

## Éléments du programme abordés lors de l'atelier à Micropolis Programme de seconde BO spécial n°1 du 22 janvier 2019

### THEME 1 : LA TERRE, LA VIE ET L'ORGANISATION DU VIVANT

#### BIODIVERSITÉ, RÉSULTAT ET ÉTAPE DE L'ÉVOLUTION

##### Les échelles de la biodiversité

###### ► Connaissances :

La notion d'*espèce*, qui joue un grand rôle dans la description de la biodiversité observée, est un concept créé par l'être humain.

##### Communication intra-spécifique et sélection sexuelle

###### ► Connaissances :

La communication dans le monde vivant consiste en la transmission d'un message entre un organisme émetteur et un organisme récepteur pouvant modifier son comportement en réponse à ce message.

La communication s'inscrit dans le cadre d'une fonction biologique (nutrition, reproduction, défense, etc.). Il existe une grande diversité de modalités de communication (chimique, biochimique, sonore, visuelle, hormonale).

###### ► Notions fondamentales :

Communication, émetteur, récepteur, comportement, vie en société.

###### ► Objectifs :

On évoque la diversité des modalités de communication sans en décrire finement les mécanismes. On illustre d'autres éléments de sélection naturelle (sélection sexuelle).

###### ► Capacités :

Mettre en œuvre une stratégie d'étude d'un exemple de communication animale intra-spécifique (si possible en conditions réelles).

### THEME 2 : LES ENJEUX CONTEMPORAINS DE LA PLANÈTE

#### AGROSYSTEMES ET DEVELOPPEMENT DURABLE

##### Vers une gestion durable des agrosystèmes

► **Connaissances :**

Les agrosystèmes ont une incidence sur la qualité des sols et l'état général de l'environnement proche de façon plus ou moins importante selon les modèles agricoles.

L'un des enjeux environnementaux majeurs est la limitation de ces impacts.

► **Objectifs :**

Par la démarche scientifique, les élèves appréhendent une problématique liée à l'impact environnemental d'un agrosystème.

► **Capacités :**

Comprendre les mécanismes de production des connaissances scientifiques et les difficultés auxquelles elle est confrontée (complexité des systèmes, conflits d'intérêts, etc.).

### Activité de préparation de l'atelier mené à Micropolis

L'abeille, *Apis mellifera*, est une espèce pollinisatrice présente dans le monde entier qui joue un rôle clé dans les écosystèmes terrestres, notamment dans la reproduction de très nombreuses plantes à fleurs (les angiospermes).

L'Homme porte également un intérêt tout particulier à l'abeille mellifère car elle produit du miel, de la gelée royale, de la cire, de la propolis et elle récolte du pollen.

Cette espèce, aussi connue sous le nom « d'abeille domestique », est exploitée en agriculture depuis 7000 ans. Son nom vernaculaire laisse à penser qu'elle est uniquement élevée par l'Homme, cependant, elle est également capable de vivre à l'état sauvage.

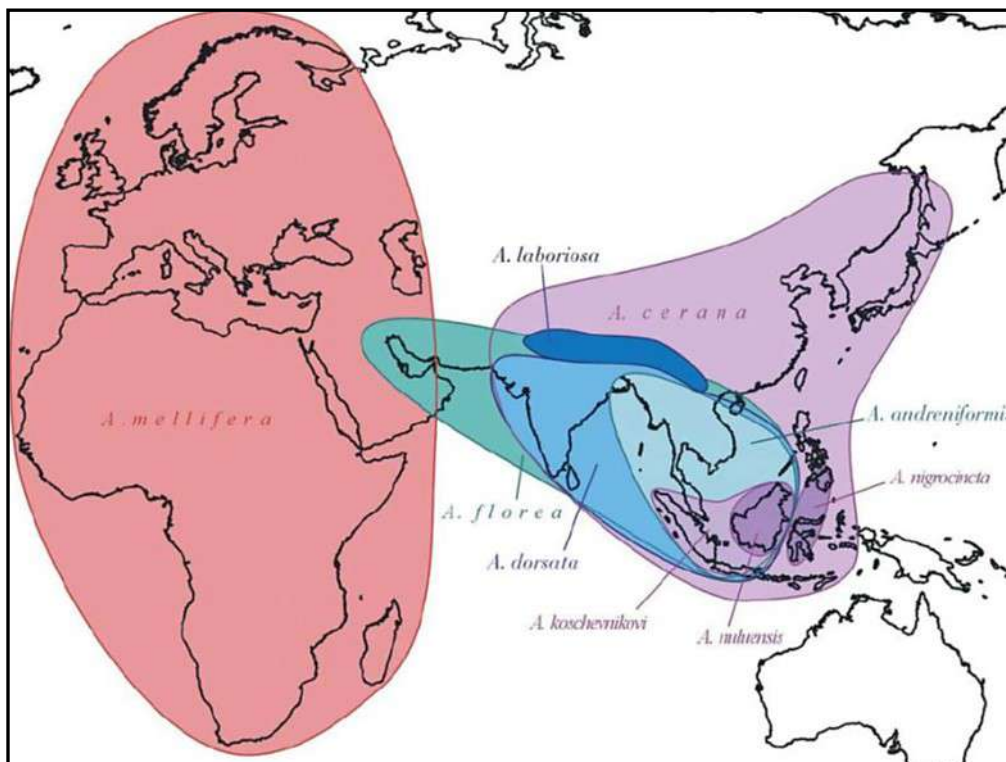
#### CONSIGNES :

