

Serge-Reiver Nazare

LE MONDE SCIENTIFIQUE

Edition Octobre 2000

Sommaire

Introduction	3
Le monde scientifique	4
La cosmologie	17
L'astronomie	
Présentation	21
Les regroupements de Galaxies	23
Les Galaxies	
Généralités	26
La Voie Lactée	27
Données astronomiques de Sources	30
Les Etoiles	
Généralités	38
Classement par couleur	44
Etoiles les plus brillantes	45
Etoiles les plus proches	46
Les Constellations	47
Le Soleil	50
Données astronomiques d'Etoiles	54
Le Système Solaire	
Généralités	85
Les Planètes	86
Tableaux comparatifs	103
Les Satellites	106
Les Astéroïdes	108
Les Comètes	111

La Terre

Caractéristiques principales	113
Formation de la Terre	116
L'apparition de la vie sur Terre	123
Le règne minéral	129
Le règne végétal	143
Le règne animal	149

L'Homme

Présentation	172
L'évolution depuis ses origines	173
Le corps humain	179

Conclusion	225
-------------------	------------

INTRODUCTION

Nous allons aborder dans cet ouvrage uniquement les parties qui nous seront utiles pour les autres ouvrages.

Cet ouvrage ne contient que des informations scientifiques reconnues. Il ne contient pas d'interprétations personnelles spirituelles ou autres, qui feront partie d'autres ouvrages.

Pour respecter l'ordre des choses, j'ai pensé qu'il serait plus pratique, pour raconter l'histoire de la formation de l'univers physique, de commencer par l'origine, c'est à dire par les galaxies, pour descendre l'échelle de la différenciation jusqu'à notre planète la Terre. Là nous allons nous attarder pour regarder naître et se développer ses différents règnes, jusqu'à l'homme.

Mais avant d'entrer dans le vif du sujet, et pour nous fixer les idées, faisons un tour d'horizon sur ce que représente le monde scientifique dans son ensemble.

LE MONDE SCIENTIFIQUE

La science comprend de nombreuses rubriques que l'on peut classer en grands chapitres suivants :

Les mathématiques.

La physique.

La chimie.

Les sciences de la terre.

Les sciences de la vie.

Les sciences humaines.

Chacun de ces grands chapitres se subdivise en de nombreuses parties dont certaines se subdivisent en d'autres spécialités. Voici donc un tableau synthétique de référence de la science.

- Les Mathématiques :

Elles représentent la partie de la science qui a pour objet une étude abstraite à caractère essentiellement déductif qui se construit par le seul raisonnement. Cette étude porte sur les propriétés d'êtres abstraits (nombres, figures, fonctions, espaces géométriques, etc.), ainsi que les relations qui existent entre eux. Sans les mathématiques les autres parties ne pourraient exister.

- L'Astronomie :

Elle représente la partie de la science qui a pour objet l'étude scientifique des astres, de la structure de l'univers et de son évolution. Elle étudie la position, les mouvements, la structure et l'évolution des corps célestes.

- La Physique :

Elle représente la partie de la science qui a pour objet l'étude des propriétés de la matière et la détermination des lois qui la régissent. Elle étudie les propriétés générales de la matière, de l'espace et du temps, et établit les lois qui rendent compte des phénomènes naturels. On distingue notamment :

La mécanique, la mécanique des fluides, la dynamique, l'optique, l'électricité, la nature des corps, la gravitation, le magnétisme, l'électromagnétisme, la thermodynamique, la mécanique statique, la théorie de la relativité, la mécanique céleste, la physique nucléaire, la physique des hautes énergies ou particules élémentaires.

- La Chimie :

Elle représente la partie de la science qui a pour objet l'étude des éléments naturels, et des combinaisons auxquelles ils peuvent donner lieu. Elle étudie la constitution atomique et moléculaire des corps, ainsi que leurs interactions.

On distingue notamment :

° La chimie physique :

Elle étudie les interfaces entre la physique et la chimie. Elle comprend, principalement : la thermodynamique chimique, la cinétique chimique, la thermochimie, la chimie théorique, la photochimie, l'électrochimie, la chimie nucléaire, ou radiochimie, la chimie analytique.

° La chimie organique :

Elle étudie le carbone et ses composés.

° La chimie minérale :

Elle étudie tous les éléments autres que le carbone. C'est une discipline qui traite des corps tirés du règne minéral (par opposition à la chimie organique). Elle concerne l'étude de l'état naturel, de la préparation, des propriétés et des réactions des corps purs et de leurs composés, ainsi que la rationalisation et l'interprétation des phénomènes.

° La biochimie :

Elle étudie les réactions chimiques dans les cellules et les tissus des êtres vivants.

° **La chimie macromoléculaire :**

Elle traite de la synthèse et des propriétés des macromolécules (ou polymères), majoritairement d'origine organique.

° **La chimie appliquée :**

Elle comprend : la chimie industrielle, (dont la pétrochimie et la carbochimie), le génie chimique, (mise au point des procédés de l'industrie chimique), la chimie agricole, (étude des sols, des engrais et de la protection des récoltes), la chimie pharmaceutique, (conception et fabrication des médicaments), enfin, toutes les branches spécialisées dans l'élaboration et la fabrication de divers produits (parfums, cosmétiques, colorants, etc.).

- Les Sciences de la Terre :

Elle représentent les parties de la science qui ont pour objet l'étude de l'ensemble de la Terre. On distingue principalement :

° **La Géologie :**

Elle étudie l'ensemble de la structure de la Terre. Elle représente la science des matériaux qui constituent le globe terrestre (en particulier ceux directement accessibles à l'observation) et étudie des transformations actuelles et passées subies par la Terre. Elle représente aussi l'ensemble des caractéristiques du sous-sol d'une région.

La géologie vise à comprendre la nature, la distribution, l'histoire et la genèse des constituants de la Terre. Ses objets d'étude appartiennent à différents niveaux d'organisation : le cristal et le minéral, la roche, le complexe rocheux (plutonique, stratigraphique, etc.), le complexe structural (bassin sédimentaire, dorsale océanique, etc.), la plaque lithosphérique, en relation avec les différentes parties de la Terre. L'étude de ces différents objets concerne notamment :

. La Cristallographie :

Elle étudie les cristaux et les lois qui président à leur formation.

. La Minéralogie :

Elle étudie la composition chimique et les propriétés physiques des minéraux et leur formation.

. La Pétrologie :

Elle étudie les mécanismes de formation des roches à travers leur distribution, leur structure, leurs propriétés.

. La Géodynamique :

Elle étudie la cinématique, la dynamique et l'évolution du globe terrestre. Elle s'intéresse en particulier aux phénomènes qui affectent les ensembles rocheux.

. La Tectonique :

Elle étudie les déformations (plis, failles, etc.) des domaines superficiels de la Terre, sous l'effet des contraintes postérieurement à leur mise en place. Elle étudie l'ensemble de ces déformations.

La tectonique des plaques est la théorie géodynamique qui explique les orogènes (systèmes montagneux qui résultent du plissement d'une portion de l'écorce terrestre), ainsi que les différents phénomènes géologiques (séismes, volcanisme, etc.), par les mouvements des plaques lithosphériques.

. La Paléontologie :

Elle étudie les êtres vivants qui ont peuplé la Terre aux époques géologiques. Elle est fondée sur l'étude des fossiles. C'est l'intermédiaire entre la biologie et la géologie. Elle se divise en paléontologie animale et végétale, micropaléontologie et paléontologie humaine.

. La Géophysique :

Elle représente l'étude, par les moyens de la physique, de la structure d'ensemble du globe terrestre et des mouvements qui l'affectent. On divise la géophysique en géophysique interne, et en géophysique externe

La géophysique interne comprend notamment :

La Géodésie :

Elle étudie la forme et les dimensions de la Terre.

La Sismologie :

Elle étudie les divers mouvements du sol, notamment les séismes.

La géophysique externe comprend notamment :

L'Hydrologie :

Elle traite les propriétés mécaniques, physiques et chimiques des eaux marines.
On distingue :

L'Hydrologie marine, ou océanographie.

L'Hydrologie continentale : fluviale, ou potamologie, lacustre, ou limnologie.

La Météorologie :

Elle étudie des éléments du temps (températures, précipitations, vents, pression, etc.) et recherche des modèles sur les mouvements de l'atmosphère, l'atmosphère étant la dernière enveloppe de la Terre. En météorologie, la théorie est fondée sur la mécanique des fluides et la thermodynamique, avec une finalité pratique : la prévision du temps. Les autres tâches sont multiples : observations et mesures (grâce aux stations, aux radiosondages, etc.) à la surface de la Terre et dans l'atmosphère, analyse des données, transmission de celles-ci au niveau international, archivage climatologique, diffusion des prévisions et des statistiques climatiques, analyses hydrologiques, étude des pollutions atmosphériques, recherches sur les techniques instrumentales (radars) et spatiales (satellites, tels ceux de la famille Meteosat), les modèles de prévision, le climat, l'océan, etc.

L'Océanologie physique :

Elle étudie la partie physique relative à l'étude et à l'utilisation du domaine océanique. (voir océanologie ci-après).

. La Géochimie :

Elle représente l'étude de la répartition des éléments chimiques dans les roches et dans les minéraux, de leur nature, de leur origine et de leur comportement au cours des phénomènes géologiques.

. L'Hydrogéologie :

Elle s'occupe de la recherche et du captage des eaux souterraines.

. La Géothermie :

Elle étudie l'ensemble des applications techniques des phénomènes thermiques internes au globe terrestre, considérés comme une source d'énergie.

. La Géologie de l'Environnement :

Elle comprend notamment la mécanique des sols et des roches, la prospection minière (gîtologie, métallogénie), l'exploitation des mines et carrières, la minéralurgie, la géologie des pétroles ou des charbons, etc.

° La Géographie :

C'est une partie de la science qui a pour objet la description et l'explication de l'aspect actuel, naturel et humain, de la surface de la Terre. On distingue :

. La géographie générale :

Elle étudie les phénomènes (population, production, commerce, etc.) à l'échelle mondiale.

. La géographie régionale :

Elle étudie un espace (région) bien déterminé.

La géographie a aussi pour objet l'étude de l'ensemble des caractères naturels et humains d'une région, d'un pays. Elle est la science de l'organisation actuelle de l'espace terrestre par l'homme. Elle s'intéresse aux problèmes de l'habitat et de la population (géographie humaine au sens strict), de la production, des services, des transports et des échanges (géographie économique).

° **L'Océanologie :**

Elle traite l'ensemble des disciplines scientifiques (physique, chimie et biologie) et des techniques (prospection, exploitation) relatives à l'étude et à l'utilisation du domaine océanique. Ses objectifs sont au nombre de trois :

L'étude des fonds et des littoraux, analysés dans leurs formes (échouage, sondage, bathymétrie, sonographie, etc.), dans leurs structures (anomalies magnétiques, campagnes sismiques, forages, etc.) et leur couverture sédimentaire (carottage, dragage).

L'étude des eaux dans leur nature physico-chimique (salinité, température, densité, masses, bilan hydrologique), leurs mouvements (courants superficiels et courants de profondeur, ondes océaniques, dont les marées) et leurs relations avec l'atmosphère, dans le cadre des recherches en climatologie.

L'étude des espèces animales et végétales vivant sur le fond (benthos), flottant (plancton) ou nageant dans l'eau (necton), dont le but est moins de classer et de répertorier les espèces que de définir la productivité en matière vivante (biomasse) en fonction des conditions écologiques (énergie thermique, sels nutritifs) de façon à aider à l'amélioration des pêches et au développement des techniques d'aquaculture.

° **La Climatologie :**

Elle représente la science de l'atmosphère dont l'objet est l'étude des climats. Entretenant des relations fortes avec la météorologie et ses techniques d'étude de l'atmosphère, la climatologie recouvre aussi bien des aspects fondamentaux (climatologie analytique, prospective, etc.) que des aspects appliqués (agroclimatologie, bioclimatologie, etc.). Un de ses domaines en plein essor concerne la reconstitution des climats des temps géologiques (paléoclimatologie).

° **L'Ecologie :**

Elle étudie les relations des êtres vivants avec leur environnement. Elle concerne les travaux relatifs à l'action des conditions physiques de l'environnement (facteurs abiotiques) sur les êtres vivants et sur l'action que ces derniers exercent en retour sur leur environnement (facteurs biotiques). L'écologie s'est développée en intégrant les connaissances de la biologie et d'autres sciences (géologie, climatologie, économie, etc.).

L'écologie fondamentale étudie la structure et le fonctionnement des écosystèmes, dans lesquels les transferts permanents d'énergie et de matière (chaînes alimentaires, cycles écologiques) déterminent la vitesse d'accroissement de la biomasse (productivité).

L'écologie appliquée prend en compte l'action de l'homme dans le but d'en limiter les conséquences néfastes (dégradation de l'environnement, pollution, baisse de la biodiversité, etc.) et de favoriser une gestion rationnelle de la nature.

- Les sciences de la Vie :

Elle représentent les parties de la science qui ont pour objet l'étude de la vie sous toutes ses formes. On distingue principalement :

° **La Biologie :**

Elle étudie la forme, le fonctionnement, la reproduction, la diversité des êtres vivants, actuels ou fossiles, ainsi que les relations qu'ils établissent entre eux et avec l'environnement. On distingue notamment :

. **La Biologie végétale :**

Elle étudie le cycle reproductif des végétaux.

. **La Biologie animale :**

Elle étudie le cycle reproductif des animaux.

. La Biologie moléculaire :

Elle étudie les êtres vivants à partir des propriétés et des structures des macromolécules constitutives de leurs cellules.

. La Biologie cellulaire : (cytologie).

. La Biologie médicale :

Elle englobe l'ensemble de disciplines médicales de base à caractère scientifique (comme, par exemple, l'embryologie humaine), et la spécialité médicale qui s'occupe de l'identification et de l'analyse des substances et des micro-organismes, en particulier dans le sang.

. L'Embryologie :

Elle étudie le développement des êtres vivants.

. La Paléontologie :

Elle étudie les formes fossiles.

. La Génétique :

Elle étudie les caractéristiques du patrimoine héréditaire.

. La Microbiologie :

Elle étudie les organismes microscopiques.

. La Biologie moléculaire :

Convergence de la biologie et de la biochimie.

. Nous notons également l'étude des problèmes généraux tels que l'apparition de la vie, l'évolution des espèces, la classification des êtres vivants (systématique, taxinomie).

° **La Botanique :**

Elle étudie les végétaux.

Elle se divise en de nombreuses disciplines, étudiant les êtres vivants d'après :

Leur forme (morphologie).

Leur organisation (anatomie).

Leurs tissus (histologie).

Leurs cellules (cytologie).

Leur fonctionnement (physiologie).

Leurs maladies (pathologie).

Leur comportement (éthologie).

Leurs relations avec l'environnement (écologie).

° **La Zoologie :**

Elle étudie les animaux.

Elle se divise dans les mêmes disciplines que la botanique.

° **La Médecine :**

Elle représente l'ensemble des connaissances scientifiques et des moyens mis en œuvre pour la prévention, la guérison ou le soulagement des maladies, blessures ou infirmités. Nous distinguons notamment :

. La Médecine de ville :

C'est la médecine exercée en dehors de l'hôpital.

. La Médecine légale :

Elle étudie les rapports entre la médecine et le droit, et qui a notamment pour objet d'aider la justice pénale ou civile dans la recherche de la vérité, lors d'un décès ou d'un accident, par ex.

. La Médecine sociale :

Elle représente l'ensemble des connaissances portant sur les conséquences médicales des lois et des phénomènes sociaux (législation sociale, médecine du travail, etc.).

. La Médecine du travail :

C'est une spécialité médicale destinée à dépister, à prévenir et à surveiller les troubles ou les accidents dus à l'activité professionnelle.

Les professions médicales ont une activité autonome, contrairement aux professions paramédicales, tandis que les guérisseurs ont un statut variable selon les pays. La médecine curative soigne les maladies déjà manifestes, par opposition à la fois à la prévention, au dépistage et à la médecine exercée dans le cadre administratif. Par ailleurs, parallèlement à la consultation individuelle, l'épidémiologie et la santé publique s'intéressent aux facteurs collectifs.

- Les sciences humaines :

Elle représentent les parties de la science qui ont pour objet l'étude de la vie de l'homme lui-même et dans son environnement. On distingue principalement :

° **L'Histoire :**

Elle étudie les relations des faits, des événements passés de la vie de l'humanité, d'une société, d'une personne, etc.

° **La Philosophie :**

Domaine de la culture constitué par un ensemble d'interrogations, de réflexions et de recherches à caractère rationnel menées depuis l'Antiquité grecque sur l'être, les causes, les valeurs, etc., et mettant en jeu, dans la diversité des voies

empruntées et des réponses retenues, le rapport de l'homme au monde et à son propre savoir.

° **La Psychologie :**

Elle étudie scientifiquement des faits psychiques, la connaissance empirique ou intuitive des sentiments, des idées, des comportements d'autrui. Elle comprend aussi l'ensemble des manières de penser, de sentir, d'agir qui caractérisent une personne, un groupe, un personnage littéraire.

La psychologie peut s'appréhender :

. Du point de vue méthodologique :

Psychologie expérimentale, psychologie du développement, différentielle, clinique ou comparée.

. Du point de vue des objets étudiés :

Psychologie générale, psychologie de l'enfant, de l'animal, psychopathologie, psychosociologie, psycholinguistique, psychophysiologie.

. Du point de vue des champs d'intervention :

Psychologie du travail, des organisations, du sport, de la santé, psychologie scolaire, etc.

. Selon les positions théoriques :

Psychologie du comportement, psychologie cognitive, analytique ou psychanalyse, génétique etc.).

° **L'Anthropologie :**

Elle étudie la dimension sociale de l'homme. Elle s'intéresse aux pratiques comme aux représentations. Comparative, elle vise à l'intercompréhension des sociétés et des cultures. On y distingue des sous-disciplines.

. L'Anthropologie sociale et culturelle :

Elle étudie toutes les manifestations de la vie en société (lien de parenté, mariage, naissance, initiation, funérailles, et plus généralement modes de vie, coutumes et rites). Elle s'attache à rendre compte des différences entre sociétés particulières. L'anthropologie culturelle est parfois prise à part par rapport à la précédente, surtout dans la tradition américaine, avec un intérêt spécifique pour les modes de vie, les langues, les mythes des peuples.

. L'Anthropologie économique :

Elle étudie les formes de production et de répartition des biens.

. L'Anthropologie historique :

Elle met les formes sociales en relation avec l'histoire particulière de chaque peuple.

. L'Anthropologie politique :

Elle s'attache aux formes d'autorité et de pouvoir, et spécialement à la formation de l'unité politique, voire à celle de l'Etat.

. L'Anthropologie religieuse :

Elle s'intéresse aux systèmes des rites et mythes, ainsi qu'aux expressions sociales des religions universelles.

. L'Anthropologie physique :

Elle étudie les caractéristiques anatomiques, physiologiques, biologiques, et génétiques des peuples. Elle a contribué avec la biologie à vider le concept de race de tout fondement scientifique.

° **La Sociologie :**

Elle étudie scientifiquement les sociétés humaines et les faits sociaux. La sociologie se caractérise par une grande diversité des approches théoriques et des objets considérés. Mais cette diversité s'articule en fait autour de deux façons bien différentes de considérer l'étude des phénomènes sociaux :

. D'un côté, une sociologie qui interprète ces phénomènes comme le produit des structures sociales (approche fonctionnaliste, approche structuraliste).

. De l'autre, une sociologie de l'action qui analyse ces phénomènes comme le résultat de l'agrégation d'actions individuelles. En France, aujourd'hui, deux programmes scientifiques connaissent un développement notable, la sociologie des organisations (administrations, entreprises, etc.) et la sociologie de la connaissance.

° **L'Ethnologie :**

Elle étudie scientifiquement et systématiquement les sociétés dans l'ensemble de leurs manifestations linguistiques, coutumières, politiques, religieuses et économiques, comme dans leur histoire particulière.

LA COSMOLOGIE

- **Présentation :**

Avant d'entrer dans le royaume de notre univers, voyons comment nos ancêtres et nos contemporains ont pensé cet univers.

- **Définition :**

La cosmologie représente la partie de l'astronomie qui étudie l'ensemble de l'Univers, sa structure et les lois qui régissent son évolution. La cosmologie est la science qui étudie la structure et l'évolution de l'Univers considéré dans son ensemble.

En particulier, la cosmogonie est l'ensemble des doctrines qui tentent d'expliquer la formation de l'Univers. La cosmogonie est la science qui étudie la formation des objets célestes (galaxies, étoiles, planètes, etc.).

Les premières théories cosmologiques dans l'Occident sont celles des Mésopotamiens et remontent à 4 000 av JC. D'après ces théories, la Terre est le centre de l'Univers et les autres astres se déplacent autour d'elle. Aristote et l'astronome grec Ptolémée expliquèrent que le mouvement des étoiles dans le ciel résultait de leur fixation sur des sphères en rotation. Vers 270 av JC., l'astronome grec Aristarque de Samos affirma que la Terre tourne autour du Soleil selon une orbite circulaire. Mais, en raison de l'autorité d'Aristote, le concept de la Terre comme centre de l'Univers ne fut pas remis en question avant plusieurs siècles.

En 1543 l'astronome polonais Nicolas Copernic proposa un nouveau système dans lequel le Soleil est le centre de l'Univers et autour duquel les planètes décrivent des orbites circulaires.

Les astronomes Kepler et Galilée adoptèrent le système copernicien et découvrirent que les planètes se déplacent sur des orbites elliptiques à des vitesses variables, selon trois lois empiriques : les lois de Kepler.

Le mathématicien et physicien anglais Isaac Newton justifia les lois de Kepler sur le mouvement des planètes, en montrant que ces lois pouvaient être déduites des règles générales sur le mouvement et la gravitation. Newton montra ainsi que les lois de Kepler s'appliquaient dans tout l'Univers.

D'après la loi de Hubble toutes les galaxies semblent s'éloigner de la Voie lactée, celle-ci pourrait apparaître comme le centre de l'Univers. Ce n'est cependant pas

le cas. On peut imaginer un ballon sur lequel sont dessinés des points régulièrement espacés. Lorsque l'on gonfle le ballon, les points s'éloignent les uns des autres, exactement comme les observateurs voient toutes les galaxies s'éloigner de la Voie lactée. L'analogie fournit aussi une explication simple à la loi de Hubble, l'Univers est en expansion.

Lemaître détermina que les galaxies sont des fragments qui ont été projetés par l'explosion d'un atome originel, d'où l'expansion de l'Univers. Ce fut le début de la théorie du big bang sur l'origine de l'Univers.

D'après Friedmann, si l'Univers contient relativement peu de matière, l'attraction gravitationnelle mutuelle entre les galaxies diminuera légèrement les vitesses d'éloignement et l'Univers sera indéfiniment en expansion. L'Univers serait alors un Univers ouvert de taille infinie. Cependant, si la densité de matière est supérieure à une valeur critique, l'expansion ralentira jusqu'à s'arrêter et s'inverser en contraction et l'Univers s'effondrera totalement. Il serait alors fermé, d'étendue limitée. Le destin de l'Univers effondré est incertain, mais selon une théorie, il exploserait à nouveau, engendrant un nouvel Univers en expansion, qui s'effondrerait à nouveau, et ce modèle présente un Univers oscillant.

D'autre part, à l'heure actuelle, on estime que l'âge de l'Univers est compris entre 7 et 20 milliards d'années. Cependant, certaines estimations sont en contradiction avec les âges de certains objets astronomiques, tels que les amas d'étoiles. Ainsi le problème de l'âge de l'Univers reste entier.

- La théorie du modèle stationnaire :

En 1948, les astronomes Bondi, Gold et Hoyle présentèrent un modèle de l'Univers, appelé la théorie du modèle stationnaire. D'après un point de vue philosophique, l'Univers ne pouvait être apparu soudainement. Leur modèle était issu d'une extension du principe cosmologique, qui était sous-jacent à des théories antérieures, comme le modèle de Friedmann. D'après le principe cosmologique parfait de Bondi, Gold et Hoyle, l'Univers a le même aspect à tout moment et en n'importe quel point. De plus, la diminution de densité de l'Univers due à son expansion est compensée par la création continue de matière, qui se condenserait en des galaxies prenant la place des galaxies éloignées de la Voie lactée. L'aspect actuel de l'Univers est ainsi conservé. Sous cette forme, la théorie du modèle stationnaire n'est plus acceptée par la plupart des cosmologistes. La découverte des quasars (systèmes extragalactiques très petits mais extrêmement lumineux, situés à grande distance), indiquent qu'il y a quelques milliards d'années l'Univers était très différent de ce qu'il est aujourd'hui.

- La théorie du big bang :

Elle fut introduite en 1948 par le physicien Gamow, qui modifia la théorie de Lemaître sur l'atome originel. Gamow supposa que l'Univers était né d'une explosion gigantesque et que les différents éléments observés aujourd'hui ont été générés juste après cette explosion appelée big bang, à un moment où la température et la densité extrêmement élevées de l'Univers permettaient la fusion des particules subatomiques pour créer les éléments chimiques. Des calculs plus récents indiquent que l'hydrogène et l'hélium seraient les deux premiers éléments nés du big bang, les éléments plus lourds étant produits seulement plus tard au sein des étoiles. La théorie de Gamow fournit une base pour comprendre les tout premiers stades de l'Univers et l'évolution de ce dernier. Du fait de sa densité extrêmement élevée, la matière existant dans les tout premiers instants de l'Univers se serait dilatée extrêmement vite.

L'hydrogène et l'hélium auraient alors été refroidis et condensés dans les étoiles et les galaxies. Cela expliquerait l'expansion de l'Univers et les fondements physiques de la loi de Hubble.

L'Univers se dilatant, le rayonnement résiduel issu du big bang aurait continué à se refroidir, jusqu'à aujourd'hui.

- L'évolution de l'Univers :

Le modèle de l'Univers en expansion pose un problème non résolu : l'Univers est-il ouvert ou fermé? C'est-à-dire se dilatera-t-il indéfiniment ou se contractera-t-il à nouveau?

Pour donner une solution, il faut déterminer si la densité moyenne de matière dans l'Univers est supérieure à la valeur critique du modèle de Friedmann. D'après des calculs sur la masse des galaxies, on trouve une densité de seulement 5 à 10% de la valeur critique.

D'après des calculs sur la masse des amas de galaxies, on trouve une densité moyenne, approchant la limite critique qui indiquerait que l'Univers est fermé. Le désaccord entre ces deux méthodes suggère la présence d'une matière invisible non négligeable, la matière noire, située à l'intérieur de chaque amas mais hors des galaxies visibles. Tant que le phénomène de la masse manquante ne sera pas expliqué, déterminer l'évolution de l'Univers restera impossible.

Comme la lumière émise par les galaxies les plus lointaines a voyagé pendant des milliards d'années avant de nous parvenir, l'Univers que nous observons est celui d'un lointain passé.

Des théories et les calculs sont toujours en cours.

L'ASTRONOMIE

PRESENTATION

- Introduction :

La présentation suivante de l'astronomie est volontairement synthétique. Il s'agit pour nous de connaître les définitions des différents éléments de notre univers, mais sans entrer dans les détails. Cette présentation est destinée à survoler le sujet, à en garder une vue d'ensemble sans en approfondir les données. Il existe pour cela de très bons ouvrages.

Ce résumé va donc nous aider à prendre conscience de la place qu'occupe notre planète Terre dans le système solaire, de la place qu'occupe notre étoile le Soleil dans notre galaxie la Voie Lactée, et de la place qu'occupe notre galaxie dans l'univers.

L'astronomie faisant des progrès rapides en fonction de l'évolution de la technologie, précisons que certaines données inscrites dans cet ouvrage seront peut-être à remettre à jour dans l'avenir.

- Unités de mesures :

Les grandes distances mesurées entre les corps célestes ont nécessité la création de mesures des distances particulières :

- Année lumière (al) :

Unité de distance équivalant à la distance parcourue par la lumière en un an dans le vide, à la vitesse de 300 000 km par seconde, soit environ 9 460 milliards de km.

- Parsec (pc) :

Unité de distance correspondant au demi grand axe de l'orbite décrite par la Terre autour du Soleil vu sous un angle de une seconde, soit environ 30 900 milliards de km.

- Unité astronomique (UA) :

Distance moyenne Terre-Soleil soit 149,6 millions de km.

- Relations entre les unités de mesure :

- 1 al = 9 460 milliards de km = 0,3 parsec = 63 500 UA

- 1 parsec = 30 900 milliards km = 3.25 al = 206 550 UA

LES REGROUPEMENTS DE GALAXIES

- Définition :

Aussi loin que peuvent voir nos télescopes humains, l'Univers est constitué de Galaxies. Une Galaxie est un ensemble d'étoiles qui tournent autour d'un centre, cet ensemble se déplaçant dans le Cosmos. La science a remarqué que des Galaxies évoluent seules dans ce Cosmos, mais que des Galaxies sont aussi regroupées en des ensembles d'un certain nombre de Galaxies, tournant toutes autour d'un centre, qui aussi se déplace dans le Cosmos avec son cortège de Galaxies.

Notre Galaxie, la Voie Lactée fait partie d'un ensemble appelé Le Super Amas de la Vierge.

- Le Super Amas de la Vierge :

Notre Galaxie, ainsi que 23 autres plus ou moins grandes tournent autour d'un point central qui, vu de notre terre se situe dans ce que nous nommons l'Amas de la Vierge ou Virgo, car il se situe dans la constellation de la Vierge.

L'ensemble comprenant l'Amas de la Vierge, notre amas local de galaxies, ainsi que d'autres amas tournant autour du même point central, est appelé Super Amas de la Vierge.

- L'Amas de la Vierge ou Virgo :

L'Amas de la Vierge, que l'on appelle aussi Virgo, se situe environ à 50 millions d'années lumières de la Terre (unité astronomique), et possède 2500 Galaxies dont la galaxie M 87 qui est la galaxie dominante (3 000 milliards d'étoiles), et la Galaxie M 104 dite du Sombrero.

- Notre Amas Local :

Notre Amas local de Galaxies comprend 24 Galaxies. Dans ces 24 Galaxies nous comptons principalement :

- La Galaxie Voie Lactée, la nôtre : (200 milliards d'étoiles).
- La Galaxie Andromède (300 milliards d'étoiles). Distance 2 200 000 al.

- La Galaxie Triangle. Distance 2 700 000 al.

- Des Galaxies satellites dont, pour la Voie Lactée :

- Le Grand Nuage de Magellan (10 Milliards d'étoiles). Distan 170 000 al.
- Le Petit Nuage de Magellan (2 Milliards d'étoiles). Distance 200 000 al.
- La Galaxie Sculpteur (3 millions d'étoiles). Distance 280 000 al.
- La Galaxie Fourneau (20 millions d'étoiles). Distance 560 000 al.
- La Galaxie Lion I.
- La Galaxie Lion II.
- La Galaxie Petite Ours.
- La Galaxie Dragon.

La Voie Lactée, de même que Andromède possèdent d'autres petites galaxies satellites, mais nous n'en tiendrons pas compte dans cet ouvrage.

LES GALAXIES

GENERALITES

- Définition :

Les Galaxies sont des systèmes stellaires représentant une certaine concentration d'étoiles et autres objets stellaires.

La science estime leur nombre à un milliard.

Elle estime également l'âge de l'Univers à 15 milliards d'années.

- Répartition :

On distingue différentes formes de Galaxies :

- Elliptiques : forme d'ellipse

- Spirales : bras spiralés avec un noyau globulaire plus brillant.

- Spirales barrées

- Formes irrégulières

La répartition des galaxies n'est pas uniforme.

Elles sont groupées en amas d'importances inégales pouvant atteindre 1 million en quantité.

Particularité :

Quasars : radiosources apparemment 10 fois plus petites que les galaxies habituelles mais de 10 à 100 fois plus lumineuses que les plus grandes galaxies connues.

Nous avons vu que notre Galaxie, la Voie Lactée, fait partie d'un groupe local de Galaxies centré sur ce que l'on appelle le Super Amas de la Vierge.

