

ABREUVOIRS POUR ABEILLES: UN MOYEN DE MITIGER LE DANGER DES CONTAMINANTS AGRICOLES ACCUMULÉS DANS LES FLAQUES D'EAU?

LAVA-1-13-1690

DURÉE DU PROJET : 04-2014 / 03-2016

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Valérie Fournier, Université Laval
Olivier Samson-Robert, Université Laval
Madeleine Chagnon, UQAM

1^{er} mars 2016

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TITRE DU PROJET : ABREUVOIRS POUR ABEILLES : UN MOYEN DE MITIGER LE DANGER DES CONTAMINANTS AGRICOLES ACCUMULÉS DANS LES FLAQUES D'EAU?

NUMÉRO DU PROJET : LAVA-1-13-1690

RÉSUMÉ DU PROJET

Les intrants agricoles, tels les pesticides, adjuvants et fertilisants, sont considérablement employés dans les régions où l'agriculture est pratiquée de manière intensive. Plusieurs de ces intrants se retrouvent dans l'eau de surface et deviennent accessibles aux abeilles lorsqu'elles s'en abreuvent. Une colonie d'abeilles requiert 25 L d'eau/an pour combler tous ses besoins métaboliques et sociaux (ex. thermorégulation et décristallisation du miel). L'objectif principal de notre étude était de déterminer si l'ajout d'abreuvoirs artificiels permet de réduire l'exposition des abeilles aux sources d'eau contaminées et ainsi diminuer le taux de mortalité des abeilles domestiques des ruchers situés en zones de grandes cultures. Nos résultats démontrent que les abreuvoirs sont rapidement adoptés par les abeilles et font l'objet d'une utilisation soutenue pendant toute la saison, particulièrement lors de la pollinisation de la canneberge. Le niveau de mortalité des abeilles et le poids moyen des colonies ne semblent pas être affectés par l'ajout d'abreuvoirs à proximité des ruchers. Cependant, les variations saisonnières semblent influencer les bénéfices des abreuvoirs, qui sont principalement quantifiables lors des années de faible pluie ou de précipitations peu fréquentes. Les analyses de résidus de pesticides effectuées confirment que l'eau du milieu agricole est contaminée par une vaste gamme d'intrants agricoles, dont des insecticides néonicotinoïdes. De plus, la concentration de néonicotinoïdes augmente au cours de l'été, représentant un risque plus important à un moment où l'approvisionnement en eau des pollinisateurs est le plus crucial. Somme toute, les abreuvoirs représentent une source d'eau alternative exempte de contaminants agricoles, sans prédation et plus sécuritaire (moins de noyade) pour les abeilles. Nous recommandons l'ajout d'abreuvoirs comme pratique apicole.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Les objectifs de l'étude étaient de : **1)** tester la préférence en eau des abeilles; **2)** développer un dispositif d'abreuvoir apicole fonctionnel; **3)** déterminer si l'ajout d'abreuvoirs réduit le taux de mortalité d'abeilles et améliore la productivité des colonies en grandes cultures et dans la culture de la canneberge; et **4)** évaluer, sur le terrain, le taux d'utilisation des abreuvoirs par l'abeille domestique et les autres pollinisateurs. Au début du projet (mai 2014), des tests d'appétence ont été effectués sur 7 types d'eau : salée, sucrée, avec compost, avec huile essentielle à l'anis, avec huile essentielle à la citronnelle, salée avec compost et témoin. En 2014, trois dispositifs d'abreuvoirs ont été conçus et testés sur le terrain puis le dispositif le

plus populaire a été retenu et comparé à un nouvel abreuvoir (type volaille, Kane Veterinary Supplies) lors de la saison 2015. En Montérégie-Est, des ruchers commerciaux de 4 apiculteurs ont été sélectionnés en fonction de leurs proximités (500 m) à des champs de maïs/soya traités aux néonicotinoïdes (8 en 2014 et 14 en 2015). Les abreuvoirs ont été installés sur la moitié des sites. Une distance minimale de 2 km séparait les ruchers. Un suivi de la mortalité des ouvrières, du poids des colonies (2015), de l'utilisation des abreuvoirs et des flaques a été réalisé aux 72 heures. En 2015, des abreuvoirs ont également été installés au Jardin botanique Roger-Van den Hende de l'université Laval afin dans l'espoir d'y observer des pollinisateurs sauvages. En 2015, 24 colonies d'abeilles du Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD) ont également été introduites dans 8 cannebergières du Centre-du-Québec à raison de 3 colonies/ferme. Le suivi de la mortalité, du poids des colonies, de l'utilisation des abreuvoirs et des sources d'eau naturelle a été réalisé aux 72 heures pendant la floraison de la canneberge (22 juin au 17 juillet). Des échantillons d'eau contenue dans les abreuvoirs (2014 et 2015) et d'eau de sources naturelles (grandes cultures en 2014 et cannebergières en 2015) ont été analysés pour identifier la présence de contaminants agricoles.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Les figures et tableaux sont présentés en Annexe.

