

SESSION 2020

**CAPES
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

COMPOSITION

Durée : 4 heures

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

- Le sujet est un **exercice de synthèse**. Il vous est demandé une **introduction** et une **conclusion**. Votre **plan structuré** doit apparaître de manière visible. Une attention particulière sera portée aux **illustrations**.

- L'exploitation des **documents 1 à 4** doit vous permettre de dégager des **éléments scientifiques** intéressants pour construire et argumenter **certains aspects** de votre exposé.

- **Les notions abordées par les documents ne suffisent pas à couvrir l'ensemble du sujet.**

Diversité des interactions au cours de la reproduction sexuée

En vous appuyant sur des exemples choisis chez les Métazoaires et les Angiospermes, vous montrerez la nature et le rôle des interactions intervenant dans la reproduction sexuée à différentes échelles.

Vous étudierez les événements allant de la gamétogenèse à la fécondation :

- vous développerez les interactions conduisant à la formation des gamètes et son contrôle ;
Limite : on ne développera pas les mécanismes moléculaires des divisions cellulaires.
- vous présenterez différentes modalités d'interactions favorisant le rapprochement des gamètes et montrerez leurs conséquences aux échelles des populations et des espèces ;
- vous explicitez les interactions moléculaires et cellulaires aboutissant à la fécondation et leur importance aux échelles des populations et des espèces.

Limite : on ne traitera pas de la parthénogenèse.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPES de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B E	1 6 0 0 F	1 0 1	0 4 3 0

► **Concours externe du CAFEP/CAPES de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B F	1 6 0 0 F	1 0 1	0 4 3 0

Document 1

Un aspect du contrôle de la spermatogenèse par les cellules de Sertoli chez le rat

Sources : Gérard *et al.* (1992) *Biochem Biophys Res Commun* **185**(1):154-6 ; Lie *et al.* (2011) *FASEB J.* **25**(4):1244-1253.

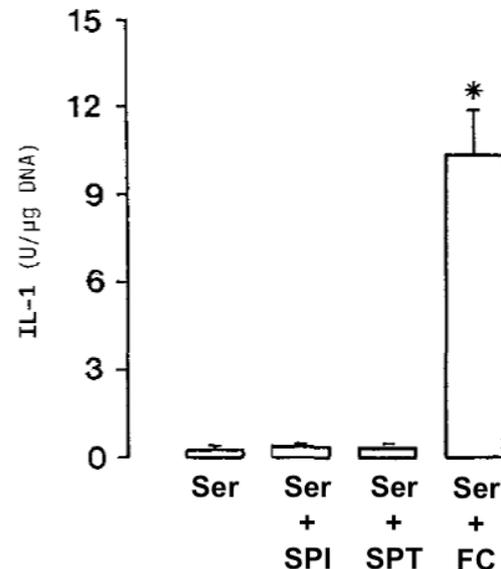
Document 1.A : Co-cultures cellules germinales/cellules de Sertoli et production d'interleukine-1 par les cellules de Sertoli

Effets de la co-culture *in vitro* de cellules de Sertoli (Ser) avec des spermatocytes I (Ser + SPI), ou de jeunes spermatides (Ser + SPT), ou de fragments cytoplasmiques émis par les spermatides lors de leur différenciation en spermatozoïdes (Ser + FC), sur la production d'Interleukine-1 (IL-1) par les cellules de Sertoli.

Ser : culture de cellules de Sertoli seules.

La quantité d'IL-1 est exprimée en unité par μg d'ADN de cellules de Sertoli ($\text{U}/\mu\text{g DNA}$).

Les valeurs représentent les moyennes de 3 expériences +/- l'erreur standard à la moyenne ($n=12$) ; * : $p < 0,001$.

