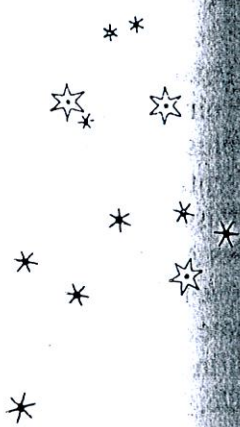


Galilée

une autre occasion il y en a, dissés, plus de cinquante déjà relevés aux six qui le sont quatre-vingts exactement; nous voyons que possiblement qu'on s'y prendes et entourés qui sont invisibles plus petites des de grandeur, que possible. Les représentés six DES (je dis six, mais), enfermées, auprès desquelles invisibles [à l'œil



nu]. Aucune de ces dernières n'est distante de l'une des six Étoiles* susdites de plus d'un demi-degré environ. Nous n'en avons noté que trente-six; nous avons respecté leurs intervalles, leurs grandeurs, sans oublier la distinction entre les anciennes et les nouvelles, comme nous l'avons fait pour Orion.

Ce que nous avons observé en troisième lieu, c'est l'essence ou la matière de la VOIE LACTÉE elle-même; grâce à la Lunette, on peut si bien fixer son regard sur elle, que toutes les disputes qui ont, durant tant de siècles, torturé les Philosophes* sont détruites par l'évidence de la perception, et que nous voilà libérés de discussions verbeuses. La GALAXIE* n'est, en effet, rien d'autre qu'un amas d'Étoiles* innombrables regroupées en petits tas: quelle que soit, en effet, la région vers laquelle on dirige la Lunette, aussitôt une immense foule d'Étoiles* s'offre à la vue, dont plusieurs semblent assez grandes et bien visibles; mais une multitude de très petites Étoiles* se soustrait absolument à l'exploration.

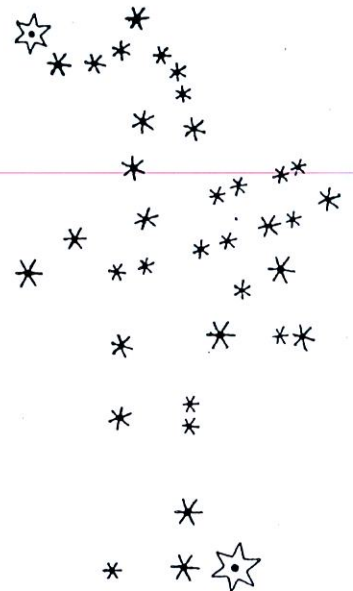
Or, comme ce n'est pas seulement dans la GALAXIE* que s'offre au regard cette brillance laiteuse, semblable à une nuée blanchissante, mais que plusieurs aréoles d'une couleur identique luisent d'un faible éclat, çà et là dans l'éther*, si tu orientes la Lunette vers l'une quelconque d'entre elles, tu rencontreras un assemblage d'Étoiles* qui se pressent ensemble. En outre (ce qui est plus merveilleux encore), les Étoiles* appelées par tous les astronomes jusqu'à ce jour NÉBULEUSES* sont des troupeaux de petites Étoiles* semées de manière admirable. Tandis que chacune d'elles, à cause de sa petitesse ou de son très grand éloignement de nous, échappe à l'acuité de notre regard, de l'union de leurs rayons surgit cette blanche clarté que l'on a prise jusqu'à maintenant pour une partie plus dense du Ciel, capable de renvoyer les rayons des Étoiles* ou du Soleil. Nous en avons observé quelques-unes, et de deux d'entre elles nous avons choisi d'insérer les représentations⁴⁶.

46. Galilée choisit comme exemples deux cas qui avaient été enregistrés comme des « étoiles nébuleuses » tant par Ptolémée que par Copernic.

47. C'est-à-dire «Étable» ou «Écurie». Il s'agit d'un espace entre les deux étoiles appelées *Aselli* («Anons») par les Anciens, dans la constellation du Cancer. Sur la nébuleuse que Galilée ne mentionne pas, voir ci-dessus p. 64.

Dans la première, on a la NÉBULEUSE* appelée Tête d'Orion, dans laquelle nous avons dénombré vingt et une Étoiles*. La seconde contient la NÉBULEUSE* dénommée *Praesepe*⁴⁷, qui n'est pas une Étoile* unique, mais un amas de plus de quarante Étoiles*; outre les *Aselli*, nous en avons noté trente-six, disposées dans l'ordre qui suit.