Les tests de préférence ont démontré que l'eau salée (0,5%) était préférée par les abeilles parmi tous les types d'eaux offerts ($F_{6,336} = 29,97$; $p < 0,0001$). De plus, le sel est un agent conservateur qui contribue à améliorer la salubrité de l'eau et il a été démontré que la consommation d'eau salée à 0,5% augmente la longévité de l'abeille¹.

À l'exception d'un site à l'année 2014, tous les dispositifs d'abreuvoirs pour abeilles ont rapidement été adoptés dès la première semaine suivant leur installation et ont été utilisés de façon soutenue pendant toute la saison apicole. En 2014, des trois dispositifs développés, l'abreuvoir à treillis fut significativement plus utilisé par les abeilles. Sur l'ensemble de la saison, 89% des abeilles ont été observées dans ce dispositif ($F_{2,118} = 73,25$; $p < 0,0001$; **Fig.1**). En 2015, 82% des abeilles observées ont choisi l'abreuvoir à volaille ($F_{2,2014} = 94,25$; $p < 0,0001$; **Fig.1**). Sur l'ensemble de la saison et sans considération du moment de la journée, de la température ni des conditions météorologiques, en moyenne 23 ouvrières exploitent l'abreuvoir à volaille, soit plus de 3 fois le nombre moyen d'abeilles observées au dispositif le plus populaire en 2014 (**Fig.1**).

En 2014, aucun pollinisateur indigène n'a pu être observé en train de s'abreuver à même

¹ Horr, B Z (1998) Salt – an important dietary supplement in honey bee nutrition? *American Bee Journal* 138: 662.

nos dispositifs. Il est possible que le nombre considérable d'abeilles observé aux abreuvoirs génère une compétition interspécifique par exclusion et limiterait ainsi l'accès des pollinisateurs indigènes aux abreuvoirs. De plus, les probabilités d'observation pour les pollinisateurs sauvages sont moindres que pour l'abeille domestique, considérant l'emplacement des abreuvoirs en périphérie de ruchers commerciaux. En 2015, quelques spécimens de pollinisateurs ont été observés dans les abreuvoirs du Jardin botanique Roger-Van den Hende: 3 papillons monarques (*Danaus plexippus*), 1 bourdon terricole (*Bombus ternarius*) de même qu'un bourdon fébrile (*Bombus impatiens*).

Le suivi des colonies révèle que l'ajout d'abreuvoirs à proximité des ruchers n'affecte pas significativement le niveau de mortalité moyen des ouvrières, autant en grandes cultures que lors de la pollinisation de la canneberge (**Fig.2a et 2b**). En 2014, le niveau de mortalité moyen était marginalement inférieur aux ruchers avec abreuvoirs, alors qu'en 2015, cette tendance s'est inversée (**Fig.2a**). Nous croyons que l'impact des variations climatiques saisonnières pourrait être à l'origine de ce phénomène. En effet, lors des années où les précipitations sont peu fréquentes, comme ce fut le cas en 2014, l'ajout d'abreuvoirs permettrait effectivement de diminuer le niveau de mortalité des abeilles. Par contre, lorsque les pluies sont abondantes, mais surtout fréquentes pendant la saison (2015) l'impact des abreuvoirs sur la mortalité est négligeable. Pour les colonies d'abeilles en pollinisation dans la canneberge, le niveau de mortalité des colonies où des abreuvoirs ont été installés était, dès le début, plus élevé (effet stochastique), mais est rapidement devenu non significatif (**Fig.2b**). De plus, les contaminants agricoles sont généralement retrouvés dans l'eau des flaques en concentrations sous létales pour les abeilles qui s'en abreuvent. Ainsi, l'utilisation du niveau de mortalité semble un indicateur trop peu sensible pour établir pleinement l'impact des abreuvoirs sur la santé des colonies. L'exposition chronique à des concentrations sous-létales influence cependant la performance de la colonie, car les ouvrières intoxiquées sont moins efficaces dans la réalisation de leurs tâches.