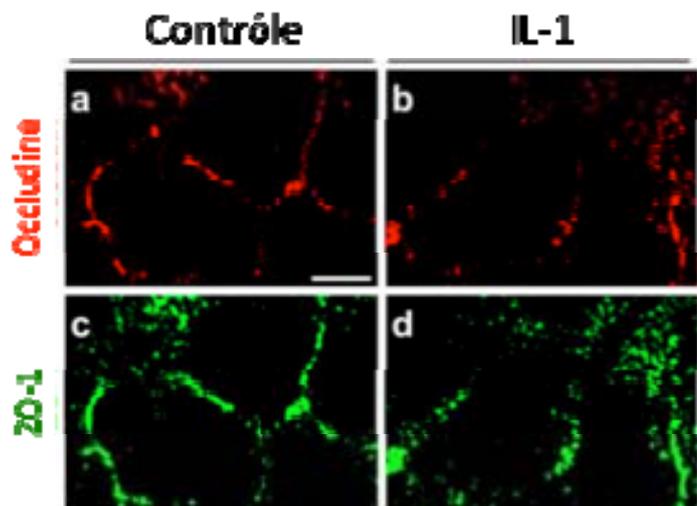


Chez les mammifères, les jonctions serrées entre cellules de Sertoli adjacentes, constituant la barrière hémato-testiculaire, jouent un rôle prépondérant dans le contrôle de la progression de la spermatogenèse au sein des tubes séminifères. La déstabilisation transitoire de la barrière hémato-testiculaire permet aux spermatocytes I, bloqués en début de prophase I, en amont de cette barrière, de progresser dans la méiose.

Document 1.B : Effets de l'interleukine-1 (IL-1) sur les protéines de la membrane des cellules de Sertoli constituant la barrière hémato-testiculaire au sein du tube séminifère de rat

Vue en coupe transversale des cellules de Sertoli constituant l'épithélium des tubes séminifères de mammifère.

Des cellules de Sertoli ont été traitées sans (contrôle) ou avec IL-1 (IL-1). Un jour après traitement, les cellules ont été immunomarquées avec des anticorps dirigés contre des protéines membranaires de jonctions serrées : l'occludine (rouge, a et b) et ZO-1 (vert, c et d). Les résultats sont représentatifs de 200 cellules analysées dans chaque condition au cours de 3 répétitions indépendantes de l'expérience.



Barre d'échelle = 8 μm .

Document 2

Les phéromones des papillons mâles du genre *Bicyclus*

Sources : Nieberding *et al.* (2008) *PLoS ONE* 3(7) :e2751 ; Bacquet *et al.* (2015) *Proceedings of Royal Society B* 282 :20142734.

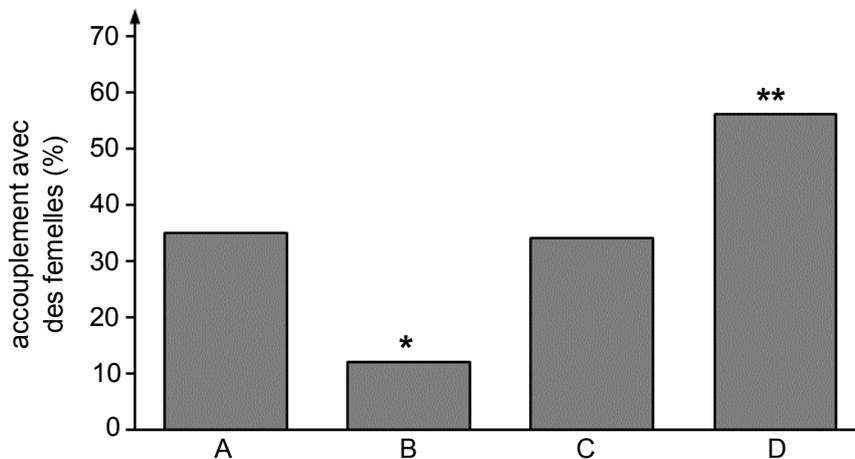
Les lépidoptères du genre *Bicyclus* constituent un ensemble de plus de 80 espèces vivant en Afrique sub-saharienne. Ils ont des morphologies très similaires. Peu de croisements entre espèces distinctes sont constatés dans la nature et en captivité.

Document 2.A : Mise en évidence du rôle des androconies des papillons mâles

Chez les papillons mâles de l'espèce *Bicyclus anynana*, plusieurs composés volatils (phéromones) produits par les androconies, des écailles particulières présentes sur les ailes, ont été identifiés et isolés.

