

Paléontologie :

Introduction :

D'origine grecque, le mot paléontologie désigne étymologiquement le discours des êtres anciens.

Utilisé d'abord par Blainville en 1822 il est alors désigné comme une science des fossiles ; Puis en 1894 Henri Filhal la définit ainsi : science permettant de connaître les êtres vivants disparus par l'étude de leurs restes.

Les fossiles, outils de base de la paléontologie moderne, possèdent aujourd'hui une définition précise mais il n'en a pas toujours été ainsi.

Tout d'abord considérés comme les restes inorganiques de forces mystérieuses (divines ?), Bernard Palissy va en faire évoluer la conception en annonçant au XVI^e siècle que ce sont des restes d'êtres vivants, et qu'il est possible d'effectuer des corrélations entre les fossiles et les êtres vivants ; néanmoins certains s'opposent toujours à cette conception divergeant des idées bibliques et préfèrent affirmer qu'il ne s'agit pas de restes animaux, d'autres également recadrent cette conception en considérant qu'il s'agit d'insuccès du créateur.

Au XVII^e siècle une nouvelle évolution majeure permet de reconnaître de façon quasiment universelle l'origine biologique et marine de la plupart des fossiles, mais l'interprétation que l'on en fait est celle de restes des êtres marins échoués lors du déluge (ce qui bouleverse certains faits puisque impliquant une préexistence des montagnes, ce qui n'est pas le cas dans la genèse). Déjà certaines voix (Léonard de Vinci) s'élèvent contre cette interprétation, la jugeant incompatible avec la position des fossiles organisés conformément à une plage alors qu'ils auraient été désorganisés s'il s'étaient déposés lors du déluge.

Malgré ces évolutions, jusqu'au XVIII^e siècle la seule théorie admise était que la terre avait été créée en sept jours, et que son âge était de 4004 ans, or Buffon va contredire ce dernier point en démontrant que les strates sensées provenir du déluge ont une épaisseur telle qu'elles auraient mis 74000 ans à se déposer, alors que le déluge aurait duré 40 jours.

Puis Jean Louis Giraud Soulvie s'éloigne encore plus de la théorie biblique en annonçant que la terre a plusieurs millions d'années et que la stratigraphie permet de reconstituer son histoire.

En 1815, la comparaison entre les cartes géologiques de la France et de l'Angleterre montre une continuité entre les formations géologiques de part et d'autre de la manche.

Ainsi les théories évolutionnistes vont progressivement supplanter les théories fixistes ou créationnistes, avec comme événement majeur l'élaboration en 1859 par C Darwin de la théorie de l'évolution qui est encore aujourd'hui la base de la réflexion sur l'histoire des êtres vivants.

Les théories anciennes :

Le créationnisme et le catastrophisme (Cuvier) :

Ces conceptions de l'histoire de la vie sont basées sur les textes bibliques, leurs principes fondamentaux sont entre autre ceux inculqués par la genèse ; à savoir : dieu a créé la terre

en sept jours, l'homme a été créé à l'image de dieu et est donc supérieur aux autres espèces, le déluge est la cause unique de la disparition de certaines des espèces créées par dieu.

Selon ces théories, les êtres vivants sont des créations individuelles parfaitement adaptées à leur mode de vie. Ils n'évoluent pas car n'en ont pas besoin et sont donc inchangés depuis leur création. Ce mode de pensée est aujourd'hui qualifié de fixisme.

Ce mode de pensée est dicté par l'église et reste donc très largement majoritaire dans les théories officielles notamment lors de l'inquisition où toute opposition à cette thèse est considérée comme une hérésie. Jusqu'en 1925 (procès de Dayton où un enseignant fut condamné pour avoir enseigné les thèses évolutionnistes à ses élèves), des condamnations ont été prononcées contre des opposants aux théories fixistes.

Certains thèses ont été et sont toujours vivement rejetées : la parenté entre l'homme et le singe, l'âge de la terre supérieur à 6000 ans, les affirmations niant le déluge, l'existence de montagnes avant le déluge, la dérive des continents.