Nébuleuse d'Orion

Nébuleuse de *Praesepe*

Nous avons brièvement rapporté les phénomènes observés jusqu'ici à propos de la Lune, des Étoiles fixes* et de la Galaxie*. Il nous reste à traiter le point qui semble le plus considérable en la matière présente : révéler et faire connaître quatre planètes* qui, depuis les commencements du monde jusqu'à nos jours, n'ont jamais été aperçues, ainsi que les circonstances dans lesquelles elles furent découvertes et observées, sans oublier leurs positions et les observations, poursuivies pendant presque deux mois, de leurs comportements et de leurs mutations. Nous en appe-

Messier

Chapitre 4

Des nébuleuses aux galaxies

Le catalogue de Messier et les « objets nébuleux »

Charles Messier (1730-1817) arrive à Paris en 1751 sans formation, mais avec un certain talent pour le dessin. L'astronome Joseph-Nicolas Delisle l'emploie pour dessiner des cartes et noter des observations. Messier se familiarise avec les instruments et commence à observer lui-même. Il s'intéresse principalement aux comètes, et c'est pour les différencier des autres objets nébuleux qu'il commencera à recenser ces derniers, ainsi qu'il l'explique lui-même :

On trouvera dans le volume de l'Académie de 1771, pag. 435, le catalogue des nébuleuses et des amas d'étoiles, que l'on découvre parmi les étoiles fixes sur l'horizon de Paris ; il est aussi dans la *Connaissance des temps* de 1784, et dans les *Éphémérides* de C. Lalande, tom. VII, 1775, 1784 : je m'en étais occupé depuis 1758. Ce qui me détermina à entreprendre ce catalogue, ce fut la nébuleuse que je découvris au-dessus de la corne méridionale du Taureau, le 12 septembre 1758, en observant la comète de cette année, dont Joseph Delisle a publié les observations dans le volume de 1758. Je l'observais depuis le 14 août jusqu'au 2 novembre (c'est la première de mes comètes) : cette nébuleuse de la corne du Taureau avait quelque ressemblance avec la comète, pour sa forme et sa lumière : ce fut cette ressemblance qui me détermina à entreprendre la recherche des autres, pour mettre les astronomes à même de ne pas confondre les nébuleuses avec des comètes qui commencent à paraître ; je les observais encore avec des lunettes propres à la recherche des comètes, et c'est à ce dessein que j'en ai formé mon catalogue. Depuis moi, le célèbre [William] Herschel en a publié, dans les *Transactions philosophiques* de 1786 et 1789, un catalogue de 2000 qu'il a observées ; c'est un

1730, d'Herschel à
e plusieurs sujets
ises, à l'extinction
èmes soulevés par
astronomes précoc-
icture et l'étendue
t-il beaucoup plus
re ? en particulier,
à l'intérieur ou à
onsensuelles à ces
ficiles à résoudre,

que, par exemple, « les parties de la Voie lactée qui se trouvent autour du "Sac à Charbon" ont une section approximativement circulaire, et pas d'extension dans la direction de la ligne de visée aussi énorme que celle qui leur a été attribuée ». Secondement, en admettant que les « courants » d'étoiles découverts par J. Herschel (on rappelle que ce dernier a découvert la « ceinture de Gould ») « ont une section approximativement circulaire », Proctor est « amené à croire que la Voie lactée n'a pas une grande extension latérale (en comparaison avec son épaisseur) ».

L'article de Proctor se poursuit par la description de la courbe spatiale (Proctor la nomme « spirale ») dessinée dans la figure. Notons que plus une branche de la spirale est éloignée du Soleil, moins sa projection est brillante, ce qui, toujours selon Proctor, explique les variations de luminosité de la Voie lactée. Et l'auteur de conclure (p. 55) :

La spirale que j'ai représentée semble rendre compte de manière si satisfaisante de plusieurs caractéristiques des plus frappantes de la Voie lactée, que cela suggère l'idée qu'elle correspond probablement à quelque chose de proche de la figure réelle du courant d'étoiles.

On doit comprendre que je considère la Voie lactée simplement comme la partie condensée d'une spirale de petites étoiles, dont la figure actuelle s'est formée sous l'influence de grandes étoiles – les étoiles lumineuses que l'on voit dans la Voie lactée. Les myriades de petites étoiles qui n'appartiennent pas à la Voie lactée doivent cependant faire partie du même système, et, dans quelques exemples, semblent obéir à des lois d'aggrégation à peu près similaires.

Les conceptions de Proctor sont opposées à la théorie qui consiste à représenter la Galaxie comme une couche d'étoiles d'extension beaucoup plus grande que l'épaisseur. L'astronome français Charles Wolf (1827-1918) qualifie les idées de Proctor d'« originales et souvent un peu aventureuses³ ».

