

AGRÉGATION DE SCIENCES DE LA VIE – SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2025

TRAVAUX PRATIQUES DE CONTRE OPTION DU SECTEUR B
CANDIDATS DES SECTEURS A ET C

Durée totale : 2 heures

L'Abeille domestique

Ce TP est organisé en **trois parties indépendantes**. Certaines parties contiennent des manipulations, prévoyez donc votre **organisation en conséquence**. Un planning de passage est prévu pour les ateliers.

<u>PARTIE I : ORIGINE EVOLUTIVE ET RELATIONS INTERSPECIFIQUES D'APIS MELLIFERA (DUREE CONSEILLEE : 15 MINUTES)</u>	6
1.1. DETERMINATION DE QUELQUES ESPECES ET DE LEUR RELATION INTERSPECIFIQUE AVEC L'ABEILLE DOMESTIQUE	6
1.2 L'ABEILLE ET L'ACARIOSE	6
<u>PARTIE II : APIS MELLIFERA, UNE BUTINEUSE (DUREE CONSEILLEE : 1H30)</u>	6
2.1 POLLENS ET MODES DE POLLINISATION	6
2.2 COMPORTEMENT DE BUTINAGE D'APIS MELLIFERA.....	7
2.3 BUTINAGE ET DIVERSITE DE L'ECOSYSTEME.....	9
2.4 APIS MELLIFERA, UNE BUTINEUSE DE MIELLAT ET DE NECTAR	11
<u>PARTIE III : DETERMINISME DU SEXE CHEZ APIS MELLIFERA (DUREE CONSEILLEE : 15 MINUTES)</u>	13

L'évaluation de plusieurs manipulations et de leur exploitation sera réalisée pendant l'épreuve par un examinateur avec lequel il ne vous sera pas possible de communiquer oralement. La mention **« Appelez l'examineur pour évaluation »** vous invite ainsi à présenter sur votre paillasse vos croquis et autres analyses par écrit sur des feuilles blanches mises à votre disposition puis à appeler un examinateur.

Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet.

N'oubliez pas d'appeler les examinateurs lorsque cela est demandé.

**AVANT DE REMETTRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN
INDIQUÉ VOS NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES
DOCUMENTS.**

Vous devez rendre la totalité des feuilles du dossier.

Partie I : Origine évolutive et relations interspécifiques d'*Apis mellifera* (durée conseillée : 15 minutes)

1.1. Détermination de quelques espèces et de leur relation interspécifique avec l'Abeille domestique

- Complétez l'**annexe 1** à la fin du dossier. Vous **remplirez** le tableau le plus précisément possible en nommant les espèces fournies, en indiquant quelques critères permettant de les positionner dans l'arbre du vivant. Vous donnerez enfin le type de relation interspécifique le plus fréquent que les individus de ces espèces entretiennent avec *Apis mellifera*.

1.2 L'abeille et l'acariose

- Les abeilles domestiques sont parfois parasitées par un acarien (*Acarapis woodi*) qui se loge à l'intérieur des trachées thoraciques des individus. À l'aide d'une présentation judicieusement réalisée, déterminez si l'abeille dont vous disposez est infectée ou non par cet acarien.
Appelez l'examineur pour évaluation.
Il s'agissait ici de valoriser tout candidat ayant réalisé un montage de trachée thoracique judicieusement présentée et légendée.

Partie II : *Apis mellifera*, une butineuse (durée conseillée : 1h30)

