



Contenu pour l'élaboration de la bande dessinée du
Bourgogne-Nature Junior n°6 - 2013-2014
L'histoire des sciences naturelles
Evolution des concepts

Introduction

Une espèce ? Qu'est ce que c'est ? C'est un concept qui possède une multitude de définitions dans la littérature scientifique. Le concept d'espèce permet de distinguer les différents types d'organismes vivants. Différentes définitions permettent d'identifier plus précisément les critères distinctifs de l'espèce. Et nous allons voir par la suite d'où provient l'origine de ce mot.

Classer, à quoi ça sert ? La classification du vivant a pour objectif d'éclairer les causes de la diversité du monde vivant. Les premiers hommes nomment et classent vraisemblablement les éléments de la nature d'après leurs caractéristiques les plus frappantes ou l'usage qu'ils en ont. Ce n'est qu'au fil des siècles et avec l'évolution des courants de pensées que ces notions de classification ont été bouleversées. Aujourd'hui, c'est souvent la génétique qui permet de discriminer les espèces les unes par rapport aux autres.

On décrit environ 5000 nouvelles espèces chaque année ! Tous groupes confondus. Beaucoup d'espèces sont collectées et recensées au Muséum National d'histoire naturelle à Paris.

Classification, évolution et phylogénie

Dans l'Antiquité, **Aristote**, développe la science de l'observation. En distinguant les animaux pourvus de sang de ceux qui n'en ont pas, il propose la première classification selon des critères zoologiques. Cette classification restera d'usage jusqu'au XVIII^e siècle. Il invente la notion d'espèce en tant que groupe d'individus ayant une forte ressemblance. Sa classification est linéaire. Aristote est trop en avance sur son temps. Sentant ainsi son hypothèse bien trop audacieuse pour ses contemporains. Mais l'idée féconde est lancée, même s'il faudra donc plus de deux millénaires pour qu'elle soit confirmée et très solidement argumentée ...

Au 18^{ème} siècle, devant l'afflux des échantillons rapportés par les voyageurs naturalistes, la nécessité de nommer et de classer s'impose.

En 1745, **Carl von Linné**, dont l'idée est surtout de comprendre l'ordre établi par la Création divine, propose un système de classement en « taxons » hiérarchisés : les espèces qui partagent le plus de caractères communs se regroupent en genres, les genres en familles, les familles en ordres, les ordres en classes et les classes en embranchements. Carl von Linné a réalisé une classification au sommet de laquelle se trouvait l'homme. Cette classification est basée sur des critères d'anatomie, sur l'observation des caractères structuraux des espèces. Toutes les espèces étaient classées en comparaison avec l'homme. Elles étaient réunies dans différents groupes en fonction

de tel ou tel attribut qu'elles n'avaient pas en commun avec l'homme. Les espèces étaient classées sous forme d'échelle des êtres. Le concept d'espèce apparaît avec Linné ; il invente la classification binomiale. Il classe les espèces en leur donnant un nom de genre et d'espèce toujours en vigueur aujourd'hui. **Attention à la manière d'écrire ! Il y a toujours une majuscule à la première lettre du genre et une minuscule à la première lettre de l'espèce. Exemple du Hérisson d'Europe " *Erinaceus europaeus*" et le tout est écrit en italique !**

Buffon, son contemporain a mis en avant un autre critère qui se fonde sur la reproduction. Si deux individus féconds donnent naissance à une descendance, ils appartiennent à la même espèce. Exemple de l'âne et du cheval qui donne une descendance inféconde et stérile. Donc ce sont deux espèces différentes pour Buffon. Un certain nombre d'espèces ont été créées par Dieu et c'est à partir des variations de climat et de la domestication qu'il y a eu des variétés différentes. Ni l'homme, ni la Nature ne peut pour lui créer de nouvelles espèces.

La religion chrétienne a eu jusqu'alors beaucoup d'influence sur les courants de pensées des scientifiques. En effet, selon la plupart d'entre eux, l'Homme a été créé par Dieu... ainsi que toutes les autres espèces. La notion d'évolution n'existait donc pas encore à l'époque de Linné (1707-1778). On appelle ce courant de pensée **le fixisme**.

