BCPST 2 Saint-Louis 2025-2026 **Devoir n°3**

Synthèse : Les interactions au cours de la reproduction sexuée

Biologie, épreuve de synthèse (3 heures) : définition officielle

L'épreuve de synthèse de biologie demande aux candidats de traiter le sujet proposé en formulant une problématique à laquelle ils répondent, en utilisant les connaissances pertinentes parmi celles acquises au cours de leurs années de formation.
Le jury attend donc non seulement une **maîtrise notionnelle fine**, mais également une **capacité de réflexion**, de **tri**, de **hiérarchisation** et **d'organisation logique** de ces connaissances, ainsi que des **compétences communicationnelles.**

Conseils aux candidats *(tirés de rapport biologie écrit épreuve de synthèse 2025)*

- **Introduction**

L'introduction permet aux candidats :

- de présenter le sujet en montrant qu'ils en ont cerné les notions clés, il est attendu des définitions des termes du sujet ainsi que de ses éventuelles limites ;
- d'énoncer une problématique claire et explicite, en ne se contentant pas d'une simple réécriture interrogative du sujet ;
- d'annoncer le plan qui permet de répondre à la problématique.

L'introduction (et a fortiori le contenu de la synthèse) peut être préparée au brouillon en recensant les notions par différentes méthodes complémentaires : un remue-méninges (brainstorming, noter les idées venant à l'esprit), un balayage du programme (noter les items des programmes de BCPST 1 et 2 en lien avec le sujet) puis un balayage des thématiques en s'interrogeant sur les disciplines du champ de la biologie (biochimie, génétique, physiologie, etc.), les échelles concernées (molécule, cellule, organisme, écosystème…), les groupes concernés ainsi que les fonctions impliquées.
Ce travail de recensement des notions s'effectue par un questionnement comprenant les interrogations suivantes : **qui ? (Molécules, cellules, êtres vivants…), quoi ? (Structures, processus, fonctions, etc.), où ? (Compartiment cellulaire, cellule, tissu, organe, milieu de vie…), quand ? (Durée, échelles de temps, limite dans le temps, période ou rythme, etc.), comment ? (Modalités, mécanismes, étapes…), quelles causes ? (Origine ou déterminisme, contrôle) et quelles conséquences ? (Importances biologiques).**
Au cours de ce questionnement, il est également important d'implémenter, lorsque ceci est pertinent, des concepts relatifs aux expériences historiques ou à des exemples concrets. En effet, le caractère démonstratif est primordial en sciences expérimentales.

- **Traitement de la problématique**

Pour problématiser, il est conseillé de relier les structures et les processus étudiés à leur(s) fonction(s). Un problème débute généralement par « comment » ou « quel(le)(s) ».

- **Plan**

Le plan doit mettre en lumière le raisonnement permettant de répondre au problème posé en amont. Plusieurs types de plans peuvent être choisis parmi lesquels, le plan classique (fondé sur la démarche scientifique avec mise en évidence, mécanismes et conséquences), le plan par fonctions, le plan comparatif, le plan par échelles, le plan chronologique ou encore le plan écologique (spécifique aux sujets traitant d'un milieu de vie ou écosystème).

- **Construction des paragraphes**

Présenter un ensemble homogène de notions dans un même paragraphe et ne pas hésiter à diviser les sous-parties si nécessaire. Bien penser aux transitions et aux connecteurs logiques entre les idées pour rendre fluide la lecture et ainsi montrer la pertinence du raisonnement répondant à la problématique.

- **Conclusion**

Pour synthétiser les paragraphes sans les réécrire, penser au fil conducteur qui a servi à amener ces derniers, avant même leur contenu, pour prendre du recul vis-à-vis du sujet. Quant à l'ouverture, elle doit s'appuyer sur un fait, une idée, parfois un détail traité dans le sujet pour mener à un sujet connexe. Le jury conseille également au candidat de veiller à garder du temps pour rédiger une conclusion permettant de mettre en avant une réflexion personnelle sur le sujet.

- **Argumentation scientifique**

Identifier les notions qui peuvent être étayées et donc argumentées en exploitant des expériences pratiquées ou étudiées durant les deux années de formation, par des observations réalisées, des modélisations. Choisir, parmi les concepts exposés, ceux qui sont à argumenter. Cela n'est pas à conduire systématiquement, le jury recherche un petit nombre de notions étayées de façon pertinente.

