

Concours Normalien Etudiant

Département de Biologie

Épreuve écrite

Vous traiterez, aux choix, **quatre sujets** parmi les six sujets indépendants proposés. Chaque sujet comptera pour 25% de la note finale de cette épreuve.

Vous rédigerez chaque sujet **sur des copies différentes**.

La concision et la clarté des réponses seront prises en compte.

SUJET N°1

1. Vous souhaitez établir la carte de restriction d'un chromosome linéaire de bactériophage. Pour cela, vous réalisez un marquage au ^{32}P radioactif des extrémités de l'ADN. L'ADN est ensuite traité et clivé par l'enzyme de restriction EcoR1. Ceci produit 5 fragments de tailles 2.9kb; 4.5kb; 6.2kb; 7.4kb et 8kb. Une autoradiographie montre que la radioactivité est associée aux fragments de 6.2kb et 8kb. L'enzyme HaeIII coupe ce même ADN en 3 fragments de 6.0kb; 10.1kb et 12.9kb. Dans ce cas, l'autoradiographie montre que la radioactivité est associée aux fragments de 6.0kb et 10.1kb. Lorsque l'ADN est digéré par les deux enzymes en même temps, les fragments obtenus mesurent 1.0kb; 2.0kb; 2.9kb; 3.5kb; 6.0kb; 6.2 kb; et 7.4kb.

Rappelez brièvement les définitions d'enzyme de restriction et de carte de restriction. Dessinez la carte de restriction de l'ADN par ces deux enzymes en y indiquant les positions relatives des sites de restriction et les distances.

2. Une sonde fluorescente a été préparée à partir d'un gène X de ce bactériophage. On souhaite connaître la localisation de ce gène X sur le chromosome. Les fragments d'ADN du bactériophage obtenus après digestion séparément par les deux enzymes de restriction, sont séparés sur un gel par électrophorèse. En utilisant la technique de southern blot, le gel est transféré sur une membrane. La membrane est alors hybridée avec la sonde fluorescente. La révélation montre que la sonde fluorescente a spécifiquement hybridée avec les fragments de 4.5kb et 10.1kb.

Dessinez la localisation du gène X sur votre carte de restriction. Quelle est la taille maximale du gène X.

3. L'enzyme de restriction EcoR1 coupe l'ADN au niveau de la séquence GAATTC et l'enzyme de restriction HaeIII le coupe au niveau de la séquence GGCC. Quelle est la fréquence moyenne d'apparition des sites de restriction de chacune de ces enzymes pour un ADN double brin?

SUJET N°2

Dans le problème ci-dessous, les chercheurs s'intéressent à la cause de l'apparition phénotype de pelage particulier chez les chiens de race Teckel.

En effet, des Teckels au pelage albinos sur la majeure partie du corps, nommés chiens Himalayan sont retrouvés dans une portée de chiots à partir d'un croisement d'une femelle Teckel Wild type (WT) au pelage noir commun, phénotype nommé black-and-tan et d'un père inconnu, mais probablement de phénotype WT au pelage noir donc (Figure 1).

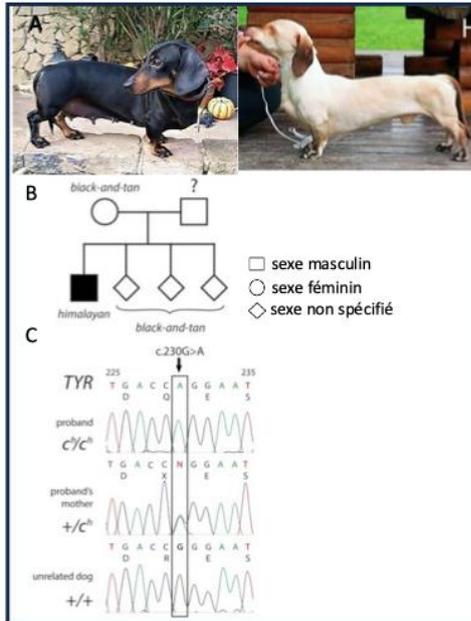


Figure 1 : Apparition du phénotype Himalayan. A : Représentation des deux phénotypes étudiés : Photos de gauche représente le phénotype de référence WT tandis que celle de droite représente le phénotype Himalayan. B : arbre généalogique représentant les phénotypes d'une famille de Teckel avec deux phénotypes analysés : WT (i.e. black-an-tan) et albinos (Himalaya). C : Chromatographie d'une petite portion du gène Tyrosinase (10nt au niveau de l'exon 1 du gène Tyr) du chiot Himalayan (i.e. proband), de sa mère (i.e. proband's mother) et d'un labrador (i.e. unrelated dog).