Les modèles d'Easton

Cornelis Easton (1864-1929), de nationalité hollandaise, est journaliste de profession. Il est aussi amateur d'astronomie et, à ce titre, s'intéresse surtout à la description et à l'interprétation de la Voie lactée. Il l'observe à l'œil nu et en dresse des cartes. Ses dessins sont jugés suffisamment remarquables pour être publiés en

3. PROCTOR, « Le groupement des étoiles, les tourbillons et les nuages stellaires » [1870], p. 61-62.

petites taches
ies de [Max]
irritables trous

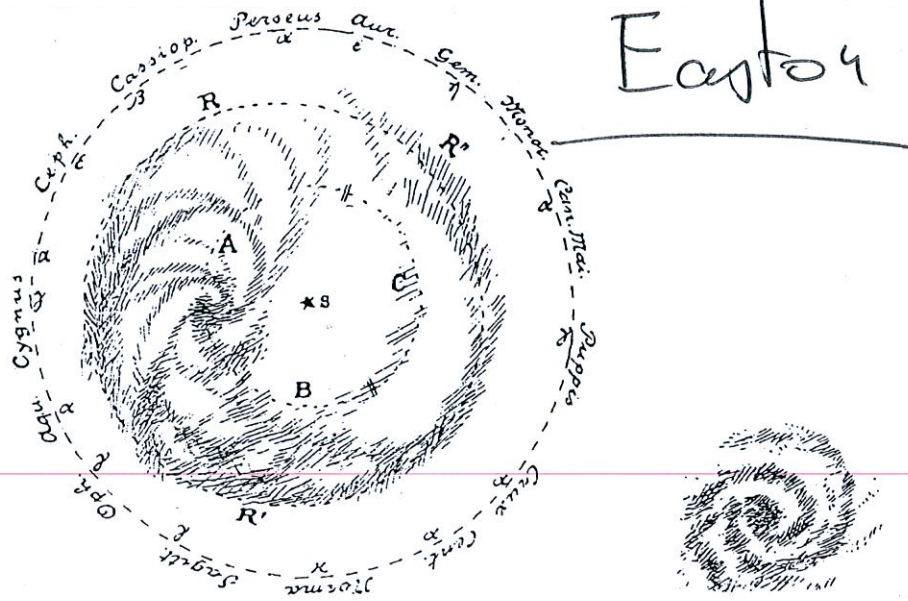
t loin que ce
nèse 2 facilite
ston, méthode

3 : « les argu-
ns permis de
ontrent que la
uleuses qu'on

noins », dans
seule manière
imaginer » ce
cer les obser-

er que la Voie
e spirale. Les
iral (fig. 4) et
curieusement
otographies.
ncipaux de la

erais insister
ème approxi-
ue seulement
Voie lactée
sa structure



Figures 4 et 5
La Voie lactée selon Easton (premier modèle).

Notre système galactique serait de structure spirale, avec une agglomération principale en A, dans la région du Cygne. Le Soleil est situé au centre de la figure. Selon Easton, et bien qu'il ne considère pas que les « nébuleuses » spirales sont des systèmes comparables et externes au nôtre, la forme spirale de la Voie lactée s'apparenterait à celle de M74.

Deuxième modèle (1904)

Dans deux articles consécutifs, « On the Apparent Distribution of the Nebulae » et « The Nebulae Considered in Relation to the Galactic System », Easton expose un modèle galactique dans lequel il tente d'inclure les nébuleuses, qu'il considère comme faisant partie de la Galaxie, ainsi qu'en témoigne le passage suivant :

[...] la rareté des nébuleuses dans la région galactique, si ce phénomène est réel, met en évidence une indubitable connexion organique entre la grande masse des nébuleuses et notre système d'étoiles. [...] si [...] les nébuleuses ne sont pas situées à d'énormes distances de chaque côté de la Voie lactée, mais si, au contraire, [...] ces distances sont comparables à celles des étoiles, il devient probable que la plus grande partie des nébuleuses est contenue dans un espace similaire au sphéroïde aplati dans lequel Seeliger place notre propre système stellaire, en d'autres termes : nous pouvons commencer par considérer que la grande masse des nébuleuses appartient à notre système stellaire et qu'elle est asymétriquement distribuée de chaque côté du plan principal.

La méthode qu'utilise Kant pour établir son modèle cosmogonique repose essentiellement sur le principe d'analogie. C'est ainsi qu'il prend comme point de départ la formation du Système solaire (en fait, il prend pour exemple de base Saturne avec ses anneaux et ses satellites), pour le généraliser ensuite à la Voie lactée et à l'Univers :

Si, dans l'espace incommensurable dans lequel tous les soleils de la Voie lactée se sont formés, on suppose un point autour duquel, par je ne sais quelle cause, a commencé la première formation de la nature à partir du chaos, là-même se sera formée la masse la plus grande, un corps d'une attraction extraordinaire, qui de ce fait est devenu capable de contraindre tous les systèmes en formation compris dans l'énorme sphère qui l'entoure à tomber vers lui comme vers leur centre, et à former autour de lui le même système au niveau du Tout que celui qu'a produit en petit autour du Soleil la même matière première élémentaire qui forma les planètes. L'observation rend cette conjecture pratiquement indubitable. La nuée des astres, par sa disposition en relation avec le plan commun, forme un système au même titre que les planètes de notre Système solaire autour du Soleil. La Voie lactée est le zodiaque de ces ordres supérieurs de mondes qui s'écartent aussi peu que possible de sa zone et dont la bande est toujours éclairée par sa lumière, de même que le zodiaque des planètes luit çà et là de l'éclat de ces sphères, en très peu de point il est vrai. Chacun de ces soleils constitue en soi avec les planètes qui tournent autour de lui un système particulier ; mais cela ne les empêche pas d'être les parties d'un système encore plus grand, de même que Jupiter ou Saturne sont compris, malgré leurs propres satellites, dans la constitution systématique d'un univers encore plus grand. Ne peut-on pas reconnaître, à une concordance si précise dans la constitution, une même cause et un même mode de production ?