Le transformisme apparaît avec les idées de **Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829). Les espèces se transforment au cours du temps et toute idée de hasard est à bannir.

Georges Cuvier (1769-1832) classe le règne animal en 4 embranchements qui se caractérisent par des plans différents : les radiaires (méduses oursins), les articulés (crustacés, insectes, annélides), les mollusques (gastéropodes), les vertébrés. C'est un catastrophiste. Pour lui, de nombreux événements dont le Déluge, ont rythmé la vie sur Terre. Chaque période est marquée par une vague d'apparition d'espèces et un cataclysme anéantit presque tous les êtres à la fin de chacune d'elles. Cuvier et Lamarck sont donc en opposition.

La théorie de l'évolution émergea avec **Charles Darwin** (1809-1882) dans son ouvrage "de l'origine des espèces" au 19^e siècle. Il montre notamment qu'avec la domestication, il y a bien une sélection naturelle qui donne lieu à l'apparition de nouvelles espèces. Il postule que les espèces sont apparentées entre elles grâce à des caractères hérités d'un ancêtre commun.

Ernst Haeckel (1834-1919) qui propose un premier arbre phylogénétique en trois règnes : végétaux, protistes, et animaux. Ils se rejoignent en une base commune.

Depuis 1950, à la suite des travaux de l'entomologiste **Willi Hennig**, l'approche de la classification est totalement bouleversée. D'autres critères de classification (moléculaires, physiologiques, ...) sont utilisés par les scientifiques dont l'objectif est désormais de regrouper les êtres vivants selon des liens de parenté. Ainsi d'une classification initialement descriptive, on passe à une classification sous-tendue par les principes de l'évolution.

La classification moderne, dite phylogénétique, est donc fondée sur un arbre évolutif qui tente de retracer l'histoire de la vie. Chaque branche de cet arbre est un groupe comprenant un ancêtre hypothétique et tous ses descendants. Les arguments de cette classification reposent sur les innovations évolutives que l'ancêtre unique a léguées à ses descendants actuels.

Une nouvelle manière de classer a donc émergé. On détermine "qui est plus proche de qui". Cette généalogie s'appelle **la phylogénie** (terme adopté au milieu du 19^e siècle). Les espèces sont

regroupées entre elles suivant le fait qu'elles possèdent des attributs ou non commun. Il s'agit de liens de parentés. La représentation du vivant évolue alors schématiquement sous la forme d'un arbre.

Reproduction et embryogénèse

Les théories *préformationnistes* supposent que le « germe » est déjà présent soit dans l'œuf non fécondé (*ovisme*), soit dans le spermatozoïde (*animalculisme*). Les partisans de l'*épigénétisme* au contraire, écartent l'idée de préformation et considèrent que le nouvel être s'édifie progressivement, par différenciations successives, à partir de la masse amorphe et inorganisée de l'œuf. Ces théories contradictoires ont fait l'objet au cours des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles de multiples controverses et réflexions.

La variante *oviste* du préformationnisme suppose que le nouvel individu se forme uniquement à partir de l'œuf, le sperme ne jouant que le rôle secondaire d'activateur. Cette conception a été défendue au XVII^{ème} siècle par **R. de Graaf** (1641-1673) puis au XVIII^{ème} siècle par **A. von Haller** (1708-1777) et développée par **R. A. Ferchault de Réaumur** (1683-1757) et **C. Bonnet** (1720-1793) qui ont découvert la parthénogenèse chez les pucerons, preuve du rôle essentiel (et dans ce cas suffisant) joué par l'ovule dans la réalisation d'un nouvel individu. Ces « savants » recevront le soutien de **L. Spallanzani** (1729-1799) convaincu que le liquide séminal dépourvu d'*animalcules* (spermatozoïdes) pouvait néanmoins entraîner la fécondation chez les grenouilles.

