

Bac S Emirats Arabes Unis 2014 - Partie 1
Diversification génétique et diversification des êtres vivants

L'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne suffit pas à expliquer la totalité de la diversification des êtres vivants. D'autres mécanismes interviennent.

Décrire les mécanismes qui, en dehors de la méiose et la fécondation, sont à l'origine d'une diversification des êtres vivants.

Montrer ensuite comment un de ces mécanismes permet d'expliquer des différences entre deux espèces proches génétiquement : l'Homme et le chimpanzé.

L'exposé doit être structuré avec une introduction, un développement et une conclusion.

Sont exclus de votre sujet les brassages génétiques intervenant au cours de la méiose et les mécanismes conduisant à des anomalies au cours de la méiose.

Proposition de corrigé

Introduction

Le vivant se caractérise par une très grande diversité, que l'on peut observer au niveau des espèces et des individus d'une même espèce. Les mutations génétiques et les brassages génétiques liés à la reproduction sexuée sont à l'origine d'une partie de la biodiversité observée. Quels sont les autres mécanismes responsables de la diversification des êtres vivants ? Parmi ceux-ci, quel mécanisme peut expliquer les différences existantes entre deux espèces génétiquement proches comme l'Homme et le chimpanzé ? Dans un premier temps, nous exposerons les mécanismes de diversification du vivant qui s'accompagnent d'une modification du génome, et, dans un second temps, nous présenterons les mécanismes de diversification du vivant sans modification du génome. Enfin, dans une troisième partie, nous montrerons que bien que l'Homme et le chimpanzé possèdent des génomes proches, la modification de l'expression de certains gènes peut expliquer au moins une partie des différences phénotypiques constatées entre ces deux espèces.

I. Des mécanismes de diversification du vivant avec modification du génome

Plusieurs mécanismes modifiant le génome des êtres vivants sont à l'origine d'une diversification du vivant.

1. Les hybridations suivies de polyploïdisation

Des individus d'espèces différentes peuvent parfois se reproduire entre eux formant ainsi un hybride interspécifique, généralement stérile. Mais un doublement du nombre de chromosomes, appelé polyploïdisation, peut survenir au cours de la méiose chez certains hybrides, permettant la formation de gamètes : les hybrides devenus fertiles peuvent donner naissance à une nouvelle espèce. Les hybridations suivies de polyploïdisation sont observées plus fréquemment chez les Végétaux.

2. Le transfert horizontal de gène ou transgénése

Le génome de nombreuses espèces s'est enrichi de gènes nouveaux provenant d'autres espèces. Ces nouveaux gènes permettent l'acquisition de nouveaux caractères. Par exemple, l'acquisition du placenta chez les Mammifères est le résultat d'un transfert horizontal de gènes d'origine virale.

Le transfert horizontal de gènes est un événement rare mais qui peut revêtir une grande importance évolutive.

3. Modifications de l'expression des gènes de développement

Des changements dans l'expression de gènes de développement peuvent être à l'origine de changements phénotypiques importants, voire entraîner l'apparition de nouveaux caractères. L'expression des gènes de développement peut être modifiée au niveau de leur localisation, de leur intensité ou encore de leur chronologie par rapport au développement de l'organisme. Ces modifications de l'expression de ces gènes sont la conséquence de mutations au niveau des séquences régulatrices non codantes, notamment de la séquence promoteur de ces gènes.

II. Des mécanismes de diversification du vivant sans modification du génome

1. Les symbioses

La symbiose est l'association étroite entre deux êtres vivants appartenant à des espèces différentes et qui est renouvelée à chaque génération. Chacun des deux individus en retire un bénéfice. Par exemple, de nombreuses plantes vivent en symbiose avec des champignons, les mycorhizes, situés au niveau de leurs racines. La mycorhize, grâce à son mycélium étendu, fournit la plante en eau et en ions minéraux tandis que la plante, qui réalise la photosynthèse, alimente le champignon non chlorophyllien en glucides. Ainsi, la symbiose modifie les caractères de chacun des symbiotes sans qu'il y ait de modification des génomes.

2. Apprentissage par imitation

Chez les Vertébrés, certains comportements peuvent se transmettre de génération en génération au sein d'une population de manière non génétique mais par apprentissage par imitation. Les différentes populations d'une même

espèce peuvent alors acquérir des comportements spécifiques, ce qui contribue à la diversification du vivant sans modification des génomes. Par exemple, chez de nombreuses espèces d'oiseaux, les individus de chaque population acquièrent le chant spécifique de leur population en l'apprenant par imitation auprès des autres individus de la même population.

III. Un exemple de diversification du vivant : Homme et chimpanzé

D'un point de vue génétique, l'Homme et le chimpanzé sont très proches (98,5 % de similitude entre leurs deux génomes). Leurs caryotypes diffèrent peu, seulement par quelques remaniements chromosomiques et la fusion chez l'Homme de deux chromosomes disjoints chez le chimpanzé.

Pourtant, les phénotypes de l'Homme et du chimpanzé présentent des différences importantes.

Contrairement au chimpanzé, l'Homme se caractérise par :

- un volume cérébral important autour de 1 400 cm³ (contre 400 cm³ chez le chimpanzé) ;
- une face réduite et plate (allongée en museau chez le chimpanzé) ;
- des caractéristiques liées à la bipédie permanente avec une aptitude à la course à pied chez l'Homme alors que le chimpanzé ne pratique la bipédie qu'occasionnellement et sur de courtes distances ;
- un dimorphisme sexuel (différences morphologiques entre mâle et femelle) peu marqué sur le squelette, contrairement au chimpanzé.

Le phénotype humain, comme celui du chimpanzé, s'acquiert au cours du développement prénatal et postnatal, sous l'effet de l'interaction entre l'information génétique et l'environnement. Comment peut-on expliquer les différences phénotypiques observées entre l'Homme et le chimpanzé malgré la proximité génétique de ces deux espèces ?

Des études montrent que l'Homme et le chimpanzé se distinguent en particulier par des différences dans la chronologie d'expression de certains gènes de développement. Par exemple, la morphologie crânienne est contrôlée par certains gènes de développement. Au tout début du développement embryonnaire, la durée d'expression de gènes permettant la multiplication des neurones est allongée chez l'Homme : elle est de huit semaines, au lieu de deux semaines chez le chimpanzé. L'allongement de la durée de l'expression de gènes responsables de la multiplication neuronale entraîne donc l'augmentation du nombre de neurones chez l'Homme, ce qui le distingue du chimpanzé.

Conclusion

Ainsi, la diversification du vivant s'effectue par plusieurs mécanismes avec modification des génomes (hybridations suivies de polyploïdisation, transferts horizontaux de gènes, variations d'expression de gènes de développement) ou sans modification du génome (symbiose, apprentissage par imitation). L'Homme et le chimpanzé sont deux espèces proches génétiquement mais présentant des différences phénotypiques marquées. Certaines de ces différences peuvent s'expliquer par les variations d'expression de gènes de développement, comme la variation de la durée d'expression de gènes contrôlant la multiplication neuronale au début du développement embryonnaire.

D'autres mécanismes de diversification du vivant contribuent à expliquer les différences entre l'Homme et le chimpanzé, comme la très forte importance de la transmission culturelle chez l'Homme. Par exemple, le langage articulé et muni d'une grammaire, spécifique à l'Homme, s'apprend par imitation chez le jeune enfant lors de ses nombreuses interactions avec son entourage.