

Effets de certains insecticides sur la fertilité des faux-bourçons

Dr. Faten Ben Abdelkader

Laboratoire de Zoologie et d'Apiculture, INAT, Tunis

Laboratoire de Toxicologie Environnementale, INRA Avignon

*VIII^{ème} Forum de l'Apiculture de la Méditerranée
Chefchaouene, 22-23 Novembre 2016*

Contexte

- L'abeille mellifère est un des pollinisateurs les plus efficaces.
- Parmi les 170 000 plantes à fleurs pollinisées par les abeilles, 40 000 se porteraient mal sans la visite des abeilles (Gerster, 2012)
- 153 milliards d'euros: la valeur économique de la pollinisation

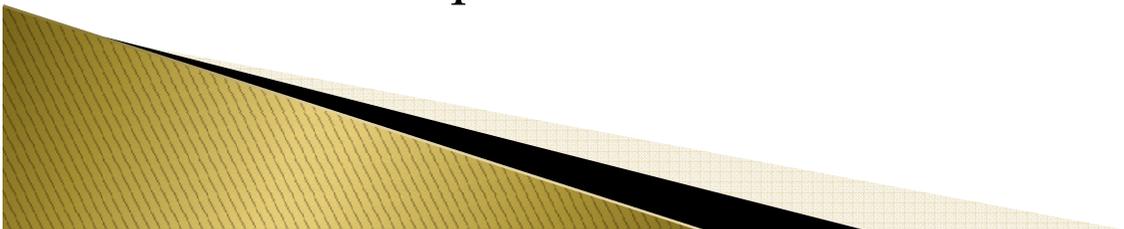


Contexte

Au cours des dernières années, les apiculteurs aux États-Unis, au Canada et les régions d'Europe ont connu des pertes énormes de colonies constituant une menace sérieuse pour la sécurité alimentaire mondiale et la productivité agricole,

Un certain nombre de facteurs contribuent à des pertes d'abeilles :

- Acarien Varroa,
- Les infections bactériennes et virales,
- Une mauvaise alimentation,
- Des problèmes liées à la fécondité de la reine et
- Les pesticides



Contexte

Le rayon de butinage de l'abeille est le plus étendu de tous les pollinisateurs (3 km)

En tant que pollinisateurs, les abeilles sont exposées aux pesticides.

Les abeilles peuvent être involontairement exposées lors de la recherche de nourriture: pollen, nectar, eau et exsudats de sève de plantes traitées.



Contexte



Les insecticides appartenant à la famille des **néonicotinoïdes** (**imidaclopride; clothianidine; thiaméthoxame...**) sont une source de préoccupation en raison de leur caractère systémique, de leur toxicité et de l'utilisation généralisée dans les zones agricoles et urbaines dans le monde entier.

L'exposition à des doses sublétales de néonicotinoïdes chez les ouvrières peuvent causer:

- Une activité de recherche de nourriture anormale
- Réduction de la mémoire olfactive, des performances d'apprentissage et des compétences d'orientation

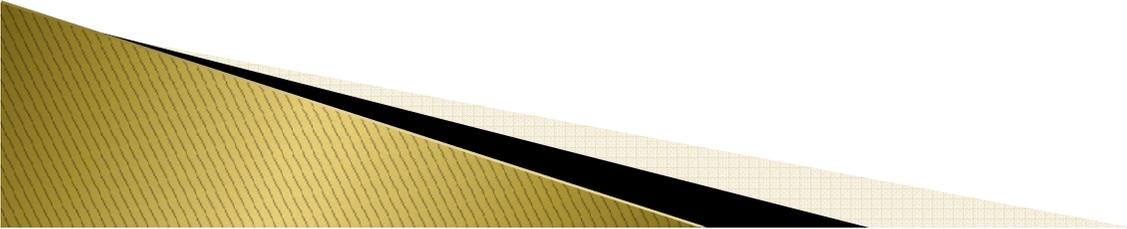
Contexte

Une baisse de ponte observée chez des reines nourries par une solution sucrée contenant de **l'imdaclopride** (Smart et Spivak, 2016).