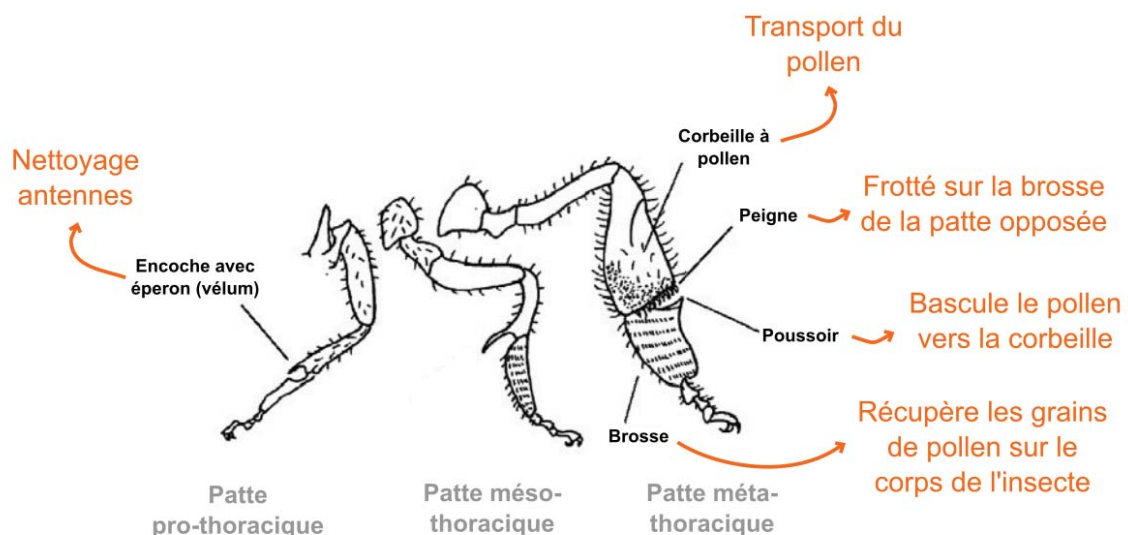
2.1 Pollens et modes de pollinisation

- Donnez, sans justification, la famille des plantes A, B et C.
Les plantes A et B étaient des Poacées et la plante C une Plantaginacée.
- **Réalisez** une dissection florale de la plante A en mettant en évidence les organes en lien avec la pollinisation. **Annotez** votre croquis de façon à éclairer votre démarche.
Appelez l'examineur pour évaluation.
Il était ici attendu que le candidat présente des adaptations anatomiques à l'anémogamie : fleurs « discrètes » à périanthe réduit facilitant l'exposition des pièces fertiles, absence de nectaire.
- **Comparez** les pollens (i) des plantes A, B et C d'une part et (ii) d'une des pelotes (P) de pollen prélevée sur une abeille d'autre part. **Mettez en relation** la différence des caractéristiques morphologiques des grains de pollen issus de la pelote et ceux des plantes A, B et C et les modes de pollinisation.
Les plantes A, B et C, à pollinisation anémogame, ont des grains de pollen globalement plus petits (plus fort rapport surface/volume) et moins ornementés que ceux de pelote, d'une plante donc entomogame.

- **Nommez** le processus évolutif ayant conduit aux similarités morphologiques entre les pollens des espèces A, B et C.
Il s'agit d'une homoplasie.

2.2 Comportement de butinage d'*Apis mellifera*

- **Justifiez** quel est le comportement de butinage de l'Abeille domestique à partir de l'analyse du contenu d'une pelote de pollen (P) fournie.
Les grains de pollen sont tous identiques : lors d'une sortie, une abeille butineuse ne visite qu'une seule espèce de plante.
- **Présentez**, selon la méthode de votre choix, les adaptations morphologiques au transport du pollen de l'Abeille domestique.
Appelez l'examineur pour évaluation.
Quelques adaptations :
 - au niveau des pattes :
 - **Patte postérieure avec :**
 - corbeille à pollen sur la face externe du tibia
 - brosse sur le premier article du tarse
 - **Patte antérieure avec une encoche permettant de broser les antennes**
 - **Au niveau des ailes :** des crochets sur l'aile postérieure (hamuli) permettant un couplage mécanique des ailes antérieure et postérieure qui augmente l'efficacité énergétique du vol



Patte antérieure



Patte postérieure



- En utilisant la vidéo fournie (**Atelier 2**) et le texte explicatif associé, **positionnez** aussi précisément que possible la source de nourriture sur la figure ci-dessous. Un chronomètre est fourni. Vous expliquerez sommairement votre raisonnement.