Question 1 : Décrivez l'arbre généalogique du phénotype Himalayan (figure 1B).

Question 2 : Sur la base de ce pedigree peut-on conclure qu'il s'agit d'une maladie génétique héréditaire ? Sinon, quels autres éléments faudrait-il connaître ?

Le gène tyrosine est connu chez les autres mammifères comme la souris, le chat, le lapin, comme étant impliqué dans la pigmentation du pelage, ainsi la recherche d'un variant allélique dans ce gène a été investigué chez les Teckels, en procédant à un séquençage par chromatographie chez le chiot au phénotype Himalayan et a été comparé à celui de la mère et d'un chien de référence, comme le labrador (i.e. unrelated dog) (Figure 1C).

Question 3 : Qu'est-ce qu'un variant allélique ?

Question 4 : Expliquez la technique de séquençage par chromatographie.

Question 5 : Décrivez les résultats de chromatographie de la figure 1. Que montre-t-il ?

Question 6 : En fonction de votre réponse quelle peut être la conséquence au niveau de la traduction du gène tyrosinase en fonction du génotype considéré ?

Question 7 : De quel type de mutations peut-il s'agir ?

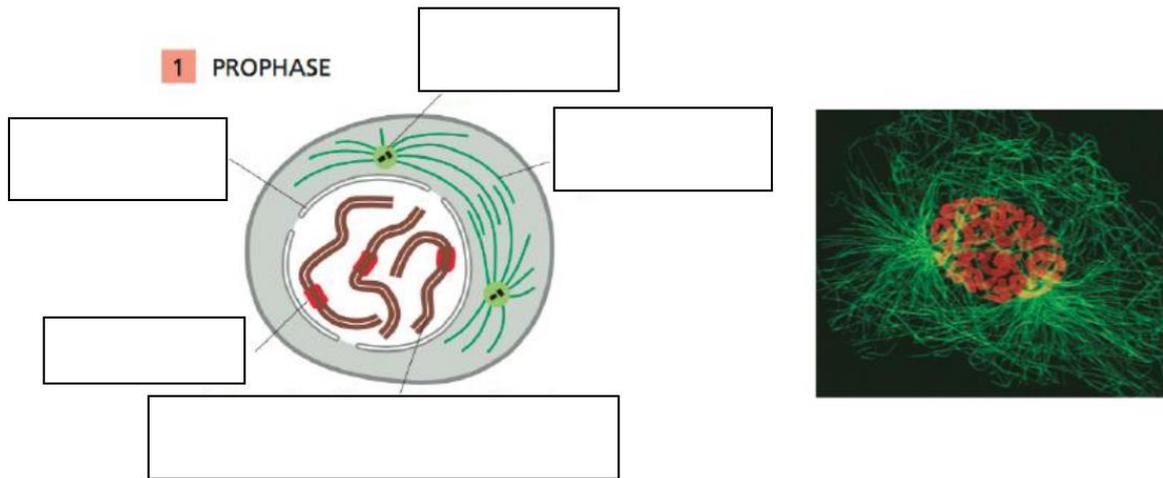
Question 8 : Quelles expériences en laboratoire feriez-vous pour prouver fonctionnellement que la mutation détectée par chromatographie est responsable du phénotype Himalayan ?

Question 9 : Comme vous l'avez certainement remarqué précédemment les extrémités du corps du chiot Himalaya montre une pigmentation plus foncée que le reste de son corps (figure 1A). A votre avis, qu'en est-il de l'activité de la protéine Tyrosinase dans ces parties du corps versus le reste du corps ?

