

POUR UNE HISTOIRE DE LA GALAXIE (3)

Après les grandes découvertes du XVII^{ème} siècle - la lunette, la résolution en étoiles de la Voie Lactée, ... -le siècle suivant paraît marquer une certaine pause. On perfectionne les instruments, on affine les mesures (Bradley), on accumule les bonnes observations (Messier), on lance de bonnes et grandes idées (Lalande, Kant, Lambert), on ne lâche surtout pas la mine qu'est l'héritage de Newton (Clairaut, d'Alembert, Laplace, Lagrange). Comme toujours dans l'histoire de l'astronomie un profond travail de réflexion prépare l'épanouissement d'une nouvelle grande époque.

Ce sera celle du tournant des deux siècles, le dix-huitième et le dix-neuvième, avec ce qui peut paraître le couronnement, l'achèvement de la mécanique céleste, avec ce qui ne paraîtra pas tout de suite la grande novation, les premières observations astrophysiques de Herschel. Mais avec Herschel, c'est bien la grande astrophysique qui commence.

DES PRECURSEURS

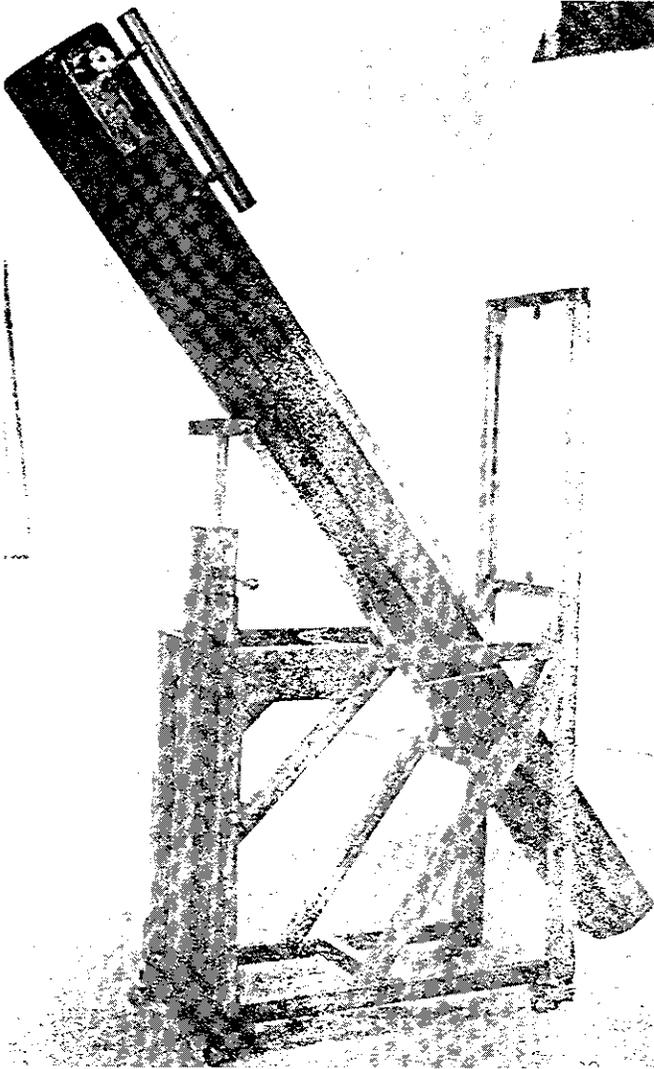
En 1774, Alexander Wilson, professeur d'astronomie à Glasgow, émet l'hypothèse que les taches du Soleil sont des dépressions dans la surface du Soleil qui révèlent des couches inférieures non lumineuses. Les bords de pénombre des taches ne sont-elles pas comme les bords escarpés d'une dépression ? Au contraire, à la même époque (deux ans plus tard), dans un grand "Mémoire sur les taches du Soleil et sur sa rotation" (Mémoires de l'Académie des Sciences pour 1776, p.457), Lalande écrit : "J'ai pensé que les taches étaient plutôt les éminences d'un noyau solide, découvertes et recouvertes alternativement par le flux et le reflux de la matière ignée où elles sont presque toujours plongées." Notons d'ailleurs que cette curieuse hypothèse sur la nature des taches n'occupe qu'une faible partie de son mémoire beaucoup plus développé sur la méthode pour calculer la position d'une tache et en déduire la vitesse de rotation du Soleil et la position de son équateur.