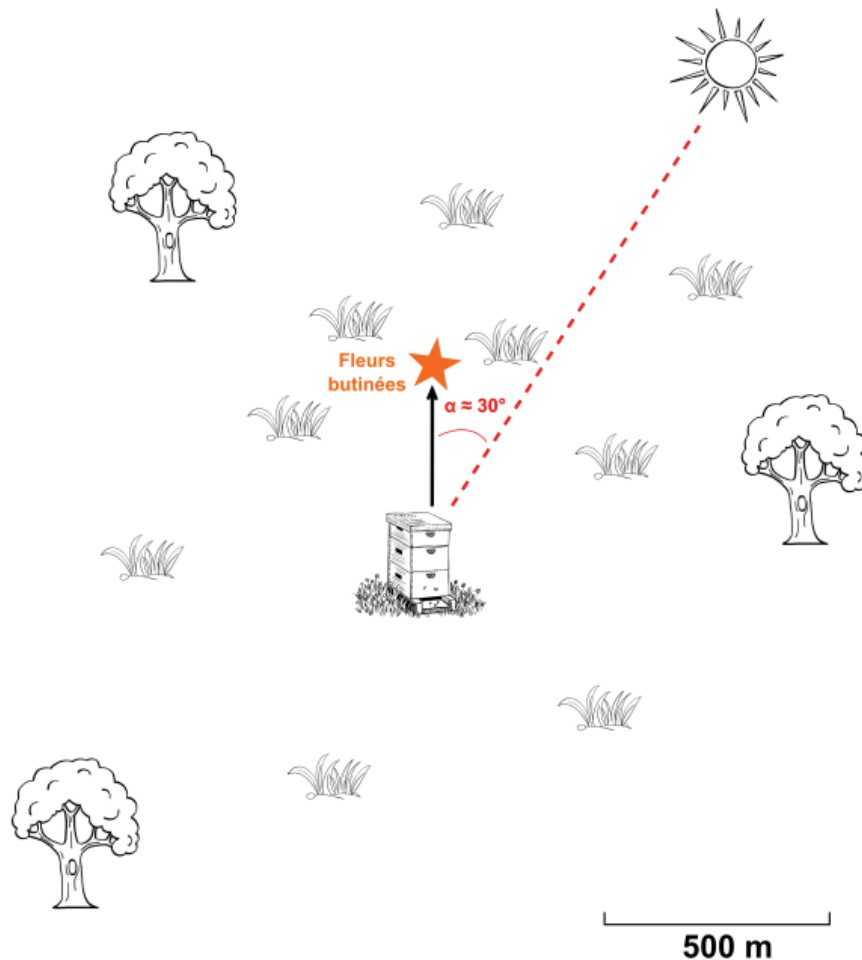
1 - La direction de la source de nourriture correspond à l'angle effectué lors du segment central en rouge :

- si la source de nourriture est dans la direction du soleil, l'abeille va se diriger verticalement de bas en haut de cette portion
- si la source se trouve à 30° à droite par rapport à la direction du soleil, le segment qu'elle décrira sera incliné de 30° à droite par rapport à la verticale, elle la parcourra de bas en haut.
- Si la source est à l'opposé du soleil, son trajet se fera alors de haut en bas.

2 – La distance de la source de nourriture correspond au temps pour effectuer ce segment central (1 seconde correspond à environ 1 km)

3 – La qualité de source de nourriture correspond à la fréquence des frétillements sur le segment central ainsi que la vitesse avec laquelle l'abeille revient par les segments latéraux

Dans l'extrait fourni, il y avait un angle d'environ 20-30° vers la gauche, avec une abeille allant de bas en haut, et remontant le long du segment central en environ 300 ms.



3.1 Butinage et diversité de l'écosystème

- **Justifiez** que l'étude du contenu pollinique du miel puisse être intéressante dans le cadre de l'étude de la biodiversité autour de la ruche. **Calculez** la surface médiane pouvant être parcourue par une abeille ainsi que la surface maximale.
On précise que la distance médiane de butinage est d'environ 1000 m, bien que des variabilités saisonnières existent. La distance maximale parcourue est en moyenne de 3000 m.

La surface d'un disque est donnée par $\pi \cdot R^2$.

La surface médiane est ici $S_{\text{med}} = \pi \cdot R_{\text{med}}^2 = 3,14 \cdot 1^2 = 3,14 \text{ km}^2$.

