

Correction du Bac Blanc de SVT – Février 2016

Sujet 1 : Brassage génétique au cours de la méiose (10 pts)

Chez les espèces à reproduction sexuée, chaque individu résulte de la rencontre d'un gamète mâle et d'un gamète femelle produits par ses parents. Les gamètes sont des cellules reproductrices haploïdes dont la fusion reconstitue le stock diploïde de chromosomes caractéristique de l'espèce.

La répartition des chromosomes homologues et, donc, des allèles qu'ils portent, dans les cellules haploïdes à l'origine des gamètes, s'effectue lors de la méiose.

En prenant un exemple simple, celui de trois couples d'allèles portés par deux paires de chromosomes différents, nous montrerons d'abord les conséquences du brassage interchromosomique, puis celles du brassage intrachromosomique de façon à montrer les conséquences génétiques de ces mécanismes, notamment l'unicité génétique des individus.

I- La méiose et le brassage intrachromosomique

La méiose est un ensemble de deux divisions précédé d'une seule synthèse d'ADN et intervient au cours de la gamétogenèse. Elle conduit à la formation de quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule-mère diploïde.

Si l'on considère 3 couples d'allèles Aa, Bb et Cc disposés sur 2 paires de chromosomes, 2 couples d'allèles seront disposés sur une même paire chromosomique et le troisième sur l'autre paire.

Un schéma montre la configuration choisie.

Le brassage intrachromosomique se produit au cours de la prophase de première division de méiose. A ce stade, les chromosomes sont constitués de 2 chromatides identiques résultant de la duplication et reliés par le centromère. Au cours de cette phase, les chromosomes homologues sont réunis en bivalents : les chromatides de chaque bivalent (" tétrades ") sont étroitement accolés et entremêlés.

Il peut alors se produire des échanges, "crossing-over", de segments homologues entre elles, au niveau de chiasmata, conduisant à la formation de chromatides portant une combinaison d'allèles différente de celle des chromosomes du parent. La fréquence de ces " crossing-over ") dépend de la position des locus sur le chromosome : plus ils sont éloignés, plus la probabilité d'échanges est importante.

schémas illustrant avant et après crossing over et les gamètes obtenues

II- le brassage interchromosomique

Il concerne les gènes situés sur 2 chromosomes différents. Il est dû au comportement indépendant des paires de chromosomes homologues durant la métaphase-anaphase de la première division de méiose.

Les chromosomes d'une paire se placent de manière aléatoire de part et d'autre de l'équateur de la cellule de façon indépendante par rapport à l'autre paire : On parle de ségrégation indépendante des chromosomes.

En considérant les résultats de plusieurs méioses, et en ne considérant que ces 2 paires de chromosomes, il y a 4 types de cellules génétiquement différentes qui résultent du brassage interchromosomique.

Schémas montrant les deux métaphases possibles et les gamètes obtenues

Toutefois, les brassages intra et interchromosomiques ne sont pas exclusifs l'un de l'autre. Au contraire le brassage interchromosomique intervient sur des chromosomes remaniés par le brassage intrachromosomique.

En ne tenant compte que de ces trois gènes, les brassages alléliques intra et interchromosomiques conduisent à 8 types de cellules génétiquement différentes à partir de cellules ayant toutes le même génotype. La méiose est donc bien « une machine à faire du différent ».

CONCLUSION

Cet exemple illustre comment le brassage intrachromosomique et le brassage interchromosomique intervenant au cours des méioses conduisent à des cellules possédant des associations d'allèles de gènes différentes, donc génétiquement différentes.

Si on considère non plus deux paires de chromosomes mais 23 paires et les 36.000 gènes (cas de l'espèce humaine), le nombre de combinaisons devient considérable. Chaque cellule issue de la méiose est génétiquement différente de toutes les autres.

Ce brassage des gènes au cours de la méiose sera amplifié par la rencontre au hasard des différents types de gamètes au cours de la fécondation.

Sujet 2 – Partie 1 : La notion d'espèce (4 pts)

La définition de l'espèce selon Cuvier fait appel à deux types de critères : le critère de ressemblance et le critère de reproduction, qui assure la transmission de la ressemblance. A partir du document, nous allons donner deux arguments en faveur de l'appartenance de deux types de tritons à la même espèce et deux arguments qui permettent d'en douter.

I. Arguments en faveur de l'appartenance à la même espèce

1. Critère de ressemblance

Les deux types de tritons présentés (doc 1a) occupent le même milieu de vie, présentent des similitudes) phénotypiques (vertébrés tétrapodes, nageoire caudale...) et possèdent une crête dorsale.

2. Critère de reproduction

Le doc 1b nous montre que les 2 types de triton partagent une zone où ils cohabitent dans le nord de la France et se reproduisent entre eux, puisqu'il existe des hybrides et que les hybrides femelles sont capables de se reproduire avec des mâles *cristatus* ou *marmoratus* et d'avoir des descendants : il pourrait s'agir de la même espèce.