1. À l'aide des documents ci-joint, déterminez quelle espèce d'abeille est présente en Europe, quelle est son origine et quelles conditions lui ont permis de fabriquer du miel ?
2. Pourquoi parle-t-on de 29 sous-espèces et non de 29 espèces d'*Apis mellifera* ?

### Document 1 :

#### Aires de répartition naturelle des espèces du genre *Apis* avant sa dissémination par l'être humain

Le genre *Apis* comprend plusieurs espèces d'abeilles sociales qui sont réparties sous des climats très différents. Au sein de ce genre, huit espèces ont une aire de répartition restreinte à l'Asie et en particulier à la zone sud-asiatique.



Carte de la répartition des espèces du genre *Apis*

Avant sa dissémination par l'être humain, l'espèce *Apis mellifera* présentait une aire de répartition naturelle plus large que les autres espèces, s'étendant jusqu'à l'Afrique subsaharienne, le Nord de l'Europe et l'Asie Centrale. Elle était présente dans des environnements très variés comme les oasis du désert Africain, les montagnes alpines, les dômes volcaniques Ethiopien, la bordure de la toundra, les forêts tropicales Africaines, ou encore les îles océaniques tempérées et tropicales.

### Document 2 :

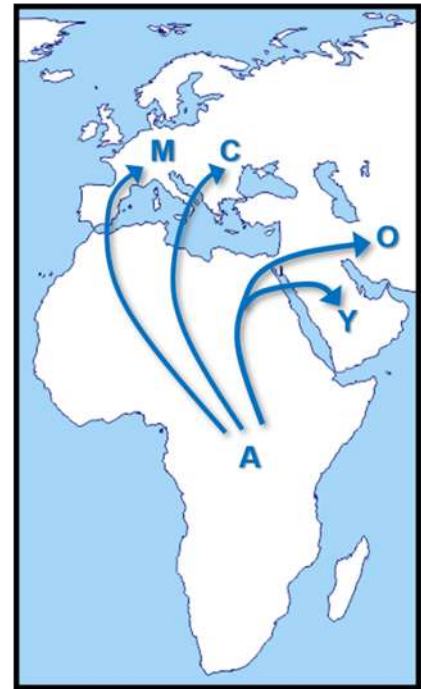
#### Origine des abeilles de l'espèce *Apis mellifera* selon une étude de 2006

En 1971, Wilson propose le scénario selon lequel *Apis mellifera* serait d'origine africaine et aurait par la suite colonisé l'Eurasie. Des études génétiques effectuées en 2006 par Whitfield et al. vont dans le sens de cette hypothèse, soutenant le fait qu'une radiation d'*Apis mellifera* aurait effectivement commencé en Afrique et, qu'elle aurait ensuite colonisé en deux ou trois vagues indépendantes l'Europe et l'Asie à partir de son point d'origine.

Les populations\* auraient migré vers l'Europe de l'Ouest en empruntant le détroit de Gibraltar et vers l'Asie au travers des terres du Moyen-Orient.

