	-0.011	0.000	0.00 .	+0.300	0.025	0.81 .	+0.628	0.109	4.21 .	-0.085	0.002	0.08 .
HSQ :	6	18 :	+0.126	0.002	0.06 .	+0.821	0.073	2.73 .	+0.072	0.001	0.02 . x	+1.456	0.229	_11.13 .

Modalités exprimant les écarts de la Bonner Durchmusterung, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:	--ma--	-in-:	axe 5 - 4.8 %			axe 6 - 4.7 %			axe 7 - 3.9 %			axe 8 - 3.6 %		
abrv			coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
BDN :	5	18 :	+0.911	0.077	2.87 .	-0.040	0.000	0.01 .	+0.071	0.000	0.02 .	-0.224	0.005	0.23 .
BDM :	14	15 :	+0.191	0.011	0.36 .	-0.176	0.010	0.31 .	-0.666	0.139	5.24 .	-0.251	0.020	0.81 .
BDE :	21	13 :	-0.225	0.028	0.73 .	-0.058	0.002	0.05 .	+0.023	0.000	0.01 .	+0.063	0.002	0.07 .
BDP :	7	17 :	-0.175	0.004	0.15 .	-0.308	0.013	0.46 .	+0.394	0.021	0.90 .	+0.319	0.014	0.64 .
BDQ :	12	15 :	-0.097	0.002	0.08 .	+0.507	0.066	2.16 .	+0.483	0.059	2.33 .	+0.095	0.002	0.10 .

Modalités exprimant les écarts de Camille Flammarion, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
CAQ : 16 14 :	+0.032	0.000	0.01 .	+0.381	0.054	1.64 .	+0.406	0.062	2.21 .	+0.179	0.012	0.47 .
CAP : 14 15 :	-0.092	0.003	0.08 .	-0.059	0.001	0.03 .	+0.167	0.008	0.31 .	+0.151	0.007	0.28 .
CAE : 18 14 :	-0.223	0.022	0.61 .	-0.312	0.043	1.23 .	-0.350	0.053	1.84 .	+0.083	0.003	0.11 .
CAM : 8 17 :	+0.106	0.002	0.06 .	-0.011	0.000	0.00 .	-0.396	0.023	0.98 .	-0.482	0.033	1.57 .
CAN : 4 18 :	+0.985	0.073	2.80 .	+0.088	0.001	0.02 .	+0.100	0.001	0.04 .	-0.672	0.034	1.72 .

Modalités exprimant les écarts du Catalogue de Mermilliod, décomposition sur les axes de 5 à 8 :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 4.8 % ---!--			axe 6 - 4.7 % ---!--			axe 7 - 3.9 % ---!--			axe 8 - 3.6 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
JMM : 25 11 :	+0.187	0.025	0.59 .	-0.102	0.007	0.18 .	-0.316	0.070	2.03 .	-0.335	0.079	2.49 .
JME : 33 9 :	-0.150	0.028	0.51 .	+0.089	0.010	0.18 .	+0.218	0.060	1.31 .	+0.247	0.077	1.82 .
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont

Tableau T.3.3.7.
coordonnées factorielles des colonnes principales de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

Comme pour les analyses précédentes, nous donnons le tableau T.3.3.8. présentant l'interprétation que l'on peut faire des axes à la lumière du tableau des colonnes. Il donne la répartition de l'inertie sur les premiers axes (cf histogramme), ainsi que les catalogues contribuant le plus à la création de chacun de ces axes.

n°	contr axe %	inert expli quée	modalités responsables de l'axe	catalogues liés à la création de l'axe	modalités très négatives	modalités très positives
1	11.5	11.5	xxQ <-> xxN (-) (+)	anciens ->Hévélius + Flamsteed	PTQ, UGQ SUQ, ALP jusqu'à Hévélius	PTN, UGN SUN, ALM jusqu'à Hévélius
2	7.6	19.1	xxN xxE <-> xxQ (-) (+)	anciens ->Hévélius + Flamsteed	xxE jusqu'à Hévélius	xxN et surtout xxQ -> Hévélius
3	5.9	25.1	xxP <-> xxM (-) (+)	Ptolémée, Sufi et Ulugh Beigh ev. Tycho Brahé Argelander !	PTP, UGP, SUP (TKP) (ARP)	PTM, UGM, SUM (TKM) (ARM)
4	5.2	30.2	xxP xxE <-> xxM (-) (+)	Ptolémée, Sufi et Ulugh Beigh ev. Tycho Brahé	PTE, SUE, UGE (TKE)	PTM,PTP SUM,SUP UGM,UGP
5	4.8	35.0	xxN <-> xxP (-) (+)	anciens, modernes jusqu'à Heis	xxN	xxP
6	4.7	39.7	xxM <-> xxQ xxE	anciens, modernes jusqu'à Piazzi	(xxM) (xxE)	xxQ
7	3.9	43.7	BRQ <-> xxP PZQ ARM	xxQ : Bradl. Piaz. xxM : AR, HS, BD	BRQ PZQ ARM HSM BDM	xxP

			HSM			
8	3.9	47.3	BRP PZP PZE	Bradley, Piazzi Heis	BRP PZP .	BRE, HSQ. PZE
		(...)			BRP PZP	BRE HSQ PZE

Tableau T.3.3.8. :
interprétation des huit premiers axes de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

Nous donnerons quelques commentaires sur les modalités responsables de la création des axes lors de l'analyse des graphiques en 3.3.4.4.

3.3.4.3. Les éléments supplémentaires

Nous donnons dans le tableau T.3.3.9. les éléments factoriels des colonnes supplémentaires. Rappelons qu'il y a deux types de colonnes supplémentaires dans cette analyse :

- les modalités d'écart aux valeurs attendues d'effectifs très faibles,

- les modalités des indices de signatures.

Le tableau T.3.3.9., qui donne les coordonnées des colonnes supplémentaires reprend cette division.

```
----COLONNES SUPPLEMENTAIRES-----------------------------------------------------------------------------------

Modalités liées aux écarts aux valeurs attendues
(colonnes de très faibles effectifs)

-id-:-- axe  1 - _11.5 % ---!-- axe  2 -  7.6 % ---!-- axe  3 -  5.9 % ---!-- axe  4 -  5.2 % ---!

ALN :   +1.293 0.025 --.-- .   +0.457 0.003 --.-- .   -0.265 0.001 --.-- .   -0.117 0.000 --.-- .
ALQ :   -0.285 0.000 --.-- .   +0.864 0.004 --.-- .   +0.364 0.001 --.-- .   -0.033 0.000 --.-- .
LON :   +0.626 0.004 --.-- .   +0.725 0.005 --.-- .   -0.162 0.000 --.-- .   -0.059 0.000 --.-- .
LOP :   -1.397 0.054 --.-- .   +1.503 0.062 --.-- .   +0.151 0.001 --.-- .   +0.010 0.000 --.-- .
BYN :   +1.395 0.012 --.-- .   +0.729 0.003 --.-- .   +0.010 0.000 --.-- .   +0.024 0.000 --.-- .
BYQ :   -0.989 0.006 --.-- .   +0.676 0.003 --.-- .   +0.049 0.000 --.-- .   +0.412 0.001 --.-- .
HVN :   +1.461 0.013 --.-- .   +0.936 0.005 --.-- .   -0.194 0.000 --.-- .   +0.308 0.001 --.-- .
HVQ :   -0.622 0.002 --.-- .   +0.330 0.001 --.-- .   -0.082 0.000 --.-- .   +0.480 0.001 --.-- .
BRN :   +1.328 0.037 --.-- .   +0.389 0.003 --.-- .   -0.059 0.000 --.-- .   -0.404 0.003 --.-- .
FSQ :   -0.590 0.004 --.-- .   +0.154 0.000 --.-- .   +0.220 0.001 --.-- .   +0.256 0.001 --.-- .
WHN :   +0.208 0.002 --.-- .   +0.054 0.000 --.-- .   +0.098 0.000 --.-- .   -0.010 0.000 --.-- .
PZN :   +1.431 0.052 --.-- .   +0.559 0.008 --.-- .   +0.038 0.000 --.-- .   -0.401 0.004 --.-- .
JMN :   -0.308 0.001 --.-- .   +0.100 0.000 --.-- .   +0.429 0.002 --.-- .   -0.331 0.001 --.-- .
JMP :   -0.275 0.001 --.-- .   +0.140 0.000 --.-- .   -0.602 0.007 --.-- .   +0.257 0.001 --.-- .
```

On retrouve bien des coordonnées compatibles avec les catégories de modalités créant les axes.

Modalités liées aux indices de signatures
(la deuxième colonne "eff" donne l'effectif de cette modalité)

-id-:eff-- axe 1 - _11.5 % ---!-- axe 2 - 7.6 % ---!-- axe 3 - 5.9 % ---!-- axe 4 - 5.2 % ---!

types spectraux

SPB :166 -0.032 0.000 --.-- . +0.049 0.001 --.-- . -0.053 0.001 --.-- . -0.034 0.000 --.-- .
SPA :172 +0.024 0.000 --.-- . +0.038 0.000 --.-- . -0.013 0.000 --.-- . +0.011 0.000 --.-- .
SPF : 91 -0.006 0.000 --.-- . +0.050 0.000 --.-- . +0.108 0.002 --.-- . -0.121 0.002 --.-- .
SPG :106 +0.004 0.000 --.-- . -0.123 0.003 --.-- . -0.029 0.000 --.-- . -0.027 0.000 --.-- .
SPK :143 -0.069 0.001 --.-- . -0.047 0.001 --.-- . -0.007 0.000 --.-- . +0.177 0.008 --.-- .
SPM : 38 +0.224 0.003 --.-- . +0.168 0.002 --.-- . +0.094 0.001 --.-- . -0.344 0.007 --.-- .

déclinaison

DK0 :529 +0.031 0.003 --.-- . -0.017 0.001 --.-- . -0.011 0.000 --.-- . -0.014 0.001 --.-- .
DK1 : 99 +0.089 0.001 --.-- . +0.112 0.002 --.-- . +0.106 0.002 --.-- . +0.005 0.000 --.-- .
DK2 : 69 -0.270 0.008 --.-- . -0.009 0.000 --.-- . -0.040 0.000 --.-- . +0.125 0.002 --.-- .

indice de problème d'intégration

ID1 : 16 +0.412 0.004 --.-- . -0.218 0.001 --.-- . +0.103 0.000 --.-- . -0.266 0.002 --.-- .
ID4 : 10 +0.601 0.005 --.-- . +0.495 0.003 --.-- . -0.168 0.000 --.-- . -0.285 0.001 --.-- .

indices de risques de ruptures

RH9 : 49 -0.004 0.000 --.-- . +0.040 0.000 --.-- . -0.174 0.002 --.-- . +0.002 0.000 --.-- .
RH1 : 65 -0.195 0.004 --.-- . +0.035 0.000 --.-- . +0.005 0.000 --.-- . +0.051 0.000 --.-- .
RT9 : 80 +0.167 0.004 --.-- . -0.092 0.001 --.-- . -0.099 0.001 --.-- . +0.100 0.001 --.-- .
RT2 : 22 -0.239 0.002 --.-- . -0.350 0.004 --.-- . -0.140 0.001 --.-- . +0.097 0.000 --.-- .

indice de fluctuation erratique

IE3 :108 -0.106 0.002 --.-- . -0.079 0.001 --.-- . -0.071 0.001 --.-- . -0.088 0.001 --.-- .
IE1 :105 -0.096 0.002 --.-- . +0.219 0.009 --.-- . +0.025 0.000 --.-- . -0.077 0.001 --.-- .

latitude galactique

LG0 : 83 -0.658 0.058 --.-- . +0.116 0.002 --.-- . -0.134 0.002 --.-- . -0.224 0.007 --.-- .
LG1 : 71 -0.363 0.015 --.-- . +0.049 0.000 --.-- . -0.199 0.004 --.-- . -0.092 0.001 --.-- .

parallaxe et vitesse radiale

PX1 : 70 +0.024 0.000 --.-- . -0.008 0.000 --.-- . +0.181 0.004 --.-- . -0.060 0.000 --.-- .
PX2 : 21 -0.082 0.000 --.-- . +0.231 0.002 --.-- . -0.361 0.004 --.-- . +0.462 0.007 --.-- .
RV1 : 17 -0.040 0.000 --.-- . -0.006 0.000 --.-- . +0.320 0.003 --.-- . -0.273 0.002 --.-- .

classes de luminosité

CLA : 45 -0.059 0.000 --.-- . -0.024 0.000 --.-- . +0.306 0.006 --.-- . -0.090 0.001 --.-- .
CLB : 49 +0.054 0.000 --.-- . -0.090 0.001 --.-- . -0.110 0.001 --.-- . -0.257 0.005 --.-- .
CL4 : 20 +0.116 0.002 --.-- . -0.068 0.001 --.-- . -0.058 0.000 --.-- . -0.094 0.001 --.-- .
CL2 : 91 -0.319 0.003 --.-- . -0.225 0.001 --.-- . -0.259 0.002 --.-- . -0.217 0.001 --.-- .

indices spectraux

SIE : 28 -0.531 0.012 --.-- . +0.140 0.001 --.-- . -0.159 0.001 --.-- . -0.161 0.001 --.-- .
SIF : 9 +0.183 0.000 --.-- . +0.106 0.000 --.-- . -0.264 0.001 --.-- . +0.221 0.001 --.-- .
SIM : 16 -0.187 0.001 --.-- . +0.204 0.001 --.-- . -0.041 0.000 --.-- . +0.419 0.004 --.-- .
SIP : 40 +0.169 0.002 --.-- . -0.004 0.000 --.-- . -0.222 0.003 --.-- . +0.273 0.004 --.-- .
SIS : 7 -0.099 0.000 --.-- . +0.190 0.000 --.-- . -0.043 0.000 --.-- . +0.165 0.000 --.-- .
SIV : 14 -0.390 0.003 --.-- . -0.028 0.000 --.-- . -0.017 0.000 --.-- . +0.397 0.003 --.-- .

indices de couleurs

RI5 : 51 +0.191 0.003 --.-- . +0.052 0.000 --.-- . +0.171 0.002 --.-- . -0.318 0.008 --.-- .
RI0 : 28 -0.263 0.003 --.-- . +0.101 0.000 --.-- . -0.190 0.001 --.-- . -0.124 0.001 --.-- .
UB8 : 93 +0.092 0.001 --.-- . -0.121 0.002 --.-- . -0.058 0.001 --.-- . -0.108 0.002 --.-- .
UB2 :116 -0.184 0.007 --.-- . +0.109 0.002 --.-- . -0.193 0.007 --.-- . -0.103 0.002 --.-- .

indices liés à la constitution du corpus

IP3 : 57 -0.116 0.001 --.-- . +0.198 0.003 --.-- . +0.071 0.000 --.-- . +0.090 0.001 --.-- .
IP5 : 66 +0.155 0.002 --.-- . +0.006 0.000 --.-- . +0.134 0.002 --.-- . -0.010 0.000 --.-- .
IS2 : 36 +0.286 0.004 --.-- . -0.032 0.000 --.-- . +0.168 0.002 --.-- . -0.169 0.002 --.-- .
IS9 : 17 -0.030 0.000 --.-- . +0.238 0.001 --.-- . +0.415 0.004 --.-- . +0.088 0.000 --.-- .
IU5 : 27 -0.259 0.003 --.-- . +0.274 0.003 --.-- . +0.146 0.001 --.-- . -0.086 0.000 --.-- .
IH5 : 27 +0.240 0.002 --.-- . +0.310 0.004 --.-- . -0.168 0.001 --.-- . +0.225 0.002 --.-- .
IT4 : 42 -0.019 0.000 --.-- . +0.006 0.000 --.-- . +0.140 0.001 --.-- . +0.058 0.000 --.-- .

Modalités liées aux écarts aux valeurs attendues (axes 5 à 8)

-id-:-- axe 5 - 4.8 % ---!-- axe 6 - 4.7 % ---!-- axe 7 - 3.9 % ---!-- axe 8 - 3.6 % ---!

ALN : -0.301 0.001 --.-- . +0.090 0.000 --.-- . +0.189 0.001 --.-- . -0.286 0.001 --.-- .
ALQ : +0.629 0.002 --.-- . -0.526 0.001 --.-- . -0.861 0.004 --.-- . -0.100 0.000 --.-- .
LON : -0.429 0.002 --.-- . +0.802 0.007 --.-- . -0.580 0.003 --.-- . -0.643 0.004 --.-- .
LOP : +0.271 0.002 --.-- . -0.966 0.026 --.-- . +0.154 0.001 --.-- . -0.085 0.000 --.-- .
BYN : -0.081 0.000 --.-- . +0.268 0.000 --.-- . +0.095 0.000 --.-- . -0.357 0.001 --.-- .

BYQ :	+0.250	0.000	--.-- .	+0.265	0.000	--.-- .	-1.630	0.016	--.-- .	+0.698	0.003	--.-- .
HVN :	-0.653	0.003	--.-- .	+0.264	0.000	--.-- .	-0.164	0.000	--.-- .	-0.497	0.002	--.-- .
HVQ :	+0.338	0.001	--.-- .	+0.541	0.002	--.-- .	-0.190	0.000	--.-- .	+0.436	0.001	--.-- .
BRN :	+0.663	0.009	--.-- .	+0.192	0.001	--.-- .	+0.040	0.000	--.-- .	+0.141	0.000	--.-- .
FSQ :	-0.040	0.000	--.-- .	+0.566	0.004	--.-- .	-1.298	0.020	--.-- .	+0.387	0.002	--.-- .
WHN :	+0.030	0.000	--.-- .	-0.014	0.000	--.-- .	+0.050	0.000	--.-- .	+0.115	0.001	--.-- .
PZN :	+0.912	0.021	--.-- .	+0.337	0.003	--.-- .	+0.149	0.001	--.-- .	-0.052	0.000	--.-- .
JMN :	+0.577	0.003	--.-- .	-0.561	0.003	--.-- .	+0.069	0.000	--.-- .	-0.091	0.000	--.-- .
JMP :	+0.127	0.000	--.-- .	-0.067	0.000	--.-- .	+0.342	0.002	--.-- .	+0.086	0.000	--.-- .

Modalités liées aux indices de signatures (axes 5 à 8)

SPB :	-0.064	0.001	--.-- .	-0.015	0.000	--.-- .	+0.161	0.008	--.-- .	+0.047	0.001	--.-- .
SPA :	-0.151	0.007	--.-- .	+0.052	0.001	--.-- .	+0.053	0.001	--.-- .	+0.126	0.005	--.-- .
SPF :	-0.244	0.009	--.-- .	-0.054	0.000	--.-- .	+0.009	0.000	--.-- .	+0.135	0.003	--.-- .
SPG :	+0.270	0.013	--.-- .	-0.079	0.001	--.-- .	-0.060	0.001	--.-- .	-0.183	0.006	--.-- .
SPK :	+0.138	0.005	--.-- .	+0.065	0.001	--.-- .	-0.149	0.006	--.-- .	-0.061	0.001	--.-- .
SPM :	+0.298	0.005	--.-- .	-0.137	0.001	--.-- .	-0.225	0.003	--.-- .	-0.358	0.007	--.-- .
DK0 :	-0.019	0.001	--.-- .	-0.007	0.000	--.-- .	+0.091	0.025	--.-- .	-0.027	0.002	--.-- .
DK1 :	+0.041	0.000	--.-- .	-0.057	0.001	--.-- .	-0.272	0.012	--.-- .	+0.103	0.002	--.-- .
DK2 :	+0.131	0.002	--.-- .	+0.181	0.004	--.-- .	-0.278	0.008	--.-- .	-0.019	0.000	--.-- .
SIE :	-0.142	0.001	--.-- .	-0.289	0.003	--.-- .	+0.109	0.000	--.-- .	-0.146	0.001	--.-- .
ID1 :	+0.486	0.005	--.-- .	+0.263	0.002	--.-- .	-0.461	0.005	--.-- .	-0.031	0.000	--.-- .
ID4 :	+0.411	0.002	--.-- .	+0.328	0.001	--.-- .	-0.059	0.000	--.-- .	-0.041	0.000	--.-- .
RH9 :	-0.386	0.011	--.-- .	+0.133	0.001	--.-- .	-0.322	0.008	--.-- .	+0.042	0.000	--.-- .
RH1 :	+0.095	0.001	--.-- .	+0.130	0.002	--.-- .	-0.129	0.002	--.-- .	+0.335	0.011	--.-- .
RT9 :	-0.269	0.009	--.-- .	+0.102	0.001	--.-- .	-0.195	0.005	--.-- .	+0.085	0.001	--.-- .
RT2 :	+0.202	0.001	--.-- .	+0.180	0.001	--.-- .	+0.591	0.011	--.-- .	+0.399	0.005	--.-- .
IE3 :	+0.082	0.001	--.-- .	+0.143	0.004	--.-- .	+0.118	0.002	--.-- .	-0.174	0.005	--.-- .
IE1 :	-0.103	0.002	--.-- .	+0.102	0.002	--.-- .	-0.113	0.002	--.-- .	+0.145	0.004	--.-- .
LG0 :	+0.245	0.008	--.-- .	-0.306	0.012	--.-- .	+0.350	0.016	--.-- .	+0.124	0.002	--.-- .
LG1 :	+0.082	0.001	--.-- .	+0.205	0.005	--.-- .	-0.144	0.002	--.-- .	+0.056	0.000	--.-- .
PX1 :	+0.001	0.000	--.-- .	-0.253	0.007	--.-- .	-0.142	0.002	--.-- .	+0.111	0.001	--.-- .
PX2 :	+0.421	0.005	--.-- .	-0.136	0.001	--.-- .	-0.028	0.000	--.-- .	+0.314	0.003	--.-- .
RV1 :	+0.349	0.003	--.-- .	-0.221	0.001	--.-- .	-0.717	0.013	--.-- .	-0.099	0.000	--.-- .
CLA :	+0.500	0.017	--.-- .	-0.445	0.013	--.-- .	-0.231	0.004	--.-- .	-0.325	0.007	--.-- .
CLB :	+0.294	0.006	--.-- .	-0.178	0.002	--.-- .	-0.195	0.003	--.-- .	-0.155	0.002	--.-- .
CL4 :	-0.031	0.000	--.-- .	-0.075	0.001	--.-- .	-0.107	0.002	--.-- .	+0.078	0.001	--.-- .
CL2 :	+0.179	0.001	--.-- .	-0.263	0.002	--.-- .	-0.175	0.001	--.-- .	-0.202	0.001	--.-- .
SIF :	+0.235	0.001	--.-- .	+0.233	0.001	--.-- .	-0.780	0.008	--.-- .	-0.337	0.001	--.-- .
SIM :	-0.076	0.000	--.-- .	+0.227	0.001	--.-- .	+0.172	0.001	--.-- .	+0.122	0.000	--.-- .
SIP :	-0.111	0.001	--.-- .	+0.325	0.006	--.-- .	+0.108	0.001	--.-- .	+0.120	0.001	--.-- .
SIS :	-0.279	0.001	--.-- .	-0.047	0.000	--.-- .	+0.216	0.000	--.-- .	+0.308	0.001	--.-- .
SIV :	+0.312	0.002	--.-- .	-0.105	0.000	--.-- .	+0.348	0.002	--.-- .	+0.305	0.002	--.-- .
RI5 :	+0.113	0.001	--.-- .	-0.087	0.001	--.-- .	-0.285	0.006	--.-- .	-0.227	0.004	--.-- .
RI0 :	+0.084	0.000	--.-- .	-0.134	0.001	--.-- .	+0.324	0.004	--.-- .	+0.042	0.000	--.-- .
UB8 :	+0.040	0.000	--.-- .	-0.004	0.000	--.-- .	-0.279	0.012	--.-- .	-0.252	0.010	--.-- .
UB2 :	-0.001	0.000	--.-- .	+0.060	0.001	--.-- .	+0.227	0.010	--.-- .	+0.051	0.001	--.-- .
IP3 :	-0.275	0.007	--.-- .	+0.187	0.003	--.-- .	-0.268	0.006	--.-- .	-0.053	0.000	--.-- .
IP5 :	+0.109	0.001	--.-- .	-0.305	0.010	--.-- .	+0.036	0.000	--.-- .	+0.014	0.000	--.-- .
IS2 :	+0.134	0.001	--.-- .	+0.136	0.001	--.-- .	-0.071	0.000	--.-- .	+0.044	0.000	--.-- .
IS9 :	-0.005	0.000	--.-- .	+0.024	0.000	--.-- .	+0.100	0.000	--.-- .	+0.026	0.000	--.-- .
IU5 :	+0.074	0.000	--.-- .	-0.091	0.000	--.-- .	+0.332	0.004	--.-- .	+0.129	0.001	--.-- .
IH5 :	-0.288	0.003	--.-- .	+0.061	0.000	--.-- .	-0.210	0.002	--.-- .	+0.200	0.002	--.-- .
IT4 :	+0.198	0.002	--.-- .	-0.007	0.000	--.-- .	-0.184	0.002	--.-- .	+0.144	0.001	--.-- .

Tableau T.3.3.9.
coordonnées factorielles des éléments supplémentaires

Ces éléments seront commentés après les graphiques.

3.3.4.4. Les graphiques des colonnes

Pour la clarté des figures, nous donnons ici les graphiques avec seulement les points représentatifs des colonnes. Nous donnerons dans le paragraphe suivant le graphique du plan 1,2 avec les points représentatifs des lignes.

Les graphiques présentent les figures caractéristiques de l'effet Guttman[135] : en effet, le long de l'axe 1, les modalités s'organisent comme suit (au moins pour les catalogues anciens):

[135] Voir Abrégé théorique et études de cas modèles, op. cit. de J.-P. Benzecri

xxN -- xxM -- xxE -- xxP -- xxQ

C'est la disposition la plus logique pour ce type de tableau : le long du premier axe, les modalités s'organisent selon l'ordre naturel de leurs valeurs. D'un point de vue mathématique, cela vient de la forme pseudo-diagonale des sous-tableaux de Burt.

Le long du second axe, on trouve le deuxième ordre, à savoir l'opposition extrêmes - moyens, soit l'ordre :

```
                  xxM          xxN
        xxE    ----          ----
               ----   xxP          xxQ
```

Lorsque l'on forme le plan 1,2 on obtient naturellement une forme d'enveloppe parabolique, qui résulte des deux ordres précédents, à savoir la figure F.3.3.1.

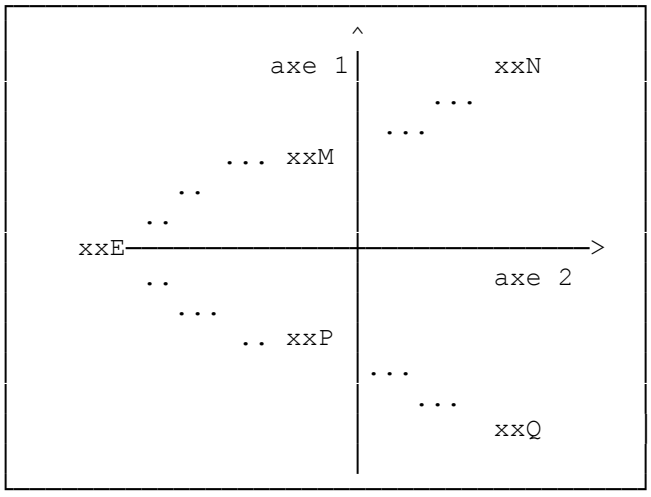


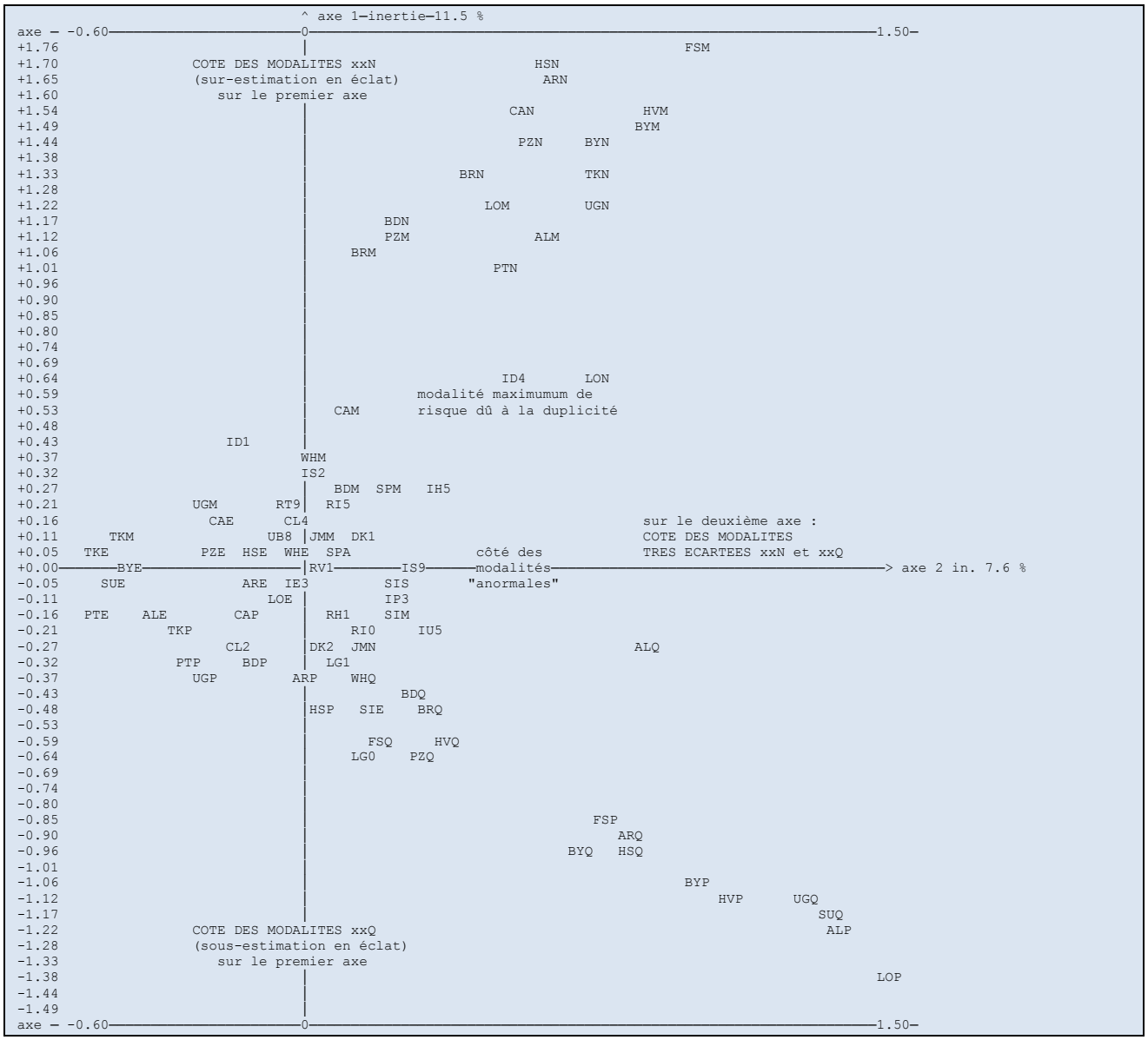
Figure F.3.3.1.
allure des modalités dans le plan 1,2

La figure F.3.3.2. présente le véritable graphique du plan (1,2) de l'analyse, où cet effet est particulièrement bien visible.

graphique pour les axes 2 et 1
fichier source ; V
inerties expliquées : 7.64 % 11.51 %

maximum horizontal : 1.503 minimum horizontal : -0.602
maximum vertical : 1.769 minimum vertical : -1.397
unités verticales : 3.166
unités horizontales : 2.105

échelle : 0.022
lp : 706 ls : 86 cp : 68 cs : 57



liste des 40 points cachés

vu :	BYM>HVN,	vu :	BRN>ALN,	vu :	UGN>SUN,		
vu :	ID1>ARM,	vu :	ID1>HSM,	vu :	UGM>SUM,	vu :	RT9>SIP,
vu :	RI5>WHN,	vu :	RI5>SIF,	vu :	CAE>BRE,	vu :	CL4>IP5,
vu :	TKM>FSE,	vu :	UB8>CLB,	vu :	HSE>SPG,	vu :	WHE>DK0,
vu :	WHE>PX1,	vu :	BYE>HVE,	vu :	RV1>IT4,	vu :	RV1>JME,
vu :	RV1>RH9,	vu :	RV1>SPB,	vu :	RV1>SPF,	vu :	SUE>UGE,
vu :	ARE>BDE,	vu :	IE3>SPK,	vu :	IE3>CLA,	vu :	SIS>IE1,
vu :	SIS>PX2,	vu :	ALE>PTM,	vu :	RH1>UB2,	vu :	TKP>RT2,
vu :	RI0>WHP,	vu :	JMN>PZP,	vu :	JMN>JMP,	vu :	PTP>SUP,
vu :	LG1>BRP,	vu :	ARP>SIV,	vu :	PZQ>CAQ,	vu :	HSQ>TKQ,
vu :	ALP>PTQ,						

Figure F.3.3.2.
plan (1,2) de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

Les autres graphiques plan (1,3), plan (2,3) et plan (1,4) présentent les ordres supérieurs de cet effet. Les ordres des modalités sont de plus en plus brouillés par la complexité des figures.

L'axe 3 présente les modalités dans l'ordre suivant :

```
        xxN
xxP -- xxE     xxM
        xxQ
```

ce qui développe dans le plan (1,3), la courbe en x3 présentée dans la figure F.3.3.3. et dans le plan (1,3) en vraie grandeur dans la figure F.3.3.4.

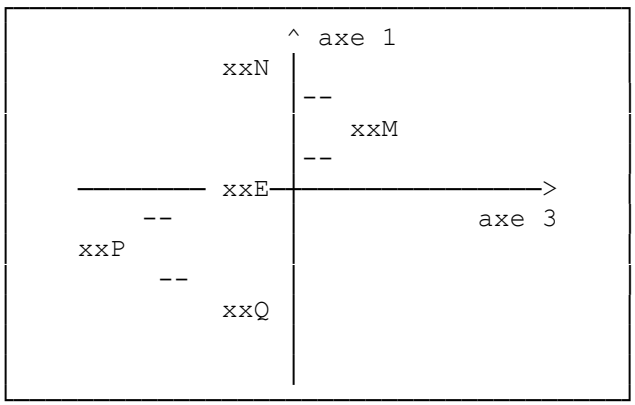


Figure F.3.3.3.
allure des modalités dans le plan 1,3

graphique pour les axes 3 et 1
inerties expliquées : 5.91 % 11.51 %

maximum horizontal : 1.117 minimum horizontal : -1.257
maximum vertical : 1.769 minimum vertical : -1.397
unités verticales : 3.166
unités horizontales : 2.375

échelle : 0.025
lp : 706 ls : 86 cp : 68 cs : 57

liste des 48 points cachés

vu :	BYM>HVN,	vu :	BYN>PZN,	vu :	TKN>ALN,		
vu :	SUN>UGN,	vu :	ID4>LON,	vu :	ARM>HSM,	vu :	SIF>IH5,
vu :	SPM>WHN,	vu :	SPM>RI5,	vu :	SUM>UGM,	vu :	BRE>IP5,
vu :	BRE>CAE,	vu :	FSE>UB8,	vu :	FSE>CL4,	vu :	JMM>DK1,
vu :	HSE>CLB,	vu :	HSE>TKE,	vu :	HSE>SPG,	vu :	SPA>DK0,
vu :	SPA>WHE,	vu :	PZE>PX1,	vu :	HVE>SPB,	vu :	HVE>BYE,
vu :	HVE>JME,	vu :	SPF>IT4,	vu :	CLA>RV1,	vu :	CLA>IS9,
vu :	ARE>IE3,	vu :	ARE>SIS,	vu :	ARE>BDE,	vu :	ARE>SPK,
vu :	LOE>IE1,	vu :	LOE>IP3,	vu :	LOE>UGE,	vu :	LOE>SUE,
vu :	CAP>PTE,	vu :	UB2>RT2,	vu :	UB2>WHP,	vu :	SIM>RH1,
vu :	PZP>RI0,	vu :	PTP>SUP,	vu :	BDP>CL2,	vu :	BDP>BRP,

vu : BRQ>SIE, vu : LG0>PZQ, vu : LG0>HVQ, vu : BYP>HVP,
vu : ALP>PTQ,

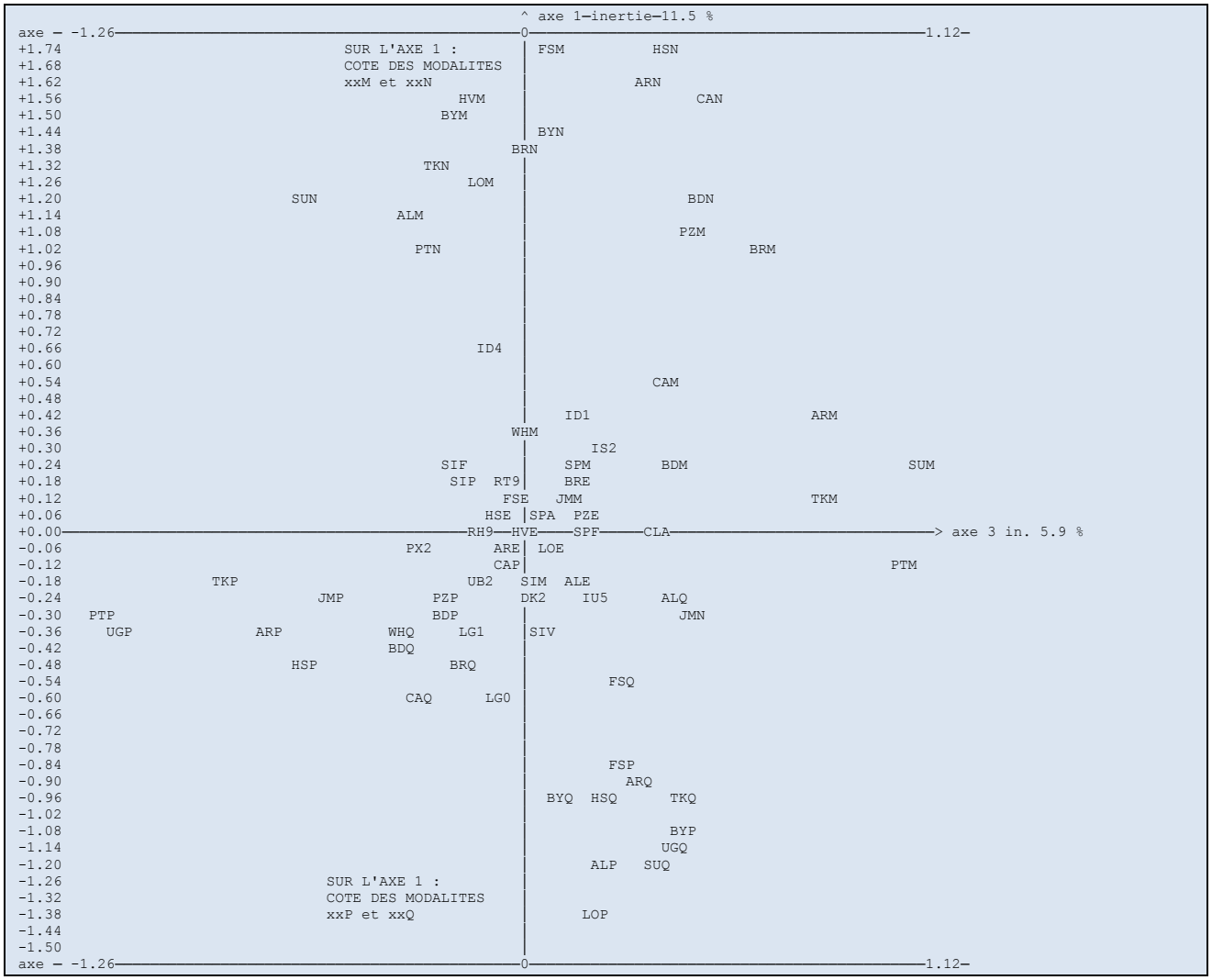


Figure F.3.3.4.
plan (1,3) de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

Nous donnons pour mémoire les graphiques des plans (2,3) et (1,4), sur les figures F.3.3.5. et F.3.3.6.

graphique pour les axes 3 et 2
inerties expliquées : 5.91 % 7.64 %
maximum horizontal : 1.117 minimum horizontal : -1.257
maximum vertical : 1.503 minimum vertical : -0.602
unités verticales : 2.105 - unités horizontales : 2.375
échelle : 0.025 - lp : 706 ls : 86 cp : 68 cs : 57

liste des 49 points cachés
vu : BYM>HVM, vu : ALQ>TKQ, vu : HSQ>ARQ, vu : SUN>UGN, vu : ALN>LOM,
vu : IH5>HVQ, vu : BRQ>PZQ, vu : BDQ>PX2, vu : SIS>SIM, vu : SIS>IE1,
vu : SIS>IP3, vu : PZM>IS9, vu : PZM>BDN, vu : SIE>WHP, vu : PZP>SIF,
vu : PZP>BRP, vu : PZP>UB2, vu : PZP>RI0, vu : CAM>BDM,

vu : CAM>JMN, vu : LG1>RH9, vu : SPB>JME, vu : SPB>SPA, vu : SPB>RH1,
vu : WHN>SPF, vu : WHN>IP5, vu : WHN>IT4, vu : WHN>RI5, vu : ARP>HSP,
vu : WHM>DK2, vu : WHM>SIV, vu : WHM>DK0, vu : WHM>SPK, vu : JMM>IS2,
vu : CLA>RV1, vu : CLB>RT9, vu : CLB>IE3, vu : CLB>CL4, vu : LOE>WHE,
vu : UB8>SPG, vu : UB8>BDE, vu : BDP>CL2, vu : HSE>CAP,
vu : HSE>ARE, vu : BRE>PZE, vu : BRE>CAE, vu : UGP>SUP, vu : FSE>HVE,
vu : UGE>SUE,

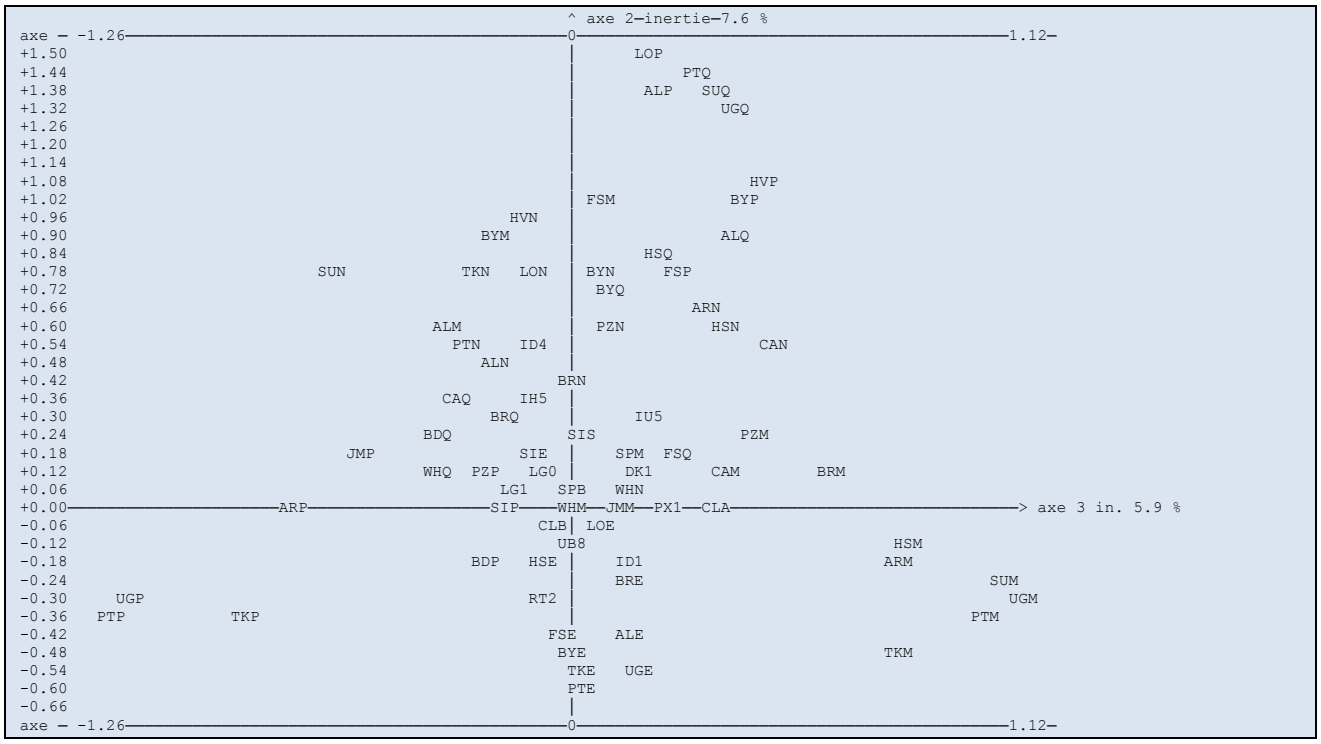


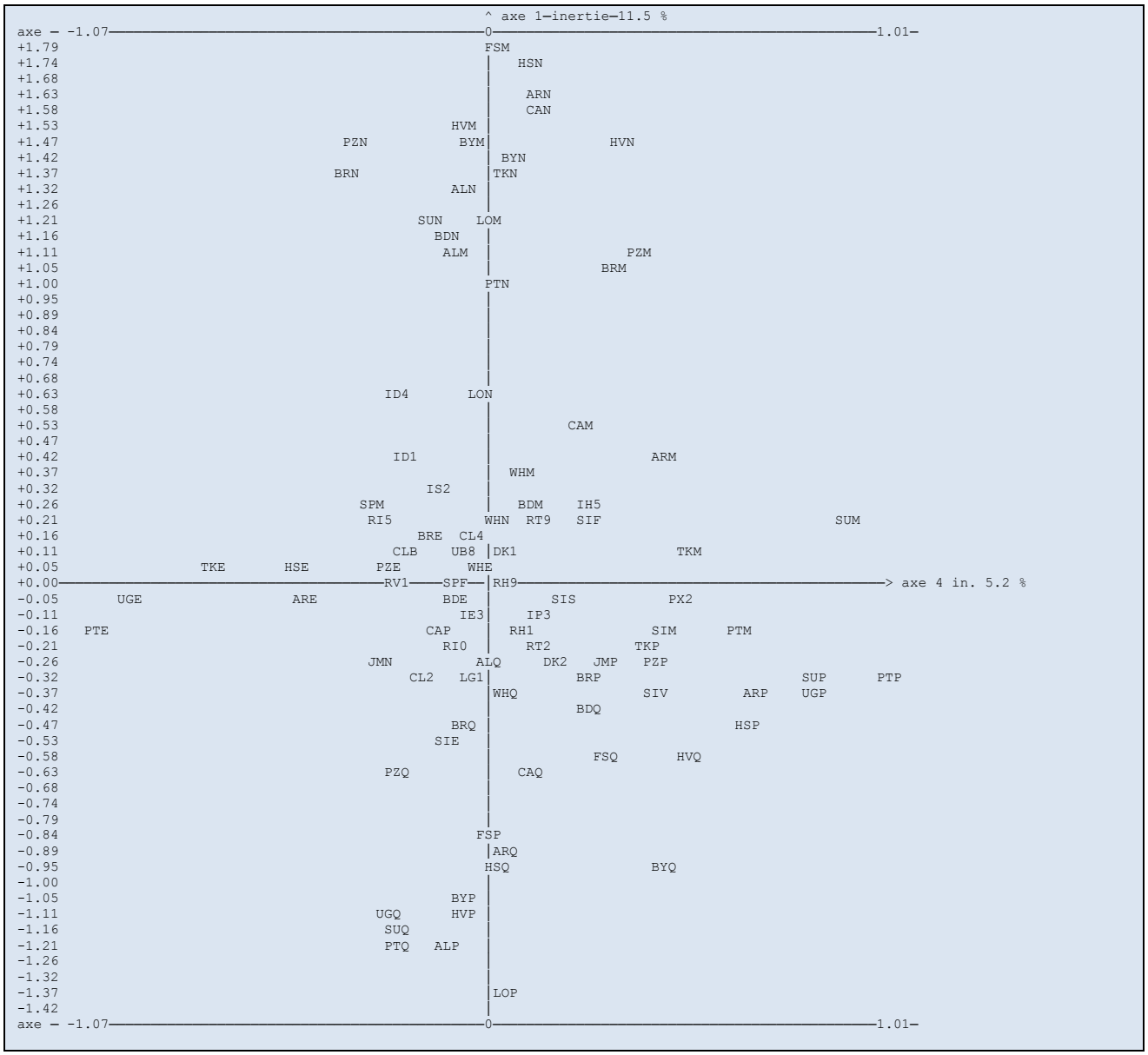
Figure F.3.3.5.
plan (3,2) de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

graphique pour les axes 4 et 1
inerties expliquées : 5.17 % 11.51 %

maximum horizontal : 1.012 minimum horizontal : -1.072
maximum vertical : 1.769 minimum vertical : -1.397
unités verticales : 3.166
unités horizontales : 2.084

échelle : 0.022
lp : 706 ls : 86 cp : 68 cs : 57

liste des 30 points cachés
vu : SUN>UGN, vu : ARM>HSM, vu : SIF>SIP,
vu : SUM>UGM, vu : CL4>CAE, vu : CL4>IP5, vu : UB8>JMM,
vu : DK1>FSE, vu : WHE>PX1, vu : WHE>SPG, vu : WHE>DK0,
vu : WHE>SPA, vu : SPF>SPB, vu : RH9>JME, vu : RH9>HVE,
vu : RH9>BYE, vu : RH9>IT4, vu : RH9>IS9, vu : UGE>SUE,
vu : BDE>CLA, vu : BDE>IE1, vu : SIS>SPK, vu : IE3>LOE,
vu : CAP>UB2, vu : RH1>ALE, vu : RI0>IU5, vu : RT2>WHP,
vu : LG1>BDP, vu : PZQ>LG0, vu : HSQ>TKQ,



fin du plan horizontal : 4 vertical 1

Figure F.3.3.7.
plan (1,4) de l'analyse des écarts aux valeurs attendues

Pour visualiser mieux l'effet Guttman, nous donnons comme annoncé plus haut le graphique du plan (1,2), avec la localisation des points des projections des étoiles. Ce graphique est présenté sur la figure F.3.3.8.

graphique pour les axes 2 et   1
fichier source ; V
inerties expliquées :   7.64 % 11.51 %

maximum horizontal : 1.542 minimum horizontal : -0.755
maximum vertical : 1.983 minimum vertical : -1.415
unités verticales :   3.398
unités horizontales : 2.298

échelle : 0.024
lp : 706 ls : 86 cp : 68 cs : 26

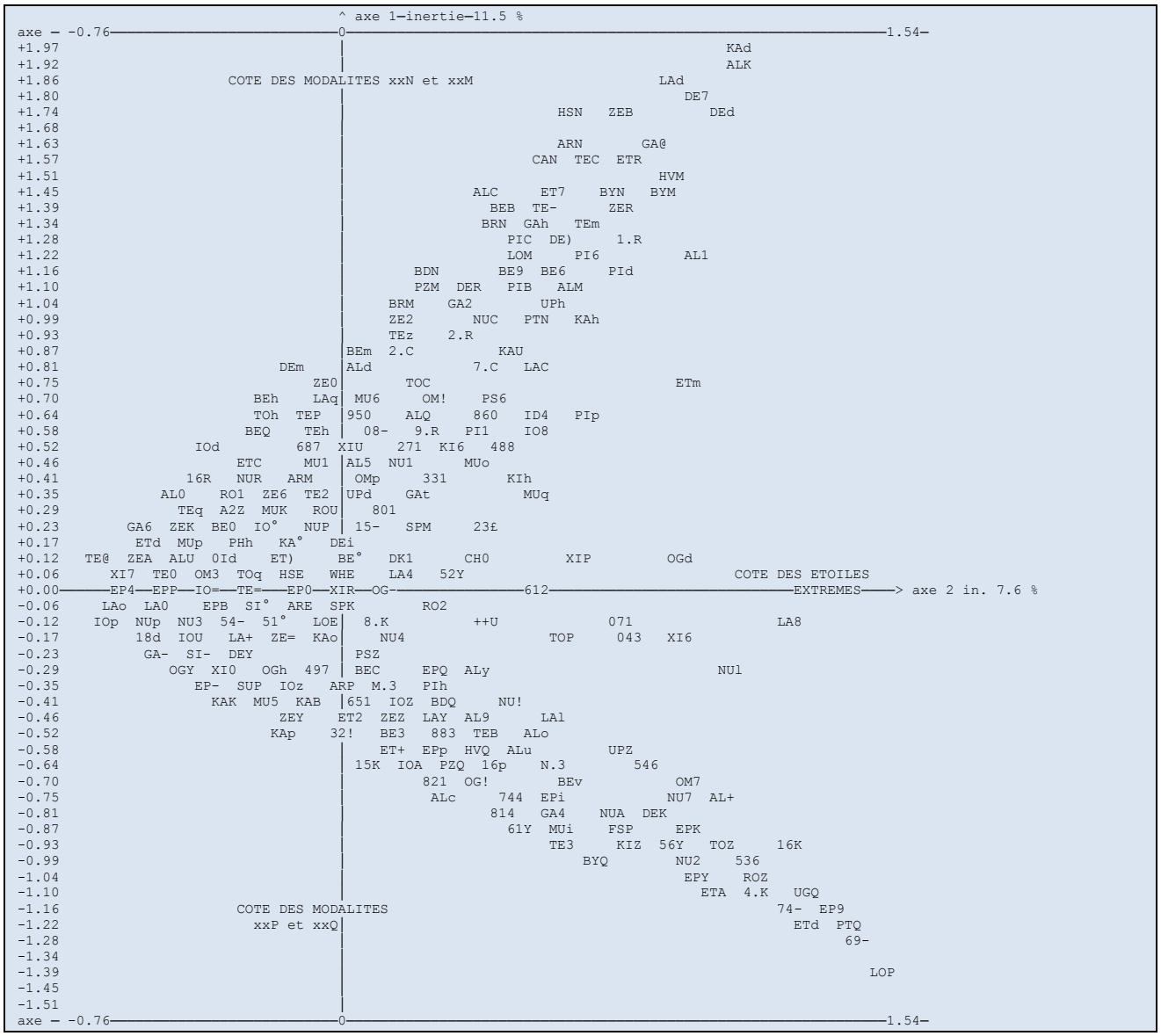


Figure F.3.3.8.
plan (1,2) de l'analyse des écarts aux valeurs attendues, avec les points représentatifs des étoiles (600 points cachés)..

3.3.5. L'interprétation de l'analyse

3.3.5.1. Les étoiles contribuant le plus à créer les axes

Nous donnons pour mémoire une liste des étoiles contribuant le plus à créer chacun des axes factoriels, dans le tableau T.3.3.10. A ce propos, il faut se souvenir de la remarque faite plus haut sur la dynamique du codage. Nous avons

dit que le fait d'avoir un codage limité à deux fois la résolution de part et d'autre de la modalité centrale écrase les étoiles extrêmes, contrairement au codage de l'analyse quantitative dédoublée. Dans cette dernière, les étoiles étaient d'autant plus extrêmes que leurs amplitudes étaient grandes. Ici, par contre, dès que les étoiles atteignent deux modalités d'écarts, elles sont équivalentes pour l'analyse. Ce qui a plus d'importance , c'est le nombre de catalogues pour lesquels elles ont un comportement semblable.

Cela signifie que si l'on cherche les étoiles les plus "variables", c'est plutôt l'analyse quantitative qui constitue le bon outil. C'est aussi pourquoi nous n'avons pas jugé utile de donner ici les courbes de lumière de ces étoiles, et que nous renvoyons le lecteur au chapitre 3.2 pour les listes des étoiles atypiques.

Etoiles contribuant le plus à l'axe 1 , côté positif :
(étoiles très souvent sur-estimées en éclat de 2 ou plus modalités, par les anciens)

	-----axe 1----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
KAd	1.93	0.56	1.52	3.30	3.30	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	4.20	3.50	3.30	3.30	3.40	3.862	3.88	3.30
LAd	1.83	0.53	1.37	3.30	3.30	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.50	3.70	3.50	3.30	3.30	3.60	3.838	4.06	3.30
DE7	1.78	0.55	1.29	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.70	3.30	3.00	3.00	3.40	3.384	3.66	3.00
BE7	1.78	0.55	1.29	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.70	3.30	3.30	3.30	3.50	3.606	3.80	3.30
ZEC	1.90	0.47	1.21	3.00	3.30	2.01	3.30	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.80	3.00	3.00	3.00	3.50	3.722	3.92	3.73
DEd	1.72	0.48	1.20	4.00	3.30	4.00	4.00	4.00	3.30	3.00	3.00	3.50	3.00	3.20	3.00	3.00	3.00	3.00	3.070	3.24	3.40
PIP	1.96	0.44	1.20	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.80	4.00	4.00	4.00	4.20	5.580	5.65	5.70
GAP	1.60	0.47	1.04	2.30	2.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	3.10	2.30	2.70	2.70	2.50	2.822	2.87	2.50
BEz	1.52	0.45	0.94	3.00	3.20	3.00	3.30	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.50	3.60	3.30	3.30	3.30	3.30	3.671	3.74	3.30
ALd	1.52	0.48	0.94	3.30	3.30	3.00	3.30	3.00	2.30	2.00	2.00	3.50	3.50	3.40	3.50	3.30	3.30	3.30	3.654	3.64	3.40
ETR	1.56	0.37	0.87	3.00	3.70	3.00	3.70	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.80	3.00	3.00	3.00	3.70	3.884	4.05	3.89
30+	1.45	0.42	0.85	4.00	3.70	4.00	3.70	5.00	4.00	4.00	4.00	4.50	5.50	4.60	4.30	4.00	4.30	4.10	4.826	4.96	5.00
GA5	1.42	0.45	0.82	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.80	5.00	4.30	4.30	4.40	4.670	4.73	4.50
ET7	1.42	0.40	0.82	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50	4.10	3.30	3.30	3.30	3.90	3.880	4.00	3.20

Etoiles contribuant le plus à l'axe 1 , côté négatif :
(étoiles très souvent sous-estimées en éclat de 2 ou plus modalités, par les anciens)

	-----axe 1----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
ALl	-1.42	0.31	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.045	0.14	1.00
69-	-1.30	0.35	0.69	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	5.70	5.70	5.70	4.944	4.92	5.80
ALB	-1.33	0.33	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.040	0.24	1.00
ALA	-1.33	0.33	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.30	0.070	0.21	1.00
38-	-1.25	0.35	0.64	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.30	6.00	6.00	6.00	6.00	5.30	6.00	6.00	6.00	5.80	5.355	5.32	6.20
ETd	-1.24	0.34	0.59	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	2.60	3.00	2.70	2.70	2.90	2.720	2.89	2.50
OG3	-1.24	0.31	0.59	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	5.00	6.00	6.00	5.50	5.10	5.30	5.70	5.70	5.80	4.956	4.80	5.70
KA-	-1.24	0.28	0.58	3.00	3.30	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.40	3.00	2.70	2.70	2.80	2.066	2.20	2.06
327	-1.17	0.31	0.56	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.40	5.00	6.00	6.00	5.80	5.222	5.24	6.00
EP9	-1.21	0.30	0.56	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	2.30	2.296	2.36	2.29
74-	-1.17	0.33	0.55	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.20	5.30	5.30	5.70	5.80	5.038	5.11	6.10
BE-	-1.20	0.26	0.55	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.154	0.34	0.12
72-	-1.15	0.35	0.54	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.10	6.00	5.70	5.70	5.70	5.320	5.28	5.70
7.K	-1.14	0.27	0.53	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.20	5.00	5.00	5.00	4.20	3.941	4.14	3.95
ROW	-1.20	0.30	0.51	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	0.00	5.50	5.00	4.70	5.30	4.490	4.85	5.00

Etoiles contribuant le plus à l'axe 2 , côté positif :
(étoiles très souvent mal estimées en éclat de 2 ou plus modalités, par les anciens)
Il s'agit a priori à peu près des mêmes que les 2 groupes précédents.

	-----axe 2----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
ALl	1.54	0.36	1.37	a2p	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.045	0.14	1.00
ALB	1.50	0.43	1.31	a2p	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.040	0.24	1.00
ALA	1.50	0.43	1.31	a2p	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.30	0.070	0.21	1.00
69-	1.42	0.42	1.23	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	5.70	5.70	5.70	4.944	4.92	5.80

BE-	1.46	0.39	1.22	a2p	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.154	0.34	0.12
38-	1.37	0.42	1.16	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.30	6.00	6.00	6.00	6.00	5.30	6.00	6.00	6.00	5.80	5.355	5.32	6.20
7.K	1.32	0.37	1.07	a2p	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.20	5.00	5.00	5.00	4.20	3.941	4.14	3.95
EP9	1.34	0.37	1.04	a2p	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	2.30	2.296	2.36	2.29
327	1.28	0.37	1.01	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.40	5.00	6.00	6.00	5.80	5.222	5.24	6.00
KA-	1.32	0.32	1.00	a2p	3.00	3.30	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.40	3.00	2.70	2.70	2.80	2.066	2.20	2.06
OG3	1.29	0.34	0.97	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	5.00	6.00	6.00	5.50	5.10	5.30	5.70	5.70	5.80	4.956	4.80	5.70
LA8	1.24	0.31	0.94	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.40	5.00	6.00	6.00	5.50	5.030	5.06	5.03
ETd	1.27	0.36	0.94	a2p	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	2.60	3.00	2.70	2.70	2.90	2.720	2.89	2.50
74-	1.22	0.36	0.91	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.20	5.30	5.30	5.70	5.80	5.038	5.11	6.10
72-	1.17	0.36	0.84	a2p	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.10	6.00	5.70	5.70	5.70	5.320	5.28	5.70

Etoiles contribuant le plus à l'axe 2 , côté positif :
(étoiles presque toujours bien estimées en éclat)

	-----axe 2----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
LAo	-0.70	0.27	0.30	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.70	4.00	3.70	3.70	3.80	3.816	3.85	4.00
EP4	-0.69	0.32	0.30	3.00	3.30	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.00	3.30	3.30	3.30	2.991	3.18	3.20
ETP	-0.69	0.26	0.29	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.80	3.00	3.00	3.00	3.00	2.937	3.10	3.20
XI7	-0.69	0.25	0.29	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.90	5.00	4.70	4.70	5.30	4.838	5.06	5.00
OMh	-0.69	0.31	0.29	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.70	4.00	4.00	3.837	3.83	3.90
ZEq	-0.69	0.31	0.29	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.987	3.02	3.00
KAW	-0.68	0.24	0.29	4.30	4.30	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.20	4.00	4.30	4.30	4.50	4.164	4.24	4.50
IOP	-0.67	0.30	0.28	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.90	4.00	4.00	4.00	4.00	3.765	3.96	4.00
XIh	-0.67	0.23	0.27	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.00	3.90	4.00	3.70	3.70	4.00	3.696	3.82	4.00
IO0	-0.67	0.25	0.27	4.00	4.50	4.00	4.30	4.00	4.30	4.00	4.00	4.00	4.50	4.30	4.30	4.00	4.00	4.40	4.266	4.35	4.27
AL7	-0.69	0.20	0.27	1.30	1.30	1.01	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.50	0.972	1.21	0.98
DEo	-0.67	0.23	0.27	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.60	3.00	3.00	3.00	3.10	2.733	3.03	2.74
ROB	-0.67	0.22	0.27	3.70	3.70	4.00	4.00	4.00	3.70	4.00	4.00	4.00	4.00	3.60	4.00	3.70	3.70	4.00	3.582	3.78	4.00
IO7	-0.66	0.27	0.27	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.00	4.00	4.00	4.10	4.080	4.16	4.08
BEA	-0.66	0.27	0.27	2.00	2.00	2.01	2.00	2.00	2.30	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	2.00	2.00	2.00	2.30	1.896	2.07	2.00

Etoiles contribuant le plus à l'axe 3 , côté positif :
(étoiles très souvent sur-estimées en éclat de 1 modalité, par les anciens)

	-----axe 3----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
EP1	1.02	0.35	0.83	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.40	4.00	4.00	4.00	4.30	4.269	4.45	4.30
XI5	0.99	0.31	0.78	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	5.50	5.50	5.20	5.30	5.00	5.00	5.00	5.151	5.22	4.80
DE2	0.96	0.21	0.74	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.80	4.00	4.30	4.00	4.10	4.348	4.53	4.20
710	0.92	0.28	0.68	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.75	5.50	4.40	5.30	4.00	4.00	4.20	4.013	4.21	4.01
ZEd	0.92	0.38	0.66	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.10	3.174	3.22	3.00
EP)	0.90	0.35	0.64	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.50	4.20	4.30	4.00	4.00	4.00	4.142	4.22	4.00
DE0	0.89	0.20	0.63	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.70	3.00	3.00	3.00	3.20	3.267	3.51	3.27
EPQ	0.89	0.26	0.62	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.30	3.005	3.21	3.00
19R	0.88	0.23	0.62	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.50	4.265	4.32	4.27
TEq	0.88	0.29	0.61	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.50	3.30	3.00	3.00	3.00	3.240	3.37	3.30
TEU	0.87	0.37	0.61	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.50	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.30	3.170	3.26	3.00
PHh	0.90	0.22	0.60	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	6.00	4.30	6.00	4.00	4.00	4.00	4.246	4.26	3.80
ZE+	0.86	0.23	0.58	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.70	3.00	3.00	3.00	3.00	3.30	3.00	3.00	3.00	3.30	3.207	3.40	3.00

Etoiles contribuant le plus à l'axe 3 , côté négatif :
(étoiles très souvent sous-estimées en éclat de 1 modalité, par les anciens)

	-----axe 3----																		
nom	coor	cos2	cont	PT	SU	AL	UG	LO	TK	BY	HV	FS	BR	WH	PZ	AR	HS	CA	JM	HD	BD
25-	-1.08	0.34	0.86	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.50	4.50	5.30	5.00	5.00	5.40	4.945	4.73	5.00
373	-1.02	0.40	0.83	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.70	4.70	4.90	4.363	4.50	5.00
UPo	-1.05	0.40	0.82	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.50	0.00	5.00	5.00	5.00	5.30	4.630	4.6899.99	
PI)	-1.01	0.42	0.82	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.70	6.00	6.00	6.00	6.00	5.561	5.60	6.20
XIY	-0.99	0.27	0.78	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.20	5.00	4.00	4.00	3.50	3.515	3.6199.99	
EP-	-0.96	0.34	0.73	2.00	2.00	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	1.90	2.30	2.00	2.00	2.00	1.692	1.75	2.00
59Y	-0.96	0.27	0.73	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.90	5.20	5.00	5.00	5.00	4.60	4.525	4.62	4.52
KI7	-0.96	0.32	0.72	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.20	6.00	5.00	5.00	5.20	4.650	4.78	4.66
526	-0.93	0.29	0.69	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	5.50	6.00	6.00	5.70	6.00	5.502	5.64	5.80
GAq	-0.92	0.29	0.67	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	3.00	3.00	3.00	3.30	2.724	2.80	3.00
KAK	-0.94	0.21	0.66	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.50	4.00	4.00	4.00	4.00	3.910	3.78	3.96
OGo	-0.91	0.25	0.65	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.20	5.00	5.00	5.00	4.70	4.454	4.57	4.45
ETB	-0.89	0.30	0.63	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.10	3.00	3.00	3.00	3.00	2.675	2.80	3.20
ETW	-0.89	0.31	0.63	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.50	4.00	3.70	4.00	4.10	3.441	3.64	3.80

Tableau T.3.3.10.
étoiles contribuant le plus à la création des 3 premiers axes de l'analyse des écarts aux valeurs attendues.