La méthode de synthèse : les incontournables

Définir les termes du sujet, **tous les termes** par des phrases simples
Comprendre la **logique du sujet** en analysant la tournure de la phrase… et les commentaires éventuels
Adapter l'utilisation des connaissances afin de répondre au sujet et à sa logique
Rédiger les titres en fonction du sujet, de sa logique (et non réciter les titres du cours)
Rédiger des **paragraphes explicatifs**.
Choisir les **illustrations** afin qu'elles **apportent des explications**.
Enrichir les illustrations par **des légendes fonctionnelles** et un **titre en rapport avec le sujet**.
Relire sa copie en **éliminant les fautes d'orthographe et de grammaire**.

Corrigé DS n°3

LES INTERACTIONS AU COURS DE LA REPRODUCTION SEXUEE

INTRODUCTION
I. LES INTERACTIONS DES ETRES VIVANTS AVEC LEUR ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE ET BIOTIQUE CONTROLANT LA REPRODUCTION SEXUEE
- A. Synchronisation de la reproduction avec les saisons en lien avec les paramètres biotiques et abotiques
  - 1. Chez les Angiospermes, photopériode et vernalisation induisent le virage floral
  - 2. Chez les Animaux, la photopériode et la température induisent l'activité des gonades
- B. Libération des structures de dispersion et de reproduction
  - 1. Variations d'hygrométrie chez les Embryophytes
  - 2. Signal chimique et libération des gamètes
  - 3. Chez les Animaux, une interaction intraspécifique peut agir sur la libération de l'ovocyte
- C. Interaction avec les paramètres physico-chimiques du milieu de vie
  - 1. Adaptations à la disponibilité en eau
  - 2. Adaptations à la disponibilité en vecteur de dispersion et de dissémination chez les Embryophytes

CONCLUSION PARTIELLE :
II. INTERACTIONS INTRASPECIFIQUES INTERVENANT DANS LA REALISATION DU CYCLE DE REPRODUCTION
- A. Interactions entre organismes complémentaires assurant le bouclage du cycle
- B. Interactions entre membres de la même espèce : sélection sexuelle
- C. Interactions bloquant l'autofécondation : allogamie
- D. Interactions trophiques et mécaniques favorisant la reproduction
  - 1. Avant la fécondation
  - 2. Après la fécondation

CONCLUSION PARTIELLE :
III. INTERACTIONS CELLULAIRES ET MOLECULAIRES A L'ORIGINE D'UN ZYGOTE
- A. Interaction entre cellules somatiques et germinales lors de la différenciation germinale
- B. Chimiotactisme et rapprochement des gamètes de la même espèce
- C. Interactions moléculaires permettant la fécondation intraspécifique
- D. Interactions moléculaires favorisant l'allogamie
- E. Interactions chromatidiennes et production de gamètes génotypiquement uniques

IV. INTERACTIONS A L'ORIGINE DE PROCESSUS EVOLUTIFS
- A. Interactions interspécifiques modifiant la valeur sélective : la selection naturelle
- B. Interactions abiotiques et spéciation
- C. Interactions interspécifiques et dérive génétique au sein d'un petit effectif
- D. Stratédies de reproduction r et K axées sur des interactions distinctes
- E. Interaction contrôlée par l'homme lors de la selection artificielle

CONCLUSION PARTIELLE :
CONCLUSION :

INTRODUCTION

Définition de la reproduction : phénomène conduisant à la production de nouveaux individus d'une espèce donnée par des individus parents.

Reproduction sexuée : la production de nouveaux individus est associée à des phénomènes de brassages qui conduisent à la production de descendants issus de la fécondation entre gamètes.
Définition d'interaction : action réciproque qu'exercent deux ou plusieurs systèmes (molécules, cellules, individus) les uns sur les autres.
Les processus de reproduction sexuée reposent à toutes leurs étapes sur de nombreuses interactions à toutes les échelles : entre cellules et molécules lors de la gamétogénèse, entre individus producteurs de ces gamètes, entre gamètes lors de la fécondation. La rencontre des gamètes est également favorisée par des interactions diversifiées, intraspécifiques ou interspécifiques avec des vecteurs biotiques.

Quelles interactions la reproduction sexuée met-elle en œuvre, chez les Métazoaires et les Angiospermes, et quelles en sont les conséquences à l'échelle des organismes, des populations, des espèces et des communautés ?