D'autres hypothèses ont vu le jour plus récemment mais semblent toutes s'orienter vers une origine africaine ou du sud du Moyen-Orient.

La différenciation des populations et la diversification de l'espèce s'est déroulée en Europe et en Afrique dans une mosaïque d'habitats. Les populations étaient confrontées à des conditions environnementales variées comme le relief, la composition floristique, la prédation, ou encore le climat.



Carte de l'origine africaine d'*Apis mellifera*

L'abeille *Apis mellifera* était initialement présente en Afrique centrale, où règne un milieu tropical avec des saisons très peu marquées. En revanche, en milieu tempéré, elle est confrontée à des changements de saison et à des variations cycliques des ressources. En réponse à différentes pressions de sélection naturelle, *Apis mellifera* aurait développé une grande variabilité des traits d'histoire de vie (taille à la naissance, comportement, ...) menant à certaines stratégies comme celle de fabrication et d'accumulation de miel pour survivre pendant l'hiver.

Ces capacités de production ont pu être identifiées et exploitées par l'être humain puis par la suite, ces colonies productrices de miel ont été exportées vers les autres continents. Avec les transports humains, cette espèce a été introduite et s'est établie sur l'ensemble du continent américain (nord, centre et sud) mais aussi en Océanie il y a 150 ans.

Suite à son introduction par l'être humain dans de nombreux milieux, *Apis mellifera* possède aujourd'hui une aire de répartition subcosmopolite\*\* où seuls les déserts chauds et froids sont trop inhospitaliers pour être colonisés.

#### Vocabulaire :

\* Ensemble des individus d'une même espèce vivants dans une zone géographique donnée.

\*\* « presque cosmopolite », se dit d'une espèce dont l'aire de répartition s'étend sur plusieurs continents.

### Document 3 :

#### Les lignées évolutives et les sous-espèces d'*Apis mellifera*

La biodiversité de l'abeille domestique *Apis mellifera* en Afrique, en Europe et au Moyen Orient s'est mise en place sous l'influence de nombreux facteurs notamment la température ou l'alternance des saisons.

À ce jour, 29 sous-espèces ont été identifiées et décrites sur la base de caractères morphologiques, comportementaux, écologiques et de distributions géographiques.

Ces sous-espèces peuvent se reproduire entre elles car les divergences génétiques, morphologiques et comportementales ne sont pas suffisamment importantes pour constituer des barrières reproductives (ex : morphologie, appareil sexuel, période de reproduction, attraction, ...).

Elles ont été regroupées sous cinq lignées évolutives : la lignée A (Africaine), la lignée C (Nord-Méditerranéenne), la lignée M (Ouest-européenne), la lignée O (Orientale) et la lignée Y



Carte des lignées évolutives d'*Apis mellifera*

Ces lignées ont d'abord été définies sur la base de caractères morphologiques puis ont été confirmées par des études génétiques utilisant l'ADN mitochondrial.

La lignée africaine détient plus de la moitié des sous-espèces d'*Apis mellifera*, distribuées sur l'ensemble du continent africain. La séparation nette entre les branches évolutives M et A au niveau de la Péninsule Ibérique indique que les populations d'*Apis mellifera* d'Afrique du Nord et d'Europe de l'Ouest auraient évolué indépendamment les unes des autres.

L'évolution d'*Apis mellifera* en Afrique et en Europe peut être expliquée par les glaciations quaternaires qui ont provoqué l'isolement et la divergence de certaines populations. Certains groupes de populations côtières ont migré vers les îles proches comme Madagascar et ont réussi à s'établir.

Pour aller plus loin...

### L'impact des insecticides néonicotinoïdes sur les Apidae (abeilles et bourdons)

Vous êtes des reporters pour le journal local, la mortalité des abeilles est un sujet d'actualité, votre rédacteur en chef vous demande donc d'écrire un article sur le sujet.

Notre région étant fortement agricole, vous décidez de vous intéresser à l'impact des insecticides, notamment des néonicotinoïdes, sur le groupe des Apidae dont font partie les abeilles domestiques *Apis mellifera*.

#### CONSIGNE :

À l'aide des documents ci-joint, écrivez un article mettant en avant l'action des insecticides néonicotinoïdes sur les Apidae.