Le point de vue *animalculiste* du préformationnisme s'affirmera principalement après la découverte par **A. van Leeuwenhoek** (1632-1723) des *animalcules spermatisques* ou *vers spermatisques* dans le sperme humain (1677). Pour Leeuwenhoek, le nouvel être naît des seuls spermatozoïdes, l'œuf ne servant alors que de lieu d'accueil et de nourriture. **N. Hartsoecker** (1656-1725) affirmera que la forme du corps est incluse dans la tête du spermatozoïde et immortalisera par un dessin son célèbre *homonculus*, petit homme aux genoux repliés sous le menton (1694).

Les thèses préformationnistes trouveront aussi un écho dans le domaine végétal au cours des XVII^{ème} et XVIII^{ème}, voire le début du XIX^{ème} siècle, où l'on se pose la question du rôle joué par le pollen, cette « *poussière fécondante* », dans la formation du nouvel individu. Ainsi s'opposeront les « *ovistes* » pour qui le pollen ne joue qu'un rôle déclencheur du développement d'un « germe » préalablement établi dans l'« œuf » non fécondé et les « *pollinistes* » pour qui le « germe préformé » se situe dans le grain de pollen.

W. Harvey (1578-1657), découvreur de la circulation sanguine, est l'un des premiers partisans de l'épigenèse dont le meilleur avocat sera au siècle suivant **C. F. Wolff** (1733-1794) qui publiera en 1764 une étude embryologique minutieuse des plantes et des animaux. Reprenant notamment l'étude classique du développement embryonnaire sur des œufs de poule, il constate que, avant le début de l'incubation, « *ni le cœur, ni les vaisseaux, ni des traces de sang rouge* » ne sont perceptibles et précise que « *c'est croire à un conte de fée que de penser que des constituants puissent demeurer cachés en raison de leur infinie petitesse.* »

En outre, l'épigénétisme n'interdit pas la conception d'une participation symétrique et complémentaire des « germes » mâle et femelle. Cette idée d'une « double semence » sera d'abord défendue par **G. W. Leibniz** (1646-1716) puis reprise par **Buffon** (1707-1788) qui constate que

les faits de l'hérédité, « *la ressemblance des enfants tantôt au père, tantôt à la mère, et quelques fois à tous les deux ensembles...* », sont incompatibles avec le préformationnisme. **P. L. Moreau de Maupertuis** (1698-1759) et l'encyclopédiste **D. Diderot** (1713-1784) railleront également les thèses préformationnistes.

Il faut attendre le début du XIX^{ème} siècle pour qu'émerge une nouvelle conception de l'épigénèse, notamment grâce aux travaux fondamentaux de **J. L. Prévost** (1790-1850) et **J. B. Dumas** (1800-1884). Ces auteurs démontrent en particulier le rôle indispensable des spermatozoïdes dans le phénomène de fécondation et observent sous la loupe, *in vivo*, heure par heure, l'évolution de la segmentation de l'œuf fécondé de grenouille ; ils décrivent avec minutie l'organogenèse embryonnaire chez cette espèce, démontrant ainsi la réalité d'un développement épigénétique (1824). Ces brillants travaux seront ensuite complétés par ceux de **K. E. von Baer** (1792-1876) sur le développement des oiseaux (1827).

Les travaux de **Prévost** et **Dumas** ont mis un terme aux conceptions les plus simplistes des préformationnistes qui conduisaient à admettre « *que les premiers êtres de la création renfermaient toutes les générations successives, emboîtées les unes dans les autres* » au profit d'une conception épigénétiste qui admet « *que le nouvel être se forme de toutes pièces au moment de la fécondation.* » Mais, en l'absence d'une théorie cellulaire achevée en cette première moitié du XIX^{ème} siècle, l'épigénétisme ne pouvait pas faire l'économie de l'intervention d'une *vis essentialis*, d'une « force vitale », pour expliquer la formation de l'embryon à partir d'une substance informe. **S. Jay Gould**, dans son ouvrage intitulé « *Darwin et les grandes énigmes de la vie* » publié en 1977 résume parfaitement la problématique lorsqu'il écrit : « *Dans l'optique d'aujourd'hui, les épigénéticiens avaient raison ; les organes se différencient progressivement à partir de rudiments pendant le développement de l'embryon ; il n'existe pas d'organes préformés. Mais les préformationnistes avaient également raison de croire que la complexité ne peut apparaître à partir d'un matériau brut, informe, et qu'il y a, dans l'œuf lui-même, un élément capable de présider à son développement. Tout ce que l'on peut dire (comme si cela avait de l'importance), c'est qu'ils se sont trompés sur la nature de ce « quelque chose », en croyant qu'il s'agissait d'organes préformés là où nous voyons les instructions codées contenues dans l'ADN. Mais pouvait-on s'attendre à mieux de la part d'hommes de science du XVIII^{ème} qui ne connaissaient ni le piano mécanique ni l'ordinateur ? L'idée d'un programme codé ne faisait pas partie de leur équipement intellectuel.* »

