

## I Modification du développement (gp1 et 2) Documents du livre p.40 - 41

Au cours de l'évolution, certains gènes ont été modifiés. Cela a engendré une diversification dans le monde du vivant. De quelle manière les modifications de l'expression des gènes peuvent-elles être à l'origine d'une diversification du monde vivant ?

### **Exemple 1: l'origine des doigts**

Doc 1 p.40: Les gènes Hox des mammifères

Dans le doc 1 nous est présentée la répartition des gènes Hox sur les différents chromosomes. On apprend que la répartition des gènes sur les chromosomes 7, 17, 12 et 2 détermine la formation ou non de certains organes. Ces gènes font partie de différents "complexes" (ensembles) appelés: HoxA, HoxB, HoxC et HoxD. Par exemple le complexe HoxD présent sur le chromosome 2 comprend 11 gènes.

Doc.2 p.40 Conséquences de différentes mutations du gène Hox D13 sur la main chez l'Homme.

Le doc 2 représente, à travers 4 photos différentes les conséquences des mutations du gène Hox D13 sur la main chez l'Homme. On peut y voir des changements conséquents, 4 phalanges au lieu de 5 normalement, doigts tordus... Les mutations d'un gène peuvent alors provoquer des malformations avec l'apparition d'un nouveau phénotype.

Docs 3 p.40 Comparaison des séquences en acides aminés de protéines codées par le gène Hox D13 du poisson zèbre et celui de l'Homme

En comparant les séquences en acides aminés d'une portion des protéines codées par deux gènes homologues : Hox D13 du poisson-zèbre et Hox D13 de l'homme, on constate des différences pour certains acides aminés. Sur la totalité de la séquence, la ressemblance entre les protéines est d'environ 55% d'après le document 3.

- ⇒ Ces deux protéines présentant une très forte similitude, on peut en déduire que les gènes codant pour ces deux protéines présentent eux-mêmes une grande similitude c'est-à-dire des séquences nucléotidiques similaires. Pour cette raison, on peut penser que ces deux gènes sont issus de la duplication d'un gène ancestral, ils appartiennent à une famille multigénique et pour cette raison on peut dire qu'il s'agit de gènes homologues.

Doc.4 p.40 Comparaison de l'expression du gène HoxD13 chez l'embryon du poisson-zèbre et celui de la souris

La formation des membres postérieurs liés à ce gène débute par un bourgeonnement chez les deux espèces. Ce bourgeon se transforme en un pli allongé en seulement 4 heures et ce gène s'exprime dans la partie postérieure (dans le bourgeon et dans le pli) chez le poisson-zèbre. En revanche, chez la souris le bourgeon s'allonge beaucoup moins et le gène s'exprime dans la partie postérieure puis vers l'avant mais en 2 jours.

Un gène s'exprime différemment suivant la localisation où le gène s'exprime et sa **chronologie d'expression** : on a une nageoire dans un cas et une patte pourvue de doigts dans l'autre.

Ici, c'est la chronologie de l'expression des gènes qui va faire la différence. Le gène HoxD13 s'exprime plus rapidement chez le poisson zèbre.

### **Exemple 2: la forme du bec des pinsons**

Doc.5 p.41 Expression du gène de développement Bmp4 lors de la différenciation du bec chez deux espèces de pinsons

Le document 5 présente l'expression du gène Bmp4 chez 2 espèces de pinsons, l'un à gros bec, l'autre à bec moyen. On constate que chez le pinson à gros bec, le gène Bmp4 s'exprime de manière plus forte que chez le pinson à bec moyen, ce qui se caractérise par une zone noire sur la photographie (**localisation de l'ARNm du gène en question=> plus un gène s'exprime et plus la quantité d'ARNm produit**

par transcription est importante => rappel de 1°S). En effet, Chez le pinson à bec moyen, après 25 heures de développement embryonnaire, son bec est beaucoup plus petit que chez le pinson à gros bec au même temps de développement. Or, celui-ci possède encore de l'ARNm du gène de développement Bmp4 que l'on voit à une forte coloration noire au bout de son bec, ce qui signifie que le gène Bmp4 va continuer de s'exprimer, ce qui n'est pas le cas chez le pinson à bec moyen. Donc, son bec va devenir encore plus gros.