Néanmoins, le fixisme a connu des évolutions :

Carl Von Linné, inventeur de la description binomiale soutient qu'aucune nouvelle espèce ne se crée et que les espèces n'évoluent ni ne disparaissent, cette pensée est l'ancien fixisme, mais les recherches finirent par amener les fixistes à reconnaître que certains fossiles ne correspondent pas à des êtres vivants actuels. La solution imaginée pour expliquer ces disparitions est le catastrophisme : de toutes les espèces créées par dieu lors de la genèse, certains sont mortes durant des catastrophes successives dont le déluge fut la dernière. Néanmoins cette explication ne convainc pas car n'explique pas pourquoi tant d'espèces différentes existent encore. Les créationnistes vont alors admettre une nouvelle théorie, le catastrophisme avec remplacement (le vrai catastrophisme) : selon Cuvier, les espèces créées par dieu sont détruites par des catastrophes voulues par dieu qui va recréer de nouvelles espèces par la suite. Une variante de ce courant de pensée est le catastrophisme avec amélioration, les destructions sont expliquées par l'imperfection des espèces qui sont alors recrées par dieu qui les rend plus adaptées. C'est la première apparition d'une idée d'amélioration au cours du temps, ce qui montre bien les progrès des conceptions créationnistes depuis leur apparition.

Le transformisme de Lamarck (1809) :

Bénéficiant dans les années suivant la révolution française d'une plus grande liberté de ton que sous la monarchie, Lamarck va développer les idées opposées au dogme de l'église qui existaient déjà mais de façon informelle.

Il met ainsi en avant dans sa philosophie zoologique les points suivants :

La conception graduelle qui admet des transformations des êtres vivants au cours du temps.

Le perfectionnement graduel qui donne aux évolutions un rôle de perfectionnement.

L'influence environnementale sur le perfectionnement .

Il propose plusieurs mécanismes pour expliquer ce gradualisme :

L'usage d'un organe facilite son développement, un organe très utile comme le cou de la girafe va donc grandir au cours du temps.

Au contraire un organe inutile aura tendance à disparaître.

Il ne laisse pas de place au hasard dans ces évolutions, c'est la volonté et les contraintes environnementales qui conditionnent l'évolution.

Les changements sont héréditaires et donc un individu ayant développé un organe par son usage intensif va transmettre à sa descendance un organe plus important.

Ces conceptions impliquent le refus des espèces perdues : tous les fossiles ont un descendant sur terre mais il n'est pas forcément reconnaissable car il a évolué.

La théorie de la descendance avec transformation (1859)

Cette théorie est basée sur la sélection naturelle énoncée par C. Darwin et A. Wallace. Ce sont surtout les travaux de Darwin qui sont connus ; son voyage de 5 ans sur le Beagle durant lequel il effectua des recherches sur la paléontologie, la géologie, la zoologie et la botanique conférant une grande aura à ses travaux. C'est durant ce voyage qu'il réalisa quelques observations capitales :

En Uruguay, il découvrit des fossiles de tatous géants alors que ces derniers sont aujourd'hui de petite taille.

Il prit conscience d'une évolution graduelle des espèces au fur et à mesure de son déplacement vers le sud (gradient longitudinal)

Les pisons des Galápagos lui ont permis d'observer la sélection naturelle sur une échelle de temps courte ainsi que la présence de différentes espèces selon les îles montrant la spécialisation allopathique.

Darwin élabore alors une théorie de l'évolution qui sert encore aujourd'hui de base aux concepts évolutionnistes, ses principes ont les suivants :

Les individus d'une population sont différents, et ceux qui possèdent un caractère procurant un avantage survivent mieux.

Ces variations sont pour la plupart hérissables.

Il naît plus d'individus qu'il ne peut en survivre.

Ces excès numériques impliquent une lutte pour la survie

La nature ne fait pas de saut, les évolutions se font graduellement au bénéfice des avantages procurés par certains caractères.