Autre question soulevée par ces précurseurs, le mouvement des étoiles et celui du Soleil en particulier. Tobias Mayer, à Goettingen, est persuadé, dès 1760, que l'ensemble des étoiles dites fixes est animé de mouvements divers, que la constance de l'aspect des constellations n'est que relative. Lalande a bien observé le mouvement de rotation du Soleil sur lui-même ; il écrit : "une force quelconque imprimée à un corps et capable de le faire tourner autour de son centre, ne peut manquer aussi de déplacer le centre, et l'on ne saurait concevoir l'un des mouvements sans l'autre. Il paraît donc très vraisemblable que le Soleil a un mouvement réel dans l'espace absolu ; mais comme il entraîne nécessairement la Terre, de même que toutes les planètes et les comètes qui tournent autour de lui, nous ne pouvons nous apercevoir de ce mouvement, à moins que par la suite des siècles le Soleil soit arrivé sensiblement plus près des Etoiles qui sont vers une région du ciel que de celles qui sont opposées." En note, il ajoute une précision : "Si les positions des Etoiles observées par Hipparque il y a près de deux mille ans avaient plus de précision, on pourrait commencer à voir si les différences de longitudes sont plus grandes d'un côté et plus petites de l'autre que celles qui avaient lieu de son temps ; mais un jour viendra où cette comparaison pourra nous apprendre quelque chose sur la question dont il s'agit." Enfin, dans la conclusion de son mémoire, Lalande émet une nouvelle hypothèse : "Il peut se faire aussi que le Soleil et la plupart des Etoiles soient, avec leurs systèmes, dans une espèce d'équilibre entre tous les systèmes environnants ; et dans ce cas, il n'y aurait qu'une circulation périodique du centre du Soleil autour du centre de gravité universel." L'idée est reprise par Alexander Wilson qui la développe dans un texte "Thoughts on General Gravitation" qui paraît à Londres en 1777 et que Herschel lira.

Par quelles observations, par quelles réflexions, Herschel devra-t-il commencer pour élaborer ses idées sur la Voie Lactée ? Heureusement il ne se pose pas la question. Par son origine, il est un astronome "amateur", il est curieux de tout. Il va avancer dans tous les domaines.

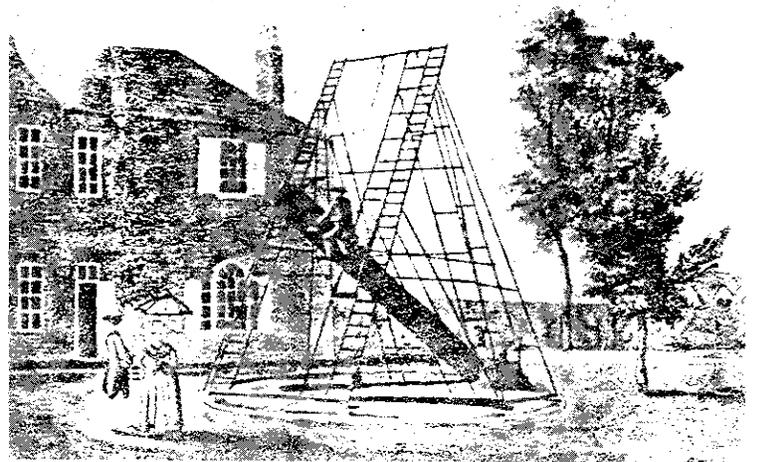
L'INGENIEUX HERSCHEL

N'oublions pas que durant ses débuts, Herschel assure la conduite d'un orchestre dans la ville d'eaux de Bath, l'astronomie n'est que son occupation de loisir. Il y prend l'habitude de s'équiper de télescopes qu'il construit lui-même. On admire d'autant plus les découvertes qu'il sut en tirer, surtout si l'on songe au ciel d'Angleterre que Shelley allait bientôt célébrer dans l'Ode to the west wind... Notre bricoleur génial voit de plus en plus grand, du premier télescope de 7 pieds aux célèbres et pittoresques télescopes de 20 pieds puis de 40 pieds dont les miroirs en bronze avaient été polis par Herschel lui-même.