Sans développer ces idées, on notera que, depuis la découverte de la structure en double hélice de la molécule d'ADN (**Watson** et **Crick**, 1953), la seconde moitié du XX^{ème} siècle a été caractérisée, comme le suggère **S. Jay Gould**, par un « retour » à un « *préformationnisme moléculaire* » avec notamment la notion de « *programme génétique* ». Le début du XXI^{ème} siècle est par contre marqué par l'importance du contrôle de l'expression génétique, notamment par le rôle joué par les « petits ARN », type « *ARN interférents* », dont certains effets modificateurs, sans changer les séquences d'ADN, peuvent être héréditaires ! Ce qui traduit un « retour » à un « *néo-épigénétisme* » voire, d'une certaine façon, à un « *néo-lamarckisme* ».

La cellule

En 1665, **Robert Hooke** désigne par le mot « cellule » (petite chambre) les minuscules cavités observées dans un fin morceau de liège. Il observa même de telles « cellules », pleines cette fois, sur la face inférieure des feuilles d'ortie. Le mot même de « cellule » fut oublié jusqu'au

début du XIX^{ème} siècle. Les autres microscopistes du XVII^{ème} siècle (**Malpighi, Grew, Van Leeuwenhoek**) ont observé et dessiné des cellules végétales et des cellules animales qu'ils ont nommé utricules, vésicules, globules, saccules, bulles...cette multiplicité des termes utilisés témoignant d'un manque de consensus sur la signification biologique des structures observées. Pour **Grew** par exemple, les vésicules sont des « bulles » qui se sont formées dans un liquide muqueux en fermentation (comparables aux bulles qui se forment dans la pâte à pain).

Un apport essentiel à la notion de cellule fut la découverte par **Robert Brown** (1773-1858) de la présence d'un *noyau* dans chaque cellule végétale observée. Cette observation n'échappe pas à la sagacité de **Mathias-Jacob Schleiden** (1804-1881), botaniste allemand, qui est vite convaincu de l'intérêt du « noyau » qu'il préfère appeler *cytoblaste*. Pour lui, le *cytoblaste* est à l'origine d'une nouvelle cellule. Cette formation des cellules s'effectue de façon endogène et les cellules successivement formées s'accumulent et restent *libres* à l'intérieur de la cellule-mère. Cette interprétation, bien qu'erronée, amène **Schleiden** à faire de la cellule *l'unité de base constitutive de tout organisme végétal*. Il précisera en effet que « *les plantes les plus composées sont chacune un agrégat d'êtres isolés, entièrement individualisés, complets en eux-mêmes, savoir les cellules elles-mêmes.* » (1838). Une année plus tard, en 1839, **Théodore Schwann** (1810-1882) étend les conclusions de **Schleiden** au monde animal et indique « *qu'à la base de tous les tissus organiques, si différents soient-ils, se trouve un principe de développement commun, à savoir la formation cellulaire.* » Mais le mode de formation des nouvelles cellules adopté par **Schleiden** et **Schwann** est contesté par **Robert Remak** (1815-1865) qui réfute l'existence de cellules « *libres* » et introduit la notion de « division cellulaire » ; il propose une explication simplifiée de la division cellulaire de l'œuf de grenouille en indiquant que « *tout se passe comme s'il se produisait au milieu de la cellule une ligature qui coupe la cellule en deux.* » (1855).