Pour des raisons de place, nous arrêtons ici la liste des étoiles axe par axe. Le lecteur comprendra sans doute aisément à l'aide des exemples déjà donnés, la

remarque sur les étoiles extrêmes. La première étoile du tableau est particulièrement significative. KAd n'est pas une étoile très sur-estimée : elle est juste à la limite de la catégorie sur-estimée de 2 modalités (pour les codages en 1/3 de magnitude), car elle est en général notée 3.3 alors qu'elle a une valeur attendue de 3.88. Donc, elle n'est vraiment pas exceptionnelle en amplitude. Par contre, elle est très régulièrement sur-estimée (sauf Sir William Herschel). C'est cela qui lui vaut d'être l'étoile qui contribue le plus au côté positif de l'axe 1.

3.3.5.2. Les éléments supplémentaires et leur position

Nous n'avons pas commenté les coordonnées des éléments supplémentaires du tableau T.3.3.9. Les coordonnées des modalités des écarts aux valeurs attendues correspondent globalement aux définitions des axes.

Pour ce qui est des modalités liées aux indices de signature, on remarque un certain nombre de modalités avec des coordonnées moyennement excentrées. Signalons en particulier :

- la modalité ID4 (problème d'intégration dû à la duplicité) qui est très excentrée sur l'axe 1 et 2, correspondant aux étoiles sur-estimées en éclats, mais il faut se souvenir que son effectif est faible (10 étoiles concernées),

- la modalité SPM (type spectral M : étoiles rouges) qui est assez excentrée, sur l'axe 1 du coté des étoiles sur-estimées en éclat, ce qui suggère une liaison avec l'absorption différentielle,

- la modalité DK2 (étoiles basses sur l'horizon) qui est assez excentrée du côté des étoiles sous-estimées en éclat sur l'axe 1, ce qui suggère une laison avec l'absorption due à la hauteur,

- la modalité LG0 (près de l'équateur galactique) et à un degré moindre LG1 (entre 5° et 15° par rapport à cet équateur) qui sont très excentrées sur l'axe 1 du côté des étoiles sous-estimées,

- la modalité PX2 (grande parallaxe) qui est très excentrée sur les axes 2, 3 et 4 mais qui a un effectif faible (21 étoiles concernées),

- la modalité CL2 (classe de luminosité II) qui est assez excentrée sur tous les axes de 1 à 4,

-les modalités SIi des indices spectraux qui sont à peu près toutes excentrées, en particulier la modalité SIE (raies d'émission) qui est très excentrée sur l'axe 1, du côté des étoiles sous-estimées (mais avec un effectif de seulement 28 étoiles concernées)

- la modalité RI5 (indice de couleurs d'étoile rouge) qui est similaire au type spectral M déjà cité,

- plusieurs indices liés au corpus, comme RT2, IS2, IU5 et IH5 qui sont excentrés sur l'axe 1 ou RT2 et IU5 sur l'axe 2 et
IS9 sur l'axe 3.

Il faut voir que les valeurs des coordonnées de ces modalités restent largement dans le domaine des valeurs explicables par la dispersion moyenne des étoiles. Elles indiquent simplmeent des déplacements moyens des centres de gravités des familles d'étoiles qui vérifient ces modalités. Il n'apparaît pas de liaison

très forte qui suggèrerait une relation de cause à effet, à part peut-être les cas des modalités ID4, LG0 et SIE, dont la valeur absolue de la coordonnée sur le premier axe dépasse 0.5.

3.3.5.3. Retour sur les catalogues et leurs modalités

Nous avons fait plusieurs fois remarquer le caractère pseudo-diagonal par bloc du tableau de Burt associé à notre codage. Nous avons également siganler que l'effet Gutmann observé sur les graphique de l'analyse y est lié. On comprend bien l'idée qui est derrière ce constat : il y a une mémoire des écarts de codage, qui s'estompe progressivement jusqu'à nos jours (le terme mémoire ne doit pas conduire à une méprise : il ne s'agit pas forcément du biais de fixité, il pourrait tout à fait s'agir d'une variation à très longue période). On peut constater cet effet de mémoire en regardant la dégradation progressive de la corrélation entre les modalités des observateurs et les axes factoriels, au cours des âges. Les modalités les plus fortement corrélées aux premiers axes (que l'on regarde les coordonnées factorielles, les cosinus carré ou les contributions) sont Ptolémée, le Sufi et les autres anciens, puis cela décroît progressivement.

Une anomalie est à noter dans cette progression. Ce sont les modalités du catalogue d'Herschel, qui ne sont pas du tout corrélées aux premiers axes. Sur aucun des 8 premiers axes, pour aucune modalité, on ne trouve un cosinus carré supérieur à 0.042, et encore, il est par rapport au sixième axe. Seuls Bradley (à un degré moindre tout de même) et Mermilliod sont presque aussi peu corrélés aux premiers axes. En fait, ce phénomène est déjà très visible dans le tableau de Burt. Nous donnons en T.3.3.11. trois tranches de ce tableau, correspondant aux modalités de Ptolémée PTi, de Sir William Herschel WHi et de Flamsteed FSi (rappelons que FSN est agrégé à FSM) versus tous les autres catalogues. Chez Ptolémée, le caractère pseudo-diagonal est évident ; chez Flamsteed, il n'est plus très visible, mais existe encore ; dans le cas d'Herschel, on ne voit vraiment pas grand chose.

	PTN	PTM	PTE	PTP	PTQ	WHN	WHM	WHE	WHP	WHQ	FSNM	FSE	FSP	FSQ
PTN	195	0	0	0	0	10	35	101	37	12	47	121	26	1
PTM	0	170	0	0	0	7	19	99	40	5	7	112	46	5
PTE	0	0	164	0	0	7	23	91	37	6	10	113	40	1
PTP	0	0	0	97	0	3	12	51	24	7	8	71	17	1
PTQ	0	0	0	0	80	3	9	44	15	9	2	35	42	1
UGN	116	7	1	2	1	7	22	68	22	8	32	79	15	1
UGM	43	102	7	1	1	6	19	88	35	6	17	101	33	3
UGE	25	43	124	11	4	8	29	119	44	7	14	143	49	1
UGP	8	5	26	74	14	4	19	66	29	9	8	90	27	2
UGQ	3	13	6	9	60	5	9	45	23	9	3	39	47	2
SUN	113	4	0	0	0	7	22	61	20	7	30	71	15	1
SUM	47	104	9	3	2	7	20	95	36	7	18	109	35	3
SUE	23	43	123	11	7	8	29	119	45	6	14	146	46	1
SUP	10	7	25	74	11	4	18	64	30	11	9	89	27	2
SUQ	2	12	7	9	60	4	9	47	22	8	3	37	48	2
ALN	12	0	0	0	0	1	2	9	0	0	4	8	0	0
ALM	144	8	6	0	0	6	32	79	33	8	45	91	21	1
ALE	39	160	155	86	18	21	56	254	104	23	22	323	107	6
ALP	0	1	2	11	60	2	8	41	16	7	2	30	41	1
ALQ	0	1	1	0	2	0	0	3	0	1	1	0	2	1

LON	6	1	0	1	0	1	1	4	2	0	1	5	2	0
LOM	49	8	13	9	1	5	15	41	15	4	29	45	6	0
LOE	140	159	151	84	64	24	78	333	129	34	44	395	150	9
LOP	0	2	0	3	15	0	4	8	7	1	0	7	13	0
TKN	77	14	19	12	3	5	20	70	27	3	54	64	7	0
TKM	27	75	12	9	9	8	15	78	26	5	13	98	20	1
TKE	42	26	80	5	10	4	27	91	29	12	6	135	19	3
TKP	33	8	26	51	12	7	22	66	26	9	0	104	26	0
TKQ	16	47	27	20	46	6	14	81	45	10	1	51	99	5
BYN	3	1	1	0	0	0	3	2	0	0	3	1	1	0
BYM	76	12	15	9	3	7	19	62	26	1	57	49	9	0
BYE	104	121	115	75	34	20	64	247	89	29	14	375	56	4
BYP	12	34	33	11	42	3	12	73	36	8	0	27	103	2
BYQ	0	2	0	2	1	0	0	2	2	1	0	0	2	3
HVN	4	1	0	0	0	0	3	1	1	0	2	2	1	0
HVM	66	7	18	11	3	6	16	62	20	1	62	38	5	0
HVE	112	126	115	77	39	20	69	257	94	29	10	392	63	4
HVP	13	34	30	8	37	4	9	66	35	8	0	18	102	2
HVQ	0	2	1	1	1	0	1	0	3	1	0	2	0	3
BRN	8	2	5	2	0	1	4	8	1	3	12	4	1	0
BRM	30	21	14	6	6	5	15	42	15	0	26	48	3	0
BRE	69	62	69	35	28	13	36	150	50	14	28	202	32	1
BRP	55	61	41	34	33	7	35	114	57	11	5	138	81	0
BRQ	33	24	35	20	13	4	8	72	30	11	3	60	54	8
FSM	47	7	10	8	2	4	13	40	14	3	74	0	0	0
FSE	121	112	113	71	35	19	66	259	85	23	0	452	0	0
FSP	26	46	40	17	42	7	19	83	50	12	0	0	171	0
FSQ	1	5	1	1	1	0	0	4	4	1	0	0	0	9
WHN	10	7	7	3	3	30	0	0	0	0	4	19	7	0
WHM	35	19	23	12	9	0	98	0	0	0	13	66	19	0
WHE	101	99	91	51	44	0	0	386	0	0	40	259	83	4
WHP	37	40	37	24	15	0	0	0	153	0	14	85	50	4
WHQ	12	5	6	7	9	0	0	0	0	39	3	23	12	1
PZN	9	3	6	2	0	2	4	11	1	2	14	4	2	0
PZM	43	21	14	13	6	4	18	54	18	3	34	60	3	0
PZE	62	63	83	27	31	8	39	149	55	15	20	202	43	1
PZP	60	61	23	41	31	10	31	111	54	10	5	137	74	0
PZQ	21	22	38	14	12	6	6	61	25	9	1	49	49	8
ARN	30	9	12	7	0	4	15	28	11	0	25	30	3	0
ARM	41	48	24	14	10	7	27	79	20	4	17	94	24	2
ARE	78	58	90	34	38	10	30	180	58	20	26	195	73	4
ARP	35	31	27	36	15	5	17	71	40	11	4	99	38	3
ARQ	11	24	11	6	17	4	9	28	24	4	2	34	33	0
HSN	27	6	11	6	0	4	12	23	11	0	22	26	2	0
HSM	38	49	24	15	11	6	23	85	17	6	19	91	25	2
HSE	86	59	87	31	34	11	34	180	55	17	26	204	64	3
HSP	35	34	30	36	18	5	23	70	44	11	5	97	47	4
HSQ	9	22	12	9	17	4	6	28	26	5	2	34	33	0
BDN	24	11	17	5	3	4	9	38	8	1	20	36	3	1
BDM	47	45	37	20	20	6	30	93	32	8	25	100	41	3
BDE	71	62	60	31	27	14	37	126	58	16	20	172	55	4

BDP	17	19	22	13	12	3	11	50	12	7	3	58	21	1
BDQ	36	33	28	28	18	3	11	79	43	7	6	86	51	0
CAQ	36	36	50	34	36	4	18	95	66	9	7	108	74	3
CAP	35	45	43	20	17	8	29	88	25	10	15	99	45	1
CAE	67	54	45	28	21	14	27	118	41	15	20	159	33	3
CAM	33	24	14	12	6	2	10	56	16	5	13	59	15	2
CAN	24	11	12	3	0	2	14	29	5	0	19	27	4	0
JMN	1	1	2	2	2	3	1	4	0	0	0	6	2	0
JMM	79	68	71	42	31	11	47	162	59	12	30	189	66	6
JME	113	98	88	49	45	16	47	214	90	26	42	250	98	3
JMP	2	3	3	4	2	0	3	6	4	1	2	7	5	0

Tableau T.3.3.11.
sous-tableaux de Burt correspondant à Ptolémée, Sir William Herschel et Flamsteed.

L'intérêt d'un telle remarque n'est pas mince. Pourquoi les estimations de Sir William Herschel échappent-elles à la règle de la mémoire ? On ne peut manquer de remarquer que justement ce sont les seules estimations à ne pas être directement comparables à celles des autres observateurs.

Les figures F.3.3.9. et F.3.3.10. mettent en évidence cet effet. Elles presentent les positions des cinq modalités de chaque catalogue dans le plan (1,2).

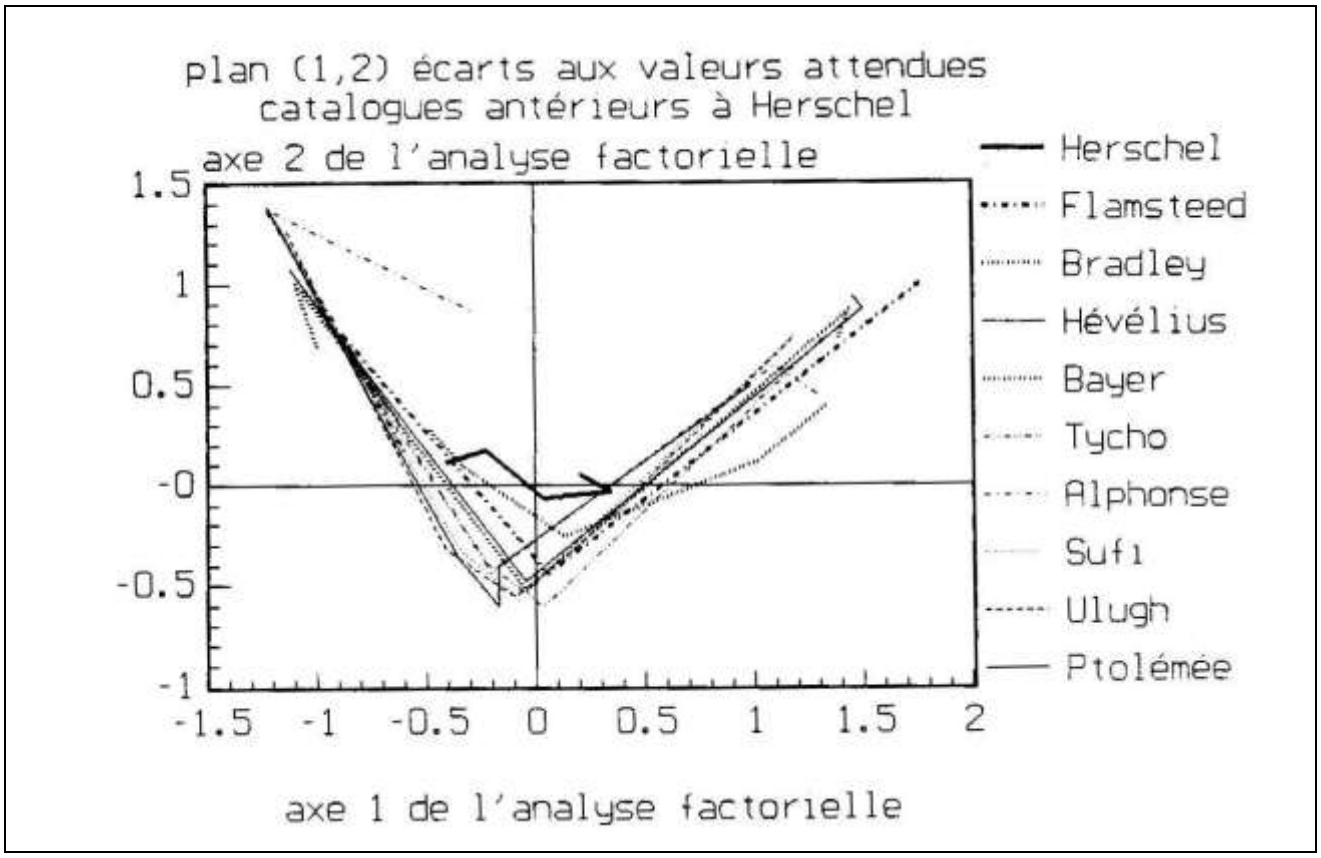


Figure F.3.3.9.
position des modalités de Sir William Herschel
par rapport aux catalogues plus anciens dans le plan (1,2)

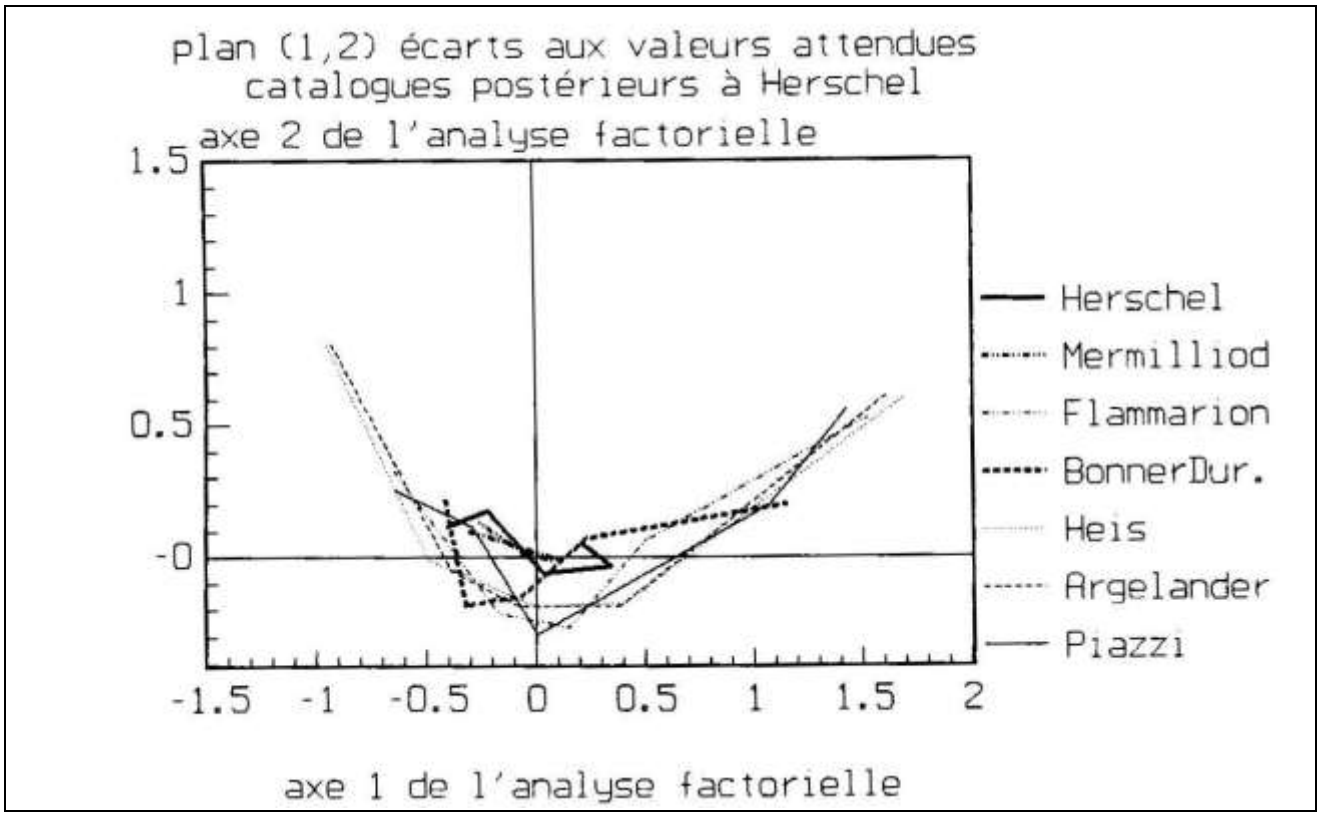


Figure F.3.3.10.
position des modalités de Sir William Herschel
par rapport aux catalogues plus récents dans le plan (1,2)

L'anomalie que réprésentent les résultats de l'analyse pour Sir William Herschel saute aux yeux. Par rapport au "V" de l'effet Guttman, on voit que les points représentatifs de Sir William Herschel occupent des positions tout à fait atypiques, à rapprocher des catalogues actuels.

Qu'en déduire ? Que :

1. les estimations d'Herschel ne sont pas fiables,
2. notre re-codage (écart aux valeurs attendues) a détruit l'information,
3. les notations particulière d'Hrrschel ont protégé ses mesures du phénomène de mémoire (il n'a pas été influencé et n'a pas influencé).

Nous n'avons pas tellement de moyens de décider entre ces trois hypothèses ; la deuxième paraît malgré tout assez farfelue : nous avons déjà dit que nous avons certainement perdu de l'information dans le re-codage. Mais de là à croîre que nous avons tout noyé, cela parait très difficile à admettre, compte tenu de la faible résolution des autres catalogues auxquels nous comparons.

En ce qui concerne la première hypothèse, elle paraît difficilement compatible avec la résolution que les estimations de variables faites par Sir William Herschel permettent de lui attribuer (meilleure en tout cas que les 0.33 que nous avions pris dans notre re-codage).

Il serait malgré tout très inquiétant de se rabattre sur la troisième hypothèse, car elle suggère que l'effet de mémoire est un artefact, puisqu'il disparait quand le codage supprime les possibilités de comparaison. De là à conclure que la plupart des écarts aux valeurs attendues ne sont pas réels sur les éclats des étoiles, il n'y a qu'un pas. Nous gardons cela en réserve pour nos conclusions générales.

Chapitre 3.4. L'analyse du tableau créé avec un codage flou en magnitude entière

3.4.1. Les codages flous possibles et le choix

3.4.1.1. Pourquoi un codage flou ?

La nature mixte de notre tableau de données, à la fois quantitatif (pour les catalogues contemporains) et qualitatif (pour les catalogues anciens et modernes) suggère de trouver un codage intermédiaire pour nos données.

Les codages flous permettent de mettre en place cet intermédiaire. L'idée est de trouver un codage compatible avec les données des observateurs qui notent par partie entière ou fraction de partie entière et les codages continus.

Rappelons que ces codages font partie de ceux que nous avons qualifiés d'ascendants dans le paragraphe 3.1.1.3. L'analyse utilisant le CEVA que nous venons d'étudier avait été mise en place pour chercher à interpréter les écarts (comme dans une approche qui descend des hypothèses vers les données). Inversement, , le codage flou de nos données a surtout pour but de nous donner un regard le plus exhaustif sur l'information contenue. Il faut comprendre ce codage comme un regard plus universel que l'analyse quantitative dédoublée, qui noyait l'information dans l'hypothèse de linéarité.

3.4.1.2. Le codage flou adopté

De même qu'il existe de nombreuses possibilités pour les codages des écarts aux valeurs attendues, il existe de nombreuses formules de codage flou possible. Pour rendre les choses moins abstraites au lecteur peu familiarisé avec les analyses multidimensionnelles, nous décrivons tout de suite le codage flou adopté. Nous reviendrons par la suite aux autres codages flous possibles.

Le tableau que nous avons analysé est composé de 6 colonnes par observateur, soit un total de 108 colonnes (6*18). Chacune des colonnes correspond à une valeur entière de 1 à 6.

Soit une étoile notée de magnitude M par l'observateur xx.
soit I=ent(M) la partie entière de M ;

dans les deux colonnes xxI et xx(I+1) situées de part et d'autre de la valeur M retenue, on place respectivement
1-abs(I-M) et

1-abs(I+1-M) ;

on laisse les autres colonnes de cet observateur nulles.

Par exemple, soit une étoile notée 4 par Ptolémée (xx=PT), 4.4 par Camille Flammarion (xx=CA) et 4.43 dans la Bonner Durchmusterung. (xx=BD). On aura donc pour ces catalogues les valeurs données dans le tableau T.3.4.1.

Ptolémée	Flammarion	Bonner Durchmusterung
valeur=4	valeur=4.4	valeur=4.43
PT1=0	CA1=0	BD1=0
PT2=0	CA2=0	BD2=0
PT3=0	CA3=0	BD3=0
PT4=1	CA4=0.6	BD4=0.56
PT5=0	CA5=0.4	BD5=0.43
PT6=0	CA6=0	BD6=0

Tableau T.3.4.1.
exemple de re-codage d'une étoile dans notre codage flou

En réalité, ce codage n'est pas très "flou", car nous n'étendons pas le re-codage de la magnitude à plus de 2 colonnes. On pourrait tout à fait imaginer des codages où l'information de la magnitude serait répartie sur plus de 2 colonnes, sous la forme d'une courbe en cloche dont l'intégrale serait la magnitude.

Les principes qui nous ont guidé dans le choix de ce codage plus qu'un autre sont proches de ceux invoqués pour les autres analyses que nous avons mises en place :

- respect maximum de l'information,
- équilibrage des masses des lignes,
- homogénéité des traitements des observateurs.

3.4.1.3.
La place du flou et du net

Le lecteur attentif remarquera que là encore, nous avons une hypothèse de linéarité partielle. Les parties fractionnaires interviennent quantitativement. La partie de linéarité qui a été supprimée dans ce codage, c'est la relation linéaire qui était implicitement faite entre les valeurs entières. Pratiquement plus rien ici ne suppose que la valeur 4 pour la magnitude signifie le double de la valeur 2 (en fait, il faut dire "presque rien", car les parties fractionnaires réalisent au second ordre, une sorte lien quantitatif, similaire à la liaison des éléments ordonnés dans l'effet Guttman) : malheureusement, une partie fractionnaire de 0.66 correspond toujours au double de 0.33.

Cela nous amène à la constation paradoxale suivante : la place du flou est pratiquement inversée dans notre codage par rapport à ce qui serait le plus logique. Pour respecter au mieux les différents codages de nos catalogues, il eût été plus pertinent d'arriver à couper la relation linéaire entre les diverses valeurs de partie fractionnaire (c'est d'ailleurs ce que nous avions tenté dans le CEVA) et non pas entre les diverses parties entières.

Hélas, ceci semble une gageure, car il faudrait garder une double information, difficilement compatible dans un tel codage :

- l'écart à la valeur attendue (car c'est l'information réelle),

- la valeur de la partie fractionnaire (car sinon, on fait une hypothèse d'équivalence (c'est-à-dire de linéarité) entre tous les écarts d'un nombre constant de modalité, comme dans notre CEVA.

3.4.2.
L'analyse mise en place

3.4.2.1.

Les colonnes du tableau

Une fois les colonnes définies dans leur principe, reste à voir le problème des effets de bord (ou de conditions aux limites), à savoir le sort des étoiles de magnitude supérieure à 6 ou inférieure à 1. Soit nous rajoutons des colonnes xx0 et xx7 pour les intégrer normalement, soit nous trouvons un traitement particulier. En fait la première solution présente l'avantage de l'homogénéité, mais elle multiplie les colonnes. De plus, nous savons bien qu'il est un peu artificiel de prétendre traiter le problème de manière homogène : de toute façon, il y a un problème d'effet de bord pour les étoiles faibles, et il y a un problème de dissymétrie pour les brillantes (il devrait même y avoir des notations à xx-1 et à xx-2 pour les plus brillantes : Msirius=-1.56 par exemple).

De toute façon, nous étions limité en nombre de colonnes. Nous avons alors choisi, une sorte de stratégie d'amortissement des effets de bord. Nous n'avons pas noté à 1 tout ce qui dépassait, nous avons "amorti en masse de la ligne", en ne notant que la colonne 1 ou 6 à sa valeur standard, ce qui diminue la masse de la ligen, et n'introduit pas de valeurs fausses. Le lecteur sera sans doute convaincu qu'une telle méthode est discutable, mais qu'elle a le mérite de l'élégance.

Signalons pour mémoire, qu'à part ces exceptions, la masse de chaque ligne est égale au nombre de catalogues, et donc constante pour toutes les étoiles. Par contre, les colonnes ont des masses très variables, qui sont liées à la fréquence des différentes magnitudes des étoiles dans le ciel (coupé par la sélection des étoiles brillantes), comme le montre le tableau T.3.4.2.

catalogue	sigle XX	effectifs des modalités XX1	XX2	XX3	XX4	XX5	XX6
Ptolémée	PT	10.30	24.90	160.70	328.10	145.70	36.30
Abd Al Rahmam Al Sufi	SU	10.00	24.40	143.90	303.80	164.20	58.80
Tables Alphonsines	AL	10.00	23.50	142.90	303.70	164.00	61.00
Ulugh Beigh	UG	9.94	28.93	144.09	341.01	145.03	37.00
Landgrave de Hesse	LO	13.00	33.00	164.00	248.00	235.00	13.00

Tycho Brahé	TK	11.60	35.60	129.20	258.00	181.90	86.10
Bayer	BY	10.00	34.00	134.00	254.50	186.50	87.00
Hévélius	HV	12.60	35.20	127.20	254.50	193.90	82.60
Flamsteed	FS	12.50	25.25	100.75	192.50	244.60	124.90
Bradley	BR	11.00	30.25	122.00	219.44	201.06	120.25
Sir William Herschel	WH	9.20	33.30	99.10	240.30	246.40	53.60
Piazzi	PZ	13.10	28.40	107.00	195.30	253.00	107.10
Argelander	AR	11.10	42.30	128.40	229.70	223.70	70.80
Bonner Durchmuster.	BD	10.99	43.05	118.05	218.68	219.96	62.11
Heis	HS	11.10	43.60	123.40	227.70	227.70	72.50
Flammarion	CA	7.10	39.10	114.30	219.30	238.30	87.10
Revised Harvard Phot	HD	9.37	34.60	111.15	256.33	253.92	36.87
Mermilliod UBV86	JM	9.97	41.99	123.95	263.26	232.62	28.29

Tableau T.3.4.2.
somme des diverses colonnes du tableau codé avec le codage flou

3.4.2.2.

Le problème des éléments supplémentaires

Avec ce codage, qui est intermédiaire entre le quantitatif et le qualitatif, se pose le problème des éléments supplémentaires. Nous disposons en effet de 2 solutions pour les présenter :

- en lignes, sous la forme de centres de gravité des classes d'étoiles, comme nous l'avions fait dans l'analyse quantitative,

- en colonnes, sous forme de tableau qualitatif, comme nous l'avions fait dans l'analyse du CEVA.

Un des intérêts de notre codage flou, c'est que justement ces deux solutions sont compatibles avec la nature du tableau adopté.

Pour des raisons de confort d'utilisation, nous avons adopté la première solution, plaçant les 108 centres de gravité correspondant aux diverses modalités décrites dans le paragraphe 3.1.3.1. en lignes supplémentaires, à partir de la même formule de recodage que celle des autres lignes (cf 3.4.1.2.).

3.4.2.3. Et Sir William Herschel ?

Nous avons adopté les mêmes bases pour effectuer le recodage de Sir William Herschel que celles que nous avions adopté pour le CEVA (cf 3.3.2.4.), car les contraintes à imposer aux données diffèrent peu.

Les magnitudes de la réduction de Harvard dans Observations of Sir William Herschel[136] ont été traitées par notre formule de recodage.

[136] Op. Cit. de Pickering. E. et al.

3.4.2.4. Les colonnes supplémentaires

Subsiste un dernier problème : nous avons trop de colonnes principales pour notre logiciel (108, alors que notre limite, due à la mémoire paginée en turboPascal 3.0, cf annexe A1.LIST) est de 88 colonnes principales). Par ailleurs, nous avons un certain nombre d'observateurs qui ne sont pas très loin d'être redondants pour notre problème.

Nous avons décidé de placer les colonnes qui correspondent aux 4 observateurs les plus redondants en supplémentaires. Il faut comprendre que c'est plutôt un artifice de calcul qu'une véritable réduction du problème. Nous sommes proche d'une stratégie du type analyse canonique qui consiste à définir les axes à partir d'un certain nombre d'observateurs, et d'y projeter les autres pour voir si les deux sous-espaces se correspondent.

Nous avons ainsi mis en supplémentaires les 4*6 colonnes qui contiennent les données de :

- Ulugh Beigh, qui n'est pas loin de faire double emploi avec le Sufi,
- les Tables Alphonsines, qui ne sont pas loin de faire double emploi avec Ptolémée,
- le Landgrave de Hesse, qui ne contiennent de 368 magnitudes originelles dans notre tableau,
- Mermilliod, dont l'écart avec la RHP est faible quantitativement devant les autres écarts.

Notre lecteur aura compris que, si l'on prend l'idée de voir un sous espace par rapport à un autre, nous n'avons pas spécialement besoin de prendre en supplémentaires des colonnes redondantes (au contraire, presque).

3.4.2.
Les résultats bruts

3.4.2.1.
L'histogramme des valeurs propres

L'histogramme des valeurs propres [137] présenté dans le tableau T.3.4.2. montre une concentration de l'information qui pourrait nous étonner.

```
contribution inertie ( 1) 21.3 % total _ 21.3 % : ************************************************************
contribution inertie ( 2) 18.0 % total _ 39.3 % : ****************************************************
contribution inertie ( 3) 13.5 % total _ 52.8 % : ***************************************
contribution inertie ( 4) 10.1 % total _ 62.9 % : ****************************
contribution inertie ( 5)  6.3 % total _ 69.2 % : ******************
contribution inertie ( 6)  2.8 % total _ 72.0 % : ********
contribution inertie ( 7)  2.4 % total _ 74.4 % : *******
contribution inertie ( 8)  2.0 % total _ 76.4 % : ******
contribution inertie ( 9)  1.9 % total _ 78.3 % : *****
contribution inertie (10)  1.7 % total _ 80.0 % : *****
contribution inertie (11)  1.7 % total _ 81.7 % : *****
contribution inertie (12)  1.5 % total _ 83.2 % : ****
```

[137] paramètres de l'analyse :
jacobi : iterations : 8977
maximum : 2.98305645213060E-007
seuil : 2.99730434810825E-007
valeur propre triviale ... 9.99999999999403E-001
(trace) : 4.03547130482246E+000
(trace*somme) : 3.95802253954030E+004

```
contribution inertie (13)  1.3 % total _ 84.5 % : ****
contribution inertie (14)  1.2 % total _ 85.7 % : ***
contribution inertie (15)  0.9 % total _ 86.6 % : ***
contribution inertie (16)  0.9 % total _ 87.5 % : **
contribution inertie (17)  0.8 % total _ 88.3 % : **
contribution inertie (18)  0.7 % total _ 89.0 % : **
contribution inertie (19)  0.7 % total _ 89.7 % : **
contribution inertie (20)  0.6 % total _ 90.2 % : **
contribution inertie (21)  0.5 % total _ 90.8 % : **
contribution inertie (22)  0.5 % total _ 91.3 % : **
contribution inertie (23)  0.5 % total _ 91.8 % : *
contribution inertie (24)  0.5 % total _ 92.3 % : *
contribution inertie (25)  0.5 % total _ 92.7 % : *
contribution inertie (26)  0.4 % total _ 93.2 % : *
contribution inertie (27)  0.4 % total _ 93.5 % : *
contribution inertie (28)  0.4 % total _ 93.9 % : *
contribution inertie (29)  0.4 % total _ 94.3 % : *
contribution inertie (30)  0.3 % total _ 94.6 % : *
contribution inertie (31)  0.3 % total _ 95.0 % : *
contribution inertie (32)  0.3 % total _ 95.3 % : *
contribution inertie (33)  0.3 % total _ 95.6 % : *
contribution inertie (34)  0.3 % total _ 95.8 % : *
contribution inertie (35)  0.3 % total _ 96.1 % : *
contribution inertie (36)  0.2 % total _ 96.3 % : *
contribution inertie (37)  0.2 % total _ 96.6 % : *
contribution inertie (38)  0.2 % total _ 96.8 % : *
contribution inertie (39)  0.2 % total _ 97.0 % : *
contribution inertie (40)  0.2 % total _ 97.2 % : *
contribution inertie (41)  0.2 % total _ 97.4 % : *
contribution inertie (42)  0.2 % total _ 97.6 % : *
contribution inertie (43)  0.2 % total _ 97.8 % : *
 (…)
contribution inertie (82)  0.0 % total __100.0 % :
contribution inertie (83)  0.0 % total __100.0 % :
```

Tableau T.3.4.3.
histogramme des valeurs propres de l'analyse à codage flou

On constate en effet que l'on trouve plus de 75% de l'information sur les 8 premiers axes, alors que nous avons un tableau de 84 colonnes principales. Nous verrons qu'en fait ce résultat n'est pas surprenant, car il confirme que la principale information du tableau est la fixité des magnitudes des étoiles

3.4.2.3.Les paramètres factoriels des colonnes

Le tableau T.3.4.4. donne les éléments factoriels des colonnes, avec axe par axe les trois paramètres habituels (coordonnée factorielle, cosinus carré et contribution, comme décrit en 3.3.4.2.).

```
----COLONNES PRINCIPALES-----------------------------------------------------------------------------------------
contribution moyenne à la création d'un axe : 1.2 %


Premiers axes (de 1 à 4) :


-id-:--ma--in-:-- axe  1 - _21.3 % ---!-- axe  2 - _18.0 % ---!-- axe  3 - _13.5 % ---!-- axe  4 - _10.1 % ---!
abrv               coord  cos2  cont      coord  cos2  cont      coord  cos2  cont      coord  cos2  cont


Ptolémée

PT1 :   1  17 :   +5.537 0.480  3.74 .   -4.370 0.299  2.77 .   -2.260 0.080  0.98 .   -1.035 0.017  0.28 .
PT2 :   3  15 :   +2.511 0.273  1.86 .   +0.547 0.013  0.10 .   +2.213 0.212  2.28 .   +1.755 0.133  1.93 .
PT3 :  16  11 :   +0.514 0.094  0.50 .   +1.052 0.392  2.50 .   -0.075 0.002  0.02 .   -0.613 0.133  1.52 .
PT4 :  33   8 :   -0.285 0.081  0.32 .   +0.007 0.000  0.00 .   -0.452 0.205  1.25 .   +0.392 0.154  1.27 .
PT5 :  15  14 :   -0.567 0.087  0.56 .   -0.724 0.142  1.07 .   +0.543 0.080  0.80 .   -0.138 0.005  0.07 .
PT6 :   4  17 :   -0.664 0.024  0.19 .   -1.054 0.060  0.57 .   +1.331 0.096  1.20 .   -1.232 0.082  1.38 .


Al Sufi

SU1 :   1  18 :   +5.644 0.454  3.78 .   -4.573 0.298  2.94 .   -2.495 0.089  1.16 .   -1.219 0.021  0.37 .
SU2 :   2  14 :   +2.627 0.284  1.92 .   +0.498 0.010  0.08 .   +2.367 0.230  2.46 .   +1.960 0.158  2.27 .
SU3 :  15  10 :   +0.580 0.117  0.57 .   +1.117 0.433  2.51 .   -0.007 0.000  0.00 .   -0.658 0.150  1.55 .
SU4 :  31   8 :   -0.237 0.057  0.20 .   +0.107 0.012  0.05 .   -0.515 0.269  1.50 .   +0.349 0.124  0.93 .
SU5 :  17  11 :   -0.531 0.107  0.55 .   -0.612 0.143  0.86 .   +0.327 0.041  0.33 .   +0.069 0.002  0.02 .
SU6 :   6  13 :   -0.646 0.048  0.30 .   -0.988 0.112  0.84 .   +1.150 0.152  1.51 .   -0.940 0.101  1.35 .


Tycho Brahé
```

TK1 :	1	16 :	+5.185	0.502	3.70 .	-3.750	0.263	2.29 .	-1.617	0.049	0.57 .	-0.577	0.006	0.10 .
TK2 :	4	14 :	+2.231	0.312	2.10 .	+0.758	0.036	0.29 .	+2.046	0.262	2.78 .	+1.441	0.130	1.86 .
TK3 :	13	13 :	+0.525	0.069	0.42 .	+1.189	0.356	2.57 .	-0.143	0.005	0.05 .	-1.048	0.276	3.56 .
TK4 :	26	10 :	-0.224	0.033	0.15 .	+0.150	0.015	0.08 .	-0.625	0.255	1.88 .	+0.462	0.139	1.38 .
TK5 :	19	12 :	-0.494	0.096	0.53 .	-0.502	0.099	0.64 .	+0.108	0.005	0.04 .	+0.331	0.043	0.50 .
TK6 :	9	14 :	-0.644	0.064	0.42 .	-0.986	0.150	1.18 .	+1.174	0.212	2.21 .	-1.009	0.157	2.20 .

Bayer

BY1 :	1	19 :	+5.628	0.432	3.76 .	-4.543	0.281	2.90 .	-2.463	0.083	1.13 .	-1.198	0.020	0.36 .
BY2 :	3	17 :	+2.381	0.288	2.29 .	+0.710	0.026	0.24 .	+2.331	0.276	3.45 .	+1.855	0.175	2.94 .
BY3 :	14	14 :	+0.540	0.068	0.46 .	+1.210	0.343	2.76 .	-0.135	0.004	0.05 .	-1.091	0.279	4.00 .
BY4 :	26	11 :	-0.228	0.029	0.16 .	+0.154	0.013	0.09 .	-0.661	0.247	2.07 .	+0.495	0.139	1.57 .
BY5 :	19	13 :	-0.496	0.088	0.54 .	-0.510	0.093	0.68 .	+0.121	0.005	0.05 .	+0.329	0.039	0.51 .
BY6 :	9	16 :	-0.655	0.060	0.44 .	-1.021	0.146	1.28 .	+1.240	0.215	2.50 .	-1.079	0.163	2.54 .

Hévélius

HV1 :	1	18 :	+5.376	0.521	4.32 .	-4.077	0.299	2.95 .	-1.932	0.067	0.88 .	-0.773	0.011	0.19 .
HV2 :	4	16 :	+2.182	0.258	1.99 .	+0.977	0.052	0.47 .	+2.438	0.322	3.91 .	+1.788	0.173	2.83 .
HV3 :	13	14 :	+0.521	0.061	0.41 .	+1.243	0.346	2.77 .	-0.180	0.007	0.08 .	-1.184	0.313	4.48 .
HV4 :	26	11 :	-0.221	0.028	0.15 .	+0.175	0.017	0.11 .	-0.690	0.272	2.26 .	+0.505	0.146	1.63 .
HV5 :	20	13 :	-0.511	0.099	0.60 .	-0.548	0.114	0.82 .	+0.175	0.012	0.11 .	+0.298	0.034	0.43 .
HV6 :	8	16 :	-0.649	0.056	0.41 .	-1.008	0.135	1.18 .	+1.232	0.201	2.34 .	-1.098	0.160	2.50 .

Bradley

BR1 :	1	17 :	+5.296	0.517	4.16 .	-3.898	0.280	2.67 .	-1.681	0.052	0.66 .	-0.548	0.006	0.09 .
BR2 :	3	13 :	+2.208	0.234	1.46 .	+0.846	0.034	0.25 .	+2.172	0.227	2.23 .	+1.519	0.111	1.46 .
BR3 :	10	12 :	+0.776	0.126	0.72 .	+1.288	0.348	2.35 .	+0.218	0.010	0.09 .	-0.866	0.157	1.90 .
BR4 :	20	10 :	-0.080	0.003	0.01 .	+0.435	0.095	0.51 .	-0.720	0.259	1.86 .	+0.171	0.015	0.14 .
BR5 :	25	9 :	-0.439	0.138	0.56 .	-0.357	0.091	0.44 .	-0.079	0.004	0.03 .	+0.371	0.098	0.85 .
BR6 :	13	12 :	-0.581	0.091	0.50 .	-0.799	0.171	1.12 .	+0.795	0.169	1.47 .	-0.549	0.081	0.95 .

Flamsteed

FS1 :	1	17 :	+5.569	0.515	4.05 .	-4.410	0.323	3.01 .	-2.268	0.085	1.06 .	-1.010	0.017	0.28 .
FS2 :	3	15 :	+2.270	0.259	1.85 .	+0.802	0.032	0.27 .	+2.252	0.255	2.87 .	+1.681	0.142	2.15 .
FS3 :	12	13 :	+0.643	0.095	0.60 .	+1.267	0.369	2.75 .	+0.014	0.000	0.00 .	-1.036	0.247	3.29 .
FS4 :	22	11 :	-0.172	0.015	0.08 .	+0.272	0.038	0.23 .	-0.729	0.271	2.18 .	+0.418	0.089	0.96 .
FS5 :	20	11 :	-0.471	0.100	0.53 .	-0.437	0.086	0.54 .	+0.002	0.000	0.00 .	+0.407	0.074	0.84 .
FS6 :	12	14 :	-0.604	0.080	0.52 .	-0.865	0.164	1.27 .	+0.926	0.188	1.93 .	-0.723	0.114	1.58 .

Sir William Herschel

WH1 :	1	11 :	+4.606	0.439	2.31 .	-2.719	0.153	0.96 .	-0.510	0.005	0.04 .	+0.254	0.001	0.01 .
WH2 :	3	11 :	+2.005	0.318	1.59 .	+0.851	0.057	0.34 .	+1.761	0.245	1.93 .	+0.999	0.079	0.84 .
WH3 :	10	9 :	+0.629	0.109	0.46 .	+1.102	0.335	1.69 .	-0.052	0.001	0.00 .	-0.694	0.133	1.20 .
WH4 :	25	6 :	-0.142	0.020	0.06 .	+0.285	0.082	0.28 .	-0.567	0.323	1.44 .	+0.196	0.038	0.23 .
WH5 :	25	6 :	-0.486	0.241	0.69 .	-0.495	0.250	0.85 .	+0.174	0.031	0.14 .	+0.118	0.014	0.09 .
WH6 :	5	8 :	-0.630	0.064	0.25 .	-0.940	0.143	0.67 .	+1.044	0.177	1.09 .	-0.790	0.101	0.84 .

Piazzi

PZ1 :	1	17 :	+5.254	0.528	4.29 .	-3.822	0.279	2.69 .	-1.596	0.049	0.62 .	-0.483	0.004	0.08 .
PZ2 :	3	14 :	+2.124	0.230	1.52 .	+0.955	0.047	0.36 .	+2.204	0.248	2.58 .	+1.480	0.112	1.56 .
PZ3 :	11	13 :	+0.696	0.104	0.61 .	+1.274	0.349	2.44 .	+0.100	0.002	0.02 .	-0.958	0.197	2.47 .
PZ4 :	20	10 :	-0.109	0.006	0.03 .	+0.387	0.072	0.41 .	-0.733	0.259	1.96 .	+0.246	0.029	0.30 .
PZ5 :	26	9 :	-0.454	0.146	0.62 .	-0.397	0.112	0.56 .	-0.021	0.000	0.00 .	+0.334	0.079	0.71 .
PZ6 :	11	12 :	-0.599	0.080	0.46 .	-0.845	0.159	1.07 .	+0.865	0.167	1.50 .	-0.611	0.083	1.00 .

Argelander

AR1 :	1	16 :	+5.507	0.530	3.99 .	-4.294	0.322	2.88 .	-2.127	0.079	0.94 .	-0.886	0.014	0.22 .
AR2 :	4	13 :	+2.066	0.345	2.14 .	+0.944	0.072	0.53 .	+2.006	0.325	3.18 .	+1.193	0.115	1.51 .
AR3 :	13	10 :	+0.468	0.068	0.33 .	+1.162	0.419	2.44 .	-0.262	0.021	0.16 .	-0.938	0.273	2.84 .
AR4 :	23	8 :	-0.210	0.032	0.12 .	+0.189	0.026	0.12 .	-0.657	0.317	1.85 .	+0.434	0.138	1.09 .
AR5 :	23	9 :	-0.501	0.159	0.67 .	-0.526	0.175	0.87 .	+0.168	0.018	0.12 .	+0.214	0.029	0.26 .
AR6 :	7	13 :	-0.651	0.057	0.36 .	-1.006	0.136	1.01 .	+1.193	0.191	1.88 .	-0.978	0.128	1.70 .

Heis

HS1 :	1	16 :	+5.507	0.530	3.99 .	-4.294	0.322	2.88 .	-2.127	0.079	0.94 .	-0.886	0.014	0.22 .
HS2 :	4	13 :	+2.038	0.346	2.15 .	+0.961	0.077	0.57 .	+1.972	0.324	3.16 .	+1.133	0.107	1.41 .
HS3 :	13	11 :	+0.472	0.066	0.33 .	+1.173	0.406	2.39 .	-0.263	0.020	0.16 .	-0.962	0.273	2.87 .
HS4 :	23	8 :	-0.201	0.029	0.11 .	+0.208	0.031	0.14 .	-0.665	0.320	1.88 .	+0.420	0.128	1.01 .
HS5 :	23	8 :	-0.499	0.174	0.67 .	-0.519	0.188	0.86 .	+0.159	0.018	0.11 .	+0.218	0.033	0.27 .
HS6 :	7	12 :	-0.647	0.066	0.36 .	-0.992	0.154	1.00 .	+1.158	0.210	1.82 .	-0.934	0.137	1.59 .

Bonner Durchmusterung

BD1 :	1	16 :	+5.295	0.502	3.65 .	-3.955	0.280	2.42 .	-1.831	0.060	0.69 .	-0.713	0.009	0.14 .
BD2 :	4	13 :	+1.956	0.330	1.95 .	+0.997	0.086	0.60 .	+1.909	0.315	2.93 .	+1.076	0.100	1.25 .
BD3 :	12	10 :	+0.480	0.069	0.32 .	+1.155	0.399	2.21 .	-0.231	0.016	0.12 .	-0.877	0.230	2.28 .
BD4 :	22	7 :	-0.209	0.035	0.11 .	+0.180	0.026	0.10 .	-0.607	0.296	1.50 .	+0.368	0.109	0.74 .
BD5 :	22	7 :	-0.491	0.187	0.63 .	-0.501	0.195	0.78 .	+0.150	0.017	0.09 .	+0.186	0.027	0.19 .
BD6 :	6	10 :	-0.639	0.063	0.30 .	-0.968	0.145	0.82 .	+1.108	0.189	1.42 .	-0.868	0.116	1.18 .

Flammarion

CA1 :	1	14 :	+5.815	0.435	2.85 .	-4.852	0.303	2.35 .	-2.734	0.096	0.99 .	-1.337	0.023	0.32 .
CA2 :	4	12 :	+2.363	0.471	2.59 .	+0.467	0.018	0.12 .	+1.604	0.217	1.88 .	+0.982	0.081	0.95 .
CA3 :	12	9 :	+0.599	0.113	0.49 .	+1.180	0.438	2.24 .	-0.038	0.000	0.00 .	-0.772	0.188	1.71 .
CA4 :	22	6 :	-0.149	0.019	0.06 .	+0.296	0.075	0.27 .	-0.650	0.361	1.73 .	+0.276	0.065	0.42 .
CA5 :	24	6 :	-0.471	0.212	0.63 .	-0.442	0.186	0.65 .	+0.046	0.002	0.01 .	+0.276	0.073	0.46 .
CA6 :	9	9 :	-0.629	0.092	0.41 .	-0.935	0.204	1.07 .	+1.037	0.251	1.75 .	-0.781	0.142	1.33 .

Revised Harvard Photometry

HD1 :	1	11 :	+4.656	0.466	2.41 .	-2.803	0.169	1.04 .	-0.596	0.008	0.06 .	+0.185	0.001	0.01 .
HD2 :	4	11 :	+2.001	0.330	1.64 .	+0.919	0.070	0.41 .	+1.816	0.272	2.13 .	+0.991	0.081	0.85 .
HD3 :	11	9 :	+0.578	0.105	0.44 .	+1.154	0.417	2.08 .	-0.067	0.001	0.01 .	-0.711	0.158	1.41 .
HD4 :	26	5 :	-0.175	0.036	0.09 .	+0.233	0.064	0.20 .	-0.578	0.395	1.60 .	+0.264	0.082	0.45 .
HD5 :	26	6 :	-0.506	0.271	0.77 .	-0.550	0.319	1.08 .	+0.253	0.068	0.30 .	+0.070	0.005	0.03 .
HD6 :	4	7 :	-0.654	0.056	0.19 .	-1.019	0.136	0.54 .	+1.224	0.197	1.03 .	-1.014	0.135	0.95 .

Axes suivants (de 5 à 8) :

-id-:--ma--in-:--	axe 5 - 6.3			% ---!--	axe 6 - 2.8			% ---!--	axe 7 - 2.4			% ---!--	axe 8 - 2.0			% ---!
abrv	coord	cos2	cont		coord	cos2	cont		coord	cos2	cont		coord	cos2	cont	

Ptolémée

PT1 :	1	17 :	+0.147	0.000	0.01 .	-0.050	0.000	0.00 .	-0.144	0.000	0.02 .	+0.353	0.002	0.16 .	
PT2 :	3	15 :	-0.345	0.005	0.12 .	+0.087	0.000	0.02 .	+0.193	0.002	0.10 .	-0.427	0.008	0.58 .	
PT3 :	16	11 :	+0.111	0.004	0.08 .	+0.046	0.001	0.03 .	-0.099	0.003	0.16 .	+0.085	0.003	0.15 .	
PT4 :	33	8 :	-0.087	0.008	0.10 .	-0.118	0.014	0.41 .	+0.295	0.087	2.94 .	-0.030	0.001	0.04 .	
PT5 :	15	14 :	+0.479	0.062	1.33 .	+0.522	0.074	3.58 .	x	-0.917	0.229	_12.65 .	-0.361	0.035	2.41 .	
PT6 :	4	17 :	-1.434	0.112	2.98 .	-1.260	0.086	5.20 .		+1.362	0.101	6.95 .	+1.545	0.130	_11.02 .	

Al Sufi

SU1 :	1	18 :	+0.192	0.001	0.01 .	-0.073	0.000	0.00 .	-0.176	0.000	0.03 .	+0.384	0.002	0.19 .	
SU2 :	2	14 :	-0.391	0.006	0.14 .	+0.067	0.000	0.01 .	+0.293	0.004	0.21 .	-0.665	0.018	1.32 .	
SU3 :	15	10 :	+0.133	0.006	0.10 .	+0.042	0.001	0.02 .	-0.173	0.010	0.44 .	+0.225	0.018	0.92 .	
SU4 :	31	8 :	-0.152	0.023	0.28 .	-0.069	0.005	0.13 .	+0.372	0.140	4.33 .	-0.070	0.005	0.19 .	
SU5 :	17	11 :	+0.518	0.102	1.76 .	+0.301	0.034	1.34 .	x	-0.794	0.240	_10.67 .	-0.338	0.043	2.38 .	
SU6 :	6	13 :	-0.799	0.073	1.56 .	-0.575	0.038	1.82 .		+0.589	0.040	2.18 .	+0.919	0.097	6.55 .	

Tycho Brahé

TK1 :	1	16 :	+0.051	0.000	0.00 .	-0.038	0.000	0.00 .	-0.093	0.000	0.01 .	+0.137	0.000	0.03 .
TK2 :	4	14 :	-0.249	0.004	0.09 .	+0.100	0.001	0.03 .	+0.043	0.000	0.01 .	+0.088	0.000	0.03 .
TK3 :	13	13 :	+0.404	0.041	0.84 .	-0.098	0.002	0.11 .	+0.223	0.013	0.66 .	-0.312	0.024	1.60 .
TK4 :	26	10 :	-0.532	0.185	2.92 .	-0.109	0.008	0.28 .	-0.392	0.100	4.10 .	+0.194	0.024	1.23 .
TK5 :	19	12 :	+0.984	0.381	7.04 .	+0.465	0.085	3.55 .	+0.299	0.035	1.68 .	+0.121	0.006	0.34 .
TK6 :	9	14 :	-0.955	0.141	3.14 .	-0.516	0.041	2.07 .	+0.185	0.005	0.30 .	-0.406	0.025	1.81 .

Bayer

BY1 :	1	19 :	+0.191	0.000	0.01 .	-0.096	0.000	0.01 .	-0.151	0.000	0.02 .	+0.190	0.000	0.05 .
BY2 :	3	17 :	-0.393	0.008	0.21 .	+0.156	0.001	0.07 .	+0.071	0.000	0.02 .	+0.079	0.000	0.03 .
BY3 :	14	14 :	+0.433	0.044	1.00 .	-0.108	0.003	0.14 .	+0.242	0.014	0.81 .	-0.337	0.027	1.94 .
BY4 :	26	11 :	-0.604	0.206	3.71 .	-0.145	0.012	0.49 .	-0.372	0.078	3.63 .	+0.191	0.021	1.18 .
BY5 :	19	13 :	+1.055	0.399	8.29 .	+0.507	0.092	4.32 .	+0.260	0.024	1.30 .	+0.130	0.006	0.40 .
BY6 :	9	16 :	-1.029	0.148	3.68 .	-0.537	0.040	2.26 .	+0.146	0.003	0.19 .	-0.365	0.019	1.47 .

Hévélius

HV1 :	1	18 :	+0.076	0.000	0.00 .	-0.001	0.000	0.00 .	-0.041	0.000	0.00 .	+0.122	0.000	0.02 .
HV2 :	4	16 :	-0.329	0.006	0.15 .	+0.097	0.001	0.03 .	+0.011	0.000	0.00 .	+0.128	0.001	0.07 .
HV3 :	13	14 :	+0.460	0.047	1.07 .	-0.107	0.003	0.13 .	+0.196	0.009	0.50 .	-0.281	0.018	1.28 .
HV4 :	26	11 :	-0.638	0.232	4.14 .	-0.093	0.005	0.20 .	-0.370	0.078	3.60 .	+0.135	0.010	0.59 .
HV5 :	20	13 :	+1.069	0.435	8.85 .	+0.473	0.085	3.92 .	+0.283	0.030	1.60 .	+0.213	0.017	1.12 .
HV6 :	8	16 :	-1.123	0.167	4.17 .	-0.693	0.064	3.58 .	+0.175	0.004	0.26 .	-0.551	0.040	3.19 .

Bradley

BR1 :	1	17 :	+0.015	0.000	0.00 .	+0.007	0.000	0.00 .	+0.076	0.000	0.01 .	-0.377	0.003	0.23 .

BR2 :	3	13 :	-0.257	0.003	0.07 .		+0.135	0.001	0.04 .		-0.100	0.000	0.03 .		+0.842	0.034	2.28 .
BR3 :	10	12 :	+0.405	0.034	0.66 .		-0.188	0.007	0.32 .		+0.066	0.001	0.04 .		-0.232	0.011	0.69 .
BR4 :	20	10 :	-0.555	0.154	2.37 .		+0.295	0.043	1.51 .		-0.289	0.042	1.66 .		-0.069	0.002	0.12 .
BR5 :	25	9 :	+0.428	0.131	1.79 .		-0.419	0.126	3.88 .		+0.227	0.037	1.30 .		+0.314	0.071	3.08 .
BR6 :	13	12 :	-0.235	0.015	0.28 .		+0.477	0.061	2.56 .		-0.024	0.000	0.01 .		-0.436	0.051	3.02 .

Flamsteed

FS1 :	1	17 :	+0.130	0.000	0.01 .		-0.042	0.000	0.00 .		-0.045	0.000	0.00 .		-0.032	0.000	0.00 .
FS2 :	3	15 :	-0.331	0.005	0.13 .		+0.174	0.002	0.08 .		-0.057	0.000	0.01 .		+0.662	0.022	1.68 .
FS3 :	12	13 :	+0.437	0.044	0.93 .		-0.135	0.004	0.20 .		+0.195	0.009	0.48 .		-0.408	0.038	2.59 .
FS4 :	22	11 :	-0.677	0.234	4.02 .		+0.005	0.000	0.00 .		-0.379	0.073	3.26 .		+0.148	0.011	0.61 .
FS5 :	20	11 :	+0.885	0.351	6.30 .		+0.143	0.009	0.37 .		+0.229	0.023	1.08 .		+0.212	0.020	1.15 .
FS6 :	12	14 :	-0.619	0.084	1.84 .		-0.181	0.007	0.36 .		+0.137	0.004	0.23 .		-0.370	0.030	2.10 .

Sir William Herschel

WH1 :	1	11 :	-0.148	0.000	0.01 .		+0.127	0.000	0.01 .		+0.185	0.001	0.03 .		-0.087	0.000	0.01 .
WH2 :	3	11 :	-0.070	0.000	0.01 .		-0.106	0.001	0.03 .		+0.061	0.000	0.01 .		-0.429	0.015	0.78 .
WH3 :	10	9 :	+0.115	0.004	0.05 .		+0.001	0.000	0.00 .		-0.327	0.030	1.10 .		+0.477	0.063	2.86 .
WH4 :	25	6 :	-0.159	0.025	0.24 .		+0.149	0.022	0.48 .		+0.276	0.076	1.88 .		-0.154	0.024	0.73 .
WH5 :	25	6 :	+0.209	0.045	0.43 .		-0.234	0.056	1.22 .		-0.118	0.014	0.35 .		-0.045	0.002	0.06 .
WH6 :	5	8 :	-0.434	0.031	0.40 .		+0.563	0.051	1.53 .		-0.060	0.001	0.02 .		+0.220	0.008	0.33 .

Piazzi

PZ1 :	1	17 :	+0.000	0.000	0.00 .		+0.017	0.000	0.00 .		+0.085	0.000	0.01 .		-0.364	0.003	0.22 .
PZ2 :	3	14 :	-0.234	0.003	0.06 .		+0.122	0.001	0.04 .		-0.151	0.001	0.07 .		+0.887	0.040	2.84 .
PZ3 :	11	13 :	+0.429	0.039	0.79 .		-0.171	0.006	0.28 .		+0.092	0.002	0.09 .		-0.258	0.014	0.91 .
PZ4 :	20	10 :	-0.604	0.176	2.84 .		+0.298	0.043	1.57 .		-0.290	0.041	1.69 .		-0.068	0.002	0.11 .
PZ5 :	26	9 :	+0.440	0.138	1.95 .		-0.431	0.132	4.25 .		+0.233	0.039	1.41 .		+0.292	0.061	2.75 .
PZ6 :	11	12 :	-0.294	0.019	0.37 .		+0.588	0.077	3.34 .		-0.072	0.001	0.06 .		-0.485	0.052	3.20 .

Argelander

AR1 :	1	16 :	+0.089	0.000	0.00 .		+0.029	0.000	0.00 .		+0.024	0.000	0.00 .		+0.070	0.000	0.01 .
AR2 :	4	13 :	-0.103	0.001	0.02 .		-0.075	0.000	0.02 .		+0.014	0.000	0.00 .		-0.209	0.004	0.23 .
AR3 :	13	10 :	+0.184	0.011	0.17 .		+0.022	0.000	0.01 .		-0.186	0.011	0.46 .		+0.300	0.028	1.47 .
AR4 :	23	8 :	-0.364	0.097	1.22 .		+0.257	0.048	1.37 .		+0.399	0.116	3.76 .		-0.185	0.025	1.00 .
AR5 :	23	9 :	+0.489	0.151	2.14 .	x	-0.609	0.235	7.49 .		-0.316	0.063	2.30 .		-0.112	0.008	0.36 .
AR6 :	7	13 :	-0.649	0.056	1.19 .		+1.101	0.162	7.74 .		+0.029	0.000	0.01 .		+0.533	0.038	2.55 .