Deux mécanismes sont alors proposés pour expliquer ce mode de sélection :

La sélection naturelle agit en profitant de légères variations.

La sélection sexuelle permet l'émergence de certains caractères comme la queue du paon.

A l'époque, le gros défaut de cette théorie est le fait que la relation n'ai pas été faite avec les lois de la génétique de Mendel, les travaux de ce dernier n'étant pas diffusées à l'époque.

La théorie mutationniste de De Vries :

Selon cette théorie une espèce nouvelle peut émerger suite à une seule mutation (dans ce cas appelée saltation) si cette mutation modifie une information importante telle que le caryotype (réduction ou augmentation du nombre de chromosomes). Cette théorie qui remet en cause le gradualisme est très mal acceptée encore de nos jours.

La théorie synthétique de l'évolution :

Cette théorie a plusieurs avantages : il s'agit d'une théorie scientifique et non spéculative, elle rend un rapport plus précis du transformisme darwinien, c'est une doctrine synthétique (le néodarwinisme) et elle est fondée sur plusieurs ouvrages provenant de disciplines différentes.

Les théories précédentes étaient monothétiques, c'est à dire qu'elles ne tenaient compte que d'un seul facteur pour l'évolution : le hasard pour Darwin, l'usage pour Lamarck, les mutations (et donc le hasard) pour De Vries.

La théorie synthétique est elle polythétique, elle reprend les données antérieures de et fait la synthèse de plusieurs disciplines. Le mécanisme décrit par cette théorie est le suivant :

Les petites mutations accumulées sur un génome stable à l'échelle d'une génération finit par aboutir à long terme à de grandes modifications qui finissent par donner une espèce

différente de celle de départ. Ainsi cette théorie est tout comme celle de Darwin ou celle de Lamarck, elle rassemble ces deux théories anciennes en admettant l'influence du milieu sur la sélection naturelle chère à Darwin : il existerait dans la population de départ des individus dont le génome est pré adapté à un certain environnement, si l'espèce évolue dans un nouvel environnement seuls les individus possédant le patrimoine génétique adapté pourront survivre et se reproduire.

Dans cette théorie, Simpson apporte l'appui de la paléontologie par l'exemple de l'évolution des équidés en Amérique du nord. (voir schéma). Cet exemple nous montre une évolution de l'espèce d'une niche écologique forestière vers une niche écologique de plaine. Selon Simpson cette évolution se fait selon deux modalités principales : l'anagenèse et la cladogenèse. L'anagenèse est l'évolution progressive d'une espèce en relation avec l'évolution progressive d'une zone adaptative colonisée. La cladogenèse est un processus progressif correspondant à la division d'une lignée par l'isolement géographique et l'occupation d'une niche écologique nouvelle par une seule partie de la lignée. Les deux parties de la lignée (macro-dène pour la plus importante et micro-dène pour la moins importante) vont alors diverger et aboutir à la formation de deux espèces différentes.

Toujours selon Simpson, les transformations ne se font pas de façon linéaire : le « taux d'évolution » est variable selon les exigences environnementales. Cette théorie est l'évolution quantique : si les conditions évoluent très rapidement, la sélection est plus forte et l'évolution est plus rapide, en revanche si le milieu est stable, la faible sélection rend l'espèce plus stable.

Trois vitesses d'évolution sont ainsi dégagées.

Le problème de cette théorie est la faible biodiversité envisageable si l'on considère comme Simpson que le seul facteur de séparation d'une espèce en deux est l'isolement géographique, même si l'on considère que la cladogenèse peut se faire de deux façon : soit l'isolement est suffisamment long pour que les deux espèces filles soient incompatibles génétiquement (évolution allopatrique), soit elles sont rassemblées avant et peuvent se mélanger (évolution sympatrique) pour former une troisième espèce (à condition de ne pas redevenir une seule espèce).