LA VOIE LACTEE

* Définition :

Le système solaire fait partie d'un groupe de corps célestes appelé Galaxie. Le nom de notre galaxie est La Voie Lactée car elle présente une bande blanc laiteux lorsqu'on la regarde dans la nuit.

Notre galaxie contient environ 200 milliards d'étoiles.

Elle a un diamètre d'environ 100 000 al, et une épaisseur de 4 000 al.

Le bulbe central a un diamètre de 18 000 al.

C'est une galaxie type spirale avec 4 bras principaux.

L'étoile Soleil se situe vers l'extrémité d'un de ces bras vers l'extérieur, à 28 000 al du centre.

Toutes les étoiles tournent autour du centre de la Voie Lactée, celle-ci se déplaçant également dans le cosmos. Le Soleil met 240 millions d'années pour en faire le tour. On estime qu'il naît en moyenne une dizaine d'étoiles par an.

* Composition :

A l'intérieur de notre galaxie évoluent différents corps appelés corps célestes. Ce sont :

- Les Etoiles :

Elles sont de différents types : simples, doubles ou multiples, (c'est à dire tournant les unes autour des autres). Elles sont de différentes natures et à différents stades d'évolution. Elles sont classées suivant leur spectre lumineux, leur couleur, leur taille, leur éclat (magnitude) : géantes, petites, naines, rouges, jaunes, bleues, blanches, etc. Voir chapitre suivant.

- Les Amas Stellaires :

Les étoiles sont parfois assemblées en amas ouverts ou en amas globulaires.

° **Les amas ouverts :**

Ce sont des systèmes communs d'étoiles nées dans le même nuage, et qui se dirigent dans la même direction. Ex : Pléiades, Hyades.

Ils contiennent des dizaines, des centaines, des milliers d'étoiles liées les unes aux autres par la force de gravité. Il existe plusieurs centaines d'amas ouverts dans notre galaxie.

° **Les amas globulaires :**

Ce sont des associations très denses, sous forme sphérique, d'une grande quantité d'étoiles, parfois plusieurs centaines de milliers, satellites de la Galaxie et tournant avec elle, formant un halo galactique.

- **Les Nébuleuses :**

Les nébuleuses sont des nuages de poussières et de gaz. A partir de certains de ces gros nuages se forment les Etoiles. Les nébuleuses se différencient en :

° **Nébuleuses planétaires :**

De formes régulières mais souvent elliptiques, elles sont composées de gaz en expansion excités par une étoile très chaude, (géante rouge le plus souvent), située au centre de la nébuleuse. Il existe plus de 1 000 nébuleuses de ce type dans notre galaxie.

° **Nébuleuses sombres ou obscures :**

Nuages de gaz et poussières suffisamment denses pour masquer les étoiles qui se trouvent derrière eux, et qui sont éclairés par des étoiles suffisamment proches.
Ex : Nébuleuse du Sac à Charbon, dans la constellation de la Croix du Sud.

° **Nébuleuses diffuses :**

Nuages de gaz et de poussières réfléchissant la lumière des étoiles voisines, ou luminescents par l'énergie d'une étoile chaude. Ex : Nébuleuse d'Orion.

- Matière interstellaire ou Gaz interstellaire :

Pour être complet, il faut mentionner la matière Interstellaire, qui est composée principalement d'hydrogène sous forme de molécules, mais aussi du monoxyde de carbone (CO), de l'ammoniac (NH₃), et des molécules de CS, SO, HCN.

Bien que cela ne soit pas un corps à proprement parler, la quantité n'est pas négligeable du tout dans la composition du cosmos, d'autant plus que ce gaz est la matière première des étoiles.

DONNEES ASTRONOMIQUES DE SOURCES COSMIQUES

Nous allons aborder dans un prochain ouvrage l'influence de diverses sources cosmiques sur l'homme. Il me paraît intéressant d'étudier dès à présent quelles sont les données astronomiques de ces sources cosmiques, extérieures ou intérieures à notre Voie Lactée.

ANDROMEDE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 31 ou NGC 224.
- Position cosmographique : Centre d'un petit groupe de Galaxies, dont la Galaxie du Triangle (M 33), située dans la constellation Andromède, (Hémisphère Nord).
- Distance par rapport au Système Solaire : 2,2 millions al. C'est la Galaxie Géante la plus proche de la notre, (Voie Lactée).
- Composition : Galaxie spirale barrée comportant environ 300 milliards d'étoiles.
C'est la Galaxie la plus grande de notre Amas Local. Elle ressemble à la Voie Lactée en plus grand. On suppose qu'en son centre se trouve un Trou Noir super-massif. Des Galaxies Naines tournent autour d'Andromède, (M 32 ou NGC 221, NGC 147, NGC 185).
- Diamètre: Externe = 180 000 al.
- Masse: 300 milliards de fois Le Soleil.
- Visibilité: Elle est faiblement visible à l'œil nu dans le ciel boréal.

CENTAURE

- Dénomination au catalogue astronomique : Centaurus A et B, ou NGC 5128, et NGC 5236 (ou M 83).
- Position cosmographique : Extérieure à la Voie Lactée dans la Constellation du Centaure.
- Distance par rapport au Système Solaire :
 - ° Centaurus A : 9 millions al.
 - ° Centaurus B : 11 millions al.
- Composition : Couple de Galaxies, (A et B).
 - ° Centaurus A : Couple de deux Galaxies. L'ensemble émet énormément d'énergie sur la gamme des ondes radio, d'où le terme souvent employé de radiosource Centaurus A. Cet ensemble contient au moins 200 milliards d'Etoiles équivalentes au Soleil.
 - ° Centaurus B : Galaxie spirale plus petite que Centaurus A.
- Diamètre : Centaurus B, (M 83): 35 000 al.
- Visibilité :
 - ° Centaurus A : L'ensemble est visible avec des jumelles.
 - ° Centaurus B : Visible avec un télescope.

CYGNE

- Dénomination au catalogue astronomique : Cygnus X1 ou HDE 226868.
- Position cosmographique : Intérieure à la Voie Lactée dans la Constellation du Cygne.
- Distance par rapport au Système Solaire :
- Composition : Etoile double. Source de rayonnement X.

° Etoile A : Etoile Super Géante Blanche.

° Etoile B : Trou Noir. Le couple est en rotation très serrée, et le Trou Noir attire à lui de l'énergie de l'Etoile, d'où le rayonnement très intense.

- Masse: A. 25 Soleils.
 B. 6 Soleils.

DORADE (GRAND NUAGE DE MAGELLAN)

- Dénomination au catalogue astronomique : LMC (Large Magellanic cloud), ou A 0524.

- Position cosmographique : Entre les Constellations de la Dorade et de la Table.

- Distance par rapport au Système Solaire : 170 000 al. C'est la Galaxie la plus proche.

- Composition : Galaxie irrégulière comprenant plus de 25 milliards d'Etoiles.

- Diamètre : 40 000 al.

- Luminosité : 10 milliards de Soleils.

- Visibilité : Très visible à l'œil nu dans le ciel austral.

FOURNEAU

- Dénomination au catalogue astronomique : Amas du Fourneau.

- Position cosmographique : Constellations de l'Eridan et du Fourneau.

- Distance par rapport au Système Solaire :

- Composition : Amas de Galaxies spirales et elliptiques qui, comme notre Amas Local, tourne autour de l'Amas Virgo. Cet Amas comprend au moins 15 Galaxies de tailles respectables, (contre 3 dans notre Amas Local). La plus connue est la Galaxie spirale NGC 1365, dont le diamètre est de 70 000 al.

HERCULE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 13 ou NGC 6205.
- Position cosmographique : Intérieur à la Voie Lactée dans la constellation d'Hercule, en périphérie de notre galaxie.
- Distance par rapport au Système Solaire : 23 000 al.
- Composition : Amas Globulaire composé de plusieurs dizaines de milliers d'Etoiles, surtout Jaunes et Blanches. Il se rapproche de nous à la vitesse de 250 km/s.
- Diamètre : Externe = 160 al, (noyau = 100 al).
- Visibilité : Visible avec des jumelles.
- Age : 10 milliards d'années.

LION

- Dénomination au catalogue astronomique : Amas Lion 1 et Amas Lion 2. Ne pas confondre avec les deux systèmes Léo 1 et Léo 2, qui sont deux Galaxies naines de notre Amas Local, ces deux Amas étant situés entre 20 et 30 millions al.
- Position cosmographique : Constellation du Lion.
- Distance par rapport au Système Solaire : 20 à 30 millions al.
- Composition : Amas de Galaxies regroupant une dizaine de Galaxies diverses, spirales et elliptiques.
 - ° Amas Lion 1: Les Galaxies les plus connues sont les trois Galaxies spirales M 95, M 96, et NGC 2903.
 - ° Amas Lion 2 : Les Galaxies les plus connues sont les deux Galaxies spirales M 65, et M 66, qui sont très proches l'une de l'autre, soit 180 000 al.
- Diamètre : M 65. 60 000 al.

M 66. 50 000 al.

ORION

- Dénomination au catalogue astronomique : M 42 / M 43.
- Position cosmographique : Intérieures à la Voie Lactée dans la Constellation d'Orion.
- Distance par rapport au Système Solaire : 1 500 al.
- Composition : Nébuleuses, pépinière d'Etoiles jeunes, inférieures à un million d'années.
- Diamètre : 30 al.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.
- Age : Les Etoiles observées les plus âgées ont 1 million d'années, et les plus jeunes, 100 000 ans.

SAGITTAIRE

- Dénomination au catalogue astronomique : Sagittarius A (SgrA).
- Position cosmographique : Centre de la Voie Lactée. Elle se trouve à 300 al du centre physique de la Voie Lactée. Elle est située dans la constellation du Sagittaire
- Distance par rapport au Système Solaire : 25 000 al.
- Composition : C'est une source intense de rayonnement hautement énergétique. Au centre se trouve un Trou Noir de masse égale à 3 à 4 millions de masses solaires.
- Diamètre : 20 al X 10 al.
- Masse : 10 millions de masses solaires.

SCULPTEUR

- Dénomination au catalogue astronomique : NGC 55 et NGC 253.
- Position cosmographique : Constellation du Fourneau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 10 millions al.
- Composition : Amas de Galaxies comprenant une dizaine de membres principaux. Les deux Galaxies les plus connues sont, la Galaxie irrégulière NGC 55, et la Galaxie Spirale Radiosource NGC 253.
- Diamètre : NGC 55. 70 000 al.
NGC 253. 70 000 al.

OURS

- Dénomination au catalogue astronomique : M 51.
- Position cosmographique : Respectivement, Constellation des Chiens de Chasse, de la Grande Ourse, des Chiens de Chasse, de la Grande Ourse.
- Distance par rapport au Système Solaire :

M 51 : 6,5 millions al.
M 101 : 14 millions al.
M 94 : 20 millions al.
M 81/82: 8 et 9 millions al.
- Composition : 4 Amas de Galaxies.
 - ° M 51 : Dans cet Amas, la Galaxie principale est la Galaxie Tourbillon, (M 51 ou NGC 5194). C'est une Galaxie Spirale de 130 000 al de diamètre. Elle est accompagnée, entre autres, d'une Galaxie irrégulière plus petite, Métis, (NGC 5195), d'un diamètre de 30 000 al.
 - ° M 101 : Cet Amas est centré sur la Galaxie Spirale Thémis, (M101), de 90 000 al de diamètre.

- M 94 : Cet Amas comporte des Galaxies plus petites. La principale est la Galaxie Spirale Mnémosyne, (M 94), de 33 000 al de diamètre.
- M81/82 : Cet Amas comporte au moins une dizaine de Galaxies, dont les Galaxies principales sont le couple Eiréné/Eunomia, (M 81/82), et la Galaxie spirale Diké, (NGC 2403). Cette dernière a un diamètre de 57 000 al. M 81 est une Galaxie Spirale, et M 82 est une Galaxie irrégulière.

VIERGE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 87.
- Position cosmographique : Principalement Constellation de la Vierge.
- Distance par rapport au Système Solaire : Entre 20 et 50 millions al.
- Composition : Amas de Galaxies comprenant plusieurs milliers de Galaxies. La Galaxie principale est la Galaxie Géante Elliptique M 87 ou Virgo A. Elle comprend au moins 3 000 milliards d'Etoiles et 10 000 Amas Globulaires. En son centre se trouverait un gigantesque Trou Noir. Cet Amas Virgo est le centre de notre Super Amas Local.
- Diamètre : M 87 = entre 200 000 et 300 000 al.

LES ETOILES

GENERALITES

* Généralités sur les étoiles :

- Constitution :

Les étoiles sont d'énormes masses gazeuses en réaction thermonucléaire dont la pression et la température augmentent vers l'intérieur.

Le gaz provient de la matière cosmique interstellaire qui, après fragmentation se condense, se concentre en un point par accélération gravitationnelle. Il s'en suit la mise en route de réactions de transmutation de l'hydrogène.

Schéma : Nuage diffus - nuage dense - proto étoile - étoile.

La pression de gravitation est compensée par la pression gazeuse.

La perte de masse de l'étoile correspond à son rayonnement.

Exemple : Le Soleil perd 4 millions de tonnes par seconde. A cette cadence, il peut durer encore 5 milliards d'années. Le rayonnement du Soleil est apparemment constant.

- Energie :

La concentration de gaz cosmique en un point augmente la température.

A partir d'une certaine température (quelques centaines de milliers de degrés) un amorçage de réaction thermonucléaire se produit par le bombardement de noyaux atomiques par des particules (neutrons, particules alpha, etc.).

La réaction est fortement exo-thermique (produit de la chaleur).

L'accroissement de la température de l'étoile rend possible d'autres réactions encore plus puissantes.

L'essentiel des réactions thermonucléaires est donné par la transformation de l'hydrogène en hélium.

D'autres réactions font intervenir le carbone, l'azote, l'oxygène, le deutérium (hydrogène lourd), le lithium, le béryllium, le bore, etc. avec émission de rayons alpha, gamma, électrons, neutrons.

- Durée de vie :

La durée de combustion de l'hydrogène au cœur d'une étoile, c'est à dire sa durée de vie, est très variable. Elle est d'autant plus brève que l'étoile est plus massive. En effet, plus l'étoile est massive, plus sa température centrale est élevée, et par

suite plus rapide sont les réactions de fusion, et plus vite s'épuise l'hydrogène disponible.

La durée de vie d'une étoile telle que le Soleil est voisin de 10 milliards d'années. La durée de vie d'une étoile dont la masse est de 25% supérieure est de 4 milliards d'années. La durée de vie d'une étoile dont la masse est 3 fois la masse solaire est de 250 millions d'années.

Ainsi de suite, 10 millions d'années pour 15 masses solaires, 4 millions d'années pour 40 masses solaires, 3 millions d'années pour 60 masses solaires.

A l'inverse, 25 milliards d'années pour 0,8 masse solaire.

- Masses :

Les étoiles répertoriées actuellement mesurent entre 0,1 et 50 masses solaires. La science estime la limite théorique possible à 100 masses solaires, mais les 3/4 des étoiles observées ont une masse inférieure ou égale à celle du Soleil.

Les Naines Brunes ont une masse égale à 8/1000e de celle du Soleil, leur cœur n'est pas assez chaud pour que s'amorce une réaction de fusion nucléaire, la température superficielle est de 2 000 à 3 000 °C.

- Dimensions :

Les Naines Blanches, ont de très petits diamètres, comparables à celui de notre Terre, (Sirius B= 10 400 km).

Quand aux étoiles à neutrons, les Pulsars, leur diamètre est d'environ 20 à 30 km.

Le diamètre maximum observé est l'étoile Eta du Cocher, 2 700 fois celui du Soleil.

- Densités :

Là aussi les variations sont impressionnantes.

Les étoiles géantes ont une densité variant de 0,03 à 0,00003.

Les supergéantes ont des densités encore plus faibles , comme Bételgeuse = 1/10 millionième.

Par contre, dans les naines blanches, 1 cm³ = 100 tonnes, et dans un Pulsar, 1 cm³ = 100 millions de tonnes.

- Magnitude :

Eclairement produit par la lumière d'une étoile.

° Magnitude apparente m :

C'est la quantité de lumière arrivant à l'œil de l'observation depuis la Terre.
échelle : magnitude 0 : Véga au moment où cette étoile culmine au zénith par un ciel très clair. La magnitude apparente dépend de la distance de l'étoile et de sa luminosité.

° Magnitude absolue M :

C'est la magnitude apparente qu'aurait l'étoile considérée si elle se trouvait à une distance de 10 parsecs de l'observateur.

*** Les différents types d'étoiles :**

Les étoiles sont caractérisées par leur nature et leur évolution.
Les étoiles passent la plupart de leur vie dans un état stable. Ce sont les étoiles dites de la séquence principale.
Elles peuvent néanmoins être très différentes les unes des autres.
Pour simplifier nous avons tout d'abord :

- Les Géantes Bleues :

Ce sont des étoiles très chaudes et de grande taille.
Elles évoluent très rapidement, et leur durée de vie est courte, (quelques dizaines de millions d'années).
Ex : Bellatrix, Spica, Shaula.

- Les Petites Blanches ou Jaunes :

Ce sont des étoiles moins chaudes, et de dimension plus petite, (de 0,8 à 3 fois le Soleil).
Leur durée de vie va de 500 millions à plusieurs milliards d'années.
Ex : Le Soleil, Sirius, Véga, Altaïr.

- Les Naines Rouges :

Ce sont des étoiles à faible circulation d'énergie, de petites dimensions, (de 0,1 à 0,6 fois le Soleil).

Leur évolution est lente.

Ex : Etoile de Bernard, Proxima du Centaure.

*** La fin de vie des étoiles :**

La fin de la vie des étoiles est beaucoup plus active. Elles accélèrent leur processus énergétique, et vont jusqu'à centupler leur taille. Nous avons alors :

- Les Super Géantes Rouges :

Elles proviennent des Géantes Bleues.

Ex : Bételgeuse, Antares.

- Les Géantes Rouges :

Elles proviennent des Petites Blanches ou Jaunes.

Ex : Aldébaran, Arcturus.

- Les Supernovae :

Ce sont des Super Géantes Rouges et des Géantes Rouges qui ont explosé.

Après l'explosion, ces Supernovae entament un processus de rétraction rapide avec ce qui leur reste de matière, et elles demeurent des objets extrêmement denses, (étoiles à Neutrons, Trous Noirs).

Dans les galaxies extérieures apparaissent parfois des étoiles de type Supernovae qui atteignent des éclats bien supérieurs à celui qu'atteint la galaxie elle-même. Le bond en magnitude est estimé à 22.

Ex : La Nébuleuse du Crabe est le résidu de la Super Novae perçue en 1054.

- Les Naines Blanches :

Ces corps proviennent des ex Géantes Rouges.

Leur taille est comparable à la Terre, mais leur masse est proche de celle du Soleil, soit une densité d'environ une tonne par cm³.

Ex : Sirius B.

- Les Trous Noirs :

Ces corps proviennent des ex Super Géantes Rouges qui possédaient plus d'énergie.

Les Trous Noirs sont appelés ainsi car ces corps sont si denses, donc la gravitation est si forte, que même la lumière ne peut plus s'échapper. Ils sont donc invisibles.

- Les Naines Brunnes :

Ce sont des ex Naines Rouges qui, ne disposant pas assez d'énergie, perdent celle-ci par à-coups, (Flare Stars).

*** Étoiles particulières :**

Beaucoup d'étoiles subissent des mouvements énergétiques très importants, soit à cause de leur cycle interne, soit à cause d'une instabilité d'état, ou par la présence d'un compagnon extérieur perturbateur.

Elles restent, pour la plupart dans les définitions ci-dessus, mais elles sont appelées "variables". Nous avons alors :

- Les Novae :

Ce sont des étoiles à éclat variable dont l'éclat a une augmentation brusque suivie d'une diminution lente pour revenir à l'éclat primitif. Il faut parfois une dizaine d'années pour revenir à cet éclat primitif.

Origine : explosion due à l'expulsion en surface d'une partie de matière et de gaz.

Leur nombre est très élevé. Dans notre galaxie, on compte une vingtaine par an dont la magnitude atteint 9.

- Les Pulsars :

Ce sont des étoiles à neutron à vibration très rapide et à grande émission d'énergie, étoiles intermédiaires entre les Naines Blanches et les Trous Noirs.

- T.Tauri :

Jeunes étoiles.

- Etc.

CLASSEMENT DE QUELQUES ETOILES PAR LEUR COULEUR

Les différences de couleurs observées sont dues à leurs différentes températures superficielles.

(Géante) Bleue : MIMOSA

Bleue-Blanc : BELLATRIX

Blanche : SIRIUS - SCHEDDI - SADACHBIA - SKAT - MARKAB - FOMALHAUT

Blanc-jaune : ALTAIR

Jaune : SOLEIL - CAPELLA - PHILORA - ALDERAMIN - ATLAS
CANOPUS - ALARAPH - ALCHIBA

Orange : MONOETIOS - TAUSETI

Orangé-Rouge : SFIRNIA

(Géante) Rouge : ALDEBARAN - ANTARES - GACRUX - BETELGEUSE
KOCHAB - ARCTURUS

ETOILES LES PLUS BRILLANTES

Nom	Magnitude (m)	Constellation
 Hémisphère NORD		
VEGA	0.0	Lyre
CAPELLA	0.1	Cocher
ARCTURUS	0.0	Bouvier
PROCYON	0.4	Petit chien
ALTAIR	0.7	Aigle
BETELGEUSE	0.8 (0.4 à 1.3)	Orion
ALDEBARAN	0.8	Taureau
POLLUX	1.1	Gémeaux
DENEB	1.3	Cygne
REGULUS	1.3	Lion
CASTOR	1.6	Gémeaux
BELLATRIX	1.7	Orion
 Hémisphère SUD		
SIRIUS	- 1.4	Grand chien
CANOPUS	- 0.7	Carène
RIGIL KENTARUS	- 0.3	Centaure
RIGEL	0.2	Orion
ACHERNAR	0.5	Eridan
AGENA	0.6	Centaure
ACRUX	0.8	Croix du Sud
EPI	1.0	Vierge
ANTARES	1.2 (0.9 à 1.8)	Scorpion
FOMALHAUT	1.1	Poisson Austral
MIMOSA	1.3	Croix du sud

ETOILES CONNUES PARMIS LES PLUS PROCHEES

Distances en années lumière

ALPHA DU CENTAURE	:	4.3
SIRIUS	:	8.7
EPSILON ERIDANI	:	10.8
PROCYON	:	11.3
ALTAIR	:	16.5

DIAMETRES DE QUELQUES ETOILES

Comparés au soleil

SOLEIL	:	1
ARCTURUS	:	26
ALTAIR	:	2
PROCYON	:	2
SIRIUS	:	1.8
VEGA	:	4
ALDEBARAN	:	45
RIGEL	:	19
CAPELLA	:	16
ANTARES	:	330
BETELGEUSE	:	800

LES CONSTELLATIONS

- Définition :

Les constellations sont des noms donnés à des groupes d'étoiles vus dans le ciel et qui ne correspondent pas à une réalité physique.

C'est un découpage arbitraire et pratique élaboré par l'homme pour l'étude du ciel. Ce découpage a d'ailleurs varié dans le temps.

Le découpage actuel comporte 88 constellations.

- Découpage actuel :

Les constellations sont désignées ici par leur nom français, et entre parenthèses sont précisés les éléments principaux qui s'y trouvent, (étoiles, galaxies, nébuleuses, etc.).

Andromède (Galaxie Andromède M 31)
La Machine Pneumatique
L'Oiseau du Paradis
Le Verseau
L'Aigle (étoile Altair)
L'Autel
Le Bélier (étoile Hamal)
Le Cocher (étoile Capella)
Le Bouvier (étoile Acturus)
Le Burin
La Girafe
Le Cancer ou Ecrevisse
Les Chiens de Chasse
Le Grand Chien (étoile Sirius)
Le Petit Chien (étoile Procyon)
Le Capricorne
La Carène (étoile Canopus)
Cassiopée (étoile Schedir)
Le Centaure (étoiles Toliman et Alpha du Centaure)
Céphée (étoile Aldéramin)
La Baleine (étoile Deneb Kaïtos)
Le Caméléon
Le Compas

La Colombe
La Chevelure de Bérénice
La Couronne Australe
La Couronne Boréale (étoile La Perle)
Le Corbeau
La Coupe
La Croix du Sud (étoile Acrux)
Le Cygne (étoile Dénéb)
Le Dauphin
La Dorade (Galaxie Grand Nuage de Magellan)
Le Dragon (étoile Etamin)
Le Petit Cheval
Eridan (étoile Achernar)
Le Fourneau
Les Gémeaux (étoiles Castor et Pollux)
La Grue
Hercule
L'Horloge
L'Hydre Femelle
L'Hydre Mâle
L'Indien
Le Lézard
Le Lion (étoiles Régulus et Dénébola)
Le Petit Lion
Le Lièvre
La Balance
Le Loup
Le Lynx
La Lyre (étoile Véga)
La Table
Le Microscope
La Licorne
La Mouche
La Règle
L'Octant
Ophiucus ou Serpenteire
Orion (étoiles Bételgeuse, Bellatrix, et Rigel. Nébuleuse Tête de Cheval et Grande Nébuleuse d'Orion)
Le Paon
Pégase (étoiles Markab et Scheat)
Persée (étoiles Algol et Mirfak)
Le Phénix
Le Peintre

Les Poissons
Le Poisson Austral (étoile Fomalhaut)
La Poupe
La Boussole
Le Réticule
La Flèche
Le Sagittaire
Le Scorpion (étoile Antarès)
L'Atelier du Sculpteur
L'Ecu de Sobieski
Le Serpent
Le Sextant
Le Taureau (étoile Aldébaran. Amas les Pléiades. Nébuleuse du Crabe).
Le Télescope
Le Triangle (galaxie du Triangle M 33).
Le Triangle Austral
Le Toucan (Galaxie du Petit Nuage de Magellan)
La Grande Ourse (Grand Chariot)
La Petite Ourse (Petit Chariot et étoile Polaire)
Les Voiles
La Vierge (Amas galactique de la Vierge, dont Galaxie M 87, Virgo A,
Galaxie Sombrero M104.)
Le Poisson Volant
Le Renard

LE SOLEIL

- Caractéristiques :

Le Soleil est une étoile moyenne qui se situe vers l'extérieur d'un des bras de la Galaxie Voie Lactée.

Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

Age : environ de 5 milliards d'années.

Distance à la Terre : environ 150 millions de Km.

Masse : environ 330 000 fois celle de la Terre.

Densité : 1,4, (Terre = 3,3).

Volume : 1 300 000 fois celui de la Terre.

Diamètre : 1.392.000 km, (109 fois le diamètre de la terre).

Période de rotation : elle est différentielle: 30 jours aux pôles, 25 jours à l'équateur.

Inclinaison de l'équateur par rapport au plan de l'écliptique : 8°.

Composition : 70% d'hydrogène, 28% d'hélium.

Le soleil se déplace autour du centre de notre galaxie (qui se trouve à 28 000 al), à la vitesse de 250 km par seconde. Il en fait le tour en 240 millions d'années.

- Formation du Soleil :

A l'origine, l'Univers ne contenait probablement que de l'hydrogène et de l'hélium, peut-être avec un peu de deutérium.

Ce sont les étoiles massives qui, en explosant en supernovae, ont synthétisé et dispersé les éléments lourds qui forment aujourd'hui les 92 éléments de base des astres de notre Univers.

Soit donc un nuage interstellaire composé essentiellement d'hydrogène, et contenant également des éléments lourds synthétisés au cœur d'autres étoiles, et expulsés lors de leur explosion.

Sous l'effet d'une instabilité locale dans ce nuage, la densité de matière augmente en un point. Autour de ce point le nuage commence à tourner et à se contracter gravitationnellement.

A un certain stade de la concentration, le nuage s'effondre en un disque perpendiculaire à l'axe de rotation. La partie centrale se concentre en un noyau central dont la rotation s'accélère; la proto-étoile est née.

Sous l'effet de l'effondrement la température et la pression augmentent au centre. Lorsque la température atteint les 10 millions de degrés, les réactions nucléaires démarrent, la proto-étoile est devenue une étoile active. La nôtre est nommée Soleil.

- Fonctionnement :

C'est donc une immense centrale thermonucléaire, siège de réactions complexes qui aboutissent, par différents intermédiaires, à la transformation de l'hydrogène en hélium, et ceci à la cadence d'environ 564 millions de tonnes par seconde. La fusion de 4 atomes d'hydrogène produit 1 atome d'hélium, et l'énergie ainsi libérée est évacuée vers l'extérieur.

564 millions de tonnes d'hydrogène sont donc transformés en 560 millions de tonnes d'hélium, les 4 millions de tonnes restant sont convertis en énergie.

99% de l'énergie est produite dans à peine 1% du volume du Soleil.

Cette énergie émise se décompose en 40% de photons, (lumière visible), 50% de rayonnement infrarouge, (chaleur), 10% de rayonnement ultraviolet, et d'autres rayonnements en quantité négligeable tels que rayonnements de grandes longueurs d'onde, (radio), ou de courtes longueurs d'onde, (x, gamma).

Il s'échappe aussi des particules sous forme d'un courant électriquement chargé appelé "vent solaire", ainsi que des neutrinos.

Le vent solaire est une expansion continue d'une partie du plasma. Il résulte de la transformation d'une quantité d'énergie en particules chargées. Il est essentiellement composé d'électrons et de protons; l'hélium y est variable, de 1% à 20%; des éléments lourds y sont également identifiés, notamment des particules alpha. Ses profils de vitesse et de densité varient en fonction de l'activité solaire. La vitesse est lente au niveau du Soleil et s'accélère en s'éloignant. Au niveau de la Terre elle est comprise entre 300 et 700 km/s, suivant le degré d'activité du Soleil. Il entraîne avec lui une partie du champ magnétique solaire.

Les photons sont fabriqués au cœur de l'astre, et vont subir une série d'absorptions et de réémissions par interactions avec les atomes d'hydrogène et d'hélium, et qui vont étaler leur énergie sur un large spectre, (rayons gamma et neutrinos dégradés en rayons X, puis en ultraviolets, puis en photons). Selon la longueur d'onde, les photons mettent plus ou moins de temps à parvenir à la surface, et s'échapper; 2 millions d'années pour ceux de la lumière visible! Par contre les neutrinos sortent au bout de 2 secondes!

Les photons mettent 8 mn pour atteindre la Terre.

- Structure :

Le Soleil est formé d'enveloppes concentriques de gaz. Sa surface n'est pas délimitée comme le serait celle d'un solide; la matière qui le constitue est fluide.

Nous avons, de l'intérieur vers l'extérieur :

° Le noyau :

C'est dans cette zone que se déroulent les réactions nucléaires.

Rayon 200 000 km. Dans un volume égal à 9% du total, il renferme 63% de la masse du Soleil.

La température est de 14 à 15 millions de degrés C.

La pression au centre est de 220 milliards d'atmosphères.

La densité est de 135.

° Une première zone intermédiaire :

Dans cette zone l'énergie est véhiculée vers l'extérieur par rayonnement.

La température varie de 6,6 à 1,8 millions de degrés C.

La pression est de 610 millions d'atmosphères.

La densité est de 1,3.

° Une deuxième zone intermédiaire :

Dans cette zone la matière est brassée par des courants de convection ascendants et descendants assez lents, (un mois pour traverser la zone).

L'épaisseur varie de 100 000 à 200 000 km.

La température varie de 605 000 °C à 110 000 °C.

La pression est de 800 000 atmosphères.

La densité est faible.

° La Photosphère :

La matière se présente, à ce niveau, sous forme d'atomes complets, et non plus sous forme de plasma, (c'est à dire de noyaux et d'électrons dissociés). La lumière que nous recevons est émise ici, et c'est de cette zone que s'échappe le rayonnement électromagnétique.

Nous y observons les taches solaires, structures plus sombres que l'ambiance générale, et qui sont des centres actifs de température plus faible, (4 500°C), zones fortement perturbées par les champs magnétiques.