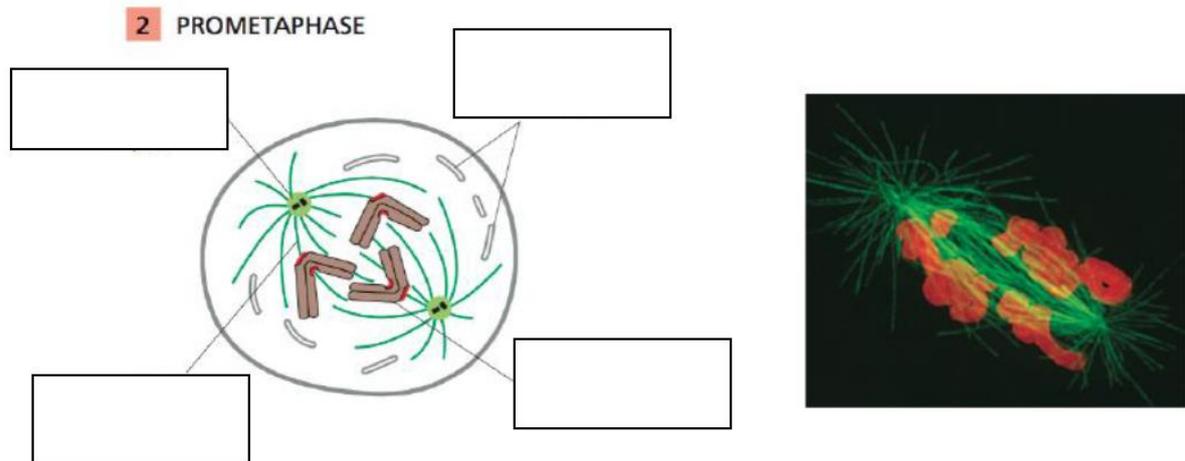
Question10 : De quel type de mutation s'agit-il ? Dans ce cas particulier, proposez un modèle pour expliquer l'expression différentielle de ce variant allélique chez ce Teckel au phénotype Himalaya

SUJET N°3

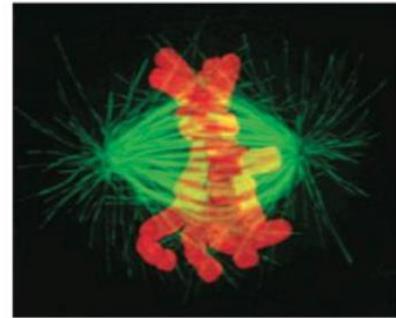
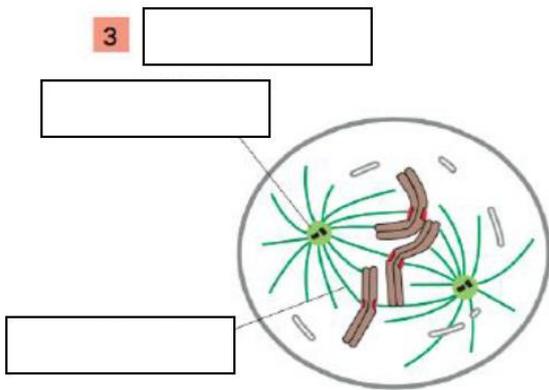
- 1- Quelles sont les étapes du cycle cellulaire ? Décrire ces étapes en quelques mots.
- 2- A quelle étape du cycle cellulaire correspondent les 6 phases ci-dessous ?
- 3- Complétez les schémas correspond aux 6 phases, et expliquez dans les cases commentaires les mécanismes qui ont lieu lors de chacune de ces phases.