**Document 1 :**  
**Déclaration de Jose Tarazona membre de l'EFSA**  
**(Autorité Européenne de Sécurité des Aliments) le 28 février 2018**

La plupart des pesticides néonicotinoïdes présentent un risque pour les abeilles sauvages et pour les abeilles domestiques, selon les évaluations publiées aujourd'hui par l'EFSA.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments a mis à jour son évaluation des risques associés à trois pesticides néonicotinoïdes : la clothianidine, l'imidaclopride et le thiaméthoxame, actuellement soumis à des restrictions dans l'UE en raison de la menace qu'ils représentent pour les abeilles.

Dans le cadre de ces nouveaux travaux d'évaluation, qui couvrent cette fois-ci les bourdons, les abeilles solitaires et les abeilles domestiques mellifères, l'unité « Pesticides » de l'EFSA a organisé une vaste collecte de données et a procédé à une revue systématique de la littérature, de façon à recueillir toutes les preuves scientifiques publiées depuis les évaluations précédentes.

Jose Tarazona, chef de l'unité « Pesticides » à l'EFSA, a déclaré en parlant de ces nouveaux travaux sur les néonicotinoïdes :

« La disponibilité d'une quantité considérable de données et l'application des dispositions prévues dans notre document d'orientation nous ont permis de tirer des conclusions très détaillées. Elles sont variables, en raison de facteurs tels que l'espèce d'abeille, l'utilisation prévue du pesticide et la voie d'exposition. Certains risques faibles ont été identifiés mais, dans l'ensemble, le risque évalué pour les bourdons, les abeilles solitaires et les abeilles domestiques est confirmé. »



### Document 2 :

#### Etude de David Goulson, professeur de biologie à l'université britannique de Sussex

David Goulson, de l'université de Sussex, s'est intéressé aux effets de l'imidaclopride (insecticide néonicotinoïde) sur des bourdons terrestres, *Bombus terrestris*.

Son équipe a exposé trois lots (chacun étant composé de 25 colonies) soit : à une substance placebo, à une faible ou à une forte concentration en insecticides (6 et 12 µg par kg de pollen) durant 14 jours.

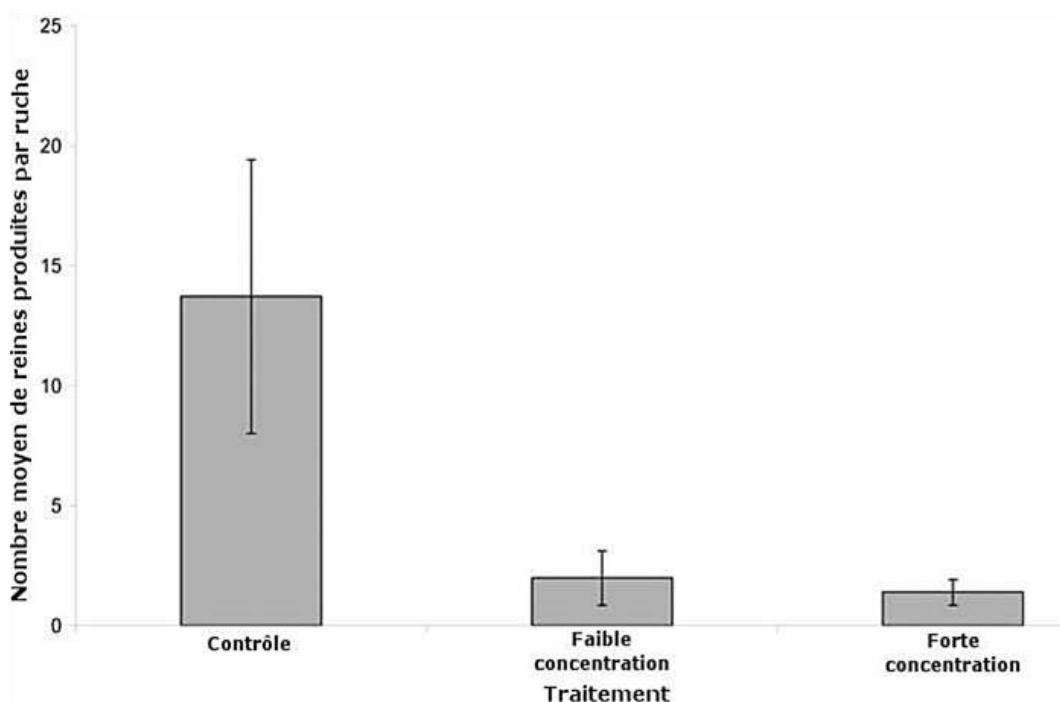
Les 75 colonies ont ensuite été replacées à l'extérieur et suivies pendant six semaines supplémentaires.