Heis

HS1 :	1	16 :	+0.089	0.000	0.00 .		+0.029	0.000	0.00 .		+0.024	0.000	0.00 .		+0.070	0.000	0.01 .
HS2 :	4	13 :	-0.081	0.001	0.01 .		-0.083	0.001	0.03 .		+0.006	0.000	0.00 .		-0.198	0.003	0.22 .
HS3 :	13	11 :	+0.190	0.011	0.18 .		+0.014	0.000	0.00 .		-0.211	0.013	0.56 .		+0.321	0.031	1.62 .
HS4 :	23	8 :	-0.382	0.106	1.33 .		+0.256	0.048	1.35 .		+0.399	0.116	3.75 .		-0.189	0.026	1.03 .
HS5 :	23	8 :	+0.484	0.163	2.13 .		-0.536	0.200	5.89 .		-0.295	0.061	2.04 .		-0.100	0.007	0.29 .
HS6 :	7	12 :	-0.610	0.058	1.08 .		+0.909	0.130	5.40 .		+0.020	0.000	0.00 .		+0.473	0.035	2.07 .

Bonner Durchmusterung

BD1 :	1	16 :	+0.065	0.000	0.00 .		+0.032	0.000	0.00 .		+0.073	0.000	0.01 .		-0.062	0.000	0.01 .
BD2 :	4	13 :	-0.084	0.001	0.01 .		-0.094	0.001	0.03 .		-0.021	0.000	0.00 .		-0.227	0.004	0.28 .
BD3 :	12	10 :	+0.152	0.007	0.11 .		+0.042	0.001	0.02 .		-0.203	0.012	0.50 .		+0.370	0.041	2.06 .
BD4 :	22	7 :	-0.283	0.065	0.70 .		+0.168	0.023	0.56 .		+0.318	0.081	2.28 .		-0.214	0.037	1.28 .
BD5 :	22	7 :	+0.329	0.084	0.95 .		-0.389	0.117	3.00 .		-0.262	0.053	1.56 .		-0.069	0.004	0.14 .
BD6 :	6	10 :	-0.511	0.040	0.65 .		+0.683	0.072	2.61 .		+0.092	0.001	0.05 .		+0.454	0.032	1.62 .

Flammarion

CA1 :	1	14 :	+0.190	0.000	0.01 .		-0.012	0.000	0.00 .		-0.082	0.000	0.00 .		+0.285	0.001	0.07 .
CA2 :	4	12 :	-0.082	0.001	0.01 .		-0.078	0.001	0.02 .		+0.048	0.000	0.01 .		-0.310	0.008	0.48 .
CA3 :	12	9 :	+0.180	0.010	0.15 .		+0.001	0.000	0.00 .		-0.200	0.013	0.47 .		+0.332	0.035	1.60 .
CA4 :	22	6 :	-0.321	0.088	0.90 .		+0.222	0.042	0.98 .		+0.365	0.114	3.02 .		-0.144	0.018	0.58 .
CA5 :	24	6 :	+0.370	0.131	1.31 .		-0.347	0.115	2.59 .		-0.186	0.033	0.85 .		-0.079	0.006	0.19 .
CA6 :	9	9 :	-0.419	0.041	0.61 .		+0.424	0.042	1.41 .		-0.164	0.006	0.24 .		+0.255	0.015	0.72 .

Revised Harvard Photometry

HD1 :	1	11 :	-0.125	0.000	0.01 .		+0.081	0.000	0.01 .		+0.233	0.001	0.05 .		-0.439	0.004	0.23 .
HD2 :	4	11 :	-0.054	0.000	0.00 .		-0.123	0.001	0.05 .		+0.006	0.000	0.00 .		-0.371	0.011	0.61 .
HD3 :	11	9 :	+0.108	0.004	0.05 .		+0.034	0.000	0.01 .		-0.296	0.027	1.00 .		+0.477	0.071	3.22 .
HD4 :	26	5 :	-0.189	0.042	0.36 .		+0.114	0.015	0.30 .		+0.276	0.090	2.02 .		-0.159	0.030	0.82 .
HD5 :	26	6 :	+0.250	0.066	0.63 .		-0.228	0.055	1.19 .		-0.173	0.031	0.78 .		-0.042	0.002	0.06 .
HD6 :	4	7 :	-0.677	0.060	0.68 .		+0.796	0.083	2.11 .		+0.108	0.002	0.04 .		+0.351	0.016	0.58 .

Tableau T.3.4.4..

paramètres factoriels des colonnes principales de l'analyse à codage flou

A partir de ces données, le tableau T.3.3.5. présente l'interprétation des axes de l'analyse en codage flou, qui présente un phénomène du type effet Guttman, comme nous le verrons sur les graphiques.

n°	contr axe %	inert expli quée	modalités responsables de l'axe	catalogues liés à la création de l'axe	modalités très négatives	modalités très positives
1	21.3	21.3	xx1 <-> xx5 xx2 xx6 (+) (-)	tous, surtout Hévélius & Piazzi moins Herschel et RHP	magnitudes faibles	magnitudes brillantes
2	18.0	39.3	xx1 xx2 <-> xx6 xx3 (-) (+)	tous, mais Herschel et RHP à un degré moindre	magnitudes extrèmes (1 et 6)	magnitudes moyennes (2 et 3)
3	13.5	52.8	xx1 <-> xx2 (xx4) xx5 (-) (+)	surtout Bayer et Hévélius moins Herschel et Flammarion	xx1 et à un degré moindre xx4	xx2 et xx5
4	10.1	62.9	xx1 xx2 xx3 <-> xx5 xx6 (-) (+)	BY3, HV3, TK3 et FS3 très forts	xx1, xx3 xx6	xx2 (xx4)
5	6.3	69.2	xx4 <-> xx5 xx6 (-) (+)	xx5 opposé à xx4 et xx6 pour TY, BY et HV	HV4, HV6	HV5 BY5 TK5 FS5
6	2.8	72.0	xx5 <-> xx4 xx6	xx6 opposé à à xx5 pour Argel. Heis, Piazzi	PZ5 AR5 HS5	xx6 (xx4)
7	2.4	74.4	TY4 <-> PT4 BY4 SU4 HV4 AR4 FS4 HS4 PT5 PT6 SU5	Ptolémée, Sufi <-> Tycho Bayer Hévé. pour mag. 4 et 6	PT5 SU5	PT6
8	2.0	76.4	HV6 <-> PT6 (-) (+)	différences Pto-lémée/modernes pour mag 6.	HV6 BR6	PT6 SU6 HD3
		(...)				

Tableau T.3.4.5. :
interprétation des huit premiers axes de l'analyse en codage flou

Les 3 premiers axes correspondent à une sorte d'effet Guttman, à peu près équivalent sur tous les catalogues, sauf Herschel (qui continue à se singulariser) et la RHP ; sur ces 3 premiers axes, on a plus de 52% de l'information totale, ce qui correspond à la stabilité de la magnitude, quel que soit le catalogue, phénomène à rapprocher du 86% d'information sur le premier axe de l'analyse quantitative.

Pour comparer au mieux, il faut voir que nous avons réparti la magnitude sur six axes, soit un simplex de dimension 5, et que justement l'histogramme des valeurs propres présente un décrochement après le cinquième axe, avec 69.2% d'information sur les 5 premiers.

A partir du 4ième axe seulement commencent à apparaître des phénomènes différentiels, qui vont devenir prédominant sur les axes suivants.

On remarque que le phénomène Herschel se reproduit : les contributions des modalités WHi liées à Sir William Herschel sont plus faibles que celles équivalentes de tous les autres catalogues.

Faisons la comparaison avec les modalités homologues pour les quatre catalogues que nous avons placé en supplémentaires. Le tableau T.3.4.6. en donne les paramètres factoriels.

----COLONNES SUPPLEMENTAIRES----

-id-:--	axe 1 - _21.3 % ---!--			axe 2 - _18.0 % ---!--			axe 3 - _13.5 % ---!--			axe 4 - _10.1 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont
Ulugh Beigh												
UG1 :	+5.644	0.454	--.-- .	-4.573	0.298	--.-- .	-2.495	0.089	--.-- .	-1.219	0.021	--.-- .
UG2 :	+2.605	0.280	--.-- .	+0.516	0.011	--.-- .	+2.354	0.228	--.-- .	+1.932	0.154	--.-- .
UG3 :	+0.552	0.102	--.-- .	+1.091	0.399	--.-- .	-0.015	0.000	--.-- .	-0.666	0.149	--.-- .
UG4 :	-0.238	0.056	--.-- .	+0.101	0.010	--.-- .	-0.508	0.255	--.-- .	+0.354	0.124	--.-- .
UG5 :	-0.530	0.106	--.-- .	-0.612	0.141	--.-- .	+0.333	0.042	--.-- .	+0.058	0.001	--.-- .
UG6 :	-0.638	0.045	--.-- .	-0.967	0.102	--.-- .	+1.131	0.140	--.-- .	-0.953	0.099	--.-- .
Tables Alphonsines												
AL1 :	+5.684	0.441	--.-- .	-4.648	0.295	--.-- .	-2.580	0.091	--.-- .	-1.287	0.023	--.-- .
AL2 :	+2.229	0.215	--.-- .	+0.672	0.020	--.-- .	+1.916	0.159	--.-- .	+1.384	0.083	--.-- .
AL3 :	+0.567	0.083	--.-- .	+1.105	0.315	--.-- .	-0.017	0.000	--.-- .	-0.671	0.116	--.-- .
AL4 :	-0.283	0.075	--.-- .	+0.003	0.000	--.-- .	-0.434	0.176	--.-- .	+0.379	0.134	--.-- .
AL5 :	-0.557	0.080	--.-- .	-0.698	0.126	--.-- .	+0.506	0.066	--.-- .	-0.119	0.004	--.-- .
AL6 :	-0.629	0.022	--.-- .	-0.972	0.052	--.-- .	+1.246	0.086	--.-- .	-1.192	0.078	--.-- .
Landgrave de Hesse												
LO1 :	+5.020	0.455	--.-- .	-3.936	0.279	--.-- .	-1.962	0.069	--.-- .	-0.772	0.011	--.-- .
LO2 :	+2.020	0.201	--.-- .	+0.945	0.044	--.-- .	+2.103	0.218	--.-- .	+1.433	0.101	--.-- .
LO3 :	+0.451	0.062	--.-- .	+1.041	0.329	--.-- .	-0.185	0.010	--.-- .	-0.691	0.145	--.-- .
LO4 :	-0.262	0.037	--.-- .	+0.087	0.004	--.-- .	-0.609	0.201	--.-- .	+0.502	0.136	--.-- .
LO5 :	-0.552	0.152	--.-- .	-0.687	0.235	--.-- .	+0.496	0.122	--.-- .	-0.135	0.009	--.-- .
LO6 :	-0.690	0.009	--.-- .	-1.139	0.024	--.-- .	+1.513	0.043	--.-- .	-1.411	0.037	--.-- .
Mermilliod												
JM1 :	+4.336	0.410	--.-- .	-2.264	0.112	--.-- .	-0.081	0.000	--.-- .	+0.518	0.006	--.-- .
JM2 :	+1.762	0.309	--.-- .	+1.086	0.118	--.-- .	+1.660	0.275	--.-- .	+0.722	0.052	--.-- .
JM3 :	+0.455	0.075	--.-- .	+1.082	0.426	--.-- .	-0.244	0.022	--.-- .	-0.690	0.173	--.-- .
JM4 :	-0.228	0.065	--.-- .	+0.130	0.021	--.-- .	-0.534	0.354	--.-- .	+0.341	0.144	--.-- .
JM5 :	-0.523	0.249	--.-- .	-0.601	0.329	--.-- .	+0.347	0.109	--.-- .	-0.016	0.000	--.-- .
JM6 :	-0.659	0.047	--.-- .	-1.034	0.117	--.-- .	+1.258	0.173	--.-- .	-1.059	0.122	--.-- .

Colonnes supplémentaires, axes suivants (de 5 à 8) :

-id-:--	axe 5 - 6.3 % ---!--			axe 6 - 2.8 % ---!--			axe 7 - 2.4 % ---!--			axe 8 - 2.0 % ---!		
abrv	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont	coord	cos2	cont

Ulugh Beigh

UG1 :	+0.192 0.001 --.-- .	-0.073 0.000 --.-- .	-0.176 0.000 --.-- .	+0.384 0.002 --.-- .
UG2 :	-0.380 0.006 --.-- .	+0.061 0.000 --.-- .	+0.288 0.003 --.-- .	-0.670 0.018 --.-- .
UG3 :	+0.132 0.006 --.-- .	+0.039 0.001 --.-- .	-0.132 0.006 --.-- .	+0.198 0.013 --.-- .
UG4 :	-0.142 0.020 --.-- .	-0.077 0.006 --.-- .	+0.332 0.109 --.-- .	-0.051 0.003 --.-- .
UG5 :	+0.524 0.104 --.-- .	+0.284 0.030 --.-- . x	-0.758 0.217 --.-- .	-0.341 0.044 --.-- .
UG6 :	-0.894 0.087 --.-- .	-0.502 0.028 --.-- .	+0.616 0.042 --.-- .	+0.939 0.097 --.-- .

Tables Alphonsines

AL1 :	+0.209 0.001 --.-- .	-0.087 0.000 --.-- .	-0.191 0.000 --.-- .	+0.381 0.002 --.-- .
AL2 :	-0.250 0.003 --.-- .	+0.097 0.000 --.-- .	+0.234 0.002 --.-- .	-0.403 0.007 --.-- .
AL3 :	+0.168 0.007 --.-- .	+0.032 0.000 --.-- .	-0.110 0.003 --.-- .	+0.073 0.001 --.-- .
AL4 :	-0.097 0.009 --.-- .	-0.080 0.006 --.-- .	+0.271 0.069 --.-- .	-0.011 0.000 --.-- .
AL5 :	+0.428 0.047 --.-- .	+0.422 0.046 --.-- . x	-0.885 0.202 --.-- .	-0.352 0.032 --.-- .
AL6 :	-1.298 0.093 --.-- .	-1.079 0.064 --.-- .	+1.263 0.088 --.-- .	+1.417 0.111 --.-- .

Landgrave de Hesse

LO1 :	+0.169 0.001 --.-- .	+0.047 0.000 --.-- .	+0.140 0.000 --.-- .	-0.041 0.000 --.-- .
LO2 :	-0.201 0.002 --.-- .	+0.005 0.000 --.-- .	+0.113 0.001 --.-- .	-0.222 0.002 --.-- .
LO3 :	+0.091 0.003 --.-- .	+0.059 0.001 --.-- .	-0.127 0.005 --.-- .	+0.209 0.013 --.-- .
LO4 :	-0.218 0.026 --.-- .	+0.101 0.006 --.-- .	+0.329 0.059 --.-- .	-0.102 0.006 --.-- .
LO5 :	+0.253 0.032 --.-- .	-0.233 0.027 --.-- .	-0.309 0.047 --.-- .	-0.055 0.002 --.-- .
LO6 :	-1.213 0.027 --.-- .	+1.518 0.043 --.-- .	+0.480 0.004 --.-- .	+0.944 0.017 --.-- .

Mermilliod

JM1 :	-0.181 0.001 --.-- .	+0.079 0.000 --.-- .	+0.281 0.002 --.-- .	-0.600 0.008 --.-- .
JM2 :	+0.021 0.000 --.-- .	-0.134 0.002 --.-- .	-0.090 0.001 --.-- .	-0.163 0.003 --.-- .
JM3 :	+0.023 0.000 --.-- .	+0.081 0.002 --.-- .	-0.225 0.018 --.-- .	+0.413 0.062 --.-- .
JM4 :	-0.126 0.020 --.-- .	+0.071 0.006 --.-- .	+0.274 0.093 --.-- .	-0.180 0.040 --.-- .
JM5 :	+0.215 0.042 --.-- .	-0.208 0.039 --.-- .	-0.209 0.040 --.-- .	-0.022 0.000 --.-- .
JM6 :	-0.736 0.059 --.-- .	+0.879 0.084 --.-- .	+0.143 0.002 --.-- .	+0.394 0.017 --.-- .

Tableau T.3.4.6.
paramètres factoriels des colonnes supplémentaires

La signification de la coordonnée sur le premier axe (la magnitude, ordonnée de 6 à 1) se vérifie bien pour nos quatre catalogues supplémentaires.

Pour ce qui est du deuxième et du troisième axe, on retrouve également des comportement des modalités comparables à celles des éléments principaux.

Pour l'axe 4, les modalités 2, 3 et 6 d'Ulugh Beigh ont des coordonnées élévées, rejoignant le comportement de Tycho, Bayer et Hévélius sur cet axe ; ils en va de même pour L02 et L06 et AL2 et AL6.

Pour ce qui est des axes 5, 6, 7 et 8, les quelques coordonnées plus élévées que la moyenne correspondent également globalement à des modalités siganlées sur les coordonnées principales.

Pour tous les axes enfin, on constate que les coordonnées factorielles de Mermilliod sont comparables à celles de la RHP.

Au total, les informations fournies par ces quatre catalogues semble plutôt équivalente à celles de leurs homologues principaux.

3.4.2.3. Les informations des indices de signature

3.4.2.3.1. Valeurs des coordonnées factorielles

Regardons ce que nous pouvons déduire des paramètres factoriels des lignes supplémentaires, c'est à dire des étoiles fictives, placées aux centres de gravité des modalités des indices de signature de cause.

Le tableau T.3.4.7. présente ces données

----LIGNES SUPPLEMENTAIRES----

-id-:	axe 1 - _21.3 %			axe 2 - _18.0 %			axe 3 - _13.5 %			axe 4 - _10.1 %		
SPA :	-0.290	0.051	--.-- .	+0.020	0.000	--.-- .	-0.516	0.162	--.-- .	+0.410	0.102	--.-- .
SPB :	-0.225	0.032	--.-- .	+0.192	0.023	--.-- .	-0.761	0.368	--.-- .	+0.547	0.190	--.-- .
SPF :	-0.319	0.129	--.-- .	-0.039	0.002	--.-- .	-0.502	0.319	--.-- .	+0.521	0.343	--.-- .
SPG :	-0.294	0.093	--.-- .	+0.025	0.001	--.-- .	-0.575	0.356	--.-- .	+0.525	0.296	--.-- .
SPK :	-0.308	0.069	--.-- .	-0.018	0.000	--.-- .	-0.487	0.173	--.-- .	+0.425	0.132	--.-- .
SPM :	-0.254	0.051	--.-- .	+0.124	0.012	--.-- .	-0.684	0.368	--.-- .	+0.534	0.224	--.-- .
DK0 :	-0.287	0.073	--.-- .	+0.036	0.001	--.-- .	-0.564	0.282	--.-- .	+0.471	0.197	--.-- .
CL :	-0.343	0.168	--.-- .	-0.102	0.015	--.-- .	-0.422	0.253	--.-- .	+0.500	0.356	--.-- .
CL2 :	-0.247	0.046	--.-- .	+0.135	0.014	--.-- .	-0.687	0.356	--.-- .	+0.535	0.216	--.-- .
CL3 :	+0.396	0.048	--.-- .	+0.572	0.100	--.-- .	-0.493	0.074	--.-- .	-0.161	0.008	--.-- .
CL4 :	-0.424	0.155	--.-- .	-0.313	0.084	--.-- .	-0.162	0.022	--.-- .	+0.458	0.180	--.-- .
CL5 :	-0.127	0.011	--.-- .	+0.351	0.086	--.-- .	-0.747	0.390	--.-- .	+0.357	0.089	--.-- .
CLa :	-0.289	0.086	--.-- .	+0.037	0.001	--.-- .	-0.594	0.361	--.-- .	+0.537	0.294	--.-- .
CLb :	-0.241	0.042	--.-- .	+0.154	0.017	--.-- .	-0.720	0.373	--.-- .	+0.544	0.213	--.-- .
LG0 :	-0.310	0.115	--.-- .	-0.016	0.000	--.-- .	-0.531	0.336	--.-- .	+0.527	0.331	--.-- .
LG1 :	+0.082	0.006	--.-- .	+0.654	0.367	--.-- .	-0.604	0.313	--.-- .	-0.118	0.012	--.-- .
LG2 :	-0.021	0.000	--.-- .	+0.472	0.171	--.-- .	-0.544	0.227	--.-- .	-0.047	0.002	--.-- .
LG3 :	-0.221	0.028	--.-- .	+0.165	0.016	--.-- .	-0.642	0.240	--.-- .	+0.407	0.097	--.-- .
LG4 :	-0.123	0.010	--.-- .	+0.302	0.060	--.-- .	-0.674	0.297	--.-- .	+0.407	0.108	--.-- .
PX :	-0.203	0.029	--.-- .	+0.218	0.033	--.-- .	-0.730	0.374	--.-- .	+0.498	0.173	--.-- .
PX1 :	-0.315	0.087	--.-- .	-0.036	0.001	--.-- .	-0.471	0.195	--.-- .	+0.439	0.170	--.-- .
PX2 :	-0.286	0.083	--.-- .	+0.046	0.002	--.-- .	-0.603	0.368	--.-- .	+0.536	0.291	--.-- .
RV :	-0.301	0.100	--.-- .	+0.009	0.000	--.-- .	-0.560	0.346	--.-- .	+0.531	0.311	--.-- .
RV1 :	+0.035	0.001	--.-- .	+0.561	0.236	--.-- .	-0.528	0.209	--.-- .	-0.152	0.017	--.-- .
BV0 :	+0.303	0.050	--.-- .	+0.958	0.504	--.-- .	-0.398	0.087	--.-- .	-0.646	0.229	--.-- .
BV1 :	-0.272	0.067	--.-- .	+0.080	0.006	--.-- .	-0.643	0.371	--.-- .	+0.541	0.263	--.-- .
BV2 :	-0.150	0.014	--.-- .	+0.318	0.065	--.-- .	-0.772	0.381	--.-- .	+0.418	0.112	--.-- .
BV3 :	+0.318	0.051	--.-- .	+0.975	0.480	--.-- .	-0.387	0.076	--.-- .	-0.666	0.224	--.-- .
BV4 :	-0.256	0.052	--.-- .	+0.117	0.011	--.-- .	-0.681	0.370	--.-- .	+0.546	0.238	--.-- .
BV5 :	-0.261	0.056	--.-- .	+0.106	0.009	--.-- .	-0.668	0.368	--.-- .	+0.543	0.243	--.-- .
BV6 :	-0.314	0.121	--.-- .	-0.026	0.001	--.-- .	-0.517	0.328	--.-- .	+0.521	0.333	--.-- .
BV7 :	-0.338	0.105	--.-- .	-0.095	0.008	--.-- .	-0.399	0.147	--.-- .	+0.419	0.162	--.-- .
BV8 :	-0.352	0.168	--.-- .	-0.124	0.021	--.-- .	-0.394	0.211	--.-- .	+0.497	0.337	--.-- .
BV9 :	-0.245	0.043	--.-- .	+0.147	0.015	--.-- .	-0.720	0.370	--.-- .	+0.549	0.215	--.-- .
BV* :	-0.286	0.081	--.-- .	+0.047	0.002	--.-- .	-0.602	0.362	--.-- .	+0.528	0.278	--.-- .
UB1 :	-0.344	0.173	--.-- .	-0.105	0.016	--.-- .	-0.416	0.253	--.-- .	+0.499	0.365	--.-- .
UB2 :	-0.267	0.043	--.-- .	+0.065	0.003	--.-- .	-0.543	0.179	--.-- .	+0.392	0.093	--.-- .
UB3 :	-0.298	0.097	--.-- .	+0.012	0.000	--.-- .	-0.556	0.336	--.-- .	+0.519	0.293	--.-- .
UB4 :	+0.014	0.000	--.-- .	+0.562	0.245	--.-- .	-0.675	0.353	--.-- .	+0.054	0.002	--.-- .
UB5 :	-0.317	0.121	--.-- .	-0.033	0.001	--.-- .	-0.512	0.315	--.-- .	+0.527	0.334	--.-- .
UB6 :	-0.242	0.049	--.-- .	+0.146	0.018	--.-- .	-0.701	0.414	--.-- .	+0.536	0.242	--.-- .
UB7 :	-0.313	0.118	--.-- .	-0.023	0.001	--.-- .	-0.523	0.329	--.-- .	+0.525	0.333	--.-- .
UB8 :	-0.225	0.032	--.-- .	+0.194	0.023	--.-- .	-0.764	0.365	--.-- .	+0.545	0.186	--.-- .
UB9 :	-0.264	0.052	--.-- .	+0.101	0.008	--.-- .	-0.658	0.321	--.-- .	+0.510	0.193	--.-- .
RI0 :	-0.297	0.094	--.-- .	+0.016	0.000	--.-- .	-0.565	0.339	--.-- .	+0.526	0.293	--.-- .
RI1 :	-0.287	0.087	--.-- .	+0.038	0.001	--.-- .	-0.583	0.357	--.-- .	+0.527	0.292	--.-- .
RI2 :	-0.243	0.049	--.-- .	+0.137	0.016	--.-- .	-0.675	0.379	--.-- .	+0.516	0.222	--.-- .
RI3 :	+0.304	0.048	--.-- .	+0.959	0.475	--.-- .	-0.404	0.084	--.-- .	-0.641	0.212	--.-- .
RI4 :	-0.333	0.147	--.-- .	-0.075	0.007	--.-- .	-0.458	0.278	--.-- .	+0.512	0.347	--.-- .
RI5 :	-0.235	0.039	--.-- .	+0.166	0.019	--.-- .	-0.730	0.371	--.-- .	+0.542	0.205	--.-- .
RI6 :	-0.247	0.043	--.-- .	+0.146	0.015	--.-- .	-0.726	0.369	--.-- .	+0.554	0.215	--.-- .
SI :	-0.238	0.041	--.-- .	+0.148	0.016	--.-- .	-0.677	0.332	--.-- .	+0.485	0.170	--.-- .
SIF :	-0.247	0.054	--.-- .	+0.132	0.015	--.-- .	-0.682	0.414	--.-- .	+0.529	0.249	--.-- .
SIe :	-0.242	0.042	--.-- .	+0.153	0.017	--.-- .	-0.718	0.367	--.-- .	+0.536	0.205	--.-- .
SIm :	-0.273	0.068	--.-- .	+0.078	0.006	--.-- .	-0.640	0.372	--.-- .	+0.540	0.265	--.-- .
SIp :	-0.296	0.094	--.-- .	+0.022	0.001	--.-- .	-0.583	0.363	--.-- .	+0.545	0.317	--.-- .
SIs :	+0.127	0.012	--.-- .	+0.717	0.375	--.-- .	-0.577	0.243	--.-- .	-0.208	0.032	--.-- .
SIv :	-0.368	0.175	--.-- .	-0.166	0.036	--.-- .	-0.343	0.152	--.-- .	+0.486	0.305	--.-- .

```
IP0 :   -0.308 0.096 --.-- .   -0.015 0.000 --.-- .   -0.528 0.281 --.-- .   +0.533 0.287 --.-- .
IP1 :   -0.438 0.198 --.-- .   -0.349 0.126 --.-- .   -0.114 0.013 --.-- .   +0.435 0.195 --.-- .
IP2 :   -0.248 0.043 --.-- .   +0.144 0.015 --.-- .   -0.715 0.359 --.-- .   +0.538 0.203 --.-- .
IP3 :   -0.249 0.046 --.-- .   +0.135 0.014 --.-- .   -0.695 0.360 --.-- .   +0.529 0.208 --.-- .
IP5 :   -0.273 0.066 --.-- .   +0.081 0.006 --.-- .   -0.646 0.369 --.-- .   +0.542 0.259 --.-- .


IS0 :   -0.486 0.145 --.-- .   -0.477 0.139 --.-- .   +0.062 0.002 --.-- .   +0.367 0.082 --.-- .
IS1 :   -0.404 0.174 --.-- .   -0.259 0.072 --.-- .   -0.233 0.058 --.-- .   +0.479 0.244 --.-- .
IS2 :   -0.194 0.024 --.-- .   +0.257 0.041 --.-- .   -0.803 0.403 --.-- .   +0.510 0.163 --.-- .
IS5 :   -0.242 0.042 --.-- .   +0.154 0.017 --.-- .   -0.723 0.372 --.-- .   +0.547 0.213 --.-- .
IS9 :   -0.474 0.138 --.-- .   -0.443 0.121 --.-- .   +0.005 0.000 --.-- .   +0.414 0.105 --.-- .


IU0 :   -0.268 0.059 --.-- .   +0.089 0.006 --.-- .   -0.642 0.341 --.-- .   +0.518 0.222 --.-- .
IU1 :   -0.331 0.175 --.-- .   -0.069 0.008 --.-- .   -0.463 0.344 --.-- .   +0.501 0.402 --.-- .
IU2 :   -0.596 0.170 --.-- .   -0.815 0.319 --.-- .   +0.737 0.260 --.-- .   -0.378 0.069 --.-- .
IU5 :   -0.268 0.061 --.-- .   +0.092 0.007 --.-- .   -0.659 0.370 --.-- .   +0.546 0.254 --.-- .
IU9 :   -0.360 0.183 --.-- .   -0.145 0.030 --.-- .   -0.369 0.192 --.-- .   +0.491 0.340 --.-- .


IT0 :   -0.241 0.043 --.-- .   +0.152 0.017 --.-- .   -0.713 0.374 --.-- .   +0.539 0.214 --.-- .
IT1 :   -0.141 0.013 --.-- .   +0.341 0.075 --.-- .   -0.790 0.404 --.-- .   +0.401 0.104 --.-- .
IT2 :   -0.485 0.157 --.-- .   -0.476 0.151 --.-- .   +0.065 0.003 --.-- .   +0.357 0.085 --.-- .
IT3 :   -0.221 0.031 --.-- .   +0.198 0.025 --.-- .   -0.758 0.369 --.-- .   +0.539 0.186 --.-- .
IT4 :   -0.368 0.187 --.-- .   -0.167 0.039 --.-- .   -0.340 0.159 --.-- .   +0.483 0.321 --.-- .


IH0 :   -0.401 0.197 --.-- .   -0.250 0.077 --.-- .   -0.248 0.075 --.-- .   +0.480 0.283 --.-- .
IH1 :   -0.223 0.032 --.-- .   +0.195 0.024 --.-- .   -0.760 0.367 --.-- .   +0.542 0.187 --.-- .
IH2 :   -0.277 0.055 --.-- .   +0.059 0.002 --.-- .   -0.583 0.243 --.-- .   +0.458 0.150 --.-- .
IH5 :   -0.254 0.050 --.-- .   +0.125 0.012 --.-- .   -0.693 0.375 --.-- .   +0.545 0.232 --.-- .
IH9 :   -0.353 0.152 --.-- .   -0.127 0.020 --.-- .   -0.388 0.184 --.-- .   +0.497 0.302 --.-- .


IB0 :   -0.341 0.143 --.-- .   -0.094 0.011 --.-- .   -0.441 0.238 --.-- .   +0.522 0.334 --.-- .
IB1 :   -0.017 0.000 --.-- .   +0.517 0.224 --.-- .   -0.688 0.397 --.-- .   +0.121 0.012 --.-- .
IB9 :   -0.474 0.171 --.-- .   -0.449 0.153 --.-- .   +0.038 0.001 --.-- .   +0.341 0.089 --.-- .


IF0 :   -0.143 0.013 --.-- .   +0.334 0.071 --.-- .   -0.777 0.385 --.-- .   +0.399 0.102 --.-- .
IF1 :   -0.362 0.154 --.-- .   -0.147 0.025 --.-- .   -0.378 0.168 --.-- .   +0.515 0.311 --.-- .
IF9 :   -0.534 0.166 --.-- .   -0.615 0.220 --.-- .   +0.293 0.050 --.-- .   +0.174 0.018 --.-- .


IE0 :   -0.270 0.064 --.-- .   +0.087 0.007 --.-- .   -0.651 0.373 --.-- .   +0.542 0.259 --.-- .
IE1 :   -0.288 0.075 --.-- .   +0.008 0.000 --.-- .   -0.489 0.217 --.-- .   +0.434 0.171 --.-- .
IE3 :   -0.142 0.015 --.-- .   +0.121 0.011 --.-- .   -0.361 0.096 --.-- .   +0.424 0.132 --.-- .
IE9 :   -0.231 0.039 --.-- .   +0.179 0.023 --.-- .   -0.750 0.411 --.-- .   +0.546 0.218 --.-- .


ID0 :   -0.404 0.129 --.-- .   -0.270 0.057 --.-- .   -0.172 0.023 --.-- .   +0.357 0.101 --.-- .
ID1 :   -0.307 0.105 --.-- .   -0.008 0.000 --.-- .   -0.536 0.320 --.-- .   +0.523 0.306 --.-- .
ID2 :   -0.476 0.166 --.-- .   -0.452 0.149 --.-- .   +0.032 0.001 --.-- .   +0.350 0.090 --.-- .
ID4 :   -0.284 0.079 --.-- .   +0.051 0.003 --.-- .   -0.612 0.366 --.-- .   +0.540 0.285 --.-- .


RT0 :   +0.173 0.017 --.-- .   +0.788 0.362 --.-- .   -0.548 0.175 --.-- .   -0.338 0.067 --.-- .
RT1 :   -0.145 0.013 --.-- .   +0.329 0.069 --.-- .   -0.777 0.385 --.-- .   +0.409 0.107 --.-- .
RT2 :   +0.090 0.005 --.-- .   +0.551 0.173 --.-- .   -0.545 0.169 --.-- .   +0.163 0.015 --.-- .
RT9 :   -0.229 0.034 --.-- .   +0.183 0.022 --.-- .   -0.751 0.368 --.-- .   +0.546 0.194 --.-- .


RH0 :   -0.288 0.084 --.-- .   +0.041 0.002 --.-- .   -0.600 0.364 --.-- .   +0.537 0.291 --.-- .
RH1 :   -0.101 0.006 --.-- .   +0.370 0.074 --.-- .   -0.697 0.263 --.-- .   +0.282 0.043 --.-- .
RH9 :   -0.396 0.215 --.-- .   -0.238 0.078 --.-- .   -0.257 0.090 --.-- .   +0.475 0.309 --.-- .


VA0 :   -0.255 0.052 --.-- .   +0.122 0.012 --.-- .   -0.688 0.376 --.-- .   +0.543 0.234 --.-- .
VA1 :   -0.311 0.115 --.-- .   -0.019 0.000 --.-- .   -0.524 0.325 --.-- .   +0.522 0.322 --.-- .
VA2 :   -0.383 0.167 --.-- .   -0.209 0.050 --.-- .   -0.286 0.094 --.-- .   +0.482 0.265 --.-- .


-id-:-- axe  5 -  6.3 % ---!-- axe  6 -  2.8 % ---!-- axe  7 -  2.4 % ---!-- axe  8 -  2.0 % ---!

SU* :   -0.358 0.113 --.-- .   +0.075 0.005 --.-- .   +0.158 0.022 --.-- .   -0.007 0.000 --.-- .
SPA :   -0.438 0.117 --.-- .   +0.189 0.022 --.-- .   +0.168 0.017 --.-- .   +0.111 0.007 --.-- .
SPB :   -0.591 0.222 --.-- .   +0.124 0.010 --.-- .   +0.146 0.013 --.-- .   -0.029 0.001 --.-- .
SPF :   -0.084 0.009 --.-- .   -0.008 0.000 --.-- .   +0.123 0.019 --.-- .   +0.029 0.001 --.-- .

SPG :   -0.227 0.055 --.-- .   +0.105 0.012 --.-- .   +0.114 0.014 --.-- .   -0.017 0.000 --.-- .
SPK :   -0.323 0.076 --.-- .   +0.185 0.025 --.-- .   +0.180 0.024 --.-- .   +0.096 0.007 --.-- .
SPM :   -0.422 0.140 --.-- .   +0.158 0.020 --.-- .   +0.135 0.014 --.-- .   -0.042 0.001 --.-- .
DK0 :   -0.387 0.133 --.-- .   +0.092 0.007 --.-- .   +0.110 0.011 --.-- .   +0.033 0.001 --.-- .
CL  :   +0.053 0.004 --.-- .   -0.023 0.001 --.-- .   +0.049 0.003 --.-- .   +0.030 0.001 --.-- .
```

CL2 :	-0.377 0.107 --.-- .	+0.194 0.028 --.-- .	+0.295 0.066 --.-- .	-0.011 0.000 --.-- .
CL3 :	-0.294 0.026 --.-- .	+0.153 0.007 --.-- .	-0.003 0.000 --.-- .	-0.062 0.001 --.-- .
CL4 :	+0.610 0.319 --.-- .	-0.077 0.005 --.-- .	+0.098 0.008 --.-- .	+0.084 0.006 --.-- .
CL5 :	-0.594 0.247 --.-- .	+0.177 0.022 --.-- .	-0.023 0.000 --.-- .	+0.082 0.005 --.-- .
CLa :	-0.249 0.063 --.-- .	+0.039 0.002 --.-- .	+0.165 0.028 --.-- .	+0.012 0.000 --.-- .
CLb :	-0.522 0.197 --.-- .	+0.079 0.004 --.-- .	+0.129 0.012 --.-- .	-0.014 0.000 --.-- .
LG0 :	-0.139 0.023 --.-- .	+0.002 0.000 --.-- .	+0.128 0.020 --.-- .	+0.023 0.001 --.-- .
LG1 :	-0.359 0.110 --.-- .	+0.109 0.010 --.-- .	-0.077 0.005 --.-- .	+0.048 0.002 --.-- .
LG2 :	-0.446 0.153 --.-- .	+0.220 0.037 --.-- .	-0.027 0.001 --.-- .	+0.045 0.002 --.-- .
LG3 :	-0.637 0.237 --.-- .	+0.259 0.039 --.-- .	+0.034 0.001 --.-- .	+0.088 0.005 --.-- .
LG4 :	-0.515 0.174 --.-- .	+0.104 0.007 --.-- .	+0.095 0.006 --.-- .	+0.047 0.001 --.-- .
PX :	-0.511 0.183 --.-- .	+0.210 0.031 --.-- .	+0.174 0.021 --.-- .	+0.008 0.000 --.-- .
PX1 :	-0.263 0.061 --.-- .	+0.080 0.006 --.-- .	+0.159 0.022 --.-- .	+0.100 0.009 --.-- .
PX2 :	-0.283 0.081 --.-- .	+0.039 0.002 --.-- .	+0.144 0.021 --.-- .	+0.008 0.000 --.-- .
RV :	-0.182 0.037 --.-- .	+0.038 0.002 --.-- .	+0.152 0.025 --.-- .	+0.012 0.000 --.-- .
RV1 :	-0.410 0.126 --.-- .	+0.248 0.046 --.-- .	-0.008 0.000 --.-- .	+0.043 0.001 --.-- .
BV0 :	+0.022 0.000 --.-- .	+0.025 0.000 --.-- .	-0.038 0.001 --.-- .	+0.008 0.000 --.-- .
BV1 :	-0.347 0.108 --.-- .	+0.070 0.004 --.-- .	+0.157 0.022 --.-- .	-0.005 0.000 --.-- .
BV2 :	-0.647 0.268 --.-- .	+0.159 0.016 --.-- .	+0.019 0.000 --.-- .	+0.037 0.001 --.-- .
BV3 :	+0.021 0.000 --.-- .	+0.021 0.000 --.-- .	-0.097 0.005 --.-- .	+0.075 0.003 --.-- .
BV4 :	-0.427 0.146 --.-- .	+0.053 0.002 --.-- .	+0.176 0.025 --.-- .	+0.007 0.000 --.-- .
BV5 :	-0.395 0.129 --.-- .	+0.076 0.005 --.-- .	+0.162 0.022 --.-- .	-0.006 0.000 --.-- .
BV6 :	-0.120 0.018 --.-- .	+0.004 0.000 --.-- .	+0.089 0.010 --.-- .	+0.014 0.000 --.-- .
BV7 :	-0.168 0.026 --.-- .	+0.092 0.008 --.-- .	+0.105 0.010 --.-- .	+0.117 0.013 --.-- .
BV8 :	+0.146 0.029 --.-- .	+0.041 0.002 --.-- .	+0.120 0.020 --.-- .	+0.027 0.001 --.-- .
BV9 :	-0.516 0.190 --.-- .	+0.130 0.012 --.-- .	+0.153 0.017 --.-- .	-0.030 0.001 --.-- .
BV* :	-0.287 0.083 --.-- .	+0.110 0.012 --.-- .	+0.094 0.009 --.-- .	-0.025 0.001 --.-- .
UB1 :	+0.129 0.024 --.-- .	+0.004 0.000 --.-- .	+0.197 0.057 --.-- .	-0.005 0.000 --.-- .
UB2 :	-0.485 0.143 --.-- .	+0.248 0.037 --.-- .	+0.125 0.009 --.-- .	+0.094 0.005 --.-- .
UB3 :	-0.158 0.027 --.-- .	+0.104 0.012 --.-- .	+0.147 0.023 --.-- .	-0.014 0.000 --.-- .
UB4 :	-0.493 0.189 --.-- .	+0.185 0.027 --.-- .	-0.059 0.003 --.-- .	+0.012 0.000 --.-- .
UB5 :	-0.097 0.011 --.-- .	-0.011 0.000 --.-- .	+0.136 0.022 --.-- .	+0.032 0.001 --.-- .
UB6 :	-0.491 0.203 --.-- .	+0.054 0.002 --.-- .	+0.164 0.023 --.-- .	-0.041 0.001 --.-- .
UB7 :	-0.118 0.017 --.-- .	+0.011 0.000 --.-- .	+0.133 0.021 --.-- .	+0.023 0.001 --.-- .
UB8 :	-0.588 0.216 --.-- .	+0.159 0.016 --.-- .	+0.164 0.017 --.-- .	-0.034 0.001 --.-- .
UB9 :	-0.502 0.187 --.-- .	+0.114 0.010 --.-- .	+0.086 0.005 --.-- .	-0.035 0.001 --.-- .
RI0 :	-0.184 0.036 --.-- .	+0.089 0.008 --.-- .	+0.161 0.028 --.-- .	-0.002 0.000 --.-- .
RI1 :	-0.229 0.055 --.-- .	+0.015 0.000 --.-- .	+0.166 0.029 --.-- .	+0.025 0.001 --.-- .
RI2 :	-0.409 0.139 --.-- .	+0.142 0.017 --.-- .	+0.127 0.013 --.-- .	-0.017 0.000 --.-- .
RI3 :	-0.004 0.000 --.-- .	+0.039 0.001 --.-- .	-0.104 0.006 --.-- .	+0.076 0.003 --.-- .
RI4 :	-0.009 0.000 --.-- .	-0.028 0.001 --.-- .	+0.134 0.024 --.-- .	+0.050 0.003 --.-- .
RI5 :	-0.521 0.189 --.-- .	+0.130 0.012 --.-- .	+0.154 0.017 --.-- .	-0.030 0.001 --.-- .
RI6 :	-0.520 0.190 --.-- .	+0.140 0.014 --.-- .	+0.149 0.016 --.-- .	-0.038 0.001 --.-- .
SI :	-0.526 0.200 --.-- .	+0.198 0.028 --.-- .	+0.141 0.014 --.-- .	+0.015 0.000 --.-- .
SIF :	-0.403 0.145 --.-- .	+0.154 0.021 --.-- .	+0.237 0.050 --.-- .	-0.060 0.003 --.-- .
SIe :	-0.507 0.183 --.-- .	+0.147 0.015 --.-- .	+0.086 0.005 --.-- .	-0.059 0.002 --.-- .
SIm :	-0.346 0.108 --.-- .	+0.075 0.005 --.-- .	+0.154 0.021 --.-- .	-0.006 0.000 --.-- .
SIp :	-0.205 0.045 --.-- .	+0.050 0.003 --.-- .	+0.287 0.088 --.-- .	-0.011 0.000 --.-- .
SIs :	-0.333 0.081 --.-- .	+0.135 0.013 --.-- .	-0.159 0.018 --.-- .	+0.108 0.009 --.-- .
SIv :	+0.186 0.045 --.-- .	-0.092 0.011 --.-- .	-0.045 0.003 --.-- .	+0.039 0.002 --.-- .
IP0 :	-0.110 0.012 --.-- .	-0.092 0.009 --.-- .	+0.186 0.035 --.-- .	+0.076 0.006 --.-- .
IP1 :	+0.608 0.382 --.-- .	-0.167 0.029 --.-- .	-0.060 0.004 --.-- .	+0.048 0.002 --.-- .
IP2 :	-0.520 0.190 --.-- .	+0.131 0.012 --.-- .	+0.023 0.000 --.-- .	-0.071 0.004 --.-- .
IP3 :	-0.503 0.189 --.-- .	+0.118 0.010 --.-- .	+0.151 0.017 --.-- .	-0.006 0.000 --.-- .
IP5 :	-0.360 0.114 --.-- .	+0.076 0.005 --.-- .	+0.116 0.012 --.-- .	-0.020 0.000 --.-- .
IS0 :	+0.901 0.497 --.-- .	-0.127 0.010 --.-- .	+0.101 0.006 --.-- .	+0.055 0.002 --.-- .
IS1 :	+0.471 0.236 --.-- .	-0.080 0.007 --.-- .	+0.179 0.034 --.-- .	+0.099 0.011 --.-- .
IS2 :	-0.672 0.283 --.-- .	+0.218 0.030 --.-- .	+0.169 0.018 --.-- .	-0.125 0.010 --.-- .
IS5 :	-0.511 0.185 --.-- .	+0.113 0.009 --.-- .	+0.150 0.016 --.-- .	-0.026 0.000 --.-- .
IS9 : x	+0.911 0.510 --.-- .	-0.083 0.004 --.-- .	+0.125 0.010 --.-- .	+0.094 0.005 --.-- .
IU0 :	-0.435 0.157 --.-- .	+0.058 0.003 --.-- .	+0.090 0.007 --.-- .	+0.009 0.000 --.-- .
IU1 :	-0.093 0.014 --.-- .	-0.032 0.002 --.-- .	-0.024 0.001 --.-- .	-0.031 0.002 --.-- .
IU2 :	+0.090 0.004 --.-- .	-0.005 0.000 --.-- .	-0.167 0.013 --.-- .	-0.114 0.006 --.-- .
IU5 :	-0.371 0.117 --.-- .	+0.086 0.006 --.-- .	+0.176 0.026 --.-- .	-0.009 0.000 --.-- .
IU9 :	+0.164 0.038 --.-- .	-0.009 0.000 --.-- .	+0.075 0.008 --.-- .	+0.039 0.002 --.-- .
IT0 :	-0.507 0.189 --.-- .	+0.080 0.005 --.-- .	+0.126 0.012 --.-- .	-0.014 0.000 --.-- .
IT1 :	-0.665 0.286 --.-- .	+0.228 0.034 --.-- .	+0.124 0.010 --.-- .	-0.120 0.009 --.-- .
IT2 :	+0.860 0.493 --.-- .	-0.169 0.019 --.-- .	-0.034 0.001 --.-- .	+0.005 0.000 --.-- .
IT3 :	-0.585 0.220 --.-- .	+0.147 0.014 --.-- .	+0.152 0.015 --.-- .	-0.029 0.001 --.-- .
IT4 :	+0.211 0.061 --.-- .	-0.053 0.004 --.-- .	+0.003 0.000 --.-- .	+0.036 0.002 --.-- .
IH0 :	+0.364 0.162 --.-- .	-0.256 0.080 --.-- .	+0.028 0.001 --.-- .	+0.077 0.007 --.-- .
IH1 :	-0.575 0.210 --.-- .	+0.177 0.020 --.-- .	+0.175 0.020 --.-- .	-0.041 0.001 --.-- .
IH2 :	-0.446 0.142 --.-- .	+0.209 0.031 --.-- .	+0.174 0.022 --.-- .	+0.053 0.002 --.-- .

IH5 :	-0.456 0.163 --.-- .	+0.099 0.008 --.-- .	+0.144 0.016 --.-- .	-0.021 0.000 --.-- .
IH9 :	+0.180 0.040 --.-- .	-0.019 0.000 --.-- .	+0.126 0.020 --.-- .	+0.040 0.002 --.-- .
IB0 :	+0.063 0.005 --.-- .	-0.029 0.001 --.-- .	+0.246 0.074 --.-- .	+0.075 0.007 --.-- .
IB1 :	-0.521 0.228 --.-- .	+0.187 0.029 --.-- .	-0.128 0.014 --.-- .	+0.131 0.014 --.-- .
IB9 :	+0.702 0.375 --.-- .	-0.165 0.021 --.-- .	+0.024 0.000 --.-- .	+0.099 0.007 --.-- .
IF0 :	-0.649 0.269 --.-- .	+0.184 0.022 --.-- .	+0.061 0.002 --.-- .	-0.039 0.001 --.-- .
IF1 :	+0.184 0.040 --.-- .	-0.116 0.016 --.-- .	+0.200 0.047 --.-- .	+0.099 0.011 --.-- .
IF9 :	+0.805 0.376 --.-- .	-0.118 0.008 --.-- .	-0.185 0.020 --.-- .	-0.083 0.004 --.-- .
IE0 :	-0.367 0.119 --.-- .	+0.076 0.005 --.-- .	+0.152 0.020 --.-- .	-0.008 0.000 --.-- .
IE1 :	-0.217 0.043 --.-- .	+0.108 0.010 --.-- .	+0.191 0.033 --.-- .	+0.129 0.015 --.-- .
IE3 :	-0.017 0.000 --.-- .	-0.009 0.000 --.-- .	+0.156 0.018 --.-- .	+0.092 0.006 --.-- .
IE9 :	-0.573 0.240 --.-- .	+0.134 0.013 --.-- .	+0.177 0.023 --.-- .	-0.082 0.005 --.-- .
ID0 :	+0.261 0.054 --.-- .	+0.104 0.008 --.-- .	+0.140 0.015 --.-- .	+0.165 0.021 --.-- .
ID1 :	-0.113 0.014 --.-- .	+0.090 0.009 --.-- .	+0.178 0.035 --.-- .	+0.003 0.000 --.-- .
ID2 :	+0.611 0.273 --.-- .	-0.308 0.070 --.-- .	-0.039 0.001 --.-- .	+0.073 0.004 --.-- .
ID4 :	-0.289 0.082 --.-- .	+0.049 0.002 --.-- .	+0.150 0.022 --.-- .	+0.002 0.000 --.-- .
RT0 :	-0.265 0.041 --.-- .	+0.147 0.013 --.-- .	-0.191 0.021 --.-- .	+0.116 0.008 --.-- .
RT1 :	-0.660 0.277 --.-- .	+0.160 0.016 --.-- .	+0.032 0.001 --.-- .	+0.009 0.000 --.-- .
RT2 :	-0.503 0.144 --.-- .	+0.148 0.013 --.-- .	-0.143 0.012 --.-- .	+0.062 0.002 --.-- .
RT9 :	-0.562 0.206 --.-- .	+0.156 0.016 --.-- .	+0.177 0.020 --.-- .	-0.033 0.001 --.-- .
RH0 :	-0.271 0.074 --.-- .	+0.045 0.002 --.-- .	+0.129 0.017 --.-- .	+0.000 0.000 --.-- .
RH1 :	-0.529 0.152 --.-- .	+0.107 0.006 --.-- .	-0.036 0.001 --.-- .	-0.013 0.000 --.-- .
RH9 :	+0.383 0.201 --.-- .	-0.138 0.026 --.-- .	+0.094 0.012 --.-- .	+0.048 0.003 --.-- .
VA0 :	-0.443 0.156 --.-- .	+0.101 0.008 --.-- .	+0.146 0.017 --.-- .	-0.019 0.000 --.-- .
VA1 :	-0.115 0.016 --.-- .	+0.035 0.001 --.-- .	+0.129 0.020 --.-- .	+0.012 0.000 --.-- .
VA2 :	+0.387 0.170 --.-- .	-0.127 0.018 --.-- .	+0.199 0.045 --.-- .	+0.062 0.004 --.-- .

Tableau T.3.4.7.
paramètres factoriels des éléments supplémentaires

3.4.2.3.2. Interprétation des coordonnées factorielles

Au premier abord, on est surpris par les valeurs des cosinus carrés : ils sont paradoxalement faibles pour les deux premiers axes et le plus élevés pour les axes de rang supérieur. L'explication de ce phénomène est simple : nous avons vu dans le tableau T.3.1.1., qui donne les valeurs des magnitudes de ces centres de gravité projeté en éléments supplémentaires qu'en général, ils situent vers la magnitude 4 (qui est aussi la moyenne générale du tableau). Par voie de conséquence, et c'est un des biais dont nous avons déjà parlé plusieurs fois, les modalités susdites sont traitées comme une étoile de magnitude voisine de 4. Cela explique qu'elles est des corrélations faibles (comme toutes les modalités xx4) avec les deux premiers axes factoriels, qui font ressortir les modalités xx1, xx2 xx5 et xx6.

En fait, un tel résultat est presque tautologique. Les axes factoriels font ressortir ce qui distinguent les étoiles les unes des autres. Les modalités que nous avons placées en supplémentaires sont des moyennes ; elles sont donc a priori éloignées des étoiles qui créent les premiers axes, a moins qu'il n'y ait une modalité qui corresponde à un phénomène "suffisament exceptionnel" pour justifier la création des premiers axes. Ici, nous avons déjà compris qu'il n'en était rien. Résumons la situation :

- au vu de l'analyse quantitative, nous comprenons que l'information majoritaire (86%) est la stabilité des magnitudes.

- l'analyse quantitative nous montre que l'effet suivant est un effet de partie fractionnaire,

- les écarts entre les catalogues sont visibles après ces phénomènes.

Par rapport à cela, l'analyse en codage flou complète notre vision de l'information "stabilité des magnitudes", en se dégageant en partie de l'hypothèse implicite de linéarité que contenait le codage quantitatif. Nous éclatons les 86% sur les 6 premiers axes, en détaillant les positions relatives des diverses valeurs entières. Le principal acquis de cette analyse est de montrer les étalonnage relatifs des divers catalogues, comme nous le verrons sur les graphiques. Mais, par rapport à notre problème d'interprétation des écarts, (en particulier ceux des modalités des indices de signatures), nous avons plutôt régressé. Ce fait est une conséquence inévitable du constat que nous avions fait au paragraphe 3.4.1.3. que le flou n'est peut-être pas où il devrait être dans notre codage.

En clair, il en résulte que nous avons là un codage adapté à analyser la linéarité des différentes valeurs de magnitude des catalogues (nous développerons ce point), et pas du tout à mettre en évidence des causes d'écarts.

Bien sûr, on retrouve des "excentricités", c'est à dire des modalités qui sont loin de la moyenne des étoiles et qui, donc, ne se projettent pas avec les modalités xx4., comme IS4 et surtout IS9, IF9, IB9, par exemple. mais ce phénomène est noyé dans la représentation des modalités de magnitudes. Cela apparaît clairement à la lecture comparative des coordonnées factorielles des éléments supplémentaires et des modalités de magnitudes. Toutes les coordonnées des éléments supplémentaires sont très largement inférieures aux coordonnées maximales des colonnes principales, au moins jusqu'au huitième axe..

Sans doute, en analysant dans le détail les coordonnées factorielles sur les axes d'ordres élevés trouverait-on quelques éléments d'information ; il est en tout cas clair que ce codage est beaucoup moins pertinent que les écarts aux valeurs attendues pour ce travail

3.4.2.4. Les graphiques de l'AFC en codage flou

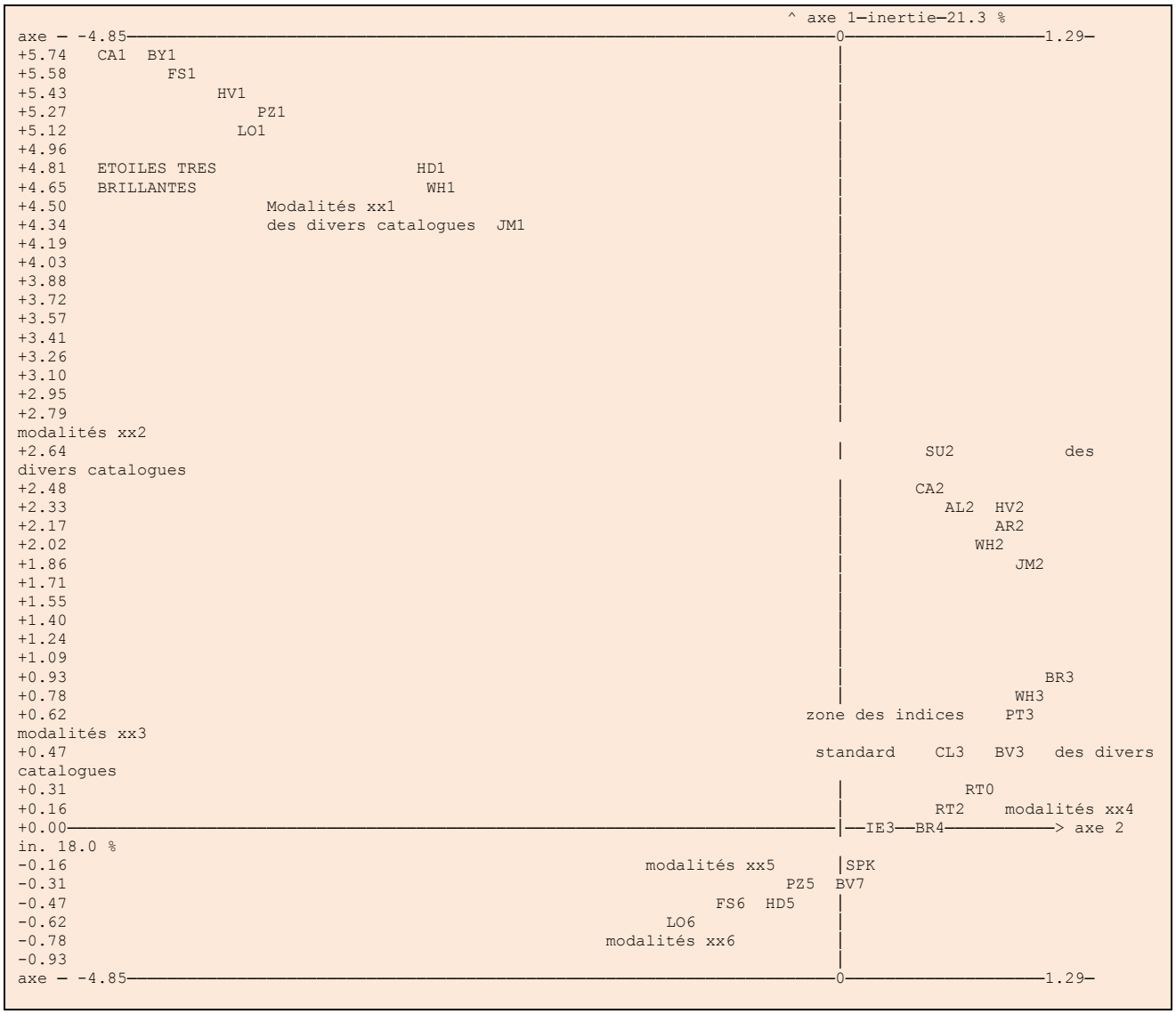
Les graphiques de l'analyse en codage flou présentent des figures qui se rapprochent de l'effet Guttman.

3.4.2.4.1. le graphique du plan (1,2)

graphique pour les axes 2 et 1
inerties expliquees : 17.96 % 21.31 %

maximum horizontal : 1.288 minimum horizontal : -4.852
maximum vertical : 5.815 minimum vertical : -0.690
unités verticales : 6.505
unités horizontales : 6.141

échelle : 0.065
lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24



liste des 185 points cachés

vu :	CA1>AL1,	vu :	CA1>SU1,	vu :	CA1>UG1,	vu :	FS1>PT1,	vu :	FS1>HS1,	vu :	FS1>AR1,	vu :	HV1>BD1,
vu :	HV1>BR1,	vu :	PZ1>TK1,	vu :	SU2>UG2,	vu :	SU2>PT2,	vu :	CA2>BY2,	vu :	AL2>TK2,	vu :	AL2>FS2,
vu :	AL2>BR2,	vu :	AR2>LO2,	vu :	AR2>PZ2,	vu :	AR2>HS2,	vu :	WH2>HD2,	vu :	WH2>BD2,	vu :	WH3>FS3,
vu :	WH3>PZ3,	vu :	PT3>UG3,	vu :	PT3>AL3,	vu :	PT3>SU3,	vu :	PT3>HD3,	vu :	PT3>BD3,	vu :	PT3>AR3,
vu :	PT3>HS3,	vu :	PT3>CA3,	vu :	PT3>TK3,	vu :	PT3>BY3,	vu :	PT3>HV3,	vu :	BV3>LO3,	vu :	BV3>JM3,
vu :	RT0>BV0,	vu :	RT0>RI3,	vu :	RT2>RV1,	vu :	RT2>UB4,	vu :	RT2>LG1,	vu :	RT2>SIs,	vu :	IE3>WH4,
vu :	IE3>CA4,	vu :	IE3>LG4,	vu :	IE3>BV2,	vu :	IE3>RT1,	vu :	IE3>IF0,	vu :	IE3>IT1,	vu :	IE3>CL5,
vu :	IE3>RH1,	vu :	IE3>PZ4,	vu :	BR4>LG2,	vu :	BR4>IB1,	vu :	SPK>IP0,	vu :	SPK>ID1,	vu :	SPK>AL4,
vu :	SPK>PT4,	vu :	SPK>IE1,	vu :	SPK>RV ,	vu :	SPK>UB3,	vu :	SPK>RI0,	vu :	SPK>SPA,	vu :	SPK>SIp,
vu :	SPK>SPG,	vu :	SPK>DK0,	vu :	SPK>CLa,	vu :	SPK>RI1,	vu :	SPK>RH0,	vu :	SPK>PX2,	vu :	SPK>BV*,
vu :	SPK>ID4,	vu :	SPK>IH2,	vu :	SPK>UB2,	vu :	SPK>SIm,	vu :	SPK>BV1,	vu :	SPK>IP5,	vu :	SPK>SU*,
vu :	SPK>IE0,	vu :	SPK>LO4,	vu :	SPK>IU0,	vu :	SPK>IU5,	vu :	SPK>UB9,	vu :	SPK>UG4,	vu :	SPK>BV5,
vu :	SPK>SU4,	vu :	SPK>BV4,	vu :	SPK>VA0,	vu :	SPK>SPM,	vu :	SPK>IH5,	vu :	SPK>JM4,	vu :	SPK>SIF,
vu :	SPK>CL2,	vu :	SPK>IP3,	vu :	SPK>RI2,	vu :	SPK>IP2,	vu :	SPK>UB6,	vu :	SPK>RI6,	vu :	SPK>BV9,
vu :	SPK>SI ,	vu :	SPK>TK4,	vu :	SPK>IT0,	vu :	SPK>SIe,	vu :	SPK>IS5,	vu :	SPK>BY4,	vu :	SPK>CLb,
vu :	SPK>LG3,	vu :	SPK>RI5,	vu :	SPK>HV4,	vu :	SPK>IE9,	vu :	SPK>BD4,	vu :	SPK>RT9,	vu :	SPK>AR4,
vu :	SPK>SPB,	vu :	SPK>UB8,	vu :	SPK>IH1,	vu :	SPK>IT3,	vu :	SPK>HS4,	vu :	SPK>PX ,	vu :	SPK>HD4,
vu :	SPK>IS2,	vu :	SPK>FS4,	vu :	PZ5>BR5,	vu :	PZ5>IP1,	vu :	PZ5>CL4,	vu :	PZ5>ID0,	vu :	PZ5>IS1,
vu :	PZ5>IH0,	vu :	PZ5>RH9,	vu :	PZ5>VA2,	vu :	PZ5>IT4,	vu :	PZ5>SIv,	vu :	PZ5>IF1,	vu :	PZ5>IU9,
vu :	PZ5>IH9,	vu :	PZ5>BV8,	vu :	PZ5>UB1,	vu :	PZ5>CL ,	vu :	BV7>IB0,	vu :	BV7>RI4,	vu :	BV7>IU1,
vu :	BV7>SPF,	vu :	BV7>PX1,	vu :	BV7>UB5,	vu :	BV7>BV6,	vu :	BV7>UB7,	vu :	BV7>VA1,	vu :	BV7>LG0,
vu :	FS6>PZ6,	vu :	FS6>IU2,	vu :	FS6>BR6,	vu :	FS6>PT5,	vu :	FS6>AL5,	vu :	FS6>LO5,	vu :	FS6>IF9,
vu :	FS6>SU5,	vu :	FS6>UG5,	vu :	FS6>JM5,	vu :	HD5>HV5,	vu :	HD5>AR5,	vu :	HD5>HS5,	vu :	HD5>BY5,
vu :	HD5>TK5,	vu :	HD5>BD5,	vu :	HD5>WH5,	vu :	HD5>IS0,	vu :	HD5>IT2,	vu :	HD5>ID2,	vu :	HD5>IB9,
vu :	HD5>IS9,	vu :	HD5>CA5,	vu :	HD5>FS5,	vu :	LO6>PT6,	vu :	LO6>JM6,	vu :	LO6>BY6,	vu :	LO6>HD6,
vu :	LO6>HV6,	vu :	LO6>AR6,	vu :	LO6>HS6,	vu :	LO6>SU6,	vu :	LO6>TK6,	vu :	LO6>AL6,	vu :	LO6>BD6,
vu :	LO6>UG6,	vu :	LO6>WH6,	vu :	LO6>CA6,								

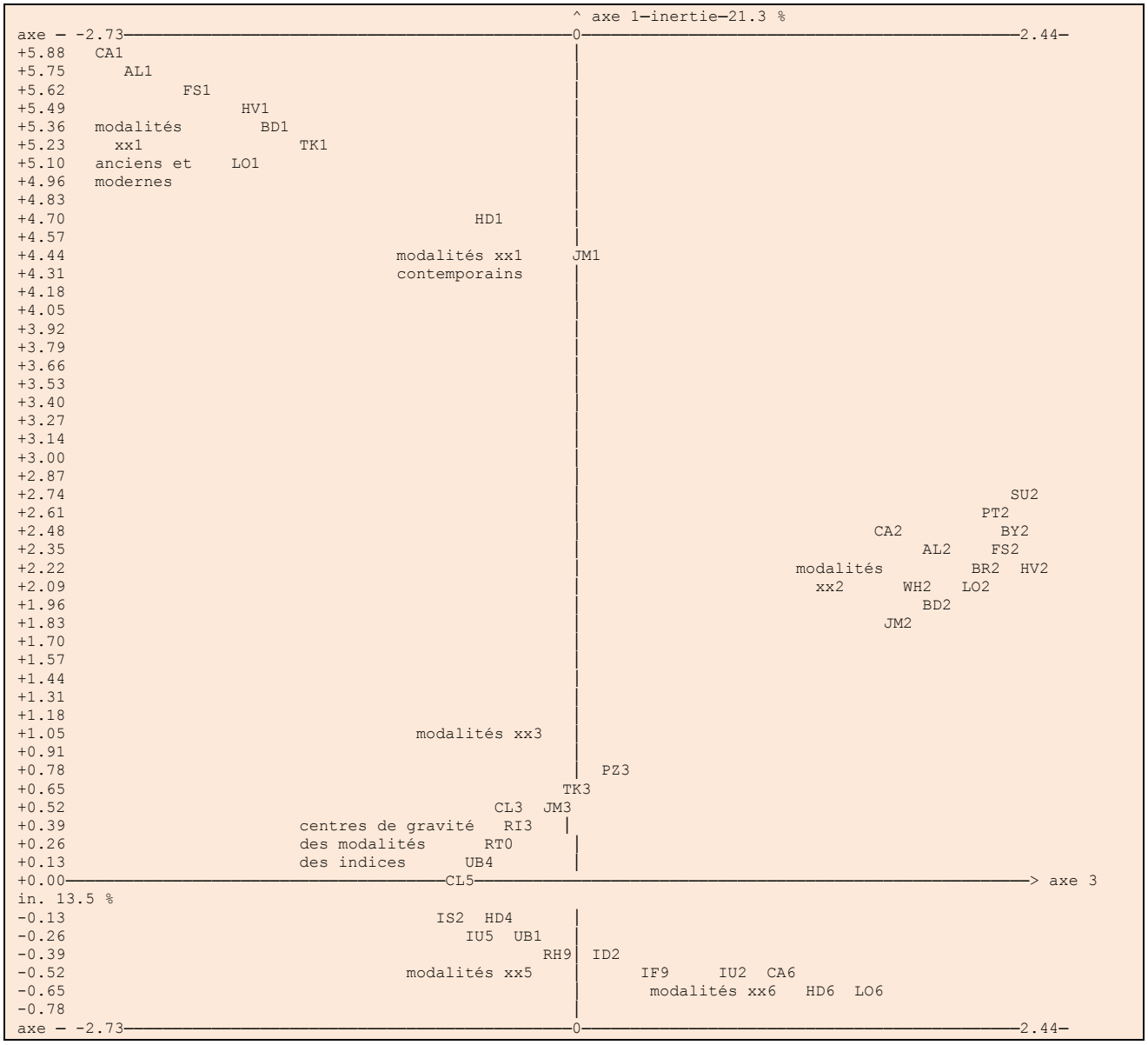
Figure F.3.4.1. : graphique du plan (1,2)

Les diverses modalités suivent dans ce plan une parabole du type Guttman. Il s'agit d'une sorte de courbe d'étalonnage généralisée, qui présente les

positions des diverses valeurs entières des magnitudes les unes par rapport aux autres. De ce point de vue, les informations les plus intéressantes sont les écarts d'abscisse curviligne (le long de cette courbe d'étalonnage) entre les diverses modalités, qui signalent des écarts de linéarité entres les diverses modalités des catalogues ; on voit ainsi les différences importantes entre les positions des modalités xx1, qui se répartissent, des plus anciennnes très excentrées aux plus contemporaines plus proches du centre de gravité. On peut faire l'hypothèse que ceci vient de l'écrasement de la magnitude 1 pour les anciens observateurs, qui couvre des étoiles notées maintenant de -1.6 à +1.5.

