

I. Introduction à la systématique :

I-1/Historique :

C'est à Carl Von Linné (1707-1778) que l'on doit les premières propositions concernant la nomenclature des êtres vivants. Ces propositions et notamment l'utilisation d'une nomenclature "binomiale" pour les espèces.

Lors du premier Congrès International de Microbiologie (Paris, 1930), une commission chargée des problèmes de taxonomie et de nomenclature a été créée. Cette commission a décidé que la nomenclature bactérienne devait suivre les principes du code de nomenclature de botanique. Le deuxième Congrès International de Microbiologie (Londres, 1936) a suggéré la création d'un code de nomenclature bactérienne.

I-2/ Définition :

La **systématique** est la branche de la biologie qui a pour but d'étudier la diversité des êtres vivants, de comprendre l'origine de cette diversité et de les classer de manière rationnelle au travers de leurs ressemblances et de leurs différences et des relations qui existent entre eux.

La taxonomie est la science qui va aboutir à classer les êtres vivants de façon hiérarchisée au sein de groupes appelés **taxons**. Un taxon (ou unité taxonomique ou groupe taxonomique) regroupe différents organismes dans l'ensemble qu'il constitue. Chaque taxon reçoit un nom.

Quand des organismes sont regroupés au sein d'un taxon donné c'est parce que la construction de ce regroupement est apparue scientifiquement pertinente. Une espèce x, un genre y, une famille z, un ordre t, une classe u, un phylum v sont des taxons de niveaux hiérarchiques croissants. En microbiologie, un sérotype (ou sérovar) est aussi un taxon (de niveau infra espèce).

La nomenclature est un ensemble de règles qui permet à un instant donné de l'état de la systématique de nommer les taxons de façon non ambiguë et en adéquation avec **les niveaux hiérarchiques de la classification** en cours.

Le Code de Nomenclature reconnaît les groupes taxonomiques suivants : classe (*classis*), sous-classe (*subclassis*), ordre (*ordo* ; abréviation ord.), sous-ordre (*subordo* ; abréviation subord.), famille (*familia* ; abréviation fam.), sous-famille (*subfamilia* ; abréviation subfam.), tribu (*tribus*), sous-tribu (*subtribus*), genre (*genus* ; abréviation gen.), sous-genre (*subgenus* ; abréviation subgen.), espèce (*species* ; abréviation sp.), sous-espèce (*subspecies* ; abréviation subsp.).

Notion d'espèce chez les bactéries :

La définition classique d'une espèce biologique n'est évidemment pas applicable aux procaryotes. Les bactériologistes ont dû élaborer une définition originale de l'espèce. **"En bactériologie, une espèce est constituée par sa souche type et par l'ensemble des souches considérées comme suffisamment proches de la souche type pour être incluses au sein de la même espèce."**

La souche type est d'une importance fondamentale en systématique bactérienne puisqu'une espèce est constituée par la souche type et par l'ensemble des souches qui sont considérées comme suffisamment proches de la souche type pour être incluses dans cette espèce.

Arbre phylogénétique :

Woese propose une phylogénie universelle et une classification du vivant .Il définit dix divisions majeures parmi les eubactéries sur des critères moléculaires: (1) les bactéries pourpres (« protéobactéries »), (2) les bactéries Gram-positives, (3) les cyanobactéries, (4) les spirochètes et apparentées, (5) les bactéries vertes sulfureuses, (6) les bactéroïdes, flavobactéries, cytophagales et apparentées, (7) les planctomycètes et apparentées, (8) les Chlamydiales, (9) les micrococci radiorésistants et apparentés, et (10) les bactéries vertes non sulfureuses et apparentées (tableau 1).

Tableau 1: Les divisions du domaine des bactéries d’après Woese, 1987 modifié.

Divisions	Subdivision	Genres représentatifs
Protéobactéries	α - protéobactéries	<i>Agrobacterium, Rickettsia</i>
	β - protéobactéries	<i>Thiobacillus, Neisseria</i>
	γ - protéobactéries	<i>Escherichia, Legionella</i>
	δ - protéobactéries	<i>Myxobacterium</i>
	ϵ - protéobactéries	<i>Helicobacter</i>
Gram-positives	Haut G+C	<i>Mycobacterium Actinomyces, Streptomyces,</i>
	Bas G+C	<i>Bacillus, Clostridium</i>
	Espèces photosynthétiques	<i>Heliobacterium</i>
	Espèces « gram négatives »	<i>Megasphaera, Sporomusa</i>
Cyanobactéries et apparentées		<i>Nostoc, Synechococcus</i>
Spirochètes et apparentées	Spirochètes	<i>Treponema, Borrelia</i>
	Leptospiras	<i>Leptonema, Leptospira</i>
Bactéries vertes sulfureuses		<i>Chlorobium, Chloroherpeton</i>
Bactéroïdes, Flavobactéries,	Bactéroïdes,	<i>Bacteroides, Fusobacterium</i>
Cytophagales et apparentées	Flavobactéries	<i>Flavobacterium, Cytophaga</i>
Planctomycètes et apparentées	Groupe des Planctomycètes	<i>Planctomyces, Pasteuria</i>
	Thermophiles	<i>Isocystis pallida</i>
Chlamydiales		<i>Chlamydia</i>
Micrococci radiorésistants et apparentés	Groupe des Deinococcus	<i>Deinococcus</i>
	Groupe des Thermophiles	<i>Thermus</i>
Bactéries vertes non sulfureuses	Groupe des Chloroflexus	<i>Chloroflexus, Herpetosiphon</i>
	Groupe des Thermomicrobium	<i>Thermomicrobium roseum</i>