L'épaisseur est faible, 400 km.

La température est de 7 000 °C.

La densité est faible.

° **La Chronosphère :**

Couche externe très perturbée.

On y observe des protubérances. Ce sont des condensations de plasma cent fois plus denses que le milieu environnant, et qui épousent les formes du champ magnétique. Elles peuvent s'élever à 500 000 km au-dessus de la surface solaire.

On y observe aussi des éruptions solaires qui libèrent en quelques minutes d'énormes quantités d'énergie, avec émission importante de rayons X.

L'épaisseur est d'environ 5 000 km.

La densité est faible.

Le champ magnétique est fort.

° **La Couronne :**

Milieu très raréfié, de structure hétérogène.

DONNEES ASTRONOMIQUES D'ETOILES

De même que pour les Sources Cosmiques, nous allons aborder dans un prochain ouvrage l'influence de diverses étoiles sur l'homme. Il me paraît intéressant d'étudier aussi dès à présent quelles sont les données astronomiques de ces étoiles.

ACHIRD

- Dénomination au catalogue astronomique : Eta (η) Cas.

- Position cosmographique : Constellation de Cassiopée.

- Distance par rapport au Système Solaire : 18 al.

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Jaune.

° Etoile B : Etoile Naine Rouge. Elle se situe à 10 milliards de km de A, et tourne autour de A en 480 ans.

- Diamètre : A. 0,8 fois le Soleil.
B. 0,6 fois le Soleil.

- Masse : A. 0,72 fois le Soleil.
B. 0,46 fois le Soleil.

ALARAPH

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Vir.

- Position cosmographique : Constellation de la Vierge.

- Distance par rapport au Système Solaire : 32 al.

- Composition : Etoile Blanc Jaune.

- Diamètre : 1,5 Soleil.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.

ALCHIBA

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Corb.
- Position cosmographique : Constellation du Corbeau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 63 al.
- Composition : Etoile Blanche.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.

ALDEBARAN

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Tau.
- Position cosmographique : Constellation du Taureau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 60 al.
- Composition : Etoile double qui s'éloigne de nous à la vitesse de 55 km/s.
 - ° Etoile A : Etoile Géante Rouge.
 - ° Etoile B : Etoile Naine Rouge.
- Diamètre : A. 36 Soleils.
- Visibilité : A. Très visible à l'œil nu.

ALDERAMIN

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha Ceph.
- Position cosmographique : Constellation de Céphée.
- Distance par rapport au Système Solaire : 49 al.
- Composition : Etoile Blanche. Elle a une rotation très rapide sur son axe. Elle se rapproche de nous à la vitesse de 10 km/s.
- Luminosité : 20 Soleils.
- Visibilité : Elle est visible à l'œil nu.

ALGOL

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Per.
- Position cosmographique : Constellation de Persée.
- Distance par rapport au Système Solaire : 75 al.
- Composition : Système composé de 4 Etoiles. Un couple, A et B, dont les deux Etoiles sont en contact physique; et deux Etoiles, C et D, dont les orbites sont plus éloignées.
 - ° Etoile A : Etoile Bleue.
 - ° Etoile B : Etoile Géante Dorée qui tourne autour de A en 2 jours et 21 heures.
 - ° Etoile C : Elle se trouve à 420 millions km du couple A/B. Elle tourne autour du couple en 680 jours.
 - ° Etoile D : Etoile Naine Blanche.
- Diamètre : A. 2 Soleils.
 - B. 4 Soleils.
 - C. 1 Soleil.

- Visibilité : Le couple A/B est visible à l'œil nu.

ALPHARD

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Hya.

- Position cosmographique : Constellation de l'Hydre Femelle.

- Distance par rapport au Système Solaire : 103 al.

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Géante Orangée.

- Luminosité : A. 110 Soleils.

- Visibilité : A. Visible à l'œil nu.

ALTAIR

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Aql.

- Position cosmographique : Constellation de l'Aigle. Elle se rapproche de nous à la vitesse de 26 km/s.

- Distance par rapport au Système Solaire : 16 al.

- Composition : Etoile Blanche.

- Diamètre : équatorial: 1,8 fois le Soleil, polaire: 1,0 Soleil. Cette forme lenticulaire vient de sa rotation sur elle-même qui est très rapide, (6h30').

- Luminosité : 9 Soleils.

- Visibilité : Elle est très visible à l'œil nu, c'est une des principales étoiles visibles du ciel.

ANTINOUS

- Dénomination au catalogue astronomique : M 11 ou NGC 6705.
- Position cosmographique : Constellation de l'Ecu de Sobieski.
- Distance par rapport au Système Solaire : 5 300 al.
- Composition : Amas ouvert composé de plus de 500 Etoiles.
- Visibilité : Il est visible avec des jumelles.
- Age : 500 millions d'années.

ARCTURUS

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Boo.
- Position cosmographique : Constellation du Bouvier.
- Distance par rapport au Système Solaire : 36 al.
- Composition : Etoile Orangée, future Géante Rouge.
- Diamètre : 23 Soleils.
- Masse : 4 Soleils.
- Luminosité : 116 Soleils, donc très visible.

ATLAS

- Dénomination au catalogue astronomique : Sigma (σ) Oct.
- Position cosmographique : Constellation de l'Octant.
- Distance par rapport au Système Solaire : 120 al.

- Composition : Etoile Blanche. C'est l'Etoile Polaire australe.
- Visibilité : A peine visible à l'œil nu.

BARNARD

- Dénomination au catalogue astronomique : Etoile de Barnard.
- Position cosmographique : Constellation de l'Ophiuchus.
- Distance par rapport au Système Solaire : 5,9 al.
- Composition : Etoile Naine Rouge. Elle se déplace à la vitesse de 172 km/s. On a pu déterminer qu'elle est accompagnée de deux planètes:
 - ° La plus importante est légèrement plus grosse que Jupiter. La masse de cette planète est = 1,5 celle de Jupiter. Elle tourne autour de l'Etoile en 22 ans.
 - ° La seconde tourne autour de l'Etoile en 12 ans.
- Diamètre : 225 000 km.
- Masse : 0,16 fois le Soleil.
- Visibilité : Visible au télescope.

BELLATRIX

- Dénomination au catalogue astronomique : Gamma (γ) Ori.
- Position cosmographique : Constellation d'Orion.
- Distance par rapport au Système Solaire :
- Composition : Etoile Bleue.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.

BETELGEUSE

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Ori.

- Position cosmographique : Constellation d'Orion.

- Distance par rapport au Système Solaire : 520 al.

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Super Géante Rouge.

- Diamètre : Il varie au rythme de ses pulsations, ainsi que sa magnitude apparente. Sa période de variabilité est de 2 070 jours. Sa densité est très tenue, puisque égale à un dix millionième de celle de l'air de la Terre.

- Visibilité : A. Bien visible à l'œil nu.

CALLISTO

- Dénomination au catalogue astronomique : Courant UMa.

- Position cosmographique : Constellation de la Grande Ourse.

- Distance par rapport au Système Solaire : entre 65 et 90 al.

- Composition : Ce Courant d'Etoiles, né d'un Amas Ouvert, comprend au moins 17 Etoiles importantes. Ce sont pour la plupart des Etoiles Géantes Blanches. Les Etoiles principales sont, Hélica (bêta Uma), Phekda (gamma Uma), Megrez (lambda Uma), Adara (epsilon Uma), Mizar et Alcor (dzeta Uma).

- Visibilité : Les Etoiles importantes sont visibles à l'œil nu.

CANOPUS

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Car.

- Position cosmographique : Constellation de la Carène.

- Distance par rapport au Système Solaire : 365 al.
- Composition : Etoile Super Géante Blanche exceptionnelle. Malgré sa distance elle fait partie des Etoiles les plus lumineuses du ciel.

CAPELLA

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Aur.
- Position cosmographique : Constellation du Cocher.
- Distance par rapport au Système Solaire : 44 al.
- Composition : Système quadruple qui s'éloigne de nous à la vitesse radiale de 30 km/s.
 - ° Etoile A : Etoile Géante Jaune Orangé.
 - ° Etoile B : Etoile Blanche. Elle est située à 120 millions km de A, et tourne autour de celle-ci en 104 jours.
 - ° Etoiles C et D : Etoiles Naines Rouges.
- Diamètre : A. 14 Soleils.
B. 7 Soleils.

CAPH

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Cas.
- Position cosmographique : Constellation de Cassiopée.
- Distance par rapport au Système Solaire : 47 al.
- Composition : Etoile double.
 - ° Etoile A : Etoile Jaune. Elle tourne sur elle-même en 2h30, ce qui la rend pulsante.

° Etoile B : Elle tourne autour de A en 27 jours.

- Luminosité : A. 20 Soleils.

- Visibilité : Visible à l'œil nu.

CASTOR

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Gem.

- Position cosmographique : Constellation des Gémeaux.

- Distance par rapport au Système Solaire : 44 al.

- Composition : Trois couples.

° Couple 1 : Il est composé de deux Etoiles Blanches situées à 18 millions km l'une de l'autre. La principale a un diamètre de 2 fois le Soleil.

° Couple 2: Il est composé de deux Etoiles Blanches, dont la plus importante des six. Ce couple doit être en interaction physique, puisque les deux membres ne sont séparés que de 5 millions km. Il est distant du couple 1 de 15 milliards km.

° Couple 3 : Il est composé de deux Etoiles Naines Blanches éloignées l'une de l'autre de 3 millions km. Il se trouve à une distance 10 fois plus importante du couple 1.

CLYMENEE

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Men.

- Position cosmographique : Constellation de la Table.

- Distance par rapport au Système Solaire : 26 al.

- Composition : Etoile comparable au Soleil, mais légèrement plus orangée.

- Luminosité : 0,5 Soleil.

- Visibilité : Difficilement visible à l'œil nu.

CNIDUS

- Dénomination au catalogue astronomique : 61 Cyg ou HD 201091.

- Position cosmographique :

- Distance par rapport au Système Solaire : 11,1 al.

- Composition : Système composé de 3 Etoiles.

° Etoile A : Etoile Orangée.

° Etoile B : Etoile Orangée Rouge. Elle est située à 13 milliards km de A, et tourne autour de A en 635 ans.

° Etoile C : Etoile Naine Brune. Elle est située seulement à 370 millions km de A, et tourne autour de A en presque 5 ans.

- Diamètre : A. 0,5 fois le Soleil.

B. 0,4 fois le Soleil.

C. 4 à 5 fois Jupiter.

- Visibilité : Le système est non visible à l'œil nu.

DAGDA

- Dénomination au catalogue astronomique : Gamma (γ) Crt.

- Position cosmographique : Constellation de la Coupe.

- Distance par rapport au Système Solaire : 150 al.

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Blanche.

- Visibilité : A. Visible à l'œil nu.

DELPHINI

- Dénomination au catalogue astronomique : Gamma (γ) Del.

- Position cosmographique : Constellation des Dauphins.

- Distance par rapport au Système Solaire : 100 al.

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Identique au Soleil en plus âgé, qui commence à prendre de la taille et à se teinter à l'orange.

° Etoile B : Etoile Blanche située à 45 milliards km de A, et tourne autour de A en 10 000 ans.

- Visibilité : Visible à l'œil nu.

DENEB KAITOS

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Ceti.

- Position cosmographique : Constellation de la Baleine.

- Distance par rapport au Système Solaire : 64 al.

- Composition : Etoile Géante Orangée, future Rouge.

- Visibilité : Bien visible à l'œil nu.

DENEbola

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Léo.

- Position cosmographique : Constellation de Lion.

- Distance par rapport au Système Solaire : 42 al.

- Composition: Etoile double qui se rapproche de nous à la vitesse de 36 km/s.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.
- Luminosité : A. 20 Soleils.
- Visibilité : A. Visible à l'œil nu.

ELTANIN

- Dénomination au catalogue astronomique : Gamma (γ) Drg.
- Position cosmographique : Constellation du Dragon.
- Distance par rapport au Système Solaire : 112 al.
- Composition : Etoile
- Luminosité : 480 Soleils.
- Visibilité : Bien visible à l'œil nu dans le ciel boréal.

ELYAH

- Dénomination au catalogue astronomique : Dzeta 1 (ζ) et Dzeta 2 (ζ) Ret.
- Position cosmographique : Constellation de la Réticule.
- Distance par rapport au Système Solaire : 32,6 al et 29,7 al.
- Composition : Deux Etoiles identiques au Soleil.
- Visibilité : Elles sont rarement visibles à l'œil nu.

EPIMETHEE

- Dénomination au catalogue astronomique : SMC (Small magellanic cloud).
- Position cosmographique :
- Distance par rapport au Système Solaire : 205 000 al.
- Composition : Galaxie irrégulière située à 205 000 al du Grand Nuage de Magellan. En fait elle est composée de deux petites Galaxies en interactions. La deuxième, appelée MMC, (Mini magellanic Cloud), se trouve derrière la première, comparée à nous, soit 237 000 al par rapport au Système Solaire.
- Diamètre : 13 000 al.
- Visibilité : Elle est visible à l'œil nu dans l'hémisphère austral.

EROS ET ANTEROS

- Dénomination au catalogue astronomique : Respectivement Epsilon (ϵ), et Delta (δ) Psc.
- Position cosmographique : Constellation des Poissons.
- Distance par rapport au Système Solaire :
- Composition : Ce sont deux petites Etoiles visibles à l'œil nu, et peu étudiées par les astronomes, donc peu de renseignements à notre disposition.

FAREA

- Dénomination au catalogue astronomique : 73 Sgr.
- Position cosmographique : Constellation du Sagittaire.
- Composition : Etoile peu connue, faiblement visible à l'œil nu.

FOMALHAUT

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) PsA.
- Position cosmographique : Constellation du Poisson Austral.
- Distance par rapport au Système Solaire : 22 al.
- Composition : Etoile Blanche.

Remarque : L'Etoile GC 31978 se trouve à 1 al de Alpha PsA, mais fait partie du même système.

- Diamètre : Alpha PsA. 1,8 fois le Soleil.

GEMMA

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Crb.
- Position cosmographique : Constellation de la Couronne Boréale.
- Distance par rapport au Système Solaire : 71 al.
- Composition : Etoile double.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.
- ° Etoile B : Elle tourne autour de A en 17,4 jours.
- Luminosité : A. 40 Soleils.
- Visibilité : visible à l'œil nu.

HADES ou SYSTEME DU FOURNEAU

- Dénomination au catalogue astronomique : Système du Fourneau ou A 0237.
- Position cosmographique : Constellation du Fourneau.

- Distance par rapport au Système Solaire : 600 000 al.
- Composition : Galaxie Naine elliptique, satellite de la Voie Lactée.
- Diamètre : Externe = 15 000 al.
- Masse : 20 millions de fois le Soleil, 10 000 fois moins que la Voie Lactée.
- Visibilité : Visible avec un petit télescope.

HAMAL

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Ari.
- Position cosmographique : Constellation du Bélier.
- Distance par rapport au Système Solaire :
- Composition : Etoile Géante Orangée qui se transforme en Géante Rouge.
- Visibilité : Elle est visible à l'œil nu.

HELIX

- Dénomination au catalogue astronomique : NGC 7293.
- Position cosmographique : Constellation de Verseau.
- Distance par rapport au Système Solaire : environ 430 al.
- Composition : Nébuleuse planétaire. On note une Etoile centrale très chaude de température supérieure à 100 000°.
- Diamètre : 2 al, diamètre apparent : 15' d'arc.

HESTIA

- Dénomination au catalogue astronomique : Mel 111
- Position cosmographique : Constellation de la Chevelure de Bérénice.
- Distance par rapport au Système Solaire : 250 al.
- Composition : Amas Ouvert comprenant des Etoiles Blanches, des Etoiles Géantes Oranges et Rouges.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.

HYADES

- Dénomination au catalogue astronomique :
- Position cosmographique : Constellation du Taureau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 145 al.
- Composition : Amas Ouvert très diffus.
- Diamètre : 65 al. Le noyau se limite à 8 al.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.
- Age : 1 milliard d'années.

KOCHAB

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) UMi.
- Position cosmographique : Constellation de la Petite Ourse.
- Distance par rapport au Système Solaire : 105 al.
- Composition : Etoile Orangée, future Géante Rouge.

- Luminosité : 116 Soleils.
- Visibilité : Sa distance la rend peu visible à l'œil nu dans le ciel boréal.

LA CRECHE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 44 ou NGC 2632.
- Position cosmographique : Constellation du Cancer.
- Distance par rapport au Système Solaire : 520 al.
- Composition : Jeune Courant d'Etoiles dont le cœur est encore un Amas Ouvert. Le système comprend plus de 500 Etoiles.
- Diamètre : Amas Ouvert = 13 al.
- Visibilité : Il est visible à l'œil nu, bien qu'aucune de ses Etoiles prises séparément ne le soit.
- Age: 400 millions d'années.

L'EPI

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Vir.
- Position cosmographique : Constellation de la Vierge.
- Distance par rapport au Système Solaire : 250 al.
- Composition : Etoile Bleue associée à une deuxième de même couleur, celle-ci étant éloignée de la première seulement de 20 millions km.
- Diamètre : Principale = 8 Soleils.
Secondaire = 5 Soleils.

MARKAB

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Peg.
- Position cosmographique : Constellation de Pégase.
- Distance par rapport au Système Solaire : 110 al.
- Composition: Grosse Etoile Bleue, dont la température à la surface est 11 000°.
- Luminosité : 85 Soleils.
- Visibilité : Bien visible à l'œil nu dans le ciel boréal.

MENEUS

- Dénomination au catalogue astronomique : M 7 ou NGC 6475.
- Position cosmographique : Constellation du Scorpion.
- Distance par rapport au Système Solaire : 800 al.
- Composition : Amas Ouvert comprenant environ 80 Etoiles de types Etoiles Bleues et Blanches.
- Diamètre : 25 al.
- Age : 260 millions d'années.

MONOETIOS

- Dénomination au catalogue astronomique : Delta (δ) et Gamma (γ) Pvn.
- Position cosmographique : Constellation du Paon.
- Distance par rapport au Système Solaire : 19 al et 29 al.

- Composition : Système binaire dont les deux Etoiles ressemblent au Soleil. La première est légèrement plus jaune, et la deuxième à peine plus blanche.

- Visibilité : Visibles à l'œil nu dans l'hémisphère austral.

O2

- Dénomination au catalogue astronomique : 40 Eri ou HD 26965.

- Position cosmographique : Constellation de l'Eridan.

- Distance par rapport au Système Solaire : 16,1 al.

- Composition : Système triple.

° Etoile A : Etoile Jaune Orangé.

° Etoile B : Etoile Naine Blanche. Elle est située à 60 milliards km de A, et tourne autour de A en 8 000 ans.

° Etoile C : Etoile Naine Rouge. Elle est située à 5 milliards km de A, et tourne autour de A en 284 ans.

- Diamètre : A. 0,8 Soleil.
B. 2 Terres.

- Masse : A. 0,75 Soleil.
B. 0,4 Soleil.
C. 0,2 Soleil.

- Visibilité : Le système est visible à l'œil nu.

PANDORE

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Hyi.

- Position cosmographique : Constellation de l'Hydre Mâle.

- Distance par rapport au Système Solaire : 22 al.

- Composition : Etoile ressemblant au Soleil.
- Luminosité : 2 Soleils.
- Visibilité : Très visible dans l'hémisphère austral.

PERSEE

- Dénomination au catalogue astronomique :
- Position cosmographique : Constellation de Persée.
- Distance par rapport au Système Solaire : 570 al.
- Composition : Amas Ouvert comprenant plus de 100 Etoiles. Ce sont surtout des Etoiles Géantes Blanches instables, (variations d'énergie). La plus connue se nomme Mirfak, (Alpha Persée).

PHILORA

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) TrA.
- Position cosmographique : Constellation du Triangle Austral.
- Distance par rapport au Système Solaire : 39 al.
- Composition : Grosse Etoile Blanche, Sous Géante.
- Visibilité : Visible à l'œil nu dans le ciel austral.

PLEIADES

- Dénomination au catalogue astronomique : M 45.
- Position cosmographique : Constellation du Taureau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 350 al.

- Composition : Amas Ouvert comprenant environ 250 Etoiles Bleues et Blanches. Neuf d'entre elles sont visibles à l'œil nu; ce chiffre se limite le plus souvent à 6 dans un ciel moyen. Ce sont Electra, Taygète, Maïa, Mérope, Atlas, et Alcyone, dont le diamètre est 10 fois le Soleil. Les 3 autres sont Célaéno, Astérope, et Pleione.

- Age : Leur âge est estimé à 60 millions d'années.

POLARIS

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Umi.

- Position cosmographique : Constellation de la Petite Ourse.

- Distance par rapport au Système Solaire : 470 al.

- Composition : Etoile triple. L'ensemble se rapproche de nous à la vitesse de 17 km/s. C'est l'Etoile Polaire boréale.

° Etoiles A1 et A2. Elles forment un couple serré. De puissantes interactions doivent se produire car les deux Etoiles sont des variables à période identiques, presque 4 jours.

A1 est une Super Géante Blanche.

A2 tourne autour de A1 en 30 ans.

° Etoile B. Elle est beaucoup plus éloignée du couple. Elle en fait le tour en 7 200 ans.

- Masse : A1 = 80 Soleils.

- Luminosité : A 1. 1 600 Soleils.

- Visibilité: A 1. Visible à l'œil nu.

POLLUX

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Gem.

- Position cosmographique : Constellation des Gémeaux.

- Distance par rapport au Système Solaire : 35 al.
- Composition : Etoile Géante Orangée, future Rouge.
- Visibilité : Très visible à l'œil nu.

PROCYON

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) CMi.
- Position cosmographique : Constellation du Petit Chien.
- Distance par rapport au Système Solaire : 11,2 al.
- Composition : Etoile Double.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.
- ° Etoile B : Etoile Naine Blanche. Elle tourne autour de A en 40 ans, et se situe à 2,5 milliards km de A.
- Diamètre : A. 2 Soleils.
B. 2 Terres.
- Visibilité : A. C'est une des Etoiles les plus visibles à l'œil nu.

RASALHAGUE

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Oph.
- Position cosmographique : Constellation de l'Ophiuchus.
- Distance par rapport au Système Solaire : 60 al.
- Composition : Couple d'Etoiles qui fait partie physiquement de la Grande Ourse.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.

° Etoile B : Elle se situe à 1 milliard km de A, et tourne autour de A en 8 ans.

- Diamètre : A. 2 Soleils.

REGULUS

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Léo.

- Position cosmographique : Constellation du Lion.

- Distance par rapport au Système Solaire : 85 al.

- Composition : Etoile triple.

° Etoile A : Etoile Blanc Bleu.

° Etoile B : Etoile comparable au Soleil, mais plus orangée. Elle se trouve à 700 milliards km de A.

° Etoile C : Etoile spectroscopique, (non visible, même avec de puissants télescopes).

- Diamètre : A. 4,3 Soleils.
B. 0,9 Soleil.

- Luminosité : A. 160 Soleils.

- Visibilité : A. Bien visible à l'œil nu.

ROM

- Dénomination au catalogue astronomique : Delta (δ) Lp.

- Position cosmographique : Constellation du Lièvre.

- Distance par rapport au Système Solaire : 52 al.

- Composition : Etoile double, dont l'Etoile secondaire tourne autour de la principale en 6 ans.

- Visibilité : Difficilement visible à l'œil nu.

ROTANEV

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Del.

- Position cosmographique : Constellation des Dauphins.

- Distance par rapport au Système Solaire :

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Blanche.

° Etoile B : Etoile Orange. Elle tourne autour de A en 27 ans.

- Luminosité : A. 25 Soleils.

 B. 11 Soleils.

- Visibilité : Le système est visible à l'œil nu dans le ciel.

SADACHBIA

- Dénomination au catalogue astronomique : Gamma (γ) Aqr.

- Position cosmographique : Constellation du Verseau.

- Distance par rapport au Système Solaire : 86 al.

- Composition : Etoile Blanche.

- Luminosité : 12 Soleils.

- Visibilité : Visible à l'œil nu.

SCHEDDI

- Dénomination au catalogue astronomique : Delta (δ) Cap.
- Position cosmographique : Constellation du Capricorne.
- Distance par rapport au Système Solaire : 49 al.
- Composition : Etoile double composé de deux Etoiles très rapprochées.
 - ° Etoile A : Etoile Blanche.
 - ° Etoile B : Tourne autour de l'Etoile principale A en un jour.
- Luminosité : A. 26 Soleils.
- Visibilité : Le système est visible à l'œil nu.

SELTA

- Dénomination au catalogue astronomique : Epsilon (ϵ) Eri.
- Position cosmographique : Constellation de l'Eridan.
- Distance par rapport au Système Solaire : 10,75 al.
- Composition : Etoile double.
 - ° Etoile A : Etoile Orangée.
 - ° Etoile B : Etoile Naine Rouge. Elle se situe à 1 milliard km de A, et tourne autour de A en 25 ans.
- Diamètre : A = 0,8 fois le Soleil.
- Visibilité : A. Visible à l'œil nu.

SFIRNIA

- Dénomination au catalogue astronomique : Epsilon (ϵ) Ind ou HD 209100.
- Position cosmographique : Constellation de l'Indien.
- Distance par rapport au Système Solaire : 11,1 al.
- Composition : Etoile Orangée.
- Diamètre : 0,9 fois le Soleil.
- Visibilité : Assez difficile à percevoir à l'œil nu dans le ciel austral.

SHERATAN

- Dénomination au catalogue astronomique : Béta (β) Ari.
- Position cosmographique : Constellation du Bélier.
- Distance par rapport au Système Solaire : 52 al.
- Composition : Etoile double qui appartient au courant d'Etoiles de la Grande Ourse, bien qu'elle s'en soit un peu éloignée.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.
- ° Etoile B : Etoile située à 35 millions km de A, et tourne autour de celle-ci en 107 jours.
- Visibilité : A: Visible à l'œil nu.

SIRIUS

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) CMa.
- Position cosmographique : Constellation du Grand Chien.

- Distance par rapport au Système Solaire : 8,7 al.
- Composition : Etoile double.
- ° Etoile A : Etoile Blanche.
- ° Etoile B : Etoile Naine Blanche de masse égale au Soleil, mais dont de diamètre est seulement deux fois celui de la Terre. De ce fait sa masse volumique, (densité), est de 130 kg/cm³. Elle tourne autour de A en 50 ans.
- Luminosité : A. 23 Soleils.
- Visibilité : A. C'est l'Etoile la plus visible du ciel.

SKAT

- Dénomination au catalogue astronomique : Delta (δ) Aqr.
- Position cosmographique : Constellation du Verseau.
- Distance par rapport au Système Solaire : 78 al.
- Composition : Petite Etoile Blanche.
- Luminosité : 16 Soleils.
- Visibilité : Visible à l'œil nu.

SYSTEME SCORPION - CENTAURE

- Dénomination au catalogue astronomique :
- Position cosmographique : Nous le trouvons disséminé dans les constellations du Scorpion, du Centaure, de la Croix du Sud, du Loup, de la Règle, de l'Autel, etc.
- Distance par rapport au Système Solaire : En moyenne 300 et 600 al.

- Composition : Ancien Amas Ouvert dont les membres se séparent doucement les uns des autres. Ils forment actuellement un gigantesque courant. Le système est composé d'Etoiles Bleues dont certaines sont déjà au stade de Géantes Rouges, (ex: Antarès). Elles se rapprochent de nous à la vitesse de 15 km/s.

- Visibilité : Elles sont toutes visibles à l'œil nu.

TAU CETI

- Dénomination au catalogue astronomique : Tau (τ) Ceti.

- Position cosmographique : Constellation de la Baleine.

- Distance par rapport au Système Solaire : 11,5 al.

- Composition : Etoile Naine Rouge.

- Visibilité : Très visible à l'œil nu.

TECHNAM

- Dénomination au catalogue astronomique : Thêta 1 (θ) Sge.

- Position cosmographique : Constellation de la Flèche.

- Distance par rapport au Système Solaire :

- Composition : Etoile double.

° Etoile A : Etoile Jaune.

° Etoile B : Etoile dorée.

- Visibilité : Invisible à l'œil nu.

THESEE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 92 ou NGC 6341.
- Position cosmographique : Constellation d'Hercule.
- Distance par rapport au Système Solaire : 35 000 al.
- Composition : Amas globulaire qui est plus éloigné de nous que la Source, mais il est plus important physiquement. Il se rapproche de nous à la vitesse de 120 km/s.
- Diamètre : Noyau = 120 al.
- Visibilité : Visible avec des jumelles.

TOLIMAN

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Cen, ou HD 128620.
- Position cosmographique : Constellation du Centaure.
- Distance par rapport au Système Solaire :
 - ° Etoile A : 4,34 al.
 - ° Etoile C : 4,28 al.
- Composition : Système composé de 3 Etoiles.
 - ° Etoile A : Elle ressemble au Soleil par sa taille et sa couleur.
 - ° Etoile B : Elle est légèrement plus petite et plus orangée que l'Etoile A. Elle tourne autour de A en 80 ans.
 - ° Etoile C : Elle est appelée aussi "Proxima". Elle est située actuellement entre le couple, et le système Solaire; cela en fait l'étoile la plus proche de nous. C'est une petite Etoile Rouge. Elle tourne autour des deux autres en plusieurs milliers d'années. La distance entre C et A-B est 1 500 milliards km.

- Visibilité :

- ° Etoile A. Une des étoiles les plus visibles dans l'hémisphère sud.
- ° Etoile C. Il faut de bons instruments pour la percevoir.

ULYSSE

- Dénomination au catalogue astronomique : M 5 ou NGC 5904.

- Position cosmographique : Constellation du Serpent.

- Distance par rapport au Système Solaire : 27 000 al.

- Composition : Amas globulaire comprenant plus de 500 000 Etoiles. Il s'éloigne de nous à la vitesse de 45 km/s.

- Diamètre : 260 al.

- Visibilité : Visible avec des jumelles.

VEGA

- Dénomination au catalogue astronomique : Alpha (α) Lyr.

- Position cosmographique : Constellation de la Lyre.

- Distance par rapport au Système Solaire : 27 al.

- Composition : Etoile Blanche variable avec une période de 2 à 3 heures. Elle possède un anneau de poussières, (signe de planètes?). Elle se rapproche de nous à la vitesse de 14 km/s.

- Diamètre : 3 Soleils.

- Luminosité : 58 Soleils. Cette luminosité alliée à sa proximité en font une des Etoiles les plus visibles du ciel.

LE SYSTEME SOLAIRE

GENERALITES

- Présentation :

Le système solaire est un ensemble cosmique regroupant l'ensemble de tous les objets soumis au champ de gravitation et de radiation d'une étoile, nommée Soleil.

Son âge est estimé à 4,5 milliards d'années.

Ce système est composé d'une infinité d'objets dont la masse totale ne représente que un millionième de la masse du Soleil.

Cette masse est essentiellement concentrée dans des planètes.

Autour de la majorité de ces planètes tournent des corps plus petits appelés Satellites.

Par ailleurs se trouvent, à l'intérieur de ce système, une ceinture d'astéroïdes, d'autres astéroïdes hors de cette ceinture, et des comètes.

Les 9 planètes "officielles", c'est à dire répertoriées actuellement sont, du Soleil vers l'extérieur : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton.

Toutes ces planètes tournent autour du Soleil, et sur elles-mêmes.

Les orbites de celles-ci sont pratiquement circulaires, et très proches du plan de l'orbite terrestre, (appelé plan de l'écliptique), sauf celle du Pluton.

Les planètes ont toute le même sens de révolution qui est d'ailleurs celui du Soleil, (sauf celui de Vénus).

Les dimensions du système solaire sont négligeables en comparaison de la distance des étoiles.

La quantité de satellites repérés actuellement sont :

Terre : 1 - Mars : 2 - Jupiter : + de 16 - Saturne : + de 20

Uranus : + de 15 - Neptune : + de 8 - Pluton : 1

On peut classer les 9 planètes officielles en deux catégories :

Les planètes dites "telluriques", (Mercure, Vénus, Terre, Mars, Pluton), qui sont des planètes rocheuses à atmosphère peu importante.