La croissance des populations de bourdons a baissé de respectivement 8 et 12 % pour les spécimens exposés aux faibles ou aux fortes concentrations.

Par ailleurs, un plus grand nombre de cellules vides ont été observées (la différence par rapport à une colonie saine est de minimum 19 %) ; il y a donc moins de larves en formation.

L'exposition à l'insecticide a eu une troisième conséquence sur le nombre de naissances de nouvelles reines (voir graphique ci-dessous).

Or, les bourdons ont un cycle de vie annuel. Seules les jeunes reines peuvent survivre à l'hiver et former de nouvelles colonies au printemps suivant.

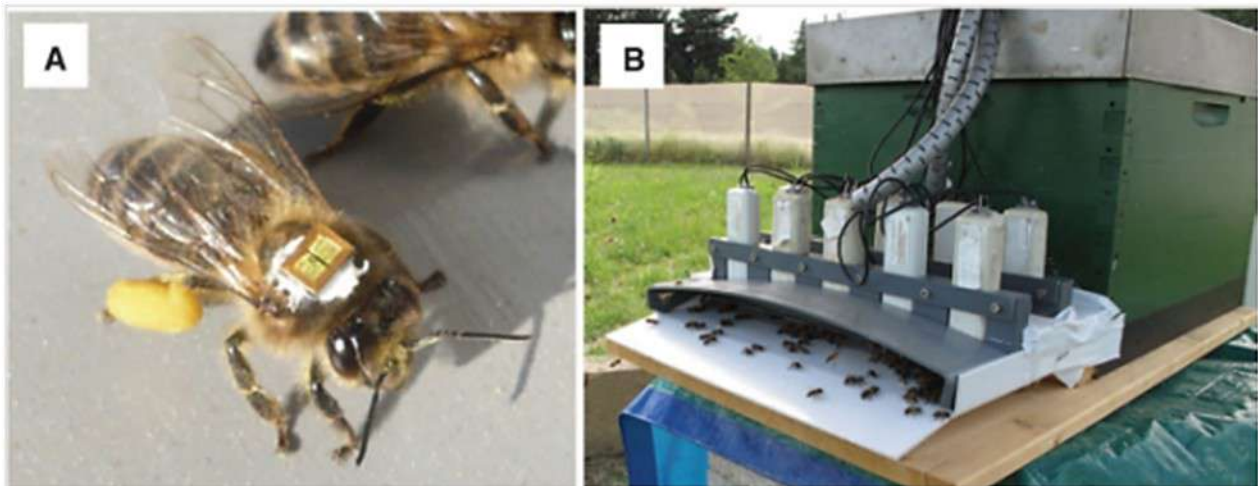


### Document 3 :

#### L'action des néonicotinoïdes sur le retour des abeilles à la ruche

Une équipe de chercheurs a posé des puces RFID sur 650 abeilles butineuses ayant ingéré de faibles doses de thiaméthoxame (néonicotinoïdes). Ce sont des puces électroniques (radio frequency identification) permettant d'identifier les abeilles.

Ces puces permettent de détecter les entrées et les sorties des abeilles de la ruche grâce à un lecteur qui en contrôle l'entrée. Les abeilles ont alors été relâchées à 1 km de leur ruche. Cette distance a été choisie parce qu'elle est classiquement parcourue par les abeilles butineuses.



A : Pose d'une puce RFID sur une abeille

B : Entrée d'une ruche avec ses deux rangées capteurs

Dans cette expérience, la moitié des abeilles reçoivent 20 microlitres d'eau sucrée uniquement. Ces abeilles sont appelées lot témoin, « control » dans le graphique ci-joint.