Notion d'archée :

Le premier des caractères reconnu comme archéen est celui qui fit réaliser à Carl Woese l'importance de sa découverte : la signature autoradiographique de l'ARN ribosomique (ARNr)

D'autres phénotypes furent rapidement reconnus comme propres aux Archaea, telle l'absence de peptidoglycane dans la paroi cellulaire.

Phylogénie des Archaea :

Historiquement, les Archaea étaient réparties en deux groupes majeurs comprenant d'une part les thermophiles extrêmes, d'autre part les méthanogènes et les organismes apparentés.

L'époque de la classification de Woese (Woese, 1987), la diversité du monde des archées commence à apparaître : en plus des méthanogènes, on trouve des archées thermophiles extrêmes (hyperthermophiles) ou halophiles. Plus tard, on découvrira que les archées sont présentes dans tous les milieux, et notamment qu'il en existe de très nombreuses qui sont mésophiles.

On les subdivisera en deux grands groupes (selon : Brown et Doolittle, 1997):

(1) les Euryarchaeotes contenant des espèces aux caractéristiques écologiques très variables: hyperthermophiles (*Pyrococcus*), méthanogènes (*Methanosarcina*), halophiles (*Halobacterium*), méthanogènes thermophiles (*Methanobacterium*).

(2) les Crenarchaeotes dont la plupart sont hyperthermophiles ou thermoacidophiles (*Sulfolobus*, *Thermoproteus*). On trouve des mésophiles dans les deux grands groupes.

L'existence d'un troisième groupe, les **Korarchaeotes**, a été proposée sur la base de PCR faites directement sur des échantillons d'eaux de sources chaudes.

Plus récemment, un nouveau groupe d'archées a été découvert dont les membres semblent posséder des tailles de cellule et de génome très réduites : **les Nanoarchées**.

Les archées évoluant plus lentement et conservant une niche écologique proche de l'ancêtre auraient conservé de nombreuses adaptations aux milieux extrêmes.

I-3/ Différentes approches taxonomiques :

L'étude de l'évolution des êtres vivants est un des objectifs de la systématique. Et, de nos jours, La classification scientifique des êtres vivant est réalisée dans le cadre d'une tentative de sa mise en cohérence avec l'histoire évolutive des êtres vivants : on dit qu'elle tend à être phylogénétique.

I-3-1/Classification phénotypique historique :

La définition de chaque espèce en bactériologie n'utilisait que la prise en compte d'un certain nombre de caractères considérés comme importants tels que la morphologie, l'habitat, le pouvoir pathogène, la capacité à sporuler, l'existence de caractères biochimiques divers jugés essentiels...

I-3-2/Classification phylogénétiques moléculaires :

Il s'agit de comparer des séquences de gènes convenablement choisis chez différents organismes, et, par le résultat de la comparaison, d'en déduire l'arbre phylogénétique entre les organismes étudiés. Les différences de séquences entre les gènes à comparer choisis devront se comporter pour l'étude choisie comme une "horloge moléculaire". En effet, ils réunissent des propriétés assez idéales pour les études phylogénétiques :

- présence universelle ;
- fonction conservée dans tout le vivant et telle que la pression de sélection qui s'exerce sur eux est peu dépendante des variations du milieu externe ;
- mise en évidence chez les ARNr de différents domaines dont les vitesses d'évolution sont très variables, de très élevée à presque nulle.

I-3-3/ Classification mixte et consensuelle :

Actuellement, la classification des bactéries se fonde sur la prise en compte d'un maximum de données : données génétiques et constructions phylogénétiques mais aussi et toujours données phénotypiques et données écologiques... Il n'empêche que la définition du terme espèce en bactériologie ne peut toujours guère être plus précise que : "une espèce bactérienne est constituée par sa souche type et par l'ensemble des souches considérées comme suffisamment proches de la souche type pour être incluses au sein de la même espèce."