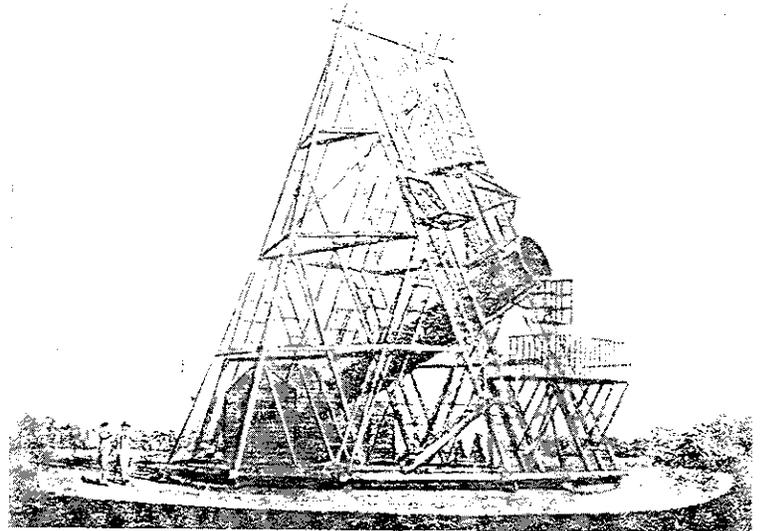


1

1. Le télescope de 7 pieds
2. Le télescope de 20 pieds
3. Le télescope de 40 pieds



2



3

C'est avec ces instruments que Herschel va donner un nouvel élan à l'exploration de la Voie Lactée comme nous tenterons de l'analyser plus loin. Mais nous ne pouvons éviter une parenthèse pour saluer ses premiers gestes d'astrophysicien. Il veut comprendre comment le rayonnement du Soleil nous chauffe. Admirons l'ingéniosité de ses dispositifs. Il pressent que l'échauffement produit varie selon la couleur du rayonnement recueilli: il sélectionne des portions du spectre solaire en ménageant des fenêtres dans un écran (fig 4). Pour les rayons rouges, verts ou violets, il trouve sur les thermomètres des échauffements proportionnels à 55, 24 et 16 respectivement. Si l'échauffement va ainsi croissant du violet au rouge, il se demande même s'il n'y a pas, dans le rayonnement, "quelque chose" au delà du rouge. De façon purement expérimentale, il découvre donc l'existence du rayonnement infra rouge (fig.5). Par contre, il ne cherche pas au delà du violet ou bien son dispositif est trop peu sensible pour donner un résultat significatif ; il laisse donc à J.W.Ritter (Munich 1801) la découverte du rayonnement ultra violet.

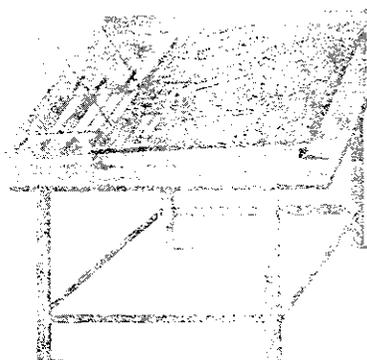


fig.5

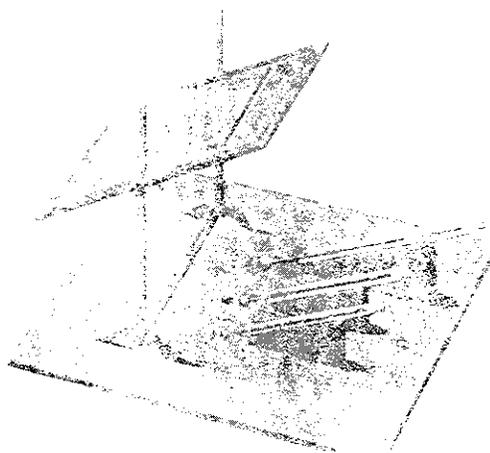


fig 4

En 1798, Herschel fixe un prisme à l'oculaire de son télescope et observe la lumière de six étoiles de première grandeur. Il note la prépondérance du rouge chez Bételgeuse, du bleu chez Procyon, de l'orange chez Arcturus. Ces premiers pas de la spectroscopie stellaire sont modestes mais ce sont les premiers pas.

LE MOUVEMENT DU SOLEIL

Fermons cette parenthèse sur l'étude des rayonnements et revenons à l'exploration de la Voie Lactée. Herschel voudrait, pour commencer, se faire une idée du comportement du Soleil parmi les étoiles, parmi ses semblables en quelque sorte.