3.4.2.4.2. le graphique du plan (1,3)

```
graphique pour les axes 3 et    1
inerties expliquees :   13.53 % 21.31 %
maximum horizontal :  2.438  minimum horizontal : -2.734
maximum vertical :  5.815 minimum vertical : -0.690
unités verticales :   6.505
unités horizontales :  5.172
échelle :  0.054 - lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24
```



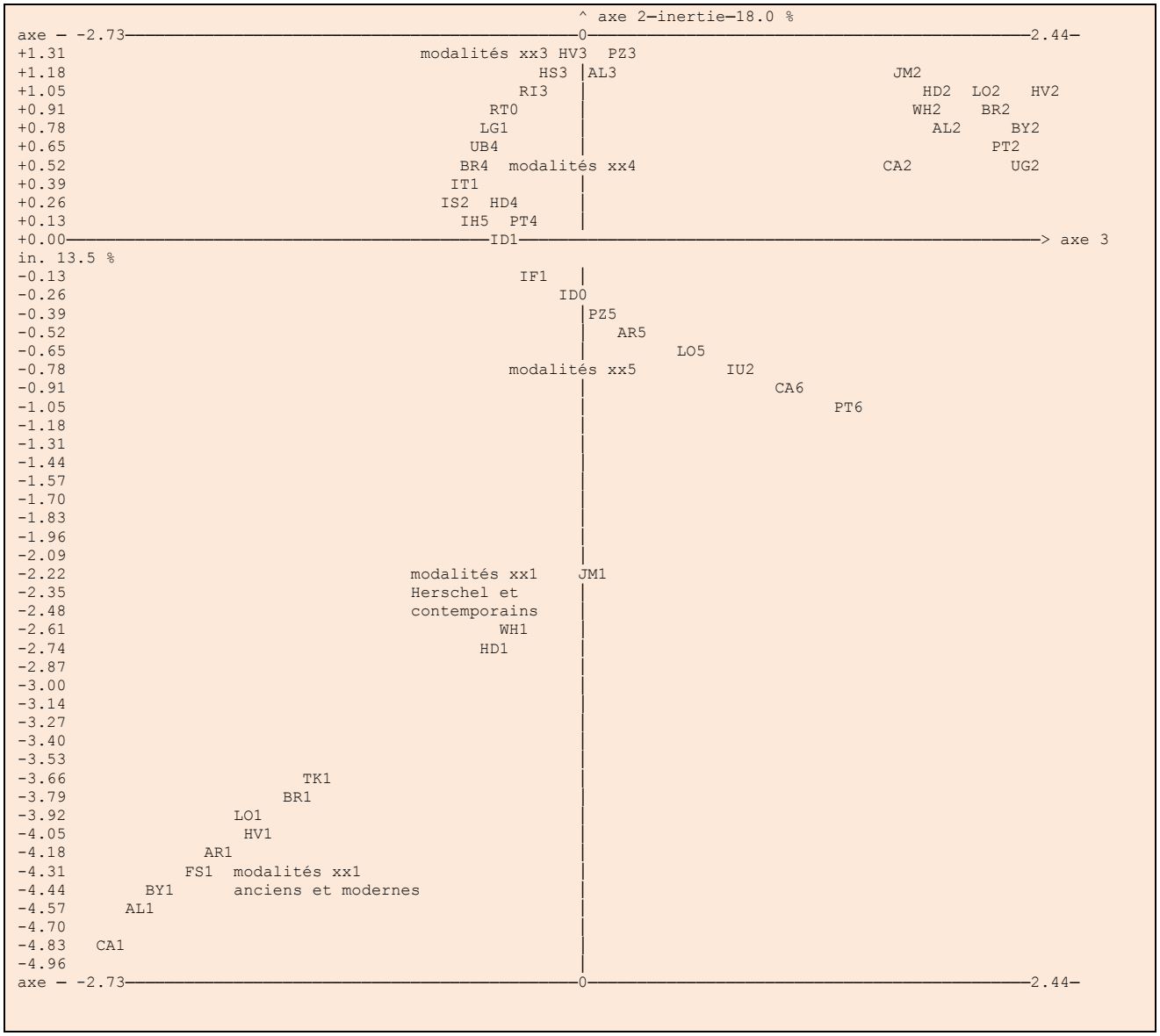

```
liste des 176 points cachés
 vu :  AL1>UG1,  vu :  AL1>SU1,  vu :  AL1>BY1,  vu :  FS1>PT1,  vu :  FS1>AR1,  vu :  FS1>HS1,  vu :  BD1>BR1,
 vu :  BD1>PZ1,  vu :  HD1>WH1,  vu :  PT2>UG2,  vu :  AL2>TK2,  vu :  BR2>PZ2,  vu :  WH2>HD2,  vu :  WH2>HS2,
 vu :  WH2>AR2,  vu :  PZ3>BR3,  vu :  TK3>BY3,  vu :  TK3>HD3,  vu :  TK3>WH3,  vu :  TK3>CA3,  vu :  TK3>AL3,
 vu :  TK3>UG3,  vu :  TK3>SU3,  vu :  TK3>FS3,  vu :  CL3>HS3,  vu :  CL3>AR3,  vu :  JM3>BD3,  vu :  JM3>LO3,
 vu :  JM3>HV3,  vu :  JM3>PT3,  vu :  RI3>BV0,  vu :  RI3>BV3,  vu :  UB4>LG1,  vu :  UB4>SIs,  vu :  UB4>RT2,
```

```
 vu :  UB4>RV1,  vu :  CL5>PZ4,  vu :  CL5>BR4,  vu :  CL5>RH1,  vu :  CL5>IB1,  vu :  CL5>LG4,  vu :  CL5>LG2,
 vu :  IS2>IT1,  vu :  IS2>IF0,  vu :  IS2>RT1,  vu :  IS2>BV2,  vu :  IS2>UB8,  vu :  IS2>SPB,  vu :  IS2>IH1,
 vu :  IS2>IT3,  vu :  IS2>RT9,  vu :  IS2>IE9,  vu :  IS2>PX ,  vu :  IS2>RI5,  vu :  IS2>FS4,  vu :  IS2>RI6,
 vu :  IS2>IS5,  vu :  IS2>BV9,  vu :  IS2>CLb,  vu :  IS2>SIe,  vu :  IS2>IP2,  vu :  IS2>IT0,  vu :  IS2>UB6,
 vu :  IS2>IP3,  vu :  IS2>IH5,  vu :  IS2>HV4,  vu :  IS2>VA0,  vu :  IS2>CL2,  vu :  IS2>SPM,  vu :  IS2>SIF,
 vu :  IS2>BV4,  vu :  IS2>SI ,  vu :  IS2>RI2,  vu :  IS2>BV5,  vu :  IS2>HS4,  vu :  IS2>BY4,  vu :  IS2>AR4,
 vu :  IS2>CA4,  vu :  IS2>LG3,  vu :  IS2>TK4,  vu :  IS2>BD4,  vu :  HD4>WH4,  vu :  HD4>JM4,  vu :  HD4>SU4,
 vu :  HD4>UG4,  vu :  HD4>IE3,  vu :  IU5>UB9,  vu :  IU5>IE0,  vu :  IU5>SU*,  vu :  IU5>IP5,  vu :  IU5>BV1,
 vu :  IU5>IU0,  vu :  IU5>SIm,  vu :  IU5>ID4,  vu :  IU5>LO4,  vu :  IU5>PX2,  vu :  IU5>BV*,  vu :  IU5>RH0,
 vu :  IU5>CLa,  vu :  IU5>RI1,  vu :  IU5>IH2,  vu :  IU5>SIp,  vu :  IU5>SPG,  vu :  IU5>RI0,  vu :  IU5>DK0,
 vu :  IU5>RV ,  vu :  IU5>UB3,  vu :  IU5>UB2,  vu :  IU5>ID1,  vu :  IU5>LG0,  vu :  IU5>IP0,  vu :  IU5>VA1,
 vu :  IU5>UB7,  vu :  IU5>BV6,  vu :  IU5>SPA,  vu :  IU5>UB5,  vu :  IU5>SPF,  vu :  IU5>IE1,  vu :  IU5>SPK,
 vu :  IU5>PX1,  vu :  IU5>IU1,  vu :  IU5>RI4,  vu :  IU5>PT4,  vu :  IU5>IB0,  vu :  IU5>AL4,  vu :  IU5>CL ,
 vu :  UB1>BV7,  vu :  UB1>BV8,  vu :  UB1>IH9,  vu :  UB1>IF1,  vu :  UB1>IU9,  vu :  UB1>SIv,  vu :  UB1>IT4,
 vu :  UB1>VA2,  vu :  RH9>IH0,  vu :  RH9>IS1,  vu :  RH9>ID0,  vu :  RH9>CL4,  vu :  RH9>IP1,  vu :  RH9>BR5,
 vu :  RH9>PZ5,  vu :  RH9>FS5,  vu :  RH9>IS9,  vu :  ID2>IB9,  vu :  ID2>CA5,  vu :  ID2>IS0,  vu :  ID2>IT2,
 vu :  ID2>TK5,  vu :  ID2>BY5,  vu :  ID2>BD5,  vu :  ID2>HS5,  vu :  ID2>AR5,  vu :  ID2>WH5,  vu :  ID2>HV5,
 vu :  ID2>HD5,  vu :  IF9>SU5,  vu :  IF9>UG5,  vu :  IF9>JM5,  vu :  IF9>LO5,  vu :  IF9>AL5,  vu :  IF9>PT5,
 vu :  IU2>BR6,  vu :  IU2>PZ6,  vu :  IU2>FS6,  vu :  CA6>WH6,  vu :  CA6>BD6,  vu :  CA6>UG6,  vu :  CA6>SU6,
 vu :  CA6>HS6,  vu :  CA6>TK6,  vu :  CA6>AR6,  vu :  CA6>HV6,  vu :  CA6>AL6,  vu :  HD6>BY6,  vu :  HD6>JM6,
 vu :  HD6>PT6,
```

Figure F.3.4.2. : graphique du plan (1,3)

3.4.2.4.3. Le graphique du plan (3,2)

```
graphique pour les axes 3 et    2 inerties expliquees :   13.53 % 17.96 %
maximum horizontal :  2.438  minimum horizontal : -2.734
maximum vertical :  1.288 minimum vertical : -4.852
unités verticales :   6.141 - unités horizontales :  5.172
échelle :  0.054 - lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24
```



```
liste des 170 points cachés
 vu :  HV3>TK3,  vu :  HV3>BY3,  vu :  HV3>CA3,
 vu :  HV3>FS3,  vu :  PZ3>BR3,  vu :  HS3>AR3,  vu :  HS3>JM3,
 vu :  HS3>BD3,  vu :  HS3>PT3,  vu :  HS3>HD3,  vu :  HS3>WH3,
 vu :  AL3>UG3,  vu :  AL3>SU3,  vu :  RI3>BV0,  vu :  RI3>BV3,
 vu :  RI3>LO3,  vu :  HD2>BD2,  vu :  HD2>HS2,  vu :  HD2>AR2,
 vu :  LO2>PZ2,  vu :  BR2>FS2,  vu :  LG1>SIs,  vu :  AL2>TK2,
 vu :  UB4>RT2,  vu :  UB4>RV1,  vu :  UB4>CL3,  vu :  BR4>IB1,
 vu :  BR4>LG2,  vu :  UG2>SU2,  vu :  IT1>IF0,  vu :  IT1>RT1,
 vu :  IT1>BV2,  vu :  IT1>CL5,  vu :  IT1>PZ4,  vu :  IT1>FS4,
 vu :  IT1>RH1,  vu :  IT1>LG4,  vu :  IT1>CA4,  vu :  IT1>WH4,
 vu :  IS2>UB8,  vu :  IS2>SPB,  vu :  IS2>IH1,  vu :  IS2>IT3,
 vu :  IS2>RT9,  vu :  IS2>IE9,  vu :  IS2>PX ,  vu :  IS2>RI5,
 vu :  IS2>RI6,  vu :  IS2>IS5,  vu :  IS2>BV9,  vu :  IS2>CLb,
 vu :  IS2>SIe,  vu :  IS2>IP2,  vu :  IS2>IT0,  vu :  IS2>UB6,
 vu :  IS2>IP3,  vu :  IS2>HV4,  vu :  IS2>CL2,  vu :  IS2>SIF,
 vu :  IS2>SI ,  vu :  IS2>RI2,  vu :  IS2>HS4,  vu :  IS2>BY4,
 vu :  IS2>AR4,  vu :  IS2>LG3,  vu :  IS2>TK4,  vu :  IS2>BD4,
 vu :  IH5>VA0,  vu :  IH5>SPM,  vu :  IH5>BV4,  vu :  IH5>BV5,
 vu :  IH5>IU5,  vu :  IH5>UB9,  vu :  IH5>IE0,  vu :  IH5>SU*,
 vu :  IH5>IP5,  vu :  IH5>BV1,  vu :  IH5>IU0,  vu :  IH5>SIm,
 vu :  IH5>ID4,  vu :  IH5>LO4,  vu :  IH5>PX2,  vu :  IH5>BV*,
 vu :  IH5>RH0,  vu :  IH5>CLa,  vu :  IH5>RI1,  vu :  IH5>IH2,
 vu :  IH5>SIp,  vu :  IH5>SPG,  vu :  IH5>RI0,  vu :  IH5>DK0,
 vu :  IH5>RV ,  vu :  IH5>UB3,  vu :  IH5>UB2,  vu :  IH5>JM4,
 vu :  IH5>SPA,  vu :  IH5>SU4,  vu :  IH5>UG4,  vu :  IH5>IE1,
 vu :  PT4>AL4,  vu :  PT4>IE3,  vu :  ID1>LG0,  vu :  ID1>IP0,
 vu :  ID1>VA1,  vu :  ID1>UB7,  vu :  ID1>BV6,  vu :  ID1>UB5,
 vu :  ID1>SPF,  vu :  ID1>SPK,  vu :  ID1>PX1,  vu :  ID1>IU1,
 vu :  ID1>RI4,  vu :  ID1>IB0,  vu :  ID1>CL ,  vu :  ID1>UB1,
 vu :  ID1>BV7,  vu :  ID1>BV8,  vu :  ID1>IH9,  vu :  IF1>IU9,
 vu :  IF1>SIv,  vu :  IF1>IT4,  vu :  IF1>VA2,  vu :  IF1>RH9,
 vu :  IF1>IH0,  vu :  IF1>IS1,  vu :  ID0>CL4,  vu :  ID0>IP1,
 vu :  ID0>BR5,  vu :  PZ5>FS5,  vu :  PZ5>IS9,  vu :  PZ5>ID2,
 vu :  PZ5>IB9,  vu :  PZ5>CA5,  vu :  PZ5>IS0,  vu :  PZ5>IT2,
 vu :  PZ5>TK5,  vu :  PZ5>BY5,  vu :  PZ5>BD5,  vu :  PZ5>HS5,
 vu :  PZ5>WH5,  vu :  AR5>HV5,  vu :  AR5>HD5,  vu :  AR5>IF9,
 vu :  AR5>SU5,  vu :  AR5>UG5,  vu :  AR5>JM5,  vu :  LO5>AL5,
 vu :  LO5>PT5,  vu :  IU2>BR6,  vu :  IU2>PZ6,  vu :  IU2>FS6,
 vu :  CA6>WH6,  vu :  CA6>BD6,  vu :  CA6>UG6,  vu :  CA6>SU6,
 vu :  CA6>HS6,  vu :  CA6>TK6,  vu :  CA6>AR6,  vu :  CA6>HD6,
 vu :  CA6>HV6,  vu :  CA6>BY6,  vu :  CA6>AL6,  vu :  CA6>JM6,
 vu :  PT6>LO6,  vu :  BR1>PZ1,  vu :  LO1>BD1,  vu :  AR1>HS1,
 vu :  FS1>PT1,  vu :  AL1>UG1,  vu :  AL1>SU1,
```

Figure F.3.4.3. : graphique du plan (3,2)

Le plan 3,2 ne montre par définition rien de plus que ce qui est visible sur les deux plans précédents. Nous le présentons malgré tout, pour permettre une vision plus complète de notre "courbe d'étalonnage des modalités de magnitude".

La place de la modalité WH1 (magnitude 1 pour Herschel) ne doit pas étonner. Le système de recodage que nous avons adopté (cf 3.3.2.4.) donne pour Herschel des valeurs de "magnitude" inférieures à 1, voire même négatives. Cet état de fait rend la modalité WH1 comparable aux modalités contemporaines HD1 et JM1. On peut signaler à ce propos que l' étalement dominant sur les axes des modalités 1 paraît tout à fait en accord avec le fait que c'est là où les plus grandes divergences de magnitude existent entre les catalogues, à cause de cette dynamique : xx1 pour n'importe quel catalogue ancien ou moderne correspond à une gamme de -1.56 à +1.5, soit 3 modalités ailleurs. Certes cet effet est compensé par la stratégie que nous avons mis en oeuvre pour les conditions aux limites de notre codage (cf 3.4.2.1.), mais cela ne suffit pas à lui enlever la primauté sur les axes.

3.4.2.4.4. Le graphique du plan (4,1)

```
graphique pour les axes 4 et    1
inerties expliquees :   10.06 % 21.31 %
maximum horizontal :  1.960  minimum horizontal : -1.411
maximum vertical :  5.815 minimum vertical : -0.690
unités verticales :   6.505
unités horizontales :  3.371
échelle :  0.035
lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24
```

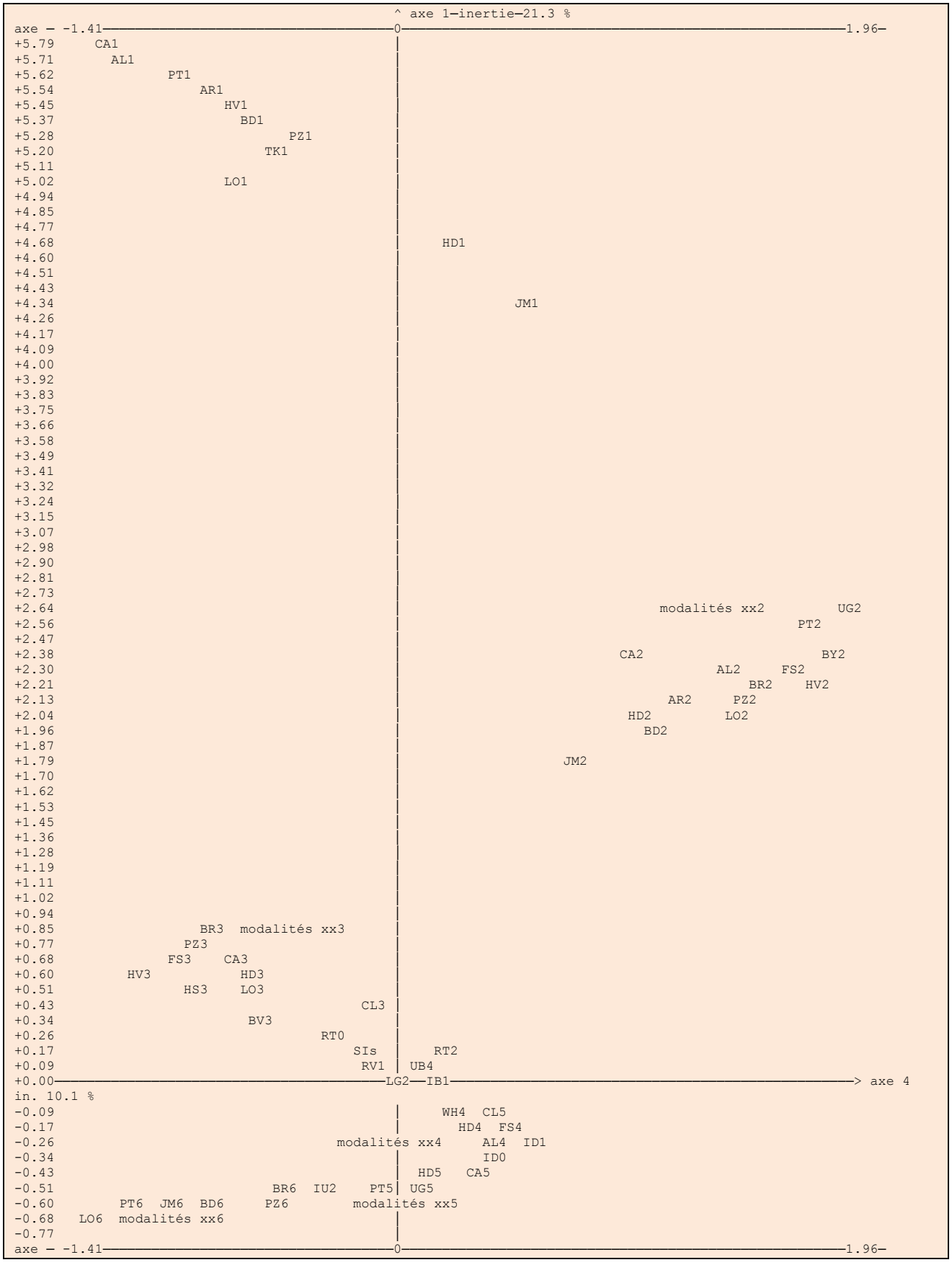
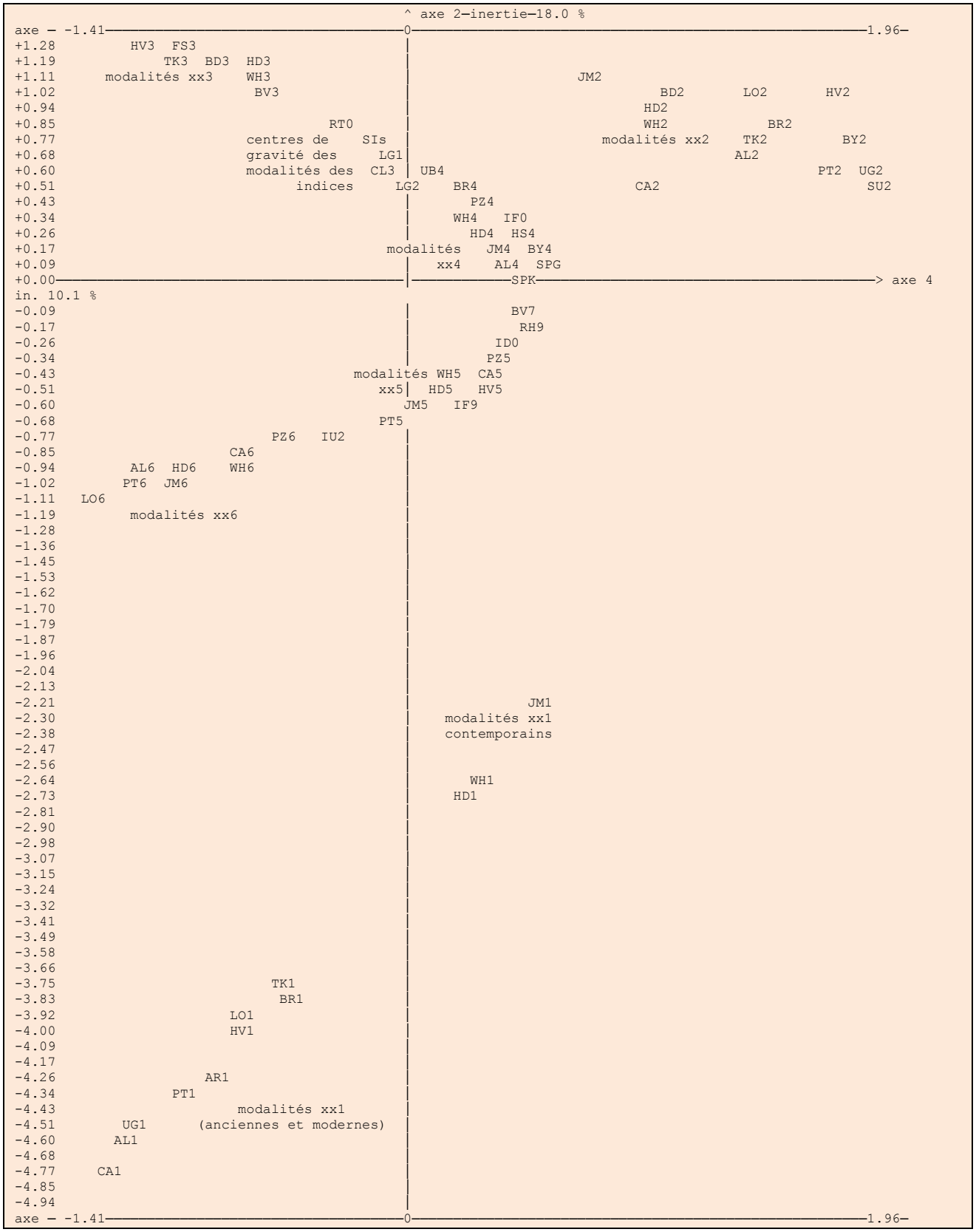


Figure F.3.4.4. : graphique du plan (1,4)

La liste des 156 points cachés est reportée après la figure suivantee pour des raisons de mise en page.

3.4.2.4.5. Les graphiques du plan (4,2)et suivants

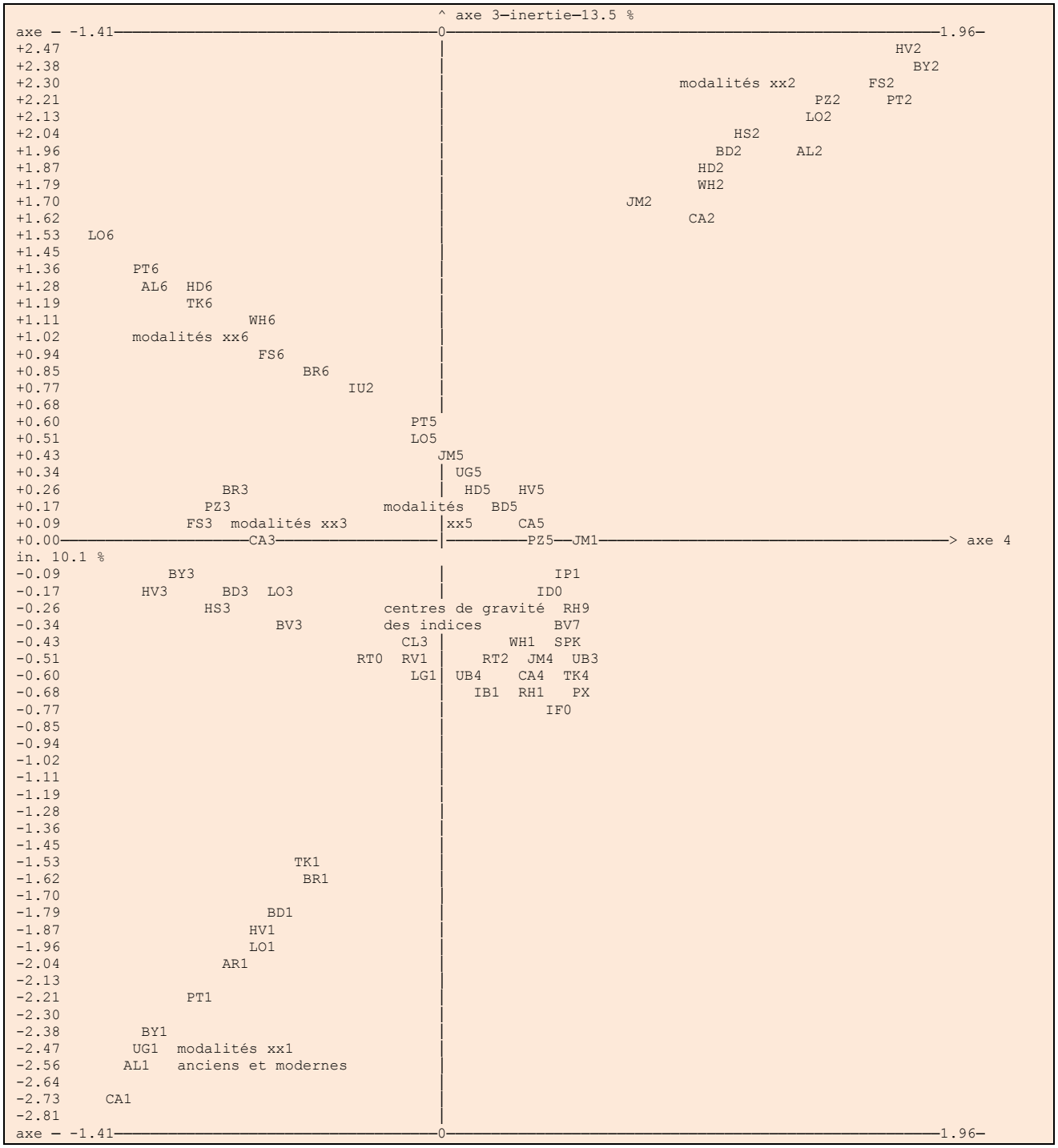
graphique pour les axes 4 et 2
inerties expliquees : 10.06 % 17.96 %
maximum horizontal : 1.960 minimum horizontal : -1.411
maximum vertical : 1.288 minimum vertical : -4.852
unités verticales : 6.141, unités horizontales : 3.371
échelle : 0.035 lp : 706, ls : 108 cp : 84 cs : 24



```
liste des 146 points cachés
 vu :  HV3>BY3,  vu :  FS3>PZ3,  vu :  FS3>BR3,
 vu :  TK3>HS3,  vu :  TK3>AR3,  vu :  BD3>CA3,  vu :  HD3>SU3,
 vu :  WH3>LO3,  vu :  WH3>JM3,  vu :  WH3>AL3,  vu :  WH3>UG3,
 vu :  WH3>PT3,  vu :  BV3>BV0,  vu :  BV3>RI3,  vu :  BD2>HS2,
 vu :  BD2>AR2,  vu :  LO2>PZ2,  vu :  BR2>FS2,  vu :  CL3>RV1,
 vu :  UB4>IB1,  vu :  UB4>RT2,  vu :  PZ4>RH1,  vu :  PZ4>CL5,
 vu :  WH4>CA4,  vu :  IF0>IT1,  vu :  IF0>LG4,  vu :  IF0>RT1,
 vu :  IF0>BV2,  vu :  IF0>FS4,  vu :  IF0>IS2,  vu :  HD4>BD4,
 vu :  HS4>AR4,  vu :  HS4>PX ,  vu :  HS4>HV4,  vu :  HS4>IT3,
 vu :  HS4>IH1,  vu :  HS4>UB8,  vu :  HS4>RT9,  vu :  HS4>IE9,
 vu :  HS4>SPB,  vu :  JM4>SU4,  vu :  JM4>UG4,  vu :  JM4>LG3,
 vu :  JM4>IE3,  vu :  JM4>TK4,  vu :  JM4>SI ,  vu :  BY4>LO4,
 vu :  BY4>UB9,  vu :  BY4>RI2,  vu :  BY4>IU0,  vu :  BY4>IP3,
 vu :  BY4>SIF,  vu :  BY4>SPM,  vu :  BY4>CL2,  vu :  BY4>UB6,
 vu :  BY4>SIe,  vu :  BY4>IP2,  vu :  BY4>IT0,  vu :  BY4>RI5,
 vu :  BY4>IE0,  vu :  BY4>BV5,  vu :  BY4>VA0,  vu :  BY4>CLb,
 vu :  BY4>IH5,  vu :  BY4>BV4,  vu :  BY4>IU5,  vu :  BY4>IS5,
 vu :  BY4>BV9,  vu :  BY4>RI6,  vu :  AL4>UB2,  vu :  AL4>PT4,
 vu :  AL4>SPA,  vu :  AL4>IE1,  vu :  AL4>IH2,  vu :  AL4>DK0,
 vu :  AL4>UB3,  vu :  SPG>RI0,  vu :  SPG>RI1,  vu :  SPG>BV*,
 vu :  SPG>RV ,  vu :  SPG>PX2,  vu :  SPG>RH0,  vu :  SPG>CLa,
 vu :  SPG>ID4,  vu :  SPG>SIm,  vu :  SPG>BV1,  vu :  SPG>IP5,
 vu :  SPG>SU*,  vu :  SPG>SIp,  vu :  SPK>PX1,  vu :  SPK>IU1,
 vu :  SPK>RI4,  vu :  SPK>BV6,  vu :  SPK>SPF,  vu :  SPK>VA1,
 vu :  SPK>ID1,  vu :  SPK>UB7,  vu :  SPK>LG0,  vu :  SPK>UB5,
 vu :  SPK>IP0,  vu :  BV7>IT4,  vu :  BV7>SIv,  vu :  BV7>IU9,
 vu :  BV7>IH9,  vu :  BV7>BV8,  vu :  BV7>UB1,  vu :  BV7>CL ,
 vu :  BV7>IF1,  vu :  BV7>IB0,  vu :  RH9>IH0,  vu :  RH9>VA2,
 vu :  ID0>CL4,  vu :  ID0>IS1,  vu :  PZ5>BR5,  vu :  PZ5>IP1,
 vu :  WH5>BD5,  vu :  CA5>BY5,  vu :  CA5>TK5,  vu :  CA5>IB9,
 vu :  CA5>ID2,  vu :  CA5>IT2,  vu :  CA5>IS0,  vu :  CA5>FS5,
 vu :  CA5>IS9,  vu :  HD5>AR5,  vu :  HD5>HS5,  vu :  JM5>UG5,
 vu :  JM5>SU5,  vu :  PT5>LO5,  vu :  PT5>AL5,  vu :  PZ6>BR6,
 vu :  CA6>FS6,  vu :  AL6>HV6,  vu :  AL6>BY6,  vu :  HD6>TK6,
 vu :  HD6>AR6,  vu :  HD6>UG6,  vu :  HD6>SU6,  vu :  HD6>HS6,
 vu :  HD6>BD6,  vu :  TK1>PZ1,  vu :  LO1>BD1,  vu :  AR1>HS1,
 vu :  PT1>FS1,  vu :  UG1>SU1,  vu :  UG1>BY1,

fin du plan horizontal : 4 vertical  2
```

```
Pour mémoire report de la liste des points cachés de la figure F.3.4.4. i.e  graphique du plan (1,4) :
liste des 156 points cachés
 vu :  AL1>UG1,  vu :  AL1>SU1,  vu :  AL1>BY1,  vu :  PT1>FS1,  vu :  AR1>HS1,  vu :  BD1>BR1,  vu :  HD1>WH1,
 vu :  UG2>SU2,  vu :  AL2>TK2,  vu :  HD2>WH2,  vu :  HD2>HS2,  vu :  CA3>WH3,  vu :  HV3>BY3,  vu :  HV3>TK3,
 vu :  HD3>AL3,  vu :  HD3>UG3,  vu :  HD3>SU3,  vu :  HD3>PT3,  vu :  HS3>AR3,  vu :  HS3>BD3,  vu :  LO3>JM3,
 vu :  BV3>BV0,  vu :  BV3>RI3,  vu :  RV1>LG1,  vu :  IB1>BR4,  vu :  WH4>PZ4,  vu :  WH4>CA4,  vu :  WH4>RH1,
 vu :  CL5>IF0,  vu :  CL5>IT1,  vu :  CL5>LG4,  vu :  CL5>RT1,  vu :  CL5>BV2,  vu :  CL5>IE3,  vu :  HD4>JM4,
 vu :  HD4>SU4,  vu :  HD4>UG4,  vu :  HD4>BD4,  vu :  HD4>LG3,  vu :  FS4>HS4,  vu :  FS4>AR4,  vu :  FS4>TK4,
 vu :  FS4>SI ,  vu :  FS4>BY4,  vu :  FS4>PX ,  vu :  FS4>HV4,  vu :  FS4>IS2,  vu :  FS4>RI2,  vu :  FS4>IP3,
 vu :  FS4>SIF,  vu :  FS4>SPM,  vu :  FS4>CL2,  vu :  FS4>UB6,  vu :  FS4>SIe,  vu :  FS4>IP2,  vu :  FS4>IT3,
 vu :  FS4>IT0,  vu :  FS4>IH1,  vu :  FS4>RI5,  vu :  FS4>VA0,  vu :  FS4>CLb,  vu :  FS4>IH5,  vu :  FS4>UB8,
 vu :  FS4>RT9,  vu :  FS4>IE9,  vu :  FS4>IS5,  vu :  FS4>SPB,  vu :  FS4>BV9,  vu :  FS4>RI6,  vu :  AL4>UB2,
 vu :  AL4>PT4,  vu :  AL4>SPA,  vu :  AL4>BV7,  vu :  AL4>SPK,  vu :  AL4>IE1,  vu :  AL4>PX1,  vu :  AL4>IH2,
 vu :  AL4>DK0,  vu :  AL4>IU1,  vu :  AL4>LO4,  vu :  AL4>UB9,  vu :  AL4>RI4,  vu :  AL4>IU0,  vu :  AL4>UB3,
 vu :  AL4>BV6,  vu :  AL4>SPF,  vu :  AL4>VA1,  vu :  ID1>SPG,  vu :  ID1>UB7,  vu :  ID1>RI0,  vu :  ID1>LG0,
 vu :  ID1>RI1,  vu :  ID1>UB5,  vu :  ID1>BV*,  vu :  ID1>RV ,  vu :  ID1>IP0,  vu :  ID1>PX2,  vu :  ID1>RH0,
 vu :  ID1>CLa,  vu :  ID1>ID4,  vu :  ID1>SIm,  vu :  ID1>BV1,  vu :  ID1>IP5,  vu :  ID1>SU*,  vu :  ID1>IE0,
 vu :  ID1>BV5,  vu :  ID1>SIp,  vu :  ID1>BV4,  vu :  ID1>IU5,  vu :  ID0>CL4,  vu :  ID0>RH9,  vu :  ID0>IS1,
 vu :  ID0>IH0,  vu :  ID0>VA2,  vu :  ID0>IT4,  vu :  ID0>SIv,  vu :  ID0>IU9,  vu :  ID0>IH9,  vu :  ID0>BV8,
 vu :  ID0>UB1,  vu :  ID0>CL ,  vu :  ID0>IF1,  vu :  ID0>IB0,  vu :  HD5>WH5,  vu :  HD5>BD5,  vu :  HD5>AR5,
 vu :  HD5>HS5,  vu :  CA5>HV5,  vu :  CA5>BY5,  vu :  CA5>TK5,  vu :  CA5>PZ5,  vu :  CA5>IB9,  vu :  CA5>ID2,
 vu :  CA5>IT2,  vu :  CA5>IS0,  vu :  CA5>BR5,  vu :  CA5>FS5,  vu :  CA5>IS9,  vu :  CA5>IP1,  vu :  PT5>LO5,
 vu :  PT5>AL5,  vu :  PT5>JM5,  vu :  UG5>SU5,  vu :  UG5>IF9,  vu :  PT6>AL6,  vu :  PT6>HV6,  vu :  PT6>BY6,
 vu :  JM6>HD6,  vu :  JM6>TK6,  vu :  JM6>AR6,  vu :  JM6>UG6,  vu :  JM6>SU6,  vu :  JM6>HS6,  vu :  BD6>WH6,
 vu :  BD6>CA6,  vu :  BD6>FS6,
```

```
Suites des graphiques : 4,3 et suivants :
date  :  8/ 5/1990  heure : 22:20: 0 floues

graphique pour les axes 4 et    3
fichier source ; V
inerties expliquees :   10.06 % 13.53 %

maximum horizontal :  1.960  minimum horizontal : -1.411
maximum vertical :  2.438 minimum vertical : -2.734
unités verticales :   5.172
unités horizontales :  3.371

échelle :  0.035
lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24
```

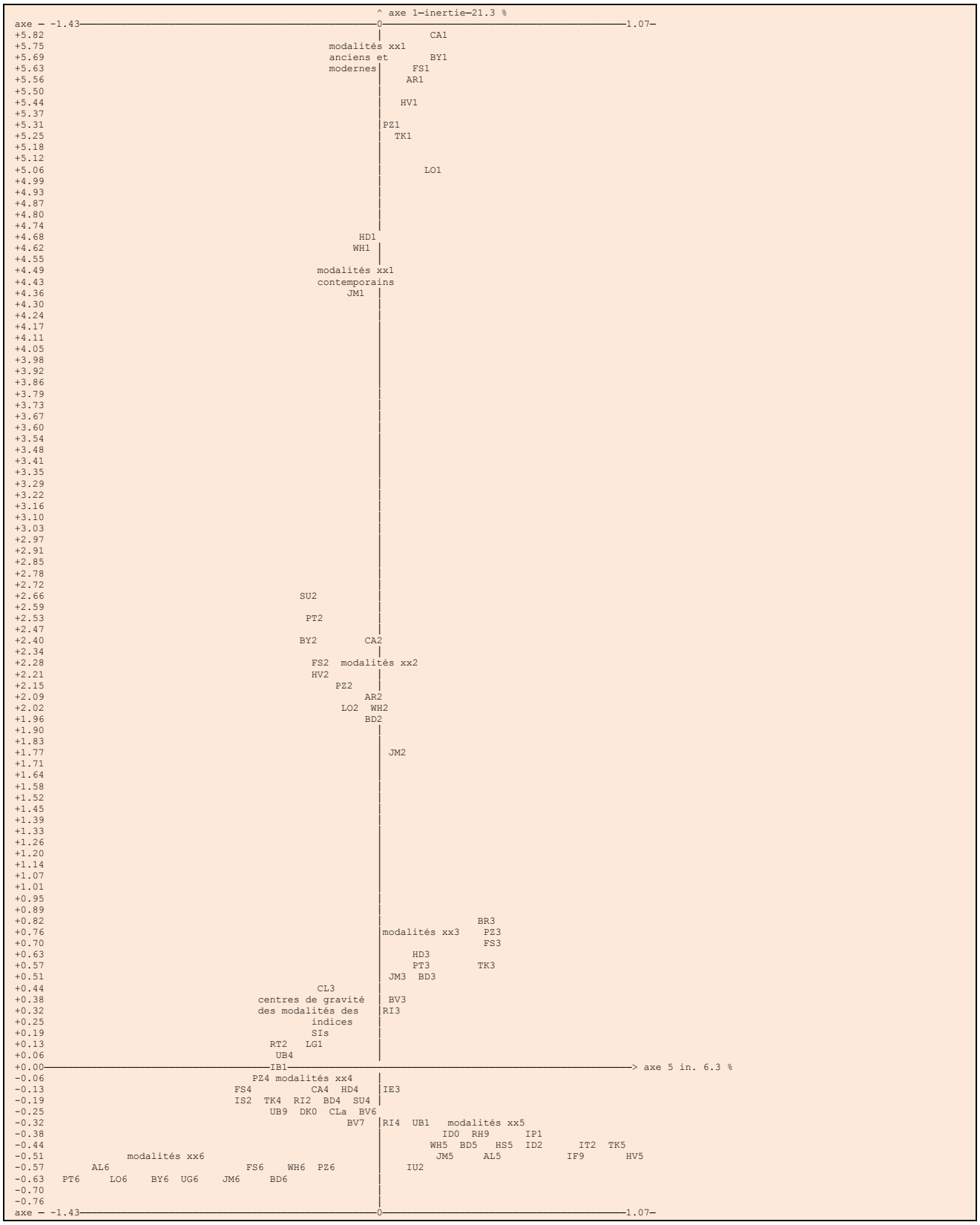


liste des 143 points cachés

vu : BY2>UG2, vu : BY2>SU2, vu : PZ2>BR2,
vu : LO2>TK2, vu : HS2>AR2, vu : AL6>HV6, vu : AL6>BY6, vu : AL6>JM6, vu : HD6>AR6, vu : TK6>UG6, vu : TK6>SU6, vu : TK6>HS6, vu : TK6>BD6, vu : WH6>CA6, vu : FS6>PZ6, vu : LO5>AL5, vu : UG5>SU5, vu : UG5>IF9, vu : HD5>WH5,
vu : BD5>AR5, vu : BD5>HS5, vu : BD5>BY5, vu : BD5>TK5, vu : CA5>IB9, vu : CA5>ID2, vu : CA5>IT2, vu : CA5>IS0, vu : CA5>FS5, vu : CA5>IS9, vu : CA3>HD3, vu : CA3>WH3, vu : CA3>AL3, vu : CA3>UG3, vu : CA3>SU3, vu : CA3>PT3,
vu : PZ5>BR5, vu : BY3>TK3, vu : IP1>CL4, vu : LO3>JM3, vu : ID0>IS1, vu : ID0>IH0, vu : HS3>AR3, vu : RH9>VA2, vu : RH9>IT4, vu : BV3>BV0, vu : BV3>RI3, vu : BV7>IE3, vu : BV7>SIv, vu : BV7>IU9, vu : BV7>IH9, vu : BV7>BV8,
vu : BV7>UB1, vu : BV7>CL , vu : BV7>IF1, vu : WH1>UG4, vu : WH1>AL4, vu : WH1>PT4, vu : SPK>IE1, vu : SPK>PX1, vu : SPK>IU1, vu : SPK>RI4, vu : SPK>SPF, vu : SPK>IB0, vu : RT0>SIs, vu : RV1>LG2, vu : RT2>WH4, vu : RT2>HD4,
vu : JM4>SU4, vu : JM4>UB2, vu : JM4>SPA, vu : JM4>IH2, vu : JM4>DK0, vu : UB3>BV6, vu : UB3>VA1, vu : UB3>ID1, vu : UB3>SPG, vu : UB3>UB7, vu : UB3>RI0, vu : UB3>LG0, vu : UB3>RI1, vu : UB3>UB5, vu : UB3>RV , vu : UB3>IP0,
vu : UB3>CLa, vu : UB3>SIp, vu : UB4>HD1, vu : CA4>BD4, vu : CA4>LG4, vu : CA4>LG3, vu : CA4>HS4, vu : CA4>AR4, vu : TK4>SI , vu : TK4>BY4, vu : TK4>LO4, vu : TK4>UB9, vu : TK4>RI2, vu : TK4>IU0, vu : TK4>BV*, vu : TK4>PX2,
vu : TK4>RH0, vu : TK4>ID4, vu : TK4>SIm, vu : TK4>BV1, vu : TK4>IP5, vu : TK4>SU*, vu : TK4>IE0, vu : TK4>BV5, vu : TK4>BV4, vu : TK4>IU5, vu : IB1>BR4, vu : IB1>PZ4, vu : RH1>CL5, vu : RH1>FS4, vu : PX >HV4, vu : PX >IP3,
vu : PX >SIF, vu : PX >SPM, vu : PX >CL2, vu : PX >UB6, vu : PX >SIe, vu : PX >IP2, vu : PX >IT3, vu : PX >IT0, vu : PX >IH1, vu : PX >RI5, vu : PX >VA0, vu : PX >CLb, vu : PX >IH5, vu : PX >UB8, vu : PX >RT9, vu : PX >IE9,
vu : PX >IS5, vu : PX >SPB, vu : PX >BV9, vu : PX >RI6, vu : IF0>IT1, vu : IF0>RT1, vu : IF0>BV2, vu : IF0>IS2, vu : TK1>PZ1, vu : AR1>HS1, vu : PT1>FS1, vu : UG1>SU1,

graphique pour les axes 5 et 1
inerties expliquees : 6.32 % 21.31 %

maximum horizontal : 1.069 minimum horizontal : -1.434
maximum vertical : 5.815 minimum vertical : -0.690
unités verticales : 6.505 - unités horizontales : 2.503
échelle : 0.026 - lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24



```
liste des 136 points cachés
 vu :  BY1>UG1,  vu :  BY1>SU1,  vu :  BY1>AL1,
 vu :  AR1>HS1,  vu :  AR1>PT1,  vu :  PZ1>BR1,  vu :  PZ1>BD1,  vu :  SU2>UG2,  vu :  FS2>AL2,  vu :  FS2>TK2,
vu :  HV2>BR2,  vu :  AR2>HS2,  vu :  WH2>HD2,  vu :  HD3>WH3,  vu :  HD3>SU3,  vu :  HD3>CA3,  vu :  PT3>UG3,  vu
:  PT3>AL3,  vu :  TK3>BY3,
 vu :  TK3>HV3,  vu :  JM3>LO3,  vu :  BD3>AR3,  vu :  BD3>HS3,  vu :  RI3>BV0,  vu :  SIs>RT0,  vu :  UB4>RV1,
vu :  IB1>LG2,  vu :  PZ4>BR4,  vu :  PZ4>RH1,  vu :  PZ4>LG4,  vu :  FS4>IT1,  vu :  FS4>RT1,  vu :  FS4>IF0,  vu
:  FS4>BV2,  vu :  FS4>CL5,
 vu :  HD4>WH4,  vu :  IS2>HV4,  vu :  IS2>LG3,  vu :  IS2>BY4,  vu :  IS2>SPB,  vu :  IS2>UB8,  vu :  IS2>IT3,
vu :  IS2>IH1,  vu :  IS2>IE9,  vu :  IS2>RT9,  vu :  TK4>SI ,  vu :  TK4>CLb,  vu :  TK4>RI5,  vu :  TK4>RI6,  vu
:  TK4>IP2,  vu :  TK4>BV9,
 vu :  TK4>PX ,  vu :  TK4>IS5,  vu :  TK4>SIe,  vu :  TK4>IT0,  vu :  TK4>IP3,  vu :  TK4>UB6,  vu :  RI2>SIF,
vu :  RI2>HS4,  vu :  RI2>CL2,  vu :  RI2>AR4,  vu :  SU4>UG4,  vu :  SU4>JM4,  vu :  UB9>UB2,  vu :  UB9>IH5,  vu
:  UB9>IH2,  vu :  UB9>VA0,
 vu :  UB9>SPA,  vu :  UB9>IU0,  vu :  UB9>BV4,  vu :  UB9>SPM,  vu :  UB9>BV5,  vu :  DK0>IU5,  vu :  DK0>IE0,
vu :  DK0>IP5,  vu :  DK0>SU*,  vu :  DK0>BV1,  vu :  DK0>SIm,  vu :  DK0>SPK,  vu :  DK0>ID4,  vu :  DK0>BV*,  vu
:  DK0>PX2,  vu :  DK0>RH0,
 vu :  DK0>PX1,  vu :  CLa>RI1,  vu :  CLa>SPG,  vu :  CLa>LO4,  vu :  CLa>IE1,  vu :  CLa>SIp,  vu :  CLa>RI0,
vu :  CLa>RV ,  vu :  CLa>UB3,  vu :  CLa>LG0,  vu :  BV6>UB7,  vu :  BV6>VA1,  vu :  BV6>ID1,  vu :  BV6>IP0,  vu
:  BV6>AL4,  vu :  BV6>PT4,
 vu :  BV7>UB5,  vu :  BV7>IU1,  vu :  BV7>SPF,  vu :  RI4>CL ,  vu :  RI4>IB0,  vu :  UB1>BV8,  vu :  UB1>IU9,
vu :  UB1>IH9,  vu :  UB1>IF1,  vu :  UB1>SIv,  vu :  UB1>IT4,  vu :  ID0>IH0,  vu :  RH9>VA2,  vu :  RH9>BR5,  vu
:  RH9>IS1,  vu :  IP1>CL4,
 vu :  BD5>CA5,  vu :  BD5>PZ5,  vu :  HS5>AR5,  vu :  ID2>IB9,  vu :  IT2>FS5,  vu :  IT2>IS0,  vu :  IT2>IS9,
vu :  TK5>BY5,  vu :  JM5>HD5,  vu :  JM5>LO5,  vu :  AL5>PT5,  vu :  AL5>SU5,  vu :  AL5>UG5,  vu :  WH6>CA6,  vu
:  PZ6>BR6,  vu :  LO6>HV6,
 vu :  BY6>TK6,  vu :  UG6>SU6,  vu :  JM6>HD6,  vu :  JM6>AR6,  vu :  JM6>HS6,

fin du plan horizontal : 5 vertical  1
```

Figure F.3.4.5. : graphiques du plans (4,2), (4,3) et (5,1)

3.4.2.5.Linéarité des échelles de magnitude

En vertu de la remarque qui vient d'être faite sur le codage flou, il ressort que ce sont les comparaisons d'abcisse curviligne le long du serpent qui permettent de visualiser les écarts d'étalonnage et de linéarité des différents catalogues de magnitude. On voit surtout la dispersion des modalités xx1, déjà signalée.

3.4.3. Les lignes de l'analyse

Nous donnons pour mémoire des graphiques présentant les points représentatifs des étoiles. On reconnait bien sûr les figures précédentes. Pour ne pas encombrer inutilement, nous ne donnons pas la liste des points cachés.

3.4.3.1. Des étoiles sur le graphique du plan (1,2)

Il oppose bien comme prévu les étoiles brillantes aux autres sur l'axe 1 et les étoiles extrèmes aux moyennes sur l'axe 2.

```
graphique pour les axes 2 et    1
il y a 876 points cachés.
inerties expliquees :   17.96 % 21.31 %
maximum horizontal :  1.378  minimum horizontal : -4.936
maximum vertical :  5.877 minimum vertical : -0.690
unités verticales :   6.567
unités horizontales :  6.314
échelle :  0.066
```

lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24

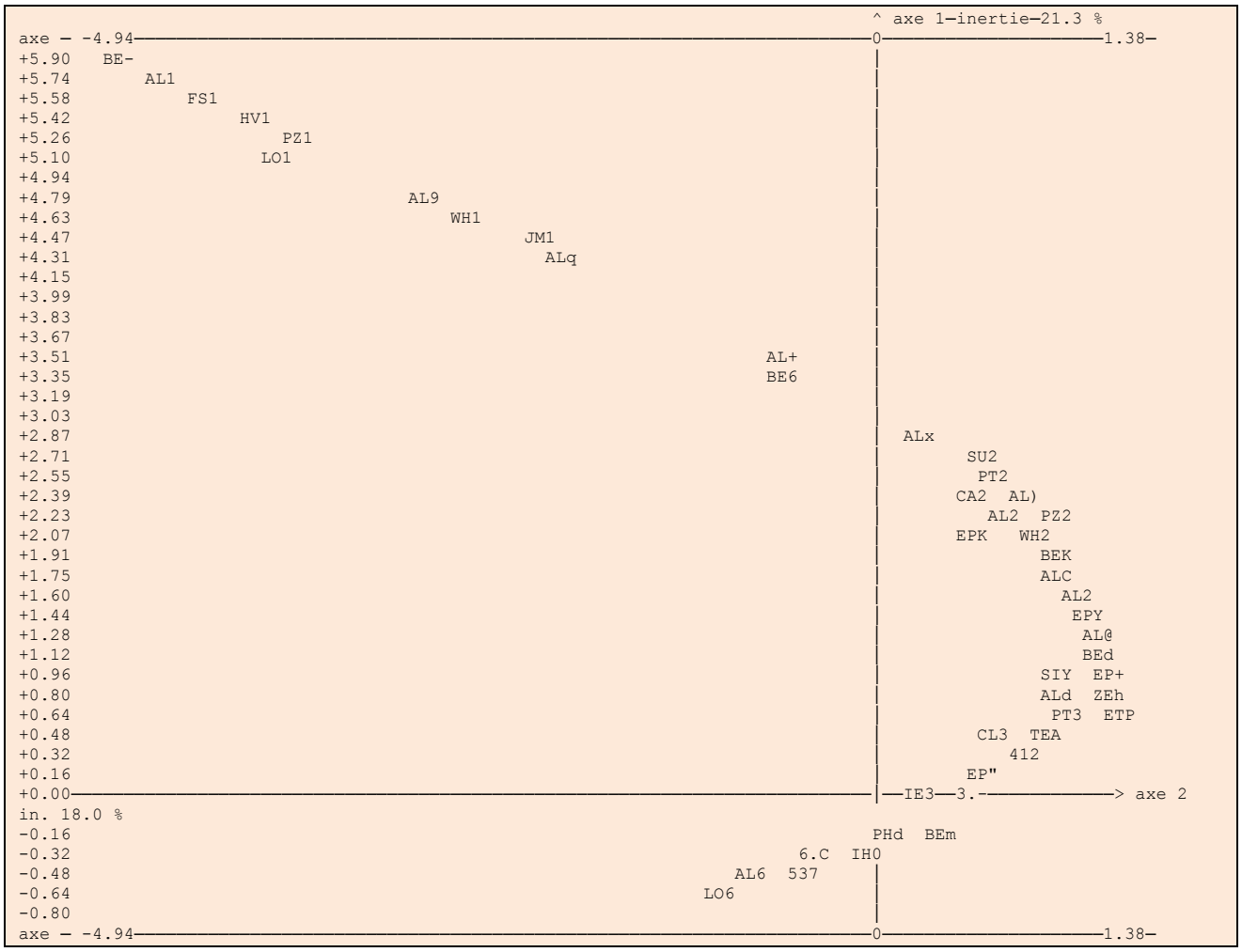


Figure F.3.4.6. : graphique des étoiles dans le plan (1,2)

3.4.3.2. Des étoiles dans le graphique du plan (1,3)

Le graphique (1,3) oppose bien comme prévu les étoiles brillantes aux autres sur l'axe 1 et sur l'axe 3 les étoiles de magnitude 1 et 3 aux autres.

graphique pour les axes 3 et 1
il y a 860 points cachés.
inerties expliquees : 13.53 % 21.31 %

maximum horizontal : 2.666 minimum horizontal : -2.783
maximum vertical : 5.877 minimum vertical : -0.690
unités verticales : 6.567
unités horizontales : 5.449

échelle : 0.057
lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24

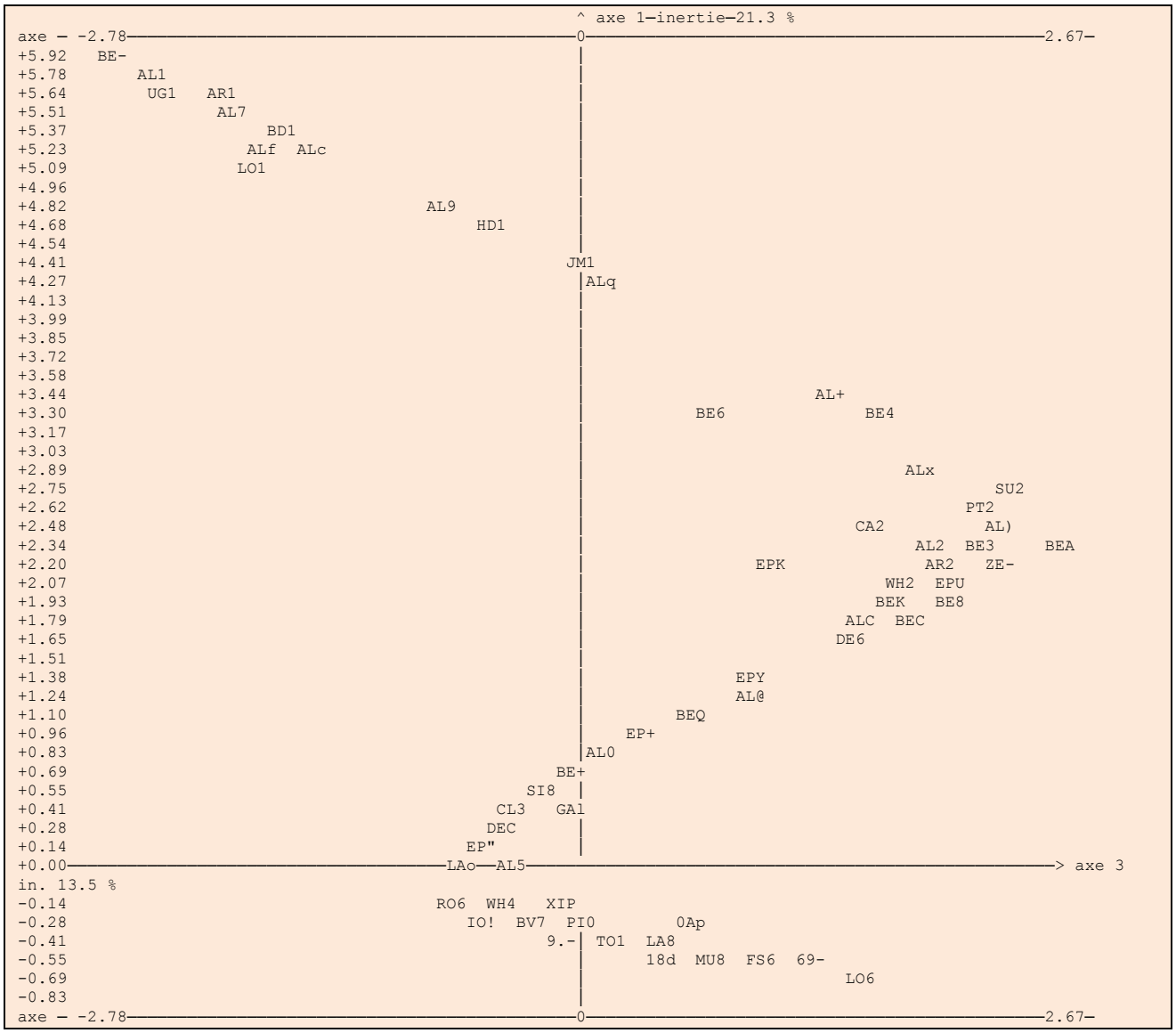


Figure F.3.4.7. : graphique des étoiles dans le plan (1,3)

3.4.3.3. Des étoiles dans le graphique du plan (2,3)

graphique pour les axes 3 et 2
il y a 844 points cachés
inerties expliquees : 13.53 % 17.96 %

maximum horizontal : 2.666 minimum horizontal : -2.783
maximum vertical : 1.378 minimum vertical : -4.936
unités verticales : 6.314
unités horizontales : 5.449

échelle : 0.057

lp : 706 ls : 108 cp : 84 cs : 24

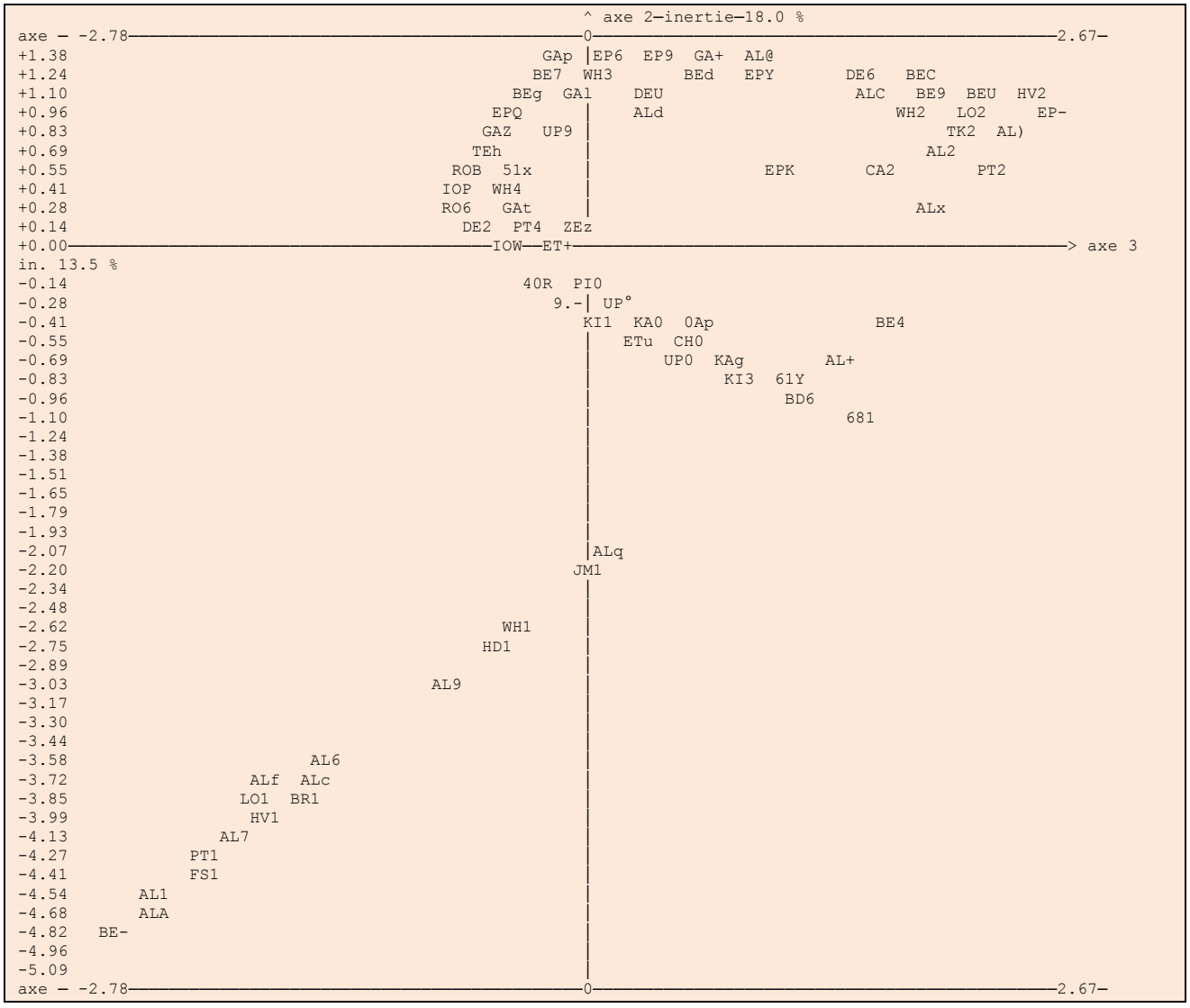


Figure F.3.4.8. : graphique des étoiles dans le plan (2,3)

3.4.3.4.Et nos stries de partie fractionnaire ?