Des individus mâles ayant subi différents traitements sont mis en contact avec des femelles vierges dans un environnement semi-naturel afin de pouvoir les recapturer et dénombrer les accouplements réussis. Le pourcentage d'accouplement réussi est présenté dans l'histogramme ci-dessous pour les conditions suivantes :

- mâles sans aucun traitement : **condition A**.
- mâles dont les androconies ont été recouvertes par du vernis : **condition B**.
- mâles dont une partie des ailes (hormis les androconies) a été recouverte par du vernis : **condition C**.
- mâles dont les androconies ont été recouvertes par du vernis puis dont les ailes ont été aspergées avec un mélange contenant les composés identifiés chez cette espèce (en quantité 10 fois supérieure à celle présente naturellement) : **condition D**.



astérisque(s) : différences statistiquement significatives entre les histogrammes.

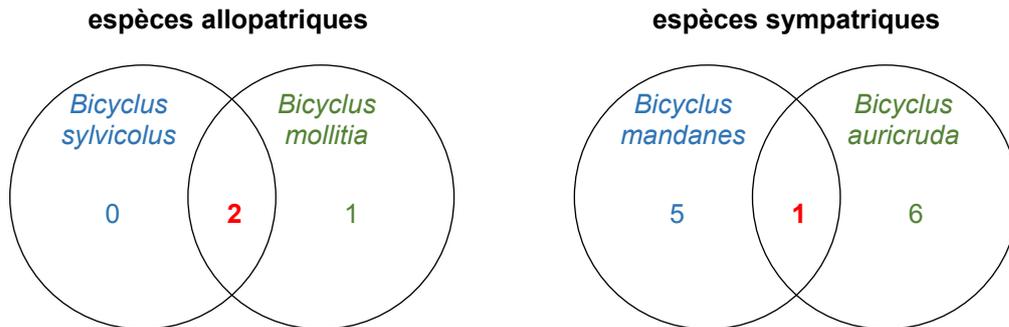
Document 2.B : Comparaison d'espèces de *Bicyclus*

Deux couples d'espèces sœurs de papillons *Bicyclus* sont étudiés :

- deux espèces vivant en **allopatrie** : *Bicyclus sylvicolus* et *Bicyclus mollitia*
- deux espèces vivant en **sympatrie** : *Bicyclus mandanes* et *Bicyclus auricruda*.

Pour chacune des espèces, le document présente, pour les individus mâles, le nombre de phéromones produites par les androconies.

Chaque cercle indique le nombre de phéromones mâles propres à chaque espèce ; la surface commune indique le nombre de phéromones identiques produites par les deux espèces comparées.



Document 3

Signaux floraux et pollinisateurs

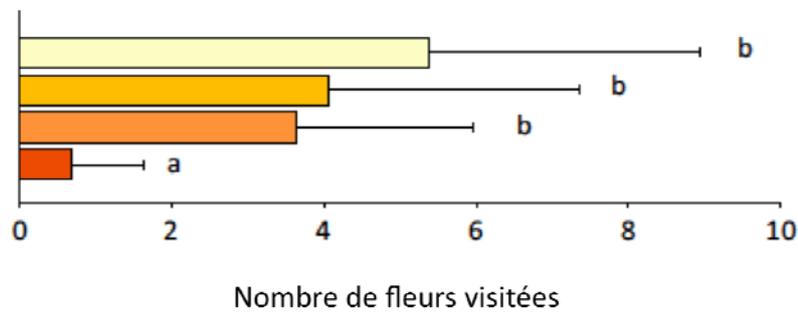
Sources : Lucas-Barbosa *et al.* (2016) *Fonctionnal Ecology*, **30** : 431-441.

Les fleurs de *Brassica nigra* visitées par des papillons *Pieris brassicae* sont comptées au cours d'une observation de 15 minutes. On compare des fleurs non pollinisées récentes et âgées, des fleurs non pollinisées sur des plants pollinisés et des fleurs pollinisées visitées. Les expériences ont été réalisées 24 heures après la pollinisation des fleurs.

Les résultats montrent les moyennes et les écarts-types. Des lettres différentes au-dessus des histogrammes indiquent que les résultats sont significativement différents.



- Jeunes fleurs non pollinisées
- Fleurs non pollinisées de plants pollinisés
- Fleurs âgées non pollinisées
- Fleurs pollinisées



Document 4

ZP3R, une protéine du spermatozoïde impliquée dans la fécondation

Sources : Bookbinder *et al.* (1995) *Science* **269** :86-89 ; Cohen and Wassarman (2001) *Int. J. Dev. Biol.* **45** :567-576 ; Buffone (2008) *Journal of Biological Chemistry* **283**(18) :12438-12445.