Les planètes dites "géantes", (Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune), de grande taille, à forte gravité qui ont retenu de nombreux gaz, (hydrogène majoritaire). Elles tournent très vite sur elles-mêmes, et la rotation entraîne un important

système nuageux, fragmenté en longues bandes et zones s'étirant autour de la planète parallèlement à l'équateur.

- Formation des planètes et autres corps :

Lorsque l'étoile est née nous trouvons autour de celle-ci de l'hydrogène, (90%), de l'hélium, (10%), puis, à l'état de traces, de l'oxygène, du carbone, de l'azote, etc.

Plus on s'éloigne de l'étoile, plus la température et la densité décroissent.

Les éléments se condensent en fonction de la température où ils se trouvent; les éléments réfractaires et les métaux près de l'étoile, puis les glaces à des distances plus grandes.

Sous l'effet de la gravité, ces grains solides tombent vers le plan équatorial, augmentant la densité de poussières interstellaires dans ce plan. Il se forme alors des agrégats de matière appelés "planétoïdes".

Lorsque ces planétoïdes ont atteint une dimension de quelques km de diamètre, ils peuvent croître rapidement par le jeu des collisions, jusqu'à atteindre le millier de km de diamètre.

Pour les distances à l'étoile inférieures à 2 ou 3 UA, seuls sont condensables les éléments lourds, (métaux, silicates, ...), qui forment les planètes telluriques.

Les masses et les noyaux de ces planètes ne sont pas assez forts pour retenir, par gravité, les gaz les plus légers de l'atmosphère primordiale environnante, et ils s'échappent massivement, (hydrogène, hélium). Le deutérium, plus lourd s'est évadé plus lentement, ou est resté prisonnier.

Au-delà de 5 UA, les molécules associées à l'hydrogène sont condensées et forment, avec les matières réfractaires, les noyaux des planètes géantes.

Ces noyaux, enrichis par les glaces, sont évalués à plusieurs dizaines de masses terrestres. Ils sont alors suffisants pour accréter gravitationnellement l'atmosphère primordiale qui les entoure.

Les planètes sont nées, ainsi que les astéroïdes, les comètes, etc.

Ces planètes se sont formés en même temps que notre étoile, c'est à dire il y a environ 4,5 milliards d'années et elles ont subi pendant 1 milliard d'années un bombardement météorique intense.

- Nota :

Distance moyenne Terre-Soleil soit 149,6 millions de km.

LES PLANETES

GENERALITES

- Définition :

Nous avons vu précédemment comment se sont formés les planètes de notre système solaire.

Nous avons compris pourquoi les planètes les plus proches du Soleil sont des planètes telluriques, (solides), et, à partir d'une certaine distance de celui-ci, pourquoi les planètes sont des géantes par rapport aux premières, plus fluides et possédant une atmosphère différente.

Toutes les planètes possèdent une source d'énergie interne qui résulte de la désintégration radioactive des isotopes non stables qu'elles contiennent, (uranium, thorium, potassium, etc.). La puissance totale dissipée par ces désintégrations radioactives est proportionnelle au volume des objets. Cette énergie se dissipe par rayonnement à leur surface. Plus l'objet est massif, plus les gains l'emportent sur les pertes, donc plus élevée est la température au centre; et ceci se vérifiera avec les planètes géantes.

- L'atmosphère :

Les atmosphères des planètes telluriques Vénus, Terre, Mars, sont peu épaisses et bien séparées des intérieures planétaires par une croûte solide. Elles sont dépourvues d'éléments légers, (hydrogène, hélium), et nous avons vu pourquoi. Ces atmosphères, constituées de gaz secondaires, ont été probablement formées par dégazage à partir de l'intérieur des planètes, en particulier par les émanations des volcans. Il est probable également que les météorites, qui se sont écrasés au début de la formation de ces planètes, ont libéré les gaz volatils qu'elles contenaient.

Les atmosphères des planètes géantes sont extrêmement profondes et composées surtout d'hydrogène et d'hélium ; elles proviennent des gaz présents dans la nébuleuse solaire primitive, et ceux-ci ne se sont pas échappés comme expliqué plus haut.

- La densité :

La densité des planètes géantes est 4 à 5 fois plus faible que celle de la Terre, bien qu'elles comportent des noyaux centraux dont la masse est de 10 à 15 fois celle de la Terre.

- Le diamètre :

Les diamètres des planètes géantes sont approximativement de 4 à 11 fois plus grandes que celles de la Terre.

- Le champ magnétique :

Le champ magnétique des planètes est bipolaire, à la manière de celui d'un barreau aimanté, et en rotation. Son intensité est variable en fonction de la planète. Il culmine sur la Terre, Jupiter, et Saturne.

- Les anneaux :

Les planètes géantes possèdent toutes des anneaux, mais différents suivant chaque planète.

- Les satellites :

Les satellites des planètes géantes sont, tout ou en partie, constitués de glace, (densité = 1), sauf

- Io, (de Jupiter), dont la surface est recouverte de soufre fondu.
- Titan, (de Saturne), qui serait recouvert d'un océan d'azote liquide.

MERCURE

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 58 millions de km.

- **Diamètre moyen** : 4880 km, (0,4 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

Planète tellurique comportant un volumineux noyau métallique, (qui accapare 80% de sa masse, et 40% de son volume), et dont la surface du sol comprend de nombreux cratères météoriques identiques à la Lune, (35%).

Le plus gros cratère est exceptionnel, il a un diamètre de 1350 km, et une profondeur de 200 km.

On observe de très grandes failles dirigées vers ce cratère, conséquences d'un choc colossal.

Elle ne possède pratiquement pas d'atmosphère.

- **Densité moyenne** : 5,4.

- **Températures** : Face exposée au Soleil +430°, face opposée -170°.

- **Période de rotation sur elle-même** : 59 jours.

- **Période de révolution autour du Soleil** : 88 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique, de 46 millions de km mini à 70 millions de km maxi, (excentricité = 21 %).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 7°.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 0°. Son axe de rotation est presque perpendiculaire au plan de son orbite, d'où pas de saisons.

- **Champ magnétique** : Le champ magnétique bipolaire est incliné de 12° sur l'axe de rotation, et l'intensité à la surface est environ 350 G.

- **Particularités** : Durée du jour solaire 176 jours terrestres, (plus longue que l'année).

VENUS

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 108 millions de km.

- **Diamètre moyen** : 12 140 km, (0,9 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

C'est une planète tellurique dont le noyau représente 30% de sa masse. Elle est enveloppée par une atmosphère dense parsemée de nuages à 70 km du sol.

La surface présente de forts contrastes géomorphologiques:

Grandes régions surélevées, entourées d'importantes structures tectoniques, (failles, plis), et supportant, dans un cas, une chaîne montagneuse; puis de grandes étendues situées à basse altitude, présentant aussi d'importantes structures tectoniques.

La surface est rocheuse, au sol volcanique éteint, avec présence de cratères dont certains sont géants. L'écart maximum est de 13.000 m mais le sol est assez plat, (70% de plaines, 22% de dépressions, 8% de montagnes, la plus haute montagne culmine à 11 000 m).

Le sol garde des traces de chutes de météores, dont une a un diamètre de plus de 100 km.

L'atmosphère contient notamment 96 % de gaz carbonique, 3,50 % d'azote, 0,4 % de vapeur d'eau, de l'ozone et de l'acide sulfurique.

La masse de gaz est 90 fois plus importante que celle qui entoure la Terre.

L'excès de bioxyde de carbone provoque un effet de serre.

La pression au sol est très élevée, 95 fois celle de la terre.

Elle est comparable à celle que l'on éprouverait dans l'océan à 950 m de profondeur.

La croûte vénusienne au sol, fortement chauffée, ne peut retenir les gaz, comme le font celles de la Terre et Mars. Tout le gaz carbonique qui pourrait être piégé dans une planète plus froide, sous forme de carbone, se trouve ici dans l'atmosphère.

Les nuages ont une altitude qui va de 45 km à 80 km.

Il y règne une température de 13°.

Les gouttes de pluie n'atteignent jamais le sol, aucune ne survit en deçà de 31 km d'altitude.

En dessous, l'air est chaud, (220° à 25 km d'altitude, 450° à la surface), sec et très clair.

La visibilité atteint 3 km, mais les objets visuels, (panorama), sont déformés par la chaleur.

- **Densité moyenne** : 5,25.

- **Températures** : 460°, de jour comme de nuit.

- **Période de rotation sur elle-même** : 243 jours, (rétrograde).

- **Période de révolution autour du Soleil** : 225 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique de 107,4 millions de km mini à 109 millions de km maxi, (excentricité = 0,007 %).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 3° 24'.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 178°. Elle a la tête en bas, (pôle nord au sud et inversement), d'où la rotation sur elle-même dans le sens rétrograde par rapport aux autres planètes.

- **Particularités** : Un jour vénusien = 117 jours terrestres.

Nota :

Nous allons sauter la planète Terre car elle fera l'objet d'une étude particulière dans un prochain chapitre.

MARS

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 228 millions de km, (1,5 UA).

- **Diamètre moyen** : 6790 km, (0,5 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

C'est une planète tellurique possédant des cratères.

Elle possède des volcans géants, comme Vénus, dont certains atteignent 25 km d'altitude et plusieurs centaines de km de base. Par contre il y a peu de montagnes. On distingue à la surface un grand ensemble de structures tectoniques, avec des failles, un réseau de canyons géants, des zones d'effondrement.

Il n'y a pas de montagnes car le manteau est stable. (les montagnes se forment par le mouvement de la tectonique des plaques, voir la Terre).

L'hémisphère sud est plus accidenté.

Bombardements météoriques anciens. L'impact le plus grand a un diamètre de 2 000 km.

Cette planète a été l'objet d'activité tectonique, de phénomènes volcaniques, d'érosion par l'eau, d'usure et de sédimentation par le vent.

On remarque un fossé d'effondrement, avec une fracture longue de 4 500 km, large de 120 km, et profonde de 6 km.

Les volcans se concentrent dans la zone équatoriale.

Le plus important a un diamètre à la base de 600 km et une hauteur de 25 km. C'est le volcan le plus grand connu du système solaire.

Les derniers se sont éteints il y a plusieurs dizaines de millions d'années.

On note également des vallées sinueuses, anciens lits de fleuves asséchés, (appelés canaux).

Cette eau devait surgir à la surface sous forme de geysers et de sources chaudes.

On note la présence de calottes polaires composées de glace et de neige carbonique. Elles s'étendent ou se rétrécissent suivant les saisons

La calotte sud peut aller jusqu'à 45° l'hiver, et fond complètement en été. Epaisseur moyenne, 25 cm à 1m.

La calotte nord s'étend jusqu'à 82°, une partie subsiste toute l'année. Epaisseur, quelques centaines de mètres.

L'atmosphère, peu dense, contient notamment 95% de gaz carbonique, 2,5% d'azote, 1,5% d'argon, et des gaz divers dont de l'oxygène, de l'oxyde de carbone et de la vapeur d'eau, (0,03%).

La pression atmosphérique est 135 fois plus faible que celle de la Terre.

Présence de nuages vers 6 km ou 7 km d'altitude.
Des tempêtes de poussière se déclenchent périodiquement.
La gravité à la surface est de 0,38, (1 pour la Terre).

- **Densité moyenne** : 3,9.
- **Températures** : Variations importantes sur un même site: jour 0°, nuit -100°.
- **Période de rotation sur elle-même** : 24,6 heures.
- **Période de révolution autour du Soleil** : 687 jours.
- **Orbite** : Mouvement excentrique de 207 millions de km mini à 249 millions de km maxi, (excentricité = 9 %).
- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 1° 51'.
- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : L'inclinaison de l'axe sur son orbite est 23° 26', soit très peu différent de celle de la Terre.

JUPITER

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 778 millions de km, (5,2 UA).
- **Diamètre** : équatorial 142 800 km, polaire 133 540 km, (11 fois le diamètre de la Terre).

- **Composition** :

La surface proprement dite n'est pas solide.

Cependant elle possède un noyau de matière rocheuse, (20 fois la masse de la Terre), entouré d'un manteau d'hydrogène métallique liquide, (qui conduit les importants courants électriques et magnétiques), lui-même entouré d'une gangue d'hydrogène moléculaire, surmonté d'un océan d'hydrogène liquide.

Au niveau du bord du noyau, à quelque 50 000 km en dessous des nuages qui entourent la planète, la pression atteint 10 millions de fois la pression à la surface de la Terre.

Elle possède également une atmosphère de 1 000 à 2 000 km d'épaisseur, contenant 82 % d'hydrogène, 17 % d'hélium et de l'ammoniac, avec des traces d'éthane et d'acétylène.

On note des formations nuageuses réparties en bandes parallèles à l'équateur.

La vitesse des courants est supérieure à celle des ouragans sur Terre. La vitesse des vents est supérieure à 150 km/h.

- **Densité moyenne** : 1,3.

- **Températures** : On les estime à -140° dans la couche supérieure des nuages, 0° dans la couche inférieure, et $2\,000^{\circ}$ à la base de l'atmosphère.

- **Période de rotation sur elle-même** : 9,8 heures.

- **Période de révolution autour du Soleil** : 11 ans 315 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique de 740 millions de km mini à 816 millions de km maxi, (excentricité = 5 %).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : $1,31^{\circ}$.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : $3^{\circ} 06'$.

- **Champ magnétique** : L'intensité du champ magnétique au niveau de la couche nuageuse est de 4×10^{-4} T à l'équateur, et de 15×10^{-4} T au pôle, (8 à 30 fois celui de la Terre).

- **Anneaux** : Elle possède un ensemble d'anneaux diffus, transparents, plats et étroits à une altitude de 53000 km, constitués de particules de poussières, (largeur 5800 km).

- **Particularités** :

Elle émet deux fois plus d'énergie thermique qu'elle n'en reçoit du soleil.

Le noyau est très chaud et réchauffe l'atmosphère par le bas.

On observe une tache dont le diamètre est deux fois plus grand que celui de la Terre. C'est un ouragan dont la vitesse est supérieure à 500 km/h.

SATURNE

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 1429 millions de km, (9,6 UA).

- **Diamètre** : Equatorial 120 200 km, polaire 108 000 km, (aplatissement = 10 %), (9,4 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

Sa structure interne est à peu près similaire à celle de Jupiter. Son noyau rocheux à un diamètre de 24 000 km.

Elle est constituée essentiellement d'hydrogène, (d'où sa faible densité), d'hélium, d'ammoniac, de méthane, (2 à 3 fois plus que Jupiter).

Possède de grands brassages dans l'atmosphère à grande vitesse de courants (+ 1600 km/h).

- **Densité moyenne** : 0,7, la plus faible de toutes les planètes. (l'eau = 1).

- **Températures** : -150° à la surface des nuages.

- **Période de rotation sur elle-même** : 10,2 heures.

- **Période de révolution autour du Soleil** : 29 ans 167 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique de 1350 millions de km mini à 1510 millions de km maxi, (excentricité = 6 %).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 2° 30'.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 26° 44'.

- **Champ magnétique** : L'intensité du champ magnétique est de 2×10^{-5} T à l'équateur et au niveau de la couverture nuageuse.

- **Anneaux** :

Elle possède des anneaux répartis en plusieurs divisions représentant plus de 100.000 anneaux de faible épaisseur, (100 à 150 m), allant de grains de poussières à des roches de plusieurs dizaines de mètres de diamètre, contenant beaucoup de glace. Les anneaux s'étendent jusqu'à 300 000 km du centre de la planète.

Ils ne sont pas tous circulaires et réguliers. Ils peuvent être déformés, dédoublés, ou même torsadés par le passage de petits satellites orbitant parmi eux, ou à l'extérieur, comme Atlas, Pandore ou Janus. La distribution de la matière est irrégulière, avec une alternance de zones sombres et brillantes. Les anneaux peuvent être également en spirale, excentriques, inclinés, ondulés, avec une ségrégation, des particules par taille et par type.

- Particularités :

Elle produit trois fois plus d'énergie thermique qu'elle n'en reçoit du Soleil.

URANUS

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 2870 millions km.

- **Diamètre moyen** : 51 200 km, (4 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

Planète gazeuse à noyau rocheux. Le noyau rocheux est enrobé d'un épais manteau de glace qui s'étend jusqu'aux 2/3 de son rayon . Ce manteau représente la moitié de la masse du noyau. L'atmosphère, épaisse d'environ 11.000 km, est composée de 88 % d'hydrogène, 12 % d'hélium et des traces de méthane. Le méthane se condense dans l'atmosphère supérieure formant des nuages diffus.

- **Densité moyenne** : 1,2.

- **Températures** : A la surface des nuages -210°.

- **Période de rotation sur elle-même** : 17,2 heures.

- **Période de révolution autour du Soleil** : 84 ans 7 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique de 2740 millions de km mini à 3010 millions de km maxi, (excentricité = 5 %).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 0° 46'.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 98°.

- **Champ magnétique** : Possède un puissant champ magnétique.

- **Anneaux** :

Elle possède également un système d'anneaux concentriques étroits, au moins 9, situés entre 42 000 et 52 000 km du centre de la planète. La circonférence est de 250 000 km. Ils sont très fins, (20 à 30 m d'épaisseur), certains très étroits, (1 à 10 km), et un plus diffus.

- Particularités :

Vaste magnétosphère ressemblant à celle de Jupiter.

L'axe de ses pôles se situant presque sur le plan de son orbite, la planète expose un de ses hémisphères continuellement au Soleil pendant une demi-année, l'autre étant à l'ombre. De ce fait, pendant un tour complet, chaque hémisphère reste une saison, soit 21 ans dans la nuit totale.

NEPTUNE

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 4504 millions de km, 30,1 UA).
- **Diamètre** : Equatorial 48 600 km, polaire 47 300 km, (3,8 fois celui de la Terre).
- **Composition** :

Planète gazeuse à noyau rocheux. Le noyau rocheux est pratiquement identique à celui d'Uranus. Son atmosphère est composée d'hydrogène, d'hélium, de méthane, et d'hydrocarbures tel que l'acétylène. Cette atmosphère est parcourue par des vents violents qui peuvent dépasser 1 200 km/h. La planète reçoit 900 fois moins d'énergie du Soleil que la Terre, mais elle possède une source de chaleur interne 3 fois plus importante que celle qu'elle reçoit du Soleil. Sa couleur bleue est due à la présence de méthane dans l'atmosphère.
- **Densité moyenne** : 1,7.
- **Période de rotation sur elle-même** : 16,1 heures.
- **Période de révolution autour du Soleil** : 164 ans.
- **Orbite** : Mouvement excentrique de 4460 millions de km mini à 4540 millions de km maxi, (excentricité = 1 %).
- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : $1^{\circ} 47'$.
- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 29° .
- **Champ magnétique** : Le champ magnétique est incliné de plus de 40° par rapport à l'axe des pôles, fait unique dans le système solaire.
- **Anneaux** : Elle possède un système d'anneaux étroits, irréguliers et incomplets, (5 reconnus à ce jour).

PLUTON

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 5 900 millions de km, (35,4 UA).
- **Diamètre moyen** : Environ 2 200 km d'après les dernières estimations, (0,2 fois celui de la Terre).

- **Composition** :

Pluton est une planète rocheuse, (silicates), dont le sol est recouvert de glace de méthane.

Elle possède une atmosphère de méthane sur une hauteur de 3000 km. Vu son éloignement du Soleil, elle est continuellement plongée dans la pénombre.

- **Densité moyenne** : 2,1.

- **Températures** : -220°

- **Période de rotation sur elle-même** : 6 jours 9 heures.

- **Période de révolution autour du Soleil** : 247 ans 249 jours.

- **Orbite** : Mouvement excentrique de 4 400 millions de km mini à 7 400 millions de km maxi, (excentricité = 25 %).

Son orbite pénètre périodiquement à l'intérieur de celle de Neptune, (de 1979 à 1999).

- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 17,1°.

- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : 118° 52'.

- **Particularités** :

Pluton forme une planète double avec son satellite Charon. Celui-ci a un diamètre de 1 200 km, soit presque la moitié de Pluton. Le satellite se situe à 17 000 km de Pluton et tourne autour de celui-ci en 6,39 jours, soit égale à la rotation de la planète sur elle-même.

TABLEAU RECAPITULATIF 1
CONCERNANT LES PLANETES

Planètes	Période de rotation à l'équateur	Période de révolution	Révolution sur 1 an	Densité (eau=1)
MERCURE	59 J	88 j		5,4
VENUS	243 J	225 j		5,2
TERRE	24 h	365 j	360 °	5,5
MARS	25 h	687 j	191 °	3,9
JUPITER	10 h	12 a	33 °	1,3
SATURNE	10 h	29 a	12 °	0,7
URANUS	17 h	84 a	4 °	1,2
NEPTUNE	16 h	164 a	2 °	1,7
PLUTON	6 j	247 a	1 °	2,1

TABLEAU RECAPITULATIF 2
CONCERNANT LES PLANETES

Planètes	Distance moy au Soleil en millions de km	Diamètre équatorial en km	% par rapport à la Terre
MERCURE	58	4 880	0,4
VENUS	108	12 140	0,9
TERRE	150	12 750	1,0
MARS	228	6 790	0,5
JUPITER	778	142 800	11,2
SATURNE	1429	120 200	9,4
URANUS	2870	51 200	4,0
NEPTUNE	4504	48 600	3,8
PLUTON	5900	2 200	0,2

**COMPARAISON DES DIAMETRES ET DISTANCES
ENTRE LES ASTRES DU SYSTEME SOLAIRE**

SOLEIL	ballon	
MERCURE	tête d'épingle	17 m du Soleil
VENUS	petit pois	30 m
TERRE	petit pois	45 m
LUNE	tête d'épingle	(10 cm de la Terre)
MARS	tête d'épingle	70 m
ASTEROIDES	poussières	130 m
JUPITER	balle de tennis	230 m
SATURNE	balle de tennis	430 m
URANUS	bille	860 m
NEPTUNE	bille	1350 m
PLUTON	tête d'épingle	1770 m

A titre comparatif :

Etoile la plus proche du Soleil :

ALPHA DU CENTAURE 3 ballons 12 000 km

LES SATELLITES

Les Satellites sont des corps solides gravitant autour des Planètes. Voici un tableau comparatif des principaux Satellites.

Planètes	Nombre actuel observé	Nom	Diamètre moyen en km
MERCURE	0		
VENUS	0		
TERRE	1	LUNE	3 476
MARS	2	PHOBOS	27x21x19
		DEIMOS	15x12x11
JUPITER	+ de 16 dont	IO	3 630
		EUROPE	3 140
		GANYMEDE	5 260
		CALLISTO	4 840

Les autres ont un diamètre compris entre 220 et 20 km

SATURNE	+ de 20 dont	TETHYS	1 060
		DIONE	1 120
		RHEA	1 530
		TITAN	5 150
		JAPET	1 460

Les autres ont un diamètre compris entre 500 et 15 km

URANUS	+ de 15 dont	TITANIA	1 600
		OBERON	1 550
		UMBRIEL	1 190
		ARIEL	1 170

Les autres ont un diamètre compris entre 500 et 40 km

NEPTUNE	+ de 8 dont	TRITON	2 720
---------	-------------	--------	-------

Les autres ont un diamètre compris entre 400 et 50 km

PLUTON	1	CHARON	1 200
--------	---	--------	-------

LES ASTEROIDES

Les astéroïdes sont, pour la plupart, des restes de l'explosion de la planète Athéna survenue il y a environ 65 millions d'années, et qui se trouvait entre Mars et Jupiter.

4000 sont nommés et catalogués.

Plusieurs milliers d'autres sont connus et en cours d'étude.

Leur nombre total est évalué à plus de 500 000.

Le plus grand est CERES dont le diamètre est de 1020 km.

Les plus petits discernables actuellement ont un diamètre de 200 m.

95% des astéroïdes sont situés dans la ceinture, le reste de ceux-ci ont des orbites qui y échappent.

Dans cette ceinture, 33 ont un diamètre supérieur à 200 km.

Les principaux astéroïdes se trouvant entre MARS et JUPITER sont surtout CERES, puis PALLAS et VESTA. Leur distance moyenne du Soleil en UA est de 2,8 à 2,4.

Et entre URANUS et SATURNE se trouve CHIRON dont le diamètre est de 300 km.

On les classe en 7 grands types physiques :

- Type C : (47%) Surface carbonée.
- Type S : (35%) Surface silicatée.
- Type M : (03%) Riches en métaux.
- Type R : (01%) Chondrites ordinaires pauvres en fer.
- Type E : Absence totale de fer à la surface.
- Type Vesta : Chondrites basaltiques.
- Type U : (13%) Non classifiées pour le moment.

LES GROS ASTEROIDES

(diamètre supérieur à 200 km)

Situation	Nombre	Nom	Diamètre
entre MARS et JUPITER	33 dont	CERES	1020
		VESTA	549
		PALLAS	540
		HYGIEIA	450
		EUPHROSYNE	370
		INTERAMNIA	350
		DAVIDA	320
		CYBELE	310
		EUROPA	290
		PATIENTA	280
		JUNON	250
entre URANUS et SATURNE	1	CHIRON	300

AUTRES ASTEROIDES CONNUS

Situation	Nombre	Nom
TROYENNES sur l'orbite de Jupiter	15	
Astéroïdes excentrés (E G A : Earth Grazers Astéroïdes)	31 dont	<p>APOLLO</p> <p>ICARE</p> <p>ADONIS</p> <p>HIDALGO</p>
Satellites capturés par des planètes géantes		<p>PHOEBE (Saturne)</p> <p>NEREIDE (Neptune)</p> <p>AMALTHEE (Jupiter)</p>

LES COMETES

Les comètes sont des petites boules de formes irrégulières, (de 10 à 1 km de diamètre environ), composées de glace contenant des grains de minéraux. Elles se déplacent sur des trajectoires elliptiques allongées, parfois très inclinées par rapport au plan de l'écliptique.

La période orbitale est très variable suivant la comète, et peut dépasser 200 ans.

La glace est composée d'eau, de gaz carbonique, d'oxyde de carbone, et d'autres molécules gelées à très basse température.

Les minéraux sont surtout des silicates.

Les comètes se déplacent dans un environnement très froid, et leur source d'énergie interne n'est pas suffisante pour entretenir un régime de température interne élevé. Cela provient de leur petite dimension.

Lorsqu'une comète, lors de son long périple dans le système solaire, passe au voisinage du Soleil, le rayonnement de celui-ci chauffe sa surface, elle devient active, et la comète libère des molécules-mères d'eau, de dioxyde de carbone, de noyaux de carbone, et de cyanogène, et même des poussières minérales. Ces molécules forment un nuage brumeux que l'on appelle la chevelure de la comète. Celle-ci peut atteindre plusieurs dizaines de milliers de km de diamètre.

Lorsque la comète arrive dans le voisinage du Soleil, à une distance d'environ 1 UA, l'évaporation devient très intense, (plusieurs dizaines de tonnes de gaz et de poussières par seconde), et il se forme, en général, à partir de la tête de la comète, une queue qui peut atteindre plusieurs dizaines de millions de km de longueur. Cette queue est composée de particules solides éjectées, de molécules de gaz ionisés par la radiation solaire, et d'une vaste couronne d'hydrogène. Toutes ces molécules, lorsqu'elles sont éjectées, sont poussées par la pression de la radiation solaire, et s'éparpillent du côté opposé au Soleil.

LA TERRE

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

- **Distance moyenne par rapport au Soleil** : 150 millions de km, (1 UA).

- **Diamètre** : équatorial = 12 750 km, polaire = 12 713 km.

- **Composition** :

C'est une planète tellurique, avec une coexistence d'éléments liquides et solides à la surface.

° **Les océans** :

Ils recouvrent 71% de sa surface, pour 97% du volume d'eau de la planète. Les 3/4 des 3% restant sont emprisonnés sous forme de glaces, le reste étant dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau.

Les océans stockent et transforment d'énormes quantités de chaleur, contrôlent également le cycle de l'oxygène et du gaz carbonique, et échangent la chaleur avec l'atmosphère.

Les profondeurs des océans atteignent les 3 000 mètres, avec des fosses atteignant les -10 000 m.

Remarque: L'érosion due à l'eau est de 8 à 9 mm par siècle.

° **Les continents** :

L'intérieur de la planète est très actif et il existe un mouvement de translation des plaques continentales rigides (épaisseur variant de 30 km à 70 km), qui glissent sur un soubassement plus mou. Ce mouvement, de quelques cm par an, est appelé "mouvement tectonique des plaques", et il a grandement changé la configuration des terres immergées dans le temps. Les plaques circulent sur le manteau sous-jacent moins dense, (constitué d'oxydes et de silicates), et qui provoque une dérive continue, avec mouvements ascendants de parties de ces plaques, d'où formation de montagnes.

Au centre de la Terre se situe le Noyau, (15% de la masse de la Terre), constitué de fer et de nickel. Il est le siège de nombreuses propriétés électriques et magnétiques, (aimantation de la Terre).

° **L'atmosphère :**

L'atmosphère a une épaisseur de 500 km, mais les 9/10 de sa masse se situent dans les 16 premiers km. Elle tourne globalement à la même vitesse que la Terre.

Pression atmosphérique 1013 millibars au niveau de la mer.

L'atmosphère est composée de 78% d'azote, 21% d'oxygène, 0,95% d'argon, 0,04% de gaz carbonique et des gaz divers dont le méthane, l'ozone, et de la vapeur d'eau.

Le gaz carbonique, le méthane, l'ozone et la vapeur d'eau absorbent le rayonnement infrarouge émis par la Terre et le renvoient vers le sol, d'où réchauffement appelé "effet de serre". (Augmentation de 32° de température par rapport à une planète sans atmosphère possédant ces gaz).

L'ozone absorbe certaines fréquences ultraviolettes émises par le Soleil, ce qui permet le maintien de la vie animale et végétale. (Photosynthèse et maintien des cellules de matière vivante).

Composition de l'atmosphère :

0 à 15 km : la Troposphère.

15 à 50 km : la Stratosphère.

50 à 80 km : la Mésosphère.

80 à 250 km : la Thermosphère.

Remarque: On appelle "biosphère" la mince pellicule, à la surface de la Terre, qui contient l'essentiel des êtres vivants. L'oxygène s'est accumulé au cours du temps grâce à la photosynthèse des plantes qui a fixé le gaz carbonique sous forme de matières organiques.

° **Les climats :**

L'équilibre climatique est assuré par :

. Le brassage de l'air vertical et horizontal, afin d'assurer un mélange homogène des gaz.

. Le cycle de l'eau, c'est à dire, évaporation, condensation, précipitations.

. La végétation qui assure le cycle de l'oxygène et du gaz carbonique.

- **Densité moyenne :** 5,52.

- **Températures :** Elles varient en fonction du lieu géographique et de la saison. En moyenne +40 à -50.

- **Période de rotation sur elle-même** : 23,9 heures.
- **Période de révolution autour du Soleil** : 365 jours 6 heures.
- **Orbite** : Mouvement excentrique de 147,1 millions de km mini à 152,1 millions de km maxi, (excentricité = 1,67 %).
- **Inclinaison de l'orbite par rapport au plan de l'écliptique** : 0°.
- **Obliquité ou inclinaison de l'équateur sur l'orbite** : L'inclinaison de l'axe de la Terre sur son orbite varie, et a une périodicité de 41 000 ans. Actuellement, elle est de 23° 26'.
- **Champ magnétique** : Intensité = 5×10^{-5} T.
- **Particularités** :

La Terre reçoit du Soleil, le jour des photons, et la nuit, des neutrinos. Elle reçoit ainsi 1 400 W/m² d'énergie solaire.

La vitesse orbitale de la Terre est de 29,8 km par seconde.

L'allongement de l'ellipse décrite par la Terre autour du Soleil a une périodicité de 100 000 ans.

La variation de la distance de la Terre au Soleil a une périodicité de 20 000 ans.

FORMATION DE LA TERRE

* Formation :

Nous avons vu précédemment comment se sont formés les planètes du système solaire. Nous allons maintenant entrer dans les détails de la formation de la Terre. Sa formation a donc commencé il y a 4,5 milliards d'années.