Tous ces graphiques montrent bien que les étoiles suivent notre courbe d'étalonnage. Une question se pose : voit-on encore un effet du type de celui des stries de partie fractionnaire que nous avions vu dans l'analyse quantitative dédoublée ?

Pour répondre à cette question, nous donnons une autre vision de ces plans dans les figures F.3.4.9. et F.3.4.10.

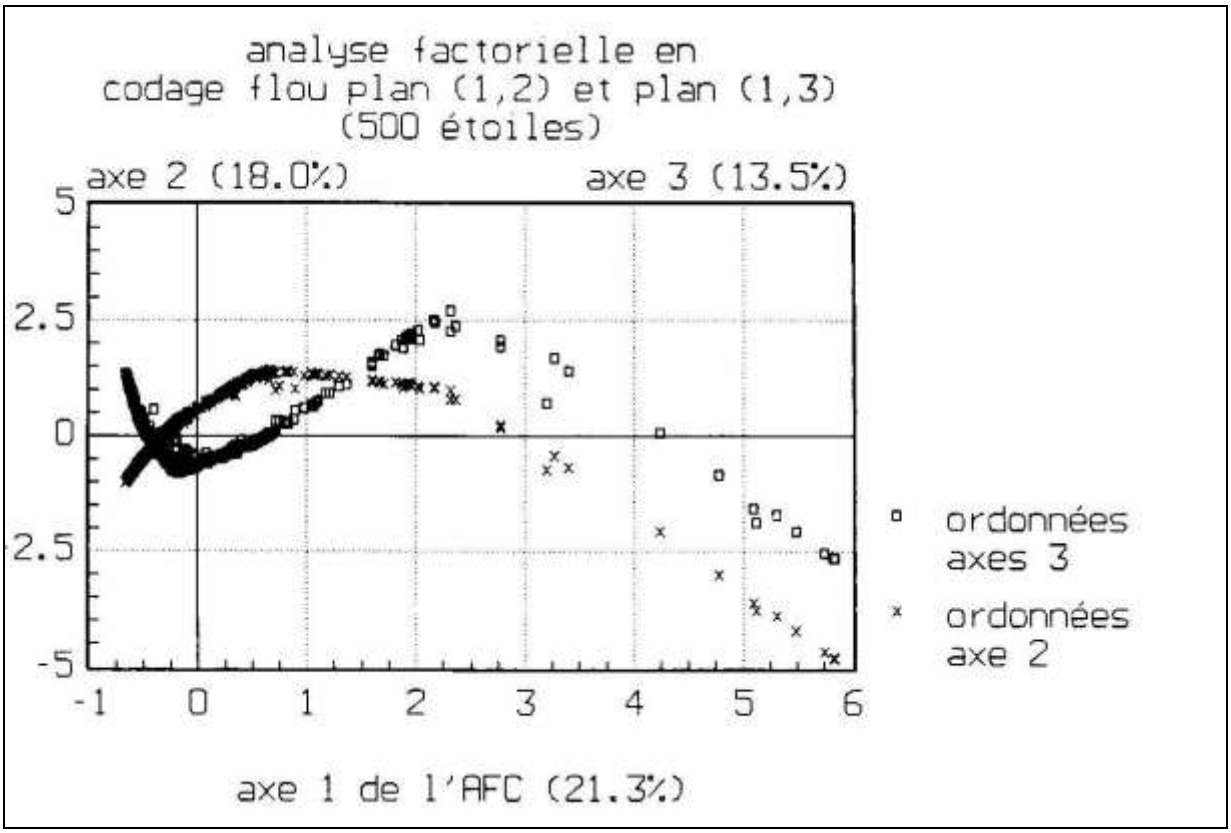


Figure F.3.4.9.
position des étoiles dans les plans (1,2) de 1,3 de l'analyse du codage flou

Il faut comparer cette figure à celle du plan 4,5 (figure F.3.4.10.),

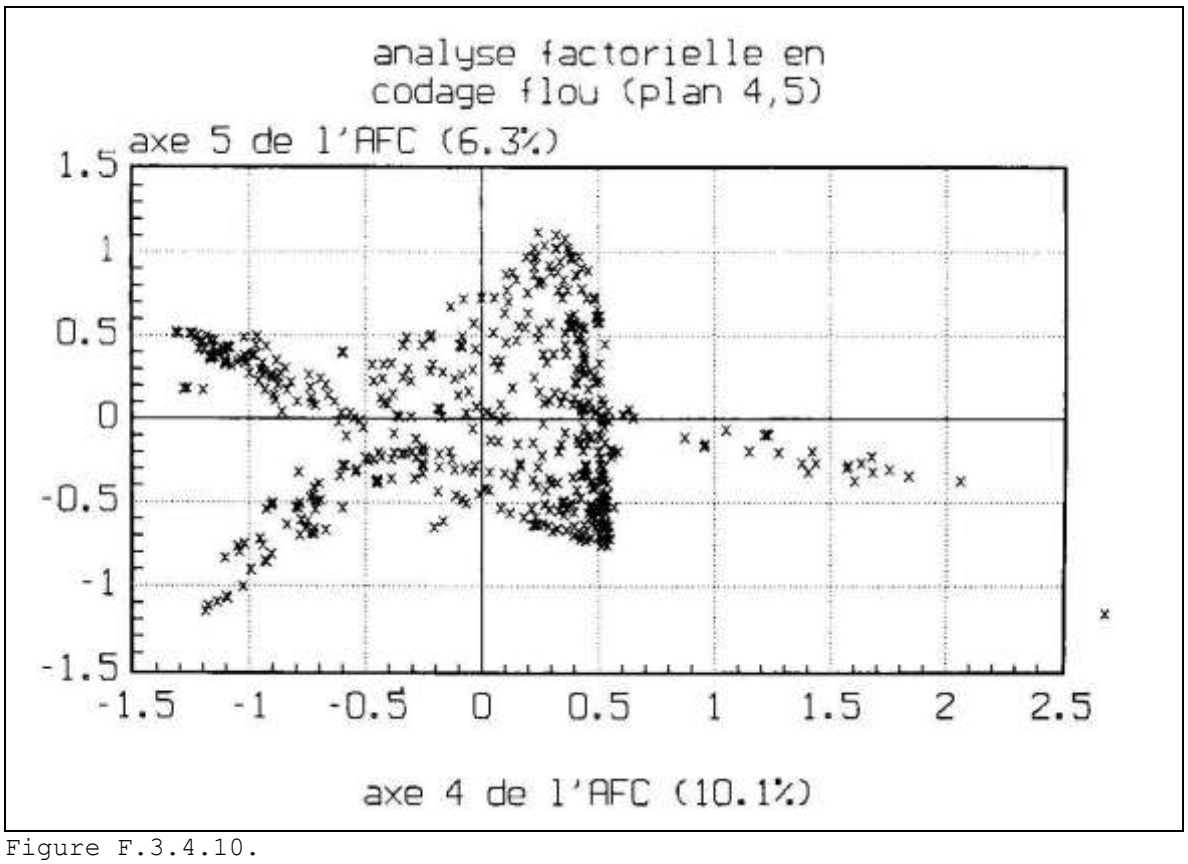


Figure F.3.4.10.
position des étoiles dans le plan (4,5) de l'analyse du codage flou

On découvre dans le plan (4,5) la dispersion des étoiles autour du serpent d'étalonnage. En fait, cette dispersion correspond aux écart à la magnitude du catalogue, comme nous le verrons dans le paragraphe 3.5.1.3. L'information de nos stries du paragraphe 3.2.2.3. est ici présente, beaucoup moins lisible que dans l'analyse quantitative.

3.4.4.
En guise de synthèse de cette analyse

Comme nous le verrons dans le chapitre suivant (cf 3.5.), cette analyse est surtout à comparer à l'analyse quantitative, car elles s'intéressent toutes les deux à l'ensemble de l'information. La différence entre les deux provient de la suppression de l'hypothèse de linéarité. Au lieu d'avoir un nuage de points quasiment uni-dimensionnel, écrasé par l'information de la magnitude, nous avons séparé les contributions des différentes valeurs et nos figures de "charmeur de serpent" sont des sortes de courbes d'étalonnage qui positionnent ces valeurs entre elles.

En réalité, cette analyse est fort instructive pour un problème qui n'est relié que de loin au notre : celui de la linéarité comparée des différents systèmes de magnitude. Le lecteur intéressé par ce sujet comprendra qu'il est simple, à partir des coordonnées factiorelles, de publier un tableau comparatif des abscisses curvignes des différents modalités. Compte tenu du temps qui nous est imparti, nous ne poussons pas plus loin dans cette direction pour l'instant, mais nous pourrons y revenir plus tard.

Chapitre 3.5. Quelques réflexions pour la comparaison des analyses

3.5.1. Sapins, oiseaux et serpents : Retour sur les trois regards

3.5.1.1. Types d'analyses

Nous sommes parti d'une distinction entre codage ascendant (partant des données) et codage descendant (partant du problème).

Les résultats que produisent ces analyses confirment ce découpage. D'un point de vue proprement statistique, l'information majoritaire, et même de façon écrasante est la stabilité de la magnitude. Les écarts d'éclat ne constituent qu'un aspect secondaire.

3.5.1.2. Codages ascendants

Les codages ascendants mettent ceci en évidence de manière indiscutable.

Dans l'analyse quantitative dédoublée, l'information des parties fractionnaires est visible parce qu'elle n'est pas noyée dans d'autres phénomènes. Les branches de nos "arbres de Noël" sont visibles, car l'hypothèse linéaire (implicitement liée à une approche quantitative de la magnitude) caricature l'information. Elle place toute l'information due à la stabilité de la magnitude (86%) le long du premier axe, et utilise le sous-espace restant pour les écarts.

Malheureusement, la conséquence de cette hypothèse de linéarité est aussi celle de linéarité des parties fractionnaires, qui fait apparaître nos branches d'arbre.

La principale leçon à en tirer est que ces branches sont plus longues que ne l'explique la simple fonction caractéristique de la partie fractionnaire (cf 1.3.) et donc qu'il y a de l'information autre que celle de cet effet. Nous avons vérifié sur les graphiques de cette analyse (cf 3.2.3.) que les modalités '9' de certains indicateurs de non fiablités étaient bien excentrées (H9, IE9, IF9 en particulier).

Dans l'analyse à codage flou, l'effet de partie fractionnaire est noyé, car nous avons perdu de la densité d'information en cassant l'hypothèse de linéarité de la magnitude. L'information principale de l'analyse utilisant ce codage concerne l'étalonnage relatif des catalogues. Nos figures de "charmeur de serpent" occupent les 5 premières dimensions à se tordre à cause de cette non-linéarité et de l'effet Guttman. Bien sûr, l'information de la partie fractionnaire et celle des écarts dûs à d'autres causes existe également, mais beaucoup moins lisible. Il faudrait se situer perpendiculairement en tout point au corps du serpent d'étalonnage pour en voir l'effet (comme cela était naturellement

possible dans l'analyse quantitative, puisque nous étions par construction dans le sous espace perpendiculaire à la magnitude, dès qu'on éliminait l'axe 1).

3.5.1.3. Codages descendants

Le codage en écarts aux valeurs attendues montre bien l'information autre que la magnitude. Nos figures en vol d'oiseaux présentent la dispersion des estimations. Hélas, comme nous l'avons signalé plus haut (cf 3.3.1.1.), elles ne sont pas tout à fait libérées de la linéarité. Le paragraphe suivant sera l'occasion de réfléchir à ce problème.

Malgré tout, elles font ressortir des informations intéressantes. Des informations liées aux catalogues, avec le problème de la place d'Herschel, et des informations liées aux éléments supplémentaires, avec des excentrements qui impliquent selon les cas (cf paragraphe 3.3.5.) :

- des indices liés à la constitution du corpus,

- des indices liés à des populations d'étoiles excentrées pour une autre raison de celle qui est liée à l'indice lui-même,

- des indices liés à des paramètres physiques qui pourraient être en eux mêmes la cause de l'excentrement, comme la modalité DK2 par exemple (sans doute liée à l'absorption atmosphérique).

3.5.2.
A propos du codage idéal

Le lecteur, qui a suivi notre cheminement jusqu'ici, aura compris que nous ne pensons pas avoir encore trouvé le codage des données qui permette de traiter au mieux notre problème de VTLP.

Nous avons eu l'occasion de parler de ce problème (cf 3.4). Il faudrait pouvoir utiliser un codage flou, mais dont le flou soit localisé à l'inverse de celui que nous avons utilisé. Or, par principe, il semble difficile de maintenir une linéarité des parties entières des magnitudes, en laissant tomber la linéarité des parties fractionnaires.

Pourtant, c'est sans doute une telle solution qui constituerait le codage faisant ressortir au mieux l'information qui nous intéresse.

3.5.3.
qu'attendre de la partie 4 IN FINE ?

Justement, la partie 4 de ce travail précise la façon de poursuivre cette contribution (cf avertissement). Nous y avons intégré :

- une série de remarques astronomiques qui ressortent des parties précédentes,

- une liste raisonnée des analyses restées en suspens,

- une définition des nouvelles analyses à effectuer, s'appuyant en particulier sur une réflexion sur les autres codages possibles et sur les analyses à mettre en place dans l'espace des fréquences.

QUATRIEME PARTIE IN FINE : AVENIR ET CONCLUSIONS

Chapitre 4.1.
Où en sommes-nous ?

4.1.1.
Les constats ponctuels

4.1.1.1. Des pistes pour des monographies

Plusieurs fois, au cours de ce travail, aussi bien dans

- le traitement individuel de chaque catalogue,
- les divers récolements des catalogues entre eux,
- l'interprétation des diverses AFC,

nous avons été confronté à des faits singuliers, qui mériteraient d'être approfondis. Citons à titre d'exemple quelques-uns de ces problèmes,

concernant des étoiles particulières, comme :

- la seizième étoile de Cassiopée pour Tycho Brahé, selon lui de sixième grandeur, qui tombe à la position de HR 365 notée de 7.83 dans le Bright Star Catalogue, et de 6.38 dans le Henri Drapper Catalogue, (cf A2.NIT)

- l'étrange absence de Hévélius 521 qui devrait être 29 Leonis Minoris, étoile qui n'est pas dans le Bright Star Catalogue, (cf A2.NIH)

- l'étoile de magnitude 1 citée par Ptolémée à l'extrémité du fleuve Eridan, alors qu'Achenar était pour lui sous l'horizon, (cf 2.2.4.2.)

concernant des précisions de positions, comme :

- le problème de la correction de précession des étoiles "secunda classis" de Kepler dans les Tables Rudolphines, (cf 2.3.2.7.), qui semblent systématiquement décalées de quelques dizaines de minutes d'arc

- les positions attribuées au Landgrave de Hesse dans l'année 1593 de Tycho Brahé, qui sont loin de la précision qui lui est communément reconnue, (cf 2.3.2.2.1.)

concernant des cohérences de catalogues, comme :

- l'étude des limites d'intégration photométrique des doubles dans les divers catalogues, (cf 2.6.3.3.)

- l'étude des incohérences des comparaisons d'éclat d'Herschel.
(cf 2.4.4.)

Nous n'avons pas approfondi ces points car ils sont secondaires par rapport à notre étude. Il n'en reste pas moins qu'ils devraient être l'objet d'études monographiques.

4.1.1.2.
Des informations raisonnées sur les variations d'éclat

Nous avons aussi ordonné et rendu plus accessible l'information des écarts d'éclat,

- en constituant un corpus homogène de données et d'indices de fiabilité ;

- en publiant des listes raisonnées d'étoiles extrêmes en ce qui concerne les variations d'éclat, grâce à nos analyses factorielles en particulier l'analyse quantitative (étoiles très mal estimées, cf 3.2.3.), et l'analyse des écarts aux valeurs attendues (étoiles souvent mal estimées : cf 3.3.5.1.) ; nous rejoignons en cela le travail de Flammarion à la fin de son ouvrage Les étoiles et les curiosités du ciel ;

- en donnant une calibration générale des modalités d'éclat des divers observateurs, avec l'analyse du tableau en codage flou (cf 3.4.2.3.) ;

4.1.2.
Notre contribution à l'étude des estimations historiques

Mais ces quelques constats ne doivent pas nous empêcher de voir que nous n'avons pas encore répondu à notre question première :

Peut-on savoir quelles sont les causes des écarts des estimations historiques des éclats des étoiles ?

Comme nous en avions prévenu le lecteur, le travail effectué
n'est qu'une contribution à cette étude.

Bien sûr, nous avons quelques éléments ponctuels de réponse, en plus de ceux déjà cités au paragraphe précédent :

Nous avons vu l'importance du biais dû au codage et à la partie fractionnaire (cf 1.3.2.5. et 3.2.2.3.).

Nous avons vu l'ampleur du problème de l'identification et de l'intégration photométrique des doubles (cf partie 2 et en particulier 2.5.2. et 2.6.5.2. ainsi que la position excentrée de la modalité ID4 en 3.2.3. et en 3.3.5.2.).

Nous avons mis en évidence quelques relations entre des problèmes de récolement du corpus et d'identification des étoiles et des grands écarts d'éclats, par les excentrements des modalités 9 des indices 9 (cf analyse quantitative, 3.2.3.1).

Nous avons également mis en évidence des excentrements d'autres modalités, comme DK2 (hauteur sur l'horizon, à relier avec les courbes de lumières curieuses de plusieurs étoiles basses sur l'horizon (cf 3.2.3.3.)) ou LG0 (près de

l'équateur galactique) SIi (indices spectraux), CL2 (classe de luminosité II) comme on le voit en 3.3.5.2. ; en toute rigueur, nous avons déjà signalé que ces écarts restent dans le domaine des valeurs explicables par la dispersion moyenne des étoiles.

Nous avons vu l'étrange comportement des modalités d'Herschel (cf 3.3.5.3.) et les questions que cela nous fait nous poser. Rappelons le problème : les données d'Herschel que nous avons introduites dans le codage des écarts aux valeurs attendues ne sont pratiquement pas corrélées aux axes factoriels (tous les cosinus carré inférieurs à 0.02 sur les quatre premiers axes du tableau T.3.3.7.). Cela particularise complètement les estimations d'Herschel par rapport à celles des autres catalogues.

Il est certain que cette anomalie constitue une opportunité presque inespérée de tester la variation réelle ou non des éclats des étoiles. S'il apparaît qu'il y a phénomène de mémoire des éclats, comme nous le définissions en 3.3.5.3. entre tous les catalogues notés sur le même modèle sauf avec Herschel qui est le seul à être noté différemment, cela pose une très forte présomption que cette mémoire soit un artefact (ou qu'Herschel soit très mauvais estimateur).

Nous n'avons pas assez d'éléments pour trancher ce problème ici : nous pouvons par exemple penser que les étoiles brillantes rendent Herschel très différent des autres auteurs de catalogues historiques (comme il ressort de l'analyse en codage flou, cf 3.4.2.3.3.) et que cela est noyé à cause de l'hypothèse de linéarité partielle de notre codage des écarts aux valeurs attendues.

4.1.3. Nous n'avons pas été assez loin

4.1.3.1. Resserrer la spirale

Pour l'instant, nous n'avons pas prouvé que telle ou telle série de phénomènes expliquait les écarts entre les diverses estimations. Nous avons mis en oeuvre un certain nombre d'outils et de méthodes ; nous avons amélioré des données...

Nous avions déjà signalé la nature spiralaire de ce travail. Nous ne sommes pas au bout de nos peines :

faute de réelle conclusion, on peut au moins espérer démontrer rigoureusement que l'on ne peut pas conclure, parce que les données sont insuffisantes pour résoudre le problème posé. Dans notre cas, non seulement nous n'avons pas conclu, mais nous sommes également dans l'incapacité de démontrer que nous n'en savons pas assez.

Nous sommes prisonniers de notre heuristique. Nous devons continuer ; et là, nous avons de nombreuses pistes à explorer. En effet, à nos yeux, le principal apport du travail que nous avons mené est de nature méthodologique. Nous avons testé un certain nombre de méthodes et d'outils. Nous avons pu en voir les limites mais aussi les promesses.

4.1.3.2. Deux directions pour la suite

Nous allons maintenant préciser à la lumière de cette expérience les directions dans lesquelles nous continuerons cette étude.

Deux types de travaux peuvent être menés :

- améliorer, ce que nous avons déjà fait,

c'est à dire d'une part améliorer et compléter le corpus de données, et d'autre part améliorer les méthodes et les codages des AFC ;

- inventer des méthodes ou des outils nouveaux,

c'est à dire en particulier mettre au point l'analyse dans l'espace des fréquences.

Depuis le début de ce travail, notre lecteur pourrait être en droit de se demander si nous aurions pas éludé le débat de savoir si notre travail doit être global ou individuel (étoile par étoile).

En fait, nous n'avons pas éludé ce débat, nous avons choisi arbitrairement de tester une approche : le titre de ce travail le montre : nous nous sommes imposé d'utiliser des analyses multi-dimensionnelles. Peut-être un travail plus classique, astre par astre est-t-il plus fructueux, compte-tenu de la nature du problème ?

Chapitre 4.2.
Réflexions sur les nouveaux outils

4.2.1.
Retour sur la réflexion préalable

4.2.1.1. Les biais des analyses factorielles

Nous avons trop dit que les AFC sont des outils d'analyse sans a priori. En fait, aborder l'étude des variations séculaires par des analyses multidimensionnelles part d'un pré-supposé : pour aboutir à un résultat, il doit y avoir une structuration des données dans laquelle les variations séculaires tiennent une place identifiable, faute de quoi les AFC sont impuissantes.

En effet, la fonction de ces analyses est de révéler des structures dans les données. Il ne s'agit pas d'outils de recherche d'un comportement exceptionnel, mais au contraire de recherche de la structuration de l'ordinaire. L'idée que des AFC vont permettre de mieux comprendre l'origine des écarts d'éclats vient du pari qu'il y a une structuration de l'information présente dans les données, et que les éléments de réponse à notre question viendront de cette structuration.

Mais, en réalité, rien n'est moins sûr. C'est pour ce faire que nous avons introduit les indices de signatures de causes potentielles. Mais ce n'est pas pour cela que notre pari est forcément gagné.

Ce point de vue est bien mis en valeur par les analyses que nous avons effectuées : elles ne montrent pas des éléments que nous n'avions pas vus. Les étoiles atypiques que nous donnons l'étaient déjà chez Flammarion. Nous les avons simplement ordonnées, raisonnées. Nous avons mis en évidence la meilleure façon de les classer, mais nous n'avons pas trouvé de réponse à la question de la causalité.

Par voie de conséquence, on pourrait se dire que l'AFC ne constitue pas la bonne méthode, et qu'il faut au contraire une approche étoile par étoile.

4.2.1.2. La vanité des méthodes individuelles

En fait, les méthodes individuelles constituent d'entrée de jeu une impasse, et il est aisé de voir pourquoi.

Comment en effet espérer conclure au regard d'une (ou de quelques) courbe(s) d'estimation d'éclat. Il faut forcément invoquer des corrélations avec des éléments de référence pour prouver qu'il y a variation pour telle ou telle cause. Sinon, nous nous retrouvons dans la situation de Flammarion, à publier la même "liste d'étoiles paraissant avoir varié d'éclat".

En fait, nous ne pouvons contourner le fait que nous recherchons des sous-paquets d'étoiles affectés de tel ou tel effet, liés à tel ou tel indicateur, comme nous l'avions défini en 1.2.

4.2.2.
Ce que nous pouvons améliorer

4.2.2.1. Améliorer le corpus

Nous savons comment améliorer notre corpus de données.

Pour ce qui est des magnitudes, il faut retrouver les vraies mesures du Landgrave de Hesse, qui sont sans doute comme déjà indiqué à la bibliothèque de l'Académie ; il faut mieux traiter les données de Sir William Herschel, en utilisant une réduction performante ; il faut trouver une stratégie qui permette réellement d'intégrer plus de sous-catalogues à partir des données de Mermilliod.

Pour ce qui est des indicateurs de signatures de causes potentielles, il n'y a sans doute qu'à avoir un peu plus de rigueur dans la définition des indicateurs physiques. Peut-être peut-on aussi faire une vérification a posteriori de la qualité des données de magnitude, ce qui permettra de mieux définir les valeurs des indices de non-fiabilité.

4.2.2.2. Améliorer les codages

Nous pouvons facilement améliorer notre codage des écarts aux valeurs attendues ; il doit être amélioré dans plusieurs directions :

- d'abord, il faut améliorer sa dynamique ;

nous avons bien vu qu'une dynamique de deux modalités de part et d'autre de la valeur attendue est très insuffisante, et écrase complètement l'information, en particulier pour les observateurs en 1/3 de magnitude. De plus, il faut travailler non plus à nombre de modalités constant par observateur, mais à dynamique constante, par exemple au moins 1,5 magnitude de part et d'autre.

- ensuite, il faut résoudre ce problème des valeurs attendues "improbables" ;

nous avions déjà parlé de l'idée de faire des largeurs d'intervalles pondérées par les effectifs de chaque modalité ; c'est certainement une bonne solution, à condition d'avoir trouvé un moyen de s'affranchir de la pseudo-linéarité (qui consiste à dire qu'une estimation "fausse de 2 modalités" par exemple a la même signification, quelle que soit la magnitude réelle de l'étoile).

- enfin, justement, il faut se libérer de cette pseudo-linéarité.

Il faudrait éviter le biais des magnitudes 1, en particulier pour mieux voir le problème de l'indépendance des données de Sir William Herschel. C'est sans doute ici qu'il faut faire preuve d'imagination et ré-injecter ce que nous avons dit sur les codages flous. Il y a peut-être à trouver une forme floue du codage des écarts aux valeurs attendues qui fonctionnerait, libérée de l'hypothèse de linéarité.

En tout cas, il ne faut pas avoir peur du nombre de colonnes. Le CEVA que nous avons mis en place nous a montré que l'information était principalement dans un sous-espace de la dimension du nombre de colonnes d'un observateur (dans notre cas, de dimension 5). De toute façon, des outils complémentaires de l'AFC, comme les classifications ascendantes hiérarchiques, dont nous avons signalé l'existence en 1.3. peuvent nous permettre de nous tirer d'un problème de trop grande dimension de l'information.

Il faudra aussi se doter d'un outil pour la comparaison des pertinences des analyses, car il y a fort à parier que l'on ne puisse pas reconnaître a priori le meilleur codage. Il faudra alors en essayer plusieurs et pouvoir comparer leurs performances. Cela nécessitera de mettre en place une mesure de la qualité de l'information obtenue.

4.2.2.3. Filtrer le corpus ?

Notre stratégie a été d'introduire des étoiles "douteuses", avec une indication de leur fiabilité. Nous avons vu dans quelle mesure nos indices de fiabilité pouvaient nous aider. Nous pouvons en déduire qu'il n'apparaît pas que les problèmes de constitution du corpus sont dominants pour expliquer les écarts de magnitudes. En conséquence, on peut se demander pourquoi maintenir des étoiles de fiabilité faible (du moins en éléments principaux dans les AFC). Une fois admis ce constat, on comprend que ces étoiles contribuent à bruiter l'information par rapports aux autres causes de variation. Cela ne revient pas à dire que nous avons travaillé pour rien, mais au contraire, qu'il faut admettre que nous avons conclu sur ce point : il y a de l'information exploitable, en dehors des problèmes de non-fiabilité du corpus.

La stratégie à employer par rapport à ce problème consiste à trouver un moyen de définir un seuil de non-fiabilité (bien sûr, il s'agit d'une notion restrictive, mais inévitable) au delà duquel, les étoiles seront placées en éléments supplémentaires.

On peut envisager deux points de vue :

- un seuil par indice (stratégie de l'inf) :
dès qu'une étoile présente au moins une valeur inquiétante, elle est éliminée,

- une stratégie globale (stratégie de l'écart) :
dès qu'une étoile présente une somme pondérée (selon une formule à établir) des indices supérieure à une certaines valeur, elle est éliminée.

Il semble clair qu'il faut utiliser le premier point de vue, d'une part parce qu'un seul aspect non fiable (identification, duplicité, biais de fixité, par exemple) suffit à rendre "nocive" la courbe de lumière, et d'autre part parce que nos indices n'ont pas de signification quantitative, et encore moins de sens additif.

4.2.3.
Les nouvelles analyses

4.2.3.1. L'analyse des correspondances de fréquences

Les objectifs de cette analyse (chercher des corrélations de période et non plus des coïncidences temporelles) ont été présentés de nombreuses fois.

L'intérêt par rapport à notre étude a aussi été plusieurs fois signalé : il semble que les seules corrélations qui puissent signaler de véritables variations astronomiques doivent se chercher dans l'espace des périodes (ou des fréquences) et non pas dans l'espace temporel.

Il y a plusieurs façon d'envisager la mise en oeuvre de telles analyses.

- chercher une solution numérique

trouver un moyen de calculer une Transformée de Fourier du tableau de données, sous la forme de coefficients de Fourier associés aux lignes, puis faire l'AFC du tableau des coefficients de Fourier ; ceci suppose qu'ils puissent être mis sous une forme discontinue, du type de ce qui est fait pour l'algorithme de la Fast Fourier Transform.

- chercher une solution par "re-codage"

recoder pour créer un tableau d'information sur les pseudo-périodes ; il pourrait s'agir de colonnes du type : stable sur 1000 ans, sur 500 ans, sur 200 ans ... Il ne s'agirait plus d'un tableau numérique de coefficients de période, mais d'un tableau qualitatif de description.

Il est clair qu'il faudra placer au préalable les étoiles de fiabilité limitée en supplémentaires, comme signalé au paragraphe précédent. Cela se justifie d'autant plus que nous recherchons par cette méthode des effets physiques qui ne peuvent être corrélés au corpus.

4.2.3.2. Gagner sur tous les tableaux ?

La solution numérique suggère que les ordonnées du tableau à transformer soient les magnitudes. On pourrait imaginer, surtout dans la seconde solution, que l'ordonnée soit qualitative ou floue. De là à penser mélanger le CEVA et l'analyse des fréquences, il n'y a qu'un pas. Il paraît malgré tout difficle d'arriver à se doter d'un outil qui traite des pseudo-périodes, sans partir d'un tableau de grandeurs quantitatives. A moins qu'il ne s'agisse simplement de comparer des sens de variations (avec des modalités du type : "augmente", "diminue").

Chapitre 4.3.
Plus de doutes ?

Dès notre avertissement, nous affirmions que ".. nous n'avons qu'un peu plus de doutes que Flammarion, Zinner ou Pickering". Hélas, ce n'est pas une boutade, mais l'état réel de la situation.

Flammarion proclame dans Les étoiles et les curiosités du ciel, sa certitude à propos des variations séculaires des éclats des étoiles. A côté de cette certitude, il affirme son doute en ce qui concerne le changement de couleur de Sirius :

"Il se présente assez souvent dans la science des cas analogues, où il est impossible d'avoir une conviction complète, où le rôle de l'historien est assez difficile. Généralement, l'auteur ne doit laisser aucun travail d'esprit à faire à ses lecteurs et par conséquent doit décider lui-même : c'est ce que le lecteur préfère. Un écrivain léger ou peu soucieux d'être l'interprète fidèle de la vérité absolue, peut toujours agir de la sorte, (surtout dans les questions politiques) et imiter les avocats dont la plus haute éloquence consiste à affirmer l'inconnu avec un grand air de conviction et à défendre le faux comme le vrai. Au risque de paraître indécis, un auteur honnête ne peut agir de cette façon : Il ne doit affirmer que ce qu'il sait. Dans ces cas difficiles, son unique soin doit être d'examiner sans aucune idée préconçue toutes les pièces du procès et de fonder son opinion sur le plus probable. Telle a toujours été ma ligne de conduite. Elle est plus loyale qu'habile. (...) Le rôle du savant consciencieux doit être de s'arrêter juste à la limite de ce qui est connu au moment où il se fait historien de la science. Que les faits soient exposés exactement : c'est la base. Rien ne nous empêche ensuite de laisser un libre essor à notre imagination, pour nous élever au dessus des panoramas, contempler l'ensemble, dominer la nature et nous envoler dans l'avenir même."

On en déduit la certitude que représentait pour lui les variations d'éclats des étoiles qui occupent à elles seules bien 1/10 des pages de cet ouvrage. Force est de constater que nous n'avons pas les moyens aujourd'hui d'avoir une opinion aussi arrêtée. Quand pourra-t-on avoir à nouveau un tel niveau de certitude (négative ou positive) sur ce sujet ? D'où nous viendra-t-il ?

- De corrélations (ou d'absence de corrélation) comme celles que nous allons chercher à mettre en évidence ?
- D'une généralisation astucieuse de phénomènes à plus courtes périodes ?
- De 500 nouvelles années passées à recueillir des mesures d'éclat ?
- De l'intégration dans le corpus d'une ou plusieurs séries de mesures anciennes redécouvertes ?
- D'une équation de physique stellaire, écrite un jour sur un coin de tableau ?

Nombreux sont les moyens pour chercher une réponse et pour faire évoluer la situation[138]. L'avenir dira lequel aura eu le premier raison de ce problème.

[138] Un dernier conseil de Flammarion nous y aidera peut-être, toujours dans le même ouvrage "A propos de l'estimation de la grandeur des étoiles (...) j'oserai confier ici un petit procédé qui réussit généralement : c'est de supposer que l'on a devant soi des diamants et qu'on est prié d'en choisir un. Il est rare qu'on se trompe, surtout s'il on a recours au jugement des yeux féminins".

Repères bibliographiques complémentaires

Analyse des données

Benzécri Jean-Paul et al. L'analyse des données tome I : La Taxinomie, tome II : L'analyse des correspondances. Paris : Dunod [3e éd.], 1979.

Foucart, Thierry. Analyse factorielle. Programmation sur micro-ordinateurs. Paris : Masson (coll. "Méthode+Programmes), [2e éd.] 1985.

Jambu, Michel et Lebeaux, Marie-Odile. Classification Automatique pour l'analyse des données ; tome I : Méthodes et algorithmes, tome II : Logiciels. Paris : Dunod, 1978.

Roux, Maurice. Algorithmes de classification. Paris : Masson (coll. "Méthode+Programmes) : 1985.

Histoire de l'Astronomie

Nous ne donnons pas ici les références des catalogues anciens, ou modernes que nous n'avons pas sélectionnés pour notre étude. Nous renvoyons pour ce point le lecteur à la publication de Knobel, E.B. déjà citée de nombreuses fois : The Chronology of Star Catalogues. Nous donnons ici des références générales qui peuvent aider le lecteur à replacer le travail présenté ici dans un contexte plus général.

Aujac, Germaine. et Soubiran, Jean. [ed.] L'Astronomie dans l'antiquité classique ; actes du colloque du 21-23 octobre 1977 - Toulouse Paris : Les Belles Lettres, "Collection d'Etudes Anciennes", 1979.

Bennett, J.A. The divided Circle : a History of Instruments for Astronomy, Navigation and Surveying. Oxford : Phaidon Christie's, 1987.

Biot, J.P. Etudes sur l'astronomie indienne et chinoise. réimpr. Paris : Blanchard, 1970. [première éd. 1862]

Celnikier, Ludwik Marian. Histoire de l'astronomie occidentale. Paris : Technique et Documentation - Lavoisier (coll. "Petite collection d'histoire des sciences"), 1985.

Couderc, Paul. Histoire de l'Astronomie classique. [7e éd. revue et corrigée par Pecker Jean-Claude] Paris : P.U.F. (coll. "Que Sais-je ?"), 1982.

Delambre, Jean-Batiste Joseph. Histoire de l'Astronomie ancienne. New York : Johnson Reprint (coll : "The source of science"), 1965. [reimpr. de l'édition de Paris : Coursier, 1817].

Delambre, Jean-Batiste Joseph. Histoire de l'Astronomie du Moyen Age. New York : Johnson Reprint (coll : "The source of science"), 1965. [reimpr. de l'édition de Paris : Coursier, 1819].

Delambre, Jean-Batiste Joseph. Histoire de l'Astronomie moderne. New York : Johnson Reprint (coll : "The source of science"), 1969. [reimpr. de l'édition de Paris : Coursier, 1821].

Delambre, Jean Batiste Joseph. Histoire de l'Astronomie du dix-huitième siècle. New York : Johnson Reprint (coll : "The source of science"), 1969. [reimpr. de l'édition de Paris : Coursier, 1821].

Dreyer, J. L. E. A History of Astronomy from Thales to Kepler. [reimpr.] New York : Dover, 1953.

Houzeau, Jean Charles et Lancaster, A.. Bibliographie générale de l'Astronomie jusqu'en 1880. [nouvelle ed.] London : Holland Press, 1964 [edition originale Bruxelles : Havermans, 1880].

Pannekoek, A. A history of the Astronomy. Barnes and Noble Inc, 1969.

Poulle, Emmanuel. Les sources astronomiques : Textes, tables, instruments. Turnhout, Belgique : Brepols, 1981.

Stepheson, F.R. et Clark, D.H. Applications of Early Astronomical Records. Bristol : Adam Hilger Ltd / New York : Oxford University Press, 1978

Verdet, Jean-Pierre. Le Ciel, Ordre et désordre. Paris : Gallimard (coll. "Découvertes"), 1987.

Verdet, Jean-Pierre. Une Histoire de l'Astronomie. Paris : Seuil (coll. "Points Sciences"), 1989.

Signalons pour mémoire :

Las Vergnas, Olivier. Estimations historiques des éclats : résumé des problèmes et des méthodes. <Bulletin d'Information du CDS> n° 36, 1989.

DOCUMENTS ANNEXES

Table des annexes

A1. Liste des références bibliographiques citées

A2. Notes individuelles sur les étoiles

- Ptolémée
- Tycho Brahé
- Hévélius

A3. Données photométriques de Ptolémée

A1. LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES

Abu'l-Husayn'Abdu'r-Rahman As-Sufi. Suwaru'l-Kawâkib, Beirut : Revival of Arabic Culture commitee, 1981. [réimpreesion de l'édition de de 1953 : Hyderabad-Deccan, publié par le Dairatu'l-Ma'arif-il-'Osmania].

Ambartzumian, V.A., Mirzoyan, L., and Snow, T.P. 1979, <Astrophys Journal>. 227, 519 }

Argelander Friedrich W.A. (1859-1862), Bonner Sterverzeichniss, erste bis dritte Sektion, Astronomischen Beobarchtungen auf der Sternwarte des Königlichen Rhein, Friedrich Wilhelms-Universität zu Bonn Bände 3-5

Argelander, Friedrich W.A. Uranometria Nova, Stellae per Media Europam solis oculis conspicuae secundum vers lucis magnitudines e coelo ipso descriptae. Berolini, 1843.

Ashbrook, Joseph. The astronomical Scrapbook. Cambridge (Mass): Sky Publishing Co, 1984

Ashbrook,Joseph. Johann Bayer and his Star Nomenclature in The Astronomical Scrapebook. Cambridge (Mass) : Sky Publishing Co, 1984.

Baily's corrected and enlarged Edition of the British Catalogue. In "An account of the Rev. John Flamsteed, the First Astronomer Royal. London : , 1835

Baily, Sir Francis. Tycho Brahé's Catalogue of Stars, reprinted from Kepler's Edition (1628) inserted at the End of the Tabulae Rudolphinae. London, <Memoirs of the Royal Astronomical Society, VolXIII>, 1843

Baily, Sir Francis. Hevelius's Catalogue of Stars. <Memoirs of the Royal Astronomical Society, vol XIII> (1843).

Bayer, Johann. Uranometria omnium asterismorum augustae vindelicorum. Réimpr. [première ed. 1603, deuxième ed. 1648] 1661

Becker, F. Bonner Durchmusterung Nördlicher Teil, Deklinations Zonen -1° bis +89° Sterverzeichniss, dritte berichtigte Auflage. Bonn : Ferd Dümmlers Verlag, 1951.

Becvar, Antonin. Catalogue 1950,0 [fourth enlarged edition]. Praha : CSSR Academy of Sciences, et Sky Publishing Corporation, 1964

Benzécri, Jean-Paul et al. Abrégé Théorique et Etude de cas modèle. Paris : Dunod (coll."Pratique de l'analyse des données"), 1979

Benzécri, Jean-Paul et al. Langue, linguistique et lexicologie. Paris : Dunod (coll. "Pratique de l'analyse des données"), 1980

Benzecri, Jean-Paul et al. Analyse des correspondances. Paris : Dunod (coll. "Pratique de l'analyse des données"), 1979

Benzecri, Jean-Paul. Histoire et préhistoire de l'analyse des données Paris : Dunod (coll. "Pratique de l'analyse des données), 1981

Benzecri. Jean Paul L'analyse des séries chronologiques décalées : Exemple de l'histoire monétaire de la France 1910-1945 <Cahiers de l'Analyse des Données Paris, 1987 vol XII, n°3>

Bessel, Friederich Wilhelm. Fundamenta Astronomiae pro Anno 1755 deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley. Regiomonti :1818
Bessel, ,pro Anno 1755 deducta ,18,

Brahé, Tycho. Appendix ad observationes anni 1592, stellarum quarundam ascensiones rectae, declinationes, longitudines, latitudines in Astronomiae Instauratae Progymnasmata. Francofurti, 1610. réimpression de Dreyer, in Opera Omnia, 1915

Brahé, Tycho. Historia Coelestis.

Brown, Basil. Astronomical Atlases, Maps and Charts. London : Search Publishing Company, 1932 [réimpression : London, Dawsons of Pall Mall, 1968]

Brunet, Jean Pierre et Nadal, R. Le commentaire d'Hipparque, II. Position de 78 étoiles, pré-publication n°60, Observatoire du Pic du Midi et de Toulouse, 1988.

Brunet, Jean Pierre et Nadal, R.. Le commentaire d'Hipparque : I. La shère mobile, in <Archive for History of Exact Sciences, Vol 29, N°3>, 1984.

Cannon A.J. Pickering E.C. The Henri Drapper Catalogue. Cambridge Mass : <Harvard Annals, vol 91-99>, 1918-1924

Centre de Données Stellaires. Set of Identifications, Measurements and Bibliography for Astronomical Data. Strasbourg, <à partir de juin 90, hôte informatique : Observatoire de Strasbourg,mise à jour permanente

Deeming, T.J. Fourier Analysis with Unequally-spaced data. <Astrophysics and Space Science Review, D Reidel, Holland> 36 (1975) 137 - 158

Delporte, E. Délimitation scientifique des constellations. Cambridge : Cambridge university Press, 1930

Doberck, W. On the magnitudes of 919 Fixed Stars Determined from Sequences Observed by Sir John Herschel during the Years 1835 to 1838. <The astrophysical Journal>, Vol XI, n°4, 1900.

Dreyer, J.L.E. Fifth and Sixth Catalogues of the comparative Brightness of the Stars -in Continuation of those printed in the Philosophical Transactions of the Royal Society for 1796-99. Londres, <The scientific Papers of Sir William Herschel>, 1912.

Eggen O.J.The brightening of eta Car <Publ. Astron. Soc. Pac> 64,185

Eichorn, E. Astronomy of Star Positions. New York : Frederick Ungar Publishing Company, 1974.

Evans, James. The Ptolemaic Star Catalogue. in <Journal of History of Astronomy>, 1988

Fernie, J.D. 1969, <Pub. Astron. Soc. Pacific>, 81, 168

Flammarion, Camille. Astronomie Populaire. Paris : Marpon et Flammarion, 1880 [réimp. Pecker J.C. Flammarion 1980]

Flammarion, Camille. Les étoiles et les curiosités du ciel. Paris : Marpon et Flammarion, 1882 [réimp. Pecker J.C. Flammarion 1981]

Flamsteed, . Historia Coelestis.

[Gauricius, éditeur scientifique]. Divi Alphonsi Romanorum Astronomicae Tabulae. Paris : 1545.

Gill D. et Kapteyn J.C. Cape Durchmusterung. 1885-1889

Gingerich Owen, Welther Barbara L. Some Puzzles of Ptolemy's Star Catalogue, in <Sky and Telescope> May 1984.

Heis, E. Atlas Coelestis Novus per Media Europam solis oculis conspicuae secundum vers lucis magnitudines e coelo ipso descriptae. Coloniae ad Rhenum, 1872

Herschel, Sir William. A fourth Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. <Philosophical Transactions>, 1799.

Herschel, Sir William. A third Catalogue of the comparative Brightness of the Stars ; with an introductory Account of an Index to Mr Flamsteed's Observations of the fixed Stars contained in the second Volume of the Historia Coelestis. To which are added several useful Results derived from that index. <Philosophical Transactions>, 1797.

Herschel, Sir William. On the Method of observing the Changes that happen to the fixed Stars ; with some Remarks on the Stability of the Light of our Sun. To which is added, a Catalogue of comparative Brightness, for ascertaining the Permanency of the Lustre of Stars. <Philosophical Transactions>, 1796.

Herschel, Sir William. On the periodical Star alpha Herculis ; with Remarks tending to establish the Rotatory Motions of the Stars on their Axes. To which is added a second Catalogue of the comparative Brightness of the Stars. <Philosophical Transactions>, 1796.

Hévélius, Jean. Prodomus Astronomiae cum catalogo fixarum et Firmamentum Sobieskianum. Gedani : 1690. [Réimpression Wroclaw : Zaklad Narodowy, 1987].

[collectif]. Histoire de l'Academie. Paris : Academie Royale des Sciences, 1761 (p130).

Hoffleit, Doris (with the collaboration of Jaschek, C.). The Bright Star Catalogue, 4th revised edition. New Haven : Yale University Observatory, 1982.

Jaschek, Carlos. Standard Values and Information in Data Banks, in Calibration of Fundamental stellar Quantities. Union Astronomique Internationale, 1985

Jaschek, Carlos. Data in Astronomy. Cambridge (Mass) : Cambridge University Press, 1989

Kepler, Jean. Tables Rudolphines, suivies de l'emploi dans les calculs astrologiques. [Traduction française par Peyroux, Jean] Paris : A. Blanchard, 1986.

Knobel, Edward. B., Esq. The Chronology of Star Catalogues in <Memoirs of the RAS, vol XLIII>. Royal Astronomical Society, 1877.

Künster, F. Bonner Durchmusterung der Nördlichen Himmels, zweite berichte Auflage, Bonn Universitäts Sternwarte Bonn : A. Marcus und E. Weber's Verlag, 1903.

Landolt & Bornstein, in 5.2.6.1.0, Helligkeits Katalogue

Lovi, George. Uranography Yesterday and Today in Atlas Tirion. Cambridge (Mass.) : Cambridge Univ. Press & Sky Pub. Co, 1980.

Lundmark-Lund, Knut. Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the Stars, in Handbuch der Astrophysik [chap. 4]. Berlin : Verlag von Julius Spinger, 1930.

Mermilliod Jean Claude, UBV Catalogue 86, in CDROM CAT_001 Selected Astronomical Catalogues. Greenbelt, Maryland : NASA Astronomical Data Center, 1989.

Mermilliod, J.C. UBV Photoelectric Photometry Catalogue. <Astron. Astrophys. Suppl. Ser>, n°71, 1987.

Moran, Bruce T. Wilhelm IV of Hesse-Kassel : Informal Communication and the Aristocratic Context of Discovery in Scientific Discovery : Case Study, [édité par T. Nickles.] D. Reidel Publishing Company, 1980.

Morel et Magnenat. Photometric Catalogue. <A and A. suppl. series vol 34>, 1978

Nicolet, Photometric Catalogue. <A. and A. suppl. series, vol 34>, 1978

Pecker Jean Claude, Postface pour aider à la lecture de "Les étoiles et les curiosités du ciel" in réimpression de Flammarion, Camille, Les étoiles et les curiosités du ciel (op. cit.). Paris : Flammarion, 1981.

Peters, Dr and Knobel, Edward B. Ptolemaios Catalogue of Stars, A revision of the Almagest. Washington : The Carnegie Institution of Washigton, 1915

Piazzi G., Principuarum Stellarum Inerrantium Positiones ineunte saeculo XIX ex observationibus habitis in specula Panormitana ab anno 1792 ad annum 1802. Panormi : 1803 [6748 étoiles]

Piazzi, Principuarum Stellarum Inerrantium Positiones ineunte saeculo XIX ex observationibus habitis in specula Panormitana ab anno 1792 ad annum 1813. Panormi : 1814 [7646 étoiles]

Piccolomini, Alessandro. De le stelle fisse in Della sfera del mondo. Venedig : 1540.

Pickering E. et al. <Harvard Annals vol XIV> ; Harvard,

Pickering, E. Observations of Sir William Herschel. <Harvard Annals>, n°23, chapter IX

Pickering, E.C. Revised Harvard Photometry. A catalogue of the positions, photometric magnitudes ans spectra of 9110 stars, mainly of the magnitude 6.50 and Brighter. Cambridge Mass : <Harvard Annals, vol L>, 19O8

Pickering, Edward C. <Harvard Annals> vol XV , 1885

Pickering, Edward C. Catalogues of Sir William and Sir John Herschel. <Harvard Annals>, n°14, part II, chapter VIII

Pickering, Edward Observations of Sir William Herschel. <Harvard Annals>, n°23, chapter IX

Poulle Emmanuel, The Alphonsine Tables And Alfonso X de Castille in <Journal of History of Astronomy, vol xix>, 1988

Quaqazeh A. L'analyse des séries chronologiques décalées : principes d'interprétation sur des cas modèles <Cahiers de l'Analyse des Données Paris, 1987 vol XII, n°4>

Raugh, Anne C. Documentation for the machine readable Version of the UBV Photoelectric Photometry Catalogue (Marmilliod). Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1987

Roman, Nancy G. and Warren, Wayne H. Jr. Documentation for the machine readable Version of the Henri Draper Catalogue. Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1985

Roman, Nancy G. and Warren, Wayne H. Jr. Documentation for the machine readable Version of the Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue, version 1984. Greenbelt, Maryland : NASA/ NSSDC WDC-A-R&S, 1984

Rybka,. Catalogue of magnitudes of HR stars in the Uniform P44 and V System. Krakow : 1977

Schjellerup, H.C.F.C. : Description des étoiles fixes par Abd-Al Rahman-al-Sufi avec notes Saint Petersbourg : ,1874

Schmidt, H. 1968, Bonner Durchmusterung, Nördlicher Teil, Deklinations Zonen -1° bis +89° Sternverzeichniss, vierte Auflage. Bonn : Ferd Dümmlers Verlag, 1968

Schönfeld E. Bonner Sterverzeichniss, Sec 4. Astron. Beob. Sterwarte Königl. Rhein Friedrich Wilheims

Smithsonian Astrophysical Observatory Staff. Star Catalogue : Posions and Proper Motions of 258 997 Stars for the Epoch and Equinox of 1950.0. Washington : <Publication of the Smithsonian Institution of Washington N°4652>, 1966

Künisch, Paul. The star Catalogue Comenly appened to The Alphonosines Tables in <Journal of History of Astronomy>,1980

Thome J. (Part I à IV) et Perrine C.D (Part V). Cordoba Durchmusterung. Part I à V ? : Resultados Observatoire Nacional Argentino, vol 16, 17, 18 et 21, 1892 à 1914 et 1932

Toomer, G.J. Ptolemy's Almagest. London, Duckworth Classical Med. Edition, 1984.

Ulugh Beigh Catalogue of Stars, dans l'édition de Edward Ball Knobel, Carnegie Institution of Washington, 1917.

Warner, Deborah J. The Sky Explored : Celestial Cartography 1500-1800. New York : Allen R. Liss Inc, and Amsterdam : Theatrum Orbis Terrarum, 1979

Warren, W.H. Jr et Ochsenbein, F. Bonner Durchmusterung, (Argelander 1859-62) Documentation for the machine readable version. Greenbelt Maryland : NASA : NSSDC/WDC A R&S 89-05, 1989

Werner, Helmut, Schmeidler, Felix. Synopsis of the Nomenclature of the Fixed Stars. Stuggart RFA, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1986.
Zinner, Ernst Helligkeitsverzeichnis von 2373 Sternen bis zur Grösse 5.50. Bamberg (RFA) : C.C. Buchners Verlag, 1926

ANNEXE A2.NIP
CATALOGUE DE PTOLEMEE
notes individuelles
sur les étoiles

Remarques préliminaires

Cette annexe contient les notes individuelles sur les étoiles du catalogue de Ptolémée et de sa filiation directe. Le tableau récapitulatif de ces notes est donné dans la partie CORPUS, en 2.3.

Notes individuelles

N°147 (29 HER)
Cette étoile fait double emploi avec n°96. Elle a exactement les mêmes coordonnées. Elle n'apparaît pas deux fois dans l'édition de Toomer, mais par contre dans l'édtion de Peters et Knobel.

N°152 (4 LYR)
Cette étoile est notée delta2 Lyr dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement delta dans l'édition de Toomer.

N°156 (8 LYR)
Cette étoile est notée NU2 Lyr dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement NU dans l'édition de Toomer.

N°176 (1inf CYG)
Cette étoile est notée to + upsilon Cyg dans l'édition de Peters et Knobel et simplement to Cyg dans l'édition de Toomer.

N°250 (17 OPH) et 251 (18 OPH)
Ces deux étoiles sont toutes les deux identifiées à Flamsteed51 Oph par l'édition de Toomer. Pour l'édition de Peters et Knobel, seule la première est 51 Oph. nous prenons :
N°250 = 51 Oph avec ii=3
N°251 = ?????? donc ii=9, ip=9

N°289 (4 AQL)
Cette étoile est identifiée comme ksi Aql par l'édition de Peters et Knobel et comme omicron Aql par l'édition de Toomer ii=9 et im=9

N°365 (4 ARI)
Cette étoile est notée teta1 Ari dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement teta Ari dans l'édition de Toomer.

N°371 (10 ARI)
Cette étoile est notée to2 Ari dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement to Ari dans l'édition de Toomer.

N°372 (11 ARI)
Cette étoile est notée rho2 + rho3 Ari dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement rho Ari dans l'édition de Toomer.

N°392 (13 TAU)
Cette étoile est notée rho2 + rho3 Ari dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement rho Ari dans l'édition de Toomer.

N°400 (21 TAU)
Cette étoile est beta Tau qui est la même que gamma Aur (N°230). Elle est notée de magnitude 3 en N°400 et 3-2 (=2,7) en N°230.

N°401 (22 TAU)
Cette étoile est notée upsilon1 Tau dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement upsilon Tau dans l'édition de Toomer.

N°404 (25 TAU)
Cette étoile est notée omega2 Tau dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement oméga Tau dans l'édition de Toomer.

N°458 (1 inf CNC)
Problème d'identification !
Selon l'édition de Peters et Knobel, il s'agit de l'étoile de longitude 15 40 CNC,(latitude -2 20) soit omicron1 + omicron2 Cnc, alors que pour l'édition de Toomer, la longitude est 19 40 CNC, ce qui donne pi Cnc comme étoile. ii=9, im=9.

N°473 (12 LEO)
Incohérence de magnitude entre l'édition de Peters et Knobel (6) et l'édition de Toomer (5). Nous notons im=4

N°480 (19 LEO)
Incohérence de magnitude entre l'édition de Peters et Knobel (5) et l'édition de Toomer (6). Nous notons im=4.

N°482 (21 LEO)
l'édition de Peters et Knobel n'a pas identifié cette étoile. l'édition de Toomer donne 81 Leo avec l'appréciation : "extremely uncertain". ii=9 im=9.

N°541 (5 inf LIB)
Selon l'édition de Peters et Knobel, cette étoile est 43 (kappa) Lib. Selon l'édition de Toomer, il s'agit de 41 Lib. ii=9, im=9.

N°559 (14 SCO)
N°560 (15 SCO)
Selon l'édition de Toomer (voir note 7 p 372), il y a peut être inversion des latitudes de ces étoiles. Effectivement, il donne une identification contradictoire avec celle de l'édition de Peters et Knobel.
Pour l'édition de Peters et Knobel, il s'agit de 559 : zeta1 Sco et 560 : zeta2 Sco. Pour l'édition de Toomer, il s'agit au contraire de 559 : zeta2 et 560 : zeta1.
D'un strict point de vue photométrique, ces deux étoiles sont notées de magnitude 4. On pourrait donc les laisser dans ce catalogue, quel que soit leur ordre. Malgré tout, pour éviter tout risque de confusion, nous notons pour les deux ii=9 et im=9.

N°586 (17 SGR)
Problème d'identification :
l'édition de Peters et Knobel identifie cette étoile comme étant 56 Sgr, alors que l'édition de Toomer l'identifie comme 57 Sgr. ii=9 et im=9.

N°587 (18 SGR)
Cette étoile est notée chi1+chi3 Sgr dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement chi Sgr dans l'édition de Toomer.

N°611 (11 CAP)
N°612 (12 CAP)
Ces deux étoiles sont inversées entre l'édition de Toomer et l'édition de Peters et Knobel. (il s'agit de omega et psi Cap).

N°665 (37 AQR)
N°666 (38 AQR)
Ces deux étoiles sont inversées entre l'édition de Toomer et l'édition de Peters et Knobel. (il s'agit de 101 et 98 Aqr).

N°704 (31 PSC)
N°707 (34 PSC)
Double problème d'identification :
l'édition de Toomer identifie 704 : chi Psc et 707 : psi3 Psc, alors que l'édition de Peters et Knobel identifie 704 : psi3 et 707 : chi. Mais en gardant les mêmes mesures de position (il ne s'agit pas, contrairement aux deux cas précédents, d'une inversion des deux étoiles, car il n'y a de changement de

l'ordre des positions). La remarque photométrique des N° 559 et 560 serait toujours valable, car elles sont toutes les deux de magnitude 4 ; malgré tout, comme dans cet autre cas, nous prenons ii=9 et im=9 pour les deux.

N°716 (5 CET)
N°717 (6 CET)
Double problème d'identification
Ces deux étoiles ne sont pas identifiées par l'édition de Peters et Knobel. l'édition de Toomer propose nu et ksi Cet avec la mention "extremely uncertain". ii=9 et im=9, pour les deux.

N°749 (16 ORI)
Cette étoile est notée psi2 Ori dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement psi Ori dans l'édition de Toomer.

N°805 (34 ERI)
Cette étoile (teta Eri) est notée de magnitude 1, dans toutes les sources !

N°823 (CMA)
Cette étoile est notée pi1 CMa dans l'édition de Peters et Knobel, et simplement pi CMa dans l'édition de Toomer.

N°859 (11 ARGO NAVIS)
l'édition de Toomer remarque que "This might be any of all the 5th magnitude stars (all close together) : hr 2819, 2823, 2834 or any combinaison of them.". l'édition de Peters et Knobel parle d'un "group".
ii= 9 et im=9.

N°920 (Peters et Knobel : 2 inf HYA) ou (Toomer : 27 HYA)
Problème d'identification :
l'édition de Peters et Knobel propose 24 + 15 Sex. Toomer, quant à lui propose epsilon Sex, avec la mention "highly uncertain". ii=9 et im=9.

N°944 (10 CEN)
l'édition de Peters et Knobel propose c1 Cen. l'édition de Toomer propose c1+c2 Cen which "are so close together that one cannot decide between them ; it is better to assume that Ptolemy refers to both." im=2 !

N°987 (16 LUP)
N°988 (17 LUP)
Double problème d'identification :
l'édition de Peters et Knobel propose chi et ksi Lup. Toomer lui, indique psi1 + psi2 et chi Lup which "seem more in accord with the relative positions". Nous ne pouvons pas décider qui a raison. ii=9 et im=9 pour les deux.

N°998
Problème d'identification :
l'édition de Peters et Knobel propose delta1 + delta2 Tel. Toomer, quant à lui indique alpha Tel. ii=9 et im=9.

ANNEXE A2.NIP
CATALOGUE DE TYCHO BRAHE
notes individuelles
sur les étoiles

Remarques préliminaires

Cette annexe contient les notes individuelles sur les étoiles du catalogue de Tycho Brahé. Le tableau récapitulatif de ces notes est donné dans la partie CORPUS, en 2.3.

Toutes les positions modernes qui sont données dans les notes ont été calculées par le programme SUNIV1, donné dans ces annexes, en prenant 1593 comme équinoxe pour le catalogue de Tycho Brahé dans le Progymnasmata. et 1601 pour le catalogue de Tycho Brahé dans l'édition de Sir Francis Baily. L'unité par défaut pour les positions est le degré décimal, en ascension droite et en déclinaison et l'équinoxe moderne est 2000,0.