I. LES INTERACTIONS DES ETRES VIVANTS AVEC LEUR ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE ET BIOTIQUE CONTROLANT LA REPRODUCTION SEXUEE

A. Synchronisation de la reproduction avec les saisons en lien avec les paramètres biotiques et abotiques

1. Chez les Angiospermes, photopériode et vernalisation induisent le virage floral

Transformation du MAC en MAF sous l'effet de la photopériode ou vernalisation

2. Chez les Animaux, la photopériode et la température induisent l'activité des gonades

- Corrélation entre activité ovulatoire, comportement reproducteur et saisons

- Production continue de spermatozoïdes mais quantité variable selon les saisons

Mise en évidence exp : déplacement d'une population de Cerf de l'hémisphère Nord à l'hémisphère Sud
→ Décalage progressif de la saison de reproduction de 6 mois

➔ La reproduction du Cerf est influencée par les saisons
ex : cerf et photopériode

- Augmentation température et nutriments chez la Moule pour production des gamètes

B. Libération des structures de dispersion et de reproduction

1. Variations d'hygrométrie chez les Embryophytes

Ouverture des Anthères chez les angiospermes ou ouverture du sporange

2. Signal chimique

Chez la moule : libération des spz combinée à la libération de phéromones puis libération des ovules

3. Chez les Animaux, une interaction intraspécifique peut agir sur la libération de l'ovocyte

Cycle chez les femelles Mammifères (ovulation déclenchée)
Effet bélier ou coït déclenchant ovulation chez le lapin

C. Interaction avec les paramètres physico-chimiques du milieu de vie

1. Adaptations à la disponibilité en eau

- Fécondation interne chez les Mammifères, double fécondation chez Angiospermes
- Siphonogamie
- Internalisation des structures : Oogamie
- Milieu avec H_2O : nage des spermatozoïdes à zoidogamie chez Polypode

2. Adaptations à la disponibilité en vecteur de dispersion et de dissémination chez les Embryophytes

- Dispersion gamétophytes anémogame/zoogame
- Dispersion spore polypode par le vent
- Dissémination des graines : anémochore/zoochore

CONCLUSION PARTIELLE :

La reproduction sexuée est la plupart du temps dépendante des saisons : les variations de facteurs externes sont relayées par des facteurs internes (phytohormones chez les angiospermes ; hormones ou neurohormones chez les animaux). Cette dépendance aux saisons permet une synchronisation des émissions des structures reproductrices à l'origine de la diminution de l'aléa de rencontre de ces structures, elles-mêmes adaptées aux conditions environnementales.

Les êtres vivants sont donc en interactions avec leur environnement abiotique pour la réalisation de leur reproduction sexuée.

Quelles sont les modalités des interactions entre partenaires de la même espèce ?

II. INTERACTIONS INTRASPECIFIQUES INTERVENANT DANS LA REALISATION DU CYCLE DE REPRODUCTION

A. Interactions entre organismes complémentaires assurant le bouclage du cycle

- Interaction entre 2 générations produisant structures du cycle → sporophyte et gamétophyte
- Interaction entre app génitaux complémentaires → cycle progresse
- Interaction entre gamètes complémentaires mâle-femelle → production d'un nouvel individu
- Interactions trophiques entre deux générations (ex gamétophyte/sporophyte polypode/Angio - placenta Mammifères)

B. Interactions entre membres de la même espèce : sélection sexuelle

- Sélection intrasexuelle : ex des Cervidés
- Sélection intersexuelle : parade nuptiale, couleurs, chant… → signaux honnêtes

Un exemple de parade, tri des gamètes en fonction des caractères sexuels secondaires

- Femelle s'assure de la bonne santé du mâle (durée de la parade nuptiale).
- Femelle s'assure que l'individu est de la même espèce et du sexe opposé

➔ maintien de la population par sélection à l'échelle de l'organisme

C. Interactions bloquant l'autofécondation : allogamie

- Pollinisation allogame et structure des fleurs, présentation de la fleur de sauge ou fleurs brévistylées/longistylées
- Protandrie/protogynie
- Interaction permise par une complémentarité structurale
- Séparation des sexes dans l'espace : espèce dioïque Noisetier avec plante mâle et plante femelle ; espèce monoïque Maïs avec fleurs mâles et femelles

D. Interactions trophiques et mécaniques favorisant la reproduction

1. Avant la fécondation

- Tube pollinique et nutriments du sporophyte femelle.
- Flagelle et nutriments endomètre + contractions

2. Après la fécondation

Réserves dans ovocytes et graines → améliore viabilité descendants → le cycle progresse

CONCLUSION PARTIELLE :

La reproduction sexuée est intraspécifique.