Si les étoiles fixes constituent un système dont l'étendue est déterminée par la sphère d'attraction du corps qui se trouve au centre, n'aura-t-il pas surgi plus de systèmes solaires et [...] plus de voies lactées, si je puis m'exprimer ainsi, qui, dans des positions différentes par rapport à l'œil, présentent des formes elliptiques avec un éclat affaibli proportionnellement à leur distance infinie ; ce sont des systèmes d'un diamètre pour ainsi dire infiniment de fois infiniment plus grand que le diamètre de notre Système solaire, mais qui, sans aucun doute, ont surgi de la même manière, se sont organisés et disposés à partir des mêmes causes, et se maintiennent par un mécanisme identique à celui de la constitution du Système solaire [p. 146].

Kant est présomptueux lorsqu'il écrit que « l'observation rend [sa] conjecture pratiquement indubitable ».

Résumons sa théorie sur la formation de l'Univers :

1, l'instant initial de la création est d'essence divine et n'est par conséquent pas du ressort de la philosophie naturelle. La cosmogonie de Kant commence « juste après » ;

à la Mécanique et à
aura pour titre *Exposi-*
enté, indépendamment
faites, jusqu'à ce jour,

me sorte de cours à
Mathématiques, public
oline de l'imagination
trait d'eux, justement,
; Laplace réserva tou-
its ; car dans toute la
fait qu'une seule fois
st-ce dans le dernier
erches sur l'anneau de
jour des cinq éditions
: pas plus les lecteurs
entre ce que l'on dit
out court, dont cepen-
elle est, en tout cas,
: l'ésotérique et l'exo-
que celle des initiés...
sez caractéristique de
rs auront tendance à
ualifiés destineront au
eurs attribuent à ces

thèse cosmogonique a
ème édition comprise,
nt le titre, invariable,
les progrès futurs de
est mentionnée dans
des « notes », la sep-
uvrage ; cela indique,
ccessible et en même

ditions du vivant de
quand il mourut, fut

: sans cesse remaniée,
sixième est pratique-
e qu'on trouve dans
première (1796) à la
s restent mineures :
t de nouvelles décou-

vertes (satellites d'Uranus, petites planètes, nouvelles comètes) qui lui per-
mettent de donner une valeur croissante à l'improbabilité des caracté-
ristiques du système planétaire et de confirmer le contraste entre ce
système et celui des comètes ; la seule addition notable, à part celles-là,
est celle (à partir de la seconde édition, 1802) d'un alinéa dans lequel le
recours aux causes finales est nettement écarté, le philosophe étant invité
à « chercher dans les lois primordiales de la nature les causes des
» phénomènes les mieux indiqués par l'ordre de l'Univers ».

Les grands changements, en ce qui concerne l'hypothèse cosmogonique,
interviennent dans la quatrième édition (1814), et dans l'introduction à la
deuxième édition de la *Théorie analytique des probabilités* (1814), intro-
duction qui fut ensuite publiée séparément comme *Essai philosophique*
sur les probabilités. D'abord, l'exposé proprement dit de l'hypothèse prend
une ampleur nouvelle ; il tenait en deux pages dans la troisième édition ;
il en occupe dix d'un même format et d'un corps typographique équivalent
dans la quatrième ; Laplace s'étend maintenant, en s'appuyant sur divers
théorèmes de la Mécanique, sur les différentes étapes du mécanisme de
la condensation : la formation des anneaux, leur fragmentation, l'aplatis-
sissement de la nébuleuse ; il montre l'accord de son hypothèse avec les
phénomènes de résonance observés dans les systèmes de satellites (libra-
tion de la Lune, « lois de Laplace » pour les satellites de Jupiter), établis-
sant ainsi un lien plus direct entre l'hypothèse et quelques grands résul-
tats de la Mécanique céleste ; enfin, il se montre plus précis et explicite
sur les comètes qu'il déclare « étrangères au système solaire », les identi-
fiant à de petites nébuleuses qui errent dans l'espace interstellaire ; il
s'attache à justifier l'absence, dans les données de l'observation, d'orbites
cométaires hyperboliques (principale — en fait insurmontable — objec-
tion à sa théorie des comètes), en montrant qu'une telle orbite a très
peu de chances d'être observable en raison de la grandeur probable de
sa distance périhélie⁷⁵.