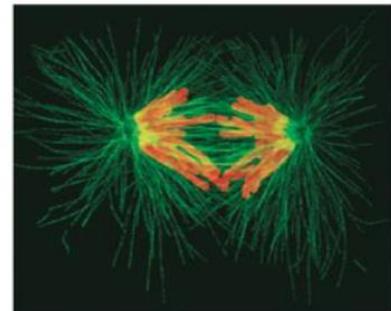
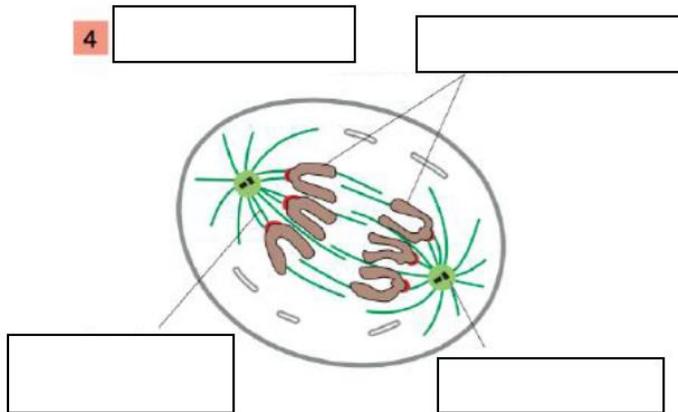
Commentaires:



Commentaires:

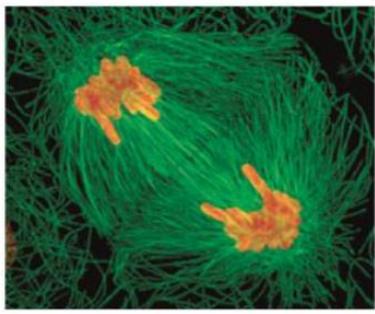
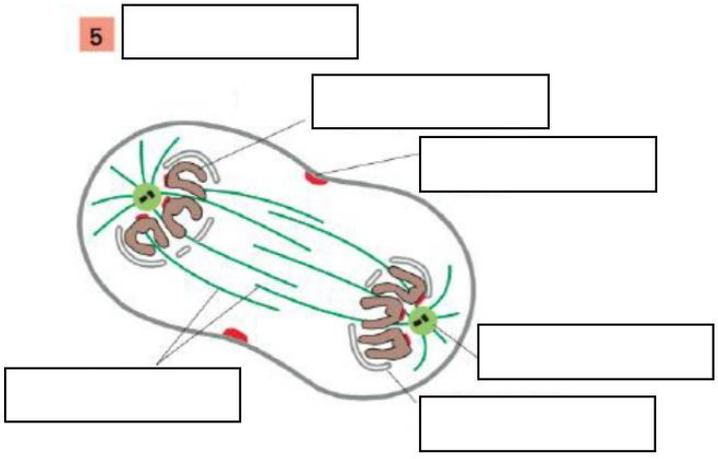


Commentaires:



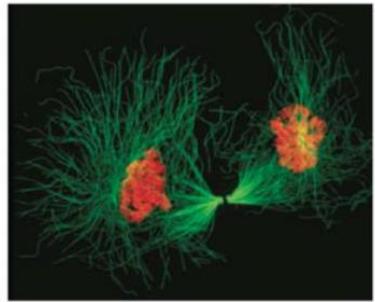
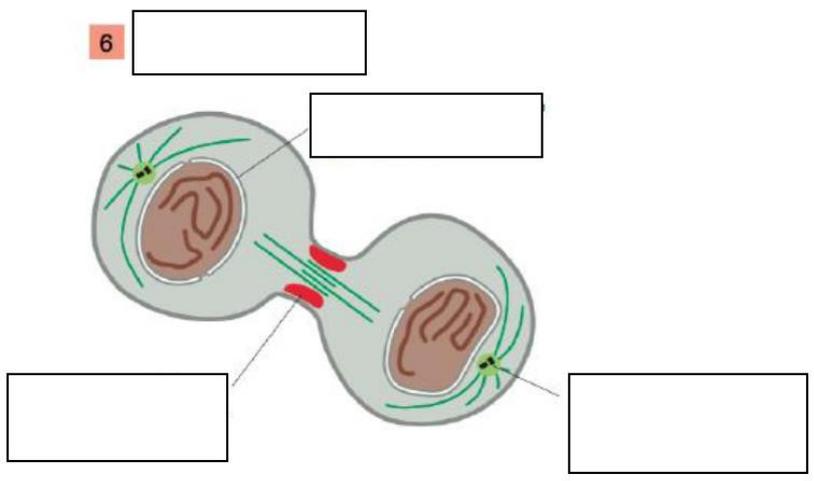
Commentaires:

5



Commentaires:

6

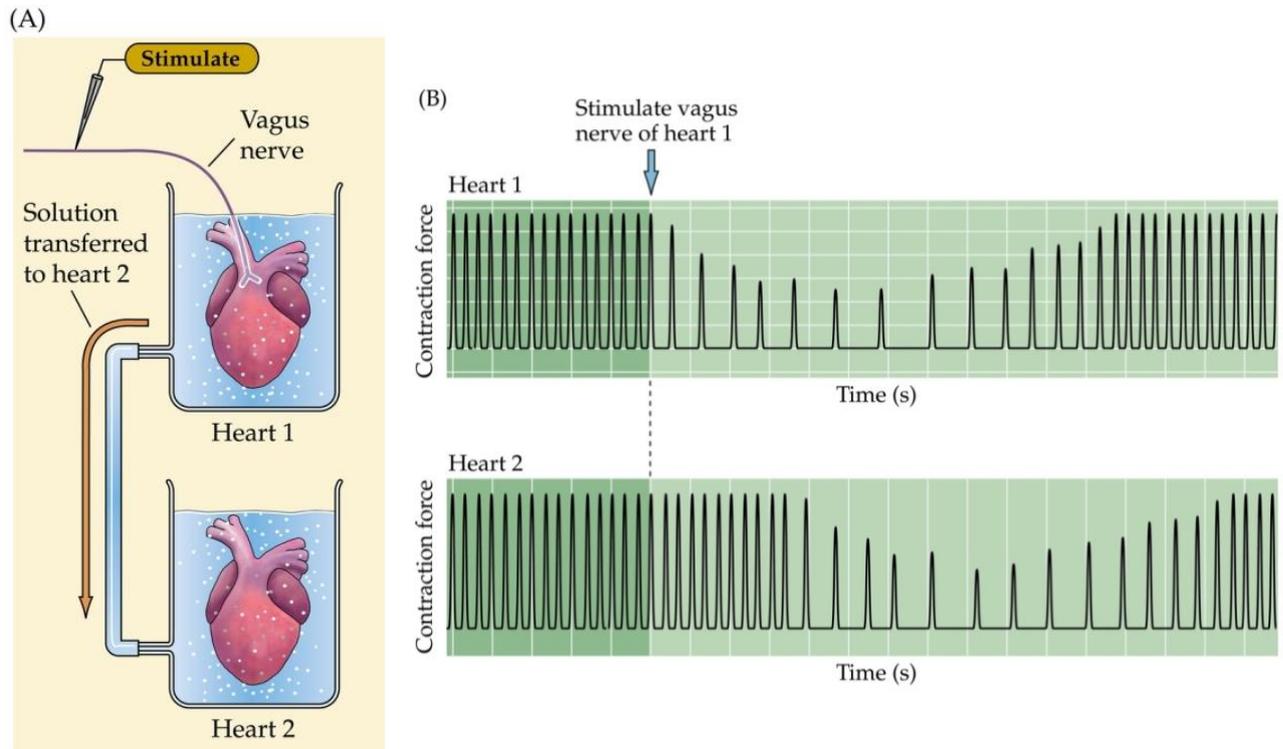


Commentaires:

SUJET N°4

A) Voici une représentation graphique de l'expérience d'Otto Loewi (1921).