En résumé, on peut affirmer que dans le début des années 1860, la *théorie cellulaire* est définitivement établie et admise par la grande majorité des biologistes de l'époque.

Depuis la découverte de la structure en double hélice de la molécule d'ADN (**Watson et Crick**, 1953) contenu dans le noyau, la seconde moitié du XX^{ème} siècle a été caractérisée, comme le suggère **S. Jay Gould**, par un « retour » à un « *préformationnisme moléculaire* » avec notamment la notion de « *programme génétique* ». Le début du XXI^{ème} siècle est par contre marqué par l'importance du contrôle de l'expression génétique, notamment par le rôle joué par les « petits ARN », type « *ARN interférents* », dont certains effets modificateurs, sans changer les séquences d'ADN, peuvent être héréditaires ! Ce qui traduit un « retour » à un « *néo-épigénétisme* » voire, d'une certaine façon, à un « *néo-lamarckisme* ».

L'observation microscopique

Les premiers « microscopes » sont en réalité des loupes constituées d'une simple lentille de verre biconvexe dont l'invention remonterait au XIII^{ème} siècle. C'est la loupe « compte-fils » qu'utilisera l'apprenti drapier de Delft **Antoni van Leeuwenhoek** (1632-1723). Leeuwenhoek construisait lui-même ses « microscopes » : tout son art consistait à réaliser des lentilles de très petite distance focale ce qui permettait un fort grossissement pouvant aller jusqu'à 200.

A l'époque de Leeuwenhoek on était aussi capable de construire des microscopes *composés*, c'est-à-dire munis d'une lentille-oculaire et d'une lentille-objectif. On attribue l'invention de ce type de microscope à **Hans Jansen** et à son fils **Zaccharias**, lunetiers à Middelburg (Hollande), aux alentours de 1590. C'est ce type de microscope, appelé à un grand avenir après les corrections de plusieurs défauts optiques, qu'utilisera **Robert Hooke** (1635-1703), physicien, astronome et naturaliste anglais, pour réaliser sa belle *Micrographia* en 1665 qui contient des images d'observations microscopiques révolutionnaires pour l'époque et notamment ses fameuses « *cellules* » illustrant la structure poreuse du liège qui présente « *l'aspect d'un gâteau de miel* ».

Ces précieux outils, autorisant des grossissements de 200 à 300 fois, permirent de réaliser, dans la seconde moitié du XVII^{ème} siècle, les premières études anatomiques animales et végétales grâce en particulier à deux savants microscopistes : l'italien **Marcello Malpighi** (1628-1697) et l'anglais, **Nehemia Grew** (1641-1711).

Au XVIII^{ème} siècle, les améliorations techniques n'ont guère porté que sur la partie mécanique du microscope, le statif. Il faut attendre le début du XIX^{ème} siècle pour qu'on se préoccupe d'améliorer les performances optiques en particulier par la construction de microscopes à *lentilles achromatiques* qui ont permis de corriger l'*aberration chromatique* (halos et franges entraînant de fortes déformations de l'image observée). **Giovan Battista Amici** (1786-1863), mathématicien, physicien et biologiste italien apporta une contribution majeure à ces améliorations en mettant également au point l'*objectif à immersion d'huile* ; il construisit lui-même plusieurs centaines de microscopes appréciés pour leur qualité optique qui permettait des grossissements de l'ordre de 1000 diamètres.

Dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle des progrès techniques vont encore contribuer à améliorer les performances techniques des microscopes. La qualité des préparations microscopiques soumises à l'examen a été améliorée par la mise au point de *mélanges fixateurs* le plus souvent à base d'alcool, d'acide acétique ou d'acide chromique, la réalisation d'*inclusions* des objets à étudier dans la paraffine (1880), l'utilisation du *microtome* (1870-1880) permettant la réalisation de coupes fines et sériées. A ces techniques s'ajoute l'utilisation généralisée d'une panoplie de *colorants* naturels ou de synthèse : carmin (1850), hématoxyline (1862), safranine, fuchsine, bleu de toluidine, bleu de méthylène, vert de méthyle, éosine etc. dont on trouve le mode de préparation et d'utilisation dans plusieurs manuels de techniques histologiques.