Toutes les cartes données dans cette annexe ont été tracées par le logiciel "Ciel", développé en turbo Pascal par Olivier Chesneaux, auquel je renouvelle ici mes remerciements. Sauf mention contraire, chacune de ces cartes :

- représente une zone du ciel de 3° sur 3°, avec un parallèle tracé tous les degrés de déclinaison,
- est tracée avec le nord en haut,
- porte exhaustivement la position de toutes les étoiles du Bright Star Catalogue qui tombe dans cette zone,
- utilise des croix (+) pour la position des étoiles de Tycho Brahé et des points (de taille variable selon la magnitude) pour les étoiles du Bright Star Catalogue.

Notes individuelles

14 UMI (Tycho 14) n'est pas identifiée par Baily, sauf sous la forme de Piazzi X 78 en note en fin du catalogue. Le programme SUNIV1 trouve comme étoile la plus proche dans le Bright Star Catalogue hr 4126, mais qui est à 0.87 degré. Tycho notait m=6, or hr 4126 est de v=4.84. Que conclure ? Il ne faut pas tomber dans le biais d'admettre la fixité des éclats. Bien qu'elle soit éloignée, nous pourrions prendre hr4126, mais elle fait double emploi avec Tycho44 UMA qui est, elle, à 0.65 de la position réelle de hr 4126. On conserve la plus proche (t44 UMA). ii=9 et ip=9. mTycho= 6.0.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty44 UMA	158,77	75,07	)0.65
hr 4126	158,77	75,71	)
Ty14 UMI	158,40	74,86	)0.86

Tableau T.A2.NIT.1. :
position des étoiles Ty 44 UMA et Ty 14 UMI

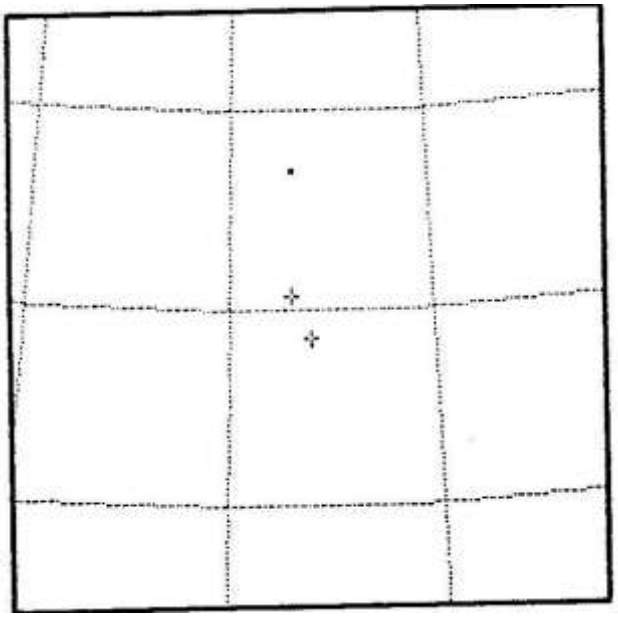


Figure F.A2.NIT.1. :
carte des environs de la position notée
par Tycho Brahé pour Ty 14 UMI et Ty 44 UMA

15 UMI (Tycho 15) n'est identifiée par Baily qu'en note par "Grombridge 2708". Le programme SUNIV1 trouve hr 6789 dans le Bright Star Catalogue, mais à 1.47 degré. Tycho note m=6, or hr 6789 est de v=4.36. cette identification n'est pas satisfaisante, car trop loin. ii=9 ip=9

35 UMA (Tycho 55) est identifiée par Baily en note comme Piazzi VIII 245. Le programme SUNIV1 trouve hr 3612 qui est à 0.04 degré. Tycho note m=4 et hr 3612 a v=4.56. C'est sans doute Ok, ii= 1 ip= 0

36 UMA (Tycho 56) est identifiée par Baily comme "10". Il s'agit sans doute selon lui de 10 (UMA). Dans le Bright Star, 10 UMA n'existe plus. Le programme SUNIV1 trouve hr 3579 a une distance de 0.03 degré. Tycho note m=4, et hr 3579 a v=3.97. C'est sans doute ok, ii=1 et ip=0.

44 UMA (Tycho 64). Baily s'inquiète pour 44 UMA. Il la trouve très proche de 14 UMI. Le programme Le programme SUNIV1 aussi, qui l'identifie aussi comme 14 UMI, c'est à dire hr 4126. L'écart entre 44 UMA par Tycho et hr 4126 par SUNIV1 est 0.65 degré. (cf tableau T.A2.NIT.1. plus haut) Pour hr 4126, Vact=4.84, pour 44UMA m=6 et pour 14UMI m=6. Comme elle fait réellement double emploi avec 14 UMI, il faut n'en garder qu'une : ii=3.
(Voir carte à 14 UMI = Tycho 14)

de 47 à 55 UMA, Baily n'a pas pu identifier ces étoiles. Ce sont des étoiles de magnitude 6 selon Tycho. Le programme SUNIV1 a trouvé des étoiles, mais avec des écarts pathologiques, qui sont donnés dans le tableau T.A2.NIT.2.

Nom Tycho	Nom Moderne	écart SUNIV1	magnitude BSC4	indices de non fiabilité
47 UMA	hr=3722	e=1.24	v=6.28	ii=9 ip=9
48 UMA	hr=4108	e=1.83	v=6.06	ii=9 ip=9
49 UMA	hr=4761	e=1.73	v=6.21	ii=9 ip=9
50 UMA	hr=4761	e=2.29	v=6.21	ii=9 ip=9
51 UMA	hr=4761	e=2.17	v=6.21	ii=9 ip=9
52 UMA	hr=5067	e=0.78	v=5.88	ii=3 ip=0
53 UMA	hr=5067	e=1.16	v=5.88	ii=9 ip=9
54 UMA	hr=5160	e=1.11	v=6.30	ii=9 ip=9

Tableau T.A2.NIT.2. :
Résultats des tentatives d'identification
des étoiles de 47 à 54 UMA par le programme SUNIV1.

Rien de tout cela n'est bien concluant ! Seule l'étoile 52 UMA a une homologue contemporaine plus près que 1° selon SUNIV1.

55 UMA (Tycho 75) est problématique car il y a deux solutions proches :
hr=5023 e=1.05 Vact=5.15 (%)
hr=5079 e=1.07 Vact=6.80 (%%%)

Cette situation est trop ambigüe. On ne peut pas choisir : On est obligé de poser ii=9 et ip 9.

07 CYG (cf 26 CYG)
22 CYG (cf 26 CYG)

23 CYG (Tycho 217) n'est pas identifiée par Baily qui pense, comme Kepler, qu'il s'agit d'une erreur de position, car la position donnée tombe "far beyond the limits of Cygnus " "certe locus erat dubitandi, quia 23 multum excedit metas Oleris et appropinquat Equuleo". suiniv1 trouve hr=8314 e=1.49 avec Vact=1.49 (%%) On ne prend pas : ii=9 et ip=9.

24 CYG (Tycho 218) :
problème d'identification : Baily annonce F2 Peg, qui est aussi T22 PEG (Tybal 465). Suniv confirme, avec e(T24 CYG à F2 Peg)=0.58. Pour ce qui est de e(T22 PEG à Flamsteed2 PEG), suniv donne 0.18. Suniv trouve pas très loin (e=0.61), hr 8240.
Il faut voir que Mtycho(24 Cyg)=6 et Mtycho(22 Oph)=4.
Le problème est résumé dans le tableau T.A2.NIT.3.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
T22 PEG	322.64	23.74	)0.18
F02 PEG	322.49	23.64	))
T24 CYG	322.56	23.06	)0.58) 0.61
HR 8240	223.11	23.99	)

Tableau T.A2.NIT.3. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 22 PEG et 24 CYG

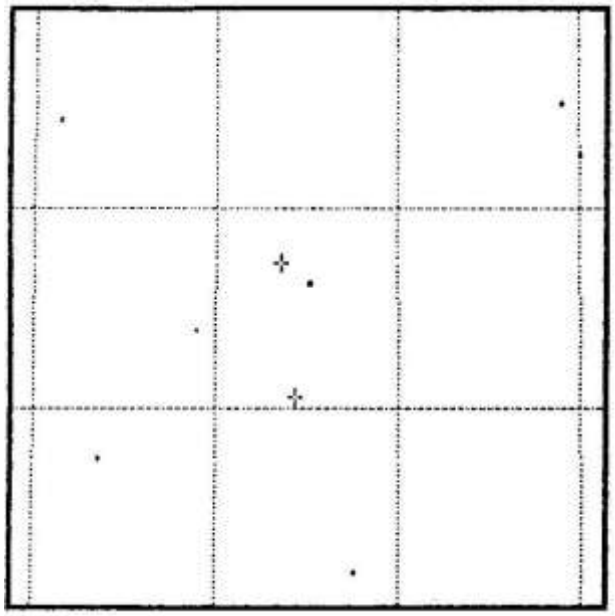


Figure F.A2.NIT.2. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 22 PEG et Ty 24 CYG

Moralité : ii=9 et ip=9

26 CYG : (Tycho 220) long = 13 18 AQR lati = 69 42
Baily prétend qu'elle fait double emploi avec 22 CYG
(22 CYG : (Tycho 216) long = 13 31 AQR lati = 69 35)
et rapporte que Kepler croit lui qu'elle double 7 CYG (qui est plus près) "quin etiam 26, cum 7, numeris incibus, eadem esse videtur. Sed fidem astronomis meam approbo, communicatione exemplaris."
(07 CYG : (Tycho 201) long = 13 21 AQR lati = 69 42)
pourquoi Baily n'est-il pas d'accord avec Kepler ?

Le programme SUNIV1, quant à lui, tombe sur une double :
hr = 7465 e=0.13 v=6.56 (%%%)
hr = 7469 e=0.10 v=4.48 (%)
qui est bien sûr (vive Kepler) la même que Tycho201 (Flamsteed13 CYG).
remarque supplémentaire : hr7465 est R Cyg var de 6.5 à 14.2, 426 jours (cela ne change rien, car hr7469+65 est à peine affectée, vue de Tycho, à l'oeil nu, elle est var de 4.48-0.34= 4.10 à 4.48.

Moralité, je suis d'accord avec Kepler 220Tycho = 201Tycho, mais Baily n'a pas tort de faire remarquer que 216Tycho ne doit pas non plus être très séparé par Tycho (elle est à moins de 5 minutes d'arc) Toutes ces étoiles sont décalées par rapport aux trois modernes hr 7465, 7469 et hr7505. On ne peut en fait en prendre aucune des trois : ii=9 ip=9.

La situation (en 2000,0) est récapitulée sur le tableau T.A2.NIT.4.

nom	alpha(°)	delta(°)	indices
HR 7465	293.98	50.24	
HR 7469	294.11	50.22	
HR 7504	295.45	50.52	
TY7 CYG	294.17	50.33	ii=9 ip=9
TY22 CYG	294.34	50.25	ii=9 ip=9
TY26 CYG	294.15	50.32	ii=9 ip=9

Tableau T.A2.NIT.4. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 7, 22 et 26 CYG

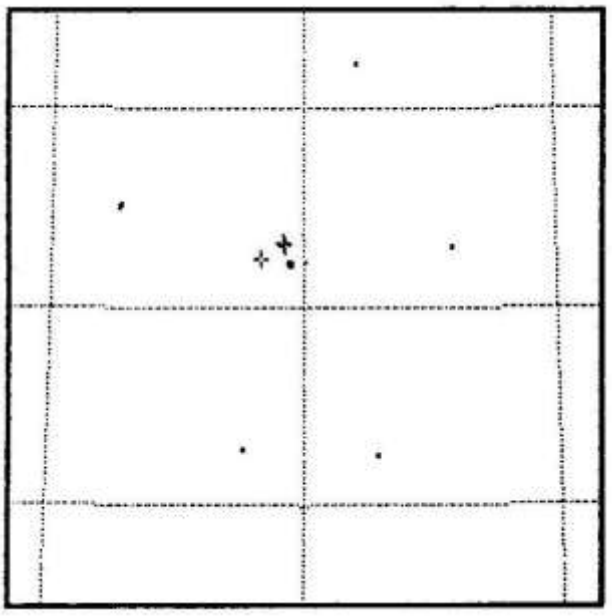


Figure F.A2.NIT.3. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 7, 22 et 26 CYG

On vérifie bien que tout est décalé.

07 CAS (Tycho 228) est identifiée en note par Baily comme Piazzi II 72. Le programme SUNIV1 (%) trouve hr0707 à 0.07 degré. Vact=4.52 et mTycho=4. pas de problème. ii=1 ip=0

16 CAS (mTycho=6) pose un vrai problème, moderne d'ailleurs ! Baily dit en note que cette étoile est Piazzi I 12 ou 15. Le programme SUNIV1 (%%%) trouve hr=0365 avec e=0.07, dans le Bright Star, on trouve Vact=7.83
nous n'avons de mesure dans le Mermilliod de cette étoile avec m<7 (car j'ai filtré les étoiles plus faibles que la magnitude 7). Par contre, dans le Henri Drapper, on trouve v_hd = 6.38, avec source_mag = 14 (spectre K0). Evitant le biais de la fixité des éclats, il faut prendre avec ii=1 ip=0.

28 CAS (Tycho 249) fait double emploi avec 33 PER (Tycho 300). Elles sont toutes les deux identifiées comme hr 932 par SUNIV1, 28 CAS à e=0.35 et 33 PER à e=0.34 (selon position de Kepler) ou e=0.24 (selon position de Tycho). Nous éliminons cette étoile. ii=9 et ip=9. (voir Tycho 300, nous garderons l'autre).

31 CAS (Tycho 252) fait double emploi avec 10 UMI (Tycho 10). Elles sont toutes les deux identifiées comme hr1622+1623 (Flamsteed11 Cam) : les mesures de positions sont rigoureusement identiques, ainsi que les magnitudes. Nous avons décidé de garder 10 UMI. Ici nous posons donc ii=9 et ip=9 (pour éviter les étoiles fantômes)

37 CAS (Tycho 258) : identifiée à Piazzi V 335 par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr2209 à 0.53 degré, avec Vact=4.80 (mTycho=6)
Bien que limite en position, on prend avec ii=3 ip=0.

38 CAS (Tycho 259) : identifié en Piazzi VI 201 par Baily.Le programme SUNIV1 trouve hr2527 à 0.900 degré avec Vact=4.55 (mTycho=6). Bien loin, mais on prend avec ii=3 ip=0.

39 CAS (Tycho 260) : identifié à Piazzi VI 75 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve deux étoiles très proches :
hr 2401 (%) e=0.22, Vhr=5.45
hr 2346 (%%%) e=0.04, Vhr=6.54
si on ne tombe pas dans le biais de la fixité des éclats, il faut s'en tenir à hr 2346, très bien placée. En fait il s'agit d'une étoile double limite pour la séparation phtotmétrique.
(V(hr2401+hr2346) = 5.16, ec_doub=0.3°) ii=2 et ip=2

40 CAS (Tycho 261) : identifiée à Piazzi VII 187 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 3082 (%) e=0.24, Vact=5.38 (mTycho=6)
pas juste dans le mille, mais sans doute ok. ii=2 ip=0

41 CAS (Tycho 262) : identifiée à Piazzi VI 292 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 2742 (%) e=0.15, Vact=4.96 (mTycho=6),
curieusement brillante (attention au biais de fixité des éclats), mais sans doute ok. ii=1 ip=0

42 CAS (Tycho 263) : identifiée à Grombridge 1480 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 3751 (%) e=0.74Le programme SUNIV1 trouve hr 3751 (%) e=0.74°, V=?.74 (mTycho=6)
bien loin pour être ok ! On prend avec ii=3 ip=0

43 CAS (Tycho 264) : identifiée à Piazzi IX 37 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 4084 (%) e=0.87, V=5.26. mTycho est notée (sans doute faute de frappe) 9 ! C'est sans doute une mauvaise identification, car hr 4084 est la suivante. ii=9 ip=9

44 CAS (Tycho 265) : identifiée à Piazzi X 22 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 4084 (%) e=0.13, Vact=5.26 (mTycho=6) ; sans doute ok. ii=1 ip=0

45 CAS (Tycho 266) : identifiée à Piazzi XII 10 par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 4646 (%) e=1.62, Vact=5.14 (mTycho=6), beaucoup trop loin ! ii=9 ip=9.

46 CAS (Tycho 267) : c'est la supernova 1572 de Tycho (hr 0092) Pas de probl
ème, enfin une VTPL qui est indiscutable...
ii=0 ip=9.

(Tycho 283) à (Tycho 289), Dans cette zone choisie au hasard, nous avons fait une série de vérif : Le programme SUNIV1 à partir des positions de Baily et Baily lui même. Pour mémoire, le tableau T.A2.NIT.5. fournit les valeurs de cette vérification qui donnent une idée de la précision du catalogue de Tycho Brahé édition de Baily. Cette idée est précisée grâce à l'histogramme des écart donné dans la partie 2 CORPUS, paragraphe 2.3.X.

Nom Tycho	Note Baily	SUNIV1 N°HR	Baily NOMT	SUNIV1 NOMT	SUNIV1 ECART	BSC4 Vact.	TYCHO MAG
16PER	%b1	1324			0.06°	4.61	5.0
17PER		1261	47PER	47PER	0.05°	4.29	4.0
18PER	c	1273	48PER	48PER	0.04°	4.04	5.0
19PER		1303	51PER	51PER	0.05°	4.14	4.0
20PER	d	1350	53PER	53PER	0.04°	4.85	6.0
21PER	e	1454	58PER	58PER	0.06°	4.25	5.0
22PER		1135	41PER	41PER	0.06°	3.77	4.0

Tableau T.A2.NIT.5. :
valeurs des écarts angulaires entre les positions
données par Tycho (dans l'édition de Baily) et les étoiles
actuelles leurs correspondant : zone de Ty16 à Ty22 PER.

27 PER (Tycho 294) est identifiée à Piazzi II 211 par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 0860 à e=0.03, Vact=5.59 (mTycho=5). C'est ok
ii=1 ip=0

31 PER (Tycho 298) fait s'interroger Baily qui se demande : "can this star be Grombridge 666 ?"
Le programme SUNIV1 ne trouve que hr 0829 (%%) à e=2.56, Vact=5.80. C'est loin et loin d'être satisfaisant. ii=9 ip=9.

32 PER (Tycho 299) : "I cannot identify this star" confie Baily. Le programme SUNIV1 trouve hr 1138 à e=2.63 (mTycho=6).C'est beaucoup trop loin. On ne peut pas prendre : ii=9 ip=9.

33 PER (Tycho 300) est identifiée à Piazzi II 237 par Baily.
Le programme SUNIV1 ne trouve que hr 932 à e=0.33, Vact=4.87, (mTycho=6). Or, hr 932 est déjà très proche de la position donnée pour 28 CAS. Pour simplifier tout, Kepler a critiqué la mesure de Tycho. La récapitulation du problème est dans le tableau T.A2.NIT.6.

nom	alpha(°)	delta(°)	écart angulaire(°)
Ty28 CAS	46,79	74,25	) 0.35°
hr 932	47,98	74,39	)))
Ty33 PER (Tycho)	47,07	74,38	)0.25°) 0.34
Ty33 PER (Kepler)	46,75	74,34	)

Tableau T.A2.NIT.6. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 28 CAS et Ty 33 PER

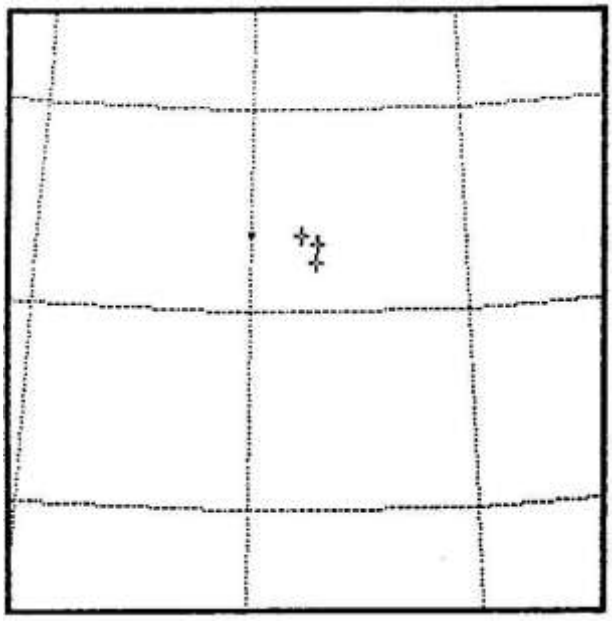


Figure F.A2.NIT.4. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 28 CAS ET 33 PER

C'est très louche : On peut oser hr 932 pour 33 PER, avec ii=3.

10 AUR (Tycho 310) est identifiée à Flamsteed35 Cam par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve deux étoiles assez loin :
hr 2081, (Flamsteed35 Cam) Vact = 5.89 e>1.0
hr 2123, Vact=6.45 e=0.98

elles sont toutes les deux trop semblablement loin.
ii=9 ip=9

09 OPH (Tycho 336) est identifiée par Baily et suniv (e=0.78) comme étant f57 Oph. Or f57 Oph est aussi :
  20 OPH à e=0.08
AK37 OPH à e=0.39
On ne peut prendre cette identification pour t09 OPH : ii=9 et ip=9.
Pour mémoire, il faut signaler que Kepler corrige la position donnée par Tycho. Mais la correction ne suffit pas. le problème est visble dans le tableau T.A2.NIT.7.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
T09 OPH	265.25	-8.06	0.78 (position Tycho)
T09 OPHK	264.76	-8.04	0.31 (position Kepler)
T20 OPH	264.47	-8.O4	0.08
f57 OPH	264.46	-8.12	
TAK37 OPH	264.73	-8.40	0.39

Tableau T.A2.NIT.7. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 09 OPH

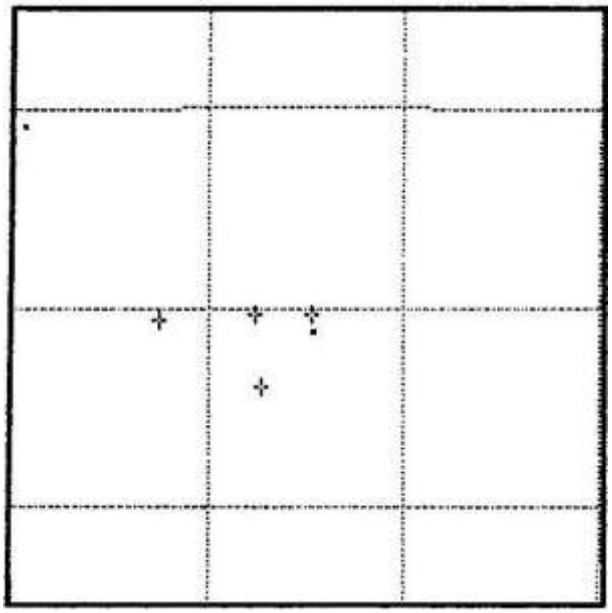


Figure F.A2.NIT.5. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 09 OPH

14 OPH (Tycho 341) n'est pas identifiée par Baily (mTycho=3).
il se contente de dire qu'elle est la même que Tycho 353.
Le programme SUNIV1 trouve hr 6445 (Flamsteed40 Oph) à e=0.95, Vact=4.39. Or, hr6445 est par ailleurs Tybal365. On ne prend pas. ii=9. Il y a malgré tout un problème de magnitude car mTycho341=3 et mTycho365=4.

Tycho 353 à 364 (fin de l'Ophiuchus) :
Une grande confusion règne selon Baily et Kepler dans ces mesures : les positions de ces étoiles ne semblent pas correctement notées. (they) "are very confused. some of them being duplicates of those which have preceded, and others havind erroneus positions and descriptions".

Baily pense en outre que toutes les étoiles Tycho 353 à 357 sont mal notées (peut être dit-il une inversion du signe de la latitude). Kepler, lui, a re-établi une liste annexe intitulée "secunda classis" pour clarifier ces étoiles. En suivant cet illustre prédecesseur, nous avons utilisé sa liste. Elle nous donne les étoiles de 26 Oph à 50 Oph, soit Tybal 353 à 377 inclusivement. Ces étoiles sont signalées par le code 'AK' dans le champ 'AX' (annexe).

il reste malgré tout des problèmes :

AK26 OPH (Tybal=353) est identifiée Flamsteed51 LIB par Baily.
Il n'y a pas de 51 LIB dans le Bright Star Catalogue. ii=9 ip=9

AK27 OPH (Tybal 354)est identifiée par Baily et Suniv (à e=0.34) comme étant f48 Lib, tout comme Tybal 708, soit Ty14LIB.

En fait, t14LIB est selon suniv à e=0.07.
Le problème est résumé dans le tableau T.A2.NIT.8.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty14 LIB	239.53	-14.21	) 0.07°
Fl48 LIB	239.55	-14.28	)
Ty27 OPH	239.63	-13.68	) 0.34°

Tableau T.A2.NIT.8. :
positions des étoiles Ty 14 LIB et Ty 27 OPH

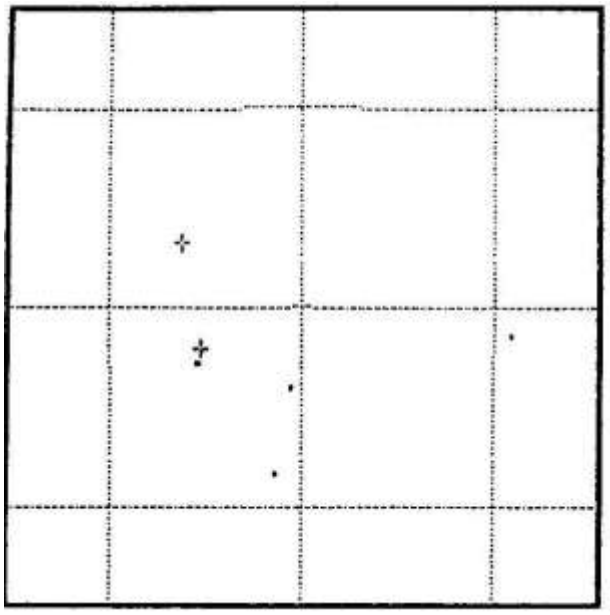


Figure F.A2.NIT.6. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 14 LIB et Ty27OPH

On ne peut donc identifier : ii=9 et ip=9

AK28 OPH (Tybal 355) est identifiée par Baily et Suniv (à e=0.60) comme étant Flamsteed46 Lib, tout comme Tybal 707, soit Ty13LIB.
En fait, Ty13LIB est selon suniv à e=0.07. Le problème est résumé sur le tableau T.A2.NIT.9.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty13 LIB	238.44	-16.66	) 0.07°
Fl46 LIB	238.46	-16.73	))
Ty28 OPH	238.29	-16.43	) 0.60°

Tableau T.A2.NIT.9. :
positions des étoiles Ty 13 LIB et Ty 28 OPH

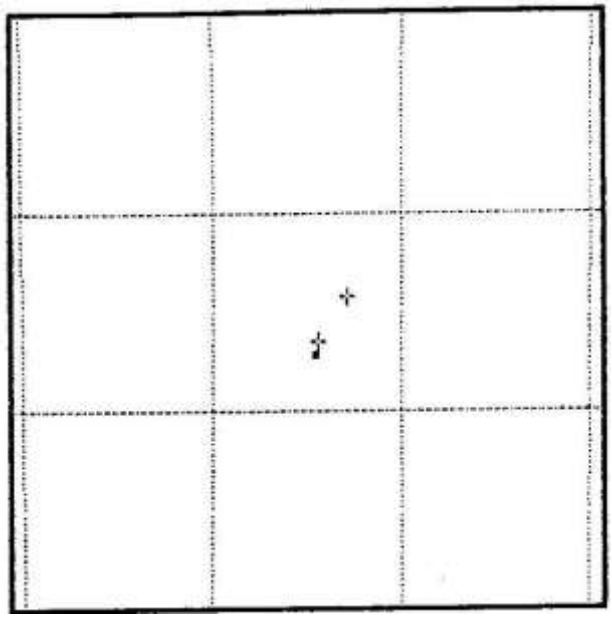


Figure F.A2.NIT.7. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 13 LIB et Ty 28 OPH

On ne peut donc identifier : ii=9 et ip=9

AK29 OPH (Tybal 356) est identifiée par Baily et Suniv (e=0.35) comme étant F3 OPH ; or Tybal 348, c'est à dire T21 Oph est deja donnée pour cette identification, à la fois par Baily et suniv (e=0.10). On ne peut donc pas identifier. ii=9 et ip=9

AK31 OPH (Tybal=358) est identifiée comme Flamsteed24 Sco par Baily. Il semble que Flamsteed24 Sco soit hr 6196, bien que non nommée dans le Bright Star Catalogue. Le programme SUNIV1 trouve de toute façon hr 6196 à e=0.21 avec Vact=4.96 pour mKepler=5
On prend donc, ii=2 et ip=0.

AK36 OPH (Tybal=363) est identifiée comme Piazzi XVII 99 par Baily. Le programme SUNIV1 trouve hr 6493 à e=0.65, Vact=4.54 (mKepler=5)
c'est très limite comme position. On prend, avec ii=3 et ip=0.

AK37 OPH (Tybal 364) : voir 09 OPH
AK38 OPH (Tybal 365) On prend ip=3, selon la note 14 OPH.

AK43 OPH (Tybal=370) est identifiée comme Flamsteed50 Oph par Baily. Dans le Bright Star Catalogue 50 Oph n'existe pas.
Le programme SUNIV1 trouve hr 6519 à e=0.34, Vact=4.81 (mKepler=4). Je suppose qu'il s'agit d'un changement d'appellation.
On prend, avec ii=2 et ip=0

AK45 OPH (Tybal=372) est identifiée à Flamsteed51 Ser par Baily
Le programme SUNIV1 trouve hr 6117 à e=0.42, Vact=4.57 (Flamsteed24 Her) mKepler = 4. il s'agit sans doute la encore d'un changement de nom Flamsteed. On prend avec ii=2 et ip=0.

AK46 OPH (Tybal 373) est identifiée par Baily à f66 Oph qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.10) 22 Oph (Tybal 349). En fait, pour suniv f66 OPH est plus près de t22 Oph. Donc pour AK46 OPH, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. Le problème est résumé dans le tableau T.A2.NIT.10.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty 22 Oph	270.06	4.46	) e=0.10
Fl 66 OPH	270.06	4.36	))
TyAK46 OPH	270.60	4.54	)e=0.57

Tableau T.A2.NIT.10. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 46 OPH

Voir carte générale de cette zone en Figure F.A2.NIT.8. plus loin

AK47 OPH (Tybal 373) est identifiée par Baily à f67 Oph qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.04) Ty 23 Oph (Tybal 350). En fait, pour suniv f67 OPH est plus près de Ty 23 Oph. Donc pour AK47 OPH, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. Le problème est résumé dans le tableau de synthèse T.A2.NIT.11.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty 23 OPH	270.20	2.93	)e=0.04
Fl 67 OPH	270.16	2.93	))
TyAK47 OPH	270.46	3.21	) e=0.42

Tableau T.A2.NIT.1. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty AK47 OPH

Voir carte générale de cette zone en Figure F.A2.NIT.8. plus loin

AK48 OPH (Tybal 375) : désaccord d'identification.
Baily identifie cette étoile comme étant f70 Oph, qui est déja t25 OPH (Tybal 352). Suniv la trouve à e=0.95 de f70 Oph et à 0.59 de hr6800.
On prend donc cette étoile, avec ii=3.
Ce problème est récapitulé dans le tableau T.A2.NIT.12.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty 25 OPH	271.38	2.72	)0.22
Fl 70 OPH	271.36	2.45	))
HR 6800	272.67	3.32	))
TAK48 OPH	272.15	3.03	) 0.59) 0.95

Tableau T.A2.NIT.12. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 14 UMI

Voir carte générale de cette zone en Figure F.A2.NIT.8. plus loin

AK49 OPH(Tybal 376) est identifiée par Baily à f68 Oph qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.08) 24 Oph (Tybal 351). En fait, pour suniv f68 OPH est plus près de t24 Oph. Donc pour AK49 OPH, on ne peut que dire ii=9 et ip=9.
Ce problème est récapitulé dans le tableau T.A2.NIT.13.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty 24 OPH	270.41	1.38	)e=0.08°
Fl 68 OPH	270.44	1.31	))
TyAK49 OPH	271.12	1.30	)e=0.68°

Tableau T.A2.NIT.13. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 24 OPH

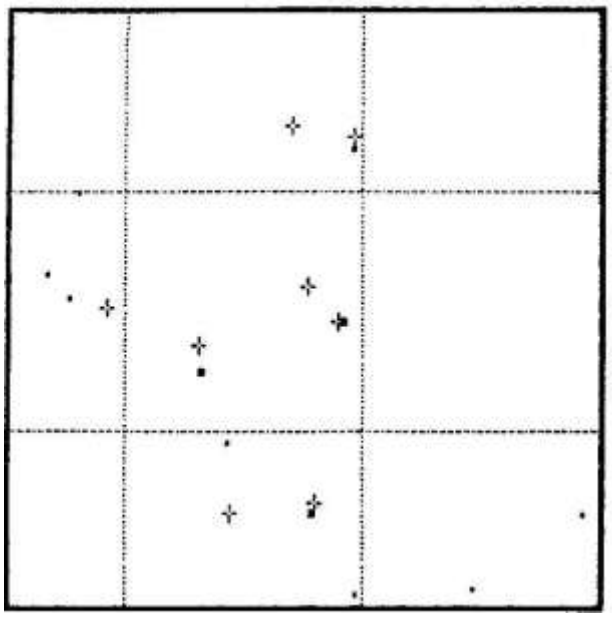


Figure F.A2.NIT.8. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 14 UMI
Carte de synthèse : 5 degré de champ (axes de 2 degrés d'écarts)

AK50 OPH (Tybal=377) est la nova 1604.
il s'agit de hr=6515. Encore une VTLP, mais on ne doit pas la conserver photométriquement ii=0 ip=9

A la fin de cette série AX='AK', on retrouve donc le numero Tybal décalé par rapport au numéro Tycho. La suivante, après cette série, est Tycho 365 = Tybal 378, soit 01 SER.

02 SER (Tybal=379) est identifiée à Flamsteed38 Ser par Baily.
La position donnée dans le Progymnasmata est mauvaise eProg=1.27. Nous ne pouvons pas laisser, car elle ferait double emploi avec ?? : donc ii=9 et ip=9

05 SER (Tybal=382) est identifiée à Flamsteed35 Ser par Baily.

La position donnée dans le Progymnasmata est mauvaise : eProg=0.87. je laisse 35 Ser, ii=3 ip=0.

AK14 SER à AK25 SER (Tybal 391 à 402 inclus)

Kepler, a également re-établi une autre liste annexe intitulée "secunda classis" pour clarifier ces étoiles. Toujours en suivant notre illustre prédecesseur, nous avons utilisé sa liste. Elle nous donne les étoiles de 14 SER à 25 SER, soit Tybal 391 à 402 inclusivement. Ces étoiles sont signalées par le code 'AK' dans le champ 'AX' (annexe).

Il reste malgré tout des problèmes :

AK14 SER (Tybal 391) est identifiée par Baily à f27 SER qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.06) 16 Oph (Tybal 391). En fait, pour suniv f27 Ser est plus près de t16 Oph. Donc pour AK14 SER, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. Ce problème est récapitulé dans le tableau T.A2.NIT.14.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty16 Oph	236.60	7.41	)e=0.06
Fl27 Ser	236.61	7.35	))
Ty14 Ser	236.38	7.46	)e=0.25

Tableau T.A2.NIT.14. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 14 UMI

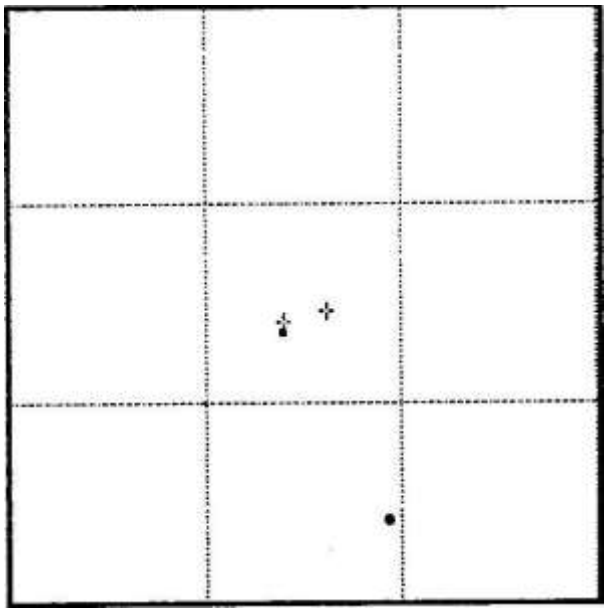


Figure F.A2.NIT.9. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 14 SER

AK16 SER (Tybal 393) est identifiée par Baily à f53 SER qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.12) 17 Oph (Tybal 344). En fait, pour suniv f53 Ser est plus près de t17 Oph. Donc pour AK16 SER, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. La synthèse de ce problème est donnée dans la tableau T.A2.NIT.15.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty16 SER	260.49	-12.73	)e=0.30
Fl53 Ser	260.21	-12.83	))
Ty17 OPH	260.30	-12.78	)e=0.12

Tableau T.A2.NIT.15. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 16 SER

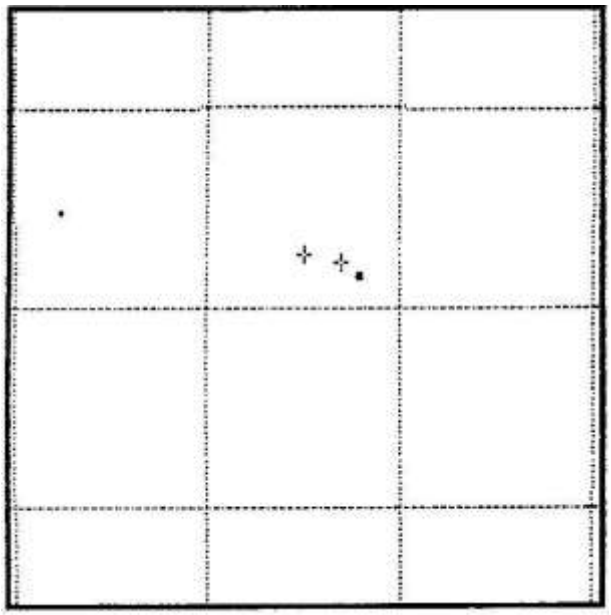


Figure F.A2.NIT.10. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 16 SER

AK17 SER (Tybal 394) est identifiée par Baily à f55 SER qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.12) 18 Oph (Tybal 345). En fait, pour suniv f55 Ser est plus près de t18 Oph. Donc pour AK17 SER, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. Le tableau T.A2.NIT.16. récapitule le problème.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty 17 SER	264.82	-15.30	)e=0.42
Fl 55 Ser	264.40	-15.40	))
Ty 17 OPH	260.30	-12.78	)e=0.12

Tableau T.A2.NIH.16.
positions des étoiles voisines de la position de Ty 17 SER et Ty 17OPH

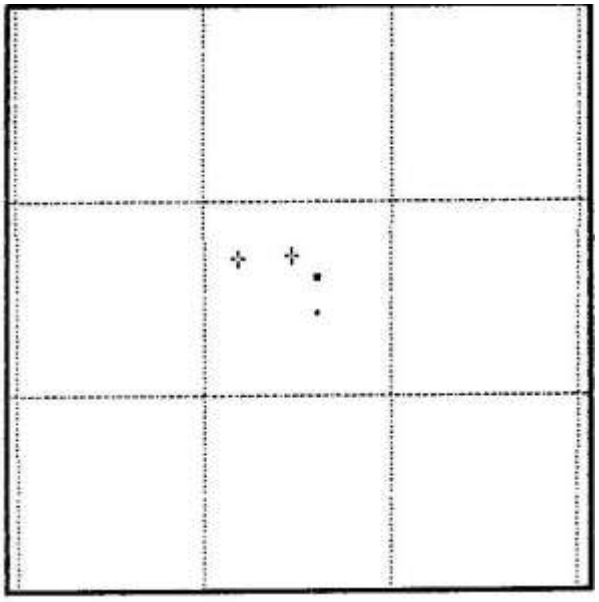


Figure F.A2.NIH.11. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 17 OPH et Ty 17SER

AK18 SER (Tybal=395) est identifiée par Baily à f56 SER qui est déjà (selon Baily et suniv à e=0.08) 19 Oph (Tybal 346). En fait, pour suniv f56 Ser est plus près de t19 Oph. Donc pour AK18 SER, on ne peut que dire ii=9 et ip=9. Le problème est récapitulé dans le tableau T.A2.NIT.17.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
Ty18 SER	265.68	-13.01	)e=0.34
Fl56 Ser	265.35	-12.88	))
Ty19 OPH	265.33	-12.79	)e=0.12

Tableau T.A2.NIT.17. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 18 SER

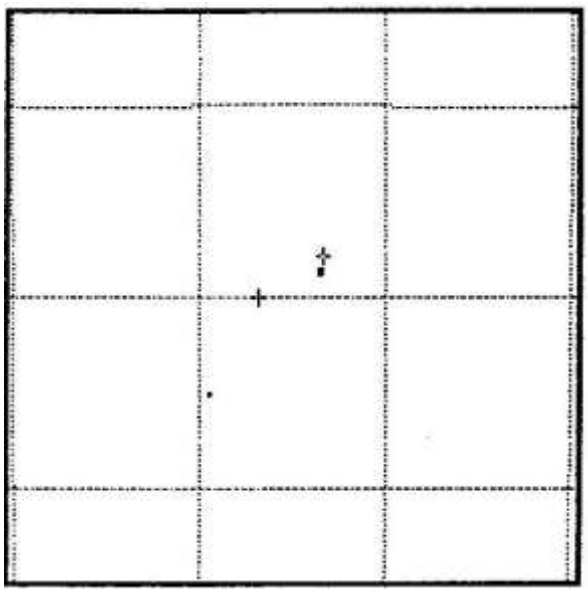


Figure F.A2.NIT.12. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 18 SER et 19 OPH

AK21 SER (Tybal=398) est identifiée à Flamsteed1 Aql par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 6973 à e=0.98, Vact=3.85 (mKepler=4).
en fait, hr 6973 est alpha Sct anciennement 1 Aql (hd 171443). Tout va bien, sauf que e est très grand ; ii=3 ip=0.

A partir de Tybal 403, nous reprenons le catalogue de Tycho. donc 01 SGE = Tybal 403 = Tycho 378, ce qui veut dire Tybal = Tycho+25

23 PEG (Tybal=466) n'est pas bien positionnée. Kepler donne une autre position, qui va avec la description (dans Aqr), Baily ne trouve pas d'étoile qui tombe où il faut et SUNIV1 ne trouve rien à moins de 1.35 degré. Il s'agit de hr8703, Vact=5.64 (mTycho=4). Tout cela n'est pas satisfaisant. ii=9 et ip=9.

17 AND (Tybal=483) est identifiée à Flamsteed54 And par Baily. Cette dénomination n'existe pas dans le Bright Star Catalogue. Le programme SUNIV1 trouve hr 0496 à e=0.07, Vact=4.07 (mTycho=5) ; sans doute un changement de nom. On prend avec ii=1 et ip=0.

19 AND (Tybal=485) est identifiée à Piazzi I 142 par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 0487, mais à e=0.87 ce qui est loin.
Vact = 5.15 (mTycho=5). C'est très limite comme position. On ne peut prendre qu'avec ii=3 et ip=0.

01 COM est donnée avec deux positions dans le Baily : la position originele Tycho et une mesure Kepler.
La position Tycho tombe à e=0.03 sur Flamsteed15 Com (hr 4737). Rien à redire (ii=1 et ip=0). Par contre, la deuxième position fait double emploi avec celle donnée pour Tycho14 COM. Il s'agit sans doute d'un subtilité de Kepler pour coller à la description de la constellation. (voir par ailleurs la note suivante).

14 COM (Tybal=507) n'a rien de plus près que hr 4949 (à e=2.11) ; on ne peut pas prendre en compte Tybal 507. ii=9 et ip=9.

16 LEO (Tybal=631) est peut être Flamsteed26 Leo selon Baily,
mais "the position of this star does not quite accord".
Le programme SUNIV1 trouve hr 3969 à e=1.62, Vact=6.37 (mTycho=6)
C'est beaucoup trop loin. On ne peut pas prendre en compte.
ii=9 et ip=9.

34 LEO (Tybal=649) est identifiée à Flamsteed39 LMi par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 4189 (Flamsteed40 LMi) à e=0.86, Vact=5.51 (mTycho=5). C'est bien loin, bien qu'éventuellement crédible avec un changement de nom. ii=3 et ip=0.

19 VIR (Tybal=674) n'est pas identifiée par Baily.
"I cannot find any star that will accord with this description"
Le programme SUNIV1 trouve hr 5233 à e=1.32, Vact=4.85 (mTycho=6). C'est beaucoup trop loin : à rejeter, ii=9 et ip=0.

06 LIB (Tybal=700) est identifiée à Flamsteed30 Lib par Baily. Le programme SUNIV1 trouve en fait (%%%) hr 5703 (Flamsteed29 Lib) à e=0.17,Vact=6.35 (mTycho=6). C'est Ok. ii=2 et ip=0.

15 LIB (Tybal=709) est identifiée à Flamsteed51 Lib par Baily.
Flamsteed51 Lib n'existe pas (ou plus). Le programme SUNIV1 trouve hr 5978 à e=0.07, Vact=4.22 (mTycho=4). sans doute un changement de nom. C'est Ok. ii=1 et ip=0

AK19 LIB à AK27 LIB (Tybal 713 à 721 inclus)

Kepler, a également re-établi une autre liste annexe intitulée "secunda classis" pour clarifier ces étoiles. En suivant cet illustre prédecesseur, nous avons utilisé sa liste. Elle nous donne les étoiles de AK19 LIB à AK27 LIB, soit Tybal 713 à 721 inclusivement. Ces étoiles sont signalées par le code 'AK' dans le champ 'AX' (annexe).

Il reste malgré tout des problèmes :

AK24 LIB (Tybal 718) :
désaccord d'identification entre Baily et Suniv.
Baily indiquait Flamsteed13 Sco, qui est hr 6028, déja identifiée à t10 Sco, soit tybal 731. Suniv trouve hr 6070 à e=0.10. Une synthèse de ce problème est donnée dans le tableau T.A2.NIT.18.

étoile	alpha(°)	delta(°)
Ty24 LIB	244.87	-28.55
HR 6070	244.57	-28.61
F 13 SCO	243.08	-27.93
Ty10 SCO	243.20	-27.90

Tableau T.A2.NIT.18. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 24 LIB

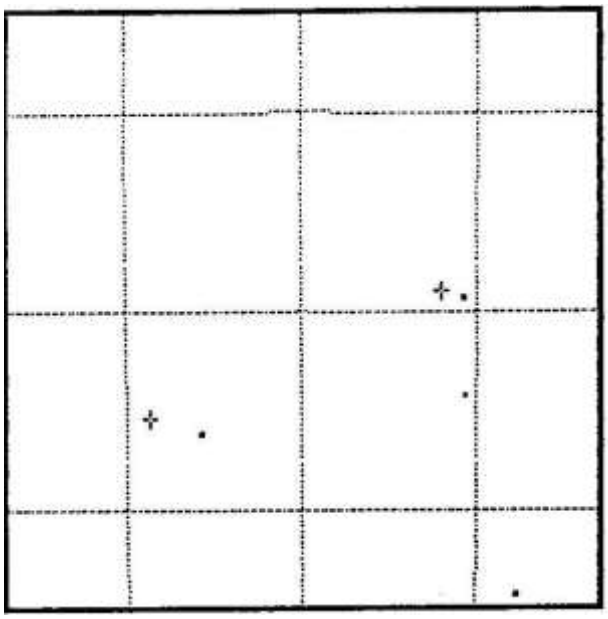


Figure F.A2.NIT.13. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 24 LIB

On prend donc hr 6070 avec ii=1

AK26 LIB (Tybal=720) est identifiée à Piazzi XVI 189 par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 6244 à e=0.57, Vact=6.11 (mKepler=3). Mais, encore un cas de conscience, ne tombons pas dans le biais de la fixité. On doit prendre, bien que e soit mauvais : ii=3 et ip=0

AK27 CAP (Tybal=774) est identifiée à Piazzi XXI 291 par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 8351 à e=0.51, Vact=5.08 (mTycho=6), mais hr 8351 est Flamsteed51 Cap, c'est à dire Tybal773. Il est vrai qu'il n'y a que 1/4 de degré entre les positions Tybal 773 et Tybal 774. On ne pas prendre deux fois la même étoile : à abandonner ! ii=9 et ip=9.

10 SCO (Tybal 731) : voir AK24 LIB (Tybal 718)

19 AQR (Tybal=794). du point de vue de Baily, il s'agit de Flamsteed56 Aqr.
Suniv ne trouve lui que hr 8567, à e=1.61 ; c'est bien Flamsteed56 Aqr, mais c'est beaucoup trop loin. ii=9 et ip=9.

22 AQR (Tybal=797) est identifiée à Flamsteed64 Aqr par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 8610 qui s'appelle actuellement Flamsteed63 Aqr, avec e=0.05, Vact=5.03 (mTycho=4.0 et dans Progynasmata=4.7). Il faut prendre hr 8610. ii=0 et ip=0 (carte ?)

41 AQR (Tybal=816) est Fomalhault (hr 8728)
c'est aussi Flamsteed24 Psa = ex Flamsteed79 Aqr
ii=0 (car nommée) et ip=0.

33 0RI (Tybal=906) pose un problème. Il s'agit de Flamsteed43 Ori selon Baily. En fait il s'agit de toute la zone nébuleuse autour de teta Ori, d'où des problèmes insolubles de photométrie. Il faut prendre ii=0 et ip=1 (nébulosités).

55 ORI (Tybal=928) est identifiée à Flamsteed9 Mon par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 2344 = Flamsteed10 Mon à e=0.07, Vact=5.06 (mTycho=5). sans doute un changement de nom. On doit garder hr 2344, avec ii=1 et ip=0

09 ARG (Tybal=994) n'est pas identifiée par Baily.
Le programme SUNIV1 ne trouve rien à moins de e=2.15 (hr 3959), Vact=6.12 mTycho=4. On doit éliminer cette étoile. ii=9 et ip=9.

10 ARG (Tybal=995) est identifiée par Baily à Flamsteed41 Hya, tout comme Tybal15 Hya. Or suniv trouve hr 3991 plus prés :

e(Ty10ARG-hr 3991) = 0.43
e(Ty10ARG-Flamsteed41Hya) = 0.69
pour mémoire :
e(Ty15HYA-Flamsteed41Hya) = 0.18
moralité :
Tybal995 est hr3991, avec ii=2,
Tybal est Flamsteed41hya avec ii=1

Les positions sont données dans le tableau T.A2.NIT.19.

étoile	alpha(°)	delta(°)
Ty 10 ARG (Tybal 995)	152.93	-12.98
Ty 15 HYA (Tybal 1011)	152.78	-12.23
Fl 41HYA	152.65	-12.35
HR 3991	152.93	-12.82

Tableau T.A2.NIT.19. :
positions des étoiles voisines de la position de Ty 10 ARG

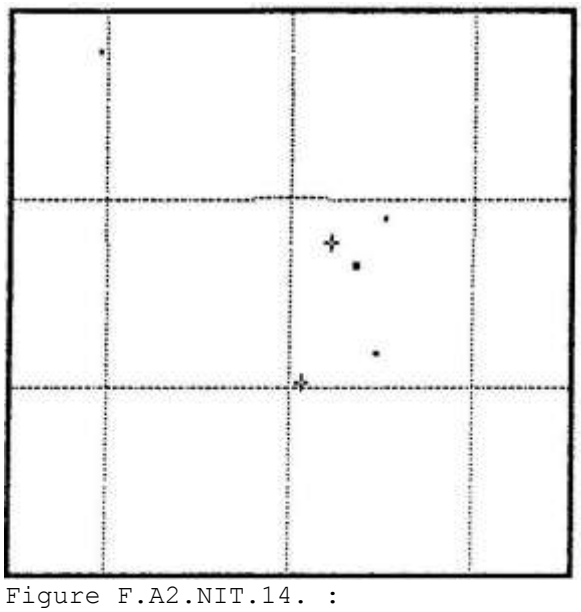


Figure F.A2.NIT.14. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Ty 10 ARG

11 ARG (Tybal=996) : ii=9 et ip=9 : voir 21 HYA

17 HYA (Tybal=1013) est identifiée à Flamsteed2 Crt par Baily.
Flamsteed2 Crt n'existe pas dans le Bright Star Catalogue. Le programme SUNIV1 trouve hr 4171 à e=0.19. Pas de problème : ii=2 et ii=0.

18 HYA (Tybal=1014) est identifiée à Flamsteed4 Crt par Baily.
Le programme SUNIV1 trouve hr 4232 à 0.06, Vact=3.11 (mTycho=4)
on doit prendre, avec ii=1 et ip=0.

21 HYA (Tybal=1017) est identifiée à Flamsteed9 Crt par Baily.
Flamsteed9 Crt n'existe pas dans le Bright Star Catalogue. Le programme SUNIV1 trouve hr 4314 à e= 0.05. Il ne devrait pas y avoir de problème, sauf que hr 4314 est déja T11 Arg = Tybal 996. Or,
e(11ARG-hr4314)=0.23
e(21HYA-hr4314)=0.04
Il y a de plus un problème de magnitude : mTycho(11ARG)=3 et mTycho(21HYA)=5.
On prend ii=3 (cas hors norme, car très risqué comme identification, compte tenu de la proximité de 11ARG).

ANNEXE A2.NIH
CATALOGUE DE HEVELIUS
notes individuelles
sur les étoiles

Remarques préliminaires

Cette annexe contient les notes individuelles sur les étoiles du catalogue de Hévélius. Le tableau récapitulatif de ces notes est donné dans la partie CORPUS, en 2.3.

Toutes les positions modernes qui sont données dans les notes ont été calculées par le programmes Le programme SUNIV1, donné dans ces annexes, en prenant 1661 comme équinoxe pour le catalogue de Hévélius dans l'édition de Sir Francis Baily. L'unité par défaut pour les positions est le degré décimal, en ascension droite et en déclinaison et l'équinoxe moderne est 2000,0.

Toutes les cartes données dans cette annexe ont été tracées par le logiciel "Ciel", développé en turbo Pascal par Olivier Chesneaux, auquel nous renouvelons ici nos remerciements. Sauf mention contraire, chacune de ces cartes :

- représente une zone du ciel de 3° sur 3°, avec un parallèle tracé tous les degrés de déclinaison,
- est tracée avec le nord en haut,
- porte exhaustivement la position de toutes les étoiles du Bright Star Catalogue qui tombe dans cette zone,
- utilise des croix (+) pour la position des étoiles de Hévélius et des points (de taille variable selon la magnitude) pour les étoiles du Bright Star Catalogue.

Notes individuelles

14
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que 0.15° (e=0.10°)
Pour SUNIV1, cette étoile est 1AND (hr=8762). Selon Baily, il s'agissait de 2AND (hr 8766).
Nous prenons donc : 1AND soit hr 8762, avec ii=1, ip=1 (double à 0.45°)
mTycho=4.0, mHevelius=4.0, Vact=3.62

19
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que 0.15° (e=0.03°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 483. Baily pensait qu'il s'agissait de (142 Piazzi)
Nous prenons hr 483, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.0, mHevelius=5.0, Vact=4.95

22
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que 0.15° (e=0.05°)
Pour SUNIV1, cette étoile est hr 496. Selon Baily, il s'agissait de 54AND (qui n'est pas dans le Bright Star Catalogue, sous ce nom).
Nous prenons hr 496, avec ii=1, ip=0.
mTycho=5.0, mHevelius=4.0, Vact=4.07

48
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que 0.15° (e=0.09°)
Pour SUNIV1, cette étoile est 71AQR (hr 8679). Selon Baily, il s'agissait de 69AQR (hr 8673).
Nous prenons 71AQR, soit hr 8679, avec ii=1, ip=0.
mTycho=5.0, mHevelius=5.0, Vact=4.01

60
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 0.53°
Pour SUNIV1, cette étoile est 106AQR (hr 8998). Selon Baily, il s'agissait de 103AQR.(hr 8990). En fait nous sommes dans le groupe 103, 104 et 106 AQR, qui semble bien difficile à séparer, surtout que les autres étoiles n'en n'ont pas été mesurées par Hevelius. Nous ne pouvons pas vraiment être sûr de l'étoile qui a été vraiment mesurée ! ii=9 (ii corrigé), ip=9. mTycho=5.0, mHevelius=5.0.
Ce problème est présenté sur la Carte F.A2.NIH.1.

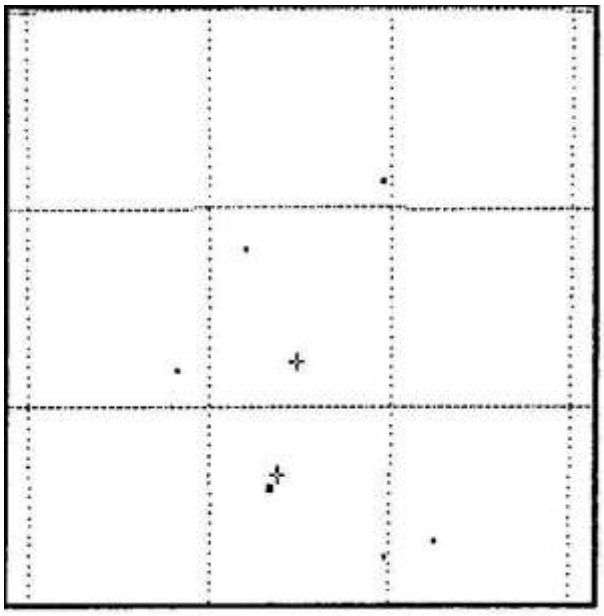


Figure F.A2.NIH.1. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Hévélius 60

69
Cette étoile est Fomalhault !
C'est à dire soit 24PSA, soit 79AQR (hr 8728), ii=0, ip=0.
mTycho=1.0, mHevelius=1.0, Vact=1.16

118
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve une étoile à 0.14°
Pour SUNIV1, cette étoile est (hr 1553). Selon Baily, il s'agissait de 1AUR.(hd 30504), qui n'est pas dans le Bright Star édition 4.
Nous prenons 2AUR, avec ii=1 et ip=0
mTycho=5.0, mHevelius=5.0, Vact=4.88.

149
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.09°)
Pour SUNIV1, cette étoile est 25CVN (hr 5127), Selon Baily, il s'agissait de 46BOO (hr 5638).
Nous prenons 25CVN, c'est à dire hr 5127, avec ii=1 et ip=0;
mTycho=6.0, mHevelius= 6.0, Vact=4.82

191 et 192
Les deux étoiles données dans le CVn font double emploi avec des étoiles données dans l'UMa :

hev 191 (hr 4914+5) = hev 915
hev 192 (hr 4785) = hev 889
pour cette occurence on prend ii=9 pour 191 et 192.

193
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.10°)
Pour SUNIV1, cette étoile est 5CAP, soit alpha1 (hr 7747)
Selon Baily, il s'agissait de 6CAP, soit alpha 2 (hr 7754)
Il s'agit en fait d'une double assez large. Il semble impossible de savoir laquelle des deux étoiles (si tant est qu'il ne s'agisse pas d'une mesure intégrée) a été mesurée, d'autant que l'autre n'apparaît pas dans le catalogue.
On ne peut pas décider. ii=9 (ii corrigé) et ip=9.
mTycho=3.0, mHévelius= 3.0.

209
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 0.62°. Pour SUNIV1, cette étoile est 35CAP (hr 8207). Selon Baily, il s'agissait de 36CAP (hr 8213). En fait, en regardant la carte, on constate que l'étoile mesurée est approximativement équidistante de 34, 35 et 36 Cap. Il parait difficile de choisir l'une plus que l'autre. ii=9 (ii corrigé) et ip=9.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0.
Ce problème est présenté sur la Carte F.A2.NIH.2.

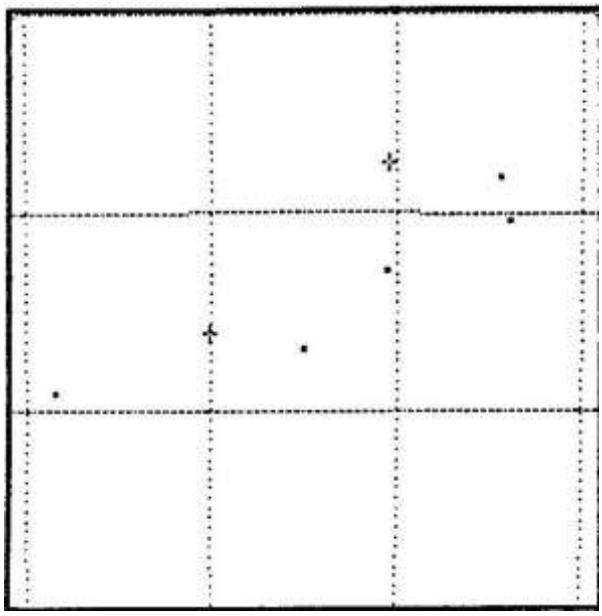


Figure F.A2.NIH.2. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Hévélius 209

224
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.05). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 707. Selon Baily, il s'agissait de (72)CAS?
Nous prenons hr 707, avec ii=1 et ip=0
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=4.52

284
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.06°). Pour SUNIV1, cette étoile est 31COM (hr 4883). Selon Baily, il s'agissait de 30COM (hr 4869).
Nous prenons 31 COM (hr 4883), avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=5.0, Vact=4.94

286
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 2.48°, avec 40COM, soit hr 4949. Baily n'a rien trouvé de satisfaisant.
ii=9 et ip=9 ; mTycho=5.0, mHévélius=5.0.
Nous ne pouvons prendre.

366
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 0.74°: 31DRA (hr 6636). Selon Baily, il s'agissait de 44DRA ?? (qui est à 3.41° de la position donnée) ??

Nous ne pouvons prendre, justement parce que 1DRA, vient d'être identifiée hev355. ii=9 et ip=9.
mTycho=4.0, mHevelius=4.0, Vact=4.32

391
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile proche à 0.14°.Pour SUNIV1, cette étoile est 9ERI (hr 917). Selon Baily, il s'agissait de 10ERI, soit hr 925.
Nous prenons 9ERI (hr 917), avec ii=1 et ip=1 (double à 0.36°);
mTycho= 4.0, mHévélius=4.0, Vact=5.32

455
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.07°). Pour SUNIV1, cette étoile est 53BOO (hr 5774). Selon Baily, il s'agissait de 52BOO (hr 5763).
Nous prenons 53 BOO, soit hr 5774, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius= 4.0, Vact= 5.02

465
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.03°). Pour SUNIV1, cette étoile est 13HYA (hr 3492). Selon Baily, il s'agissait de 10HYA (hr 4369).
Nous prenons 10HYA, soit 3492, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=4.36

476
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.04°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 4171. Selon Baily, il s'agissait de 2CRT ?.
Nous prenons hr 4171, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=4.91

477
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.03°) Pour SUNIV1, cette étoile est hr 4232. Selon Baily, il s'agissait de 4CRT.
Nous prenons hr 4232, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0. Vact= 3.11

479
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.04°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 4317. Selon Baily, il s'agissait de 9CRT.
Nous prenons hr 4317, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=5.71

481
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.08°). Pour SUNIV1, cette étoile est 46HYA (hr 5020). Selon Baily, il s'agissait de 47HYA (hr 5250).
Nous prenons 46HYA, soit 5020, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=3.0, mHévélius=3.0, Vact=3.0

482
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.09°). Pour SUNIV1, cette étoile est 49HYA (hr 5287). Selon Baily, il s'agissait de 52HYA (5407).
Nous prenons 49HYA (hr 5287), avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=3.27

521
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 1.02° ; il s'agit pour lui de 30LMI. Selon Baily, il s'agissait de 29LMI. En fait, l'étoile mesurée se trouve entre 3O et 31 LMi, pas très loin de la position de 29 LMi, qui ne se trouve pas dans le Bright Star Catalogue, mais qui est visible sur le Becvar
Nous ne pouvons pas vraiment conclure pour l'instant.
Bien que cela soit dommage, ii=9 (ii corrigé) et ip=9, mTycho=3.0, mHévélius=3.0
Le tableau T.A2.NIH.1. donne les positions des étoiles (équinoxe 2000), et ce problème est présenté sur la Carte F.A2.NIH.3.