En 2015, le poids de la ruche a été utilisé comme indicateur de la performance générale de colonie, car il compile à la fois le nombre d'abeilles dans la colonie, la quantité de couvains en développement et le volume de miel produit. Le suivi du poids des colonies démontre que l'ajout d'abreuvoirs ne permet pas d'améliorer significativement la production des colonies, tant en grandes cultures (**Fig.3a et 3b**) que lors de la pollinisation de la canneberge (**Fig. 3c et 3d**). Il importe de rappeler que les précipitations régulières de la saison estivale 2015 ont contribué à mitiger les impacts de l'ajout d'abreuvoirs.

Dans les cannebergières, l'observation assidue des sources d'eau naturelle à proximité des colonies a permis de consolider les connaissances relatives au comportement d'abreuvement des abeilles. De toutes les sources d'eau naturelle, les canaux de drainage sont significativement plus fréquentés par les abeilles alors que 66,5% choisissent cette

source d'eau (ANOVA (gls) : $F_{4,99} = 16,163$; $p < 0,001$). Bien que des abeilles aient été fréquemment observées dans des sources d'eau naturelle, les abreuvoirs installés sur les fermes de canneberge et en grandes cultures se sont avérés considérablement plus populaires auprès des abeilles (**Fig.4**). En effet, le nombre moyen d'abeilles aux abreuvoirs est, dans les cannebergières, 17 fois supérieur à la moyenne des abeilles observées dans l'ensemble des sources d'eau naturelle, soit respectivement $68,55 \pm 16,07$ et $3,95 \pm 1,18$ (moyenne \pm erreur type). Similairement, le nombre d'abeilles est 3 fois plus élevé dans les abreuvoirs à volaille en grandes cultures que dans les sources d'eau naturelle la plus populaire, soit $46,12 \pm 2,78$ et $14,95 \pm 6,15$ (moyenne \pm erreur type). De plus, un suivi régulier de la présence d'abeilles mortes observées dans les différents types de flaques ainsi que dans les abreuvoirs a permis de déterminer le risque de noyade des abeilles. Le ratio des abeilles noyées en fonction du total des abeilles observées (mortes et vivantes) est utilisé comme indice de la fréquence de mortalité des abeilles par noyade. Le ratio moyen des abeilles mortes / abeilles totales est près de trois fois plus élevé dans les sources d'eau que dans les abreuvoirs (respectivement de $0,36 \pm 0,42$ et $0,13 \pm 0,18$). Le risque de noyade est significativement plus important dans les cours d'eau naturels (test t_{Welch} , $p = 0.002$, **Fig.5**). De plus, la présence d'une abondante faune amphibienne dans certain cours d'eau comme les étangs, les bassins d'irrigation et les contours de champs comportent un risque additionnel de prédation pour les abeilles.

Par ailleurs, la consommation en eau des abreuvoirs pendant la période de pollinisation de la canneberge fut particulièrement étonnante (**Fig.6**). En moyenne, 8 litres d'eau ont été consommés par colonie par semaine ! À certains moments, l'utilisation des abreuvoirs était trop importante (jusqu'à 600 abeilles par abreuvoirs) pour être imputable aux trois colonies expérimentales installées pour les besoins de l'étude. Nous sommes d'avis que les autres colonies d'abeilles installées sur les fermes pour des fins de pollinisations ont exploité de manière soutenue nos dispositifs. Malgré une distance de plusieurs centaines de mètres avec ces colonies, il semble que nos abreuvoirs aient été plus intéressants que les sources d'eau naturelle et répondent manifestement à un besoin en eau important chez l'abeille.

Finalement, le suivi de la qualité de l'eau en 2014 a démontré la présence de 17 composés pesticides dans les flaques d'eau en grandes cultures (**Fig.7**) ainsi que de 2 insecticides et 2 fongicides dans l'eau des réservoirs et canaux d'irrigation des fermes de canneberges (**Fig.8**). Dans les grandes cultures, les flaques d'eau révèlent que 75% des échantillons sont contaminés par au moins un insecticide néonicotinoïde (**Tableau 1**). Qui plus est, il semble que les concentrations en clothianidine augmentent au fil de la saison estivale alors que les concentrations en thiaméthoxame demeurent stables (**Fig.9**). Ce qui suggère que la quantité de néonicotinoïdes dans l'eau (biodisponible pour les pollinisateurs) est plus importante pendant les mois plus chauds de l'été, à un moment où les pollinisateurs requièrent également des quantités d'eau plus importantes pour subvenir au besoin de