La surface maximale est ici $S_{\text{max}} = \pi \cdot R_{\text{max}}^2 = 3,14 \cdot 3^2 = 28,26 \text{ km}^2$.

- À partir d'une analyse du contenu pollinique des 2 miels M1 et M2 récoltés à la même date, **caractérisez** la biodiversité des deux écosystèmes en termes d'équitabilité et de richesse spécifique.

Le miel M1 contient 2 pollens différents en quantité équivalente (proportions d'environ 1/2 de chaque). Le miel M2 contient également 2 types de pollens, mais l'un d'eux est largement majoritaire (environ 3/4 vs. 1/4). On a donc une richesse spécifique équivalente mais une équitabilité différente. Celle-ci pouvait être calculée par l'indice de Shannon :

$$H = - \sum_i^s p_i \log_2(p_i)$$

$$H_{M1} = -1/2 \cdot \log_2(1/2) - 1/2 \cdot \log_2(1/2) = 1$$

$$H_{M2} = -3/4 \cdot \log_2(3/4) - 1/4 \cdot \log_2(1/4) = 0,8$$

Ou par l'indice de Simpson, également au programme :

$$D = 1 - \sum_i^s p_i^2$$

$$D_{M1} = 1 - (0,5^2 + 0,5^2) = 0,5$$

$$D_{M2} = 1 - (0,75^2 + 0,25^2) = 0,375$$

Quel que soit l'indice choisi par le candidat, l'équitabilité est plus forte pour le miel M1.

➤ **Critiquez** ce type d'étude.

Toute proposition pertinente était acceptée. Par exemple :

- Détermination de l'espèce pas toujours possible à partir du seul pollen
- L'abeille ne pollinise pas toutes les fleurs et a des préférences
- Toutes les espèces ne fleurissent pas au même moment
- On échantillonne indirectement seulement les espèces d'angiospermes entomogames
- ...

3.2 *Apis mellifera*, une butineuse de miellat et de nectar

- **Réalisez** la dissection de la fleur FL et **mettez en évidence** des structures impliquées dans l'interaction avec l'Abeille domestique. **Proposez**, en argumentant, un type de relation interspécifique entre FL et l'Abeille domestique.

Appelez l'examineur pour évaluation.

Il s'agissait ici de mettre en évidence :

- Les pétales colorés attirant l'insecte
- Les étamines à pédales qui assurent le dépôt du pollen sur le dos de l'insecte
- Les stigmates à l'entrée de la feuille au niveau desquels le pollen est déposé
- Le nectaire (lié à l'ovaire) produisant le nectar

La relation interspécifique ici impliquée est une relation mutualiste de type coopération : la fleur nourrit l'abeille et l'abeille assure la dispersion du pollen d'une fleur à l'autre.

Les Abeilles domestiques prélèvent également dans leur environnement un liquide sucré appelé "miellat" et excrété par certains insectes "piqueurs-suceurs".

- **Précisez** la nature du liquide sucré prélevé par ces insectes dans des aiguilles de pin.

Il s'agit de sève élaborée circulant dans le phloème.