Ces progrès techniques ont permis de réaliser une impressionnante moisson de découvertes au niveau cellulaire dans le dernier quart du XIX^{ème} siècle.

Il faut attendre le milieu du XX^{ème} siècle pour que soit franchie une nouvelle étape permettant une exploration plus précise de la cellule avec l'utilisation du *microscope électronique en transmission* qui remplace la lumière par un faisceau d'électrons. Le pouvoir de résolution de ces microscopes, de l'ordre du nanomètre (c'est-à-dire 1000 fois celui des microscopes photoniques), permet de visualiser les systèmes membranaires constitutifs des cellules et de préciser la structure de tous les organites intracellulaires : noyau, mitochondrie, chloroplaste, dictyosome, réticulum endoplasmique, vacuole ...

Un second type de microscope électronique, dit *microscope électronique à balayage*, envoie des électrons sur la surface du spécimen à étudier. Cette technique, utilisée depuis les années 1970, permet d'obtenir de remarquables images tridimensionnelles avec une très haute définition.

Le *microscope confocal*, mis au point dans les années 1980, associe la microscopie photonique à un système de faisceau laser focalisé en un point et qui balaye le spécimen dans deux directions, fournissant une image claire d'un plan de celui-ci sans que les autres plans, situés au-dessus ou au-dessous, ne brouillent l'image. L'utilisation de *colorants fluorescents* et de fausses couleurs améliorent l'image.

Ces découvertes techniques ont permis d'affiner les recherches et d'approfondir les connaissances sur la classification, les êtres vivants, la génétique, ...

Les débuts de la génétique

Les phénomènes d'hérédité ont fait l'objet de très nombreuses réflexions et de controverses depuis l'Antiquité. Les questionnements se font plus précis à partir du XVIII^e siècle et, par exemple, P.L. **Moreau de Maupertuis** (1698-1759), analysant des anomalies héréditaires chez les animaux et l'Homme, concluait que leur transmission était assurée par les deux parents et se déclarait partisan de la vieille théorie du *mélange des semences*. Pour lui, chaque semence contient une multitude de « particules séminales » représentatives de toutes les parties du corps parental qui se combinent pour former l'embryon. Ces particules seront appelées « molécules organiques » par **Buffon** (1707-1788). Mais c'est au XIX^e siècle que ces problèmes d'hérédité seront principalement étudiés par d'habiles expérimentateurs. On citera par exemple les expériences d'hybridation entre souris grises et souris blanches réalisées par Jean-Antoine **Colladon** (1755-1830) au début des années 1820. Il nota que les descendants d'un tel croisement étaient toujours tout blancs ou tout gris et que la couleur blanche pouvait se maintenir pendant plusieurs générations. Il mettait ainsi en évidence la dominance d'un caractère et sa stabilité à travers plusieurs générations (J. Théodoridès, 1965).

Mais ce sont surtout les *hybrideurs de plantes* qui ont ouvert la voie de la connaissance des modalités de l'hérédité. Ainsi, l'agronome français Augustin **Sageret** (1763-1851) publie en 1826 un article consacré à l'étude des hybrides réalisés entre espèces ou variétés de Cucurbitacées (notamment plusieurs variétés de melons marquées par des caractères différentiels des fruits faciles à identifier : ornementation de la peau, couleur de la chair...). Il constate que les hybrides « ressemblent à leurs descendants, non dans une fusion intime des divers caractères propres à chacun d'eux, mais bien plutôt dans une distribution, soit égale, soit inégale, de ces mêmes caractères. » Il met ainsi en évidence la notion de « disjonction des caractères » en même temps qu'il réfute la notion de « mélange des caractères ». On notera que dans le même article, Sageret évoque, sans les développer, ses expériences concernant le croisement de maïs blanc et de maïs jaune et constate qu'à la première génération (F1), « l'épi produit a été à grains blancs » et que « ce n'est qu'en semant, l'année suivante, ces grains blancs » qu'il a obtenu « des épis à grains moitié jaunes et moitié blancs ». Il met ainsi en évidence, sans en tirer toutefois les conséquences, l'existence de l'« uniformité » de la F1 et de la « disjonction des caractères » lors de la F2.