L'exposition chronique à la **clothianidine** et au **thiaméthoxame** au cours de deux cycles de ponte:

- Une baisse de la surface de couvain (-13%)
- Une réduction de la production de miel (-19%)
- Une supersédure de la reine (dans 60% des colonies exposées)

(Sandrock et al, 2014)





Et les faux bourdons ????

Quelques études effectuées sur les faux bourdons : une exposition chronique au coumaphos (anti-varrao) réduit la viabilité des spermatozoïdes (Burley 2007)

- Les mâles ne contribuent en rien aux travaux de butinage
- Ils sont nourris par le pollen et le nectar ramenés par les butineuses

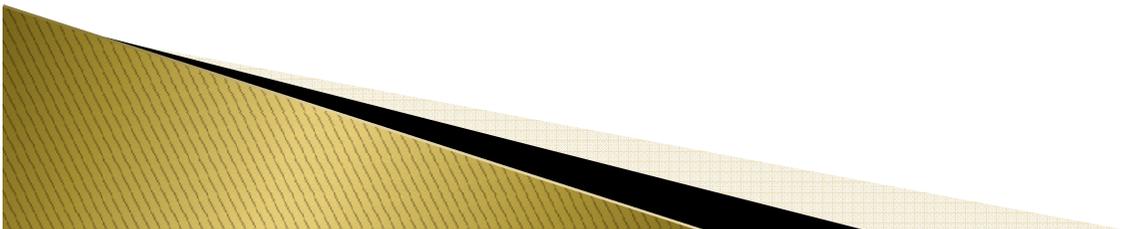
Fonction principale : la fécondation des reines et la propagation des gènes



Hypothèses



- (1) la qualité du sperme a une importance capitale pour la fertilité de la reine dont dépend sa longévité
- (2) les pesticides peuvent affecter la qualité du sperme des faux bourdons
- (3) Une exposition des mâles peut donc affecter la fertilité de la reine, une fois cette dernière fécondée



I. Effets de la clothianidine sur les spermatozoïdes



II. Effets du fipronil sur les spermatozoïdes et sur les reines

1.Effets de la clothianidine sur les spermatozoides

La clothianidine est le principe actif du **Poncho**®, insecticide systémique

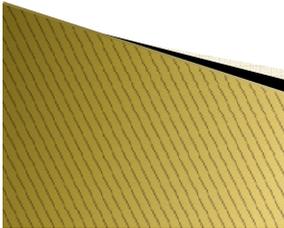
Le principal métabolite toxique du thiaméthoxame.

Son autorisation a été retirée en Allemagne en 2008 : suite à des semailles, 12 000 ruches de la région ont enregistré des pertes moyennes situées entre 50 et 60% de leur populations, certaines étant totalement détruites, et ceci en moins d'une semaine.

L'examen des abeilles mortes a révélé que 99% d'entre elles étaient contaminées par des traces de clothianidine

Méthodologie

- Des nuclei orphelins contenant 5000 abeilles sont placés sous un tunnel couvert par un filet (conditions semi-contrôlées).
- 300 faux bourdons naissants sont introduits dans chaque nucleus
- Une grille à reine est placée au dessous pour empêcher les faux bourdons de sortir
- La nourriture (sirop et pollen) est placée sur une table équidistante des nucleus
- Pas de réserves dans les nuclei
- Une phase d'habituation de 2 jours est subie par les abeilles : elles sont guidées vers le nourrisseur



Méthodologie

- Exposition chronique via nourriture durant la phase de maturation sexuelle (20 jours) à une dose de $0,1\mu\text{g/L}$.
- Deux coupelles sont réservées pour la solution de saccharose et pollen