L'autre moitié reçoit la même solution d'eau sucrée contenant une dose de 1.34 ng de néonicotinoïdes. Ces abeilles sont appelées lot traité, « treated » dans le graphique ci-joint.

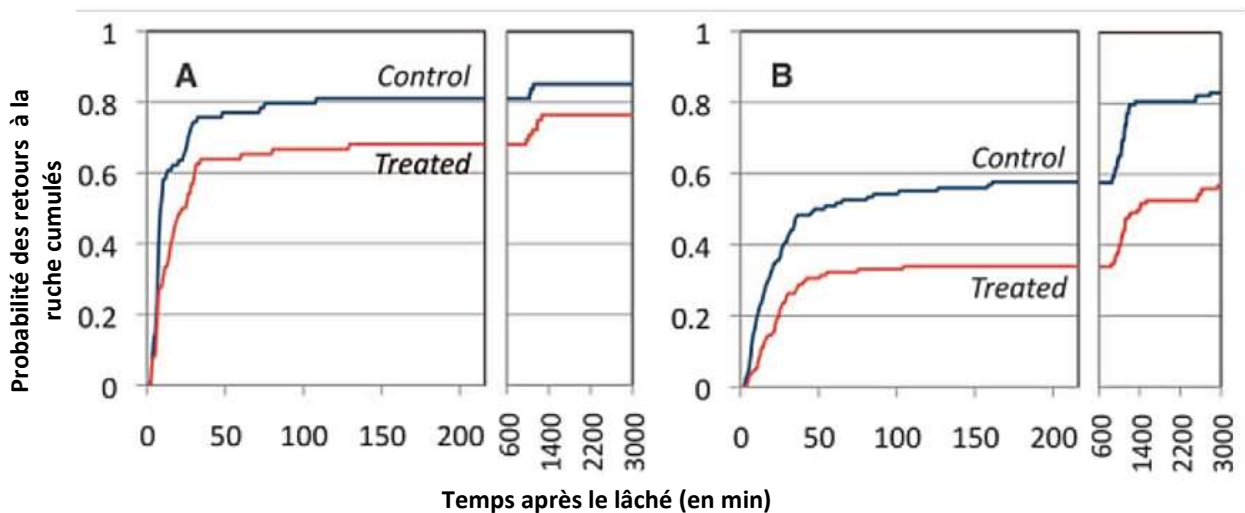
Le lot témoin est important ici. En effet, parmi les abeilles qui ne consomment pas d'insecticides, certaines mourront, naturellement ou par prédation, en dehors de la ruche. Cette mortalité ne peut évidemment pas être attribuée à l'insecticide. La connaissance de la mortalité des abeilles du lot témoin, et des abeilles ayant ingéré du thiaméthoxame, permet de calculer le non-retour à la ruche pouvant être attribué à la consommation de l'insecticide.

### Document 3 (suite) :

#### L'action des néonicotinoïdes sur le retour des abeilles à la ruche

Dans cette étude, on distingue aussi deux situations selon la connaissance que les abeilles ont, ou non, du trajet pour le retour à la ruche : certaines ont déjà parcouru la distance de 1km qu'elles devront suivre pour retrouver la ruche car elles ont déjà butiné dans le champ d'où elles sont lâchées pour l'expérience. Elles constituent un groupe appelé « abeilles non naïves ». L'autre groupe d'abeilles n'a (probablement) pas parcouru ce trajet précédemment et est qualifié d'« abeilles naïves ». On émet l'hypothèse que les abeilles naïves s'égareront en plus grand nombre que les abeilles non naïves. Si l'hypothèse est vérifiée, elles devront être moins nombreuses à retrouver la ruche.

Les résultats de l'expérience sont présentés sur le graphique ci-dessous :



**A : abeilles non naïves**

**B : abeilles naïves**

### Document 3 (suite) :

#### L'action des néonicotinoïdes sur le retour des abeilles à la ruche

Suite à ces résultats, les chercheurs ont essayé de modéliser les conséquences sur les colonies d'abeilles.

Le paramètre « L » représente le taux de ponte d'œufs par la reine de la ruche (nombre d'œufs par reine et par jour).