On a vu que Mayer à Goettingen, Lalande à Paris, Wilson à Cambridge ont déjà reconnu que parmi les fixes (comme on dit), il existait des étoiles ayant des mouvements les unes par rapport aux autres. Herschel pense que si une étoile se déplace, son attraction sur les étoiles de son voisinage va changer ce qui doit altérer l'équilibre des forces en présence qui aurait pu, sans cela, maintenir l'ensemble des étoiles au repos les unes par rapport aux autres. Telle est son idée, une idée de théoricien. Lui qui est d'abord observateur, il consulte le célèbre catalogue d'étoiles établi par Flamsteed un siècle auparavant : il constate que des étoiles semblent avoir disparu, avoir varié d'éclat ou même être apparues. Comment expliquer ces changements ? Même s'il admet qu'il peut y avoir, dans le catalogue Flamsteed, quelques erreurs de mesure, prévaut chez Herschel la conviction qu'il y a mouvement général des étoiles les unes par rapport aux autres. Et par conséquent, mouvement du Soleil par rapport aux étoiles de son voisinage.

Se pose alors la question : comment trouver la direction dans laquelle se déplace le Soleil et selon quelle vitesse ? Lorsqu'on observe le déplacement apparent d'une étoile particulière, on ne peut distinguer ce qui est dû au mouvement propre de l'étoile et ce qui provient du changement de position de l'observateur (effet de parallaxe).

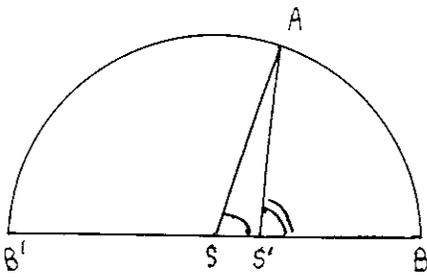


fig 6

Supposons, dit Herschel, que le Soleil se dirige dans la direction SB (fig 6) et supposons que l'étoile A soit sans mouvement propre apparent. Quelques années plus tard, le Soleil (et l'observateur terrestre) est venu en S', la direction de l'étoile A paraîtra s'être écartée de la direction SB. Autrement dit, sur la sphère céleste, les étoiles paraîtront diverger de B, la direction de l'apex et converger vers B', la direction de l'antapex. Et ces apparences traduiront le mouvement du Soleil vers l'apex.

Dans la réalité, les choses se compliquent : comment savoir si l'étoile A est au repos ou si, au contraire, elle a un important mouvement propre ? A l'époque de Herschel, la spectroscopie stellaire ne peut fournir aucun indice. Il pense qu'en prenant en compte les déplacements apparents d'un nombre assez grand d'étoiles, en moyenne leurs déplacements propres s'équilibreront et laisseront apparaître l'effet parallactique dû au déplacement du Soleil.

Herschel mena cette recherche avec acharnement et par deux voies distinctes. Dans l'une, il sélectionna un certain nombre d'étoiles doubles ; comme nous l'examinerons plus loin, ses hypothèses de base en ce domaine étaient erronées et ne pouvaient donner en la circonstance de résultat valable. Dans l'autre voie, il reprenait les treize étoiles dont les mouvements propres avaient été mesurés aussi bien par Maskeline, l'Astronome Royal que par Jérôme Lalande. A partir de ces données, il trouvait que le système solaire se déplaçait dans la direction de l'étoile Lambda Herculis. A partir de données relatives à quarante quatre étoiles observées par Tobias Mayer à Goettingen, Herschel trouvait le même résultat. Il suggérait même que si certaines étoiles paraissaient contredire cette conclusion générale, cela pouvait s'expliquer par l'appartenance du Soleil à un sous-ensemble d'étoiles voisines ayant son mouvement propre par rapport à l'ensemble des autres étoiles. Intuition remarquable qui sera confirmée par les mesures modernes sur la rotation de la Galaxie.

Herschel ne connaît pas que des réussites, il échoue dans l'évaluation de la vitesse du déplacement du Soleil. A priori, il pense qu'elle ne peut être moindre en valeur absolue que celle de la Terre sur son orbite (mais pourquoi ?). Toutes les difficultés qu'il rencontre proviennent de ses échecs à mesurer des parallaxes stellaires et de son hypothèse erronée selon laquelle toutes les étoiles auraient une même luminosité intrinsèque. De plus, il pense que les étoiles de deuxième grandeur sont deux fois plus loin que celles de première grandeur et que, se situant sur une sphère de rayon double, elles ne sont pas quatre mais deux fois plus nombreuses !