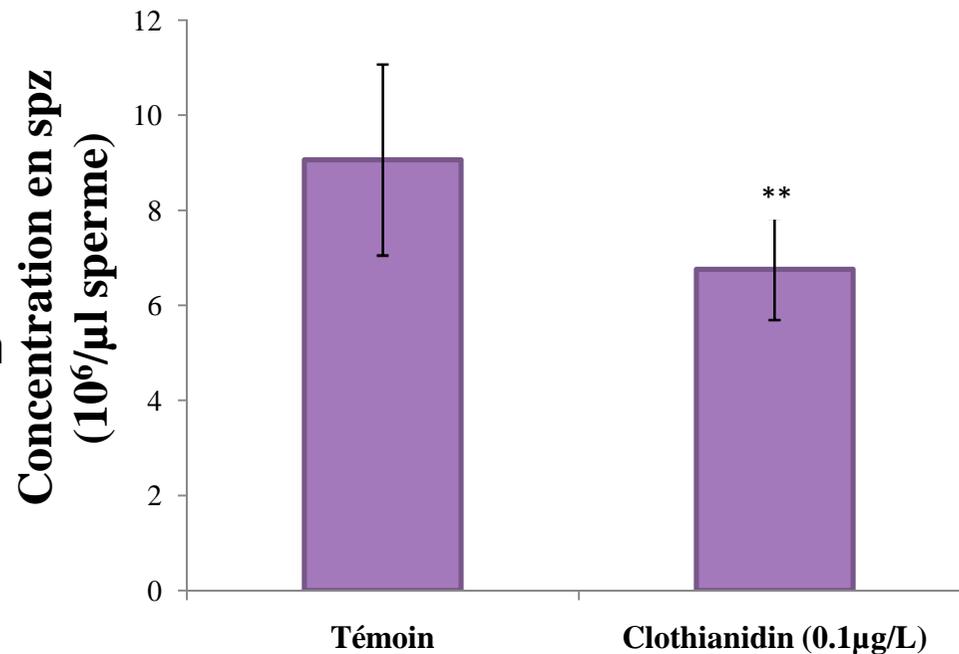
Effet de la clothianidine sur les spermatozoïdes

(i) Pourcentage des mâles murs et volume de sperme

Groupe	% mâles matures	Volume de sperme (μ l)
Témoin	$56,6 \pm 8,1$	$0,8 \pm 0,06$
<u>Clothianidine</u>	$60,9 \pm 4,3$	$0,7 \pm 0,05$
	Non significatif ($p = 0,6$)	Significatif ($p < 0,05$)

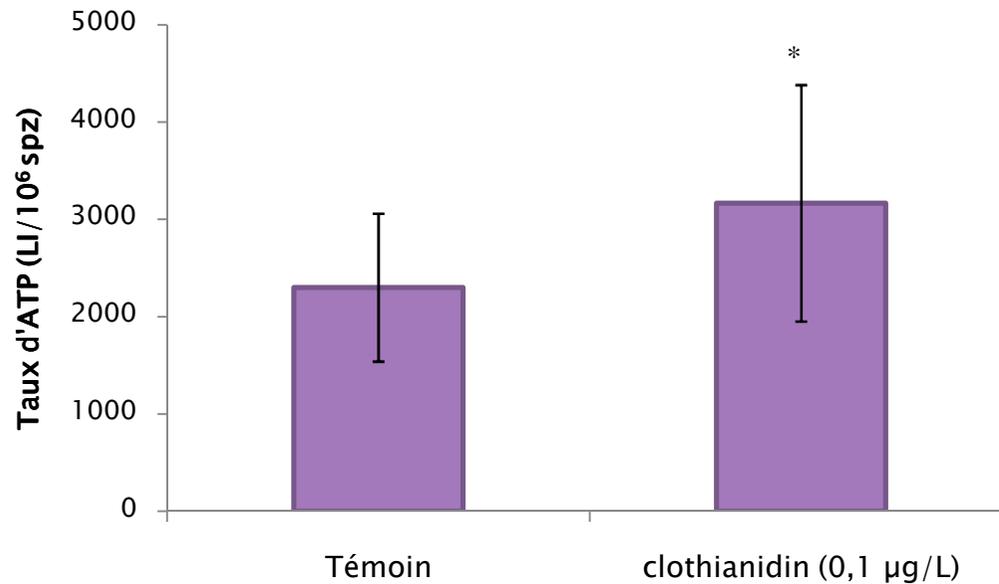
(ii) Concentration des SPZ

Diminution de la concentration en spermatozoïdes des faux bourdons exposés



(iii) Dosage l'ATP

L'ATP, est un composé énergétique fondamental non seulement pour l'activité métabolique du spz mais aussi pour la motilité.