étoile	alpha(°)	delta(°)
31 LMi	156.97	36.71
Hev521	156.47	34.82
30 LMi	156.48	33.80

Tableau T.A2.NIT.1. :
positions des étoiles voisines de la position de Hévélius 521

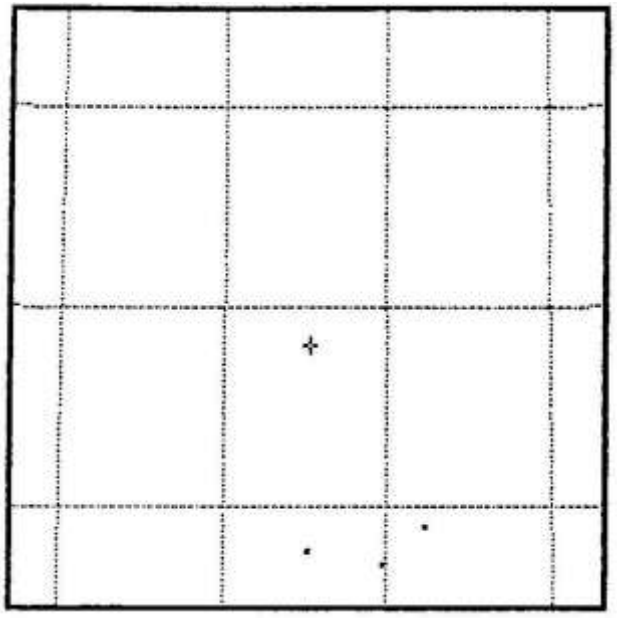


Figure F.A2.NIH.3. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue)
aux environs de la position notée (marquée par +) pour Hévélius 521

523
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 0.60° : il s'agit de 46UMA.
Selon Baily, il s'agissait de 46LMI.
Il y a plus de 2° entre 46UMA et 46LMI. Nous prenons 46 UMA avec ii=3 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=5.03.
Les positions sont données dans le tableau T.A2.NIH.2. et Ce problème est
présenté sur la Carte F.A2.NIH.4.

étoile	alpha(°)	delta(°)
46 LMi :	163.33	34.21
Hev 523 :	163.22	33.50
46 UMa :	163.93	33.51

Tableau T.A2.NIH.2.
positions des étoiles voisines de la position de Hévélius 523

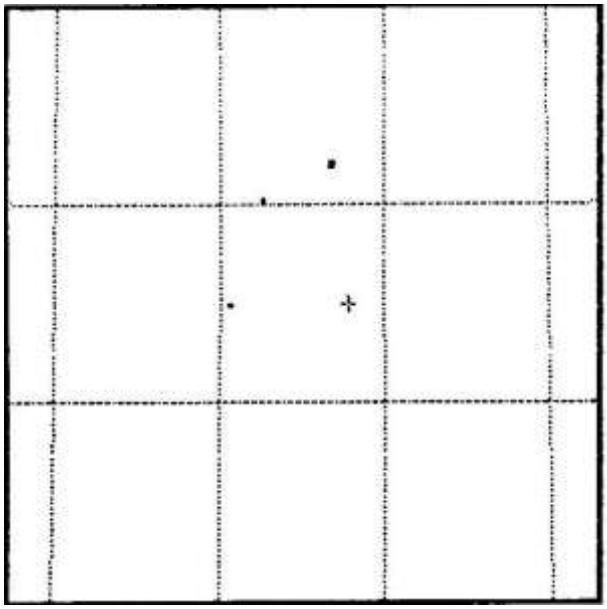


Figure F.A2.NIH.4. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Hévélius 523

541
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15°(0.09°). Pour SUNIV1, cette étoile est 8LIB (hr 5530). Selon Baily, il s'agissait de 9LIB (hr 5531).
En fait, il s'agit d'une étoile double, avec hrc= 5531.
alpha1 Lib = 8 Lib = hr 5531 et alpha2 Lib = 9 Lib= hr 5530.
Nous prenons donc hrc 5531, avec ii=1 et ip=2.
mTycho=2.0, mHévélius=2.0, Vact=2.66 (5.15 + 2.75)

548
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 2.26°. Il s'agit de 32LIB (hr 5743). Selon Baily, il s'agissait de 30LIB.
Nous ne pouvons pas prendre. ii=9 et ip=9.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0

554
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.06°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 5978. Selon Baily, il s'agissait de 51LIB.
Nous prenons hr 5978, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=4.22

564
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile à 0.12°. Il s'agit de 9LYR (hr 7102). Selon Baily, il s'agissait de 8LYR (hr 7100). Il s'agit en fait d'une double, on peut prendre par exemple 9 LYR (hr 7102), mais le problème de photométrie intégrée ou non se pose.

On peut prendre 9LYR (hr 7102), avec ii=1 et ip=2.
Il s'agit d'un double à 15'(nu1 et nu2 Lyr). C'est un vrai problème photométrique. 7102.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0, Vact(avec hr 7100)=4.83

565
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.09°). Pour SUNIV1, cette étoile est F14LYR (hr 7178). Selon Baily, il s'agissait de 15LYR (hr 7192).
Malheureusement, F14 Lyr
Nous devrions prendre 14LYR (hr 7178), mais malheureusement, F14 Lyr est déja identifiée à hev3 LYR (hev 557). De plus, le texte est sans ambiguité, quand on regarde le ciel :
hev 557 : "in Jugo sequens",
hev 565 : "sub sequenti in jugo", ce qui correspond vraiment au couple 14 et 15 Lyr. On va prendre 15 Lyr, sans doute avec une erreur de transcription de la mesure : ii=3.
14 et 15 Lyr constituent un couple à plus d'un degré.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0, Vact=4.94.
Les données sont présentées dans le tableau T.A2.NIH.3. et ce problème est présenté sur la Carte F.A2.NIH.5.

étoile	alpha(°)	delta(°)	écarts angulaires(°)
hev 557	284.71	32.79	e=0.10°
F14 Lyr	284.74	32.69	
hev 565	284.81	32.63	e=0.09°
F15 Lyr	285.00	32.14	
HR 7162	284.25	32.90	

Tableau T.A2.NIH.2.
positions des étoiles voisines de la position de Hévélius 565

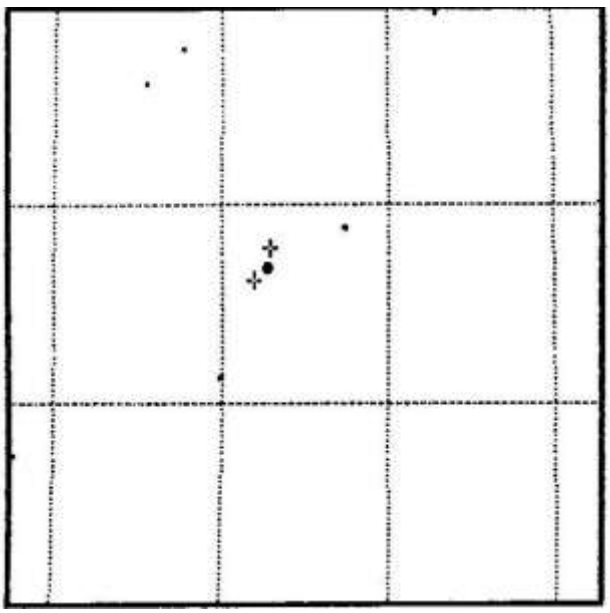


Figure F.A2.NIH.2. :
carte des étoiles actuellement existantes (dans le Bright Star Catalogue) aux environs de la position notée (marquée par +) pour Hévélius 565

579
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.04°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 2949. Selon Baily, il s'agissait de (175)nav.
Nous prenons donc hr 2949, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=3.0, mHévélius=3.0, Vact=3.86

589
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.02°). Pour SUNIV1, cette étoile est 41ORI (hr 1893). Selon Baily, il s'agissait de 43ORI (hr 1897). En fait, il s'agit de teta1 Ori, c'est à dire de la région de M42, avec ses mauvaises conditions photométriques, car il est très difficile d'estimer les étoiles sans être géné par la nébuleuse.
On prend 41ORI (hr 1893), avec ii=1 et ip=2 (nébuleuse).
mTycho=3.1, mHévélius=3.0, Vact=4.5 (tout teta) ; Vact=6.47 pour 1893+1894.

590
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (0.04°). Pour SUNIV1, cette étoile est 45ORI (hr 1901). Selon Baily, il s'agissait de 42ORI (hr 1891). Il s'agit là encore de la région de la nébuleuse d'Orion. La position est celle de 45ORI (hr 1901), ma
is il faut faire attention pour l'utilisation photométriques. ii=0 et ip=2 (nébuleuse);
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=5.26

668
désaccord d'identification entre Le programme SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.08°).Pour SUNIV1, cette étoile est hr 937. Selon Baily, il s'agissait de (253)PER.
Nous prenons hr 937, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=4.05

674
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 trouve une étoile à 0.05°, il s'agit de hr 1324. Selon Baily, il s'agissait de Piazzi IV 18.
Nous prenons hr 1324, avec ii=1 et ip=1 (double à 0.9°).
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=4.61

703
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile à 0.11°. Pour SUNIV1, cette étoile est 102PSC (hr 463). Selon Baily, il s'agissait de 100PSC.
Nous prenons 102PSC, soit hr 463, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.0, mHévélius=5.0, Vact=5.57

704
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 0.90°. Il s'agit de 102PSC (hr 463). Selon Baily, il s'agissait de aussi de 102PSC.
Malheureusment, Hévélius 703 est identifiée 102 PSC. On ne peut donc pas conclure. ii=9 (ii corrigé) et ip=9. mTycho=5.0, mHévélius=5.0.

705
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 2.11°. Pour SUNIV1, cette étoile est 68PSC (hr 274). Selon Baily, il s'agissait de 65PSC.
Nous ne pouvons pas conclure. ii=9 et ip=9.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0.

740
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile à 0.14°. Pour SUNIV1, cette étoile est 56SGR (hr 7515). Selon Baily, il s'agissait de 57SGR (hr 7561).
Nous prenons 56SGR, soit hr 7515, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0, Vact=4.86

778
Cette étoile n'est pas dans Baily (cas exceptionnel, car en règle générale, Baily est exhaustif)
Pour SUNIV1, il s'agit de 53SER (hr 6446). SUNIV1 la trouve à e=0.1°. Nous prenons ii=1 et ip=0.
mTycho=4, mHévélius=4, Vact=4.33

779
Cette étoile n'est pas dans Baily (cas exceptionnel, car en règle générale, Baily est exhaustif)
Pour SUNIV1, il s'agit de 57OPH (hr 6567). SUNIV1 la trouve à e=0.12°. Nous prenons ii=1 et ip=0.
mTycho=4, mHévélius=4, Vact=4.62

802
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily.
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.02°). Pour SUNIV1, cette étoile est 78TAU (hr 1412). Selon Baily, il s'agissait de 77TAU ((hr 1411). Nous prenons 78TAU, soit hr 1412, avec ii=1 et ip=2. Il s'agit d'une double (teta1 et teta2 Tau) séparée de 5 minutes d'arc.
mTycho=4.0, mHévélius=3.0, Vact=2.90

828
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily,
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.03°). Pour SUNIV1, cette étoile est 92TAU (hr 1479). Selon Baily, il s'agissait de 91TAU (hr 1478). Il s'agit donc d'une double, avec hrc= 1479.

La séparation est de l'ordre de 7 minutes d'arc.
Nous prenons donc hrc= 1479, avec ii=1 et ip=2
Attention au pb photométrique !!
mTycho=6.0, mHévélius=6.0, Vact=4.17

867
Problème d'identification !
Le programme SUNIV1 ne trouve rien de plus près que 1.94°. Il s'agit de 95VIR. Baily, quant à lui, ne trouve que Piazzi XIII 287, mais cela ne le satisfait pas. Nous ne pouvons pas conclure.
ii=9 et ip=9.
mTycho=6.0, mHévélius=6.0

894
désaccord d'identification entre SUNIV1 et Baily.
Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.02°). Pour SUNIV1, cette étoile est hr 3612.
Baily, quant à lui ne trouve rien de satisfaisant. Nous pouvons conclure pour hr 3612, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=4.56

En toute rigueur, le catalogue de Hévélius se termine à Hev924 (inclus). Les étoiles suivantes, de hev925 à hev932 correspondent en fait à des mesures du catalogue de Hallei. Nous avons placé malgré tout les étoiles marquées comme ayant un "ordo Tychonis", mais elles font toutes double emploi avec les étoiles de hev743 à hev752, dans le Sco. pour le recollement, nous avons posé ii=9 pour éviter des fantomes, pour toutes ces étoiles.

926
Pas d'identification par Baily. SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.08°). Il s'agit de 7SSCO.(hr 5953).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=3.2, mHévélius=3.0, Vact=2.32

927
Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.09°). Il s'agit de 6SCO.(hr 5944).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=3.2, mHévélius=3.0, Vact=2.89

928
Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.06°). Il s'agit de 14SCO.(hr 6026).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=3.91

929

Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.03°). Il s'agit de 9SCO.(hr 5993).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=5.1, mHévélius=5.0, Vact=3.96

930
Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.11°). Il s'agit de 20SCO.(hr 6084).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.0, mHévélius=4.0, Vact=2.89

931
Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.13°). Il s'agit de 21SCO.(hr 6134).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=1.0, mHévélius=1.0, Vact=0.96

932
Pas d'identification par Baily. Le programme SUNIV1 trouve une étoile plus près que O.15° (e=0.13°). Il s'agit de 23SCO.(hr 6165).
Nous prenons, avec ii=1 et ip=0.
mTycho=4.2, mHévélius=4.0, Vact=2.82

A3. Données Photométriques de Ptolémée

Nous donnons dans le tableau A2PT les données photométriques correspondant aux catalogues de Ptolémée et de sa filiation directe.

Cette annexe complète le sous-chapitre 2.3.2. Elle présente des données issues des diverses éditions du catalogue de Ptoléméee et de sa filiation directe (le Sufi, Ulugh Beigh et les Tables Alphonsines).

Le lecteur pourra se reporter aux pages 82 à 90 du premier volume de ce travail. Il retrouvera page 88 la structure détaillée du fichier utilisé pour produire ce tableau.

Le tableau Strupt présenté ci-dessous décrit le contenu des colonnes.

Tableau Strupt : contenu des colonnes de A2PT

NOM DU CHAMP	CONTENU DU CHAMP
numero	numéro d'ordre de l'étoile dans Ptolémée
Ptol	désignation par constellation
HR	numéro HR de l'étoile (numéro Bright Star Catalogue)
HRC	numéro HRC (=HR ou HR deuxième composante si double)
Ecart	écart angulaire si double (en degré)
V_BS	magnitude V du Bright Star Catalogue (V de Nicolet)
Alph	numéro de l'étoile dans les Tables Alphonsines
MKN	magnitude de Ptolémée selon Knobel
MSC	magnitude de Ptolémée selon Schjellerup
MTOO	magnitude de Ptolémée selon Toomer
MSPK	magnitude du Sufi selon Peters et Knobel
MSA	magnitude d'Argelander selon Schjellerup
MAL	magnitude dans les Tables Alphonsines de Gauricius
indices	indices de non-fiabilité : dans l'ordre, i_pty, p_ii, p_im, p_ip, p_it (voir page 88)
N°	numéro de la note éventuelle
noteOLV	thème de la note éventuelle (voir pages 3 à 7 annexe)

Tableau A2PT : données photométriques des étoiles de Ptolémée et de sa filiation directe (1028 étoiles)

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
1	1UMI	424	424	0.00	1umi	2.02	1	3.00	3.0	3.0	3.00	2.0	3.01	00000	0
2	2UMI	6789	6789	0.00	23umi	4.36	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
3	3UMI	6322	6322	0.00	22umi	4.23	3	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
4	4UMI	5903	5903	0.00	16umi	4.32	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
5	5UMI	6116	6116	0.00	21umi	4.95	5	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	4.00	00000	0
6	6UMI	5563	5563	0.00	7umi	2.08	6	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	00000	0
7	7UMI	5735	5735	0.00	13umi	3.05	7	2.00	2.0	2.0	3.00	3.0	2.00	00100	0
8	8UMI	5430	5430	0.00	5UMI	4.25	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
9	1UMA	3323	3323	0.00	1UMA	3.36	1	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	00000	0
10	2UMA	3354	3354	0.00	2UMA	5.47	2	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0
11	3UMA	3403	3403	0.00	4UMA	4.60	3	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	10000	0
12	4UMA	3576	3576	0.00	8UMA	4.76	4	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
13	5UMA	3616	3616	0.00	13UMA	4.80	5	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
14	6UMA	3771	3771	0.00	24UMA	4.56	6	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	90000	0
15	7UMA	3624	3624	0.00	14UMA	4.67	7	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	90100	0
16	8UMA	3757	3757	0.00	23UMA	3.67	8	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	00000	0
17	9UMA	3888	3888	0.00	29UMA	3.80	9	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	10000	0
18	10UMA	3894	3894	0.00	30UMA	4.59	10	4.30	4.3	4.3	4.30	4.3	4.00	10100	0
19	11UMA	3775	3775	0.00	25UMA	3.17	11	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0
20	12UMA	3569	3569	0.00	9UMA	3.14	12	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	10100	0
21	13UMA	3594	3594	0.00	12Uma	3.60	13	3.00	3.0	3.0	0.00	3.3	3.00	10000	0
22	14UMA	3662	3662	0.00	18uma	4.83	14	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	4.00	10100	0
23	15UMA	3619	3619	0.00	15uma	4.48	15	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	4.00	00000	0
24	16UMA	4301	4301	0.00	50uma	1.79	16	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10000	0
25	17UMA	4295	4295	0.00	48uma	2.37	17	2.00	2.0	2.0	2.70	0.0	2.00	10000	0
26	18UMA	4660	4660	0.00	69uma	3.31	18	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	10000	0
27	19UMA	4554	4554	0.00	64uma	2.44	19	2.00	2.0	2.0	3.20	2.3	2.00	10000	0
28	20UMA	4033	4033	0.00	33uma	3.45	20	3.00	3.3	3.0	3.30	3.3	3.00	10300	0
29	21UMA	4069	4069	0.27	34uma	3.05	21	3.00	3.3	3.0	3.30	3.0	3.00	90320	0
30	22UMA	4335	4335	0.00	52uma	3.01	22	3.70	4.0	3.7	3.30	3.0	4.00	10300	0
31	23UMA	4377	4377	0.00	54uma	3.48	23	3.00	3.3	3.0	3.30	3.3	3.00	10300	0
32	24UMA	4375	4375	0.00	53uma	4.41	24	3.00	3.3	3.0	3.30	3.7	3.00	10300	0
33	25UMA	4905	4905	0.00	77uma	1.77	25	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10000	0
34	26UMA	5055	5054	0.00	79uma	2.27	26	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10000	0
35	27UMA	5191	5191	0.00	85uma	1.86	27	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10100	0
36	28UMA	4915	4915	0.01	12CVn	2.90	28	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0
37	29UMA	4785	4785	0.00	8CVn	4.26	29	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	10002	0
38	30UMA	3705	3705	0.00	40Lyn	3.13	30	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10000	0
39	31UMA	3690	3690	0.00	38Lyn	3.82	31	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
40	32UMA	3800	3800	0.00	10LMi	4.55	32	6.70	0.0	6.7	6.00	0.0	6.70	10001	0
41	33UMA	3809	3809	0.34		4.81	33	6.70	0.0	6.7	4.00	0.0	6.70	93010	0
42	34UMA	3612	3612	0.00		4.56	34	6.70	0.0	6.7	6.00	0.0	6.70	11000	0
43	35UMA	3275	3275	0.00	31Lyn	4.25	35	6.70	0.0	6.7	6.00	0.0	6.70	90000	0
44	1DRA	6370	6370	0.00	21Dra	5.80	1	4.00	4.0	4.0	5.00	4.7	4.00	00000	0
45	2DRA	6555	6555	0.02	25Dra	4.87	2	3.70	4.0	3.7	4.00	4.0	4.00	00300	0
46	3DRA	6536	6536	0.00	23Dra	2.79	3	3.00	3.3	3.0	3.30	2.7	3.00	00300	0
47	4DRA	6688	6688	0.93	32Dra	3.75	4	4.00	4.0	4.0	3.70	3.3	4.00	00010	0
48	5DRA	6705	6705	0.00	33Dra	2.23	5	3.00	3.0	3.0	2.30	2.3	3.00	00000	0
49	6DRA	6923	6923	0.00	39Dra	4.98	6	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.01	00000	0
50	7DRA	7049	7049	0.00	46Dra	5.04	7	4.00	4.0	4.0	5.00	5.3	4.00	00000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
51	8DRA	6978	6978	0.00	45Dra	4.77	8	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	00000	0
52	9DRA	7125	7125	0.00	47Dra	4.66	9	4.00	4.0	4.0	5.00	4.7	4.00	00000	0
53	10DRA	7371	7371	0.00	58Dra	4.59	10	4.00	4.0	4.0	3.30	5.0	4.00	00000	0
54	11DRA	7310	7310	0.00	57Dra	3.07	11	4.00	4.0	4.0	4.00	3.0	4.00	00000	0
55	12DRA	7582	7582	0.00	63Dra	3.83	12	4.00	3.7	4.0	3.30	4.0	4.00	10300	0
56	13DRA	7685	7685	0.00	67Dra	4.51	13	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	4.00	10000	0
57	14DRA	7462	7462	0.00	61Dra	4.68	14	5.00	4.7	5.0	4.70	5.3	5.00	10300	0
58	15DRA	7180	7180	0.00	52Dra	4.82	15	5.00	4.7	5.0	4.70	5.3	0.00	10300	0
59	16DRA	7352	7352	0.00	60Dra	4.45	16	5.00	4.7	5.0	4.70	5.0	5.00	10300	0
60	17DRA	6637	6636	0.01	31Dra	4.58	17	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	90000	0
61	18DRA	6927	6927	0.00	44Dra	3.57	18	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00000	0
62	19DRA	6920	6920	0.00	43Dra	4.22	19	4.00	3.7	4.0	4.00	4.3	4.00	00300	0
63	20DRA	6566	6566	0.00	27Dra	5.05	20	6.00	6.0	6.0	6.00	5.3	6.00	90100	0
64	21DRA	6596	6596	0.81	28Dra	4.80	21	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00010	0
65	22DRA	6223	6223	0.00	18Dra	4.83	22	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	5.00	10100	0
66	23DRA	6319	6315	0.11	19Dra	4.89	23	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10020	0
67	24DRA	6396	6396	0.00	22Dra	3.17	24	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
68	25DRA	6132	6132	0.18	14Dra	2.74	25	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	00020	0
69	26DRA	5986	5986	0.00	13Dra	4.01	26	3.70	4.0	3.7	4.00	3.7	4.00	00300	0
70	27DRA	5744	5744	0.00	12Dra	3.29	27	3.00	3.3	3.0	3.30	3.0	3.00	00300	0
71	28DRA	5226	5226	0.00	10Dra	4.65	28	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	3.00	00100	0

72	29DRA	5291	5291	0.00	11Dra	3.65	29	3.00	3.3	3.0	3.30	3.3	3.00	00300	0
73	30DRA	4787	4787	0.00	5Dra	3.87	30	3.00	3.3	3.0	3.30	3.3	3.00	00300	0
74	31DRA	4434	4434	0.00	1Dra	3.84	31	3.00	3.3	3.0	3.30	3.3	3.00	00300	0
75	1CEP	7750	7750	0.00	1Cep	4.39	1	4.00	4.0	4.0	4.70	4.3	4.00	10000	0
76	2CEP	8974	8974	0.00	35Cep	3.21	2	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10000	0
77	3CEP	8238	8238	0.00	8Cep	3.23	3	4.00	4.0	4.0	3.70	3.0	4.00	10000	0
78	4CEP	8162	8162	0.00	5Cep	2.44	4	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	10000	0
79	5CEP	7957	7957	0.00	3Cep	3.43	5	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	10000	0
80	6CEP	7850	7850	0.00	2Cep	4.22	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10100	0
81	7CEP	8417	8417	0.00	17Cep	4.29	7	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	10000	0
82	8CEP	8694	8694	0.00	32Cep	3.52	8	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	10000	0
83	9CEP	8494	8494	0.00	23Cep	4.19	9	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	10000	0
84	10CEP	8465	8465	0.00	21Cep	3.35	10	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
85	11CEP	8469	8469	0.00	22Cep	5.04	11	5.00	5.0	5.0	6.00	5.7	5.00	90000	0
86	12CEP	8371	8371	0.00	13Cep	5.80	12	5.00	4.7	5.0	4.70	5.0	5.00	90300	0
87	13CEP	8571	8571	0.00	27Cep	3.75	13	4.00	3.7	4.0	3.70	0.0	4.00	10300	0
88	1BOO	5329	5329	0.00	17Boo	4.54	1	5.00	5.0	5.0	4.70	4.3	5.00	00000	0
89	2BOO	5350	5350	0.00	21Boo	4.75	2	5.00	5.0	5.0	4.70	4.3	5.00	00000	0
90	3BOO	5404	5404	0.00	23Boo	4.05	3	5.00	5.0	5.0	4.70	3.7	5.00	00000	0
91	4BOO	5351	5351	0.00	19Boo	4.18	4	5.00	5.0	5.0	5.00	4.0	5.00	00000	0
92	5BOO	5435	5435	0.00	27Boo	3.03	5	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	00000	0
93	6BOO	5602	5602	0.00	42Boo	3.50	6	3.70	3.7	3.7	3.70	3.0	4.00	00000	0
94	7BOO	5681	5681	0.00	49Boo	3.47	7	3.70	3.7	3.7	3.70	3.0	4.00	00000	0
95	8BOO	5734	5733	0.03	51Boo	4.31	8	4.00	4.0	4.0	4.30	3.7	4.00	10100	0
96	9BOO	5763	5763	0.00	52Boo	5.02	9	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	90030	0
97	10BOO	5728	5727	0.00	2CrB	5.58	10	3.70	3.7	3.7	4.70	5.0	4.00	11000	0
98	11CRB	5709	5709	0.00	1CRb	5.51	11	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
99	12BOO	5634	5634	0.00	45Boo	4.93	12	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	11000	0
100	13BOO	5616	5616	0.00	43Boo	4.54	13	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	11000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note	OLV
101	14BOO	5638	5638	0.00	46Boo	5.67	14	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	11000	0	
102	15BOO	5600	5600	0.00	41Boo	4.81	15	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	11000	0	
103	16BOO	5506	5506	0.00	36Boo	2.70	16	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	10000	0	
104	17BOO	5447	5447	0.00	28Boo	4.46	17	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0	
105	18BOO	5429	5429	0.00	25Boo	3.58	18	3.70	3.7	3.7	4.00	3.7	4.00	10000	0	
106	19BOO	5478	5478	0.00	30Boo	4.43	19	3.00	3.0	3.0	3.70	3.3	3.00	10000	0	
107	20BOO	5235	5235	0.00	8Boo	2.68	20	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0	
108	21BOO	5185	5185	0.00	4Boo	4.50	21	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10100	0	
109	22BOO	5200	5200	0.00	5Boo	4.07	22	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0	
110	23BOO	5340	5340	0.00	16Boo	-0.04	23	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.00	10000	0	
111	1CRB	5793	5793	0.00	5CrB	2.23	1	1.70	2.0	1.7	2.00	2.0	2.00	00301	0	
112	2CRB	5747	5747	0.00	3CrB	3.68	2	3.70	4.0	3.7	4.00	3.7	4.00	00300	0	
113	3CRB	5778	5778	0.00	4CrB	4.14	3	5.00	5.0	5.0	4.30	4.0	5.00	00000	0	
114	4CRB	5855	5855	0.00	9CrB	5.56	4	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	00100	0	
115	5CRB	5849	5849	0.00	8CrB	3.84	5	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00000	0	
116	6CRB	5889	5889	0.00	10CrB	4.63	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0	
117	7CRB	5947	5947	0.00	13CrB	4.15	7	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0	
118	8CRB	5971	5971	0.00	14CrB	4.99	0	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0	
119	1HER	6407	6406	0.00	64Her	3.48	1	3.00	3.0	3.0	3.30	0.0	3.00	00000	0	
120	2HER	6148	6148	0.00	27Her	2.77	2	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	00000	0	
121	3HER	6095	6095	0.00	20Her	3.75	3	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	00000	0	
122	4HER	6009	6008	0.01	7Her	5.00	4	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00100	0	
123	5HER	6410	6410	0.00	65Her	3.14	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00100	0	
124	6HER	6526	6526	0.00	76Her	4.41	6	3.70	3.7	3.7	5.00	5.0	4.00	00100	0	
125	7HER	6623	6623	0.00	86Her	3.42	7	3.70	3.7	3.7	4.00	3.3	4.00	00000	0	
126	8HER	6779	6779	0.00	103Her	3.83	0	3.70	3.7	3.7	4.00	3.7	4.00	00000	0	
127	9HER	6707	6707	0.00	94Her	4.41	9	3.70	3.7	3.7	4.00	4.3	4.00	00000	0	
128	10HER	6703	6703	0.00	92Her	3.70	10	3.70	3.7	4.0	4.00	3.7	4.00	00400	0	
129	11HER	6212	6212	0.00	40Her	2.81	11	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	4.00	00100	0	
130	12HER	6324	6324	0.00	58Her	3.92	12	3.70	4.0	5.0	4.00	3.3	3.00	00400	0	
131	13HER	6332	6332	0.00	59Her	5.25	13	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	4.00	90000	0	
132	14HER	6346	6346	0.00	61Her	6.69	14	5.00	5.0	3.0	5.30	5.0	5.00	90400	0	
133	15HER	6418	6418	0.00	67Her	3.16	15	4.00	3.0	4.0	3.70	3.3	3.00	10300	0	
134	16HER	6436	6436	0.00	69Her	4.65	16	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	10000	0	
135	17HER	6485	6485	0.00	75Her	4.52	17	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	10000	0	
136	18HER	6695	6695	0.00	91Her	3.86	18	4.00	4.0	4.0	0.00	4.0	4.00	10000	0	
137	19HER	6588	6588	0.00	85Her	3.80	19	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10000	0	
138	20HER	6464	6464	0.00	74Her	5.59	20	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	4.00	90000	0	
139	21HER	6509	6509	0.00	77Her	5.80	21	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	10000	0	
140	22HER	6574	6574	0.00	82Her	5.37	22	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	10100	0	
141	23HER	6220	6220	0.00	44Her	3.53	23	3.70	3.7	3.7	4.00	3.0	6.00	10000	0	
142	24HER	6168	6168	0.00	35Her	4.20	24	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10100	0	
143	25HER	6092	6092	0.00	22Her	3.89	26	3.70	4.0	3.7	3.70	3.7	4.00	10300	0	
144	26HER	6023	6023	0.00	11Her	4.26	27	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10100	0	
145	27HER	5982	5982	0.00	6Her	4.76	28	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10100	0	
146	28HER	5914	5914	0.00	1Her	4.62	29	4.00	4.0	4.0	5.00	4.3	4.00	10100	0	
147	29HER	5763	5763	0.00	52Boo	5.02	0	4.00	0.0	4.0	0.00	0.0	4.00	99150	147double_emp	
148	30HER	6117	6117	0.00	24Her	4.57	30	5.00	5.0	5.0	4.00	5.0	0.00	21000	0	
149	1LYR	7001	7001	0.00	3Lyr	0.03	1	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.00	00000	0	

150	2LYR	7052	7051	0.00	4Lyr	5.06	0	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	00100	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
151	3LYR	7057	7056	0.01	6Lyr	4.36	0	3.70	3.7	3.7	3.70	4.3	4.00	00100	0
152	4LYR	7139	7139	0.00	12Lyr	4.30	4	4.00	3.7	4.0	4.00	4.3	4.00	01350	152phot_som_?
153	5LYR	7298	7298	0.00	20Lyr	4.39	0	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0
154	6LYR	7314	7314	0.00	21Lyr	4.36	0	4.30	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00400	0
155	7LYR	7106	7106	0.00	10Lyr	3.45	7	3.00	3.0	3.0	3.30	0.0	3.00	00000	0
156	8LYR	7102	7102	0.26	9Lyr	5.25	0	4.30	4.3	4.3	4.30	5.3	4.00	01120	156phot_som_?
157	9LYR	7178	7178	0.00	14Lyr	3.24	9	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00100	0
158	10LYR	7192	7192	0.00	15Lyr	4.93	10	4.30	4.3	4.3	5.30	5.3	4.00	00100	0
159	1CYG	7418	7417	0.01	6Cyg	3.08	1	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	00000	0
160	2CYG	7478	7478	0.00	12Cyg	4.69	2	5.00	5.0	5.0	5.70	5.0	5.00	00000	0
161	3CYG	7615	7615	0.00	21Cyg	3.89	3	3.70	3.7	3.7	5.00	4.3	4.00	00000	0
162	4CYG	7796	7796	0.88	37Cyg	2.20	4	3.00	3.0	3.0	2.70	2.7	3.00	00010	0
163	5CYG	7924	7924	0.00	50Cyg	1.25	5	2.00	2.0	2.0	2.00	1.7	2.01	00001	0
164	6CYG	7528	7528	0.00	18Cyg	2.87	6	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
165	7CYG	7469	7469	0.98	13Cyg	4.48	7	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	90010	0
166	8CYG	7420	7420	0.00	10Cyg	3.79	8	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	00000	0
167	9CYG	7328	7328	0.00	1Cyg	3.77	9	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	00100	0
168	10CYG	7949	7949	0.00	53Cyg	2.46	10	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	4.00	00000	0
169	11CYG	7963	7963	0.00	54Cyg	4.53	11	3.70	3.7	3.7	4.30	4.7	4.00	00100	0
170	12CYG	8115	8115	0.00	64Cyg	3.20	12	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00100	0
171	13CYG	8028	8028	0.00	58Cyg	3.94	13	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	00000	0
172	14CYG	8079	8079	0.00	62Cyg	3.72	14	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	00100	0
173	15CYG	7730	7730	0.00	30Cyg	4.83	15	4.00	0.0	4.0	3.70	0.0	4.00	00100	0
174	16CYG	7751	7751	0.00	32Cyg	3.98	16	4.00	3.7	4.0	4.00	4.0	4.00	00300	0
175	17CYG	7844	7844	0.00	45Cyg	4.95	0	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	90000	0
176	18CYG	8130	8130	0.00	65Cyg	3.72	1	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	10000	176phot_som_?
177	19CYG	8143	8143	0.00	67Cyg	4.23	2	3.70	0.0	3.7	4.00	4.3	4.00	10000	0
178	1CAS	153	153	0.00	17Cas	3.66	1	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	00000	0
179	2CAS	168	168	0.00	18Cas	2.23	2	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.01	00000	0
180	3CAS	219	219	0.00	24Cas	3.44	3	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00100	0
181	4CAS	264	264	0.35	27Cas	2.47	4	2.70	2.7	2.7	2.70	2.0	3.00	00010	0
182	5CAS	403	403	0.00	37Cas	2.68	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
183	6CAS	542	542	0.00	45Cas	3.38	6	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	00000	0
184	7CAS	707	707	0.00	Cas	4.52	7	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
185	8CAS	343	343	0.00	33Cas	4.33	8	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	5.00	01100	0
186	9CAS	382	382	0.00	34Cas	4.98	9	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	4.00	10000	0
187	10CAS	9071	9071	0.00	8Cas	4.88	10	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00000	0
188	11CAS	130	130	0.00	15Cas	4.16	11	4.30	4.3	4.3	4.30	4.3	4.00	00100	0
189	12CAS	21	21	0.00	11Cas	2.27	12	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	00000	0
190	13CAS	9052	9045	0.17	7Cas	4.54	13	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00020	0
191	1PER	662	662	0.38	7Per	5.98	1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	4.00	90015	0
192	2PER	834	834	0.00	15Per	3.76	2	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00100	0
193	3PER	915	915	0.00	23Per	2.93	3	3.30	3.3	3.3	3.30	3.0	4.00	00000	0
194	4PER	799	799	0.00	13Per	4.12	4	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
195	5PER	854	854	0.00	18Per	3.95	5	4.00	5.0	4.0	5.00	4.0	4.00	00300	0
196	6PER	937	937	0.00	Per	4.05	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00100	0
197	7PER	1017	1017	0.00	33Per	1.79	7	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	00001	0
198	8PER	1052	1052	0.11	35Per	4.36	8	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00120	0
199	9PER	1087	1087	0.00	37Per	4.23	9	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
200	10PER	1122	1122	0.00	39Per	3.01	10	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
201	11PER	941	941	0.00	27Per	3.80	11	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
202	12PER	936	936	0.00	26Per	2.12	12	2.00	2.0	2.0	2.30	0.0	2.01	00001	0
203	13PER	947	947	0.00	28Per	4.63	13	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
204	14PER	921	921	0.00	25Per	3.39	14	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	00000	0
205	15PER	879	879	0.00	22PER	4.70	15	4.00	4.0	4.0	0.00	5.0	4.00	00000	0
206	16PER	1324	1324	0.00	Per	4.61	16	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
207	17PER	1261	1261	0.00	47Per	4.29	17	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
208	18PER	1273	1273	0.00	48Per	4.04	18	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
209	19PER	1303	1303	0.00	51Per	4.14	19	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
210	20PER	1350	1350	0.00	53Per	4.85	20	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
211	21PER	1454	1454	0.00	58Per	4.25	21	4.70	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00400	0
212	22PER	1135	1135	0.00	41Per	3.77	22	3.70	4.0	3.7	4.00	4.0	4.00	00300	0
213	23PER	1210	1210	0.00	43Per	5.28	23	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	10000	0
214	24PER	1220	1220	0.00	45Per	2.89	24	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	3.00	10000	0
215	25PER	1131	1131	0.00	38Per	3.83	25	3.30	3.3	3.3	3.30	4.0	3.00	00100	0
216	26PER	1203	1203	0.00	44Per	2.85	26	2.70	3.3	2.7	3.30	3.0	3.00	00300	0
217	27PER	1306	1306	0.00	52Per	4.71	1	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	90000	0
218	28PER	1314	1314	0.00	Cam	5.19	2	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	91000	0
219	29PER	840	840	0.00	16Per	4.23	3	6.70	0.0	6.7	5.00	4.7	6.70	00000	0
220	1AUR	2077	2077	0.00	33Aur	3.72	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
221	2AUR	2029	2029	0.00	30Aur	4.99	2	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	10000	0
222	3AUR	1708	1708	0.00	13Aur	0.08	3	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.00	00000	0
223	4AUR	2088	2088	0.00	34Aur	1.90	4	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	00000	0

224	5AUR	2012	2012	0.00	32Aur	3.97	5	4.00	4.0	4.0	5.00	4.0	4.00	10000	0
225	6AUR	2095	2095	0.00	37Aur	2.62	6	3.70	3.7	3.7	3.00	3.0	4.00	10000	0
226	7AUR	1605	1605	0.00	7Aur	2.99	7	3.70	4.0	3.7	4.00	3.7	4.00	10300	0
227	8AUR	1641	1641	0.00	10Aur	3.17	9	3.70	4.0	3.7	4.00	3.7	4.00	00300	0
228	9AUR	1612	1612	0.40	8Aur	3.75	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10110	0
229	10AUR	1577	1577	0.00	3Aur	2.69	10	3.30	3.3	3.3	3.30	3.0	3.00	10000	0
230	11AUR	1791	1791	0.00	112Tau	1.65	11	2.70	2.7	2.7	2.00	2.0	3.00	20130	0
231	12AUR	1843	1843	0.00	25Aur	4.76	12	5.00	5.0	5.0	6.00	5.0	5.00	10000	0
232	13AUR	1805	1805	0.00	24Aur	5.07	13	5.00	5.0	5.0	6.00	5.3	5.00	10000	0
233	14AUR	1706	1706	0.00	14Aur	5.02	14	6.00	6.0	6.0	0.00	0.0	6.00	93001	0
234	1OPH	6556	6556	0.00	55Oph	2.08	1	2.70	3.0	2.7	3.00	2.0	3.00	00300	0
235	2OPH	6603	6603	0.00	60Oph	2.77	2	3.70	4.0	3.7	3.30	3.0	4.00	00300	0
236	3OPH	6629	6629	0.75	62Oph	3.75	3	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00010	0
237	4OPH	6281	6281	0.00	25Oph	4.38	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
238	5OPH	6299	6299	0.00	27Oph	3.20	5	4.00	4.0	4.0	3.70	3.3	4.00	00100	0
239	6OPH	6149	6149	0.00	10Oph	3.82	6	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00100	0
240	7OPH	6056	6056	0.00	1Oph	2.74	7	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00100	0
241	8OPH	6075	6075	0.80	2Oph	3.24	8	3.00	3.3	3.0	3.00	3.3	3.00	00310	0
242	9OPH	6567	6567	0.00	57Oph	4.62	9	4.00	4.0	4.0	4.70	4.7	4.00	00000	0
243	10OPH	6698	6698	0.00	64Oph	3.34	10	4.30	4.3	4.3	3.70	3.7	4.00	00100	0
244	11OPH	6734	6734	0.00	69Oph	5.24	11	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	00100	0
245	12OPH	6378	6378	0.00	35Oph	2.43	12	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	00100	0
246	13OPH	6445	6445	0.00	40Oph	4.39	13	3.70	3.7	3.7	4.30	5.0	4.00	11100	0
247	14OPH	6402	6401	0.00	36Oph	5.33	14	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	11100	0
248	15OPH	6453	6453	0.00	42Oph	3.27	15	3.70	3.7	3.7	5.30	3.3	4.00	11100	0
249	16OPH	6486	6486	0.00	44Oph	4.17	16	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	11100	0
250	17OPH	6519	6519	0.00	51Oph	4.81	17	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	13000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
251	18OPH	6519	6519	0.00	51Oph	0.00	18	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	99090	251double_emp
252	19OPH	6175	6175	0.00	13Oph	2.56	19	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	10000	0
253	20OPH	6147	6147	0.00	8Oph	4.28	20	4.70	5.0	4.7	5.00	5.0	5.00	10300	0
254	21OPH	6118	6118	0.00	7Oph	4.42	21	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	10000	0
255	22OPH	6104	6104	0.00	4Oph	4.50	22	4.70	5.0	4.7	5.00	5.0	5.00	10300	0
256	23OPH	6153	6153	0.00	9Oph	4.45	23	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0
257	24OPH	6113	6112	0.00	5Oph	5.02	231	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	20000	0
258	25OPH	6712	6712	0.00	66Oph	4.64	1	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
259	26OPH	6714	6714	0.00	67Oph	3.97	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
260	27OPH	6723	6723	0.00	68Oph	4.45	3	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
261	28OPH	6752	6752	0.61	70Oph	4.03	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10010	0
262	29OPH	6771	6771	0.83	72Oph	3.73	5	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10010	0
263	1SER	5842	5842	0.00	21Ser	4.52	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
264	2SER	5899	5899	0.00	38Ser	4.76	2	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	90000	0
265	3SER	5933	5933	0.00	41Ser	3.85	3	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.00	00000	0
266	4SER	5867	5867	0.00	28Ser	3.67	4	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
267	5SER	5879	5879	0.00	35Ser	4.09	5	4.00	4.0	4.0	5.00	4.0	4.00	00000	0
268	6SER	5972	5972	0.00	44Ser	4.83	6	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	00000	0
269	7SER	5789	5788	0.00	13Ser	3.80	7	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
270	8SER	5868	5868	0.00	27Ser	4.43	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	20000	0
271	9SER	5854	5854	0.00	24Ser	2.65	9	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	10100	0
272	10SER	5892	5892	0.00	37Ser	3.71	10	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	10000	0
273	11SER	5881	5881	0.42	32Ser	3.53	11	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10110	0
274	12SER	6129	6129	0.77	3Oph	4.63	12	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	20110	0
275	13SER	6446	6446	0.00	53Ser	4.33	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	20000	0
276	14SER	6562	6561	0.17	55Ser	3.54	14	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	20020	0
277	15SER	6581	6581	0.00	56Ser	4.26	15	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	20000	0
278	16SER	6710	6710	0.00	57Ser	4.62	16	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
279	17SER	6869	6869	0.00	58Ser	3.26	17	3.70	3.7	3.7	3.70	3.0	4.00	10000	0
280	18SER	7142	7141	0.01	63Ser	4.62	18	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	10000	0
281	1SGE	7635	7635	0.00	12Sge	3.47	1	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00000	0
282	2SGE	7546	7546	0.00	8Sge	5.00	2	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	10000	0
283	3SGE	7536	7536	0.00	7Sge	3.82	3	5.00	5.0	5.0	5.00	4.0	5.00	10000	0
284	4SGE	7479	7479	0.00	5Sge	4.37	4	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	00000	0
285	5SGE	7488	7488	0.00	6Sge	4.37	5	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	00000	0
286	1AQL	7669	7669	0.00	63Aql	5.52	1	4.00	4.0	4.0	6.00	5.7	2.00	00000	0
287	2AQL	7602	7602	0.00	60Aql	3.71	2	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	00000	0
288	3AQL	7557	7557	0.97	53Aql	0.77	3	1.70	1.7	1.7	1.70	1.3	2.00	00111	0
289	4AQL	0	7595	0.00	59Aql	4.71	4	3.30	3.3	3.3	5.00	5.0	3.00	99190	289identifica
290	5AQL	7525	7525	0.00	50Aql	2.72	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00100	0
291	6AQL	7610	7610	0.00	61Aql	5.28	6	5.00	5.0	5.0	6.00	5.3	5.00	90000	0
292	7AQL	7429	7429	0.00	38Aql	4.45	7	5.00	5.0	5.0	6.00	4.7	5.00	00000	0
293	8AQL	7474	7474	0.00	44Aql	5.17	8	4.70	5.0	4.7	6.00	5.0	5.00	00300	0
294	9AQL	7235	7235	0.00	17Aql	2.99	9	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
295	10AQL	7570	7570	0.00	55Aql	3.90	1	3.00	3.0	3.0	3.30	0.0	3.00	20000	0
296	11AQL	7710	7710	0.00	65Aql	3.23	2	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	20000	0
297	12AQL	7377	7377	0.00	30Aql	3.36	3	3.70	3.7	3.7	3.30	3.3	3.00	20000	0
298	13AQL	7447	7447	0.00	41Aql	4.36	4	3.00	3.0	3.0	4.30	4.3	3.00	20000	0
299	14AQL	7446	7446	0.00	39Aql	4.95	5	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	21000	0
300	15AQL	7236	7236	0.00	16Aql	3.44	6	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	20000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
301	1DEL	7852	7852	0.00	2Del	4.03	1	3.30	3.3	3.3	0.00	4.0	3.00	00000	0
302	2DEL	7883	7883	0.00	5Del	5.43	2	4.30	6.0	4.3	0.00	6.0	4.00	00300	0
303	3DEL	7896	7896	0.00	7Del	5.05	3	4.00	6.0	4.0	0.00	5.0	4.00	00300	0
304	4DEL	7882	7882	0.00	6Del	3.63	0	3.30	3.3	3.3	0.00	3.3	3.00	00100	0
305	5DEL	7906	7906	0.00	9Del	3.77	0	3.30	3.3	3.3	0.00	3.7	3.00	00000	0
306	6DEL	7928	7928	0.00	11Del	4.43	0	3.30	3.3	3.3	0.00	4.0	3.00	00000	0
307	7DEL	7948	7947	0.00	12Del	5.14	0	3.30	3.3	3.3	0.00	3.3	3.00	00000	0
308	8DEL	7858	7858	0.00	3Del	5.38	0	6.00	6.0	6.0	0.00	5.7	6.00	10100	0
309	9DEL	7871	7871	0.00	4Del	4.68	0	6.00	6.0	6.0	0.00	4.7	6.00	10000	0
310	10DEL	7892	7892	0.00	8Del	5.72	0	6.00	6.0	6.0	0.00	6.0	6.00	00000	0
311	1EQU	8131	8131	0.00	8Equ	3.92	0	6.70	0.0	6.7	0.00	0.0	6.70	90000	0
312	2EQU	8178	8178	0.00	10Equ	5.16	0	6.70	0.0	6.7	0.00	0.0	6.70	00000	0
313	3EQU	8098	8097	0.09	5Equ	4.69	0	6.70	0.0	6.7	0.00	0.0	6.70	00020	0
314	4EQU	8123	8123	0.00	7Equ	4.49	0	6.70	0.0	6.7	0.00	0.0	6.70	00000	0
315	1PEG	15	15	0.00	21AND	2.06	1	2.30	2.3	2.3	0.00	2.0	2.00	20000	0
316	2PEG	39	39	0.00	88Peg	2.83	2	2.30	2.3	2.3	0.00	2.7	2.00	10000	0
317	3PEG	8775	8775	0.00	53Peg	2.42	3	2.30	2.3	2.3	0.00	2.3	2.00	10000	0
318	4PEG	8781	8781	0.00	54Peg	2.49	4	2.30	2.3	2.3	0.00	2.0	2.00	10000	0
319	5PEG	8880	8880	0.00	62Peg	4.60	5	4.00	4.0	4.0	0.00	4.7	4.00	10100	0
320	6PEG	8905	8905	0.00	68Peg	4.40	6	4.00	4.0	4.0	0.00	4.7	4.00	10000	0
321	7PEG	8650	8650	0.00	44Peg	2.94	7	3.00	3.0	3.0	0.00	3.0	3.00	10000	0
322	8PEG	8641	8641	0.00	43Peg	4.79	8	5.00	5.0	5.0	0.00	5.0	5.00	10000	0
323	9PEG	8667	8667	0.00	47Peg	3.95	9	4.00	4.0	4.0	0.00	4.0	4.00	10000	0
324	10PEG	8684	8684	0.00	48Peg	3.48	10	4.00	4.0	4.0	0.00	4.0	4.00	10000	0
325	11PEG	8634	8634	0.00	42Peg	3.40	11	3.00	3.0	3.0	0.00	3.3	3.00	10100	0
326	12PEG	8665	8665	0.00	46Peg	4.19	12	4.00	4.0	4.0	0.00	4.7	4.00	10100	0
327	13PEG	8717	8717	0.00	50Peg	4.90	13	5.00	5.0	5.0	0.00	5.0	5.00	10000	0
328	14PEG	8697	8697	0.00	49Peg	5.16	14	5.00	5.0	5.0	0.00	5.0	5.00	10000	0
329	15PEG	8450	8450	0.00	26Peg	3.53	15	3.00	3.0	3.0	0.00	3.3	3.00	10000	0
330	16PEG	8413	8413	0.00	22Peg	4.84	16	4.00	4.0	4.0	0.00	5.0	4.00	10000	0
331	17PEG	8308	8308	0.00	8Peg	2.39	17	2.70	3.0	2.7	0.00	2.7	3.00	10300	0
332	18PEG	8454	8449	0.14	27Peg	5.58	18	3.70	3.7	3.7	0.00	4.0	4.00	10020	0
333	19PEG	8430	8430	0.00	24Peg	3.76	19	3.70	3.7	3.7	0.00	4.0	4.00	10000	0
334	20PEG	8315	8315	0.00	10Peg	4.13	20	3.70	3.7	3.7	0.00	4.0	4.00	10100	0
335	1AND	165	165	0.00	31And	3.27	1	3.00	3.0	3.0	0.00	3.3	3.00	00000	0
336	2AND	154	154	0.00	29And	4.36	2	4.00	4.0	4.0	0.00	4.0	4.00	00000	0
337	3AND	163	163	0.00	30And	4.37	3	4.00	4.0	4.0	0.00	4.0	4.00	00000	0
338	4AND	68	68	0.00	25And	4.52	4	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0
339	5AND	63	63	0.00	24And	4.61	5	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0
340	6AND	82	82	0.00	27And	5.18	6	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	00000	0
341	7AND	8965	8965	0.00	17And	4.29	7	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	00000	0
342	8AND	8976	8976	0.00	19And	4.14	8	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	00000	0
343	9AND	8961	8961	0.00	16And	3.82	9	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	10000	0
344	10AND	215	215	0.00	34And	4.06	10	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	10000	0
345	11AND	271	271	0.00	38And	4.42	11	4.00	4.0	4.0	4.70	5.0	3.00	10100	0
346	12AND	337	337	0.00	43And	2.06	12	3.00	3.0	3.0	2.30	2.3	3.00	10000	0
347	13AND	269	269	0.00	37And	3.87	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	3.00	10100	0
348	14AND	226	226	0.00	35And	4.53	14	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	3.00	10000	0
349	15AND	604	603	0.00	57And	2.26	15	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	10000	0
350	16AND	496	496	0.00	Per	4.07	16	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	10100	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
351	17AND	464	464	0.00	51And	3.57	17	3.70	4.0	3.7	3.70	3.7	4.00	10300	0
352	18AND	458	458	0.00	50And	4.09	18	3.70	3.7	3.7	3.70	4.3	4.00	90100	0
353	19AND	477	477	0.00	53And	4.94	19	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
354	20AND	335	335	0.00	42And	4.25	20	5.00	3.7	5.0	5.00	4.0	4.00	10300	0
355	21AND	430	430	0.00	49And	5.27	21	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	91000	0
356	22AND	469	469	0.00	52And	4.98	22	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	91000	0
357	23AND	8762	8762	0.45	1And	3.62	23	3.00	3.0	3.0	3.70	3.7	3.00	90010	0
358	1TRI	544	544	0.00	2Tri	3.41	1	3.00	3.0	3.0	3.00	3.7	3.00	00100	0
359	2TRI	622	622	0.00	4Tri	3.00	2	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
360	3TRI	660	660	0.00	8Tri	4.87	3	4.00	4.0	4.0	5.30	5.7	4.00	00000	0
361	4TRI	664	664	0.00	9Tri	4.01	4	3.00	3.0	3.0	3.30	4.3	3.00	00000	0
362	1ARI	546	546	0.00	5Ari	4.75	1	3.30	3.0	3.3	3.00	3.7	3.00	00300	0
363	2ARI	553	553	0.00	6Ari	2.64	2	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	00000	0
364	3ARI	646	646	0.00	17Ari	5.27	3	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	10000	0
365	4ARI	669	669	0.00	22Ari	5.62	4	5.00	5.0	5.0	5.30	5.7	5.00	10000	365phot_som_?
366	5ARI	563	563	0.00	8Ari	5.10	5	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	10000	0
367	6ARI	773	773	0.00	32Ari	5.30	6	6.00	6.0	6.0	6.00	5.7	6.00	10000	0
368	7ARI	888	888	0.00	48Ari	4.63	7	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	10000	0
369	8ARI	951	951	0.00	57Ari	4.35	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
370	9ARI	972	972	0.00	58Ari	4.89	9	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
371	10ARI	1015	1015	0.00	63Ari	5.09	10	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	50000	371phot_som_?
372	11ARI	869	869	0.00	46Ari	5.63	11	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	10000	372phot_som_?
373	12ARI	847	847	0.00	43Ari	5.49	12	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	10000	0
374	13ARI	813	813	0.00	87Cet	4.27	13	3.70	4.0	3.7	4.00	5.0	4.00	01300	0
375	14ARI	617	617	0.00	13Ari	2.00	1	2.70	2.7	2.7	2.70	2.0	3.00	10108	0

376	15ARI	838	838	0.00	41Ari	3.63	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
377	16ARI	824	824	0.00	39Ari	4.51	3	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10002	0
378	17ARI	801	801	0.00	35Ari	4.66	4	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10002	0
379	18ARI	782	782	0.00	33Ari	5.30	5	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	00002	0
380	1TAU	1066	1066	0.00	5Tau	4.11	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
381	2TAU	1061	1061	0.00	4Tau	5.14	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
382	3TAU	1038	1038	0.88	2Tau	3.74	3	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	00000	0
383	4TAU	1030	1030	0.88	1Tau	3.60	4	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	00010	0
384	5TAU	1174	1174	0.00	30Tau	5.07	5	5.00	6.0	5.0	6.00	5.0	5.00	00300	0
385	6TAU	1239	1239	0.00	35Tau	3.47	6	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0
386	7TAU	1320	1320	0.00	49Tau	4.29	7	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	90000	0
387	8TAU	1251	1251	0.57	38Tau	3.91	8	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	00010	0
388	9TAU	1473	1473	0.00	90Tau	4.27	9	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
389	10TAU	1458	1458	0.00	88Tau	4.25	10	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
390	11TAU	1346	1346	0.00	54Tau	3.65	11	3.70	3.3	3.7	3.30	4.0	3.00	00300	0
391	12TAU	1373	1373	0.00	61Tau	3.76	12	3.70	3.3	3.7	3.30	4.0	3.00	00300	0
392	13TAU	1412	1412	0.09	78Tau	3.40	13	3.70	3.3	3.7	3.30	4.3	3.00	00320	392phot_som_?
393	14TAU	1457	1457	0.00	87Tau	0.85	14	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.01	00001	0
394	15TAU	1409	1409	0.00	74Tau	3.53	15	3.70	3.3	3.7	3.30	3.7	3.00	00300	0
395	16TAU	1547	1547	0.00	97Tau	5.10	16	4.00	4.0	4.0	5.00	5.3	4.00	00000	0
396	17TAU	1656	1656	0.00	104Tau	5.00	17	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	4.00	90100	0
397	18TAU	1658	1658	0.00	106Tau	5.29	18	5.00	5.0	5.0	5.00	5.7	5.00	10000	0
398	19TAU	1910	1910	0.00	123Tau	3.00	19	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0
399	20TAU	1497	1497	0.00	94Tau	4.28	20	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
400	21TAU	1791	1791	0.00	112Tau	1.65	21	3.00	0.0	3.0	0.00	0.0	3.00	99197	400double_emp

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
401	22TAU	1392	1392	0.00	69Tau	4.28	22	5.00	5.0	5.0	4.00	4.7	5.00	00000	401phot_som_?
402	23TAU	1388	1388	0.10	67Tau	5.28	23	5.00	5.0	5.0	4.00	4.7	5.00	00020	0
403	24TAU	1256	1256	0.00	37Tau	4.36	24	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	00001	0
404	25TAU	1329	1329	0.00	50Tau	4.94	25	6.00	6.0	6.0	6.00	5.7	6.00	00101	404phot_som_?
405	26TAU	1287	1287	0.00	44Tau	5.41	26	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	00000	0
406	27TAU	1268	1268	0.00	41Tau	5.20	27	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	11000	0
407	28TAU	1369	1369	0.00	59Tau	5.37	28	5.00	5.0	5.0	5.00	5.7	5.00	00000	0
408	29TAU	1348	1348	0.00	52Tau	4.95	29	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	5.00	00000	0
409	30TAU	1145	1145	0.37	19Tau	4.30	30	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.01	51010	0
410	31TAU	1156	1156	0.00	23Tau	4.18	31	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	01000	0
411	32TAU	1178	1178	0.00	27Tau	3.63	32	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	91000	0
412	33TAU	1188	1188	0.00	Tau	5.26	33	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	5.00	91001	0
413	34TAU	1101	1101	0.19	10Tau	4.28	35	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	5.00	20000	0
414	35TAU	1620	1620	0.00	102Tau	4.64	34	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	10000	0
415	36TAU	1739	1739	0.00	109Tau	4.94	3	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	4.00	10000	0
416	37TAU	1810	1810	0.00	114Tau	4.88	4	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	10000	0
417	38TAU	1946	1946	0.00	126Tau	4.86	5	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	91000	0
418	39TAU	1985	1985	0.00	129Tau	6.00	6	5.00	0.0	5.0	6.30	0.0	5.00	91000	0
419	40TAU	1875	1875	0.00	121Tau	5.38	7	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	91000	0
420	41TAU	1928	1928	0.00	125Tau	5.18	8	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	21000	0
421	42TAU	2002	2002	0.00	132Tau	4.86	9	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	5.00	21000	0
422	43TAU	2034	2034	0.00	136Tau	4.58	10	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	21000	0
423	44TAU	2084	2084	0.00	139Tau	4.82	11	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	5.00	21000	0
424	1GEM	2891	2890	0.00	66Gem	1.58	1	2.00	2.0	2.0	2.00	1.7	2.01	00000	0
425	2GEM	2990	2990	0.00	78Gem	1.14	2	2.00	2.0	2.0	2.00	1.3	2.01	00000	0
426	3GEM	2540	2540	0.00	34Gem	3.60	3	4.00	4.0	4.0	3.70	3.3	4.00	00000	0
427	4GEM	2697	2697	0.00	46Gem	4.41	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
428	5GEM	2821	2821	0.00	60Gem	3.79	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
429	6GEM	2905	2905	0.00	69Gem	4.06	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
430	7GEM	2985	2985	0.00	77Gem	3.57	7	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	00000	0
431	8GEM	2808	2808	0.00	57Gem	5.03	8	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	00000	0
432	9GEM	2810	2810	0.00	58Gem	6.02	9	5.00	5.0	5.0	4.70	5.0	5.00	91000	0
433	10GEM	2473	2473	0.00	27Gem	2.98	10	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
434	11GEM	2777	2777	0.00	55Gem	3.53	11	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	10000	0
435	12GEM	2650	2650	0.00	43Gem	3.79	12	3.00	3.0	3.0	3.70	4.0	3.00	10000	0
436	13GEM	2763	2763	0.00	54Gem	3.58	13	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.00	00000	0
437	14GEM	2216	2216	0.00	7Gem	3.28	14	3.70	3.7	3.7	3.70	3.3	4.00	00000	0
438	15GEM	2286	2286	0.00	13Gem	2.88	15	3.70	3.7	3.7	3.70	3.3	4.00	00000	0
439	16GEM	2343	2343	0.00	18Gem	4.15	16	3.70	3.7	3.7	3.30	4.7	4.00	00000	0
440	17GEM	2421	2421	0.00	24Gem	1.93	17	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	00100	0
441	18GEM	2484	2484	0.00	31Gem	3.36	18	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00100	0
442	19GEM	2134	2134	0.00	1Gem	4.16	1	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	10000	0
443	20GEM	2219	2219	0.00	44Aur	4.35	2	3.70	3.7	3.7	4.30	4.7	4.00	20101	0
444	21GEM	2529	2529	0.00	36Gem	5.27	3	5.00	5.3	5.0	5.30	6.0	5.00	10300	0
445	22GEM	3086	3086	0.00	85Gem	5.35	4	5.00	5.0	5.0	5.30	5.7	5.00	11100	0
446	23GEM	3003	3003	0.00	81Gem	4.88	5	5.00	5.0	5.0	5.30	5.7	5.00	11000	0
447	24GEM	2938	2938	0.00	74Gem	5.05	6	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	11000	0
448	25GEM	3210	3208	0.00	16Cnc	5.44	7	4.00	0.0	4.0	4.30	0.0	4.00	21001	0
449	1CNC	3429	3429	0.14	41Cnc	6.30	1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	00025	0
450	2CNC	3366	3366	0.00	33Cnc	5.33	2	4.30	4.3	4.3	4.30	6.0	4.00	00000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note	OLV
451	3CNC	3357	3357	0.00	31Cnc	5.35	3	4.30	4.3	4.3	4.30	6.0	4.00	00000	0	
452	4CNC	3449	3449	0.00	43Cnc	4.66	4	3.70	3.7	3.7	4.00	4.3	4.00	00000	0	
453	5CNC	3461	3461	0.00	47Cnc	3.94	5	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	00100	0	
454	6CNC	3572	3572	0.00	65Cnc	4.25	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0	
455	7CNC	3475	3475	0.01	48Cnc	4.02	7	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0	
456	8CNC	3176	3176	0.00	10Cnc	5.30	8	5.00	5.0	5.0	5.30	5.7	5.00	00000	0	
457	9CNC	3249	3249	0.39	17Cnc	3.52	9	3.70	4.0	3.7	3.30	3.7	4.00	20310	0	
458	10CNC	0	3669	0.00	82Cnc	5.34	1	4.30	4.0	4.3	4.30	6.0	4.00	99390	458	identifica
459	11CNC	3623	3623	0.00	76Cnc	5.24	2	4.30	4.0	4.3	4.30	6.0	4.00	10300	0	
460	12CNC	3595	3595	0.00	69Cnc	5.45	3	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	11000	0	
461	13CNC	3627	3627	0.00	77Cnc	5.14	4	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	11000	0	
462	1LEO	3731	3731	0.00	1Leo	4.46	1	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0	
463	2LEO	3773	3773	0.00	4Leo	4.31	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0	
464	3LEO	3905	3905	0.00	24Leo	3.88	3	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	00000	0	
465	4LEO	3873	3873	0.00	17Leo	2.98	4	2.70	2.7	2.7	2.70	3.0	3.00	00100	0	
466	5LEO	4031	4031	0.09	36Leo	3.44	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00120	0	
467	6LEO	4058	4057	0.00	41Leo	2.61	6	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	00000	0	
468	7LEO	3975	3975	0.00	30Leo	3.52	7	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	2.00	00000	0	
469	8LEO	3982	3982	0.00	32Leo	1.35	8	1.00	1.0	1.0	1.00	1.3	1.01	00000	0	
470	9LEO	3980	3980	0.00	31Leo	4.37	9	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0	
471	10LEO	3937	3937	0.00	27Leo	5.26	10	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0	
472	11LEO	3866	3866	0.00	16Leo	5.35	11	5.00	5.0	5.0	6.00	6.0	5.00	00000	0	
473	12LEO	3782	3782	0.00	5Leo	4.97	12	6.00	6.0	5.0	6.00	6.0	6.00	00400	0	
474	13LEO	3852	3852	0.00	14Leo	3.52	13	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	00000	0	
475	14LEO	3950	3950	0.00	29Leo	4.70	14	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0	
476	15LEO	4133	4133	0.00	47Leo	3.85	15	4.00	4.0	4.0	6.00	4.0	4.00	00000	0	
477	16LEO	4127	4127	0.00	46Leo	5.46	16	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	90000	0	
478	17LEO	4209	4209	0.00	52Leo	5.48	17	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	90000	0	
479	18LEO	4227	4227	0.00	53Leo	5.25	18	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00000	0	
480	19LEO	4300	4300	0.00	60Leo	4.42	19	5.00	5.0	6.0	4.70	4.3	4.00	00400	0	
481	20LEO	4357	4357	0.00	68Leo	2.56	20	2.30	2.0	2.3	2.00	2.3	2.00	00300	0	
482	21LEO	0	4408	0.00	81Leo	5.57	0	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	99090	482	identifica
483	22LEO	4359	4359	0.00	70Leo	3.34	0	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	10100	0	
484	23LEO	4399	4399	0.00	78Leo	3.94	23	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	00000	0	
485	24LEO	4386	4386	0.00	77Leo	4.05	24	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	00000	0	
486	25LEO	4356	4356	0.00	69Leo	5.42	0	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	90000	0	
487	26LEO	4471	4471	0.00	91Leo	4.30	26	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	00100	0	
488	27LEO	4534	4534	0.00	94Leo	2.14	27	1.30	1.0	1.3	1.00	2.0	1.00	00300	0	
489	28LEO	4192	4192	0.00	41LMi	5.08	1	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	90000	0	
490	29LEO	4260	4259	0.00	54Leo	4.50	2	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	10000	0	
491	30LEO	4310	4310	0.00	63Leo	4.63	3	4.30	4.0	4.3	4.30	5.0	4.00	10300	0	
492	31LEO	4294	4294	0.00	59Leo	4.99	4	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0	
493	32LEO	4291	4291	0.00	58Leo	4.84	5	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0	
494	33LEO	4737	4737	0.00	15Com	4.36	6	6.70	0.0	6.7	5.00	4.3	0.00	21105	0	
495	34LEO	4667	4667	0.00	7Com	4.95	7	6.70	0.0	6.7	5.00	5.0	6.70	21001	0	
496	35LEO	4789	4789	0.00	23Com	4.81	8	6.70	0.0	6.7	5.00	0.0	6.70	21000	0	
497	1VIR	4517	4517	0.00	3Vir	4.03	1	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	10000	0	
498	2VIR	4515	4515	0.00	2Vir	4.85	2	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	10000	0	
499	3VIR	4608	4608	0.00	9Vir	4.12	3	5.00	5.0	5.0	5.00	4.0	5.00	00000	0	
500	4VIR	4589	4589	0.00	8Vir	4.66	4	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	00000	0	