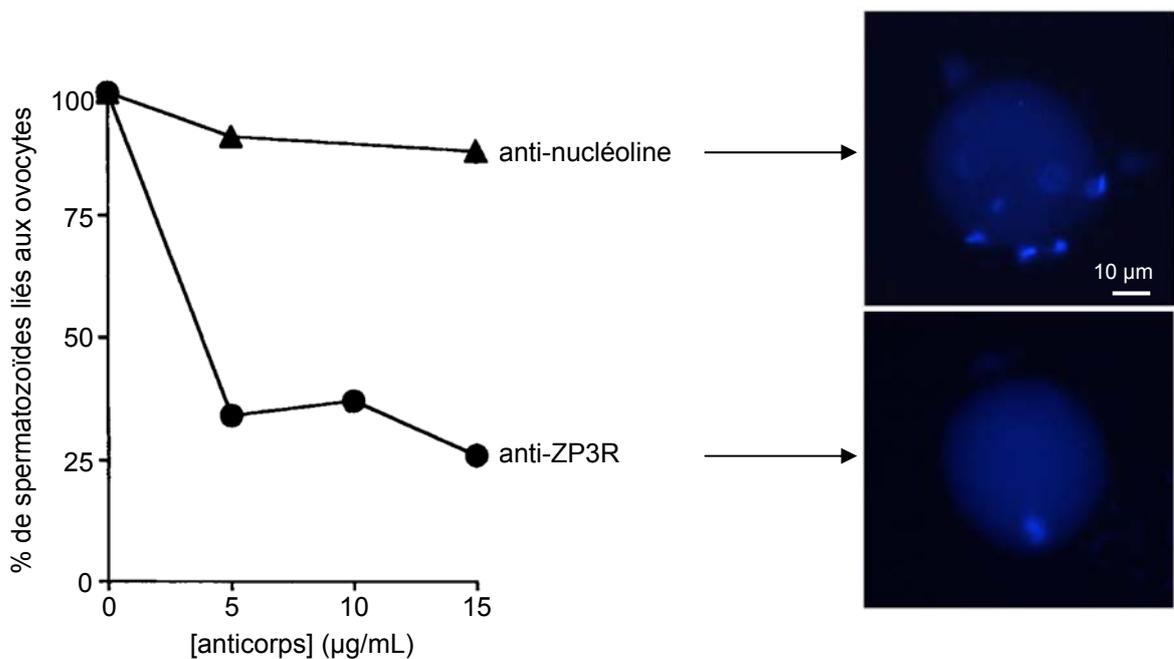
Chez les mammifères, l'ovocyte II est entouré d'un épais réseau extracellulaire formant la zone pellucide constituée par des glycoprotéines en particulier ZP1, ZP2 et ZP3. Une protéine exprimée dans l'acrosome des spermatozoïdes de souris (*Mus musculus*), appelée **ZP3R**, a été identifiée. Il a été montré que ZP3R interagit avec ZP3.

Document 4.A : Liaison des spermatozoïdes aux ovocytes

Des ovocytes II avec leur zone pellucide sont incubés avec des spermatozoïdes de souris en présence d'anticorps anti-ZP3R ou d'anticorps anti-nucléoline (une protéine témoin). Le pourcentage de spermatozoïdes liés aux ovocytes est évalué en fonction de la concentration en anticorps dans le milieu.

Un cliché représentatif de l'état de chaque ovocyte II est présenté pour les deux situations 3 heures après l'introduction des spermatozoïdes. Les cellules sont colorées par le DAPI, une molécule se liant à l'ADN et émettant une fluorescence bleue.

Chaque point représente la moyenne de trois expériences indépendantes. L'échelle est identique pour les deux clichés.



Document 4.B

Des ovocytes II de souris entourés de leur zone pellucide sont mis en présence de spermatozoïdes issus de différentes espèces. La liaison des spermatozoïdes est évaluée ainsi que la présence de la protéine ZP3R.

Espèce d'origine des spermatozoïdes	Liaison des spermatozoïdes aux ovocytes II de souris	Présence de ZP3R chez les spermatozoïdes
Souris	oui	oui
Hamster	oui	oui
Cochon d'Inde	non	non
Homme	non	non