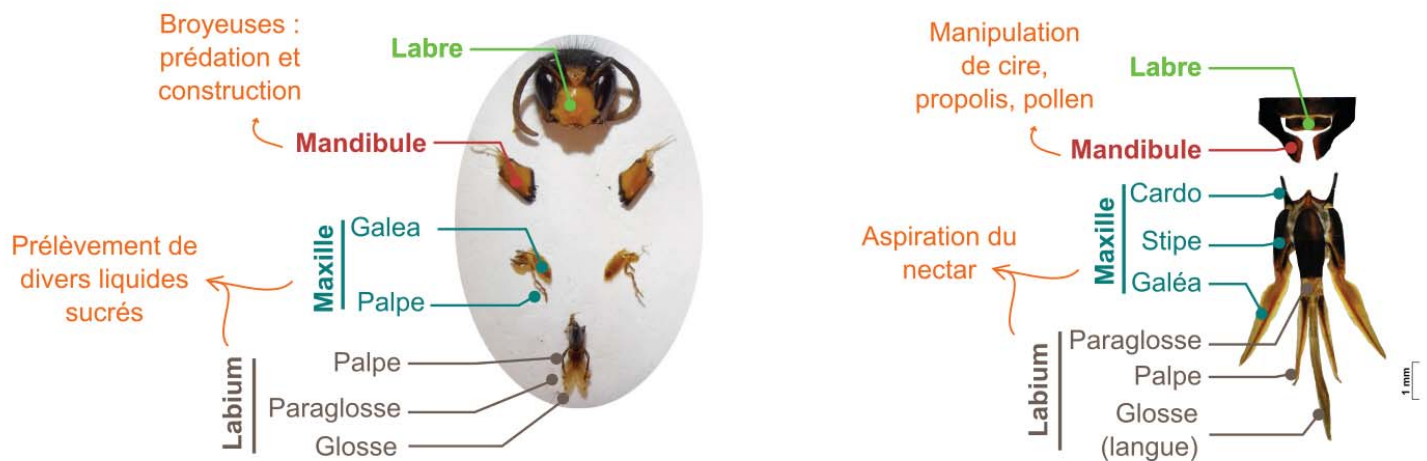
- À partir d'une coupe fine de la feuille FE fournie et d'une coloration au carmino-vert, **présentez** le tissu correspondant au lieu de prélèvement de ce liquide sucré.

Appelez l'examineur pour évaluation.

La coupe devait permettre la mise en évidence du phloème.

- **Annotez** le document ci-dessous en dégagant les relations « structure – fonction » des pièces buccales présentées (en bas celles d'un frelon asiatique *Vespa velutina nigrithorax* et en haut celles d'une abeille domestique). L'avant de l'animal est à gauche.
Source de l'image d'abeille : modifié d'après JJ Auclair.

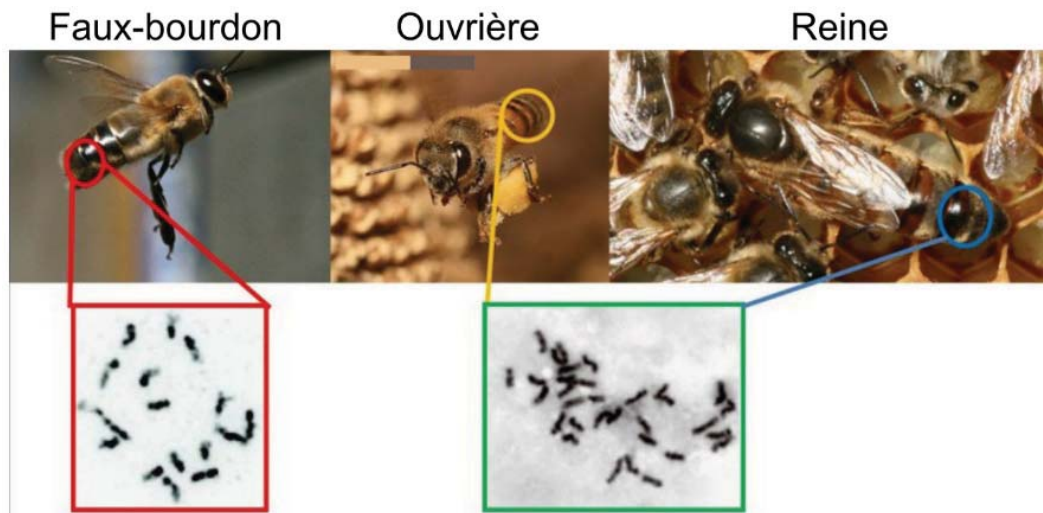
Les deux espèces ont des pièces buccales de type « broyeur-lécheur ».



- **Disséquez** les pièces buccales de l'abeille fournie.

Appelez l'examineur pour évaluation.