Carl-Friedrich **Gaertner** (1772-1850), médecin allemand, relate dans un mémoire publié en 1827 les résultats obtenus à partir de 600 expériences réalisées sur 30 espèces appartenant à 4 familles (Solanacées, Caryophyllacées, Papavéracées, Malvacées). Comme Sageret, il conclut à l'uniformité de la F1 et à la « faculté de produire par la germination et par le développement ultérieur de la nouvelle plante, une combinaison intime de la forme des parties des deux espèces qui ont concouru à sa production. »

Continuateur de Gaertner, Charles **Naudin** (1815-1899), né à Autun (Saône-et-Loire), effectue d'innombrables expériences d'hybridations au Jardin des Plantes de Paris à partir de 1855. Il publie notamment en 1863 un mémoire portant sur « l'hybridité chez les végétaux » et constate comme ses prédécesseurs « une grande uniformité d'aspect entre les individus de la première génération [...] ». Il avance, après ses observations de la seconde génération, la notion de « disjonction des deux essences spécifiques » qui s'oppose à l'hérédité par mélange.

Néanmoins, Naudin, comme les *hybrideurs* qui l'ont précédé, en reste à un diagnostic *qualitatif* de ségrégation des « essences » des espèces parentales lors de la descendance des hybrides. La formulation des proportions respectives des différents types de descendants identifiés sera réalisée par Johan Gregor **Mendel** (1822-1884) qui sera le premier à formuler un « modèle mathématique prévisionnel » (J.-M. Drouin, 1997). Né en Moravie dans une famille de paysans pauvres, Mendel entre au Monastère des Augustins de Brno en 1843 où il pourra poursuivre ses études sans souci financier et effectuera ses hybridations dans la serre expérimentale et le jardin botanique mis à sa disposition. Par ailleurs, Mendel suivit à Vienne un cursus universitaire complémentaire de deux ans au cours duquel il fut initié à la méthode expérimentale par le célèbre physicien Christian **Doppler** (1803-1853) et surtout découvre la *théorie cellulaire* grâce à l'enseignement du botaniste évolutionniste Franz **Unger** (1800-1870) pour qui l'hérédité implique la transmission de particules matérielles au cours des générations successives, s'affranchissant ainsi de « l'héritage par mélange ». Ainsi, contrairement à la légende un temps entretenue, Mendel n'était donc pas isolé du monde scientifique de son époque. De retour à Brno, Mendel se fixe pour objectif de comprendre les « lois de l'hybridation » régissant les croisements entre plusieurs variétés de végétaux. Ayant pris connaissance des travaux de T.A. **Knight** (président de la Société d'Horticulture de Londres) sur le pois, Mendel choisit cette espèce pour réaliser ses travaux d'hybridation. C'est le 8 février 1865 puis le 8 mars 1865 qu'il expose ses résultats devant la Société d'histoire naturelle de Brno. Les textes de ces conférences seront publiés en 1866 sous la forme d'un article de 44 pages dans les comptes rendus des travaux de la Société d'histoire naturelle de Brno. Il s'agit d'un texte majeur pour la science dans lequel Mendel établit l'uniformité des caractères (couleur, forme...) à la première génération (F1) et les proportions (3/4 - 1/4) des caractères parentaux à la seconde génération (F2). Par exemple le caractère jaune des graines est le seul à se manifester en F1. Il est appelé *dominant* par Mendel, tandis que le caractère vert, appelé *récessif*, absent en F1, réapparaît en F2 dans la proportion de 1/4. Mendel précise « qu'il est maintenant évident que les hybrides de chaque couple de caractères différentiels produisent des graines dont la moitié reproduit la forme hybride, tandis que l'autre donne des plantes qui restent constantes et prennent par parties égales, les unes le caractère dominant, les autres le caractère récessif. » Dans le cas où les individus croisés diffèrent par deux caractères (dihybridisme) ou trois caractères (trihybridisme), les résultats obtenus conduisent Mendel à calculer les proportions des différentes catégories et à les confronter aux effectifs théoriques que les formules de combinaison des caractères permettent de calculer. Les résultats de Mendel montraient que les caractères héréditaires étaient liés à des éléments dissociables et suggéraient une discontinuité du patrimoine héréditaire. Ces découvertes de Mendel qui marquent le début de la génétique, vont rester sans écho dans la communauté scientifique pendant 35 ans jusqu'à leur redécouverte en 1900 par trois botanistes, de façon indépendante : le Hollandais Hugo **de Vries** (1848-1935), l'Allemand Carl **Correns** (1864-1933) et l'Autrichien Erich von **Tschermak** (1871-1962).