La théorie de équilibres ponctués :

Cette nouvelle théorie qui remet partiellement en cause la théorie synthétique est de plus en plus admise par les paléontologues, elle fut proposée en 1970 par Nils Eldredge et Steven Jay Gould et repose sur deux points principaux :

_les changements évolutifs se font pendant de courtes périodes à l'échelle géologique, le reste du temps les espèces restent stables.

_les espèces se forment rapidement à partir de populations isolées puis stagnent.

Elle est donc opposée au gradualisme phylétique caractérisant la théorie synthétique.

Cette théorie s'appuie sur différents faits géologiques :

_les espèces fossiles évoluent peu morphologiquement à l'échelle du million d'années

_les nouvelles espèces observées supplantent subitement les précédentes

_l'absence de formes intermédiaires observables parmi les fossiles.

Quelques notions en évolution :

L'espèce :

La définition d'espèce diverge d'une conception à l'autre de l'évolution :

Selon le concept typologique de Linné, l'espèce est définie par les caractères d'un individu type, et est dénommée par son nom de genre et d'espèce. Cette conception présente deux inconvénients majeurs : l'individu type (le premier observé) ne représente pas l'individu moyen de l'espèce, l'appréciation des limites entre espèces est donc difficile.

Selon le concept biologique (celui des évolutionnistes et des généticiens) les espèces sont des populations naturelles interfécondes et isolées des groupes analogues par la reproduction. L'espèce est représentée par un groupe type dont on tire un individu moyen (holotype), les autres étant des paratypes. La variabilité intra spécifique est donc prise en compte. Ces variations intra spécifiques peuvent montrer un gradient au sein d'une aire biogéographique, on différencie alors des clines (blond/brun).

Comment reconnaître une espèce :

Deux critères sont utilisés : la ressemblance et l'interfécondité. Les problèmes qui se présentent en paléontologie sont la grande variabilité morpho-anatomique des espèces et l'impossibilité de vérifier l'interfécondité.

On utilise donc les statistiques sur des mesures biométriques.

La systématique, science de la classification :

La systématique fixiste :

Selon cette systématique, les espèces sont stables et n'ont pas de lien de parenté, les ressemblances étant fortuites. La systématique est donc basée sur le mode de vie et l'apparence des êtres vivants (oiseau = animal à plumes et bec)

La systématique évolutive :

Simpson a utilisé la taxonomie ou taxinomie pour classer les fossiles. La systématique est alors reconstituée sur la base d'archives paléontologiques suivant le principe des relations directes ancêtre/descendant et en prenant en compte la superposition des couches à couches. Il utilise alors des méthodes stratophénétiques qui suivent les changements de phénotype des lignés et les classe selon cette évolution (apparition de la plume chez Archaeoptéryx, tous les oiseaux à plume en descendent et sont cousins.)

On dégage ainsi des caractères fossiles anciens qui sont dit primitifs et des caractères récents qui sont dit évolués. Mais cette dénomination apporte une confusion entre la complexité et le temps.

La systématique phénétique :

Cette systématique tente de quantifier la ressemblance générale de manière globale entre les organismes, elle permet de calculer un indice de similitude entre les taxons (le pourcentage de différence entre les séquences génétiques de deux espèces). On utilise ensuite ces données pour réaliser des arbres de distance exprimant les degrés de

ressemblance entre les taxon. Cette méthode est surtout utilisée avec des données moléculaires, ce qui le rend peu applicable dans le domaine de la paléontologie.

La systématique cladistique :

Elaborée en 1950, cette systématique représente une révolution, car elle fait apparaître une méthode rigoureuse dans la classification des espèces. Elle consiste à évaluer eux critères :

_les degrés de parenté entre deux espèces

_l'ancienneté relative de leur descendance (l'âge du point de divergence entre les deux espèces.

Elle se base sur l'analyse de la signification des caractères et tient compte de leur état :

_caractère homologue, dérivant du même organe même si une apparence différente apparaît.

