

Comment expliquer l'existence de plusieurs gènes codant pour des protéines ayant une structure 3D très voisine et remplissant le même rôle ?

UTILISER DES TECHNIQUES : Utiliser un logiciel de traitement de l'information (**ANAGÈNE - PHYLOGÈNE**)

Tout gène code pour une protéine. On considère que toute variation dans le gène peut entraîner une variation dans la séquence primaire de la protéine, c'est à dire une variation des acides aminés qui la constitue. On construit un tableau permettant une comparaison deux à deux des différentes protéines : une matrice des différences. **On considère que plus le nombre de différences est élevé et plus les deux gènes se sont différenciés depuis longtemps.**

Remarque : Du fait de la redondance du code génétique (1 acide aminé peut être codé par plusieurs codons), il est préférable de comparer les séquences nucléotidiques aux séquences protéiques)

Comparaison des séquences nucléotidiques des gènes des globines (matrice des ressemblances)

| | beta | delta | gamma | alpha |
|-------|------|-------|-------|-------|
| beta | | | | |
| delta | 92,6 | | | |
| gamma | 76,4 | 76,6 | | |
| alpha | 61,5 | 60,8 | 57,1 | |

Comparaison des séquences protéiques des globines (matrice des ressemblances)

| | beta | delta | gamma | alpha |
|-------|------|-------|-------|-------|
| beta | | | | |
| delta | 93,2 | | | |
| gamma | 73,5 | 72,1 | | |
| alpha | 45,8 | 45,1 | 42,3 | |

Le % de ressemblances est le plus fort entre le gène bêta et le gène delta. Par conséquent, leur divergence est la plus récente. Ensuite, ce groupe partage le plus de ressemblances avec le gène gamma et c'est avec le gène alpha que les différences sont les plus fortes. La divergence entre le « groupe alpha » et les deux autres groupes « beta » et « gamma » est la plus ancienne.

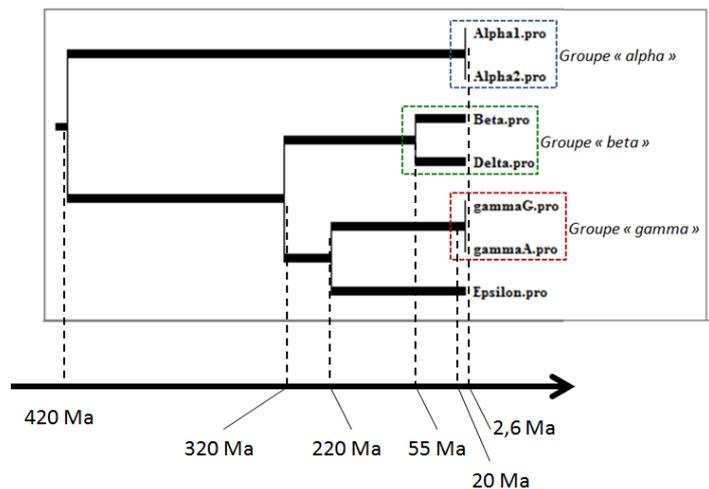
RAISONNER : Analyse génétique à partir d'un arbre généalogique

Cet arbre suggère l'existence d'un **gène ancestral unique**, à partir duquel sont apparus successivement au cours du temps d'autres gènes de globine.

Chaque nœud doit ainsi correspondre à l'apparition de deux gènes à partir d'un seul.

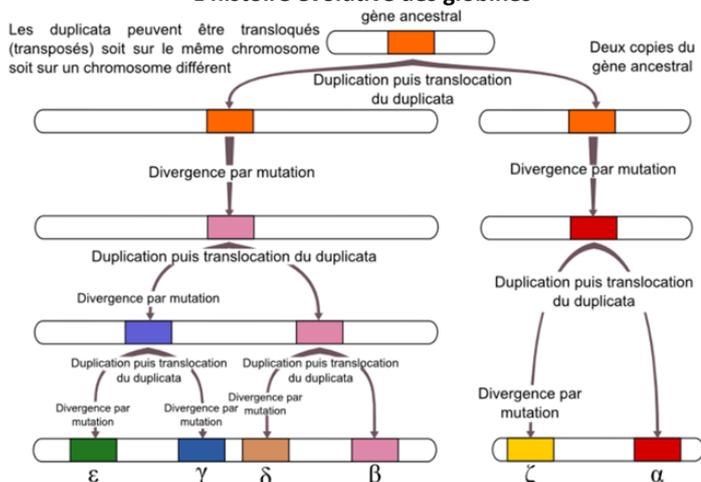
Ce phénomène, qui consiste à obtenir deux gènes identiques à partir d'un gène ancestral est une **duplication génique**. Ces « accidents » génétiques sont des phénomènes rares dans l'histoire évolutive (*ici : 6 duplications conservées en 420 Ma*).

La première duplication aurait eu lieu vers - 420 Ma, c'est ainsi que le groupe des poissons à nageoires rayonnées et celui des amphibiens ont hérité de 2 globines.



Les différences aujourd'hui constatées entre les gènes des globines s'expliquent également par l'apparition et la fixation de **mutations** différentes dans les deux exemplaires du gène obtenus après duplication. Ces mutations se font de façon aléatoire, donc indépendante, pour chaque gène. **Les duplications géniques qui sont des innovations génétiques sont à l'origine d'une complexification et d'un enrichissement du génome au cours du temps.**

L'histoire évolutive des globines



Le phénomène à l'origine de la duplication d'un gène : un crossing-over inégal