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note	OLV
501	5VIR	4540	4540	0.00	5Vir	3.61	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0	
502	6VIR	4689	4689	0.30	15Vir	3.89	6	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00020	0	
503	7VIR	4826	4825	0.00	29Vir	3.65	7	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	00000	0	
504	8VIR	4925	4925	0.80	46Vir	5.99	8	5.00	5.0	5.0	6.00	6.0	5.00	51010	0	
505	9VIR	4963	4963	0.00	51Vir	4.38	9	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0	
506	10VIR	4910	4910	0.00	43Vir	3.38	10	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00100	0	
507	11VIR	4828	4828	0.00	30Vir	4.88	11	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	6.00	00000	0	
508	12VIR	4847	4847	0.00	32Vir	5.22	12	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	00000	0	
509	13VIR	4932	4932	0.00	47Vir	2.83	13	2.70	3.3	2.7	3.00	2.7	3.00	00300	0	
510	14VIR	5056	5056	0.00	67Vir	0.98	14	1.00	1.3	1.0	1.30	1.0	1.01	00300	0	
511	15VIR	5107	5107	0.00	79Vir	3.37	15	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	90100	0	
512	16VIR	5095	5095	0.97	74Vir	4.69	16	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	00010	0	
513	17VIR	5100	5100	0.00	76Vir	5.21	17	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	10000	0	
514	18VIR	5150	5150	0.00	82Vir	5.01	18	4.30	4.3	4.3	5.30	6.0	5.00	10100	0	
515	19VIR	5064	5064	0.00	68Vir	5.25	19	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	90000	0	
516	20VIR	5173	5173	0.00	86Vir	5.51	20	5.00	0.0	5.0	5.30	0.0	4.00	90000	0	
517	21VIR	5232	5232	0.00	90Vir	5.15	21	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	91000	0	
518	22VIR	5338	5338	0.63	99Vir	4.08	22	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10010	0	
519	23VIR	5315	5315	0.00	98Vir	4.19	0	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0	
520	24VIR	5409	5409	0.00	105Vir	4.81	24	4.00	4.3	4.0	4.30	5.0	4.00	90300	0	
521	25VIR	5359	5359	0.00	100Vir	4.52	25	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0	
522	26VIR	5487	5487	0.00	107Vir	3.88	26	3.00	3.7	3.0	3.70	4.0	4.00	10300	0	
523	27VIR	4813	4813	0.00	26Vir	4.66	1	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0	
524	28VIR	4902	4902	0.00	40Vir	4.79	2	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0	
525	29VIR	4955	4955	0.00	49Vir	5.19	3	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	10000	0	
526	30VIR	4981	4981	0.00	53Vir	5.04	4	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	10100	0	
527	31VIR	5019	5019	0.00	61Vir	4.74	5	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	13000	0	

528	32VIR	5196	5196	0.00	89Vir	4.97	6	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	90000	0
529	1LIB	5531	5531	0.06	9Lib	2.75	1	2.00	2.0	2.0	2.70	2.3	2.00	00021	0
530	2LIB	5523	5523	0.00	7Lib	5.31	2	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	00000	0
531	3LIB	5685	5685	0.00	27Lib	2.61	3	2.00	2.0	2.0	2.70	2.0	2.00	00002	0
532	4LIB	5586	5586	0.00	19Lib	4.92	4	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	00002	0
533	5LIB	5652	5652	0.00	24Lib	4.54	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
534	6LIB	5622	5622	0.00	21Lib	5.20	6	4.00	4.0	4.0	5.30	6.0	4.00	10000	0
535	7LIB	5787	5787	0.00	38Lib	3.91	7	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
536	8LIB	5908	5908	0.00	46Lib	4.15	8	4.30	4.0	4.3	4.00	4.7	4.00	10300	0
537	9LIB	5777	5777	0.00	37Lib	4.62	1	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	90000	0
538	10LIB	5941	5941	0.00	48Lib	4.88	2	4.30	4.3	4.3	4.30	5.0	4.00	10000	0
539	11LIB	5978	5978	0.00	Sco	4.77	3	4.30	4.3	4.3	4.30	4.3	4.00	10000	0
540	12LIB	5902	5902	0.00	45Lib	5.03	4	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	00000	0
541	13LIB	0	5814	0.00	41Lib	5.38	5	5.00	5.0	5.0	6.00	6.0	4.00	99090	541identifica
542	14LIB	5810	5810	0.00	Lib	5.84	6	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	5.00	93000	0
543	15LIB	5603	5603	0.00	20Lib	3.29	7	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	4.00	10000	0
544	16LIB	5794	5794	0.00	39Lib	3.58	8	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	3.00	10000	0
545	17LIB	5812	5812	0.00	40Lib	3.66	9	4.00	4.0	4.0	0.00	4.3	4.00	10000	0
546	1SCO	5985	5984	0.00	8Sco	2.62	1	3.00	3.0	3.0	3.00	2.0	3.00	00000	0
547	2SCO	5953	5953	0.00	7Sco	2.32	2	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	00000	0
548	3SCO	5944	5944	0.00	6Sco	2.89	3	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
549	4SCO	5928	5928	0.00	5Sco	3.88	4	3.00	3.0	3.0	3.30	4.7	3.00	00000	0
550	5SCO	6027	6027	0.01	14Sco	4.01	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
551	6SCO	5993	5993	0.00	9Sco	3.96	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	01000	0
552	7SCO	6084	6084	0.00	20Sco	2.89	7	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
553	8SCO	6134	6134	0.00	21Sco	0.96	8	2.00	2.0	2.0	2.00	1.3	2.01	00000	0
554	9SCO	6165	6165	0.00	23Sco	2.82	9	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0
555	10SCO	6028	6028	0.49	13Sco	4.59	10	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	00010	0
556	11SCO	6070	6070	0.00	Sco	4.78	11	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	20000	0
557	12SCO	6241	6241	0.00	26Sco	2.29	12	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	20000	0
558	13SCO	6247	6247	0.00	Sco	3.08	13	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	4.00	90100	0
559	14SCO	0	6262	0.51	Sco	4.73	14	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	99090	559identifica
560	15SCO	0	6271	0.00	Sco	3.62	15	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	99090	560identifica
561	16SCO	6380	6380	0.00	Sco	3.33	16	3.00	3.0	3.0	3.30	0.0	3.00	90000	0
562	17SCO	6553	6553	0.00	Sco	1.87	17	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90000	0
563	18SCO	6615	6615	0.00	Sco	3.03	18	3.00	3.0	3.0	3.30	0.0	3.00	90000	0
564	19SCO	6580	6580	0.00	Sco	2.41	19	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90000	0
565	20SCO	6527	6527	0.00	35Sco	1.63	20	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	90000	0
566	21SCO	6508	6508	0.00	34Sco	2.69	21	4.00	4.0	4.0	3.30	4.0	4.00	20000	0
567	22SCO	6630	6630	0.00	Tel	3.21	1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	91005	0
568	23SCO	6494	6492	0.15	45Oph	4.29	2	4.70	0.0	4.7	5.00	0.0	5.00	90120	0
569	24SCO	6616	6616	0.00	3Sgr	4.54	3	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	91000	0
570	1SGR	6746	6746	0.00	10Sgr	2.99	1	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
571	2SGR	6859	6859	0.00	19Sgr	2.70	2	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0
572	3SGR	6879	6879	0.00	20Sgr	1.85	3	3.00	3.0	3.0	2.70	2.7	3.00	90000	0
573	4SGR	6913	6913	0.00	22Sgr	2.81	4	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0
574	5SGR	6812	6812	0.00	13Sgr	3.86	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10100	0
575	6SGR	7121	7121	0.00	34Sgr	2.02	6	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	4.00	10000	0
576	7SGR	7039	7039	0.00	27Sgr	3.17	7	3.70	3.7	4.0	3.70	3.7	4.00	10400	0
577	8SGR	7116	7120	0.22	32Sgr	4.83	8	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	90025	0
578	9SGR	7150	7150	0.00	37Sgr	3.51	9	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
579	10SGR	7217	7217	0.00	39Sgr	3.77	10	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	10000	0
580	11SGR	7264	7264	0.00	41Sgr	2.89	11	4.00	4.0	4.0	3.70	3.0	4.00	10000	0
581	12SGR	7304	7304	0.00	43Sgr	4.96	12	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	10000	0
582	13SGR	7340	7340	0.00	44Sgr	3.93	13	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	10000	0
583	14SGR	7342	7342	0.00	46Sgr	4.61	14	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	10200	0
584	15SGR	7476	7476	0.00	54Sgr	6.20	15	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	10001	0
585	16SGR	7614	7614	0.00	61Sgr	5.02	16	5.00	5.0	5.0	5.30	5.7	5.00	10000	0
586	17SGR	0	7561	0.00	57Sgr	5.92	17	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	99090	586identifica
587	18SGR	7362	7362	0.55	47Sgr	5.03	18	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	90010	587phot_som_?
588	19SGR	7431	7431	0.00	51Sgr	5.65	19	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	5.00	90100	0
589	20SGR	7292	7292	0.00	42Sgr	4.85	20	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	90000	0
590	21SGR	7234	7234	0.00	40Sgr	3.32	21	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	90000	0
591	22SGR	7194	7194	0.00	38Sgr	2.60	22	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	90000	0
592	23SGR	7343	7343	0.00	Sgr	4.29	23	2.00	2.0	2.0	4.30	0.0	2.00	91000	0
593	24SGR	7348	7348	0.00	Sgr	3.97	24	2.30	2.3	2.3	4.30	0.0	2.00	90000	0
594	25SGR	6832	6832	0.00	Sgr	3.11	25	3.00	0.0	3.0	3.30	0.0	3.00	90100	0
595	26SGR	7779	7779	0.00	Sgr	5.59	26	3.00	0.0	3.0	4.30	0.0	3.00	91000	0
596	27SGR	7581	7581	0.00	Sgr	4.13	27	3.00	0.0	3.0	4.30	0.0	3.00	90000	0
597	28SGR	7597	7597	0.00	58Sgr	4.70	28	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
598	29SGR	7618	7618	0.00	60Sgr	4.83	29	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
599	30SGR	7604	7604	0.00	59Sgr	4.52	30	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
600	31SGR	7650	7650	0.00	62Sgr	4.58	31	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
601	1CAP	7754	7754	0.10	6Cap	3.57	1	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	90020	0

602	2CAP	7773	7773	0.00	8Cap	4.76	2	6.00	6.0	6.0	5.30	5.0	6.00	00100	0
603	3CAP	7776	7776	0.05	9Cap	3.08	3	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	00020	0
604	4CAP	7715	7715	0.00	2Cap	5.85	4	6.00	6.0	6.0	6.30	6.0	6.00	00000	0
605	5CAP	7830	7830	0.01	12Cap	5.94	5	6.00	6.0	6.0	6.00	5.3	6.00	10000	0
606	6CAP	7814	7814	0.00	10Cap	5.25	6	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	10000	0
607	7CAP	7822	7822	0.00	11Cap	4.78	7	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00100	0
608	8CAP	7761	7761	0.00	7Cap	5.28	8	5.00	6.0	5.0	6.00	5.7	5.00	00300	0
609	9CAP	7889	7889	0.00	14Cap	5.22	9	6.00	6.0	6.0	6.00	5.0	6.00	00000	0
610	10CAP	7900	7900	0.00	15Cap	5.10	10	5.00	6.0	5.0	6.00	5.7	5.00	00300	0
611	11CAP	7936	7936	0.00	16Cap	4.14	11	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	6.00	00100	611inversion
612	12CAP	7980	7980	0.00	18Cap	4.11	12	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	612inversion
613	13CAP	8080	8080	0.00	24Cap	4.50	13	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
614	14CAP	8204	8204	0.00	34Cap	3.74	14	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
615	15CAP	8213	8213	0.00	36Cap	4.51	15	5.00	5.0	5.0	4.70	4.7	5.00	00000	0
616	16CAP	8127	8127	0.00	28Cap	5.24	16	5.00	5.0	5.0	6.00	5.3	5.00	00000	0
617	17CAP	8087	8087	0.00	25Cap	6.02	17	5.00	5.0	5.0	6.00	6.0	5.00	00001	0
618	18CAP	8060	8060	0.00	22Cap	4.84	18	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	00000	0
619	19CAP	8075	8075	0.00	23Cap	4.07	19	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
620	20CAP	8167	8167	0.00	32Cap	4.28	20	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
621	21CAP	8260	8260	0.00	39Cap	4.68	21	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
622	22CAP	8288	8288	0.00	43Cap	4.73	22	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00000	0
623	23CAP	8278	8278	0.00	40Cap	3.68	23	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.01	00000	0
624	24CAP	8322	8322	0.00	49Cap	2.87	24	3.00	3.0	3.0	4.00	3.0	3.00	00000	0
625	25CAP	8283	8283	0.00	42Cap	5.18	25	4.00	5.0	4.0	5.30	5.0	4.00	90300	0
626	26CAP	8351	8351	0.00	51Cap	5.08	26	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
627	27CAP	8319	8319	0.00	48Cap	5.58	27	5.00	5.0	5.0	5.00	5.3	5.00	90000	0
628	28CAP	8311	8311	0.34	46Cap	5.09	28	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	00010	0
629	1AQR	8277	8277	0.00	25Aqr	5.10	1	5.00	0.0	5.0	6.30	0.0	5.00	00000	0
630	2AQR	8414	8414	0.00	34Aqr	2.96	2	3.00	5.0	3.0	3.30	5.7	3.00	00301	0
631	3AQR	8402	8402	0.00	31Aqr	4.69	3	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	00001	0
632	4AQR	8232	8232	0.00	22Aqr	2.91	4	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	2.00	00100	0
633	5AQR	8264	8264	0.00	23Aqr	4.69	5	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	00000	0
634	6AQR	8015	8015	0.00	7Aqr	5.51	6	3.00	3.0	3.0	6.00	5.0	3.00	90000	0
635	7AQR	7990	7990	0.00	6Aqr	4.73	7	4.00	4.0	4.0	5.30	4.7	4.00	00000	0
636	8AQR	7950	7950	0.00	2Aqr	3.77	8	3.00	3.0	3.0	3.70	3.7	3.00	90000	0
637	9AQR	8518	8518	0.00	48Aqr	3.84	9	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.00	00000	0
638	10AQR	8539	8539	0.00	52Aqr	4.66	10	3.00	0.0	3.0	4.00	0.0	3.00	00000	0
639	11AQR	8559	8559	0.00	55Aqr	4.42	11	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
640	12AQR	8597	8597	0.00	62Aqr	4.02	12	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.00	00000	0
641	13AQR	8499	8499	0.00	43Aqr	4.16	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	90000	0
642	14AQR	8512	8512	0.00	46Aqr	5.37	14	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	00000	0
643	15AQR	8573	8573	0.00	57Aqr	4.82	15	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	00000	0
644	16AQR	8418	8418	0.00	33Aqr	4.27	16	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
645	17AQR	8452	8452	0.00	38Aqr	5.46	17	6.70	6.0	6.0	3.00	5.3	6.00	90400	0
646	18AQR	8709	8709	0.00	76Aqr	3.27	18	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0
647	19AQR	8679	8679	0.00	71Aqr	4.01	19	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
648	20AQR	8545	8545	0.00	53Aqr	6.35	20	5.00	5.0	5.0	6.00	6.0	5.00	90000	0
649	21AQR	8670	8670	0.00	68Aqr	5.26	21	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	90000	0
650	22AQR	8649	8649	0.00	66Aqr	4.69	22	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	5.00	10000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
651	23AQR	8610	8610	0.00	63Aqr	5.03	23	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	12000	0
652	24AQR	8698	8698	0.58	73Aqr	3.74	24	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	10010	0
653	25AQR	8782	8782	0.00	83Aqr	5.43	25	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	10000	0
654	26AQR	8834	8834	0.00	90Aqr	4.22	26	4.00	0.0	4.0	4.30	0.0	4.00	10000	0
655	27AQR	8850	8850	0.00	92Aqr	5.06	27	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
656	28AQR	8841	8841	0.00	91Aqr	4.21	28	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
657	29AQR	8865	8865	0.49	95Aqr	4.98	29	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	01010	0
658	30AQR	8866	8866	0.00	94Aqr	5.08	30	5.00	0.0	5.0	5.30	0.0	5.00	90000	0
659	31AQR	8968	8968	0.00	102Aqr	5.00	31	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	10000	0
660	32AQR	8988	8988	0.91	105Aqr	4.49	32	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	10010	0
661	33AQR	8980	8980	0.00	103Aqr	5.34	33	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	11000	0
662	34AQR	8998	8998	0.00	106Aqr	5.24	34	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	10000	0
663	35AQR	9031	9031	0.00	108Aqr	5.18	35	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	11000	0
664	36AQR	8892	8892	0.00	98Aqr	3.97	36	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
665	37AQR	8906	8906	0.00	99Aqr	4.39	37	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	665inversion
666	38AQR	8939	8939	0.00	101Aqr	4.71	38	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	666inversion
667	39AQR	8789	8789	0.00	86Aqr	4.47	39	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
668	40AQR	8817	8817	0.00	89Aqr	4.69	40	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
669	41AQR	8812	8812	0.00	88Aqr	3.66	41	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	10000	0
670	42AQR	8728	8728	0.00	24PsA	1.16	42	1.00	0.0	1.0	1.00	0.0	1.01	10000	0
671	43AQR	9098	9098	0.00	2Cet	4.55	1	3.70	0.0	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
672	44AQR	33	33	0.00	6Cet	4.89	2	3.70	0.0	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
673	45AQR	48	48	0.00	7Cet	4.44	3	3.70	0.0	3.7	3.70	0.0	4.00	90100	0
674	1PSC	8773	8773	0.00	4Psc	4.53	1	3.70	3.7	4.0	4.00	4.7	4.00	01400	0
675	2PSC	8852	8852	0.00	6Psc	3.69	2	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	00000	0
676	3PSC	8878	8878	0.00	7Psc	5.05	4	4.00	4.0	4.0	4.30	6.0	4.00	00000	0
677	4PSC	8916	8916	0.00	10Psc	4.28	3	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
678	5PSC	8969	8969	0.00	17Psc	4.13	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	90000	0
679	6PSC	8912	8911	0.15	8Psc	4.94	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00020	0

680	7PSC	8984	8984	0.00	18Psc	4.50	7	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
681	8PSC	9072	9072	0.00	28Psc	4.01	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
682	9PSC	80	80	0.00	41Psc	5.37	9	6.00	6.0	6.0	6.00	5.7	6.00	10000	0
683	10PSC	132	132	0.00	51Psc	5.67	10	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	90000	0
684	11PSC	224	224	0.00	63Psc	4.43	11	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
685	12PSC	294	294	0.00	71Psc	4.28	12	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
686	13PSC	362	361	0.01	86Psc	5.24	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
687	14PSC	330	330	0.00	80Psc	5.52	14	6.00	6.0	6.0	6.00	6.3	6.00	00000	0
688	15PSC	378	378	0.00	89Psc	5.16	15	6.00	6.0	6.0	5.00	5.3	6.00	00000	0
689	16PSC	434	434	0.00	98Psc	4.84	16	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00000	0
690	17PSC	489	489	0.00	106Psc	4.44	17	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
691	18PSC	549	549	0.00	111Psc	4.62	18	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
692	19PSC	596	596	0.00	113Psc	4.33	19	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	5.00	00000	0
693	20PSC	510	510	0.00	110Psc	4.26	20	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
694	21PSC	463	463	0.00	102Psc	5.57	21	5.00	5.0	5.0	5.30	6.0	5.00	00000	0
695	22PSC	437	437	0.00	99Psc	3.62	22	3.00	3.0	3.0	3.30	3.7	3.00	00000	0
696	23PSC	414	413	0.12	93Psc	5.38	23	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	00020	0
697	24PSC	349	349	0.00	82Psc	5.16	24	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
698	25PSC	352	352	0.00	83Psc	4.51	25	5.00	5.0	5.0	4.70	4.0	5.00	00000	0
699	26PSC	274	274	0.00	68Psc	5.42	26	6.00	6.0	6.0	6.30	6.0	6.00	00000	0
700	27PSC	262	262	0.00	67Psc	6.00	27	6.00	6.0	6.0	6.30	6.0	6.00	00100	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
701	28PSC	231	230	0.00	65Psc	7.00	28	6.00	6.0	6.0	6.30	6.0	6.00	00000	0
702	29PSC	311	310	0.01	74Psc	5.34	29	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
703	30PSC	328	328	0.00	79Psc	5.55	30	4.00	4.0	4.0	4.00	5.7	4.00	00000	0
704	31PSC	339	339	0.00	81Psc	0.00	31	4.00	0.0	4.0	4.00	6.0	4.00	08090	704inversion
705	32PSC	383	383	0.00	90Psc	4.76	32	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
706	33PSC	360	360	0.00	85Psc	4.65	33	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
707	34PSC	351	351	0.00	84Psc	0.00	34	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	08090	707inversion
708	35PSC	9067	9067	0.00	27Psc	4.86	1	4.00	4.0	4.0	4.00	5.3	4.00	90000	0
709	36PSC	9087	9087	0.00	29Psc	5.10	2	4.00	4.0	4.0	4.00	5.3	4.00	90000	0
710	37PSC	9089	9089	0.00	30Psc	4.41	3	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	90000	0
711	38PSC	3	3	0.00	33Psc	4.61	4	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	90000	0
712	1CET	896	896	0.00	91Cet	4.70	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	00000	0
713	2CET	911	911	0.26	92Cet	2.53	2	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.01	00020	0
714	3CET	804	804	0.00	86Cet	3.47	3	3.00	3.0	3.0	3.00	3.3	3.00	00000	0
715	4CET	779	779	0.00	82Cet	4.07	4	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	00000	0
716	5CET	754	754	0.00	78Cet	4.86	5	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	18090	716identifica
717	6CET	0	718	0.00	73Cet	4.28	6	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	99090	717identifica
718	7CET	649	649	0.00	65Cet	4.37	7	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0
719	8CET	708	708	0.00	72Cet	4.89	8	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
720	9CET	740	740	0.00	76Cet	4.75	9	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	00000	0
721	10CET	781	781	0.00	83Cet	4.84	10	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
722	11CET	811	811	0.00	89Cet	4.25	11	3.00	3.0	3.0	3.70	4.0	3.00	10000	0
723	12CET	509	509	0.00	52Cet	3.50	12	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
724	13CET	585	585	0.00	59Cet	4.00	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
725	14CET	539	539	0.00	55Cet	3.73	14	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	2.01	00000	0
726	15CET	402	402	0.18	45Cet	3.60	15	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	2.00	00120	0
727	16CET	334	334	0.00	31Cet	3.45	16	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	2.00	00100	0
728	17CET	235	235	0.00	19Cet	5.19	17	5.00	6.0	5.0	6.00	5.7	5.00	93300	0
729	18CET	227	227	0.00	Cet	5.59	18	5.00	0.0	5.0	6.00	0.0	5.00	93000	0
730	19CET	194	194	0.00	17Cet	4.76	19	4.70	0.0	4.7	5.30	0.0	5.00	93000	0
731	20CET	190	190	0.00	Cet	6.02	20	4.70	0.0	4.7	5.30	0.0	5.00	93100	0
732	21CET	74	74	0.79	8Cet	3.56	21	3.30	3.3	3.3	3.30	3.3	3.00	10110	0
733	22CET	188	188	0.00	16Cet	2.04	22	3.00	2.7	3.0	2.70	2.0	3.00	10300	0
734	1ORI	1880	1879	0.00	39Ori	3.66	1	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	00005	0
735	2ORI	2061	2061	0.00	58Ori	0.50	2	1.30	1.3	1.3	1.30	1.0	1.01	10001	0
736	3ORI	1790	1790	0.00	24Ori	1.64	3	1.70	1.7	2.0	2.00	2.0	2.01	10400	0
737	4ORI	1839	1839	0.00	32Ori	4.20	4	4.30	4.3	4.3	4.30	5.3	4.00	10000	0
738	5ORI	2124	2124	0.00	61Ori	4.12	5	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
739	6ORI	2241	2241	0.00	74Ori	5.04	6	6.00	0.0	6.0	6.00	0.0	6.00	10000	0
740	7ORI	2199	2199	0.00	70Ori	4.48	7	4.00	4.0	4.0	5.00	4.7	4.00	11000	0
741	8ORI	2159	2159	0.00	67Ori	4.42	8	4.00	4.0	4.0	5.00	4.7	4.00	10000	0
742	9ORI	2223	2223	0.00	72Ori	5.30	9	6.00	6.0	6.0	6.00	5.7	6.00	10100	0
743	10ORI	2198	2198	0.00	69Ori	4.95	10	6.00	6.0	6.0	6.00	5.7	6.00	10000	0
744	11ORI	2047	2047	0.00	54Ori	4.41	11	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	10000	0
745	12ORI	2135	2135	0.00	62Ori	4.63	12	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	5.00	10000	0
746	13ORI	1934	1934	0.00	47Ori	4.57	13	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
747	14ORI	1872	1872	0.00	38Ori	5.36	14	6.00	6.0	6.0	6.00	6.0	6.00	10000	0
748	15ORI	1842	1842	0.00	33Ori	5.46	15	6.00	0.0	6.0	6.00	0.0	6.00	10000	0
749	16ORI	1811	1811	0.00	30Ori	4.59	16	5.00	6.0	5.0	5.00	5.0	5.00	11300	749phot_som_?
750	17ORI	1676	1676	0.00	15Ori	4.82	17	4.00	4.0	4.0	4.00	5.3	4.00	90000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
751	18ORI	1638	1638	0.00	11Ori	4.68	18	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	90000	0
752	19ORI	1580	1580	0.00	9Ori	4.07	19	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
753	20ORI	1570	1570	0.00	7Ori	4.65	20	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0

754	21ORI	1544	1544	0.00	2Ori	4.36	21	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
755	22ORI	1543	1543	0.00	1Ori	3.19	22	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	00000	0
756	23ORI	1552	1552	0.00	3Ori	3.69	23	3.00	3.0	3.0	3.30	4.3	3.00	90000	0
757	24ORI	1567	1567	0.87	8Ori	3.72	24	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	10010	0
758	25ORI	1601	1601	0.00	10Ori	4.47	25	3.00	3.0	3.0	4.00	4.7	3.00	10000	0
759	26ORI	1852	1852	0.01	34Ori	2.23	26	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10000	0
760	27ORI	1903	1903	0.00	46Ori	1.70	27	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10000	0
761	28ORI	1950	1948	0.00	50Ori	2.05	28	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.00	10000	0
762	29ORI	1788	1788	0.00	28Ori	3.36	29	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	10000	0
763	30ORI	1892	1892	0.55	42Ori	4.59	30	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	50110	0
764	31ORI	1897	1897	0.04	43Ori	6.39	31	3.30	3.3	3.3	4.00	4.0	3.00	10120	0
765	32ORI	1899	1899	0.00	44Ori	2.77	32	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	90000	0
766	33ORI	1937	1937	0.00	49Ori	4.80	33	4.00	4.0	4.0	0.00	5.0	4.00	10000	0
767	34ORI	1855	1855	0.00	36Ori	4.62	34	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	10000	0
768	35ORI	1713	1713	0.00	19Ori	0.12	35	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.01	10001	0
769	36ORI	1735	1735	0.00	20Ori	3.60	36	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	10100	0
770	37ORI	1784	1784	0.00	29Ori	4.14	37	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
771	38ORI	2004	2004	0.00	53Ori	2.06	38	2.70	3.3	2.7	2.70	2.7	3.00	10300	0
772	1ERI	1679	1679	0.00	69Eri	4.27	1	3.70	4.0	3.7	4.00	4.0	4.00	00300	0
773	2ERI	1666	1666	0.00	67Eri	2.79	0	4.00	4.0	4.0	4.00	3.0	4.00	00000	0
774	3ERI	1617	1617	0.00	65Eri	4.81	3	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.00	90000	0
775	4ERI	1560	1560	0.00	61Eri	4.39	4	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0
776	5ERI	1520	1520	0.36	57Eri	4.02	5	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	00010	0
777	6ERI	1463	1463	0.27	48Eri	3.93	6	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	00020	0
778	7ERI	1383	1383	0.00	42Eri	5.17	7	5.00	5.0	5.0	5.30	5.3	4.00	10000	0
779	8ERI	1325	1325	0.00	40Eri	4.43	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
780	9ERI	1298	1298	0.00	38Eri	4.04	9	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
781	10ERI	1231	1231	0.00	34Eri	2.95	10	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	10000	0
782	11ERI	1162	1162	0.00	26Eri	4.42	11	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
783	12ERI	1136	1136	0.00	23Eri	3.54	12	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	10000	0
784	13ERI	1084	1084	0.00	18Eri	3.73	13	3.00	3.0	3.0	3.30	3.0	3.00	10000	0
785	14ERI	984	984	0.38	13Eri	4.80	14	3.00	3.0	3.0	4.00	4.3	3.00	10010	0
786	15ERI	917	917	0.36	9Eri	5.32	15	4.00	4.0	4.0	5.00	6.0	4.00	93010	0
787	16ERI	874	874	0.00	3Eri	3.89	16	3.00	3.0	3.0	3.70	3.0	3.00	91000	0
788	17ERI	859	859	0.00	Eri	6.32	17	4.00	4.0	4.0	5.30	6.0	4.00	93000	0
789	18ERI	818	818	0.00	1Eri	4.47	18	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	90000	0
790	19ERI	850	850	0.00	2Eri	4.75	0	4.00	4.0	4.0	4.30	4.7	4.01	90100	0
791	20ERI	919	919	0.00	11Eri	4.09	20	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	90000	0
792	21ERI	1003	1003	0.00	16Eri	3.69	21	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	90000	0
793	22ERI	1088	1088	0.00	19Eri	4.27	22	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	5.00	90000	0
794	23ERI	1173	1173	0.00	27Eri	4.23	23	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
795	24ERI	1181	1181	0.00	28Eri	5.24	24	5.00	5.0	5.0	5.30	5.0	4.00	90000	0
796	25ERI	1213	1213	0.00	33Eri	4.65	25	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
797	26ERI	1240	1240	0.00	36Eri	4.66	26	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
798	27ERI	1453	1453	0.00	50Eri	4.51	27	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	91000	0
799	28ERI	1464	1464	0.00	52Eri	3.82	28	4.00	4.0	4.0	4.00	3.7	4.00	91000	0
800	29ERI	1393	1393	0.00	43Eri	3.96	29	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	91000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
801	30ERI	1347	1347	0.00	41Eri	3.56	30	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	91000	0
802	31ERI	1195	1195	0.00	Eri	4.17	31	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	91100	0
803	32ERI	1143	1143	0.00	Eri	4.59	32	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	91100	0
804	33ERI	1190	1190	0.00	Eri	4.86	33	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	91100	0
805	34ERI	898	897	0.00	Eri	3.42	34	1.00	1.0	1.0	1.00	0.0	1.01	90201	805éclat ???
806	1LEP	1696	1696	0.00	3Lep	4.45	1	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
807	2LEP	1705	1705	0.00	4Lep	4.36	2	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	00000	0
808	3LEP	1757	1757	0.87	7Lep	5.30	3	5.00	5.0	5.0	5.00	5.7	5.00	00010	0
809	4LEP	1756	1756	0.87	6Lep	4.29	4	5.00	5.0	5.0	5.00	4.3	5.00	00010	0
810	5LEP	1702	1702	0.00	5Lep	3.31	5	3.70	3.7	3.7	3.70	3.3	4.00	00000	0
811	6LEP	1654	1654	0.00	2Lep	3.19	6	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	00000	0
812	7LEP	1865	1865	0.00	11Lep	2.58	7	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	00000	0
813	8LEP	1829	1829	0.00	9Lep	2.84	8	3.00	3.0	3.0	3.30	3.3	3.00	00000	0
814	9LEP	2035	2035	0.00	15Lep	3.81	9	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	10000	0
815	10LEP	1983	1983	0.03	13Lep	3.60	10	3.70	3.7	3.7	3.70	4.0	4.00	10000	0
816	11LEP	1998	1998	0.00	14Lep	3.55	11	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	00000	0
817	12LEP	2085	2085	0.00	16Lep	3.71	12	3.70	3.7	3.7	3.70	3.7	4.00	00000	0
818	1CMA	2491	2491	0.00	9CMa	-1.46	1	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.01	00101	0
819	2CMA	2574	2574	0.00	14CMa	4.07	2	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00100	0
820	3CMA	2593	2593	0.00	18CMa	5.00	3	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	00000	0
821	4CMA	2657	2657	0.00	23CMa	4.12	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	00000	0
822	5CMA	2596	2596	0.00	20CMa	4.37	5	4.00	4.0	4.0	0.00	4.7	4.00	00000	0
823	6CMA	2571	2571	0.00	15CMa	4.83	6	5.00	5.0	5.0	5.00	5.7	5.00	90000	823phot_som_?
824	7CMA	2443	2443	0.00	8CMa	4.43	7	5.00	5.0	5.0	5.00	6.0	5.00	90100	0
825	8CMA	2429	2429	0.00	7CMa	3.95	8	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0
826	9CMA	2294	2294	0.00	2CMa	1.98	9	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	10000	0
827	10CMA	2387	2387	0.00	4CMa	4.33	10	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	90000	0
828	11CMA	2414	2414	0.00	5CMa	4.54	11	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	90100	0
829	12CMA	2653	2653	0.00	24CMa	3.02	12	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	10000	0
830	13CMA	2580	2580	0.00	16CMa	3.87	13	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10100	0

831	14CMA	2693	2693	0.00	25CMa	1.84	14	3.30	3.0	3.3	3.00	2.0	3.00	10300	0
832	15CMA	2618	2618	0.00	21CMa	1.50	15	3.00	3.0	3.0	3.00	1.7	3.00	10000	0
833	16CMA	2538	2538	0.00	13CMa	3.96	16	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
834	17CMA	2282	2282	0.00	1CMa	3.02	17	3.00	3.0	3.0	3.00	2.7	3.00	90000	0
835	18CMA	2827	2827	0.00	31CMa	2.45	18	3.30	3.0	3.3	3.30	2.7	3.00	10300	0
836	19CMA	2714	2714	0.00	22Mon	4.15	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	21000	0
837	20CMA	2177	2177	0.00	Col	5.02	2	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0
838	21CMA	2256	2256	0.00	Col	4.37	3	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
839	22CMA	2296	2296	0.00	Col	3.85	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
840	23CMA	2361	2361	0.00	CMa	4.48	5	4.00	4.0	4.0	5.00	4.3	4.00	90000	0
841	24CMA	1996	1996	0.00	Col	5.17	6	4.00	4.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0
842	25CMA	2056	2056	0.00	Col	4.87	7	4.00	4.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0
843	26CMA	2106	2106	0.00	Col	4.36	8	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	90000	0
844	27CMA	2040	2040	0.00	Col	3.12	9	2.00	2.0	2.0	3.00	3.0	2.00	90001	0
845	28CMA	1956	1956	0.00	Col	2.64	10	2.00	2.0	2.0	3.00	2.0	2.00	90001	0
846	29CMA	1862	1862	0.00	Col	3.87	11	4.00	4.0	4.0	4.30	4.0	4.00	90000	0
847	1CMI	2845	2845	0.00	3CMi	2.90	1	4.00	4.0	4.0	4.00	3.0	4.00	00000	0
848	2CMI	2950	2943	0.18	10CMi	0.38	0	1.00	1.0	1.0	1.00	1.0	1.01	00021	0
849	1ARG	3102	3102	0.00	11Pup	4.20	1	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	90000	0
850	2ARG	3185	3185	0.00	15Pup	2.81	2	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note	OLV
851	3ARG	3045	3045	0.08	7Pup	3.34	3	4.00	4.0	4.0	3.70	3.7	4.00	10020	0	
852	4ARG	3034	3034	0.00	Pup	4.50	4	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	90000	0	
853	5ARG	2944	2944	0.00	Arg	4.70	5	4.00	4.0	4.0	5.30	5.0	4.01	90000	0	
854	6ARG	2949	2948	0.00	Arg	4.50	6	3.00	3.0	3.0	4.30	4.3	4.00	10101	0	
855	7ARG	2922	2922	0.00	Arg	4.64	7	4.00	4.0	4.0	4.00	5.3	4.00	90000	0	
856	8ARG	2996	2996	0.00	3Pup	3.96	8	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0	
857	9ARG	2993	2993	0.00	1Pup	4.59	9	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0	
858	10ARG	3113	3113	0.00	Arg	4.79	10	4.00	4.0	4.0	4.30	5.7	4.00	92000	0	
859	11ARG	0	0	0.00	Arg	0.00	11	4.00	4.0	4.0	5.30	5.0	4.00	99090	859	identifica
860	12ARG	2773	2773	0.00	Pup	2.70	12	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90100	0	
861	13ARG	2937	2937	0.00	Pup	4.53	13	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90100	0	
862	14ARG	2961	2961	0.00	Pup	4.84	14	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0	
863	15ARG	3017	3017	0.09	Pup	3.61	15	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90120	0	
864	16ARG	3084	3084	0.00	Pup	4.49	16	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0	
865	17ARG	3165	3165	0.00	Pup	2.25	17	2.00	2.0	2.0	2.00	0.0	2.01	90001	0	
866	18ARG	3080	3080	0.00	Pup	3.73	18	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0	
867	19ARG	3162	3162	0.00	Arg	5.52	19	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0	
868	20ARG	3225	3225	0.00	Pup	4.45	20	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0	
869	21ARG	3243	3243	0.00	Pup	4.44	21	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0	
870	22ARG	3439	3439	0.00	Arg	5.20	22	3.70	4.0	3.7	4.00	0.0	4.00	90300	0	
871	23ARG	3477	3477	0.00	Vel	4.07	23	3.70	4.0	3.7	4.00	0.0	4.00	90300	0	
872	24ARG	3426	3426	0.00	Vel	4.14	24	3.70	4.0	3.7	4.00	0.0	4.00	90300	0	
873	25ARG	3487	3487	0.00	Vel	3.91	25	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	93000	0	
874	26ARG	3445	3445	0.00	Vel	3.84	26	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	93100	0	
875	27ARG	3438	3438	0.00	Pyx	3.97	27	3.00	3.0	3.0	4.00	0.0	3.00	90000	0	
876	28ARG	3468	3468	0.00	Pyx	3.68	28	3.00	3.0	3.0	4.00	0.0	4.00	90100	0	
877	29ARG	3518	3518	0.00	Pyx	4.01	29	4.00	0.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0	
878	30ARG	3556	3556	0.00	Pyx	4.89	30	4.00	0.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0	
879	31ARG	3634	3634	0.00	Vel	2.21	31	2.00	0.0	2.0	2.00	0.0	2.01	90000	0	
880	32ARG	3786	3786	0.00	Vel	3.60	32	2.30	0.0	2.3	3.00	0.0	2.00	90000	0	
881	33ARG	2878	2878	0.00	Pup	3.25	33	4.00	0.0	4.0	3.70	0.0	4.00	91000	0	
882	34ARG	3055	3055	0.72	Pup	4.11	34	6.00	0.0	6.0	6.00	0.0	6.00	91011	0	
883	35ARG	3207	3207	0.60	Vel	1.78	35	2.00	0.0	2.0	2.00	0.0	2.00	90011	0	
884	36ARG	3117	3117	0.00	Car	3.47	36	2.00	0.0	2.0	4.00	0.0	2.00	91001	0	
885	37ARG	3448	3447	0.09	Vel	3.62	37	3.00	0.0	3.0	3.00	0.0	3.00	91120	0	
886	38ARG	3485	3485	0.00	Vel	1.96	38	3.00	0.0	3.0	3.00	0.0	3.00	91000	0	
887	39ARG	3498	3498	0.00	Car	4.49	39	2.00	0.0	2.0	3.00	0.0	2.00	91000	0	
888	40ARG	3734	3734	0.51	Vel	2.50	40	3.00	0.0	3.0	4.00	0.0	3.00	90110	0	
889	41ARG	3803	3803	0.00	Vel	3.13	41	3.00	0.0	3.0	3.70	0.0	3.00	90000	0	
890	42ARG	2120	2120	0.00	Col	3.96	42	3.70	3.7	3.7	4.00	0.0	4.00	90000	0	
891	43ARG	2451	2451	0.00	Pup	3.17	43	2.70	3.0	2.7	3.30	0.0	3.00	90300	0	
892	44ARG	2326	2326	0.52	Car	-0.72	44	1.00	1.0	1.0	1.00	0.0	1.01	90010	0	
893	45ARG	2553	2553	0.00	Pup	2.93	45	2.70	3.0	2.7	3.30	0.0	3.00	90300	0	
894	1HYA	3418	3418	0.00	5Hya	4.44	1	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00000	0	
895	2HYA	3410	3410	0.00	4Hya	4.16	2	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	10000	0	
896	3HYA	3482	3482	0.00	11Hya	3.38	3	4.00	4.0	4.0	4.30	3.3	4.00	00000	0	
897	4HYA	3454	3454	0.95	7Hya	4.30	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10010	0	
898	5HYA	3547	3547	0.00	16Hya	3.11	5	4.00	4.0	4.0	3.70	3.3	5.00	00000	0	
899	6HYA	3613	3613	0.00	18Hya	4.97	6	5.00	6.0	5.0	6.00	6.0	5.00	00300	0	
900	7HYA	3665	3665	0.00	22Hya	3.88	7	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0	

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note	OLV
901	8HYA	3787	3787	0.00	32Hya	4.57	8	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00000	0	
902	9HYA	3845	3845	0.00	35Hya	3.91	9	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	00000	0	
903	10HYA	3759	3759	0.57	31Hya	4.60	10	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	00010	0	
904	11HYA	3750	3750	0.00	Hya	5.38	11	6.00	6.0	6.0	6.30	6.0	6.00	91002	0	
905	12HYA	3748	3748	0.57	30Hya	1.98	12	2.00	2.0	2.0	2.00	2.0	2.01	10012	0	

906	13HYA	3849	3849	0.00	38Hya	5.06	13	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
907	14HYA	3903	3903	0.00	39Hya	4.12	14	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	10000	0
908	15HYA	3970	3970	0.00	40Hya	4.60	15	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	10000	0
909	16HYA	4094	4094	0.00	42Hya	3.81	16	3.00	3.3	3.0	3.30	4.0	3.00	00300	0
910	17HYA	4156	4156	0.00	Hya	6.03	17	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	50000	0
911	18HYA	4232	4232	0.00	Hya	3.11	18	3.00	3.0	3.0	4.30	3.3	3.00	00000	0
912	19HYA	4343	4343	0.00	11Crt	4.48	0	3.70	3.7	3.7	4.00	4.0	4.00	10100	0
913	20HYA	4314	4314	0.00	Hya	4.94	20	4.00	4.0	4.0	4.00	4.3	4.00	10000	0
914	21HYA	4450	4450	0.77	Hya	3.54	21	4.00	4.0	4.0	3.70	4.0	4.00	90010	0
915	22HYA	4494	4494	0.00	Hya	4.70	22	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0
916	23HYA	4552	4552	0.00	Hya	4.28	23	3.00	3.0	3.0	3.00	4.0	3.00	90000	0
917	24HYA	5020	5020	0.00	46Hya	3.00	24	3.70	3.7	3.7	3.30	3.0	4.00	10000	0
918	25HYA	5287	5287	0.00	49Hya	3.27	25	3.70	3.7	3.7	3.30	3.7	4.00	90000	0
919	26HYA	3321	3314	0.20		3.90	1	3.00	3.0	3.0	3.00	3.7	3.00	90020	0
920	27HYA	0	4042	0.00	22Sex	5.24	2	3.00	3.0	3.0	4.00	4.3	3.00	99090	920identifica
921	1CRT	4287	4287	0.00	7Crt	4.08	1	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.01	00000	0
922	2CRT	4405	4405	0.00	15Crt	4.08	2	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	00000	0
923	3CRT	4382	4382	0.00	12Crt	3.56	3	4.00	4.0	4.0	4.00	3.3	4.00	00100	0
924	4CRT	4514	4514	0.00	27Crt	4.73	4	3.70	3.7	3.7	5.30	6.0	4.00	10000	0
925	5CRT	4402	4402	0.00	14Crt	4.83	5	4.00	4.0	4.0	4.30	4.3	4.00	10100	0
926	6CRT	4567	4567	0.00	30Crt	5.18	6	4.30	4.3	4.3	4.30	5.0	4.00	10100	0
927	7CRT	4468	4468	0.00	21Crt	4.70	7	4.00	4.0	4.0	4.30	5.0	4.00	10000	0
928	1CRV	4623	4623	0.00	1Crv	4.02	1	3.00	3.0	3.0	3.30	4.0	3.00	10000	0
929	2CRV	4630	4630	0.00	2Crv	3.00	2	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	10000	0
930	3CRV	4696	4696	0.00	5Crv	5.21	3	5.00	5.0	5.0	5.00	5.0	5.00	10000	0
931	4CRV	4662	4662	0.00	4Crv	2.59	4	3.00	3.0	3.0	3.00	2.0	3.01	10000	0
932	5CRV	4757	4757	0.00	7Crv	2.95	5	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	10000	0
933	6CRV	4775	4775	0.00	8Crv	4.31	6	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	10000	0
934	7CRV	4786	4786	0.00	9Crv	2.65	7	3.00	3.0	3.0	3.00	2.3	3.00	10000	0
935	1CEN	5192	5192	0.00	2Cen	4.19	1	4.70	4.7	4.7	5.00	5.0	5.00	00000	0
936	2CEN	5221	5221	0.00	4Cen	4.73	2	4.70	4.7	4.7	5.00	4.3	5.00	00000	0
937	3CEN	5168	5168	0.00	1Cen	4.23	3	3.70	3.7	3.7	4.00	4.3	5.00	00100	0
938	4CEN	5211	5210	0.00	3Cen	4.56	4	4.70	4.7	4.7	5.00	4.3	5.00	00000	0
939	5CEN	5028	5028	0.00	Cen	2.75	5	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	90000	0
940	6CEN	5288	5288	0.00	5Cen	2.06	6	3.00	3.0	3.0	3.00	3.0	3.00	90000	0
941	7CEN	5089	5089	0.00	Cen	3.88	7	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
942	8CEN	5367	5367	0.00	Cen	4.05	8	4.00	4.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0
943	9CEN	5378	5378	0.00	Cen	4.42	9	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0
944	10CEN	5485	5485	0.00	Cen	4.05	10	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	944phot_som_?
945	11CEN	5471	5471	0.00	Cen	4.00	11	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90100	0
946	12CEN	5190	5190	0.00	Cen	3.41	12	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
947	13CEN	5193	5193	0.00	Cen	3.04	13	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
948	14CEN	5248	5248	0.00	Cen	3.83	14	3.70	3.7	3.7	4.00	0.0	4.00	90000	0
949	15CEN	5285	5285	0.00	Cen	4.36	15	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
950	16CEN	5440	5440	0.64	Cen	2.31	16	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90110	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
951	17CEN	5576	5576	0.00	Cen	3.13	17	4.00	4.0	4.0	3.70	0.0	4.00	90100	0
952	18CEN	5231	5231	0.00	Cen	2.55	18	2.70	2.7	2.7	3.00	0.0	3.01	90101	0
953	19CEN	5260	5260	0.00	Cen	4.34	19	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90001	0
954	20CEN	5249	5249	0.00	Cen	3.87	20	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90001	0
955	21CEN	0	0	0.00	Cen	0.00	21	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	99090	955omega Cen
956	22CEN	4940	4940	0.00	Cen	4.71	22	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	91000	0
957	23CEN	4819	4819	0.00	Cen	2.17	23	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90000	0
958	24CEN	4802	4802	0.00	Cen	3.86	24	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
959	25CEN	4743	4743	0.00	Cen	3.91	25	5.00	5.0	5.0	4.70	0.0	5.00	90000	0
960	26CEN	4621	4621	0.05	Cen	2.60	26	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	2.00	90020	0
961	27CEN	4638	4638	0.00	Cen	3.96	27	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
962	28CEN	5172	5172	0.00	Cen	4.65	28	4.00	4.0	4.0	5.30	0.0	4.00	91000	0
963	29CEN	5132	5132	0.00	Cen	2.30	29	2.00	2.0	2.0	3.00	0.0	2.00	91000	0
964	30CEN	5141	5141	0.00	Cen	5.01	30	3.00	3.0	3.0	0.00	0.0	3.00	91003	0
965	31CEN	4764	4763	0.04	Cru	1.63	31	2.00	2.0	2.0	2.00	0.0	1.01	91020	0
966	32CEN	4853	4853	0.00	Cru	1.25	32	2.00	2.0	2.0	2.00	0.0	2.01	91000	0
967	33CEN	4656	4656	0.00	Cru	2.80	33	4.00	4.0	4.0	3.30	0.0	4.00	91100	0
968	34CEN	4731	4731	0.00	Cru	2.09	34	2.00	2.0	2.0	2.00	0.0	2.01	91100	0
969	35CEN	5460	5459	0.00	Cen	-0.01	35	1.00	1.0	1.0	1.00	0.0	1.01	91000	0
970	36CEN	5267	5267	0.00	Cen	0.61	36	2.00	2.0	2.0	1.70	0.0	2.01	91000	0
971	37CEN	4899	4898	0.01	Cru	4.03	37	4.00	0.0	4.0	4.30	0.0	3.00	91000	0
972	1LUP	5571	5571	0.00	Lup	2.68	1	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90000	0
973	2LUP	5469	5469	0.00	Lup	2.30	2	3.00	3.0	3.0	3.00	0.0	3.00	90000	0
974	3LUP	5696	5695	0.11	Lup	3.22	3	4.00	4.0	4.0	3.70	0.0	4.00	90020	0
975	4LUP	5776	5776	0.00	Lup	2.78	4	4.00	4.0	4.0	3.30	0.0	4.00	90000	0
976	5LUP	5708	5708	0.00	Lup	3.37	5	4.00	4.0	4.0	3.70	0.0	4.00	90000	0
977	6LUP	5626	5626	0.00	Lup	4.05	6	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
978	7LUP	5606	5605	0.00	Lup	4.72	7	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
979	8LUP	5683	5683	0.00	Lup	4.27	8	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
980	9LUP	5647	5646	0.01	Lup	3.87	9	5.00	5.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
981	10LUP	5649	5649	0.00	Lup	3.41	10	5.00	5.0	5.0	4.30	0.0	5.00	90000	0
982	11LUP	5453	5453	0.00	Lup	4.05	11	5.00	5.0	5.0	0.00	0.0	5.00	92003	0

983	12LUP	5354	5354	0.00	Lup	3.55	12	4.00	4.0	4.0	4.30	0.0	4.00	90000	0
984	13LUP	5396	5395	0.16	Lup	4.56	13	3.70	3.7	3.7	5.00	0.0	4.00	90020	0
985	14LUP	5948	5948	0.00	Lup	3.41	14	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90100	0
986	15LUP	5991	5987	0.14	Lup	4.23	15	3.70	3.7	3.7	5.00	0.0	4.00	90020	0
987	16LUP	0	5820	0.00	Lup	4.67	16	4.00	0.0	4.0	4.70	0.0	4.00	99090	987identifica
988	17LUP	0	5883	0.00	5Lup	3.95	17	4.00	0.0	4.0	5.30	0.0	4.00	99090	988identifica
989	18LUP	5660	5660	0.00	1Lup	4.91	18	3.70	0.0	3.7	6.00	0.0	4.00	90000	0
990	19LUP	5686	5686	0.00	2Lup	4.34	19	3.70	0.0	3.7	5.30	0.0	4.00	90000	0
991	1ARA	6537	6537	0.00	Ara	4.59	1	5.00	5.0	5.0	6.00	0.0	5.00	90000	0
992	2ARA	6743	6743	0.00	Ara	3.66	2	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0
993	3ARA	6510	6510	0.00	Ara	2.95	3	3.70	3.7	3.7	3.70	0.0	4.00	90000	0
994	4ARA	6295	6295	0.00	Ara	4.06	4	5.00	5.0	5.0	5.30	0.0	5.00	90000	0
995	5ARA	6462	6462	0.85	Ara	3.34	5	3.70	3.7	3.7	4.30	0.0	4.00	90010	0
996	6ARA	6461	6461	0.85	Ara	2.85	6	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90010	0
997	7ARA	6285	6285	0.00	Ara	3.13	7	4.00	4.0	4.0	4.00	0.0	4.00	90000	0
998	1CRA	0	6897	0.00	Tel	3.51	1	4.00	0.0	4.0	4.00	0.0	4.00	99090	998identifica
999	2CRA	7062	7062	0.00	CrA	5.49	2	5.00	5.0	5.0	6.00	0.0	5.00	90000	0
1000	3CRA	7122	7122	0.00	CrA	5.36	3	5.00	5.0	5.0	6.00	0.0	5.00	90000	0

numero	Ptol.	HRC	HR	Ecart	Flamst.	V_BS	Alph.	MKN	MSC	MTOO	MSPK	MSA	MAL	indices	N°note OLV
1001	4CRA	7188	7188	0.00	CrA	4.75	4	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
1002	5CRA	7242	7242	0.00	CrA	4.59	5	5.00	5.0	5.0	5.30	0.0	5.00	90000	0
1003	6CRA	7259	7259	0.00	CrA	4.11	6	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
1004	7CRA	7254	7254	0.00	Cra	4.11	7	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
1005	8CRA	7227	7227	0.00	Cra	5.01	8	4.00	4.0	4.0	5.00	0.0	4.00	90000	0
1006	9CRA	7152	7152	0.00	Cra	4.87	9	6.00	0.0	6.0	6.00	0.0	6.00	90101	0
1007	10CRA	7129	7129	0.00	Cra	5.38	10	6.00	0.0	6.0	6.00	0.0	6.00	90001	0
1008	11CRA	7021	7021	0.00	Cra	5.13	11	5.00	5.0	5.0	5.30	0.0	6.00	90000	0
1009	12CRA	6942	6942	0.00	Cra	5.16	12	5.00	0.0	5.0	5.30	0.0	5.00	92000	0
1010	13CRA	6951	6951	0.00	Cra	4.64	13	5.00	0.0	5.0	5.00	0.0	5.00	90000	0
1011	1PSA	8728	8728	0.00	24PsA	1.16	1	1.00	0.0	1.0	1.00	0.0	0.00	99007	1011double_emp
1012	2PSA	8576	8576	0.00	17PsA	4.29	0	4.00	4.0	4.0	4.00	4.0	4.00	90000	0
1013	3PSA	8695	8695	0.00	22PsA	4.46	3	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	90000	0
1014	4PSA	8720	8720	0.98	23PsA	4.21	4	4.00	4.0	4.0	4.00	4.7	4.00	90010	0
1015	5PSA	8628	8628	0.00	18PsA	4.17	5	3.70	4.0	3.7	4.00	4.0	4.00	90300	0
1016	6PSA	8431	8431	0.00	14PsA	4.50	6	5.00	5.0	5.0	5.00	4.7	5.00	90000	0
1017	7PSA	8570	8570	0.00	PsA	6.43	7	5.00	4.0	5.0	5.30	5.3	5.00	90300	0
1018	8PSA	8478	8478	0.00	16PsA	5.43	8	4.00	4.0	4.0	5.00	5.0	4.00	90000	0
1019	9PSA	8386	8386	0.00	12PsA	5.42	9	4.00	4.0	4.0	5.00	5.3	4.00	90000	0
1020	10PSA	8326	8326	0.00	10PsA	5.01	10	4.00	4.0	4.0	5.30	4.7	4.00	90000	0
1021	11PSA	8305	8305	0.00	9PsA	4.34	11	4.00	4.0	4.0	4.00	5.0	4.00	90000	0
1022	12PSA	8353	8353	0.00	Gru	3.01	0	4.00	4.0	4.0	3.30	0.0	4.00	90000	0
1023	13PSA	8069	8069	0.00	Mic	5.53	1	3.30	0.0	3.3	0.00	0.0	3.00	93007	0
1024	14PSA	8151	8151	0.00	Mic	4.82	2	3.30	0.0	3.3	0.00	0.0	3.00	93007	0
1025	15PSA	8229	8229	0.00	Mic	5.29	3	3.30	0.0	3.3	0.00	0.0	3.00	93107	0
1026	16PSA	8180	8180	0.00	MIC	5.77	4	5.00	0.0	5.0	0.00	0.0	5.00	93001	0
1027	17PSA	8039	8039	0.00	MIC	4.67	5	4.00	0.0	4.0	0.00	0.0	4.00	93007	0
1028	18PSA	7965	7965	0.00	MIC	4.90	6	4.00	0.0	4.0	0.00	0.0	4.00	93107	0

Table générale des matières

Table des matières

AVERTISSEMENT à la première édition (avril 1990) 3
Résumé des différents chapitres 6

PREMIERE PARTIE A PRIORI : OBJET, PROBLEMES et STRATEGIES 11

Chapitre 1.1. Les variations séculaires : une question restée en suspens ... 12
1.1.1. L'historique de l'étude des variations séculaires 12
1.1.2. Le point de vue astronomique actuel 15
1.1.3. Les causes potentielles des variations 16
1.1.4. Signatures des causes 21
Chapitre 1.2. Premières réflexions méthodologiques 24
1.2.1 Comment formuler une question sensée ? 24
1.2.2. Les analyses factorielles et les classifications 25
1.2.3. Les analyses possibles dans l'espace temporel 29
1.2.4. Les analyses dans l'espace frequentiel 33
Chapitre 1.3. Quelques enseignements des données publiées par Flammarion .. 35
1.3.1. Les données de Flammarion 35
1.3.2. L'allure des résultats de l'analyse du tableau dédoublée 35
1.3.3. ce qu'il en ressort 60

DEUXIEME PARTIE CORPUS : SOURCES, DONNEES et FIABILITES 62

Chapitre 2.1. Stratégie générale de constitution d'un corpus photométrique issu des diverses estimations d'éclat 63
2.1.1. Corpus de données photométriques et corpus d'indices de signatures 63
2.1.2. Catalogues de catalogues photométriques et sources 64
2.1.3. Les familles d'indices de fiabilité liés aux catalogues 70
2.1.4. les autres types d'indices de causes 72
Chapitre 2.2 Les problèmes généraux des catalogues photométriques "anciens" 73
2.2.1. Quelques éléments historiques autour du choix de la sélection des sous-catalogues "anciens" 73
2.2.2. L'identification des étoiles 73
2.2.3. Le biais de fixité : 74
2.2.4. Les problèmes de désaccord des sources ou des copies 75
2.2.5. les problèmes de duplicité 76
2.2.6. Les commentaires des catalogues photométriques anciens 77
chapitre 2.3. Les données des trois sous-catalogues "anciens" 78
2.3.1. Ptolémée et sa filiation 78
2.3.2. Tycho Brahé 85
2.3.3. Jean Hévélius 96
2.3.4. le récolement des 3 sous catalogues anciens 101
2.3.5. le fichier de synthèse : ANCIENS.DBF 108
Chapitre 2.4 les catalogues photométriques "modernes" 109
2.4.1. Quelques éléments historiques autour du choix de la sélection des sous-catalogues "modernes" 109
2.4.2. les stratégies vis à vis des catalogues modernes 110
2.4.3. Bayer, Bradley et Flamsteed 110
2.4.4. Sir William Herschel 113
2.4.5. Flammarion, Piazzi, Argelander et Heis 119
2.4.6. Le récolement des catalogues modernes 123
Chapitre 2.5 Les données et les problèmes généraux des catalogues photométriques "contemporains" 127
2.5.1. Sources des catalogues contemporains retenus 127

2.5.2. L'inévitable problème des doubles 128
2.5.3. la Bonner Durchmusterung 132
2.5.4. La Revised Harvard Photometry 132
2.5.5. Catalogue de Mermilliod 133
2.5.6. Le fichier de synthèse CONTEMPO.DBF 137
Chapitre 2.6. Le récolement général des catalogues photométriques et des différents indices 142
2.6.1. Précautions d'objectif (et donc de méthode) 142
2.6.2. Le récolement Anciens - Modernes 142
2.6.3. Création du fichier CORPUSMA.DBF qui contient A+M+C : 149
Chapitre 2.7. Le corpus d'indices de recherche des signatures des causes de variation 153
2.7.1. Regard sur les indices liés au corpus 153
2.7.2. Synthèse des indices liés au corpus de magnitude 153
2.7.3. Création des indices non liés au recueil et à l'établissement du corpus. 157
Chapitre 2.8. En guise de conclusion à notre parcours dans l'Uranométrie .. 160

TROISIEME PARTIE GRADUS : DESCRIPTIONS CLASSIQUES et CONSTATS 162

Chapitre 3.1. Les stratégies de description de nos données 163
3.1.1. Le découpage des stratégies d'analyse : stratégies classiques stratégies spécifiques 163
3.1.2. Les différentes analyses factorielles "classiques" possibles à partir du tableau des magnitudes 166
3.1.3. Regards statistiques sur les données avant l'AFC 168
Chapitre 3.2. L'analyse du tableau quantitatif dédoublé 176
3.2.1. Le tableau quantitatif dédoublé 176
3.2.2. Les résultats bruts de l'analyse 179
3.2.3. Les graphiques des plans factoriels 187
3.2.4. Les étoiles atypiques 195
3.2.5. L'interprétation de l'analyse 204
Chapitre 3.3. L'analyse des écarts aux valeurs attendues 205
3.3.1. Le tableau des écarts aux valeurs attendues 205
3.3.2. Le codage utilisé 209
3.3.3. Le tableau analysé dans le codage par les écarts aux valeurs attendues 212
3.3.4. Les résultats bruts de l'analyse 219
3.3.5. L'interprétation de l'analyse 235
Chapitre 3.4. L'analyse du tableau créé avec un codage flou en magnitude entière 243
3.4.1. Les codages flous possibles et le choix 243
3.4.2. L'analyse mise en place 245
3.4.2. Les résultats bruts 247
3.4.3. Les lignes de l'analyse 269
3.4.4. En guise de synthèse de cette analyse 274
Chapitre 3.5. Quelques réflexions pour la comparaison des analyses 275
3.5.1. Sapins, oiseaux et serpents : Retour sur les trois regards 275
3.5.2. A propos du codage idéal 276
3.5.3. qu'attendre de la partie 4 IN FINE ? 276

QUATRIEME PARTIE IN FINE : AVENIR ET CONCLUSIONS..... 277

Chapitre 4.1. Où en sommes-nous ? 278
4.1.1. Les constats ponctuels 278
4.1.2. Notre contribution à l'étude des estimations historiques 279
4.1.3. Nous n'avons pas été assez loin 280
Chapitre 4.2. Réflexions sur les nouveaux outils 282

4.2.1. Retour sur la réflexion préalable 282
4.2.2. Ce que nous pouvons améliorer 283
4.2.3. Les nouvelles analyses 284
Chapitre 4.3. Plus de doutes ? 286

DOCUMENTS ANNEXES 289

Table des annexes 290
A1. LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES 291
A2.NIP CATALOGUE DE PTOLEMEE notes individuelles sur les étoiles 296
A2.NIP CATALOGUE DE TYCHO BRAHE notes individuelles sur les étoiles 300
A2.NIH CATALOGUE DE HEVELIUS notes individuelles sur les étoiles 321
Données photométriques des étoiles de Ptolémée et de sa filiation directe (1028 étoiles) 335

Table générale des matières 349