La critique des causes finales, comme nous l'avons déjà dit, prend
d'autre part une plus grande ampleur et Laplace s'enhardit jusqu'à criti-
quer Newton pour en avoir fait usage dans le fameux scholie général des
Principia et dans l'*Optique*, rappelant que la stabilité du système solaire,
douteuse pour Newton, était désormais considérée comme une conséquence
des lois fondamentales.

Mais, à notre avis, l'addition la plus importante et la plus significa-
tive de la quatrième édition, celle qui peut-être explique toutes les autres,
est la référence aux observations de William Herschel sur les nébuleuses ;
nous citons le début de cet alinéa dont l'importance pour l'histoire de
la Cosmologie est assez évidente : « Dans l'état primitif où nous suppo-
» sons le soleil, il ressemblait aux nébuleuses que le télescope nous montre
» composées d'un noyau plus ou moins brillant, entouré d'une nébulosité
» qui, en se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile.
» Si l'on conçoit, par analogie, toutes les étoiles formées de cette manière,
» on peut imaginer leur état antérieur de nébulosité, précédé lui-même
» par d'autres états dans lesquels la matière nébuleuse était de plus en
» plus diffuse, le noyau étant de moins en moins lumineux. On arrive

» ainsi, en remontant aussi loin que possible, à une nébulosité tellement diffuse que l'on pourrait à peine en soupçonner l'existence.

» Tel est, en effet, le premier état des nébuleuses qu'Herschel a observées avec un soin particulier, au moyen de ses puissants télescopes, et dans lesquelles il a suivi les progrès de la condensation, non sur une seule, ces progrès ne pouvant devenir sensibles pour nous qu'après des siècles, mais sur leur ensemble ; à peu près comme on peut, dans une vaste forêt, suivre l'accroissement des arbres, sur les individus de divers âges, qu'elle renferme. Il a d'abord observé la matière nébuleuse répandue en amas divers, dans les différentes parties du ciel dont elle occupe une grande étendue. Il a vu dans quelques-uns de ces amas cette matière faiblement condensée autour d'un ou de plusieurs noyaux peu brillants. Dans d'autres nébuleuses, ces noyaux brillent davantage relativement de la nébulosité qui les environne. Les atmosphères de chaque noyau venant à se séparer par une condensation ultérieure, il en résulte des nébuleuses multiples formées de noyaux brillants très voisins et environnés, chacun, d'une atmosphère : quelquefois, la matière nébuleuse, en se condensant d'une manière uniforme, a produit les nébuleuses que l'on nomme *planétaires*. Enfin, un plus grand degré de condensation transforme toutes ces nébuleuses en étoiles. Les nébuleuses, classées d'après cette vue philosophique, indiquent avec une extrême vraisemblance leur transformation future en étoiles, et l'état antérieur de nébulosité des étoiles existantes »⁷⁶.

Nous reviendrons sur cette thèse fameuse de Herschel qui, tout en étant fondamentalement juste quant au mécanisme de formation des étoiles, repose sur une interprétation erronée des nébuleuses observées. S'agissant de Laplace, ce passage montre que, bien que sa voie d'accès au concept d'Univers fût fort différente, il restait ouvert et réceptif vis-à-vis de cette cosmologie herschelienne, cette « histoire naturelle des cieux » qui devait, en fait, attendre un siècle pour pouvoir s'édifier sur des bases sûres.

La référence à Herschel est complétée, dans l'*Exposition* (quatrième édition et suivantes), par l'évocation de Michell, « observateur philosophe », qui a su comprendre combien improbable était un groupement fortuit d'étoiles comme les Pléïades et en a conclu qu'un tel groupement est l'effet « d'une cause primitive, ou d'une grande loi de la nature ».

On est donc grandement tenté d'attribuer, pour une bonne part, la nouvelle assurance dont Laplace fait preuve, à partir de la quatrième édition de l'*Exposition*, dans l'exposé de l'hypothèse cosmogonique, au développement de la « seconde synthèse » de Herschel, celle qu'expriment les mémoires dans lesquels il interprète les nébuleuses, souvent à tort, comme de véritables agrégats de matière diffuse en voie de condensation plus ou moins avancée vers le stade stellaire ; car cette nouvelle théorie de Herschel venait apporter à l'hypothèse de Laplace une confirmation aussi précieuse qu'inattendue. Laplace lui-même note que l'hypothèse de la nébuleuse solaire se trouve désormais au point de rencontre du chemin inductif qu'il a lui-même suivi et du chemin déductif qu'ouvrent les observations de Herschel⁷⁷.

⑧

Herschel

(couches nébuleuses) 263 ①

Forme I amas d'étoiles de forme globulaire

Forme II. [...] amas [d'étoiles de forme] irrégulière. [...].