Une boule a donc commencé à se former et a grandi lentement en absorbant petit à petit des éléments rocheux qui sont issus de l'espace environnant.

Sous les impacts de ces éléments rocheux qui s'écrasaient sur cette boule, l'énergie développée a chauffé les roches qui, entrant en fusion, ont formé le noyau de la Terre, puis les différentes couches, jusqu'à l'écorce. L'écorce en contact avec l'atmosphère s'est peu à peu refroidie. Le règne minéral était en place. Bien sûr durant les millions d'années qui ont suivi le règne minéral a continué à se transformer chimiquement et physiquement. La configuration extérieure des continents et des mers qui sont apparus s'est, elle aussi, grandement transformée, et continue à le faire.

Mais revenons à l'époque - 3 milliards d'années.

A cette époque la croûte primitive est un désert de lave incandescente, de scories et de granit. Elle est en permanence secouée de grondements et de tremblements de terre. Par d'innombrables fissures de l'écorce non stabilisée s'échappent des vapeurs et des geysers d'eau bouillante. L'atmosphère arrive à saturation et de gros nuages noirs masquent bientôt la lumière du Soleil. Alors viennent les pluies. En se condensant, les nuages déclenchent des averses torrentielles qui se poursuivent pendant des siècles. Il apparaît alors d'immenses lacs d'eau douce qui recouvrent tous les bas-fonds de l'écorce. Enfin les nuages arrivent à se disperser et le Soleil peut éclairer des océans tout neufs et purs. La Terre n'est encore qu'une boule inanimée de rocs et d'eau, mais les éléments essentiels à la vie existent déjà : hydrogène, carbone, azote et oxygène notamment, mais ils ne sont pas encore accessibles. L'atmosphère est un mélange de vapeur d'eau, de gaz ammoniac et de méthane. L'hydrogène et l'oxygène sont combinés en vapeur d'eau, l'oxygène est aussi prisonnière du minerai de fer, du granit ou autres roches des profondeurs de l'écorce. L'azote est aussi prisonnière, quant au carbone, il est solidement enserré dans les atomes de métaux lourds enterrés sous des couches massives de granit et de lave.

Les volcans continuent à projeter de la lave, les rayons ultraviolet qui proviennent du Soleil bombardent la terre et les mers, des vents violents balayent la surface du globe.

Les éléments vitaux parviennent à se libérer dans l'atmosphère à travers les roches en fusion qui se désagrègent dans les fluides et gaz volcaniques. Les

pluies les entraînent vers les mers. Les fleuves creusent des vallées et des canyons dans les roches et dissolvent les sels qu'elles contiennent. Tous ces éléments chimiques se retrouvent donc dans les mers qui concrétisent lentement le berceau de la vie. La terre est encore une fournaise, mais l'eau des mers devient modérée par la circulation de courants sous-jacents d'eau plus froide. Les courants divers permettent aux substances chimiques de se mélanger et d'entrer en réactions. Le processus de la vie est enclenché.

* **Chronologie des phases de formation :**

La science, à travers l'étude des roches et par des méthodes technologiques de datation, a établi un schéma de formation de la Terre depuis son origine. L'âge des roches marquent les frontières des divisions des temps géologiques.

En voici les phases :

- **Le Précambrien** (- 4,5 milliards d'années à - 540 millions d'années) :

Il se divise en 2 périodes :

° L'Archéen (de - 4,5 milliards d'années à - 2,5 milliards d'années).

Il correspond à la formation de la croûte terrestre à partir de roches en fusion et refroidissement des roches primitives.

° Le Protérozoïque (de - 2,5 milliards d'années à - 540 millions d'années).

Il correspond au remaniement de la croûte terrestre.

- **Le Paléozoïque ou Ere Primaire** (de - 540 millions d'années à - 250 millions d'années) :

Il se divise en 6 périodes :

° Le Cambrien

° L'Ordovicien

° Le Silurien

° Le Dévonien

° Le Carbonifère

° Le Permien

A la fin de cette dernière période, après divers remaniements de la croûte terrestre sous l'action des plaques tectoniques, il existe un seul continent appelé la Pangée, entouré de mers.

- Le Mésozoïque ou Ere Secondaire (de - 250 millions d'années à - 65 millions d'années) :

Il se divise en 3 périodes :

° Le Trias :

Il correspond à la dislocation de la Pangée avec l'apparition de la Laurasia au nord et le Gondwana au sud. Le Gondwana commença à se morceler en plusieurs blocs correspondant à l'Inde, à l'Australie, à l'Antarctique, et à l'Afrique.

° Le Jurassique :

Il correspond au début de la séparation de l'Afrique de l'Europe et des Amériques.

° Le Crétacé :

Il correspond à la fin du mouvement précédent.

- Le Cénozoïque :

Il se divise en Eres Tertiaire et Quaternaire.

° L'Ere Tertiaire (de - 65 millions d'années à - 1,6 millions d'années) :

Elle se divise en 5 périodes :

. Le Paléocène (de - 65 millions d'années à - 55 millions d'années).

. L'Éocène (de - 55 millions d'années à - 38 millions d'années).

. L'Oligocène (de - 38 millions d'années à - 24 millions d'années).

. Le Miocène (de - 24 millions d'années à - 5 millions d'années).

. Le Pliocène (de - 5 millions d'années à - 1,6 millions d'années).

Durant cette période l'Inde et l'Asie s'unissent, le Groenland se détache.

° L'Ere Quaternaire (de - 1,6 millions d'années à nos jours).

Elle se divise en 2 périodes :

. Le Pléistocène (de - 1,6 millions d'années à - 10 000 ans).

. L'Holocène (de - 10 000 ans à nos jours).

Les mouvements se poursuivent pour en arriver à la configuration actuelle. Cette configuration n'est pas statique, les mouvements des plaques tectoniques se poursuivent à la cadence de quelques cm par an.

*** Structure interne actuelle :**

Actuellement la structure interne de la Terre est la suivante. Du centre vers l'extérieur nous avons :

- Le noyau interne :

Il est solide. Il est constitué de fer et de nickel. Son rayon est de 1 250 km. La température du milieu est d'environ 5 000 °.

- Le noyau externe :

Il est liquide. Il est constitué essentiellement de fer et de nickel. Son épaisseur est de 2 200 km.

- Le manteau inférieur :

Il est plastique. Il est constitué de différents minéraux fondus appelés magma. Il est le siège de mouvements internes appelés courants de convection qui permet un brassage du magma. Il est également le siège de phénomènes géologiques. Son épaisseur est de 2 200 km.

- Le manteau supérieur :

Il constitue l'association de différents minéraux. Son épaisseur est de 700 km.

- La lithosphère :

Elle constitue la croûte terrestre rigide. Son épaisseur varie de 30 à 70 km suivant les endroits. Les épaisseurs les plus faibles se situent au fond des océans, et les plus fortes au niveau des montagnes.

*** Les états actuels de la matière :**

Tous les règnes existants sont constitués d'éléments de compositions et de forces de cohésions différentes qui forment les différents aspects et les différents états de la matière.

- Les différents aspects de la matière :

De la forme la plus énergétique à la forme la plus dense, nous pouvons classer la matière suivant la liste ci-dessous :

° Les particules de masse nulle :

Elles sont immatérielles. Ce sont le photon et le neutrino.

° Les ondes électromagnétiques :

Elles représentent l'ensemble d'un champ électrique associé à une induction magnétique.

° Les radiations électromagnétiques :

Elles représentent l'association d'une onde électromagnétique et d'un flux de photons. Elles comprennent les ondes hertziennes, la lumière de l'infrarouge à l'ultraviolet, les rayons alpha, les rayons gamma, et les rayons cosmiques.

° Les particules de masse notable :

Elles sont composées de baryons, (dont le neutron et le proton), de mésons, et de leptons, (dont l'électron).

° Le plasma :

Il est constitué de noyaux et d'électrons séparés.

° Les atomes libres :

Les atomes sont composés d'un noyau autour duquel tournent des électrons en nombre et positions différentes suivant les différents atomes.

Les noyaux sont constitués eux-mêmes d'un ensemble de protons et de neutrons.

Les atomes sont classés sous la forme d'un tableau appelé tableau de Mendeleïev.

° Les molécules :

Les molécules sont composées d'ensembles d'atomes dont le nombre et la position des uns par rapport aux autres déterminent les différentes molécules.

- Les différents états de la matière :

° L'état éthérique :

Il forme l'élément feu de la nature qui permet la dynamique de la vie. Nous pouvons citer d'une part les énergies solaires, qui permettent à la vie de se développer, et d'autre part les échanges thermiques entre les profondeurs et la surface qui se font par l'activité des volcans. Nous pouvons citer également les protéines, les acides nucléiques, ainsi que les différentes particules qui font partie de l'Univers. L'état éthérique permet à la vie d'exister et de s'exprimer.

° L'état gazeux :

Il forme l'élément air de la nature, dont 75% d'azote et 23% d'oxygène. Il représente une concentration très faible d'atomes et de molécules.

Les vents équilibrent les échanges thermiques entre la terre, l'eau et l'atmosphère. Ils permettent une régulation thermique.

° L'état liquide :

Il forme l'élément eau de la nature, dont 95% est constitué d'eau liquide et vaporeuse. Il représente une concentration moyenne et fluide d'atomes et de molécules. Les océans sont des régulateurs thermiques entre la terre et l'atmosphère. Ils régulent également la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère. Par l'évaporation l'eau sous forme de pluie permet le développement du règne végétal donc le maintien de la vie biologique.

° L'état solide :

Il forme l'élément terre de la nature qui concerne principalement la lithosphère. Il représente une grande concentration d'atomes et de molécules. Il constitue le règne minéral.

L'APPARITION DE LA VIE SUR TERRE

* **Présentation :**

Nous pourrions aussi intituler ce chapitre : La naissance de la vie animée sur Terre, car nous considérons que le règne minéral qui préexistait à la formation des autres règnes est aussi vivant, mais sous une forme différente, que les autres règnes.

* **Des minéraux à la cellule :**

Mais revenons, dans la formation de la Terre, au moment où les courants divers permettent aux substances chimiques de se mélanger et d'entrer en réactions.

Nous assistons à ce moment-là à la naissance des premiers hydrocarbures (molécules formées d'hydrogène et de carbone), première étape de l'évolution chimique de la vie. Les hydrocarbures ont la possibilité de se répéter et de rassembler des groupements d'atomes. Ainsi parviennent-ils à grossir de plus en plus. Ces hydrocarbures ont pu se former par un mélange de méthane et d'air primitif qui ont été soumis au bombardement de rayons cosmiques et des décharges électriques produites par les éclairs.

Nous voici donc au sein des océans primitifs. Les amas de molécules organiques que constituent les hydrocarbures en suspension dans l'eau tendent à s'agglomérer pour former une gelée appelée colloïde (c'est l'intermédiaire entre un liquide et un solide). Le colloïde formé par les hydrocarbures sont agités par les courants et les houles marines et forment des gouttelettes visqueuses. A la surface de ces gouttelettes un soupçon de magnétisme incite l'eau environnante à se coller à elles en couches parallèles serrées. A travers cette enveloppe d'eau, les éléments dissous de l'eau peuvent entrer et sortir de la gelée. Les gouttelettes de gelée parviennent alors à se conserver grâce à des apports extérieurs et jouissent d'une existence autonome. Ces gouttelettes se regroupent en amas stables au sein de l'agitation aquatique tiède. L'eau qui entoure ces gouttelettes en couches serrées forment une courbure à la manière d'une loupe qui concentre les rayons lumineux fortement chargés de rayons ultraviolets à cette époque. Ces rayons favorisent des combinaisons chimiques créatrices qui deviennent d'une infini diversité, certaines combinaisons disparaissent, de même que les gouttelettes les moins résistantes se désintègrent. Puis apparaissent les premiers catalyseurs qui sont des substances qui accélèrent les réactions chimiques. Ces premiers catalyseurs sont probablement des particules d'argile qui ont été entraînées vers les mers. Ils attirent un grand nombre d'autres molécules variées et les amène à un contact étroit, ce qui favorise des réactions chimiques qui

amènent à la formation de nouveaux composés. Des combinaisons chimiques qui avait exigé des millions d'années sont accélérées dans des proportions considérables.

Peu à peu se forment des molécules géantes, voire des grappes de molécules, descendantes perfectionnées des simples gouttelettes de gelée, jusqu'à ce qu'enfin, après un temps considérable, se réalise la fameuse molécule que nous appelons protéine. La vie vient de franchir un pas décisif.

C'est une molécule géante par rapport à ce qui existait auparavant. Elle est composée de centaines d'atomes, et une grande diversité de charges électriques joue à l'intérieur de la structure de la molécule. Les acides et les bases réagissent les uns sur les autres, des unions se font et se défont. Cette molécule complexe possède une énergie chimique importante, et elle peut s'accroître dans toutes les directions. Elle se dilate et se contracte, s'allonge, se rétrécit et s'infléchit. Elle peut devenir droite comme un bâton, se rouler en boule ou se recourber à une extrémité. La protéine et certaines autres molécules appelés acides nucléiques qui évoluent elles aussi dans la mer sont la baguette magique de la vie animée.

D'autre part ce processus aboutit au bout de millions d'années à la formation d'une matière colorante verte que nous appelons chlorophylle. Cette substance qui se met à équiper les gouttelettes de gelée les dotent d'une possibilité que l'on appelle photosynthèse. Ce composé permet à ces gouttelettes de fabriquer des aliments dans leur organisme à partir de la lumière, de l'air et de l'eau.

Enfin un autre pas décisif est franchi lorsque la protéine et l'acide nucléique (avec des substances auxiliaires), se joignent pour former le premier protoplasme.

Les molécules à longues chaînes d'acide nucléique, riches en azote et en phosphore deviennent des dupicateurs qui peuvent frapper d'autres molécules au bon moment et sous l'angle correct pour les désagréger et les rassembler selon leur propre image. L'hérédité est née, la vie animée peut croître et se transformer à l'infini selon différents règnes. A partir des poussières flottantes de la mer primitive, la cellule vivante est apparue afin de manifester la création physique à travers l'incroyable palette des possibilités qui sont apparues depuis, et qui se poursuivra dans le futur.

Nous venons de voir comment la vie animée est apparue sur Terre. Nous pouvons situer le début des règnes non minéraux à l'apparition des virus et des bactéries.

Les virus sont des particules microscopiques constituées de plusieurs molécules d'ADN, donc porteuses d'un bagage génétique. Ils se situent à la lisière du monde vivant et du monde inanimé. Du monde vivant car ils sont constitués de molécules d'ADN et ils se reproduisent grâce aux mécanismes de l'évolution biologique. Du monde inanimé car ils ne possèdent pas de structure de type

cellulaire et pas de métabolisme. Ils utilisent les appareils biochimiques de cellules hôtes.

Les bactéries sont des éléments unicellulaires dépourvus de noyau individualisé. Les bactéries sont apparues il y a 3 milliards d'années. C'est l'union par symbiose de certaines bactéries qui donna naissance aux premières cellules dont sont constitués les règnes végétal et animal.

*** La cellule :**

La cellule est donc l'élément constitutif de tous les corps qui composent des règnes végétaux et animaux.

Pour notre compréhension du développement de la vie, nous allons nous concentrer sur l'élément primordial de la cellule qui est son noyau.

A l'intérieur du noyau se trouve la chromatine constituée de molécules d'ADN et de protéines. Au début de la division cellulaire, la chromatine s'organise en structures caractéristiques appelés chromosomes.

- L'ADN :

L'ADN est une molécule qui contient des milliers de gènes différents. Un gène représente donc une partie de cette molécule et l'ensemble de ces gènes représente la caractéristique de chaque être vivant. L'ADN est le constituant essentiel des chromosomes.

Un génome est constitué de toutes les molécules d'ADN contenues dans les chromosomes. Un génome contient toute l'information génétique contenu dans la cellule. Tout être possède son propre génome qui est unique mais peu différent des génomes des autres êtres de son espèce.

Chaque détail d'un corps est donné par un gène. Il existe des gènes régulateurs appelés aussi gènes architectes qui induisent des mutations qui elles-mêmes engendrent des modifications dans la morphologie du corps. D'où évolution des espèces. Ces mutations peuvent intervenir en fonction de différents critères tels que l'adaptation au milieu, la possibilité d'évolution ou d'involution d'une espèce, etc.

- Les protéines :

Les protéines sont des macromolécules constituées d'acides aminés (les acides aminés sont des composés organiques).

Les protéines sont les constituants essentiels de matière. Elles sont souvent liées à des ions ou radicaux divers, à des lipides, à des glucides, à des molécules complexes. On distingue 2 groupes : les protéines de structure qui participent à l'architecture de la cellule, et les protéines enzymatiques ou biocatalysantes. La synthèse des protéines s'effectue sous le contrôle rigoureux de l'ADN.

- Les chromosomes :

Les chromosomes sont le support de toute l'information génétique de la cellule. Ils possèdent un rôle fondamental dans l'hérédité. Leur synthèse par duplication assure la transmission intégrale du code génétique.

Dans la constitution de la cellule nous trouvons également, et entre autres :
Le réticulum endoplasmique rugueux qui effectue la synthèse des protéines, le réticulum endoplasmique lisse qui est le siège de certaines synthèses chimiques de molécules produites par la cellule, les mitochondries qui permettent la respiration cellulaire donc de transformer les molécules des aliments en énergie utilisable par la cellule, etc.

Une phase d'évolution fantastique a permis la création de la vie animée à partir des éléments inanimés de la Terre. Une autre phase d'évolution fantastique a permis la création de la cellule végétale et animale qui sont une merveilleuse usine chimique d'une grande complexité, et offrant déjà d'énormes possibilités de développement, de création, et de mutations. Une autre phase d'évolution fantastique a permis à partir de ces cellules la création d'une colossale diversité d'espèces dans ces règnes.

*** La naissance des différents règnes :**

Depuis l'origine de la Terre se sont donc développés les règnes suivants : le règne minéral, le règne végétal, le règne animal, et issu de ce dernier, le règne humain.

La formation du règne minéral est l'histoire de la formation de la planète telle que nous venons de le voir.

A partir de l'existence des bactéries nous assistons à la naissance de 2 branches distinctes :

Le règne végétal avec l'apparition des cyanobactéries (algues bleues), dénuées de vrai noyau, capables d'utiliser la lumière solaire pour reproduire leur nourriture par photosynthèse. On en compte actuellement 2 000 espèces.

Le règne animal avec l'apparition des protozoaires, organismes unicellulaires de 1 micron à 1 cm présentant des morphologies variées. On en compte actuellement 30 000 espèces.

La photosynthèse est la réaction qui permet la fixation du gaz carbonique de l'air sous forme de sucre susceptible d'être métabolisé en d'autres substances dans les cellules végétales. Cette réaction se fait grâce à l'énergie lumineuse captée par la chlorophylle (pigment moléculaire). La réduction se fait par l'intermédiaire de l'eau qui libère de l'oxygène dans l'air.

Remarque : Entre ces 2 règnes nous constatons l'apparition des champignons qui sont reliés à la fois aux algues et aux protozoaires.

Dans les prochains chapitres nous allons synthétiser la structure de ces différents règnes.

*** Chronologie d'apparition de la vie animée :**

- Précambrien :

- 3 milliards d'années : Apparition de bactéries anaérobies.

- 2 milliards d'années : Apparition de micro organismes appelés cyanobactéries ou algues bleues qui suscitèrent l'accumulation d'oxygène et qui permirent la création de bactéries aérobies. La libération d'oxygène permit la fabrication de substance organique.

- 1,5 milliards d'années : Apparition des premières cellules possédant un noyau.

- 800 millions d'années : Apparition des protistes (organismes composés d'une seule cellule) qui se sont divisés en protophytes apparentés au règne végétal et en protozoaires apparentés au règne animal.

- 600 millions d'années : Apparition des métazoaires (organismes pluricellulaires).

- Paléozoïque (Ere Primaire) :

- 400 millions d'années : Apparition des premiers vertébrés marins.
- 300 millions d'années : Apparition des premiers vertébrés terrestres.

- Mésozoïque (Ere Secondaire) :

- 200 millions d'années : Apparition des premiers mammifères.

- Cénozoïque (Ere Tertiaire) :

- 50 millions d'années : Apparition des premiers primates.
- 30 millions d'années : Apparition des premiers anthropoïdes.
- 12 millions d'années : Apparition des premiers hominiens.

Nous allons définir dans les prochains chapitres les règnes minéral, végétal et animal. Le règne humain sera approfondi particulièrement dans le chapitre consacré aux consciences humaines.

LE REGNE MINERAL

DEFINITION

La lithosphère est composée d'éléments chimiques, de minéraux qui sont la combinaison d'éléments chimiques, et de roches qui sont la combinaison de minéraux. Nous allons définir ces trois compositions.

LES ELEMENTS CHIMIQUES

* Définition :

On distingue les métalloïdes et les métaux. Ils sont regroupés dans la table des éléments périodiques appelée table de Mendeleiev.

En pourcentages de poids nous avons : l'oxygène (47%), le silicium (28%), l'aluminium (8%), le fer (5%), le calcium (4%), le sodium (3%), le potassium (un peu moins de 3%), le magnésium (un peu moins de 2%), autres (1%).

* Les métalloïdes

Ce sont des corps simples non métalliques. Ils n'ont pas les caractéristiques des métaux.

Ils se présentent sous les formes solide, liquide, et gazeuse.

A l'état solide, ils sont moins denses que les métaux, n'offrent pas l'éclat métallique, sont plus faciles à dissoudre, conduisent mal la chaleur et l'électricité.

Ils ne possèdent pas les qualités mécaniques (malléabilité, conductibilité, ténacité) qui permettent l'usinage des métaux.

Les métalloïdes sont classés en fonction de leur valence, c'est-à-dire du nombre d'atomes d'hydrogène susceptibles de se combiner avec un atome du corps.

- Première famille. Les métalloïdes univalents :

On désigne leurs éléments d'halogènes parce que leurs combinaisons métalliques sont des sels.

La couche externe de leurs atomes comporte à l'état neutre 7 électrons.

Les éléments sont : Le fluor, le chlore, le brome, l'iode.

- Deuxième famille. Les métalloïdes bivalents :

La couche externe de leurs atomes comporte à l'état neutre 6 électrons.
Les éléments sont : L'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure.

- Troisième famille. Les métalloïdes trivalents :

La couche externe de leurs atomes comporte à l'état neutre 5 électrons.
Les éléments sont : L'azote, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine.

- Quatrième famille. Les métalloïdes quadrivalents :

La couche externe de leurs atomes comporte à l'état neutre 4 électrons.
Les éléments sont : Le carbone, le silicium.

On peut adjoindre le bore dont la couche externe de ses atomes comporte à l'état neutre 3 électrons, mais dont les propriétés sont analogues aux deux précédents.

- Les gaz rares :

On peut adjoindre aux métalloïdes les gaz rares :
Ce sont l'hélium, le néon, l'argon, le krypton, le xénon, le radon.

*** Les métaux :**

Ils se distinguent des métalloïdes par leurs caractères physiques, mécaniques et chimiques. Ils possèdent une structure dite métallique.

- Caractères physiques :

Excepté le Mercure, ils sont solides à la température ordinaire. Ils sont en général assez denses, peu fusibles, insolubles dans l'eau et les solvants usuels. Ils sont opaques sous une épaisseur suffisante et lorsqu'ils sont polis, ils présentent un grand pouvoir réflecteur pour la lumière (ils présentent l'éclat métallique). Ils sont bon conducteurs de la chaleur et de l'électricité.

- Caractères mécaniques :

Ils se distinguent par leurs facilités d'usinage. Ils sont durs, malléables et ductiles.

- Caractères chimiques :

Les métaux se combinent en général à l'oxygène et au chlore.

- Structure métallique :

Ils sont constitués par des agglomérats de petits cristaux de mailles cubiques ou rhomboédriques. Le nombre d'électrons périphériques varie de 1 à 3. Les métaux peuvent se déformer (ils peuvent être écrouis ou recuits). Ils peuvent s'allier facilement avec d'autres métaux ou métalloïdes.

*** Classifications :**

Plusieurs classifications peuvent être faites, notamment par leur analyse minérale et par les principaux composés métalliques.

- Classification par analyse minérale :

° Les métaux alcalins :

Ils sont univalents. Leurs atomes comportent 1 seul électron périphérique. Ce sont le lithium, le sodium, le potassium, le rubidium, le césium, le thallium.

° Les métaux Alcalino-terreux :

Ils sont bivalents. Leurs atomes comportent 2 électrons périphériques. Ce sont le calcium, le strontium, le baryum.

° **Groupe proche des Alcalino-terreux :**

Ils sont bivalents. Leurs atomes comportent 2 électrons périphériques.
Ce sont le béryllium, le magnésium, le zinc, le cadmium.

° **Groupe de l'Aluminium :**

Ils sont trivalents. Leurs atomes comportent 3 électrons périphériques.
Ce sont l'aluminium, le gallium, l'indium, auxquels on peut adjoindre les terres rares dont les éléments chimiques sont voisins.

° **Groupe proche de l'Aluminium et du Fer :**

Ils sont bivalents ou trivalents.
Ce sont le chrome, le molybdène, le tungstène, l'uranium, le radium, le polonium, l'actinium.

° **Groupe proche du Magnésium et du Chrome :**

Ils sont bivalents ou trivalents.
Ce sont le manganèse, le fer, le nickel, le cobalt, le rhénium, le technétium.

° **Groupe du Phosphore :**

Ce sont le Bismuth, le niobium, le tantale, le vanadium.

° **Groupe du Carbone et du Silicium :**

Ils sont bivalents ou quadrivalents.
Ce sont l'étain, le titane, le zirconium, l'hafnium, le thorium, le germanium, le plomb.

° **Groupe cuivre, mercure :**

Ils sont monovalents ou bivalents.
Ce sont le cuivre, le mercure.

° **Groupe argent, or :**

Ils sont monovalents ou trivalents.
Ce sont l'argent, l'or.

° **Groupe platine :**

Ce sont le platine, l'iridium, l'osmium, le palladium, le rhodium, le ruthénium.

- Classification par les principaux composés métalliques :

° **Les oxydes :**

Les métaux sont alliés à des atomes d'oxygène.

On distingue les oxydes basiques, les oxydes amphotères ou indifférents, et les oxydes salins.

A l'état naturel leur nombre est important et servent à l'extraction du métal.
On trouve l'oxyde de fer, de manganèse, d'aluminium, etc.

° **Les chlorures :**

Les métaux sont alliés à des atomes de chlore.

On trouve principalement les chlorures de sodium (sel marin, sel gemme), et dans l'eau de mer les chlorures de potassium, magnésium, etc.

° **Les sulfures :**

Les métaux sont alliés à des atomes de soufre.

Beaucoup de minerais métalliques sont des sulfures, tels que la pyrite, la blende, la galène, la chalcopite, le cinabre, etc.

° **Les sulfates :**

Les métaux sont alliés à des atomes d'acide sulfurique.

A l'état naturel on trouve le gypse (sulfate de calcium hydraté), des sels de baryum, de magnésium, d'aluminium, etc.

° **Les nitrates :**

Les métaux sont alliés à des atomes d'acide nitrique.

A l'état naturel on trouve des nitrates de sodium, de potassium, de calcium, etc.

° **Les phosphates :**

Les métaux sont alliés à des atomes de polonium.

A l'état naturel on trouve principalement le phosphate tricalcique.

° **Les carbures :**

Les métaux sont alliés à des atomes de carbone.

On les obtient par préparation industrielle avec de nombreux métaux.

° **Les carbonates :**

Les métaux sont alliés à des atomes de gaz carbonique.

A l'état naturel on en trouve un grand nombre tels que les carbonates de calcium (roches calcaires), de magnésium, de fer, de zinc, de cuivre, etc.

LES MINERAUX

- Distinctions :

Les minéraux se distinguent par :

° **Leur forme.**

° **Leur propriété optique :**

Opaque, translucide, transparent.

° **Leur couleur :**

Incolore pour le quartz, le diamant, la topaze, le zircon.

Jaune pour l'ambre, la topaze orientale.

Verte pour l'amazonite, l'émeraude, la tourmaline, la diopside, la malachite, la serpentine.

Bleus pour l'aigue-marine, le lapis-lazuli, le saphir.

Rouge pour le rubis, le grenat, la rubellite.

Violette pour l'améthyste.

° **Leur dureté :**

La référence de mesure est l'échelle de Mohs établie par comparaison de 10 minéraux bien connus depuis le plus mou jusqu'au plus dur :

Talc, gypse, calcite, fluorine, apatite, orthose, quartz, topaze, corindon, diamant.

° **Leur densité :**

Elle varie de 1 pour l'ambre jusqu'à 5 pour l'hématite.

° **Leur composition chimique.**

° **Leur cristallographie :**

Beaucoup de minéraux solides apparaissent sous forme de cristaux de forme polyédrique (systèmes cubique, hexagonal, quadratique, rhomboédrique, orthorhombique, monoclinique, triclinique).

- Classification des minéraux :

Les minéraux peuvent être classés en trois grandes familles :

° **Les minéraux silicatés :**

Ce sont les plus communs. Ils sont composés d'oxygène, de silicium et autres composants. La silice (oxyde de silicium), et les silicates constituent 97% des roches de l'écorce terrestre.

La silice se rencontre principalement sous forme de quartz (roches éruptives et sédimentaires telles que les sables et les grès).

Les silicates (minéraux très complexes) sont très divers. Nous y trouvons les feldspaths, les micas, les grenats, etc.

° **Les minéraux non silicatés :**

On extrait de ces minéraux des éléments précieux pour l'homme tels que l'or, l'argent, le platine, le fer, le cuivre, le zinc, etc.

° **Les gemmes (ou pierres précieuses) :**

Ils sont dotés de propriétés telles que la transparence, la couleur, l'éclat, la dureté, la rareté.

- Classification :

° **Eléments natifs :**

Argent natif - Or natif - Cuivre natif - Diamant.

° **Sulfures :**

Stibine.

° **Oxydes :**

. Oxydes de Silicium :

Quartz :

Améthyste - Cordiérite - Citrine - Quartz Fumé - Morion - Rubis de Bohème - Hyacinthe de Compostelle - Iris - Aventurine - Oeil de Tigre - Oeil de Chat - Oeil de Faucon.

Calcédoines :

Calcédoines mono-teintées :

Calcédoine - Chrysoprase - Cornaline - Sardoine.

Agates polyteintées :

Onyx - Sardonyx - Jaspe sanguin.

Opales :

Opale Noble - Opale de Feu - Opale Commune - Cachalong - Hydrophane.

. Oxydes d'Aluminium

Corindons :

Saphir Blanc - Saphir Oriental - Rubis Oriental - Rubis Occidental - Rubis Balais - Topaze Orientale - Améthyste Orientale - Cynophane.

. Oxydes de Fer

Hématite.

Aétite.

Magnétite.

° **Silicates :**

. Topaze Occidentale.

. Grenats :

Pyrope - Almandrin - Grossulaire.

. Zircons :

Hyacinthe.

. Béryls :

Emeraude - Aigue Marine - Béryls Courants.

. Tourmalines :

Verdélite - Rubellite - Indigolite - Schörl - Achroïde - Melon d'eau.

. Jades :

Jadéite - Jade Impérial - Néphrite.

. Olivines.

. Rhodonites.

. Feldspaths :

Amazonite - Pierre de Lune - Pierre de Soleil - Labradorite.

° **Phosphates :**

. Turquoises.

° **Carbonates :**

. Malachite.

° **Halogénures :**

. Sel Gemme.

° **Roches d'origine organique :**

. lapis-lazuli.

. Obsidienne.

. Serpentine.

. Jais.

. Ambre Jaune.

. Pétrole naturel.

LES ROCHES

*** Types :**

Elles sont de 3 types :

° Les roches endogènes :

On les appelle aussi roches magmatiques, ou ignées ou éruptives. Elles sont constituées de magma refroidi et solidifié. Elles ont été formées à l'intérieur de la Terre dans des zones à température élevée, et elles sont constituées généralement d'assemblages de minéraux cristallisés.