_caractère analogue, de même forme et de même fonction (aile des oiseaux et des insectes) mais d'origine différente.

La ressemblance entre deux taxons peut dériver de deux types de caractères :

_Hérité d'un ancêtre commun (dérivé ou apomorphe). Si un caractère dérivé est partagé par deux individus on parle de synapomorphie, et les deux individus forment un groupe monophylétique.

_Caractère archaïque ou primitif (héritage ancien) ou caractère plésiomorphe. S'il est partagé par deux individus on parle de synplésiomorphie et les individus forment un groupe paraphylétique

La ressemblance fonctionnelle entre deux unités peut résulter de phénomènes de convergence évolutive (analogue) on parle alors pour les deux individus d'homoplasie et de groupe polyphylétique.

L'avantage de cette méthode de classification est sa rigueur qui permet d'éviter es erreurs d'interprétation. Son inconvénient est la multiplication des arbres en fonction des taxons et des caractères étudiés.

Cette méthode a eu de s conséquences sur l'ancienne classification, les reptiles ayant disparu en tant que groupe monophylétique tandis que les procaryotes étaient divisés en archéens et eubactériens.

Hétérochronie du développement :

Une hétérochronie est un dérèglement du développement, elle s'exprime par le fait que le développement d'un descendant soit perturbé dans sa vitesse, sa durée ou son début.

Chacune de ces modifications possibles étant binaire, il existe six types d'hétérochronie.

_le prédéplacement (début précoce)

_le postdéplacement (début tardif)

_l'hypomorphose (développement écourté)

_l'hypermorphose (développement rallongé)

_la néoténie ou décélération

_l'accélération

On peut utiliser un classement des hétérochronies selon leur effet : si une hétérochronie fait subsister un caractère juvénile chez l'adulte on parle de **Paramorphose**, si au contraire elle permet l'apparition d'un stade adulte plus avancé que le stade de base, on parle de Paedomorphose.

Une hétérochronie n'est pas forcément classable dans ces deux catégories, elle peut très bien présenter un paedomorphisme pour un caractère donnée et un paramorphisme pour un autre caractère, on parle alors d'hétérochronie en mosaïque. "

L'hétérochronie résulte d'une mutation simple mais permet pourtant une grande différenciation macroscopique, c'est donc une cause d'apparition très rapide de macroévolution.

La spéciation :

La spéciation est la division d'une espèce ancestrale en deux espèces filles, elle peut se faire selon deux modes : on parle de spéciation allopatrique ou de spéciation sympatrique.

La spéciation géographique (ou spéciation allopatrique) :

On parle de spéciation allopatrique quand la différenciation entre les deux populations filles se fait suite à un isolement géographique et donc à une exposition des deux populations à des conditions de survie différentes.

On peut distinguer deux types de spéciations allopatriques :

La spéciation vicariante :

La population initiale est séparée en deux suite à un bouleversement géologique (ouverture d'un océan, émergence d'un isthme...), chacune des deux parties de la population va connaître des conditions de vie différentes et va évoluer différemment, causant l'apparition de deux nouvelles espèces.

La spéciation péripatrique :

La population initiale voit un petit groupe d'individus quitter sa niche écologique d'origine et en coloniser une nouvelle ; les individus ayant colonisée cette nouvelle niche vont connaître des contraintes différentes de la population initiale et évoluer pour devenir une nouvelle espèce tandis que les individus étant restés sur place vont peu évoluer (si l'on se base sur une théorie cladistique) et rester l'espèce de départ.

La spéciation sympatrique :

On parle de spéciation sympatrique lorsque la spéciation se fait selon le même modèle que pour une spéciation péripatrique mais sans qu'il y ait colonisation d'une nouvelle niche écologique, la différenciation se fait au sein de la population initiale. Ce phénomène est controversé étant donné la faible probabilité qu'il n'y ait pas de brassage génétique à l'échelle de temps nécessaire pour l'émergence d'une nouvelle espèce, mais il est observé chez certaines plantes et insectes.