Après 29h de développement, on observe une faible présence de l'ARNm chez le pinson à bec moyen, son bec va alors légèrement grossir contrairement au pinson à gros bec qui a encore beaucoup d'ARNm du gène Bmp4 dans son bec. Le gène Bmp4 s'exprime fortement chez le pinson à gros bec et faiblement chez le pinson à bec moyen d'où la différence de taille de bec chez les deux espèces : cette hypothèse se confirme à l'aide du document 6.

Ainsi chez l'une des 2 espèces de pinson, la surexpression du gène Bmp4 est à l'origine d'une différence au niveau de la taille du bec par rapport à l'autre espèce.

#### Doc.6 Etude des conséquences d'une modification de l'expression du gène de développement BmP4

Chez le poulet témoin, la largeur, l'épaisseur du bec et la largeur de la pointe du bec sont normales : le gène Bmp4 s'est exprimé normalement. Le deuxième poulet, dont le gène Bmp4 est surexprimé, a un bec plus large, plus épais et la pointe de son bec est aussi trop large par rapport au témoin. C'est le contraire chez le poulet dont le gène Bmp4 a connu une sous-expression.

Ainsi, l'**intensité de l'expression du gène de développement** Bmp4 dans l'embryon détermine la taille du bec : sa largeur, son épaisseur et la largeur de sa pointe.

#### Synthèse :

Un gène s'exprime différemment suivant plusieurs facteurs. Il peut subir une mutation et donc coder pour une protéine différente et ainsi l'individu au gène muté aura un génotype particulier (docs 1 et 2). Aussi, suivant la région où le gène s'exprime et sa chronologie d'expression, il peut induire des génotypes différents, comme la naissance d'une nageoire ou d'une patte (docs 3 et 4). Des modifications de l'intensité d'expression d'un gène peuvent être aussi responsables de variations, par exemple les becs de différentes tailles chez les pinsons (docs 5 et 6).

Ainsi, **des mutations des gènes du développement** ou des modifications de l'expression des gènes, créant de nouveaux **phénotypes**, conduisent à la diversification du vivant.

ou

#### Mise en relation des différentes informations :

Les gènes Hox, présents chez tous les animaux jouent un rôle clé dans le développement de l'embryon (**doc.1**). En effet, il peut s'interpréter de différentes manières et à différents endroits, changeant les caractéristiques physique de l'individu. Par exemple, des mutations du gène Hox D13 chez l'Homme peuvent amener à de différentes malformations des doigts et phalanges (**doc.2**). Chez les différents animaux, les gènes Hox sont différents, du fait de mutations sur plusieurs générations. Ils ne réagissent donc pas tous de la même façon et pas avec la même ampleur et la chronologie de l'expression de ses gènes est différente: cela contribue à la diversification du vivant.

Chez les différents embryons, les gènes Hox ne s'expriment pas aux même endroit et pas aussi fortement. Ainsi les bourgeons d'un embryons de poisson-zèbre qui donnera une nageoire a une expression réduite du gène HoxD13 et qui est avant tout dans la partie postérieure de celle-ci, alors que dans le bourgeon de membre d'une souris qui donnera une patte, le gène s'exprime sur une bien plus grande partie et moins rapidement (doc.4).

Chez les pinsons, une surexpression du gène Bmp4 peut avoir lieu dans l'avant de leur bec, lorsqu'ils sont à l'état embryonnaire. leur bec devient alors gros ou petit. Cette différence permet d'avoir 2 espèces distinctes. Il en est de même pour les embryons de poulet. Tout cela permet d'avoir une diversification du vivant, en créant de nouvelles espèces.