II. Arguments mettant en doute l'appartenance à une même espèce

1. Critère de ressemblance

Cependant, ces tritons présentent des différences: un est à crête dentelée (*T. cristatus*) tandis que l'autre est continue et marbrée (*T. marmoratus*). (doc 1a)

Il existe en outre une différence de coloration. Cela suggère l'existence de deux types de tritons à crête pouvant correspondre à deux espèces différentes.

2. Critère de reproduction

Dans cette zone de cohabitation: les parades sexuelles sont différentes, les hybridations rares avec une descendance fragile (chez les hybrides femelles) à stériles (chez les hybrides mâles) (doc1b).

Ces arguments fragilisent la conception biologique de même espèce d'autant que une grande partie de leur aire de répartition respective est différente : France et Europe du Nord pour T.c et Espagne, Portugal pour T.m.

Conclusion : Les T.c. et les T.m. dérivent sans doute d'une même espèce ancestrale, et en sont encore au stade où les barrières d'isolement reproductif entre les deux populations existent mais ne sont pas totales : il s'agit d'une spéciation en train de s'achever.

Sujet 2–Partie 2: Expression des gènes de développement (6 pts)

Introduction : Aujourd'hui, on constate des différences morphologiques entre les épinoches marines et les épinoches d'eau douce. On cherche à comprendre l'origine de cette différence morphologique et notamment celle de l'épinoche lacustre.

I- Morphologie des épinoches en fonction de leur milieu de vie (doc1)

Les épinoches marines ont deux nageoires pelviennes épineuses développées ce qui les protège des gros poissons. Alors que celles d'eau douce ont des nageoires réduites sans épines et sont ainsi moins vulnérables vis-à-vis des larves d'insectes prédatrices, qui ont plus de mal à s'accrocher.

Cette différence morphologique leur permet donc une bonne adaptation à leur milieu de vie (pression de prédation).

Dans un environnement donné, ce sont les individus les mieux adaptés qui sont favorisés, ils survivent mieux, se reproduisent, transmettent leurs gènes dont la fréquence augmente dans les populations.

Comment expliquer l'absence des épines chez l'épinoche d'eau douce et que ce caractère, favorisant la survie des épinoches a été conservé et s'est répandu dans la population.

II- Etude génétique de la mise en place de la nageoire pelvienne épineuse au cours du développement des épinoches

Les biologistes ont recherché les endroits de l'organisme où l'on peut détecter la présence d'ARNm du gène PITX1 au cours du développement (doc2).

On observe une expression de ce gène chez l'épinoche marine, mais pas chez l'épinoche d'eau douce

L'ARNm est le résultat de la transcription d'un gène. ARN qui sera traduit en protéines, responsables de la mise en place du caractère.

On peut supposer que le gène PITX1 est responsable de la mise en place de la nageoire pelvienne, c'est un gène homéotique qui s'exprime de façon localisée pour construire la nageoire.

Donc il existe deux possibilités pour expliquer l'absence de la nageoire de l'épinoche d'eau douce

- soit le gène est absent et donc la nageoire ne se met pas en place.
- soit le gène est présent mais il y a un problème de transcription.

Les données moléculaires du gène PITX1 (doc3a) montre que le gène existe bien chez les 2 formes et présente la même séquence, ce qui invalide la première solution. Par ailleurs, la mutation du gène ne peut pas expliquer cette absence de nageoire.

Le doc3b montre que la transcription du gène PITX1 est dépendante d'une séquence d'ADN adjacente (PEL) sur laquelle des facteurs de transcription se fixent pour assurer la formation des ARNm. -->c'est un problème de transcription qui explique l'absence de nageoire chez l'épinoche d'eau douce. L'absence ou une modification de la séquence régulatrice aurait entraîné une absence de transcription du gène PITX1, ainsi le gène ne s'exprime pas.

Des expériences de transgénèse sur une épinoche d'eau douce (doc4) montre que le transfert d'une construction génétique [PITX1-PEL] (complexe qui déclenche la transcription du gène PITX1 en un ARNm) permet la mise en place de la nageoire pelvienne chez l'épinoche d'eau douce.

Cela confirme donc qu'il s'agit d'une anomalie de la séquence PEL qui empêche l'expression du gène PITX1 dans la zone ventrale de l'épinoche d'eau douce
Mise en relation.

Conclusion : La différence de morphologie des épinoches d'eau douce (absence de nageoire pelvienne épineuse) s'explique par un déficit d'expression du gène de développement responsable de la mise en place de cette nageoire (PITX1). Ce manque d'expression s'explique par l'absence ou le dysfonctionnement de la séquence régulatrice PEL.

L'absence d'ARNm dans la zone d'expression du gène empêche la synthèse de la protéine nécessaire à la mise en place de la nageoire.

Ce caractère a été sélectionné dans le milieu de vie de l'épinoche d'eau douce puisque cette anomalie représente un avantage sélectif (empêche les larves d'insectes de parasiter les épinoches).