L'augmentation de l'ATP :

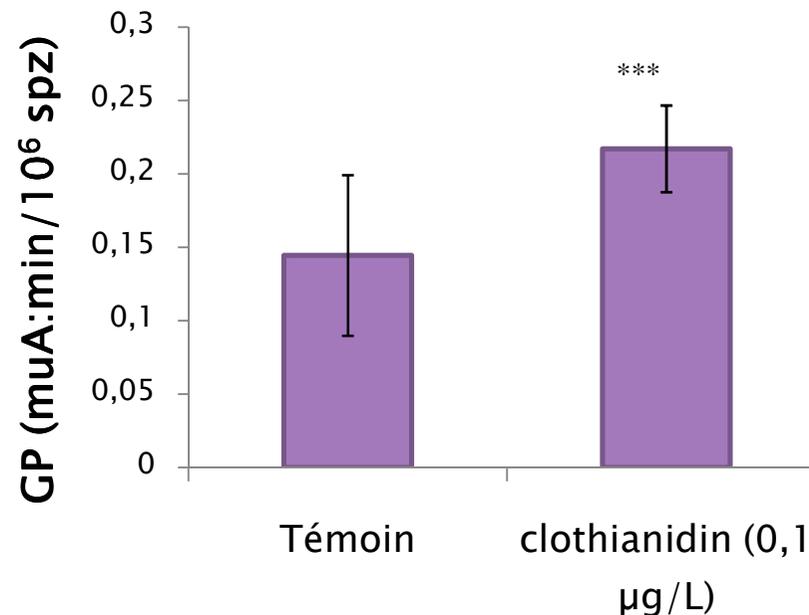
Une activité métabolique élevée MAIS aussi

Une Diminution de la consommation de l'ATP et ainsi une diminution de la motilité du spz

Effet de la clothianidine sur les spermatozoïdes

(iii) Système antioxydant

La **Gluthation peroxydase** est une enzyme dont le rôle est de protéger les spermatozoïdes contre les dommages oxydatifs. Elle joue un rôle important dans la maturation des spermatozoïdes depuis les premiers stades jusqu'au début de la fertilisation



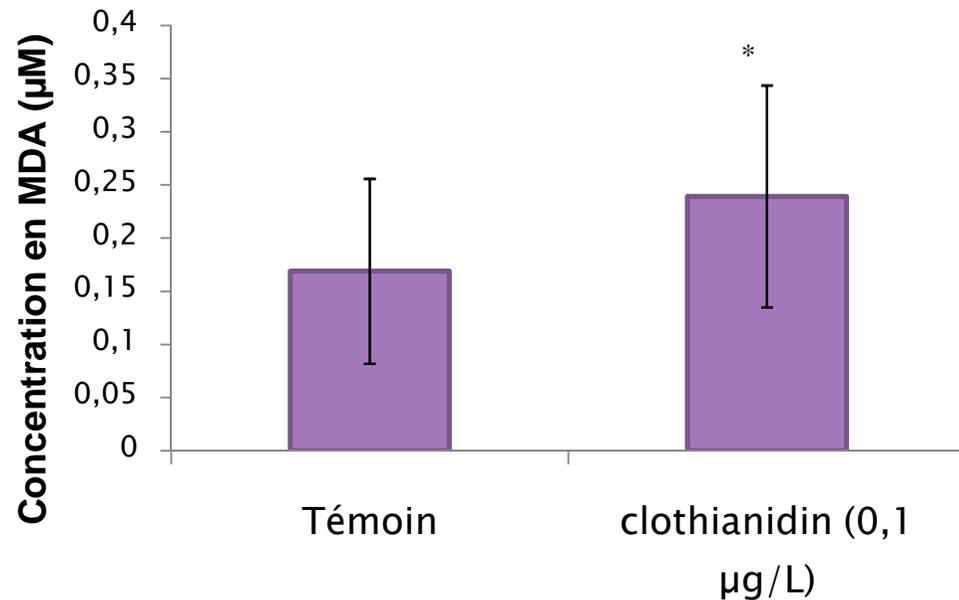
Augmentation significative de la GP chez le groupe traité

Effet de la clothianidine sur les spermatozoïdes

Le **Malondialdéhyde** est un marqueur de l'oxydation des lipides. Il est considéré comme un des produits terminaux de l'oxydation des acides gras poly-insaturés.