° Les roches sédimentaires :

Elles sont constituées de fragments et de dépôts cimentés déposés à l'air libre ou sous l'eau. Elles sont le produit des agents de l'érosion et du transport, parfois le produit de l'activité même d'êtres vivants, et parfois aussi le produit de phénomènes physiques et chimiques variés.

° Les roches métamorphiques :

Ce sont des roches endogènes ou sédimentaires qui ont subi des transformations sous l'effet de pressions et de températures élevées.

*** Classification des roches :**

- Les roches endogènes :

° Les feldspath potassiques :

. Avec quartz :

Granites, microgranites, rhyolithes, rétinites.

. Sans quartz :

Syénites, microsyénites, trachytes phonolithes.

° **Les feldspath calco-sodiques sans quartz :**

Diorites, microdiorites, andésites, obsidienne, ponces, gabbras, microgabbras, dolérites diabases, basaltes.

° **Les roches sans Feldspath et sans quartz :**

Amphibolites, pyroxénites périotites, limburgites, tachylites.

- Les roches sédimentaires :

Elles sont composées de sédiments déposés à l'air libre ou sous l'eau. Elles sont le produit des agents de l'érosion et du transport de ces produits. Mais aussi le produit de l'activité même des êtres vivants. Elles sont parfois le résultat de phénomènes physiques et chimiques. Les roches sédimentaires représentent 5% du volume des 16 premiers km de l'écorce terrestre. On distingue :

° **Les roches siliceuses** (20% du total).

. D'origine détritique :

Sables marins et fluviaux, sables éoliens de dunes et désertiques, grès (sables consolidés), quartzites (grès siliceux très durs), conglomérats (gros éléments détritiques reliés par un ciment).

. D'origine organique (boues) :

Radiolarites, diatomites.

. D'origine chimiques :

Silex, meulière.

° **Les roches argileuses :**

Origines continentale, lacustre ou marine, d'origine détritique ou chimique. Elles sont constituées de silicates d'alumine hydratés :

Argiles kaoliniques, argiles illitiques, argiles montmorillonitiques, argilites (roches argileuses), shales (argiles liés), schistes (argiles feuilletées par des actions mécaniques), latérites (formées par hydrolyse des silicates des roches endogènes sous-jacentes), argile rouge (formée de kaolinite oxyde d'aluminium hydraté et oxyde de fer), bauxite (latérite riche en aluminium), loess (dépôts surtout éoliens de poussière calcaire).

° **Les roches calcaires :**

. Origine organique :

Calcaires construits (dont calcaires coralliens), calcaires d'accumulation.

. Origine chimique :

Tufs, traversins (dépôt des sources), stalactites (carbonate de calcium des eaux qui suintent), stalagmites (carbonate de calcium des eaux qui suintent), calcaires oolithiques, calcaires dolomitiques, marnes (calcaires contenant de l'argile), marbres (calcaires anciens recristallisés et durs).

. Origine mixte :

Craie, calcaires lithographiques.

° **Les roches salines :**

Elles sont constitués de sels déposés :

Sel gemme (chlorure de sodium), gypse (sulfate de calcium hydraté qui chauffé à 120° donne le plâtre), potasse (chlorure de potassium et chlorure de magnésium).

° **Les charbons :**

Ce sont des roches sédimentaires d'origine organique provenant de la transformation de végétaux attaqués par des micro-organismes (bactéries). La fossilisation se manifeste par un enrichissement en carbone :

Bogheads (formés d'algues et spores), cannel coals (riches en cryptogrammes vasculaires et pollen de gymnospermes), houilles grasses (formées de spores et pollens cuticules de feuilles et de fragments de tissus ligneux), anthracites, lignites (dépôts charbonneux où la texture ligneuse est encore visible), tourbe (formation marécageuse récente formées par des mousses et autres plantes).

° **Les pétroles :**

Ce sont des hydrocarbures naturels qui peuvent se trouver à l'état gazeux, liquide, pâteux, ou solide :

Pétrole liquide, bitumes (solides dont les asphaltes), gaz naturels (méthane, éthane, propane, butane).

- **Les roches métamorphiques :**

Elles résultent de la transformation de roches sédimentaires ou endogènes sous l'influence de la pression et de la température :

Micaschistes (roches feuilletées composées de quartz cristallisé, feldspaths microscopiques, et paillettes de mica), gneiss, migmatites, granite d'anatexie.

LE REGNE VEGETAL

DEFINITION

Le règne végétal a la particularité de se nourrir à partir du milieu ambiant, les organismes ne pouvant généralement pas se déplacer.

Lorsque le règne minéral s'est stabilisé, vers -2,5 milliards d'années, les premiers signes de vie végétale sont apparus dans les mers sous la forme d'algues unicellulaires microscopiques. Puis de nouvelles espèces sont apparues par un processus de mutation (sauts génétiques), et de sélection (adaptation au milieu). Ce furent les premières plantes. Le règne végétal s'est amplifié et s'est développé suivant de nombreux groupes, ordres, familles, genres, espèces, sous espèces et variétés. Actuellement la planète compte environ 600 000 espèces végétales. Continuellement des espèces disparaissent, et d'autres apparaissent. Le règne végétal tire son énergie de la lumière solaire et fabrique de la chlorophylle pour utiliser le dioxyde de carbone de l'air qui lui permet d'effectuer la synthèse des sucres qu'elle peut alors assimiler. La réaction produit de l'oxygène. Le règne végétal est donc un régulateur indispensable pour l'équilibre gaz carbonique – oxygène de l'atmosphère. C'est cet équilibre qui permet aux règnes animal et humain de vivre.

CHRONOLOGIE D'APPARITION DES VEGETAUX

Précambrien :

- 2 milliards d'années : Apparition des algues bleues.
- 800 millions d'années : Apparition des protophytes (organismes unicellulaires du règne végétal).
- 600 millions d'années : Apparition des métazoaires (organismes pluricellulaires).

Cambrien :

- 500 millions d'années : Apparition des algues vertes aquatiques.

Silurien :

- 420 millions d'années : Apparition des premières plantes vasculaires.

Dévonien :

- 400 millions d'années : Les algues vertes partent à la conquête des terres émergées. Il en émergera les mousses. Apparition des fougères, des plantes herbacées, des champignons, des lycopodes, des prèles, des gymnospermes.

Carbonifère :

- 300 millions d'années : Apparition des graminées, des conifères (à partir de certains gymnospermes), des phanérogames.

Trias :

- 240 millions d'années : Apparition des palmiers.

Jurassique :

- 200 millions d'années : Apparition des cryptogames, des arbres à feuilles, du magnolia.

Crétacé :

- 130 millions d'années : Apparition des angiospermes.

CLASSIFICATION DES PLANTES

*** Les thallophytes :**

Végétaux dont l'appareil végétatif ne possède ni racine, ni tige, ni feuille.

- **Les algues** (pourvues de chlorophylle) :

Algues bleues, vertes, brunes, rouges.

- **Les champignons** (ils sont à la fois reliés aux algues et aux protozoaires, ils sont dépourvus de chlorophylle et vivent en parasite) :

Inférieurs, supérieurs.

- **Les lichens** (formés d'une association d'algues et de champignons) :

Fruticuleux, foliacés, crustacés, gélatineux.

* **Les cormophytes :**

Végétaux dont l'appareil végétatif comprend racine, tige, feuille.

- **Les mousses.**

- **Les cryptogrammes vasculaires** (elles n'ont jamais ni fleurs, ni graines) :

Fougère, prêles.

- **Les spermaphytes** (se sont les plantes à fleurs) :

° Les gymnospermes :

Les graines ne sont pas enfermées dans un fruit mais protégées par des écailles juxtaposées. On trouve 7 classes dont la plus connue est la classe des conifères :

Pin, sapin, épicéa, if, cèdre, mélèze, araucaria, séquoia, cyprès, thuya, genévrier.

° Les angiospermes :

Les graines sont toujours enfoncées dans un fruit. Ce sont les plantes les plus nombreuses (400 000 espèces) :

Les monocotylédones :

L'embryon ne possède qu'un seul cotylédon.

Graminacées :

Céréales (Blé, seigle, orge, riz, avoine), ivraie, chiendent, flouve, fléole, alfa, brome, fétuque, dactyle, stipa, roseau, bambou.

Palmiers :

Palmier dattier, cocotier, palmier à huile, chamérop, palmier sabal.

Aracées :

Arum, acore, philodendron, colocasia, amorphophallus.

Lemnacées :

Lentilles d'eau.

Liliacées (240 genres, 4 000 espèces) :

Lis, tulipe, fritillaire, jacinthe, muscari, emdymion, ail, aloès, sceau de salomon, parisette, muguet, asperge, houx, hémérocalle, poireau.

Orchidées (500 genres, 20 000 espèces).

Les dicotylédones :

Les graines comprennent deux cotylédons plus ou moins développés. Elles comprennent 300 familles rassemblées en 80 ordres :

Apétales :

La fleur est pourvue d'une seule couronne. La principale famille, celle des cupulifères comporte 7 genres et 600 espèces :

Chêne, châtaignier, hêtre, noisetier, charme, bouleau, aulne.

Dialypétales :

Elles possèdent calice et corolle, dont les pétales sont libres entre eux :

Supérovariés :

Renonculacées :

Ficaire, anémone, clématite, ancolie, aconit.

Crucifères :

Moutarde, cardamome, chou, navet, colza, cresson, radis, pastel.

Rosacées (100 genres, 3 000 espèces) :

Fraisier, rosier, kerria, cotonéaster, aubépine, sorbier, prunier, pommier, poirier, cerisier, abricotier, amandier, cognassier.

Euphorbiacées (300 genres, 10 000 espèces) :

Hévéa, mercuriale dioïque, ricin.

Légumineuses (550 genres, 14 000 espèces) :

Arbre de judée, février, acacia, albizzia, pois, robinier, baguenaudier, astragale, coronille, sainfoin, lupin, trèfle, mélicot, cytise, genêt, ajonc, haricot, cacahuète, fève, gesse, sophora, orobe, glycine, flamboyant, pois de senteur, luzerne.

Droséracées (plantes carnivores).

Inférovariées :

Ombellifères (100 genres, 3 000 espèces) :

Carotte, fenouil, céleri, cumin, anis, persil, cerfeuil, angélique.

Cactacées (2 000 espèces) :

Opuntia (figue de barbarie), cactus.

Gamopétales :

Elles possèdent calice et corolle, dont les pétales sont soudés les uns aux autres :

Solanacées (2 500 espèces, 80 genres) :

Pomme de terre, tomate, aubergine, tabac, pétunia, physalis, lycium.

Labiacées (200 genres, 3 000 espèces) :

Lamier, bugle, menthe, lavande, patchouli, thym, basilic, sauge, phlomis.

Composées (1 000 genres, 20 000 espèces) :

Marguerite, pissenlit, laitue, scorsonère, salsifis, piloselle, chardon, centaurée, carline, artichaut, reine marguerite, dahlia, solidago, zinnia, edelweiss, topinambour, achillée, aunée, tournesol.

LE REGNE ANIMAL

DEFINITION

Le règne animal a la particularité de pouvoir habituellement se déplacer. Il peut donc aller à la recherche de sa nourriture.

C'est vers les – 800 millions d'années qu'apparurent dans les mers les premiers êtres du règne animal sous la forme d'êtres unicellulaires appelés protozoaires.

Vers – 600 millions d'années apparurent des êtres multicellulaires qui se développèrent et se transformèrent.

Vers les – 500 millions d'années ces mers qui baignaient dans un climat de caractère subtropical étaient peuplées d'un monde animal abondant de type invertébré.

Puis apparurent les premiers vertébrés qui se développèrent et partirent à la conquête de la terre ferme avec l'apparition de la respiration nasale et pulmonaire. En même temps certains animaux se dotèrent d'un squelette interne grâce auquel ils purent se déplacer sur le sol ferme.

Puis apparurent les premiers quadrupèdes.

Puis les premiers insectes.

Puis apparurent les premiers mammifères, alors que les autres ordres continuaient à se développer tant dans les mers que sur la terre ferme.

Puis les reptiles ont donné naissance à de nombreuses espèces de sauriens qui règnent en maîtres absolus. (le brontosauve qui atteint 22 m de long est l'animal le plus gros de tous les temps). Durant cette période l'espace aérien se peupla d'oiseaux vertébrés volants. Certaines espèces de reptiles terrestres se transformèrent et retournèrent à l'eau. Des petits mammifères naquirent à partir de certains autres reptiles.

Vers les – 65 millions d'années un cataclysme planétaire fit disparaître la plus grande partie du règne animal terrestre. Seul subsistèrent les petits animaux. C'est à partir de ce moment-là que se développa grandement le règne des mammifères.

Puis apparurent les premiers primates représentant l'ordre le plus élevé des mammifères. A cette époque-là le monde animal s'accroissait rapidement alors que certains ordres disparaissaient.

Puis naquirent les premiers singes authentiques.

Puis apparurent les premiers hominiens de type Australopithèque qui vont abriter des consciences humaines. C'est l'apparition du règne humain.

CHRONOLOGIE D'APPARITION DES ANIMAUX

- Précambrien :

- 800 millions d'années : Apparition des protozoaires (organismes unicellulaires du règne animal).

- 600 millions d'années : Apparition des métazoaires (organismes pluricellulaires).

- Cambrien :

- 570 millions d'années : Diversification importante des espèces animales. Apparition des rotifères, brachiopodes, bryozoaires, spongiaires, coelentérés (méduse, corail), vers marins, mollusques (laméllibranches, gastéropodes : escargot, céphalopodes), échinodermes (oursin, étoile de mer, crinoïde), arthropodes (crustacés : écrevisse, trilobites).

- Dévonien :

- 400 millions d'années : Apparition des vertébrés avec des poissons cartilagineux puis osseux, et des poissons à mâchoires. Début de la vie émergée avec les amphibiens (à partir d'un groupe particulier de poissons). Apparition des myriapodes. Apparition des insectes, araignées, des scorpions, des cloporte, etc. dans les arthropodes).

- Carbonifère :

- 300 millions d'années : Apparition des reptiles (1ers vertébrés terrestres), des insectes ailés (libellules, éphémères).

- Mésozoïque (ère secondaire) :

- 200 millions d'années : Apparition des reptiles (1ers vertébrés terrestres), des dinosaures, des mammifères (à partir d'une ligne de reptiles), des oiseaux (à partir d'un groupe de dinosaures), dont les sauriens volants.

Dans les reptiles on trouve des lacertiliens (lézards), des ophidiens (serpents), des chéloniens (tortues), des crocodiliens.

Dans les mammifères on trouve des marsupiaux.

Dans les insectes on trouve des hyménoptères, des diptères, des papillons, des cafards, des punaises.

Dans les céphalopodes on trouve des pieuvres.

Paléocène :

- 60 millions d'années : Apparition des mammifères carnassiers, des mammifères ongulés (dont des chevaux préhistoriques), des mammifères rongeurs, des mammifères chiroptères (chauves souris).

- Eocène :

- 50 millions d'années : Développement des mammifères. Apparition des premiers primates.

- Oligocène :

- 30 millions d'années : 20% du cheptel existant actuellement est présent. Castor, rat, souris, tapir, cheval, âne, zèbre, rhinocéros, mouton, chèvre, hippopotame, antilope, girafe, cerf, porc, chameau, singe, etc.

- Miocène :

- 15 millions d'années : 40% des animaux existant actuellement sont présents.

- Pliocène :

- 1 millions d'années : 80% des animaux existant actuellement sont présents.

- Pléistocène :

- 1 millions d'années : Expansion des hominiens. Apparition des loup, vautour, tigre, mastodonte, mammoth, bison, rancœur, renne, renard, ours, etc.

Durant cette formation il y eut des extinctions de masse :

- Cambrien :

- 510 millions d'années : disparition d'une dizaine de trilobites, d'un groupe d'arthropodes marins primitifs.

- Ordovicien :

- 438 millions d'années : Première grande extinction de masse. Disparition de 50% des familles animales présentes sur la terre.

Dévonien :

- 335 millions d'années : disparition de 30% des espèces animales présentes sur la terre.

- Permien :

- 245 millions d'années : disparition de 90% des espèces animales et 50% des familles d'animaux marins.

- Trias :

- 205 millions d'années : disparition de 35% des familles animales présentes sur la terre.

- Crétacé :

- 65 millions d'années : disparition de 50% des espèces animales. Ne survécurent que les animaux ne dépassant pas un poids de 10 kg.

CLASSIFICATION DES ANIMAUX

Le règne animal se décompose en 13 embranchements.

Chaque embranchement se décompose en séries (éventuellement), classes, groupes (éventuellement), ordres, sous ordres (éventuellement), familles, genres et espèces.

La classification tient compte de la forme de l'animal, de la structure du corps, des différentes parties qui composent le corps, le comportement, les caractéristiques génétiques et écologiques, le type de développement embryonnaire, et la façon dont l'animal se reproduit.

Les 13 embranchements sont : Les rotifères, les brachipodes, les bryozoaires, les spongiaires, les coelentérés, les plathélminthes, les némathalminthes, les annélides, les mollusques, les échinodermes, les procordés, et les arthropodes.

Pour plus de clarté, dans l'exposé qui suit, la classification regroupe les 12 premiers embranchements en invertébrés.

1 - LES INVERTEBRES

*** Les rotifères :**

On en compte 1 000 espèces. Ce sont des animaux aquatiques de taille de moins de 500 microns.

*** Les brachipodes :**

On en compte 150 espèces. Ils vivent dans la mer. Ils ont été très abondants aux ères primaire et secondaire.

*** Les bryozoaires :**

Animaux coloniaux, surtout marins.

*** Les spongiaires :**

On en compte 5 000 espèces. Ce sont des êtres aquatiques, presque tous marins, de croissance lente. Ils n'ont pas d'organes différenciés :

Eponges.

*** Les coelentérés :**

On en compte 10 000 espèces. Tous aquatiques, presque tous marins. Ils possèdent une symétrie dans leur corps. Ils existent depuis l'ère primaire :

Hydre d'eau douce, anémone de mer, actinie, méduse, hydrique marin, siphonophore, corail, madréporaire.

*** Les plathélminthes (vers plats) :**

On en compte 10 000 espèces. Ils ne possèdent ni appareil respiratoire, ni circulatoire. Le système nerveux est diffus. Le tube digestif, lorsqu'il existe n'a qu'un seul orifice. Nombreux parasites de l'homme et des animaux :

Ténia, planaire, douve du foie, bilharzie, cysticerque, bothriocéphale.

*** Les némathalminthes (vers ronds) :**

Ils possèdent un intestin mais pas d'appareil respiratoire ni circulatoire. Ils sont soit de forme libre, soit des parasites de végétaux, soit des parasites de l'homme ou d'animaux :

Anguillule du vinaigre (libre), tyferchus, hétérodéra (parasites de végétaux), ascaris, oxyure, trichocéphale, (parasites de l'intestin), trichine, filaire (parasites des muscles et de l'intestin).

*** Les annélides (vers annelés) :**

On en compte 7 000 espèces. Ils possèdent des segments, un système nerveux. Ils vivent dans l'eau ou dans la terre :

Néride, arénicole, spirographe, serpule, spirorbe, lombric, sangsue.

* Les mollusques :

Ils possèdent un corps mou à symétrie bilatérale. Ils existent depuis le début de l'ère primaire. On en distingue 5 classes :

- Les amphineures.
- Les scaphopodes.
- Les laméllibranches :

Ils sont aquatiques, presque tous marins. Ils possèdent une coquille a 2 valves :

Moule, couteau, coques praire, palourde, clovisse, coquille saint-jacques, pholade, lithodome, taret, méléagrine, tridacne (ou bénitier), huître, sphaerium, pissidium, anodonte, unios, mulette, dreysensie.

- Les gastéropodes :

Ils sont terrestres ou aquatiques. Ils ont donc une respiration pulmonaire ou brachée. Ils possèdent une coquille d'une seule pièce spiralée :

Escargot, testacelle, limace (sans coquille), limnée, planorbe, paludine, bigorneau, bernique, buccin, ormeau, murex, doris, éolis (sans coquille), triton, casque, porcelaine, firole, ptéropode, gastérosiphon, entéroxenos.

- Les céphalopodes :

Ce sont des êtres marins actifs. Ils possèdent des tentacules. Ils existent depuis l'ère secondaire :

Pieuvre, argonaute, seiche, calmar, bélemnite, nautil.

* Les échinodermes :

On en compte 5 000 espèces. Ils possèdent une symétrie rayonnée. Ils vivent depuis l'ère primaire. On en distingue 5 ordres :

- Les échinides :

Oursin.

- Les stellérides ou étoiles de mer.
- les ophiures.
- Les holothuries ou concombre de mer.
- Les crinoïdes.

*** Les procordés :**

- Les céphalocordés :

Amphioxus.

- Les urocordés :

Ascidie.

*** Les arthropodes (appendices articulés) :**

On en compte 1 million d'espèces. C'est l'embranchement le plus important du règne animal. Il est implanté dans tous les milieux. Les animaux possèdent une symétrie bilatérale. La croissance se fait par mues. On en distingue 2 classes : Les chélicérates, les anténnates.

- Les chélicérates (dépourvus d'antennes) :

Ce sont essentiellement les arachnides :

On en compte 30 000 espèces. Le corps est divisé en 2 régions. Ils sont répartis en 10 ordres dont :

Araignée, opilion (ou faucheur), scorpion (600 espèces), acarien.

- Les anténnates (possèdent des antennes) :

° Les crustacés :

Ils possèdent 2 paires d'antennes et vivent généralement dans l'eau. Ils respirent grâce à des branchies.

. Les malacostracées (21 segments) :

Les décapodes :

Homard, langoustine, écrevisse, langouste, crabe, araignée de mer, bernard l'ermite, crevette.

Les isopodes :

Aselle, cloporte, bopyre, portunion.

Les amphipodes :

Talitre, gammare.

. Les entomostracés (nombre variable de segments) :

Les brachipodes.

Les daphnies.

Les copépodes (part importante du plancton marin).

Les cirripèdes.

Les balanes.

° Les myriapodes :

Ils possèdent 1 paire d'antennes, ont une respiration aérienne.

. Les chilopodes (carnivores) :

Scolopendre, lithobie.

. Les diplopodes (végétariens) :

Iule, gloméris.

° Les insectes :

Ils possèdent 1 paire d'antennes, ont une respiration aérienne par trachée, ont 3 paires d'appendices locomoteurs. Ils représentent 80 % des espèces

animales connues. Ils possèdent un squelette externe, un corps en 3 parties. Ils existent depuis l'ère primaire.

. Les orthoptères :

On en compte 20 000 espèces. Ils possèdent un appareil buccal broyeur.

Sauterelle, criquet, grillon, courtilière, phyllie, mante religieuse, blatte, perce oreille.

. Les coléoptères :

On en compte 300 000 espèces. C'est l'ordre le plus riche et le plus varié de la classe des insectes. Il est connu depuis la fin de l'ère primaire. Ils possèdent des pièces buccales broyeuses et font des métamorphoses complètes.

Phytophages :

Doryphore, grand capricorne, charançon (50 000 espèces), bruche, scolyte, bastryche, vrillette.

Saprophages :

Bousier (scarabée), dermette, anthrène, hanneton.

Carnivores :

Carabe, cicindèle, coccinelle, lampyre, staphylin, dytique, gyrim.

. Les lépidoptères :

On en compte 100 000 espèces. Ce sont des papillons qui possèdent surtout une trompe suceuse.

Les diptères :

On en compte 100 000 espèces.

Les hématocènes :

Moustique, anophèle, phlébotome, stégomyie, simulie, cécidomyie, chironome, tipule.

Les brachycères :

Mouche domestique, mouche bleue, mouche verte, mouche à balier, fannie, syrpe, volucelle, drosophile, glossine (mouche tsé-tsé), mouche charbonneuse, taon, oeste, hypoderme, gastérophile.

. Les siphonoptères :

Puce.

. Les hyménoptères :

On en compte 300 000 espèces. Elles possèdent 2 paires d'ailes, des pièces buccales broyeuses ou lécheuses.

Les solitaires :

Abeille charpentière, abeille maçonne, certaines guêpes prédatrices, sirex, cynips, rhodite, ichneumon.

Les sociaux :

Bourdon, guêpe, abeille, fourmi (7 500 espèces).

. Les homoptères :

Cigale, puceron (dont phylloxera, cochenille).

. Les hétéroptères :

Punaise, poux.

. Les odonates :

Libellule, éphémère.

. Les isoptères :

Termite (1 200 espèces).

. Les planipennes :

fourmi-lion.

. Les trichoptères :

Phrygane.

. Les Mécoptères :

Panorpe.

2 - LES VERTEBRES

L'embranchement des vertébrés se divise en 2 séries, les agnathes qui ne possèdent pas de mâchoire inférieure (les cyclostomes), et les gnathostomes qui sont pourvus d'une mâchoire inférieure. Cette dernière se subdivise en 5 classes, les poissons, les batraciens ou amphibiens, les reptiles, les oiseaux, et les mammifères.

* Les poissons :

- Les cartilagineux :

° Les sélaciens :

Ils forment la majeure partie de la sous-classe :

Requin blanc, requin bleu, pellerin, roussette, raie, torpille, poisson-scie.

° Les holocéphales :

Chimère.

- Les osseux :

° Les chondrosteens :

Esturgeon.

° Les holostéens :

Lépidostée.

° Les téléostéens :

Ils comprennent 12 ordres dont :

. Les isospondyles :

Sardine, hareng, saumon, truite.

. Les ostariophysaires :

Carpe, tanche, gardon, goujon, brème, silue.

. Les haplomes :

Brochet.

. Les apodes :

Anguille, congre, murène.

. Les catostéomes :

Epinuche, syngnathe, hippocampe.

. Les anacanthiniens :

Morue, merlan.

. Les hétérosomes :

Turbot, limande, plie, sole.

. Les percomorphes :

Perche, daurade, thon, maquereau, espadon, rascasse, mérrou, rouget, rémora.

° Les dipneustes :

Ils sont connus depuis le dévonien. Ils possèdent une double respiration (branchies et poumons) :

Protoptère, lépidosirène, cératodus.

° Les crossoptérygiens :

Ils sont connus depuis l'ère primaire :

Coelacanthe.

*** Les batraciens :**

On en compte 1 500 espèces, dont :

- Les anoures :

Grenouille, rainette, crapaud, urodelle, salamandre, axolotl, protéé, sirène.

- Les apodes :

Ichtyophis.

*** Les reptiles :**

On en compte 5 000 espèces répartis en 4 ordres plus un spécial dont les animaux sont dotés d'écailles épidermiques.

- Les lacertiliens :

On en compte 2 500 espèces :

Lézard, orvet, iguane, caméléon, voran.

- Les ophidiens :

On en compte 2 300 espèces appelés serpents.

Vipère, aspic, vipère à cornes, crotale (serpent à sonnette), cobra, serpent cracheur, couleuvre, dasypéltis, serpent minute, python, boa, anaconda.

- Les chéloniens :

On en compte 200 espèces appelées tortues :

Tortue grecque, tortue géante, cistude, tortue verte, tortue caret, tortue luth.

- Les crocodiliens :

On en compte 21 espèces appelés crocodiles :

Crocodile du Nil, gavial, alligator.

- Les rhynchocéphales (spécial) :

Rhynchocéphale (fossile vivant).

*** Les oiseaux :**

On en compte 10 000 espèces.

- Les ratites :

° Les coureurs :

Ils sont incapables de voler :

Autruche, nandou, émeu, aptéryx (kiwi).

- Les impennes :

Leurs ailes servent de nageoires :

Manchot.

- Les carinates :

° Les passereaux (bec pointu, ongles fins) :

Ils regroupent la moitié des oiseaux connus, dont :

. Les passériformes :

Corbeau, étourneau, pinson, alouette, mésange, moineau, merle, fauvette, hirondelle.

. Les coraciadiformes :

Huppe, guêpier, martin pêcheur.

. Les micropodiformes :

Engoulevent, martinet, colibris.

° Les palmipèdes (pattes palmées) :

. Les ansériformes :

Oie, canard, cygne, flamand.

. Les pélicaniformes :

Pélican, cormoran, frégate.

. Les lariformes :

Goéland, mouette.

. Les procellariformes :

Pétrel, albatros.

. Les colymbiformes :

Plongeon, grèbe.

. Les alciformes :

Pingouin.

° Les échassiers (pattes longues) :

. Les ciconiiformes :

Cigogne, héron, ibis.

. Les ralliformes :

Poule d'eau, grue.

. Les charadriiformes :

Vanneau, bécasse, échasse, chevalier.

° Les rapaces (bec fort et crochu, serres puissantes) :

. Les accipitriformes :

Faucon, aigle, condor.

. Les stigiformes :

Hibou, chouette.

° Les grimpeurs (pattes se terminant par 4 doigts) :

. Les psittaciformes :

Perroquet, perruche.

. Les piciformes :

Pie, toucan.

. Les cuculiforme :

Coucou.

° Les gallinacés (bec fort, ongles émoussés) :

. Les galliformes :

Perdrix, faisan, coq, pintade, paon.

° Les colombins :

. Les columbiformes :

Pigeon, tourterelle.

*** Les mammifères :**

On en compte 2 500 espèces. Ce sont les plus évolués des vertébrés. Ils vivent dans tous les milieux.

- Les protothériens :

Ornithorynque, échidné.

- Les métathériens :

Kangourou, wallabie, koala, sarigue (dont opossum).

- Les euthériens :

° Les insectivores :

On en compte 200 espèces.

Musaraigne, taupe.

° Les chiroptères.

On en compte 750 espèces appelés chauve souris, dont :

Roussette, vampire.

° Les carnassiers :

. Les félidés :

Chat, lion, tigre, panthère, lynx.

. Les hyénidés :

Hyène.

. Les vivérridés :

Civette, genette, mangouste.

. Les canidés :

Chien, loup, renard, chacal, dingo.

. Les mustélidés :

Belette, putois, furet, hermine, blaireau marthe, moufette, loutre.

. Les procyonidés :

Coati, raton laveur, panda.

. Les ursidés :

Ours.

° Les pinnipèdes :

Otarie, morse, phoque.

° Les cétacés :

. Les mysticètes :

Ce sont des cétacés à fanons :

Baleine, roqual.

. Les odontocènes :

Ce sont des cétacés à dents :

Cachalot, narval, dauphin, marsouin, orque, globicéphale.

° Les rongeurs :

C'est l'ordre le plus riche en espèces de mammifères. La liste suivante n'est pas limitative :

Lièvre, lapin, écureuil, potatouche, anomalure, marmotte, hamster, cynomys, castor, gerboise, loir, lérot, campagnol, mulot, rat, souris, lemming, porc-épic, chinchilla, viscacha, ragondin, cobaye.

° Les ongulés :

. Les porcins :

Les suidés :

Sanglier, phacochère, potamochère, babiroussa, pécari.

Les hippopotames.

. Les ruminants :

Les onguligrades :

Les bovidés :

Boeuf, yack, gayal, zébu, buffle, mouton, chèvre, bison, boeuf musqué, mouflon, bouquetin, chamois, isard, antilope, gazelle.

Les girafidés :

girafe, okapi.

Les chevrotins :

Chevreuil, élan.

Les cervidés :

Daim, renne, cerf.

Les digitigrades :

Chameau, dromadaire, lamas.

. Les périssodactyles :

Les équidés :

Ane, mulet, bardot, hémione, onagre, zèbre, tapir, rhinocéros, cheval.

. Les proboscidiens :

Eléphant d'Afrique, éléphant d'Asie.

° Les primates :

. Les lémuriniens :

Lémur, indri, aye-aye.

. Les simiiniens, appelés singes :

Les platyrrhiniens :

Ouistiti, sapajou, alouate, atèle.

Les catarrhiniens :

Cercopithèque, macaque, cynocéphale (babouin, mandrill), colobe, nasique, anthropoïde (gibbon, orang-outan, gorille, chimpanzé).

L'HOMME

PRESENTATION

Nous allons terminer le survol de la vie telle que la conçoit la science par le développement de l'homme.