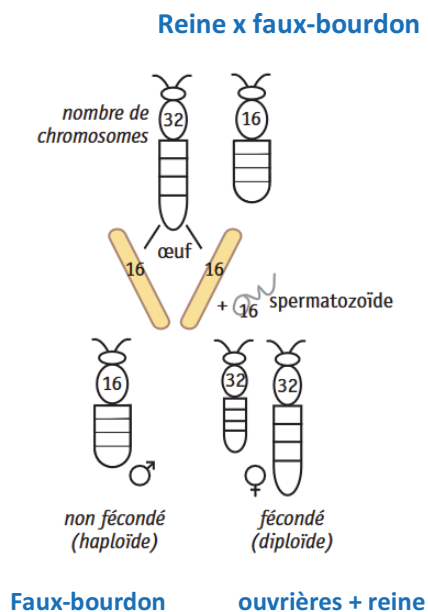
Partie III : Déterminisme du sexe chez *Apis mellifera* (durée conseillée : 15 minutes)



Document III-1.

Caryotypes de mâle (faux-bourdon) et femelles (ouvrière et reine). *D'après Accès ENS Lyon.*

- À partir du document III-1, **donnez** la formule chromosomique des types d'individus présents dans une colonie d'abeille.
Ouvrières et reine ont le même caryotype diploïde $2n = 32$
Mâles faux-bourçons haploïdes $n = 16$
- **Expliquez** l'origine de la diversité des caryotypes des individus d'une ruche.



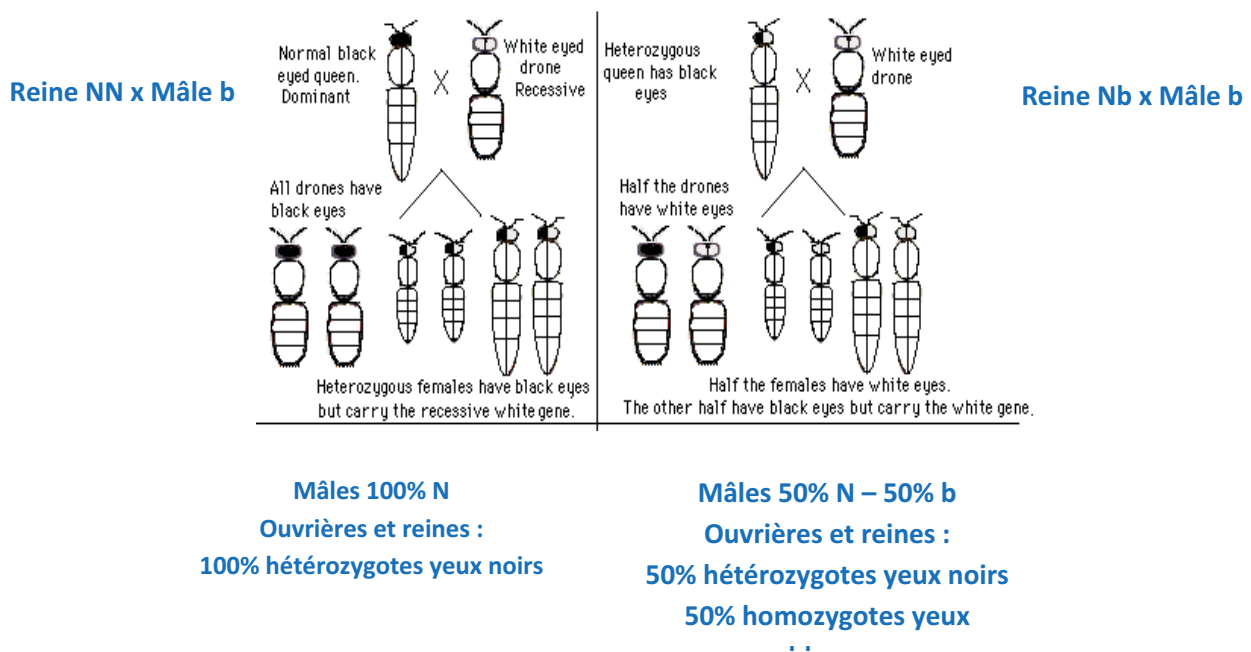
On trouve parfois, dans certaines colonies d'abeilles, des faux-bourçons aux yeux blancs (document III-2).



Document III-2.