Les taux élevés de MDA signent donc un stress oxydatif, portant notamment sur l'oxydation des lipides.

Les spermatozoïdes des faux bourdons exposés présentent un taux de MDA élevé



Effet de la clothianidine sur les spermatozoïdes

Ainsi

La clothianidine a des effets négatifs sur le sperme des faux bourdons:

- Baisse du volume de sperme
- Baisse de la concentration en SPZ
- Augmentation du taux de l'ATP
- Augmentation de l'activité de GP et,
- Augmentation de la concentration de MDA

Altérations structurelles au niveau des spermatozoïdes  Réduction la qualité du sperme  Affecter le potentiel reproducteur de la reine

Le même protocole a été appliqué avec le **fipronil**

Effet sur les spermatozoïdes

Effet indirect sur le potentiel reproducteur de la reine

www.nature.com/scientificreports

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN Drone exposure to the systemic insecticide Fipronil indirectly impairs queen reproductive potential

Received: 26 January 2016
Accepted: 26 July 2016
Published: 23 August 2016

Guillaume Kairo¹, Bertille Provost², Sylvie Tchamitchian¹, Faten Ben Abdelkader^{1,3}, Marc Bonnet¹, Marianne Cousin¹, Jacques Sénéchal¹, Pauline Benet², André Kretzschmar⁴, Luc P. Belzunces¹ & Jean-Luc Brunet¹

II.Effets du fipronil sur les spermatozoides et les reines

Le fipronil appartient à la famille des phénylpérazoles

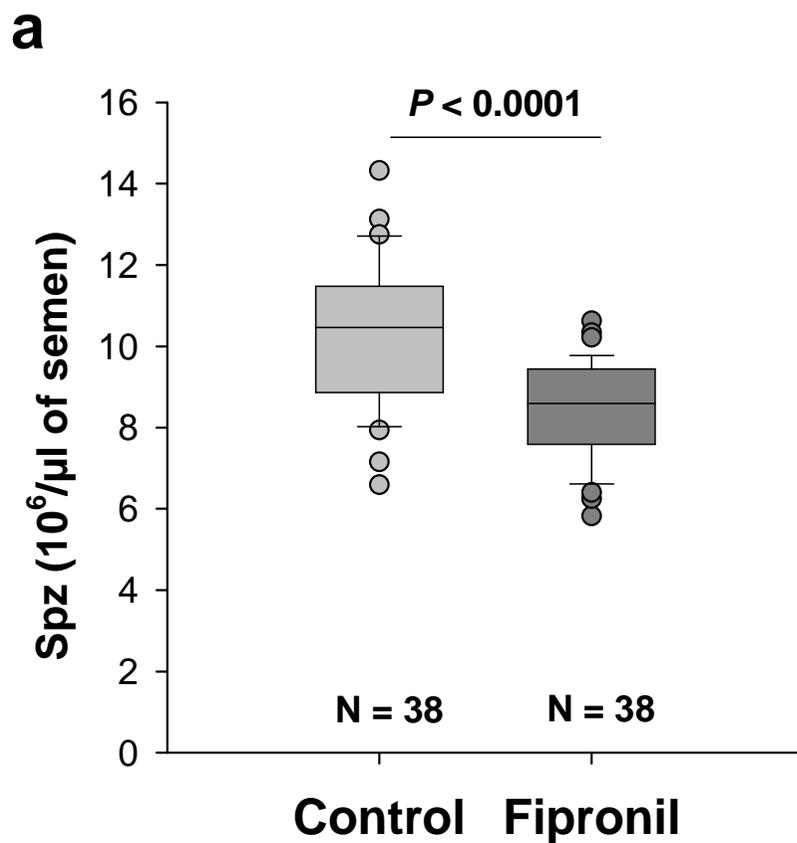
La matière active de l'insecticide **Régent®**