Il existe un tri des gamètes, que ce soit lors des parades nuptiales qui visent à choisir le meilleur partenaire sexuel ou les incompatibilités végétales qui obligent une allo-pollinisation. Ces mécanismes permettent ainsi une allo-fécondation et donc une diversification génétique

Quels sont les interactions moléculaires, cellulaires qui empêchent la fusion de gamètes issus de deux espèces différentes et qui sont à l'origine de la diversification génotypique au sein d'une espèce ?

III. INTERACTIONS CELLULAIRES ET MOLECULAIRES A L'ORIGINE D'UN ZYGOTE

A. Interaction entre cellules somatiques et germinales lors de la différenciation germinale

- Embryophytes, emboîtement ovule-nucelle-gamétophyte femelle
- Animaux, association cellules somatiques et germinales (Leydig-Sertoli-spz ; cellules folliculaires-ovocyte)

B. Chimiotactisme et rapprochement des gamètes de la même espèce

- Embryophytes : gamètes nageurs, tube pollinique.
- Animaux : gamètes nageurs, spermatozoïdes proches ovocyte II

C. Interactions moléculaires permettant la fécondation intraspécifique

- Embryophytes : Reconnaissance spécifique et hydratation et guidage tube pollinique (vitronectine/intégrine tissu de transmission du style)
- Spz – Ovocyte : ZP3-R(ZP3) et Izumo-Juno

D. Interactions moléculaires favorisant l'allogamie

Mécanismes d'auto-incompatibilité Locus S des Angiospermes

E. Interactions chromatidiennes et production de gamètes génotypiquement uniques

- Méiose : brassage intrachromosomique et enzymes ; brassage interchromosomique et kinétochores + microtubules
- Fécondation et interaction entre génomes haploïdes → restauration ploïdie caractéristique espèce

CONCLUSION PARTIELLE :

La spécificité des interactions cellulaires et moléculaires est liée à des signaux de différentes natures émis entre cellules.
Ces interactions empêchent la fusion de gamètes issus de deux espèces différentes et sont à l'origine de la diversification génotypique au sein d'une espèce. Comment ces interactions peuvent-elles être à l'origine de processus évolutif (Sélection et spéciation) ?

IV. INTERACTIONS A L'ORIGINE DE PROCESSUS EVOLUTIFS

A. Interactions interspécifiques modifiant la valeur sélective : la selection naturelle

Interaction interspécifique mutualiste : coévolution par pression sélection d'une modification sur le partenaire

B. Interactions abiotiques et spéciation

Barrières physiques diminuant flux d'individus et flux génétiques entre individus → spéciation

C. Interactions interspécifiques et dérive génétique au sein d'un petit effectif

Action Homme... → effectif diminue → fréquences génotypiques varient → descendants possibles très modifiés

D. Stratédies de reproduction r et K axées sur des interactions distinctes

Explication des stratégies en lien avec interaction. Lien avec fitness et progression cycle

E. Interaction contrôlée par l'homme lors de la selection artificielle

Agronomie et reproduction sexuée : remplacement interaction sexuée par Homme (QTL, insémination)

CONCLUSION PARTIELLE :

La reproduction sexuée est un processus impliqué dans la dynamique évolutive.

CONCLUSION :

Bilan : les points clés

- Différentes échelles d'interaction : moléculaire, cellulaire, individus
- Spécificité de ces interactions liées à des signaux de différentes natures émis entre cellules, au sein des organismes et entre organismes et à leur récepteur.
- Interactions assurent la production contrôlée des gamètes, leur rapprochement et leur fusion au cours de la fécondation.
- Toutes ces interactions ont des conséquences sur la reproduction sexuée : diversité génétique obtenue, caractères sélectionnés et/ou déplacés intervenant dans certaines étapes.

La reproduction sexuée est donc un processus impliqué dans la dynamique évolutive.

Ouverture

- Maitrise de la procréation : contraception, PMA
- Maitrise de la production de fruits et de graines : pollinisation contrôlée (apport des pollinisateurs, pollinisation manuelle
- Autre type d'interaction impliquant une parasexualité chez les procaryotes : transferts horizontaux de gènes avec processus de conjugaison bactérienne