Les découvertes archéologiques et anthropologiques ont permis de former un tableau d'ensemble de l'évolution humaine (*Homo sapiens*) au cours des 4 à 5 derniers millions d'années.

L'*Homo sapiens* appartient à l'ordre des Primates de la classe des Mammifères. Dans cet ordre, les humains modernes, nos ancêtres éteints et les espèces voisines vivantes, les grands singes africains, sont généralement regroupés dans le sous-ordre des Hominiens en raison de ressemblances génétiques. Les grands singes appartiennent à la famille des Pongidés et la lignée humaine à celle des Hominidés. Cette classification est la plus généralement admise, mais certains spécialistes réservent le terme hominien à la seule lignée humaine, voire au genre *Homo*, d'autres considèrent que la famille des Hominidés comprend la sous-famille des Pongidés et celle des Homininés.

L'EVOLUTION DE L'HOMME DEPUIS SES ORIGINES

- Traits physiques humains :

° La bipédie :

La bipédie, ou marche sur deux pieds, semble être l'une des premières caractéristiques des hominidés à avoir évolué. Ce type de locomotion s'accompagne d'un certain nombre de modifications dans le bas de la colonne vertébrale, le bassin, les jambes et les bras. Ces modifications sont visibles dans les os fossiles. La bipédie est généralement considérée comme le critère qui définit la famille des Hominidés. L'un des principaux avantages évolutifs liés à l'acquisition de la bipédie est la libération de la main qui, affranchie des fonctions de locomotion, peut être utilisée pour d'autres tâches, telle la fabrication des outils.

° La taille du cerveau et la taille du corps :

La capacité de fabriquer et d'employer des outils dépend beaucoup de la taille et de la complexité du cerveau. L'évolution de ce paramètre est incontestable, de 500 cm³ chez les Australopithèques à 1 400 cm³ en moyenne chez l'Homme moderne. La taille du cerveau a plus que triplé au cours de l'évolution humaine et cette augmentation est liée à la station érigée bipède, qui s'est accompagnée d'un déplacement du trou occipital vers la base du crâne, et à certains changements du comportement des hominidés. Au cours des temps, les outils en pierre et autres artefacts se diversifièrent et se perfectionnèrent.

De plus, l'aire de répartition géographique de nos ancêtres s'est étendue au fur et à mesure de l'évolution humaine. Connus d'abord uniquement en Afrique de l'Est et du Sud, ils commencèrent à se répandre dans les régions tropicales et subtropicales de l'Eurasie, il y a environ 1 million d'années, et dans les régions tempérées de ces continents, il y a environ 500 000 ans. Beaucoup plus tard, il y a environ 50 000 ans, ils furent capables de traverser la barrière formée par l'océan pour arriver en Australie. Ils n'atteignirent le Nouveau Monde qu'il y a 30 000 ans environ, après l'apparition des hommes modernes.

Il est probable que l'augmentation de la taille du cerveau humain se soit produite au sein d'inter-relations complexes comprenant le développement d'outils de plus en plus sophistiqués et l'apprentissage d'autres capacités qui permirent à nos ancêtres de vivre dans des environnements de plus en plus variés.

Les plus anciens fossiles d'hominidés montrent des différences marquées dans la taille du corps. Ces différences sont peut-être dues à un dimorphisme sexuel prononcé, les femelles mesurant de 0,90 à 1,20 m et pesant de 25 à 35 kg, les mâles étant beaucoup plus grands (plus de 1,50m) et gros (environ 70kg). Ces différences pourraient correspondre à des comportements spécialisés des sexes au sein des groupes sociaux des premiers hominidés. Selon une autre hypothèse, certaines différences de taille seraient dues à la présence de deux espèces différentes, l'une plus grande que l'autre. Quoi qu'il en soit, ces grosses différences s'atténuèrent pour disparaître complètement il y a 1 million d'années.

° **La face et les dents**

Le troisième trait marquant du développement des hominidés est une tendance à la diminution progressive de la taille de la face et des dents. Tous les grands singes ont de grandes canines nettement plus hautes que les autres dents. Les premiers hominidés ont encore des canines légèrement plus hautes, tandis que toutes les dents ont approximativement la même taille chez les hominidés plus récents. De même, la taille des prémolaires et des molaires a diminué au cours de l'évolution. Ces changements sont associés à une réduction graduelle de la taille de la face et des mâchoires, et à un enroulement de la cavité cérébrale. Chez les premiers hominidés, la face est large et située devant la boîte crânienne. Avec la diminution de la taille des dents et l'augmentation de celle du cerveau, la face devient plus petite et sa position relative change. La face des humains modernes est située au-dessous du crâne large et agrandi.

- Les origines de l'Homme :

° **Présentation :**

Les fossiles des ancêtres des humains modernes appartiennent aux genres *Australopithecus* et *Homo*, dont les plus anciens restes datent d'il y a environ 5 millions d'années. Faute de fossiles en nombre suffisant, l'histoire évolutive des hominidés est très mal connue avant cette date.

Entre - 20 et - 7 millions d'années, des animaux ressemblant aux grands singes actuels vivaient dans de vastes régions d'Afrique et plus tard du continent eurasiatique. Bien que de nombreux os fossiles aient été trouvés, le mode de vie de ces êtres et leurs relations évolutives avec les grands singes actuels et les humains sont encore l'objet de vives controverses parmi les chercheurs. L'un de ces singes fossiles, *Sivapithecus*, semble avoir de nombreux traits en commun avec un grand singe asiatique actuel, l'orang-outang et il pourrait bien en avoir

été l'ancêtre direct. En revanche, aucun de ces fossiles ne comporte de caractéristiques permettant de le placer sur la ligne évolutive menant aux hominidés.

La comparaison des protéines sanguines et de l'ADN entre les grands singes africains et les humains modernes indique que la lignée qui mène jusqu'à l'Homme ne s'est séparée de celle des chimpanzés et des gorilles que relativement récemment, probablement à une date comprise entre 6 et 8 millions d'années. De nouvelles découvertes de fossiles permettront peut-être dans l'avenir de déterminer avec une plus grande précision l'époque à laquelle les ancêtres directs des grands singes modernes se séparèrent de ceux conduisant aux hommes modernes, c'est-à-dire le moment du début de l'évolution humaine.

° L'*Australopithecus* :

Des fossiles appartenant au genre *Australopithecus* ont été découverts dans un certain nombre de sites en Afrique de l'Est et du Sud. Datant de plus de 4 millions d'années (des fragments ont été provisoirement datés de 5 millions d'années environ), le genre semble s'être éteint il y a environ 1,5 million d'années. Les fossiles présentent une très grande variabilité de dimensions et surtout un fort dimorphisme. Tous les australopithèques sont bipèdes, mais présentent encore des caractéristiques anatomiques de la vie arboricole. Ils diffèrent suffisamment dans les détails de leurs dents et de leurs mâchoires comme dans la taille de leur cerveau pour pouvoir être divisés en quatre espèces: *A. afarensis*, *A. africanus*, *A. robustus* et *A. boisei*.

Le premier australopithèque est *A. afarensis*, qui vécut en Afrique de l'Est entre 4 et 3 millions d'années avant notre ère. Découvert dans la région de l'Afar en Ethiopie et en Tanzanie, *A. afarensis* avait un cerveau un peu plus gros que celui des chimpanzés (environ 400 à 500 cm³). Chez certains individus, les canines étaient un peu plus hautes que celles des hominidés plus récents. Aucun outil n'a été découvert associé aux fossiles d'*A. afarensis*.

Entre - 3 et - 2,5 millions d'années, *A. afarensis* semble avoir évolué en un australopithèque plus récent, *A. africanus*. Connu principalement dans des sites d'Afrique méridionale, *A. africanus* possédait un cerveau comparable à celui de son prédécesseur et ses molaires étaient encore de grande taille, mais ses canines ne dépassaient pas le niveau des autres dents. Comme c'était le cas pour *A. afarensis*, aucun outil n'a été trouvé associé aux restes d'*A. africanus*.

Vers - 2,6 millions d'années, les documents fossiles révèlent la présence d'au moins deux espèces d'hominidés, et peut-être de quatre. Une divergence évolutive semble s'être produite dans la lignée des hominidés, un segment évoluant vers le genre *Homo* et aboutissant finalement aux humains modernes, les autres se développant vers des espèces d'australopithèques qui finirent par s'éteindre sans descendance. Ces dernières comprennent les australopithèques

robustes *A. robustus*, limités à l'Afrique méridionale, et *A. boisei* que l'on ne trouve qu'en Afrique de l'Est. Les australopithèques robustes représentent une adaptation spécialisée et diffèrent des autres membres du genre par le grand développement de leurs molaires, de leurs mâchoires et de leurs muscles masticateurs. Les australopithèques robustes s'éteignirent il y a 1,5 million d'années environ.

° Le genre *Homo* :

Bien que ce soit encore un sujet de controverse, de nombreux chercheurs pensent que, après la divergence évolutive qui conduisit aux australopithèques robustes, l'*A. africanus* évolua pour donner le genre *Homo*. Si cela est bien le cas, cette transition se produisit il y a environ 2 millions d'années. Les fossiles qui appartiennent à cette période présentent un curieux mélange de traits. Certains possèdent un cerveau relativement gros (presque 800 cm³ chez plusieurs spécimens) et de grandes dents de type australopithèque. D'autres ont de petites dents caractéristiques de *Homo*, mais par contre un petit cerveau, pas plus gros que celui des australopithèques. Un certain nombre de crânes et de mâchoires fossiles datant de cette période et découverts en Tanzanie et au Kenya, en Afrique de l'Est, ont été classés dans l'espèce *H. habilis*, ce qui veut dire homme habile, car certains de ces fossiles étaient associés à des outils de pierre. L'*H. habilis* possédait de nombreux traits qui le lient à la fois aux australopithèques qui le précèdent et aux espèces plus tardives du genre *Homo*. Il semble probable que cette espèce représente la transition évolutive entre les deux groupes.

Les plus anciens outils ont été découverts dans des sites d'Afrique de l'Est datés d'environ 2,5 millions d'années. Ces outils n'étaient pas associés à une espèce particulière d'hominidés. Les sites datés de 1,5 à 2 millions d'années dans diverses régions d'Afrique de l'Est ont livré non seulement de nombreux outils de pierre, mais également des os d'animaux portant des incisions qui, d'après des expériences en laboratoire, n'ont pu être causées que par un dépeçage à l'aide d'outils de pierre. Ces restes sont la preuve qu'à cette époque les hominidés mangeaient de la viande, mais on ignore s'ils l'obtenaient par la chasse ou sur des charognes abandonnées par d'autres carnivores. On ignore également quelle proportion de leur régime était représentée par les aliments végétaux ou les insectes, par rapport à l'alimentation carnée. Enfin, on ne sait pas si ces sites sont liés à des membres de la lignée conduisant au genre *Homo*, ou si les australopithèques robustes étaient eux aussi capables de fabriquer des outils et de manger de la viande. Il faut cependant remarquer que les caractéristiques des dents des australopithèques robustes décrites plus haut semblent plutôt indiquer un régime végétal à base de racines et de rhizomes.

Les restes fossiles d'une forme à gros cerveau et petites dents, dont les plus anciens ont été découverts au Kenya et datés de 1,6 à 1,5 million d'années, ont été placés dans l'espèce *H. erectus*. Au début, *H. erectus*, comme les hominidés qui le précédaient, était limité à l'Afrique de l'Est et du Sud, mais plus tard, vers - 700 000 ans ou - 1 million d'années, il s'est répandu dans les régions tropicales de l'Ancien Monde et finalement, vers la fin de son évolution, dans les parties tempérées d'Asie. Un certain nombre de sites archéologiques contemporains d'*H. erectus* révèlent sa plus grande habileté dans la fabrication des outils et une réelle structuration de l'habitat, suggérant la mise en place de structures sociales. Dans la grotte où fut découvert l'homme de Pékin, on a observé des traces d'utilisation du feu et des fossiles animaux appartenant à des espèces aussi grosses que les éléphants. Ces données suggèrent que le comportement des hominidés devenait plus complexe et efficace.

Pendant toute la période d'*H. erectus*, les principales tendances de l'évolution humaine continuèrent de se faire sentir. Le cerveau des plus anciens fossiles d'*H. erectus* n'est pas beaucoup plus grand que celui des hominidés précédents et varie de 750 à 800 cm³. Les crânes les plus récents de cette espèce ont un volume atteignant 1100 à 1300 cm³, ce qui est dans les limites de la variation d'*Homo sapiens*.

° Premiers *Homo sapiens* :

Vers - 300 000 à - 200 000 ans, l'*H. erectus* évolua pour donner l'*H. sapiens*. L'évolution humaine s'est produite si graduellement à cette époque qu'il est impossible d'identifier avec précision le moment où la transition s'est produite et certains fossiles de cette période sont classés comme *H. erectus* tardifs par certains chercheurs et comme *H. sapiens* primitifs par d'autres.

Bien que classés dans le même genre et la même espèce, ces premiers *H. sapiens* ne sont pas identiques aux humains modernes. Les fossiles les plus récemment découverts suggèrent que l'homme moderne, l'*H. sapiens sapiens*, est apparu il y a plus de 90 000 ans. Les chercheurs ne s'accordent pas sur le schéma évolutif aboutissant aux humains modernes, tel qu'il peut être déduit des fossiles depuis la première apparition d'*H. sapiens*. Le désaccord concerne tout particulièrement la place dans la chaîne de l'évolution humaine des hommes de Neandertal (ou néandertaliens), qui appartiennent à la sous-espèce *H. sapiens neandertalensis*. Les néandertaliens (qui tirent leur nom de la vallée Neandertal, en Allemagne, où fut trouvé l'un des premiers crânes appartenant à ce groupe) occupèrent une partie de l'Europe et du Proche-Orient à partir de 100 000 ans pour disparaître vers 35 à 40 000 ans. Des fossiles appartenant à d'autres variétés des premiers *H. sapiens* ont été découverts dans d'autres régions de l'Ancien Monde.

Les néandertaliens furent les premiers hominidés à enterrer leurs morts dans des sépultures incluant des outils, des fleurs ou des éléments de parure, manifestant ainsi des préoccupations spirituelles.

On considère que les traits des néandertaliens (front bas et fuyant, bourrelet sus-orbitaire prononcé, absence de menton) sont trop primitifs pour qu'ils puissent être considérés comme les ancêtres de l'Homme moderne. Les néandertaliens sont une branche latérale de l'arbre évolutif humain, qui s'est éteinte sans descendance.

L'Homme moderne, *H. sapiens sapiens*, est sans doute originaire de l'Afrique au sud du Sahara ou du Proche-Orient, et son évolution a pu débuter vers - 200 000 à - 150 000 ans. Ces humains se sont ensuite répandus dans toutes les parties du monde soit en remplaçant les populations d'*H. sapiens* plus anciennes (ce qui s'est sans doute produit en Europe), soit en se mélangeant à elles (au Proche-Orient). Des comparaisons de l'ADN mitochondrial, une forme d'ADN qui n'est héritée que par la mère, prise chez des femmes de diverses parties du monde, ont suggéré que tous les humains modernes auraient divergé en une seule génération dans l'Afrique tropicale. Celle que l'on a appelé l'Eve mitochondriale aurait habité l'Afrique il y a 200 000 ans. Ces études ont depuis été vivement critiquées tant du point de vue de la méthodologie que de celui de l'analyse des données et l'idée simpliste que l'origine africaine des Hommes modernes est démontrée par la seule biologie moléculaire est maintenant largement rejetée.

Bien que l'arrivée d'individus biologiquement modernes n'ait pas modifié du tout au tout le mode d'adaptation fondamental qui caractérise les premiers stades de l'histoire humaine, certaines innovations ont eu lieu, notamment la première apparition du grand art paléolithique en France et en Espagne. L'un des plus importants événements de l'histoire humaine débuta il y a environ 10 000 ans lorsque des plantes et des animaux commencèrent à être domestiqués. Cette apparition de l'agriculture, et la sédentarisation qui l'accompagna, planta le décor pour les événements qui allaient conduire à l'apparition de la civilisation.

La compréhension moderne de l'évolution humaine repose sur les fossiles connus, mais le tableau qu'ils tracent est loin d'être complet. La poursuite des recherches permettra sans doute de combler certaines lacunes de nos connaissances.

LE CORPS HUMAIN

INTRODUCTION

Dans ce chapitre je vous propose d'étudier sommairement le corps de l'être humain dans son anatomie, (structure des parties organisées), et sa physiologie (vie des fonctions organiques), en mettant l'accent sur les fonctions que ce corps assume.

L'étude de son anatomie comprendra les définitions des points suivants :

- Anatomie générale
- La cellule
- Les tissus
- Anatomie de l'appareil digestif
- Anatomie de l'appareil respiratoire
- Anatomie de l'appareil circulatoire
- Anatomie de l'appareil éliminatoire

L'étude de sa physiologie comprendra les définitions des points suivants :

- La fonction nutrition
 - ° Le système digestif
 - ° Le système respiratoire
 - ° Le système circulatoire
 - ° Le système éliminatoire
- La fonction relations
- La fonction reproduction

Nous aborderons également ce que nous appelons les systèmes annexes qui sont:

- Les systèmes nerveux
- Le système endocrinien
- Le système lymphatique

ANATOMIE

ANATOMIE GENERALE

Le corps est divisé en 3 grandes parties:

La tête et le cou.

Le thorax, l'abdomen et le bassin.

Les membres.

- La tête :

Elle est elle-même divisée en 2 parties :

° Le crâne : C'est la cavité occupée par l'encéphale dont la partie la plus importante est le cerveau.

° La face : Qui comprend les narines - globes oculaires - oreilles - mâchoires.

- Le cou :

Il est lui aussi divisé en 2 parties :

° La partie postérieure : Qui représente la nuque constituée de nombreux muscles.

° La partie antérieure : Qui contient divers viscères (la partie supérieure du tube digestif et la partie supérieure de l'appareil respiratoire), des vaisseaux et des nerfs.

- Le thorax :

Il comprend les poumons, le cœur, le diaphragme, les gros vaisseaux qui partent du cœur, l'aorte, l'artère pulmonaire, les gros vaisseaux qui arrivent au cœur, la veine cave supérieure, la veine cave inférieure, les veines pulmonaires, la trachée, les bronches, l'œsophage.

- L'abdomen et le bassin :

Ils comprennent 2 parties :

° Les organes intrapéritonéaux, qui comprennent eux-mêmes :

. Le tube digestif représenté par l'œsophage puis l'estomac, le pylore, le duodénum, l'intestin grêle (jéjunum - iléon), le gros intestin (coecum avec l'appendice , côlon, rectum, anus).

. Le pancréas qui secrète un suc dans le duodénum.

. Le foie qui secrète la bile dans le duodénum.

. La rate.

° Les organes rétro-péritonéaux qui comprennent eux-mêmes :

. Le pédicule vasculo-nerveux abdomino-pelvien, formé par l'aorte, la veine cave inférieure, des nerfs formant 4 plexus superposés (lombaire, sacré, honteux, sacro-coccygien).

. L'appareil génitaux-urinaire formé par les reins, la vessie, la capsule surrénale puis, chez l'homme la prostate et les glandes génitales (testicules), et chez la femme les ovaires, les trompes, l'utérus, le vagin et la vulve.

- Les membres :

Les 2 bras et les 2 jambes.

LA CELLULE

- Définition :

La substance vivante, dont sont composés les êtres vivants, s'appelle le Protoplasme. Cette substance est divisée en cellules. La matière vivante est composée de nombreux corps élémentaires (ou corps simple) qui sont :

Le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le sodium, le potassium, le calcium, le chlore, le soufre, le phosphore, etc.

Ces corps simples sont groupés en molécules.

La matière vivante est composée essentiellement d'eau (70% du poids de l'homme) mais aussi :

- De molécules organiques qui sont les protides, les lipides et les glucides.
- De molécules minérales telles que le bicarbonate de potassium, le chlorure de sodium, le chlorure de potassium, etc.

- Morphologie :

Les cellules ont des formes et tailles variables mais sont constituées de matière vivante appelée cytoplasme entourée d'une membrane cellulaire. A l'intérieur du cytoplasme se trouve le noyau.

- La matière vivante est appelée cytoplasme ou protoplasme cellulaire.

- La membrane cellulaire est la limite extérieure de la cellule mais aussi la zone de protection et d'échange de la cellule avec le milieu extérieur. (C'est souvent un épaissement du cytoplasme à la périphérie de la cellule).

- Le noyau est de forme et taille variables en rapport avec celles de la cellule.

Il est constitué :

° D'une membrane nucléaire

° D'un suc nucléaire constitué :

D'un ou plusieurs nucléoles

De la chromatine, substance qui s'individualise en chromosomes au moment de la division cellulaire.

Les chromosomes sont de petits filaments (toujours par paires) d'épaisseur et de longueur variables. Sur ces filaments sont situés les gènes qui sont des granulations porteuses de l'hérédité.

- Physiologie :

La cellule vit et est dotée de propriétés.

Elle vit dans le sens où :

- Elle respire, car elle consomme de l'oxygène et rejette du gaz carbonique.
- Elle se nourrit, car elle consomme des aliments organiques ou minéraux dans un but énergétique (création d'énergie pour pouvoir effectuer un travail) ou plastique (croissance cellulaire ou multiplication).
- Elle élimine les déchets de son alimentation ou de son travail.
- Elle grandit, se multiplie et meurt.

Elle est dotée des propriétés suivantes :

- Sensibilité : Elle peut être excitée par un produit chimique, par un agent physique ou traumatique.
- Fonction : Elle exerce un travail, elle a souvent une spécialisation (différents tissus).
- Mobilité : Pour certaines telles que les globules blancs et les spermatozoïdes.

LES TISSUS

- Définition :

Un tissu est la spécialisation d'une fonction des cellules. Cette fonction s'accompagne d'une différenciation morphologique.

Un tissu est donc un ensemble de cellules assurant le même travail, la même spécialité.

- Les différents tissus :

On distingue les tissus épithéliaux, les tissus conjonctifs, les association de tissu épithélial est conjonctif, et les tissus spécialisés.

- Les tissus épithéliaux sont formés de cellules juxtaposées. On distingue :

° L'épithélium de revêtement : Séreuses - intestin - épiderme - trachée - vessie - émail des dents - peau - ongles - cristallin de l'œil - cônes et bâtonnets de la rétine - cellules auditives - cils - poils.

° L'épithélium glandulaire qui a une propriété de sécrétion. On distingue :

. Les glandes exocrines qui sécrètent à l'extérieur du sang, telles que les glandes sudoripares et digestives.

. Les glandes endocrines qui sécrètent des hormones directement dans le sang telles que l'épiphyse, l'hypophyse, la thyroïde, le thymus, les surrénales. Les glandes endocrines seront développées plus loin.

. Les glandes mixtes qui sécrètent à l'extérieur et à l'intérieur du sang telles que le pancréas, les testicules et les ovaires.

- Les tissus conjonctifs sont formés de cellules et de fibres, le tout situé dans une substance fondamentale caractérisée par la présence de collagène. On distingue les tissus :

° A prédominance de cellules tels que la rate, les ganglions, le tissu graisseux, le tissu adipeux et le tissu pigmentaire.

° A prédominance de fibres tels que le tissu fibreux, le tissu tendineux, le tissu aponévrotique et le tissu élastique (ligaments vertébraux).

° A prédominance de substance fondamentale tels que :

. Le tissu cartilagineux : hyalin - fibreux - élastique.

. Le tissu osseux (cellules disposées en couronnes et qui émettent des prolongements reliant les cellules les unes aux autres).

- Les associations de tissus épithélial est conjonctif. On distingue :

° Les muqueuses qui tapissent la cavité de tous les organes creux (estomac - utérus - vessie ...) et de tous les orifices naturels (bouche - anus - vagin).

° Les emballage de certaines viscères tels que le péricarde, la plèvre, le péritoine, la paroi vaginale.

- Les tissus spécialisés tels que :

° Le tissu osseux: tissu conjonctif particulier.

° Le tissu musculaire qui a une fonction de contraction. Ce sont des cellules de forme très allongée (fibres).

° Le tissu nerveux.

° Les tissus ensoriels.

ANATOMIE DE L'APPAREIL DIGESTIF

- Les voies digestives supérieures :

Les voies digestives supérieures forment le bol alimentaire.
Elles comprennent :

° La bouche et les dents :

Les dents sont au nombre de 32 dont 4 incisives qui coupent, 2 canines qui déchirent, 4 prémolaires qui écrasent, 6 molaires qui broient.

° La langue :

Elle facilite la mastication et la déglutition.

° Les glandes salivaires :

On distingue 3 glandes bilatérales. La salive qu'elles sécrètent jouent un rôle important dans la préparation des aliments à la mastication, déglutition et digestion.

° Le pharynx :

C'est le carrefour aéro digestif.

° L'œsophage :

C'est un tuyau qui conduit les aliments du pharynx à l'estomac.

- Les organes digestifs abdominaux :

° L'estomac :

C'est une poche musculaire en 3 parties avec un sphincter cardiaque avec l'œsophage et un sphincter pylorique avec la duodénum.

Lorsque les aliments ont atteint certaines propriétés physiques et chimiques, le pylore s'ouvre pour faire passer une fraction qui pénètre dans le duodénum.

L'action totale de la digestion dure 5 à 6 heures.

° L'intestin grêle :

Il comprend 2 portions, le duodénum et le jéjuno-iléon (longueur 7 cm, diamètre 5 cm).

- Les glandes digestives annexes :

° Le foie :

C'est une glande de 1,5kg de 4 lobes.

° La vésicule biliaire :

Elle produit la bile. La bile est le produit de l'élaboration du foie. Son rôle est l'élimination des substances toxiques ou nuisibles (en continu), ainsi que la stimulation des processus de la digestion (intermittente au moment de la digestion).

Les voies biliaires sont des tuyaux chargés transporter la bile de la vésicule au duodénum.

° Le pancréas :

C'est une glande allongée mixte c'est à dire endocrine et exocrine.

La portion endocrine élabore l'insuline qui joue un rôle dans le métabolisme des glucides.

la portion exocrine déverse le suc digestif pancréatique dans le duodénum.

ANATOMIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE

- Les voies aériennes supérieures :

° Les fosses nasales:

Elles comportent les sinus et les conduits lacrymaux.

° Le pharynx :

C'est un carrefour aérodigestif.

° Le larynx :

C'est la partie supérieure qui conduit l'air du pharynx aux poumons. Il est fermé par l'épiglotte. Il comprend les cordes vocales supérieures et inférieures (la glotte).

° La trachée :

C'est un tuyau qui va du larynx à la partie supérieure du thorax où il se divise en 2 bronches.

° Les bronches:

Ce sont des conduits qui vont aux poumons où elles se fragmentent.

- Les poumons :

Au nombre de deux, chacun est divisés en lobes: poumon gauche 2 lobes, poumon droit 3 lobes. Ce sont des organes spongieux. Chaque bronche souche se divise en bronches lobaires qui se divisent en branches segmentaires qui se divisent en lobules qui se divisent en grappes qui sont formées d'alvéoles pulmonaires.

Les poumons sont contenus dans la cage thoracique et sont enveloppés dans une gaine protectrice la plèvre.

Les poumons fonctionnent grâce aux muscles respiratoires dont le principal est le diaphragme qui n'agit qu'à l'inspir. A l'expir les muscles cassent leur action (sauf en cas d'expiration forcée).

- Les alvéoles :

C'est à ce niveau que se font les échanges respiratoires. La paroi alvéolaire est formée d'une seule épaisseur de cellules dont la face externe est tapissée de vaisseaux capillaires à paroi extrêmement mince. Superficie d'échange 200 m².

ANATOMIE DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE

- Le cœur :

Le cœur est un muscle qui assure le rôle de pompe pour le transport du sang, et qui constitue l'origine et la terminaison de la circulation.

Il est constitué de 4 cavités, 2 oreillettes et 2 ventricules organisées en 2 pompes distinctes, la droite et la gauche.

Ces cavités sont organisées de la façon suivante :

° Les cavités droites reçoivent le sang venu de tout l'organisme et l'envoie aux poumons (sang noir non oxygéné).

° Les cavités gauches reçoivent le sang venant des poumons et le renvoient vers l'organisme (sang rouge oxygéné).

° Chaque partie est formée de 2 cavités superposées; l'oreillette en haut, faiblement musclée; le ventricule en bas, fortement musclé (véritable moteur de la pompe cardiaque).

° Cavités droites: A l'oreillette droite aboutissent 2 veines caves qui amènent le sang noir de tout l'organisme. Du ventricule droit part l'artère pulmonaire vers les poumons.

° Cavités gauches: A l'oreillette gauche aboutissent 4 veines pulmonaires qui amènent le sang venant des poumons (sang rouge). Du ventricule gauche part l'aorte qui va envoyer le sang rouge à tout l'organisme.

° Vascularisation du cœur : comme tout organe, le cœur a besoin pour fonctionner de vaisseaux nourriciers : les vaisseaux coronaires.

- Les artères :

Les artères transportent aux cellules le sang riche en oxygène.

- Les veines :

Les veines emmènent le sang chargé de déchets vers les organes qui doivent éliminer ces déchets hors de l'organisme.

- Les capillaires :

Les capillaires sont des artères et des veines qui arrivent aux cellules mais qui sont très fines, de la taille d'un cheveu.

- Le sang :

° Généralités :

Le sang sert de trait d'union entre les cellules et les organes chargés d'assurer les fonctions de nutrition.

C'est un tissu formé de cellules, les globules qui baignent dans une substance intermédiaire liquide appelée le plasma.

Le sang représente environ 5 litres chez l'homme de 70kg.

° Le plasma :

C'est le liquide de base de l'organisme. Il se trouve dans les vaisseaux où il baigne les globules, et dans tout l'organisme où il baigne tous les tissus, toutes les cellules. Constitution pour 1000 gr :

. 900 gr d'eau.

. Des substances biologiques (80 gr de protéides, 6 gr de lipides, 1 gr de glucides).

. Des sels minéraux (surtout chlorure de sodium 7 gr).

. Des substances intermédiaires du métabolisme des différents organes.

. Des déchets (comme l'urée 0,30 gr).

. Des gaz dissous (oxygène, gaz carbonique ou combinés comme les bicarbonates).

° Les globules :

Les globules représentent environ 45% du volume sanguin. On distingue :

. Les globules rouges ou hématies :

Ce sont de petits globules (7 à 8 microns de diamètre) dépourvus de noyau, colorés par un pigment, l'hémoglobine. Nous possédons normalement 4 à 5 millions de globules rouges par mm³ de sang.

. Les globules blancs ou leucocytes :

Ils sont de taille, de forme, d'origine et de fonction variables. Le taux normal est de 6 000 à 8 000 unités par mm³ de sang. On distingue :

Les polynucléaires : environ 70% formés dans la moelle rouge des os

Les mononucléaires : qui se décomposent en 2 catégories.

Les lymphocytes : très gros noyaux, environ 20 à 25 %.

Les monocytes : grosses cellules environ 5 à 10 % .

° **Les plaquettes sanguines :**

Ce sont des corpuscules de 2 à 3 microns dont le taux normal est de 200 000 à 300 000 unités par mm³ de sang.

ANATOMIE DE L'APPAREIL ELIMINATOIRE

- Les reins :

Ce sont 2 glandes de 150 gr chacune qui sont chargées de sécréter l'urine. L'urine est le produit terminal résultant de la dégradation des substances protéiques, (urée, sulfates, phosphates,...).

- La vessie :

La vessie constitue le réservoir de l'urine avant son évacuation. Vide, elle a une forme triangulaire aplatie. Pleine, elle s'arrondit. Elle a une capacité de 250 à 350 ml.

En arrière elle reçoit les 2 uretères qui viennent des reins. Les uretères sont des canaux de 3 à 5 mm de diamètre.

En bas et en avant elle s'ouvre dans l'uretère qui permet l'évacuation de l'urine.

- Le gros intestin :

Il a une longueur de 1,5 m, et un diamètre de 5 cm.