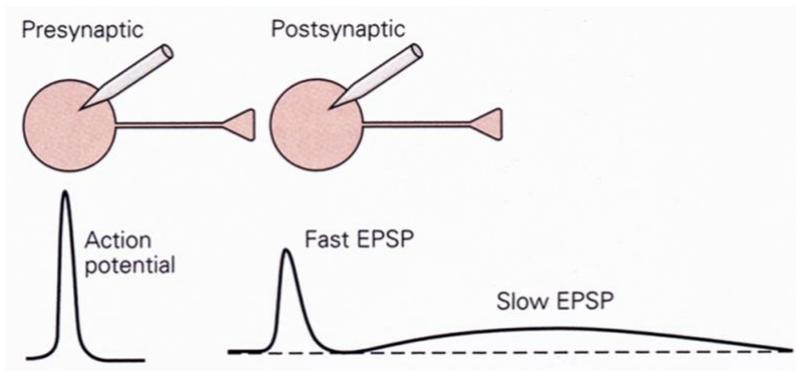
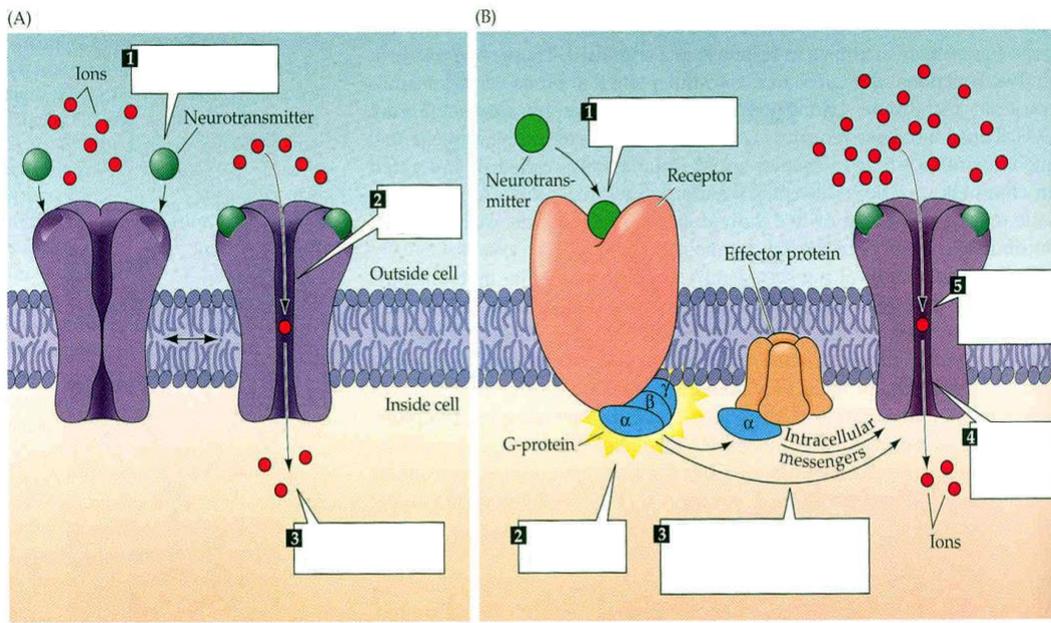
Deux cœurs de grenouille fraîchement disséqués sont maintenus dans des bocaux remplis de solution saline qui sont reliés.



Sur au moins un des deux cœurs, le nerf vague a été conservé et peut être stimulé électriquement.

- Décrivez les données.
- Avancez une explication du résultat.
- Pourquoi cette expérience (et les conclusions qui en ont été tirées) a été considérée importante (Prix Nobel de Médecine et Physiologie de 1936) ?
- Fort des connaissances (bien plus récentes) que vous possédez, décrivez au niveau moléculaire les événements qui sous-tendent le résultat observé

B) Les récepteurs aux neurotransmetteurs appartiennent à deux grandes familles, dites « ionotropique » et « métabotropique ».



- Comparez les deux familles en vous appuyant sur le schéma proposé
- Que peut-on dire sur l'aspect spatio-temporel de la signalisation lors de l'activation d'un type ou d'un autre de ces récepteurs ?
- Que peut-on dire sur la nature des ions représentés dans le schéma ?
- Essayez d'établir un lien avec l'expérience d'Otto Loewi.