En passant, une anecdote. Herschel avait été frappé par les désaccords entre les données du catalogue de Flamsteed (publié en 1725, six ans après la mort de l'astronome) et le ciel qu'il observait. Il demanda à sa soeur Caroline de reprendre toutes les mesures de Flamsteed, un travail méticuleux de vingt mois au terme desquels Caroline découvrit que 111 étoiles mentionnées dans le catalogue n'avaient jamais été observées par Flamsteed alors que 500 étoiles qu'il avait exactement repérées avaient été omises dans le catalogue imprimé. Caroline publia en 1798 un catalogue dument révisé. Herschel savait aussi exploiter la compétence et le dévouement de sa soeur.

THE CONSTRUCTION OF THE HEAVENS

Tout au long de ses activités d'astronome, Herschel s'est préoccupé de ce qu'il appelait "the Construction of the Heavens" que nous traduirons de façon approximative par "l'Architecture de l'Univers". Il ne mentionne nulle part qu'il ait connu le schéma imaginé par Thomas Wright. Dès 1784, dans une communication à la Royal Society, il écrit qu'il est probable que le Soleil et son cortège de planètes sont placés dans la grande accumulation d'astres de la Voie Lactée "et peut-être même pas au centre de son épaisseur". Un schéma dessiné de la main de Herschel (fig7)



fig 7

de la région du ciel où la Voie Lactée se sépare en deux branches.

montre comment il imagine cet ensemble, plutôt aplati et qu'un observateur placée en son sein, voit sous la forme de la Voie Lactée entourant tout le ciel. Il tente même de concilier ce schéma avec ce qu'il a trouvé concernant le mouvement du Soleil: l'apex tel qu'il l'a défini est voisin

Pour toutes ces observations, Herschel utilisait son télescope de 20 pieds (qui avait presque 50 cm d'ouverture). La monture ne permettait que des observations méridiennes. Dans la direction d'Orion, Herschel résolut la région de la grande nébuleuse en quelques 80 étoiles. Cela lui suggéra sa méthode des "jauges" : pointer le télescope successivement dans toutes les directions et compter les étoiles visibles. Il espérait en déduire les limites du monde stellaire.

Une difficulté inévitable se présenta aussitôt : la découverte d'amas et de nébulosités bien plus nombreux que ceux qui avaient été catalogués par Messier. Au début, Herschel était persuadé que toute nébulosité serait résoluble en étoiles pourvu qu'on l'observe avec un télescope assez puissant. Mais il dut finalement reconnaître que certaines nébulosités restaient floues même dans son grand télescope. Il se décida à choisir ses "jauges" de préférence dans des directions pauvres en nébulosités.