En 2013, le fipronil présente selon l'EFSA un risque aigu pour les abeilles lorsqu'il est utilisé en traitement des semences de maïs,

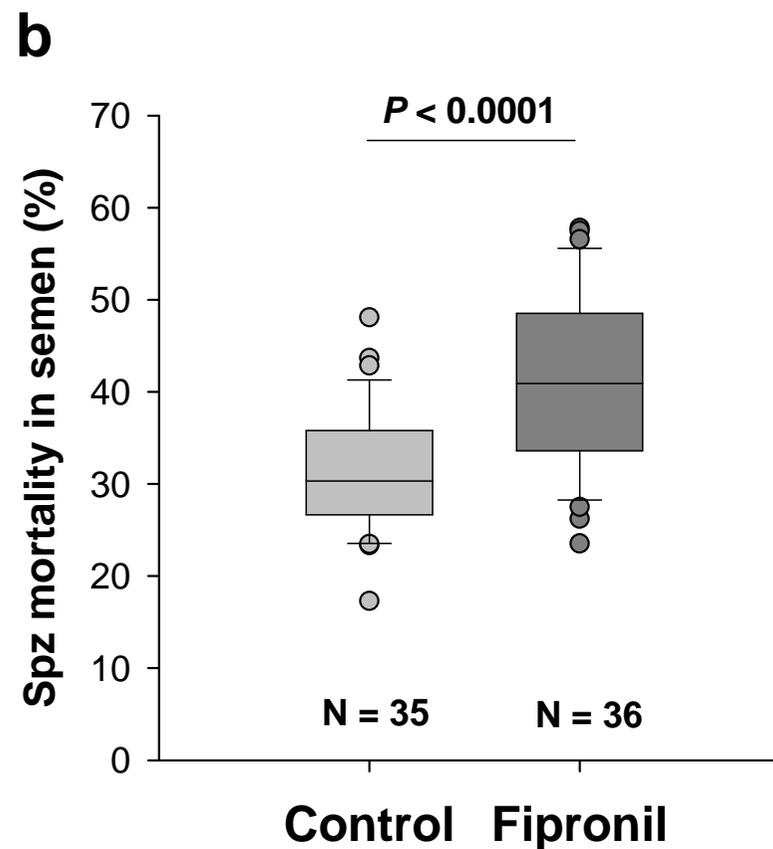
l'Union Européenne a ainsi voté l'interdiction de l'utilisation de cette molécule (en plus de l'imidaclopride et le thiamétoxam) sur les cultures de tournesol et de maïs dans tous les états membres.

Effets du fipronil sur les spermatozoides

(i) Nombre de spz



(ii) Mortalité des spz



Insémination artificielle des reines avec le sperme issu des faux bourdons exposés au fipronil

Le volume de sperme est fixé à 8 μ l pour toutes reines.

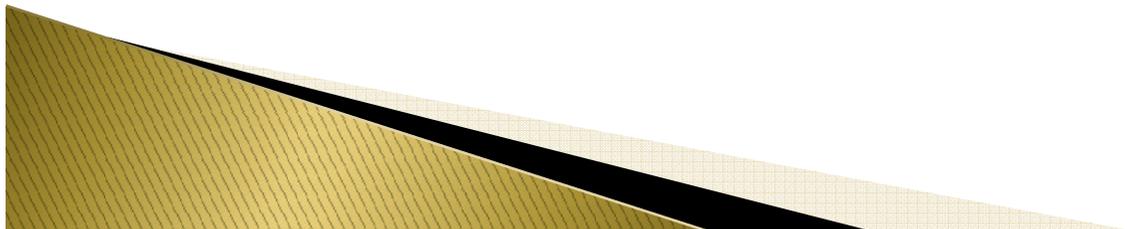
14 jours après l'insémination on a évalué:

Le poids des reines

Le contenu de la spermathèque

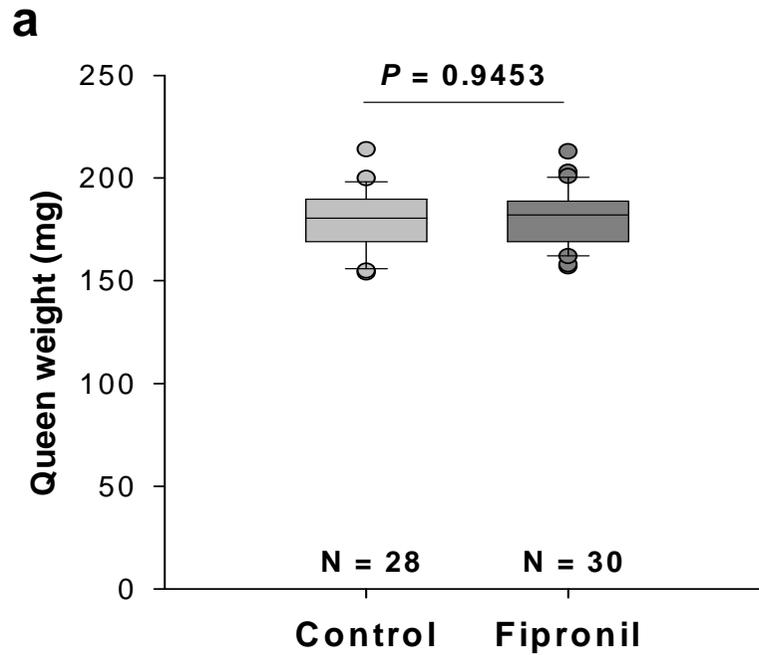
Le pourcentage de spermatozoides vivants dans la spermathèque