thermorégulation de la colonie (**Fig.9**). Les analyses chimiques de résidus de pesticides ont permis de confirmer que les dispositifs d'abreuvoirs n'ont pas été contaminés par la poussière de néonicotinoïdes émis lors des semis ni par aucun composé de nature insecticide (**Tableau 1**). Cependant, en 2014, tous les abreuvoirs contenaient des résidus détectables d'herbicides (metolachlore, atrazine et thiabendazole). Afin d'identifier cette source de contamination, des échantillons d'eau provenant des points de ravitaillement des abreuvoirs ont été testés au printemps 2015, soit des échantillons provenant des villes de St-Hyacinthe, Saint-Marc-sur-Richelieu et Saint-Mathieu-de-Beloeil et de l'Université Laval. Aucun contaminant agricole n'a été détecté. Il est possible que ces contaminants soient des produits dérivés provenant du plastique des abreuvoirs ou proviennent directement du contact entre des abeilles contaminées et l'eau des abreuvoirs. En 2015, aucun contaminant n'a été détecté dans les abreuvoirs installés.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

1) Transfert aux apiculteurs : deux articles de vulgarisation (printemps 2015 et printemps 2016) ont été rédigés pour la revue «L'Abeille», publiée par la Fédération des Apiculteurs du Québec (FAQ). Des communications scientifiques ont été présentées lors de la Journée d'information apicole de la FAQ (22 novembre 2014), de la rencontre annuelle de l'Association Canadienne des professionnels de l'apiculture (CAPA; 2 décembre 2015), de la rencontre annuelle de l'Association des apiculteurs de l'Alberta (9 février 2016), de l'Assemblée générale annuelle du syndicat des apiculteurs du Québec (13 février 2016) ainsi que du Colloque apiculture (CRAAQ; 27 février 2016).

2) Transfert aux producteurs agricoles: les connaissances acquises dans le cadre du projet ont été diffusées aux producteurs lors de la journée INPACQ Canneberge (28 janvier 2016) et seront transférés aux producteurs de bleuets lors de la prochaine Journée bleuets (mars 2017).

3) Transferts aux experts dans le domaine: un article est présentement en rédaction aux fins de publication dans un journal scientifique. Des communications scientifiques ont été présentées aux congrès annuels du Centre des Sciences de la Biodiversité du Québec (11 décembre 2014) et de la Société d'entomologie du Québec et du Canada (10 novembre 2015).

4) Diffusion des résultats sur Agri-réseau: rapport final, présentations PowerPoint.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Le projet a permis de mettre au point un abreuvoir spécialement conçu pour l'abeille domestique. Facile à se procurer, peu coûteux, il est également possible pour les apiculteurs de le confectionner eux-mêmes. L'ajout d'une source d'eau artificielle permet aux colonies une économie d'énergie importante, puisque les ouvrières n'ont plus à rechercher

activement des points d'eau ni à voyager de longues distances pour rapatrier cette eau à la ruche. De plus, lorsque la température à l'intérieur de la ruche devient trop élevée, particulièrement pendant les très chaudes journées d'été, les activités de butinage (nectar et pollen) s'interrompent et les ouvrières s'activent uniquement à collecter de l'eau. Une source d'eau à proximité assure donc une reprise plus rapide des activités de butinages et favorise donc une meilleure production de miel. De plus, la conception de l'abreuvoir diminue les risques de noyade pour l'abeille. Finalement, l'ajout d'abreuvoirs assure que les abeilles domestiques ont accès à une eau de qualité et permet de diminuer les risques d'intoxication par des contaminants agricoles. Les abreuvoirs apicoles répondent efficacement et de façon sécuritaire aux besoins essentiels en eau des abeilles et de la colonie. Nous recommandons leur utilisation comme pratique apicole qui s'intègre dans la gestion optimale du rucher. Afin de maximiser le taux d'adoption des abreuvoirs, il est important de les installer à proximité du rucher au moment où les colonies y sont déplacées et de s'assurer que l'eau soit continuellement disponible aux abeilles. Lorsque les abreuvoirs manquent d'eau, les abeilles vont activement rechercher de nouvelles sources et il sera alors difficile de les intéresser à nouveau. Un abreuvoir de 20L (eau salée à 0,5%, soit 5 g de sel/litre, ou environ une cuillère à thé de sel dans un litre d'eau) constitue généralement une source d'eau suffisante pour un rucher d'une vingtaine de colonies. L'eau des abreuvoirs doit être changée aux trois à quatre semaines afin d'en assurer la qualité.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Valérie Fournier, Centre de recherche en innovation sur les végétaux, Université Laval;
Valerie.Fournier@fsaa.ulaval.ca; 418-656-2131 p.4629.