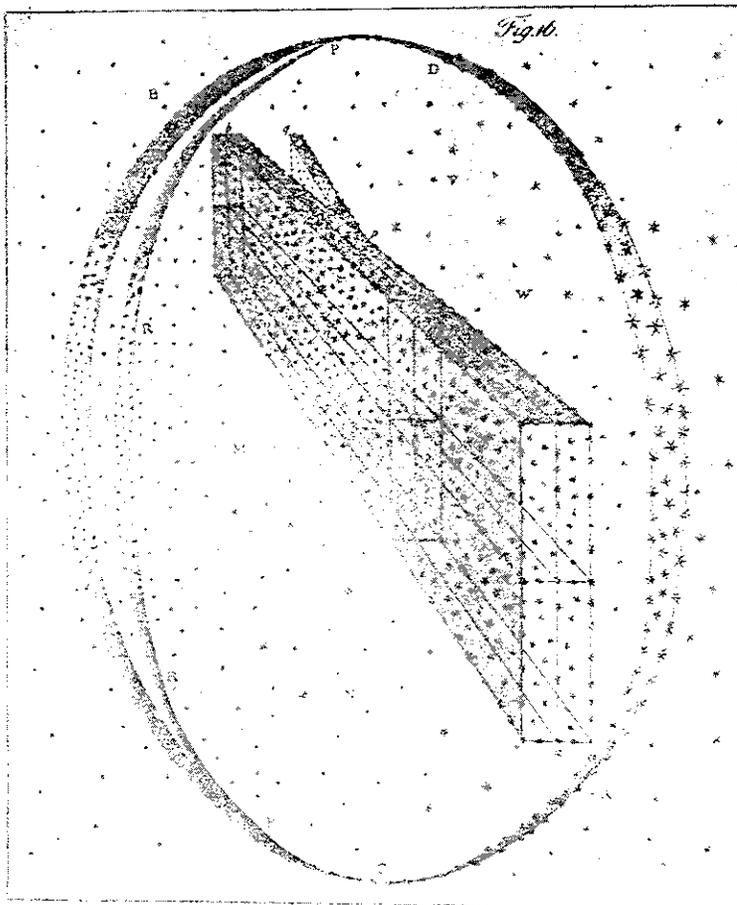


fig 8

Ses hypothèses de base restaient, pour les étoiles, leur égale luminosité intrinsèque et leur distribution uniforme dans l'espace. Chaque jauge, c'est à dire chaque dénombrement devait donc lui donner une évaluation de l'étendue du monde stellaire. En prenant pour unité de distance la distance de Sirius, l'étoile la plus brillante, donc, selon ses critères, la plus proche, il allait jusqu'à des étoiles 497 fois plus nombreuses, résumant ses conclusions en un nouveau schéma représentant une section du système des étoiles.

Il voyait donc celui-ci comme un vaste amas d'étoiles comprenant aussi des amas globulaires et des amas irréguliers, mais un ensemble relativement limité dans un espace vide au delà...

Il ajoutait l'hypothèse que la densité d'un amas mesurait la durée depuis laquelle les étoiles qui le composaient se rassemblaient. A partir de quoi l'ensemble Voie Lactée lui paraissait plutôt jeune (mais je n'ai trouvé nulle part d'ordre de grandeur pour comprendre ce que signifiait cette jeunesse). Il imaginait enfin que des systèmes stellaires analogues à la Voie Lactée pouvaient exister puisque des objets nébuleux étaient visibles dans des directions tout à fait extérieures au plan général de la Voie Lactée. Voilà une idée qui devait faire son chemin.

Il y aurait encore beaucoup à dire sur Herschel et ses observations du monde des "nébuleuses". Avec son grand télescope, un aide, sur son ordre, "balayait" une région du méridien, Herschel disait ce qu'il découvrait et Caroline notait scrupuleusement les paroles du frère : une organisation très efficace. En 1786, Herschel publia un premier catalogue de mille nébuleuses et amas découverts depuis 1783. Deux autres catalogues suivirent en 1789 et 1802. On est presque étonné que cet observateur infatigable n'ait pas décelé la forme spiralée de certains des objets découverts car, au contraire, il précisa ce qu'il appela "nébuleuses planétaires", ces objets qui ne sont pas des nébuleuses et n'ont rien de planétaire mais qui conservent le nom que leur attribua Herschel.

° °

Dans notre feuilleton "pour une histoire de la Galaxie", il fallait marquer l'étape Herschel. Avec lui, pour la première fois, une conception d'ensemble du monde stellaire est énoncée, observations à l'appui. Des idées sont proposées à la réflexion des astronomes, en particulier cette hiérarchie des structures qui nous est familière mais qui, du temps de Herschel, ne pouvait pas l'être. Pour ce savant, comme pour tous les grands précurseurs, on se prend à regretter qu'ils n'aient pu connaître certains importants acquis des décennies suivantes. Faute de connaître les premières mesures de distances stellaires, faute d'avoir une idée de la variété des types et des tailles d'étoiles, Herschel dut recourir à des hypothèses qui furent malheureusement trop simplificatrices.

Mais non, ne regrettons rien. Admiron sans arrière pensée l'ingéniosité des instruments qu'il utilisa et profitons des progrès qu'il a fait faire à notre connaissance de la Galaxie. Préparons nous, à partir de ses magnifiques catalogues de nébuleuses à la grande exploration (avec Lord Rosse) et au grand débat (avec Shapley) qui donneront corps à la Galaxie et au monde extragalactique dans lequel notre imagination trouve aujourd'hui matière à s'émerveiller.

K. Mizar

1693 : Halley découvre l'inégalité séculaire de la Lune.

1893 : Henri Poincaré poursuit l'édition de "Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste".

1993 : Vous disposez de deux façons intéressantes de saluer l'année nouvelle:

1°) Utiliser la fiche d'abonnement ou de réabonnement insérée dans ce numéro 60 des Cahiers Clairaut qui clot la quinzième année de notre revue.

2°) Mettre votre planétaire à l'heure

Au premier janvier 1993 les longitudes écliptiques des planètes seront les suivantes :

Mercure 239° Vénus 45° la Terre 101°

Mars 104° Jupiter 183° Saturne 320°