SUJET N°5

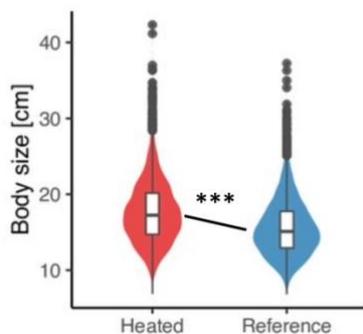


Effet du réchauffement sur la structuration en taille d'une population

Des chercheurs ont étudié deux populations de perches communes (*Perca fluviatilis*) vivant le long des côtes suédoises. Ces deux populations vivent dans deux zones proches, l'une dite de référence et l'autre à l'intérieure d'une baie dont l'eau est artificiellement chauffée depuis 23 ans par les eaux de refroidissement d'une centrale nucléaire.

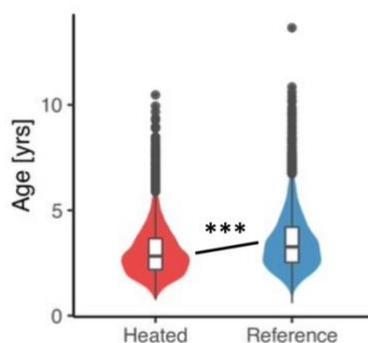
1a/ Comment les animaux régulent-ils leur température corporelle ?

1b/ Quel est l'effet d'une augmentation de la température de l'eau sur le développement des poissons ?



La figure à gauche représente la distribution en taille des deux populations étudiées. (NB :Les trois étoiles indiquent une différence moyenne statistiquement significative)

2/ Décrire les résultats et interpréter les à l'aide de vos connaissances



La deuxième figure présente la distribution de l'âge au sein des deux populations étudiées.

3a/ Décrire les résultats et interpréter les à l'aide de vos connaissances.

3b/ Quel autre caractère pourriez-vous mesurer pour comprendre le lien entre les résultats des deux figures ? Proposez un protocole.

4/ Conclure sur l'effet du réchauffement des eaux sur la structure des populations de perches. Que pensez-vous de leur effet sur la dynamique de ces populations ? Cela peut-il avoir des conséquences sur la stabilité de ces populations ?

SUJET N°6

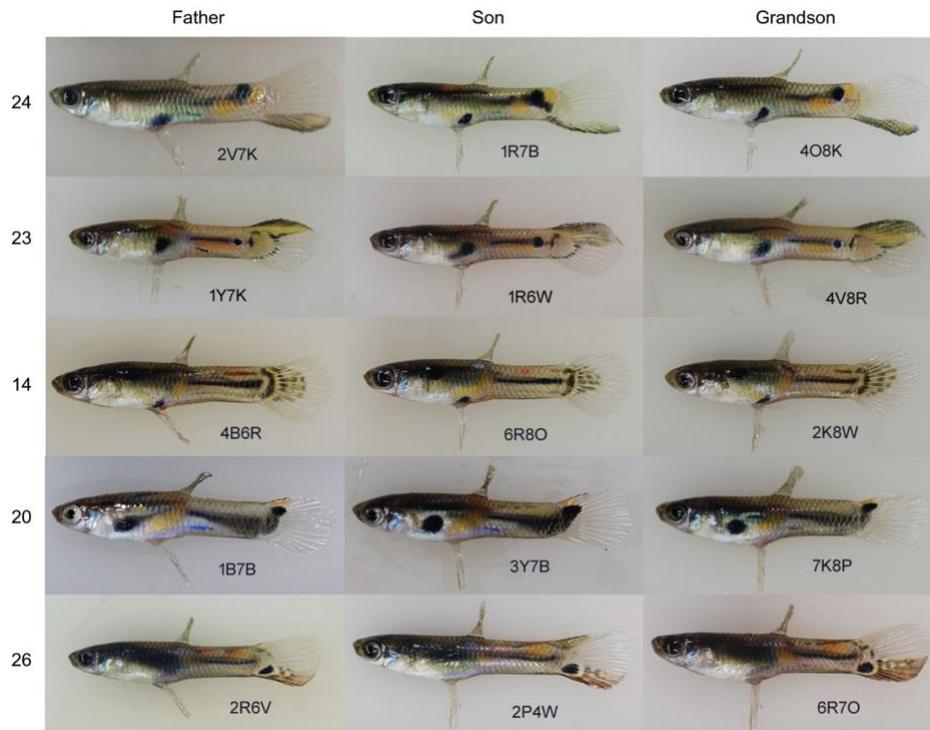
Sélection sexuelle fréquence-dépendante chez les guppys de Trinidad.