Depuis les années 1880, on admettait volontiers que les « segments chromatiques », autrement dit les chromosomes, terme créé en 1888 par W. **Waldeyer** (1836-1921), étaient les porteurs des « particules héréditaires ». Cette reconnaissance permit à A. **Weismann** (1834-1914) d'élaborer dès 1887 une théorie cohérente de l'hérédité. Ainsi Hugo de Vries peut avancer en 1900 l'hypothèse de l'existence « d'unités spécifiques », localisées sur les chromosomes, qu'il nomme *pangènes* avant que W. **Johannsen**, simplifiant la terminologie de de Vries introduise en 1909 le terme de *gène*, lequel sera retenu par l'histoire.

Entre 1883 et 1900, les modalités particulières des divisions cellulaires menant à la formation des gamètes chez les animaux et des spores chez les végétaux sont élucidées. Les principales caractéristiques de la *méiose* (terme créé en 1905 par J.-B. **Farmer** et J.E.S **Moore**) se précisent. Le comportement des chromosomes lors de la *méiose* est mis en perspective avec les lois de Mendel par W.S. **Sutton** (1876-1916) en 1902 et 1903, soulignant la similitude de comportement entre les hypothétiques facteurs mendéliens et la distribution au hasard des chromosomes lors de la formation des cellules sexuelles. Ainsi est établie la jonction entre cytologie et génétique qui ouvre la voie à un domaine nouveau de la biologie : la cyto-génétique. Cet événement marquera le début d'une ère nouvelle pour la biologie qui fondera alors son développement sur la *théorie chromosomique de l'hérédité*. La petite mouche du vinaigre (drosophile) deviendra le modèle biologique privilégié retenu par T.H. **Morgan** (1866-1945) et ses collaborateurs qui démontreront que chaque chromosome de la drosophile contient un nombre déterminé de gènes pour lesquels il sera possible de dresser de véritables cartes de répartition sur les chromosomes.

Conclusion

A l'origine des espèces, il y a des milliards d'erreurs ! Au sein de l'espèce humaine tous les individus sont différents. Cette diversité est aussi le lot d'autres espèces. C'est notamment l'ADN qui est à l'origine de toutes ces variations. Il est niché dans le noyau de nos cellules. En forme d'échelle torsadée, il contient toutes les informations nécessaires pour bâtir un organisme entier. Si ces informations ont été changées, cela produit des individus différents (sensiblement différents ou totalement différents). L'idée est de savoir comment ces changements se sont effectués au fil du temps. Depuis que la Terre était peuplée à l'origine de simples bactéries. L'origine de la diversité des êtres vivants sur Terre provient ainsi de longues successions d'erreurs dans le copiage de l'ADN qui ont créé de nouvelles espèces. Ces erreurs ont été sélectionnées par le milieu naturel afin d'augmenter les chances de survie des espèces.

Si des espèces ont toujours disparu sur Terre et que d'autres sont en voie de disparition aujourd'hui, l'alerte est différente. Les facteurs engendrés par la disparition des espèces à ce jour ne sont plus les mêmes et sont surtout fulgurants.