Forme III. De la composition et de la conjonction répétée des deux précédentes formes, une troisième peut être dérivée, [de forme] étendue, régulière, ou en rangées tortueuses, [...], en branches ; [...].

Forme IV. [Combinaison d'amas liés gravitationnellement.]

Forme V. [...] cavités ou espaces vides [dus] au retrait des étoiles vers divers centres qui les attirent⁴.

Herschel fait alors allusion aux amas d'étoiles en tant que « Laboratoires de l'univers », ce qui fait penser à une conception astro-physique de l'Univers. Il utilise ensuite ses observations astronomiques pour parler de l'avenir possible de la Voie lactée, qu'il estime être une nébuleuse de la « forme III » :

L'Origine des couches nébuleuses

[...] on peut dire que la nébuleuse dans laquelle nous habitons est une de celles qui ont le moins de marques d'antiquité profonde. Pour expliquer cette idée peut-être plus clairement, nous rappellerons que la condensation des amas d'étoiles a été attribuée à un rapprochement graduel ; [...] quand une couche nébuleuse consiste principalement en nébuleuses de la première et de la deuxième forme, elle doit probablement son origine à ce qu'on peut appeler la décadence d'une grande nébuleuse composée de la troisième forme ; [...]. De la même manière notre système, après un grand nombre de siècles, se divisera sans doute pour donner naissance à une couche de deux ou trois cents nébuleuses ; [...]. Cette manière de voir jette une lumière considérable sur l'apparence de cette remarquable collection de plusieurs centaines de nébuleuses qui ont été vues dans ce que j'ai appelé la couche nébuleuse de la Chevelure de Bérénice. [...] elle put originellement être une autre très large branche [de notre nébuleuse], qui à la longue se décompose par condensation des étoiles ; [...] [p. 254-256].

L'idée d'Herschel est que les nébuleuses observées dans la Chevelure de Bérénice auraient appartenu au même système que celui de notre Voie lactée, dont elles se seraient ensuite séparées sous l'action du *clustering power*.

En 1791, Herschel expose sa découverte (annoncée dans un article de 1789) des nébuleuses planétaires. Il parle aussi des autres types de nébuleuses qu'il a observés :

Quand je poursuivais ces recherches, j'étais dans la situation du naturaliste qui suit les espèces variées d'animaux et d'insectes du sommet de leur perfection au plus bas niveau de la vie ; quand, arrivant au royaume végétal, il peut à peine nous révéler la frontière précise où l'animal cesse et la plante commence, et peut même aller jusqu'à les suspecter de ne pas être essentiellement différents. Mais, se reprenant, il compare, par

4. W. HERSCHEL, « On the Construction of the Heavens » [1785], p. 214.

es propres consi-
par les observa-

alité des concep-
sur des observa-
es prédécesseurs

nes stellaires et
d'étoiles et des
leurs différents
amas les moins
d'où l'idée du
d'assemblage »
observations de
se convainc de
donne naissance
ons modernes de

» théoriques de

vation universelle »,
Néanmoins, il semble
ignification.
§ qu'il convient ici de
goriques.

pas raisonner trop hâtivement sur les phénomènes particuliers avant d'en avoir un assez grand nombre; incidemment cette discussion de la « connexion » et de la « disjonction » le ramène au problème des étoiles doubles, mais il n'y insiste pas.

Mais l'astre découvert le 13 novembre 1790 ôte toute raison de douter; nous citerons intégralement la description que Herschel en donne (entièrement en italiques), parce qu'elle a joué un rôle décisif dans l'évolution de ses idées cosmologiques et aussi parce que, deux siècles après, elle reste irréprochable: « 13 novembre 1790 — Un phénomène très singulier! Une étoile de 8^e magnitude à peu près, avec une atmosphère » faiblement lumineuse, de forme circulaire, et d'environ 3' de diamètre. » L'étoile est parfaitement au centre et l'atmosphère est si diluée, si faible » et également répartie qu'on ne peut supposer qu'elle soit faite d'étoiles; » et on ne peut pas douter non plus de l'évidente connexion entre l'atmosphère et l'étoile. Une autre étoile guère plus faible en éclat et située » dans le même champ que la précédente était parfaitement dénuée d'aucune apparence de cette sorte. »

Objet si décisif à tous égards, commente Herschel, qu'il n'hésite pas à le prendre « comme un modèle », dont il va tirer d'importantes conséquences. D'abord sur la signification de l'évidente connexion entre l'étoile et la nébulosité; supposons, raisonne-t-il, que cette nébulosité soit l'apparence d'un groupe d'étoiles; alors ces étoiles sont extrêmement éloignées et l'étoile centrale qui est proche d'elles doit avoir des dimensions invraisemblables; ou bien c'est une étoile normale mais alors elle est « enve-
luppée dans un fluide brillant, dont la nature nous est totalement
inconnue ».