La sélection sexuelle est une pression de sélection qui s'opère lorsque les individus d'une même espèce sont en compétition pour l'accès à la reproduction, en général pour l'accouplement avec les individus du sexe opposé. Nous allons ici étudier un cas de sélection sexuelle chez le guppy de Trinidad (*Poecilia reticulata*), une espèce modèle en biologie de l'évolution et en écologie. On considère ici que dans cette espèce, les femelles choisissent les mâles avec lesquels elles s'accouplent en fonction de leur patron de coloration, un trait qui est donc soumis à la sélection sexuelle.

1/ Questions générales :

- Qu'est-ce que le dimorphisme sexuel ?
- Citez d'autres espèces et d'autres traits soumis à la sélection sexuelle.

2/ L'équipe du Professeur Reznick a étudié la transmission des patrons de coloration des guppys mâles au cours des générations dans plusieurs populations de guppys d'un réseau de cours d'eau vivant à Trinité-et-Tobago. Ils ont mis en évidence 27 patrons différents dans leur système d'étude dont quelques-uns sont représentés ci-dessous :



- Que pensez-vous de la diversité des patrons de coloration chez cette espèce ?
- Déduire de la figure dessus le mode de transmission des patrons de coloration chez cette espèce ?

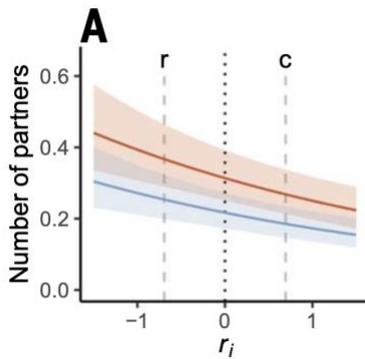
2/ La fréquence du patron de coloration 'i' au sein d'une population est calculée à l'aide de l'indice r_i (rarity index):

$$r_i = \ln\left(\frac{n_i}{N_p} P\right)$$

Avec n_i le nombre d'individus de la population présentant le patron i , N_p le nombre total d'individus dans la population et P le nombre total de patrons dans la population.

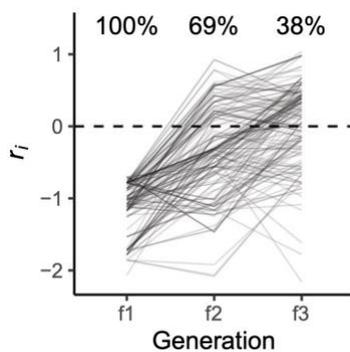
- Un patron de coloration avec une valeur r_i plus petite que 0 est-il fréquent ?
- Pourquoi multiplier le ratio n_i/N_p par la valeur P ?

3/ Les chercheurs ont ensuite étudié le nombre de partenaires de chaque mâle en fonction de la fréquence de son patron de reproduction ci-dessous (ignorer ici la courbe bleue)



- Interprétez ces résultats.
- Proposer une interprétation évolutive au choix de ces femelles.
- En utilisant la réponse à la question 2a, quel sera le patron de coloration des fils de ces femelles ? Pourquoi cela peut-il poser un problème ?

4/ Les chercheurs ont étudié le changement de l'indice de rareté d'un patron de coloration rare au cours des générations, représenté ci-dessous : (le pourcentage indique la proportion d'individus avec un indice $r_i < 0$)



- Interprétez cette figure et discutez de la durée d'un avantage fréquence-dépendant d'un patron de coloration au cours des générations.
- Quelle est la conséquence de ce type de sélection sexuelle sur la diversité des patrons de coloration de cette espèce ? Faire le lien avec votre réponse à la question 2a.
- Dans les exemples de traits soumis à la sélection sexuelle que vous connaissez, cela est-il toujours le cas ?