Trois taux de ponte par la reine sont envisagés :

2000 œufs par jour (graphes A et D)

1800 œufs par jour (graphes B et E)

1600 œufs par jour (graphes C et F)

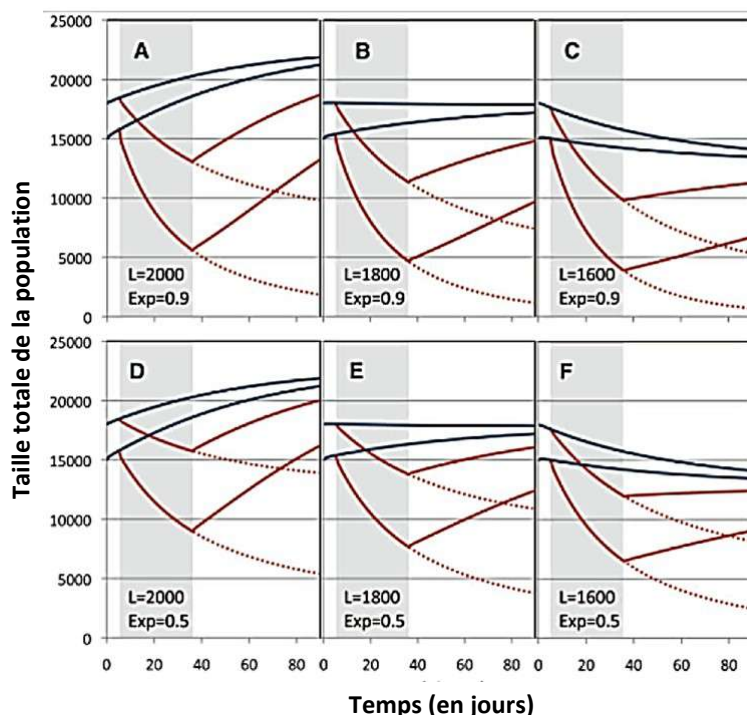
Le paramètre « Exp » représente la proportion de butineuses exposées aux cultures traitées au thiametoxam. Par exemple, 0.9 signifie que 90% des butineuses ont été exposées à ces cultures. On voit que les auteurs de la recherche ont simulé des colonies d'abeilles dans lesquelles 90% des butineuses sont exposées au thiametoxam (graphes A, B, C), ou seulement 50% (graphes D, E, F).

La zone grisée représente la période de 36 jours pendant laquelle les butineuses seraient soumises à une consommation de thiametoxam.

Les courbes en pointillés constituent une simulation dans l'hypothèse d'une exposition prolongée au thiametoxam (au-delà du 36<sup>ème</sup> jour dans cette expérience).

Les courbes bleues représentent les abeilles de la population témoin.

Les courbes rouges représentent les abeilles de la population traitée.



**Remarque :** Les deux courbes correspondent à deux simulations effectuées en partant de deux tailles de populations différentes (15000 abeilles et 18000 abeilles).

### Document 4 : Les néonicotinoïdes dans les cultures

40% des insecticides utilisés actuellement dans le monde sont des néonicotinoïdes, ils sont utilisés par pulvérisation sur les cultures ou en enrobage des semences.



**Graines de betteraves enrobées  
de néonicotinoïdes**



**Graines de betteraves non enrobées  
de néonicotinoïdes**

Les néonicotinoïdes imprègnent tous les organes de la plante, notamment le pollen et le nectar des fleurs.

Ce sont des substances neurotoxiques, c'est-à-dire qu'elles empêchent, à forte dose, le contrôle nerveux des muscles. Cela entraîne une mort par asphyxie des insectes.

À des doses plus faibles, dites sublétales, de l'ordre de  $10^{-9}$  g/insectes/jour, elles peuvent perturber le comportement des insectes, leur fécondité, leur immunité et leur longévité.

La diffusion de ses néonicotinoïdes dans l'environnement peut se faire de différentes manières (par les nappes phréatiques, par les insectes pollinisateurs, par les oiseaux consommant les cultures traitées, ...) et il faut plusieurs années pour qu'ils soient dégradés. Des études montrent que des espèces très diverses sont contaminées et atteintes dans leur développement, leur croissance, leurs fonctions reproductrices et immunitaires.

#### Sources :

**UVED** Université Virtuelle Environnement et Développement durable

**Efsa : Autorité européenne de sécurité des aliments**

**Whitehorn et al. 2012, Science** Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production