Mais alors, s'exclame le cosmologue, « quel champ de nouveautés » ouvert à nos conceptions! » Après avoir, sans insister, évoqué les analogies de l'aurore boréale, et de la lumière zodiacale, il suit la voie la plus directe qu'ouvre la découverte du « fluide brillant »; c'est son association réelle avec une certaine étoile qui avait apporté la preuve de son existence; mais l'étape suivante de cette découverte consiste inversement à prouver l'indépendance de ce fluide par rapport aux étoiles; indépendance quant à sa localisation: divers exemples semblent montrer que le fluide peut s'étendre bien au-delà du voisinage d'une étoile particulière, les étoiles apparaissent dans les régions les plus brillantes de la nébuleuse, peut-être par l'attraction qu'elles exercent sur le fluide; ainsi s'explique, bien mieux que par l'hypothèse d'un immense amas d'étoiles, la nébuleuse d'Orion; indépendance aussi quant à la brillance; dans le cas des étoiles nébuleuses l'apparence montre que la lumière du fluide ne peut pas résulter simplement de la réflexion de celle de l'étoile; plus généralement dans le cas des grandes nébuleuses, la densité nécessaire pour qu'une masse réfléchisse une telle quantité de lumière serait si grande qu'elle la rendrait opaque. Et Herschel conclut par une conjecture qui va bien au-delà de tout ce qu'il a, ou croit avoir, établi jusque-là: « Si donc, écrit-il, cette matière » est lumineuse par elle-même, elle est bien plus propre à produire une » étoile par sa condensation qu'à dépendre de l'étoile pour son existence. »

Une conjecture qui séduira Laplace, mais ne sera pas retenue. L'hypo-

10

Herschel

(l'avenir de la Voie lactée)

(3)

exemple, une des espèces humaines à un arbre, et tout doute à ce propos disparaît. De la même manière nous passons pas à pas d'un gros amas d'étoiles, tel que les Pléiades, Praesepe, la Voie lactée, l'amas du Crabe, la nébuleuse d'Hercule, [...], jusqu'à ce que nous nous trouvions amenés à un objet comme la nébuleuse d'Orion, [constituée] d'étoiles excessivement lointaines, et inconcevablement entassées, [...]⁵.

Nous voyons poindre ici l'importante hypothèse « naturaliste » relevée dans notre introduction. Le dernier passage ci-dessus montre à quel point il est difficile de distinguer visuellement les nébulosités « vraies » de celles résultant d'une agglomération d'étoiles. Sur ce point et à la fin de son article, Herschel propose l'idée suivante : « Si, par conséquent, cette matière est lumineuse par elle-même, elle semble plus apte à produire une étoile par sa condensation que de dépendre de l'étoile pour son existence » (p. 85).

Dans l'esprit d'Herschel, la matière nébuleuse ne peut pas passer, par compression, d'un état obscur à un état lumineux, ainsi que la cosmogonie moderne alliée à la physique nucléaire l'admet. Quoi qu'il en soit, l'idée des deux types de condensation (condensation de la matière nébuleuse en étoiles et condensation des étoiles en amas) façonne les deux prochains articles qu'Herschel consacre au sujet (1802 et 1811). Ils sont organisés en sections, dont les titres traduisent le souci qu'a Herschel de classer ses observations des objets nébuleux suivant leurs degrés de condensation.

L'article de 1814 est le dernier dans lequel Herschel parle de cosmogonie. Il a pour but de montrer « l'intime connexion entre deux extrêmes opposés, l'un d'eux est l'immensité de la matière nébuleuse largement étendue et apparemment chaotique ; et l'autre, les amas globulaires d'étoiles compressés, hautement compliqués et des plus artificiellement construits⁶ ».

En conclusion, Herschel discourt à nouveau sur l'avenir de la Voie lactée :

[...] puisque les étoiles de la Voie lactée sont en permanence exposées à l'action d'une puissance par laquelle elles sont irrésistiblement assemblées en groupes, nous pouvons être pratiquement certains que les purs assemblages d'étoiles seront graduellement compressés suivant des étapes successives d'accumulation [...] ; l'opération du pouvoir d'assemblage nous a été exposée, jusqu'à ce que [les objets stellaires] atteignent ce que nous pouvons appeler la période de maturation de la forme globulaire, et d'isolement total ; de cela il est évident que la Voie lactée devra finalement se morceler, et cesser d'être une couche d'étoiles éparpillées.