Le pourcentage de spermatozoides morts dans la spermathèque

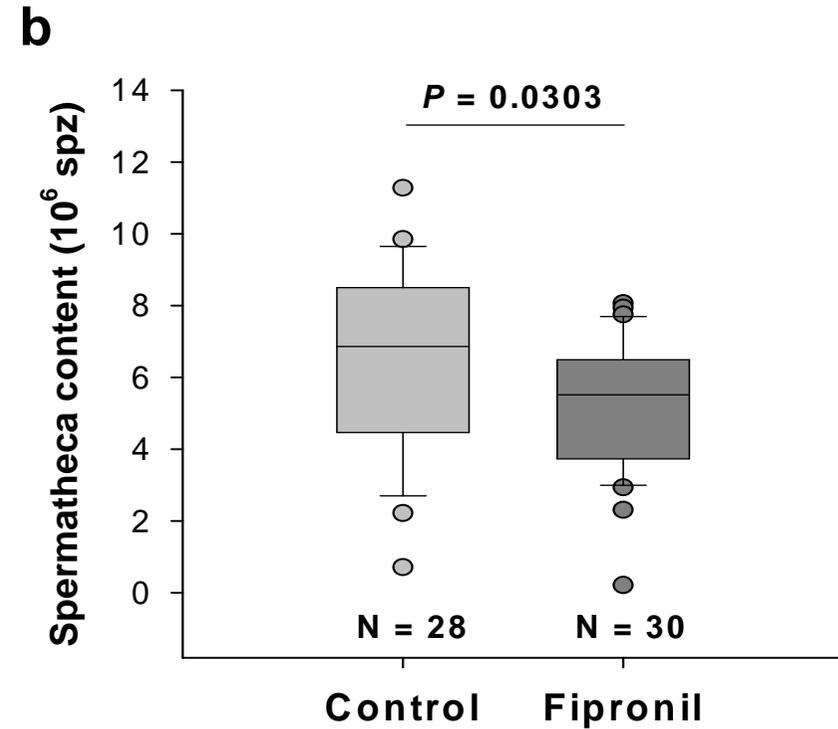


Effets du fipronil sur les reines

(i) Poids des reines

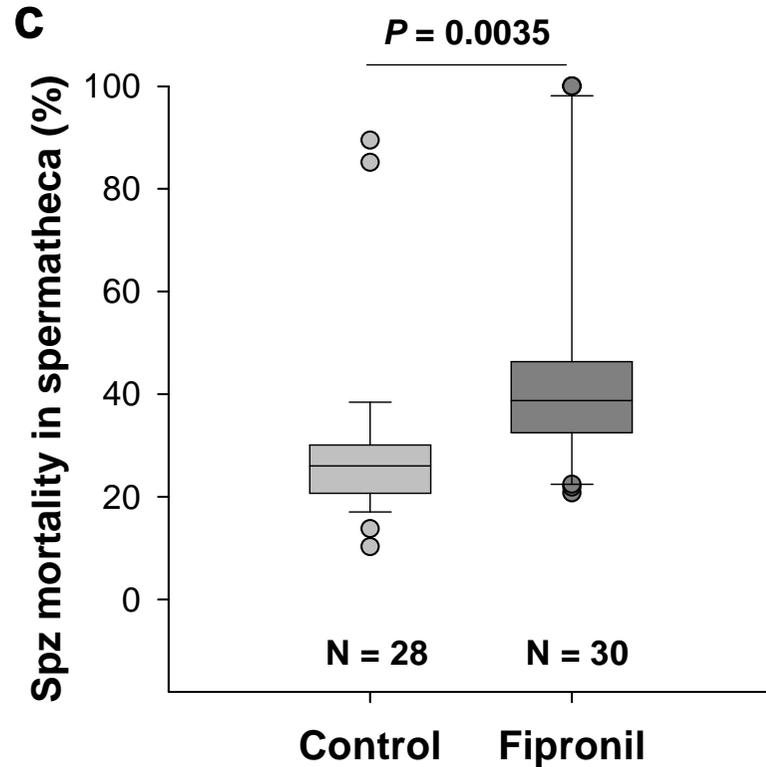


(ii) Contenu de la spermathèque

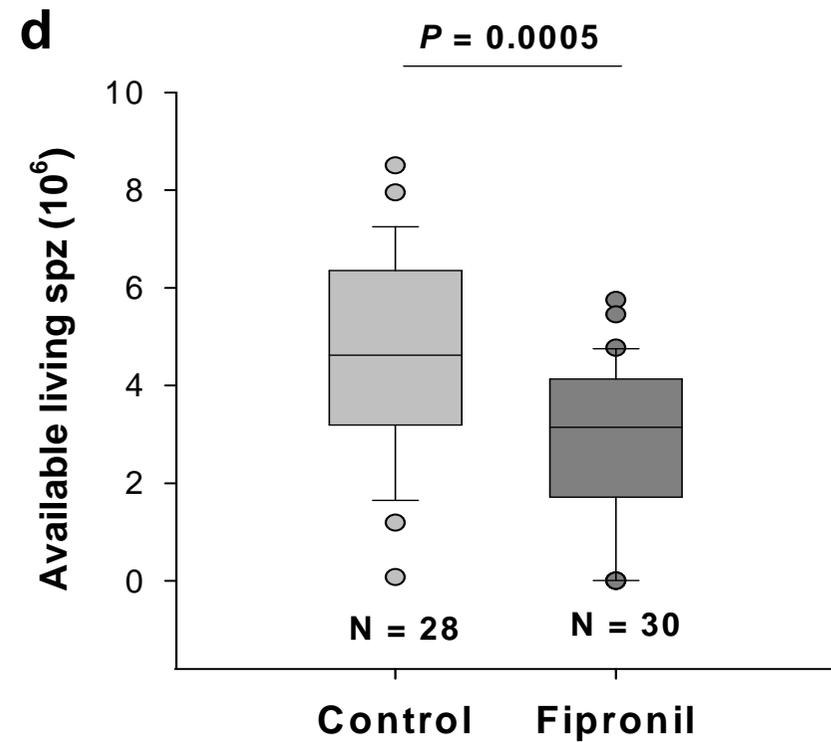


Effets du fipronil sur les reines

(iii) Mortalité des spz



(iv) Viabilité des spz



Conclusion

- Les pesticides font partie des causes qui peuvent diminuer la fertilité des mâles et la fécondité des femelles dans le règne animal. Cela semble se vérifier chez l'abeille domestique
- Ces résultats suggèrent que les pesticides pourraient contribuer à la diminution des populations d'abeilles en raison d'une altération de la fertilité et par conséquent la fécondité des reines.

Plus généralement, les troubles de la reproduction devraient être pris en considération lors de l'étude du déclin d'autres espèces.

Merci de votre attention