Il comprend le coecum, le côlon et le rectum.

Le rectum se termine par l'anus.

PHYSIOLOGIE

GENERALITES SUR LES FONCTIONS PHYSIOLOGIQUES

- Présentation :

Comme il a été défini dans l'introduction, notre corps vit à travers 3 grandes fonctions physiologiques qui se divisent en divers systèmes.

La fonction Nutrition qui concerne tout le circuit alimentaire du corps pour qu'il puisse rester en état de fonctionner, la fonction Relations qui lui permet de se déplacer et de communiquer avec l'extérieur, et la fonction Reproduction qui concerne la création d'autres corps.

Pour compléter cette étude il faut y ajouter 3 systèmes importants qui concernent tout le corps, et qui sont : les systèmes nerveux (central et végétatif), le système endocrinien, et le système lymphatique.

Afin de bien comprendre cette organisation, et avant d'entrer dans les détails, voici les principaux organes associés à chaque fonction et à chaque système :

- La fonction nutrition :

Elle comprend :

° Le système digestif :

Bouche, pharynx, œsophage, estomac, foie, vésicule biliaire, intestin grêle, pancréas.

° Le système respiratoire :

Fosses nazales, larynx, trachée, bronches, poumons.

° Le système circulatoire :

Cœur, artères, veines, capillaires, sang.

° **Le système éliminatoire :**

Reins, vessie, gros intestin.

- La fonction relations :

Elle comprend :

° **Le système moteur :**

Muscles.

° **Le système des sens :**

Ouïe, odorat, vue, toucher, goût.

- La fonction reproduction :

Elle comprend :

° **Le système reproducteur :**

Testicules, ovaires.

- Les systèmes annexes :

Ils comprennent :

° **Les systèmes nerveux :**

Les systèmes nerveux comprennent :

. Le système nerveux central :

Cervelet, nerfs crâniens, tronc cérébral, moelle épinière, nerfs rachidiens.

. Le système nerveux végétatif :

Nerfs sympathiques, nerfs parasympathiques.

° **Le système endocrinien :**

Les hormones, les glandes épiphyse, hypophyse, thyroïde et parathyroïde, thymus, pancréas, surrénales, sexuelles.

° **Le système lymphatique :**

Les canaux, des ganglions et la lymphe.

LA FONCTION NUTRITION

Toutes les manifestations de la vie quelles qu'elles soient entraînent une dépense d'énergie d'où nécessité d'un apport de substances énergétiques qui est représenté par des aliments.

Les aliments lors de la digestion sont transformés en substances assimilables par les cellules et sont absorbés par le sang.

Une deuxième condition est un apport d'oxygène.

En effet les produits énergétiques utilisés par les cellules sont dégradés dans une véritable combustion, utilisant l'oxygène de l'air comme carburant et produisant finalement, après de multiples étapes intermédiaires, du gaz carbonique et de l'eau.

Les substances énergétiques venant du tube digestif et l'oxygène venant des poumons sont amenés aux cellules par le sang qui, d'autre part, évacue le gaz carbonique jusqu'aux poumons (circulation).

Les échanges pulmonaires entre le milieu ambiant et le sang permettent le renouvellement de la charge sanguine en oxygène et le rejet dans l'atmosphère du gaz carbonique en excès (respiration).

Enfin lors de la dégradation des substances alimentaires, il y a formation de déchets tels que déchets azotés qui doivent être éliminés: c'est le rôle de l'élimination.

Si l'on excepte l'eau et les sels minéraux, les aliments sont inutilisables tels quels par les cellules; ils doivent au préalable être transformés en des molécules qui puissent passer à travers la paroi intestinale et qui soient assimilables par les cellules.

Ces transformations chimiques sont réalisées par diverses sécrétions déversées dans le tube digestif. Celles-ci contiennent des enzymes ou diastases responsables de la dégradation des diverses catégories d'aliments.

LE SYSTEME DIGESTIF

- Généralités :

La déglutition concerne les aliments mâchés, insalivés projetés vers le pharynx. Puis ceux-ci descendent vers l'œsophage puis l'estomac. A ce moment il sont encore semi-solides.

L'estomac est un réservoir qui se vide en 4 à 6 heures vers le duodénum à travers le pylore.

Le suc gastrique transforme chimiquement les aliments de nature protéique. Ce suc très acide est la pepsine.

Au sortir de l'estomac les aliments sont transformés en une bouillie appelée le chyme.

Dans l'intestin le chyme subit l'action du suc pancréatique puis du suc intestinal.

La bile permet l'émulsion des graisses.

L'action des sucs digestifs étant achevée, le contenu intestinal est formé d'eau, de sels minéraux et de substances organiques.

Dans l'intestin grêle (7 mètres) ces substances traversent l'épithélium; elles pénètrent ainsi dans le sang par la veine porte et dans les chylifères qui par le canal thoracique ramènent les éléments gras à la veine cave supérieure qui va les distribuer aux cellules.

- Mécanisme général de la digestion :

Le mécanisme de la digestion constitue la fragmentation du bol alimentaire en éléments simples: glucides, protides, lipides.

Ces éléments de base sont absorbés au niveau de la muqueuse du tube digestif en passant ainsi dans la circulation sanguine où ils vont constituer les matériaux indispensables à la vie et au fonctionnement des cellules.

Une partie sera immédiatement utilisée par les cellules, une autre partie sera stockée pour constituer des réserves (glycogène dans le foie, graisses dans le tissu sous cutané).

L'utilisation des matériaux pour les cellules se fait sous 2 formes :

- production d'énergie nécessaire à la marche de l'organisme.
- construction de matière vivante indispensable à la vie de l'organisme.

L'ensemble de ces deux phénomènes constitue le métabolisme.

Les déchets sont éliminés par les organes excréteurs : reins, selles, sueur, bile, salive.

- Métabolisme alimentaire :

° Les glucides :

Ils sont dégradés en sucres simples, essentiellement en glucose, amylase salivaire, pancréatique, intestinale, et d'autres diastases intestinales.

Ils sont stockés sous forme de glycogène dans le foie.

Ils sont utilisés essentiellement pour donner de l'énergie surtout par les muscles sous forme de glucose.

° Les lipides :

Ils sont dégradés en graisses neutres, acides gras et glycérol par la lipase (contenue dans le pancréas et l'intestin), en présence de sels biliaires de la bile.

Ils sont stockés dans le foie et dans les graisses sous cutanées et profondes.

Ils sont utilisés pour donner de l'énergie mais aussi pour la construction de matière vivante.

° Les protides :

Ils sont dégradés en acides aminés par la pepsine de l'estomac, la trypsine de pancréas, l'érepsine de l'intestin. Ils subissent dans le foie des modifications nécessaires à leur utilisation comme matière première par les cellules pour la construction de la matière vivante.

- Phénomènes sécrétoires :

° Sécrétions des glandes salivaires :

La salive est constituée d'eau, de sels minéraux, de substances organiques. Elle a un débit 600 cc par jour par jour. Elle joue un rôle dans l'humidification et la désagrégation des aliments et amorce la digestion, (attaque de l'amidon).

° **Sécrétions de l'estomac :**

. L'acide chlorhydrique : Il joue un rôle d'antiseptique, il prépare le chyme à l'action des autres sucs digestifs, a un rôle dans la motricité pylorique et intestinale, il permet la dissociation des fibres conjonctives alimentaires.

. La pepsine : Elle scinde les aliments protidiques en éléments plus simples, les polypeptides.

. La mucine : Elle joue un rôle de protection contre l'acidité.

. D'autres substances notamment le ferment qui coagule le lait.

° **Sécrétions de l'intestin :**

. L'érepsine : Elle transforme les polypeptides en acides aminés.

. L'amylase : Elle agit sur les glucides (hydrolyse l'amidon en maltose).

. La maltase : Elle agit sur les glucides (hydrolyse le maltose en glucose).

. La lipase : Elle décompose certains lipides (graisses neutres) en glycérol et en acides gras.

. La sécrétine : Elle provoque la sécrétion pancréatique.

. L'entérokinase : Elle active la diastase pancréatique.

° **Sécrétions du pancréas :**

. La trypsine : Elle scinde les grosses molécules protidiques en éléments plus simples, les acides aminés. Elle a besoin de l'entérokinase pour devenir active.

. L'amylase pancréatique : Elle agit sur les glucides en catalysant l'hydrolyse de l'amidon en maltose.

. La lipase pancréatique : Elle transforme les lipides en glycérol et en acides gras.

° **Sécrétion du foie :**

. La bile : Elle est sécrétée de manière continue par le foie puis stockée dans la vésicule qui ne l'envoie dans le duodénum que de manière intermittente au moment de la digestion.

Elle contient: de l'eau, de la mucine, des sels minéraux, du cholestérol, des pigments biliaires, des sels biliaires qui seuls ont une activité digestive, solubilisent et morcellent les particules graisseuses.

. Autres fonctions du foie :

Fonction de désintoxication : en transformant et en favorisant l'élimination de déchets et produits toxiques. (Ex. transformation des déchets azotés en urée éliminée par les reins).

Fonction de réserve: formation de glycogène à partir des glucides et des protides. Formation de substances indispensables à la coagulation.

LE SYSTEME RESPIRATOIRE

- Généralités :

Le mécanisme qui détermine les échanges gazeux entre l'air et le sang est purement physique.

Au niveau des capillaires pulmonaires le sang n'est séparé de l'air que par une paroi extrêmement mince dans les alvéoles pulmonaires et les gaz peuvent diffuser à travers cette paroi.

Dans l'air alvéolaire la pression partielle de l'oxygène est plus forte que dans le sang d'où oxygène--air--sang.

Inversement la pression partielle du gaz carbonique est plus faible dans l'air que dans le sang d'ou gaz carbonique--sang--air.

La ventilation pulmonaire maintient la pression de l'oxygène de l'air pour que l'échange puisse se faire.

Inspiration: phénomène actif, action du diaphragme principal muscle respiratoire.

Expiration: elle est passive, les muscles inspireurs cessent de se contracter.

Il existe des mécanismes nerveux de régularisation de la respiration dont les centres sont dans le bulbe rachidien.

- Transport de l'oxygène et du gaz carbonique :

° Transport de l'oxygène :

L'O₂ est transportée en petite partie dissoute dans le plasma sanguin mais la plus grande partie est transportée par les globules rouges.

L'O₂ se combine au fer de l'hémoglobine des globules rouges.

IL existe un équilibre permanent entre l'O₂ dissoute dans le plasma et combinée à l'hémoglobine (si O₂ plasma diminue, apport O₂ hémoglobine).

° Transport du gaz carbonique :

Le CO₂ est dissout dans le plasma sous forme de bicarbonates et sous forme de CO₂ combiné aux protides du plasma, et aux globules rouges.

Il existe un équilibre permanent entre le CO₂ dissout dans le plasma et combiné aux globules rouges (si CO₂ plasma diminue, apport CO₂ globulines rouges).

- Echanges au niveau de la cellule :

Le sang qui arrive au niveau de la cellule est riche en O₂ et pauvre en CO₂. La cellule est pauvre en O₂ et riche en CO₂.

° Passage de l'O₂ :

L'O₂ dissout dans le plasma passe à travers la paroi du capillaire et de la membrane cellulaire par simple diffusion car l'O₂ tend spontanément à aller d'un milieu riche en O₂ en milieu pauvre. Pour rétablir l'équilibre l'O₂ combiné à l'hémoglobine se libère et se dissout dans le plasma.

° Passage du CO₂ :

Il passe spontanément d'un milieu riche en CO₂ à un milieu pauvre en CO₂ où il se fixera dans le plasma.

- Echanges au niveau des poumons :

L'air contenu dans les alvéoles constitue une réserve riche en O₂. Le sang qui arrive à ce niveau étant pauvre en O₂, l'échange se fait où il se dissoudra puis se fixera à l'hémoglobine.

Le passage se fait à travers les capillaires veineux et les membranes alvéolaires.

Le CO₂ fait le chemin inverse pour se retrouver dans l'alvéole pulmonaire.

La respiration expulse le CO₂ et apporte l'O₂ au niveau des alvéoles.

- Mécanismes nerveux :

Les centres de commande se trouvent dans le cerveau (région bulbaire).

Ces centres sont automatiques mais non autonomes, ils doivent tenir compte:

- De la volonté (ralentissement, arrêt, accélération).

- Des centres digestifs (déglutition).

- Des centres psychiques (frayeur, émotion).

Ils sont également sous la dépendance de renseignements venus des poumons tels que équilibre, inspir, expir.

Ils sont également réglés par la teneur respective du sang en oxygène et gaz carbonique, renseignements d'ordre chimique qui détermine le rythme respiratoire.

LE SYSTEME CIRCULATOIRE

- Définition :

Le système circulatoire est chargé de véhiculer jusqu'aux cellules l'oxygène et les aliments, puis repart chargé de déchets de l'activité cellulaire.

Les artères transportent aux cellules le sang riche en oxygène. Les veines emmènent le sang chargé de déchets vers les organes qui doivent éliminer ces déchets hors de l'organisme.

- Le cœur :

Le cœur assure le rôle de pompe pour le transport du sang. Il constitue l'origine et la terminaison de la circulation sanguine.

L'oreillette droite reçoit la totalité du sang veineux de l'organisme par les veines caves supérieure et inférieure.

Le ventricule droit chasse le sang dans l'artère pulmonaire, il traverse les poumons où il s'enrichit en oxygène et rejette son gaz carbonique.

Le sang revient au cœur gauche (oreillette) par les veines pulmonaires.

Le sang passe dans le ventricule gauche qui le propulse dans l'aorte.

Il est alors distribué par le système artériel aux différents endroits de l'organisme. Il arrive dans les capillaires au niveau duquel se font les échanges entre sang et cellules puis le système veineux assure le retour du sang des capillaires jusqu'au cœur.

Le fonctionnement du cœur est automatique. Il est dû à un système de commande autonome intracardiaque: le système nodal.

La circulation pulmonaire est nommée petite circulation. La circulation depuis le ventricule gauche jusqu'au retour du sang dans l'oreillette droite et nommée grande circulation.

Cependant il arrive au cœur des fibres nerveuses du système sympathique et parasympathique susceptibles respectivement d'accélérer et de ralentir le cœur suivant les besoins de l'organisme.

- Le sang :

Le sang sert de trait d'union entre les cellules et les organes chargés d'assurer les fonctions de nutrition.

Il va se charger en oxygène au niveau des poumons, en substances alimentaires au niveau du tube digestif et du foie. Il va porter l'oxygène et les aliments aux

cellules et se chargera des déchets. Il va décharger les déchets au niveau des poumons, reins, de l'appareil digestif et de la peau.

Le plasma est le liquide de base de l'organisme. Il entoure tous les tissus, toutes les cellules, et se trouve dans les vaisseaux dans lesquels baignent les globules.

Le rôle des globules rouges est essentiel. Il est le transporteur de l'oxygène entre les poumons et les tissus. Ils sont formés dans la moelle rouge des os (sternum, vertèbres, les os longs).

Les globules rouges durent environ 120 jours après quoi ils sont détruits par la rate.

Le rôle des globules blancs est essentiellement la défense de l'organisme. Ils sont capables d'ingérer et de digérer les cellules mortes et les microbes. Ils sont mobiles et peuvent traverser les parois des capillaires. Ils sécrètent des ferments bactéricides, des anticorps.

Les polynucléaires sont formés dans la moelle rouge des os. En cas d'inflammation localisée, ils affluent pour détruire l'agent pathogène (microbe par exemple). Au cours du processus, ils peuvent être plus ou moins altérés et détruits. Il se forme du pus.

Les lymphocytes sont formés dans les ganglions lymphatiques, amygdales, plaques de la muqueuse intestinale, la rate. Ils ont un rôle important dans l'immunité.

Les monocytes sont formés dans le foie, la rate, le tissu conjonctif.

Les plaquettes sanguines sont formées dans la moelle osseuse. Elles interviennent essentiellement dans la coagulation du sang.

Nota:

Les cellules vivent dans un milieu liquide constitué par le sang et le liquide interstitiel dans lequel elles baignent.

Le liquide interstitiel est de composition analogue au plasma sanguin mais ne contient pratiquement pas de protéines.

- Le système nerveux cardiaque :

On distingue 2 types de fonctionnement, le fonctionnement automatique et le fonctionnement non complètement autonome.

° **Le fonctionnement automatique :**

Il se fait grâce à l'existence d'un système nerveux particulier intra-cardiaque et indépendant, le tissu nodal.

° **Le fonctionnement non complètement autonome :**

Le fonctionnement automatique tient compte des besoins de l'organisme pour adapter son rythme ainsi que son débit (organes, centres moteurs, centres psychiques), d'où existence d'un système nerveux extrinsèque qui est formé des nerfs cardiaques du système neuro-végétatif.

Ce sont:

- le pneumogastrique (nerf parasympathique) qui ralentit le cœur.
- le sympathique qui accélère le cœur par la libération d'une substance chimique, l'adrénaline.

LE SYSTEME ELIMINATOIRE

- Les reins :

Le rein est l'organe sécréteur d'urine.

Le rôle du rein consiste à débarrasser le sang qui le traverse des déchets, impuretés et produits toxiques qui seront éliminés à l'extérieur par l'intermédiaire des urines.

Le sang parvient dans des vaisseaux capillaires et des substances passent dans l'urine glomérulaire qui elle-même est sélectivement réabsorbée en partie dans le sang (99 % de l'eau, 100 % du sucre, une partie des chlorures), les autres substances restent dans l'urine tubulaire.

Certaines substances sont excrétées directement du sang dans l'urine tubulaire.

L'urine définitive qui est éliminée est donc la somme des 2 actions.

En outre les reins assurent les autres fonctions suivantes :

- Ils assurent la régulation des équilibres chimiques de l'organisme.
- Ils régulent la pression artérielle.
- Ils préservent les os.
- Ils permettent la régulation de la fabrication des globules rouges.

- L'urine :

La formation de l'urine commence par une ultrafiltration du plasma sanguin sous l'influence de la pression du sang dans les capillaires. Il se produit une ultrafiltration de l'eau et de toutes les petites molécules. Puis cet ultrafiltrat est modifié, soit par soustraction de substances qui repassent dans le sang, soit par addition de substances provenant du sang qui irrigue le tubule.

80 à 99 % du filtrat est réabsorbé dans le sang.

Par la différence le rein maintient constant le volume et la composition des liquides dans l'organisme.

Substances éliminées dans l'urine :

- L'eau, environ 1,5 litres par jour. La quantité par jour d'eau transitant dans les reins est de 15 litres.
- Déchets du métabolisme protidique (urée, acide urique).
- Ammoniaque.

- Substances qui pourraient devenir dangereuses par leur accumulation dans le sang (chlore, sodium, potassium, bicarbonates...).
- D'autres substances diverses.

L'urine ne contient normalement pas de protides, glucides, lipides.

- La vessie :

La vessie représente le système d'évacuation de l'urine. C'est un réservoir qui permet à l'urine d'être stockée pour ne pas s'écouler au fur et à mesure de sa fabrication.

- Le gros intestin :

Le résidu de la digestion est expulsé dans le gros intestin où après avoir été déshydraté il va former les excréments.

Les aliments arrivent au rectum au bout de 9 à 10 heures.

LA FONCTION RELATIONS

- Introduction :

La fonction relations, autrement dit les liaisons de l'organisme avec le milieu extérieur ambiant, sont assurées par le système nerveux.

La fonction relations comprend 2 systèmes distincts, le système moteur qui permet au corps de se mouvoir grâce à ses membres dirigés par le système nerveux, et le système sensitif qui permet à ce corps de recevoir des informations de l'extérieur à travers les organes des sens.

- Le système moteur :

Par ses voies motrices le corps peut mettre en œuvre des réactions adaptées aux messages reçus.

L'activité motrice est représentée par l'activité des muscles striés.

Celle-ci est commandée par une catégorie de cellules nerveuses dont le corps est situé dans la corne antérieure de la moelle. La fibre motrice émanant de ces corps quitte la moelle par la racine antérieure des nerfs rachidiens et va jusqu'au muscle.

Le cervelet est un organe placé en déviation et joue un rôle de régulateur dans toutes les formes de motricité réflexe et volontaire et harmonisant les fonctions des divers muscles.

- Le système sensitif :

° Généralités :

Il assure les fonctions d'information.

Les excitations extérieures sont perçues par les cellules spécialisées des récepteurs (organes des sens) et sont transmises vers les centres nerveux supérieurs par des circuits spécifiques. Les fibres pénètrent dans la moelle par la racine postérieure des nerfs rachidiens, montent dans la moelle et arrivent au cortex cérébral par l'intermédiaire du thalamus.

Il existe dans la moelle des fibres qui transmettent directement le message à une cellule nerveuse motrice (réaction réflexe).

Le thalamus est un organe qui constitue un relais et qui exerce un rôle permanent sur l'activité sensitive et sensorielle.

Par ses appareils récepteurs et ses voies transmettant les messages sensitifs et sensoriels, le système nerveux enregistre toutes les modifications du milieu ambiant.

° **Les organes des sens :**

. L'ouïe :

Elle représente la perception des sons à travers le système élaboré des 2 oreilles.

. L'odorat :

Il représente la perception des odeurs à travers des cellules spécialisées situées dans les narines.

. La vue :

Elle représente la perception de la vision extérieure matérielle du monde ambiant à travers le système élaboré des 2 yeux.

. Le toucher :

Il représente la perception des formes et de la consistance de ces formes à travers des cellules spécialisées réparties au niveau de la peau.

. Le goût :

Il représente la perception des saveurs à travers des cellules spécialisées réparties au niveau de la langue et du palais.

Nota :

Par l'activité de l'écorce cérébrale, le système nerveux rend conscient ces états extérieurs.

LA FONCTION REPRODUCTION

La fonction reproduction a pour but le maintien de l'espèce par la transmission de la vie.

La fonction reproduction est assurées par les glandes sexuelles.

Les testicules chez l'homme.

Les ovaires chez la femme.

Ces glandes ont une double fonction, la formation de cellules sexuelles et l'élaboration d'hormones sexuelles c'est à dire de substances déversées dans le sang et agissant sur l'appareil génital.

L'appareil génital permet la mise en application de la fonction reproduction, avec la fabrication du fœtus et la naissance du bébé pour la femme.

LES SYSTEMES ANNEXES

LES SYSTEMES NERVEUX

DEFINITION

Le système nerveux dans son ensemble peut se décomposer en deux ensembles:

- Le système nerveux central qui préside aux relations de l'organisme avec le monde extérieur.
- Le système nerveux végétatif qui est destiné à adapter le fonctionnement des glandes et des différents organes internes aux besoins de l'organisme. Il est indépendant de la volonté.

LE SYSTEME NERVEUX CENTRAL

- Les centres nerveux :

° La moelle épinière :

Elle comprend la substance grise, la substance blanche, les nerfs rachidiens (31 paires).

° Le tronc cérébral :

C'est un organe de liaison. Il comprend la bulbe et la protubérance.

° Le cervelet :

Il a une action dans l'équilibration, une action dans la coordination des mouvements volontaires et semi-volontaires.

° L'encéphale :

Il comprend la substance grise et la substance blanche.

L'axe cérébro-spinal est entouré dans toute son étendue par une triple enveloppe destinée à le protéger appelée les méninges.

- Les nerfs périphériques :

° **Les nerfs crâniens :**

Ils comprennent 12 paires, moteurs, sensitifs ou mixtes.

° **Les nerfs rachidiens :**

Dont plusieurs paires forment les plexus, qui sont le plexus cervical, brachial, sacré, coccygien.

LE SYSTEME NERVEUX VEGETATIF

- Les centres nerveux :

Ils sont composés des centres médullaires, centres du tronc cérébral, centres cérébraux regroupés autour de l'hypothalamus qui règle et commande tous les centres végétatifs sous-jacents, toutes les grandes fonctions vitales, tous les grands métabolismes, le sommeil, la reproduction, etc...

L'hypothalamus est en relation avec les centres du système nerveux central et avec le psychisme.

- Les voies sensitives :

Elles permettent l'action des organes des sens.

- Les voies affectrices :

Elles sont formées de 2 systèmes à actions opposées et équilibrées, le système sympathique et le système parasympathique.

° **Le système sympathique :**

Les fibres quittent la moelle dans sa partie dorso-lombaire et de là vont gagner les viscères qu'elles innervent.

Ces fibres se regroupent au niveau de ganglions latéro-vertébraux.

Son action s'exerce par la libération au niveau de la terminaison du nerfs, de l'adrénaline.

On note les ganglions cervicaux, rachidiens, semi-lunaires, les plexus oesophagien, cardiaque, solaire, mésentérique.

Quelques activités: accélère le cœur, dilate les bronches, inhibe la moitié du tube digestif.

° **Le système parasympathique :**

Les fibres se regroupent par contingents annexés à des nerfs du système nerveux central.

Il réunit deux contingents du fibres, l'un quittant l'axe cérébro-spinal au niveau de la cavité crânienne, l'autre au niveau de la moelle sacrée.

. Le contingent d'origine crânienne commande notamment la sécrétion de la salive et constitue le nerf pneumogastrique affectant de nombreuses viscères (bronches, cœur, tube digestif).

. Le contingent d'origine sacré est destiné aux organes génito-urinaires.

L'action du système parasympathique s'exerce par la libération au niveau de la terminaison des nerfs, de l'acétylcholine.

LES PLEXUS NERVEUX

Les plexus nerveux sont des nœuds dans lesquels s'entrelacent des nerfs sur leurs parcours. Ils appartiennent, soit au système nerveux central, soit au système nerveux végétatif.

LE SYSTEME ENDOCRINIEN

- Définition :

Les glandes endocrines sont des glandes à sécrétion interne dont le produit de sécrétion est directement déversé dans le sang. Ce produit est appelé hormone.

Les hormones vont agir à distance sur certains tissus ou organes et exercent sur eux une action spécifique.

On distingue :

- L'Epiphyse ou Pinéale :

Situation : au niveau du cerveau.

Hormone : 2 sortes.

- La mélatonine qui a une action sur l'hypothalamus.
- La vasotocine qui a une action sur la naissance.

- L'Hypophyse ou Pituitaire :

Situation : au niveau du cerveau.

Hormone : 2 sortes.

- Les stimulines qui stimulent le fonctionnement des autres glandes endocrines.
- La somatotrope qui est une hormone de croissance.

- La Thyroïde :

Situation : en avant de la trachée.

Hormone : la thyroxine qui a 2 actions principales :

- Action sur la croissance et le développement, sur la qualité des tissus, dans le développement génital.
- Action sur le métabolisme, tous les métabolismes alimentaires et de l'iode.

Les Parathyroïdes sont 4 petites glandes situées en arrière de la thyroïde. Elles règlent le métabolisme du calcium et du phosphore.

- Le Thymus :

Situation : au niveau du cœur.

Hormone : la thymique homéostatique qui a une action sur l'harmonisation de tout le système glandulaire, la croissance de l'enfant avant la puberté, et a une action aussi sur l'immunité.

- Le Pancréas :

Situation : sous l'estomac.

C'est une glande digestive. Elle est mixte c'est à dire exocrine par son suc pancréatique qui se déverse dans le duodénum, et endocrine par la sécrétion de l'insuline.

Hormone : l'insuline qui règle le métabolisme des glucides. Elle maintient la glycémie à 1g/l en provoquant le stockage du glycogène dans le foie et l'augmentation de l'utilisation du glucose par l'organisme.

- Les Surrénales :

Situation : au sommet des reins. On distingue la Médulto-surrénale, et la Cortico- surrénale.

° La Médulto-surrénale :

Hormone : l'adrénaline, hormone de l'adaptation et de la mise en défense de l'organisme contre toute attaque, contre tout stress.

Elle provoque: l'accélération cardiaque, la vaso-constriction artérielle avec élévation de la pression sanguine, la broncho-dilatation, l'inhibition du péristaltisme intestinal, la mydriase, la spléno-contraction, l'hyperglycémie aux dépens du glycogène.

° La Cortico- surrénale : partie périphérique des capsules surrénales.

Hormone : 3 sortes.

. Les minéralocorticoïdes dont l'aldostérone qui joue un rôle essentiel sur le maintien de l'équilibre hydrique et électrolytique normal de l'organisme (taux de sodium, potassium plasmique, maintien du volume des liquides extra-plasmiques).

. Les glucocorticoïdes dont l'hydrocortisone qui joue un rôle dans les actions métaboliques des glucides et des protides. Elle favorise la transformation des protides en glucides, et contribue pour une large part à la résistance de l'organisme aux agressions.

. Les androgènes qui ont une action comparable à celle des hormones sexuelles mâles.

- Les glandes sexuelles :

Situation : au niveau du bassin. On distingue les Testicules chez l'homme et les Ovaires chez la femme.

° Les testicules :

Hormone : La testostérone qui sert au développement des organes génitaux et l'apparition et la persistance des caractères sexuels secondaires. Elle favorise l'anabolisme protidique.

° Les ovaires :

Hormone : 2 sortes.

. La folliculine dans la première moitié du cycle. Elle agit au niveau du développement génital, des caractères sexuels secondaires, des modifications cycliques des organes génitaux.

. La folliculine et la progestérone dans la seconde moitié du cycle. Elles agissent au niveau de la modification en vue de la grossesse, et du développement de la grossesse.

LE SYSTEME LYMPHATIQUE

- Définition :

Le système lymphatique est un système circulatoire. C'est un système qui permet le drainage et la régénération des cellules et des tissus du corps. Il a aussi une action de défense et de préservation devant un danger d'infection du corps. Il joue également un rôle important de tissu nutritif par apport d'éléments constitutants.

Il se compose de vaisseaux lymphatiques, de ganglions, et de la lymphe. Contrairement au système sanguin, la lymphe circule uniquement de la périphérie des tissus vers le centre situé au niveau de la veine sous clavière.

- Les vaisseaux lymphatiques :

Les vaisseaux lymphatiques qui se décomposent en :

° Capillaires lymphatiques :

Ils prennent naissance dans les espaces intersticiels des tissus.

° Vaisseaux lymphatiques :

De petit, moyen, ou grand calibre, ils font suite aux capillaires.

° Le canal thoracique :

Le canal principal de l'organisme débouche dans la veine sous clavière gauche, et la grande veine lymphatique débouche dans la veine sous clavière droite.

- Les ganglions :

Les ganglions se situent sur les parcours des vaisseaux. Ils font office de stations de filtrage de la lymphe, mais aussi ils produisent des cellules à action immunitaire et ont une fonction anti-pesanteur dans la circulation de la lymphe. Ils sont de forme à peu près sphériques et mesurent de 3 à 6 mm de diamètre. On

en compte de 600 à 700 par individu, répartis en groupes ou isolés. On les subdivise en :

° **Ganglions superficiels :**

Ils sont immergés dans le tissu conjonctif sous-cutané au dessus des formations musculaires.

° **Ganglions profonds :**

Ils sont situés au dessous des formations musculaires.

- La Lymphe :

La lymphe est un liquide incolore et transparent contenu dans les vaisseaux et les ganglions lymphatiques. La quantité de liquide normalement en circulation en l'absence de pathologie est d'environ 2,4 litres par jour, mais elle peut augmenter dans de grandes proportions en cas de nécessité. On distingue :

° **La lymphe intersticielle :**

Elle provient de l'ultrafiltrat du plasma au niveau des capillaires sanguins.

° **La lymphe vasculaire :**

Elle se décompose en :

. Lymphe périphérique, canalisée dans des vaisseaux collecteurs qui ne sont pas encore passés par les ganglions.

. Lymphe intermédiaire, qui est déjà passée à travers une ou plusieurs barrières ganglionnaires mais qui n'a pas encore atteint les troncs lymphatiques principaux.

. Lymphe centrale, contenue dans des vaisseaux lymphatiques de plus grand calibre avant d'entrer dans le système veineux sanguin.

Composition :

La lymphe, comme le sang est composée de deux parties :

- Une partie plasmatique composée de protéines, électrolytes, glucose, azote cholestérol, fer enzymes, hormones.
- Une partie corpusculaire composée de lymphocytes, globules blancs, globules rouges, cellules de transitions, éléments cellulaires.

**