Nous pouvons aussi tirer une très importante conclusion supplémentaire de la dissolution graduelle de la Voie lactée ; car l'état dans lequel l'incessante action du

5. W. HERSCHEL, « On Nebulous Stars, Properly so Called » [1791], p. 72-73.
6. W. HERSCHEL, « Astronomical Observations Relating to the Sideral Part of the Heavens, and its Connection With the Nebulous Part ; Arranged For the Purpose of a Critical Examination » [1814], p. 248.

disparaît. De la
de les Pléiades,
jusqu'à ce que
on, [constituée]

relevée dans
est difficile de
une agglomé-
propose l'idée
elle-même, elle
ndre de l'étoile

par compres-
sion alliée à la
e condensation
toiles en amas)
(182 et 1811). Ils
chel de classer
tion.

smogonie. Il a
s, l'un deux est
ent chaotique ;
impliqués et des

ie lactée :

à l'action d'une
s, nous pouvons
t graduellement
ation du pouvoir
atteignent ce que
s, et d'isolement
rceler, et cesser

émentaire de la
ssante action du

ens, and its Connec-
. 248.

pouvoir d'assemblage l'a amenée jusqu'à présent est une sorte de chronomètre qui peut être utilisé pour mesurer le temps de son existence passée et future ; et bien que nous ne connaissions pas la cadence de ce mystérieux chronomètre, il est néanmoins certain que, puisque le morcellement des parties de la Voie lactée apporte une preuve qu'elle n'est pas éternelle, il témoigne que l'on ne peut admettre que son âge soit infini [p. 283-284].

Ainsi se clôt l'ensemble ordonné des considérations de William Herschel sur la cosmogonie des systèmes stellaires. Mais, ainsi que nous l'avons relevé au chapitre 6, les observations et les interprétations sur lesquelles elles reposent doivent être prises avec prudence, ainsi, par conséquent, que les conclusions vers lesquelles elles conduisent.

L'hypothèse laplacienne selon Alexander (1852)

Nous avons vu p. 230 qu'Alexander est le premier savant à imaginer que la structure de la Voie lactée est de forme spirale, et nous avons aussi mentionné que son article de 1852 qu'il a écrit sur le sujet portait sur la cosmogonie des systèmes stellaires ; nous allons maintenant y revenir.

Les idées d'Alexander sur la formation des nébuleuses et des amas d'étoiles ne sont pas limpides. En ce qui concerne la formation des spirales, nous résumons sa théorie de la manière suivante.

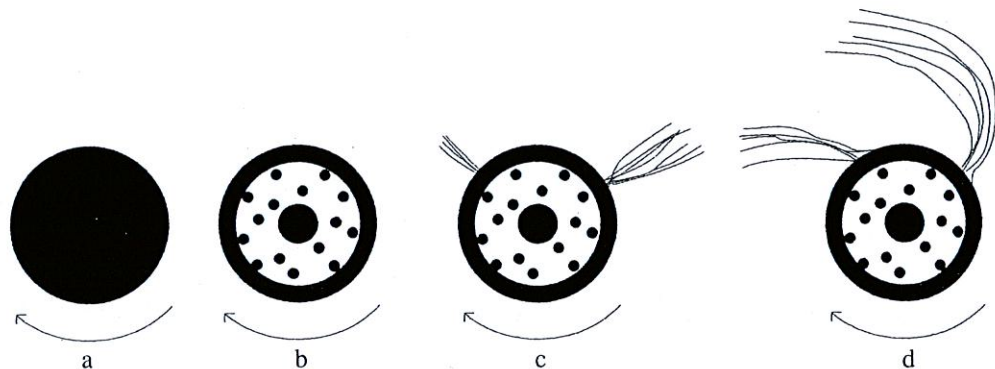


Figure 1
Formation des nébuleuses spirales selon Alexander.

Alexander tente d'appliquer « l'hypothèse nébulaire de Laplace » pour expliquer la formation des nébuleuses et des amas stellaires. Il part généralement d'une « masse *hétérogène* » sphéroïdale chaude « en rotation lente » et « *très aplatie* ».

Une opinion d'Agnès Clerke, astronome et historienne anglaise (Le Système des Etoiles, 1905)

La question de savoir si les nébuleuses sont des galaxies extérieures ne demande plus de longues discussions. Le progrès de la recherche y a répondu. Nous pouvons dire en toute sécurité qu'avec toutes les preuves disponibles devant lui, aucun penseur compétent ne peut désormais soutenir que les nébuleuses sont des systèmes d'étoiles de même rang que la Voie Lactée. Une certitude pratique a été atteinte à propos du fait que l'entier des contenus stellaires et nébulaires de la sphère céleste appartient à une agglomération considérable, et se tient à l'intérieur des limites d'un vaste schéma par des relations mutuelles ordonnées. Vaste, cela signifie aussi loin que s'étendent nos capacités à connaître. La science ne se préoccupe pas des infinies possibilités situées au-delà.

Les principales raisons qui justifient l'assertion selon laquelle le statut des nébuleuses est intragalactique sont de trois sortes. Elles dépendent, premièrement, de la nature des corps eux-mêmes; deuxièmement, de leurs associations stellaires individuelles; troisièmement, de leur arrangement systématique comparé à l'arrangement systématique des étoiles.