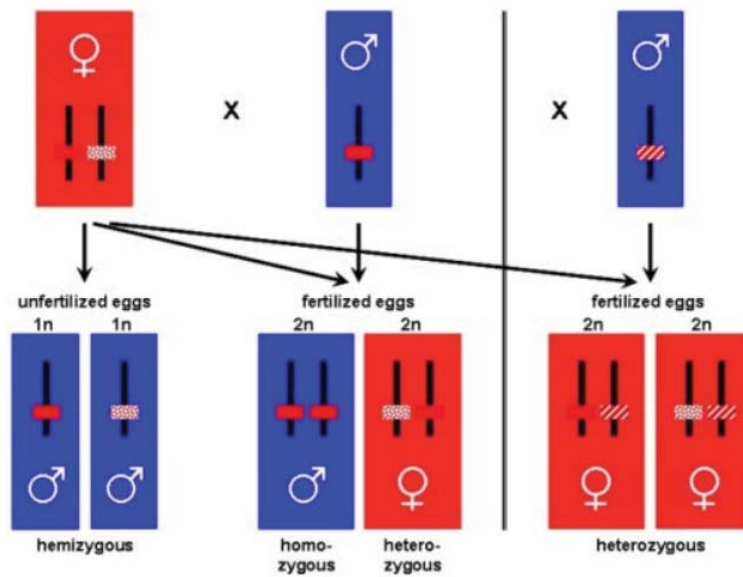
Faux-bourdon aux yeux blancs (flèche rouge). Source : Apistory.

- En considérant qu'un seul gène contrôle le caractère « couleur des yeux », et qu'il n'existe que deux allèles pour ce gène, **donnez** les conséquences de la fécondation d'une reine par un seul mâle présentant ce phénotype. On considérera les différents génotypes possibles de la reine et on supposera que l'allèle « noir » est dominant. Vous présenterez vos investigations en incluant des tableaux de croisement



Des études ont montré que le déterminisme du sexe chez les abeilles dépend d'un gène appelé CSD, très polymorphe. La possession d'un seul allèle de ce gène conduit à la formation d'un individu mâle, alors que tout embryon hétérozygote donnera un individu femelle. Enfin, un embryon homozygote donnera un mâle diploïde.

- **Expliquez** comment des mâles diploïdes peuvent apparaître dans une colonie et pour quelle raison cet événement est relativement rare sachant que l'on connaît aujourd'hui une centaine d'allèles du gène GSD.




D'après : Tanya Gempe et al. : [Sex determination in honeybees](#). Nature Education (2009)

Résultats d'accouplement d'une reine avec deux mâles possédant un allèle différent du gène CSD. L'un des mâles possède un allèle de CSD identique à l'un des allèles de la reine. Sur la ligne du bas, à gauche devenir d'ovules non fécondés de la reine, au centre et à droite, devenir d'ovules fécondés.

C'est le polymorphisme important du gène CSD qui limite la probabilité d'une homozygotie et donc des mâles diploïdes. On peut considérer en 1^{ère} approximation que lors de la fécondation, une reine hétérozygote aurait une chance sur 50 de féconder un ovocyte avec un spermatozoïde ayant le même allèle. Un œuf fécondé sur 50 serait donc un mâle diploïde.

ANNEXE 1

Ressource	Nom de l'espèce	Position systématique	Type de relation interspécifique la plus fréquemment réalisée avec l'Abeille domestique
	Frelon européen <i>Vespa crabro</i>	Insecte Hyménoptère Vespidé	Prédation
	Mante religieuse <i>Mantis religiosa</i>	Insecte Mantidae	Prédation
	Fausse teigne de la cire <i>Galleria mellonella</i>	Insecte Lépidoptère	Parasitisme
	Epeire diadème = Araignée des jardins ou Araignée porte-croix <i>Araneus diadematus</i>	Chélicérate Arachnide Aranéide	Prédation

	Varroa <i>Varroa destructor</i>	Chélicérate Acarien	Parasitisme
	Guêpier d'Europe <i>Merops apiaster</i>	Vertébré Aves = oiseaux	Prédation
Enregistrement audio n°1 Cf. ordre de passage Atelier 1	Mésange charbonnière <i>Parus major</i>		Prédation (occasionnelle, en hiver surtout)
Enregistrement audio n°2 Cf. ordre de passage Atelier 1	Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs</i>		Neutralisme

5.6 Epreuve de travaux pratiques de contre-option du secteur C : Sujet et commentaires