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-Vert – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Nous remercions très chaleureusement tous les apiculteurs et producteurs de canneberge qui ont participé. Merci également au CRSAD (Centre de recherche en sciences animales de Deschambault), CETAQ (Club environnemental et technique Atocas Québec) et APCQ (Associations des producteurs de canneberges du Québec) pour leur participation et leur contribution à la réalisation du volet canneberge de ce projet. Merci à Kane Veterinary Supplies pour leur contribution à l'achat des abreuvoirs.

ANNEXE(S)

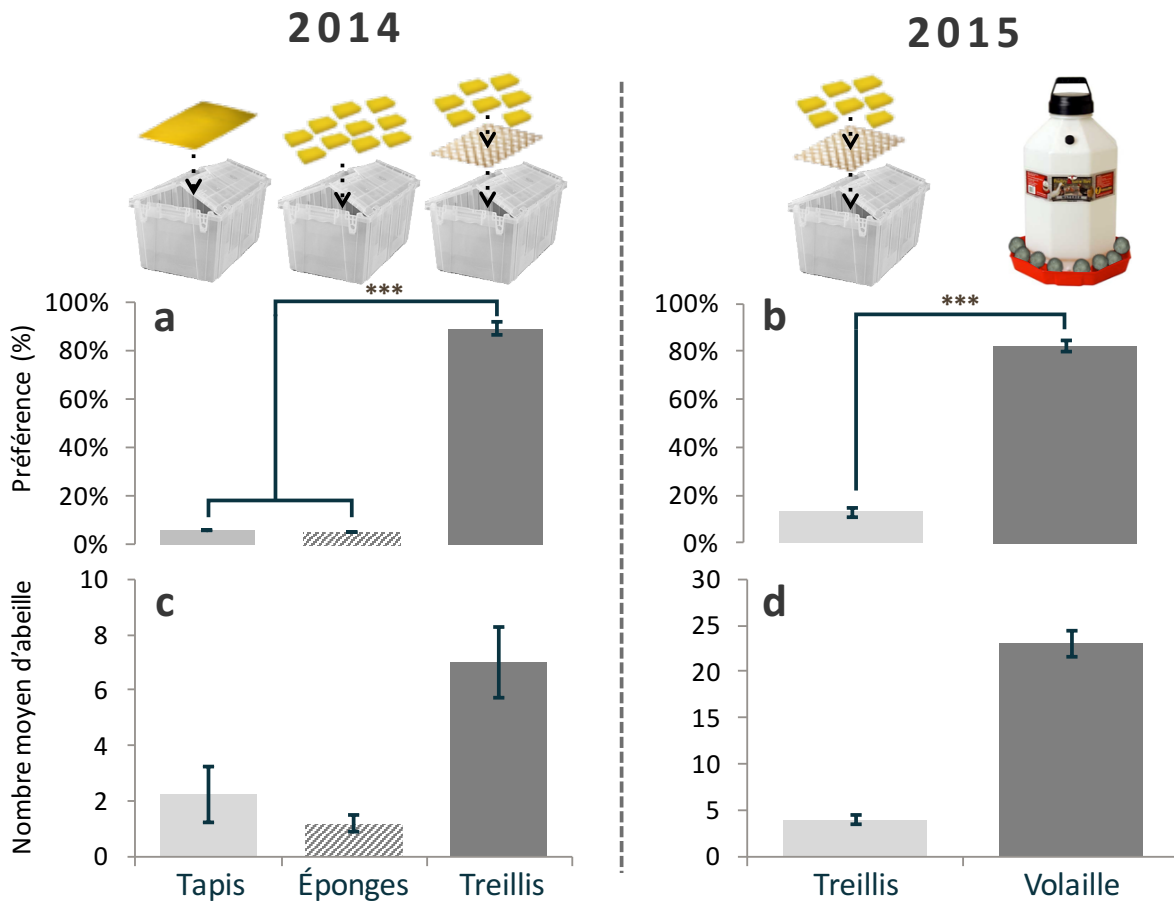


Figure 1: **a)** Préférence (%) d'utilisation des abreuvoirs à l'année 2014, **b)** préférence (%) d'utilisation des abreuvoirs lors de l'année 2015, **c)** nombre moyen d'ouvrières observées aux différents dispositifs à l'année 2014 et **d)** nombre moyen d'ouvrières observées aux différents dispositifs lors de l'année 2015.

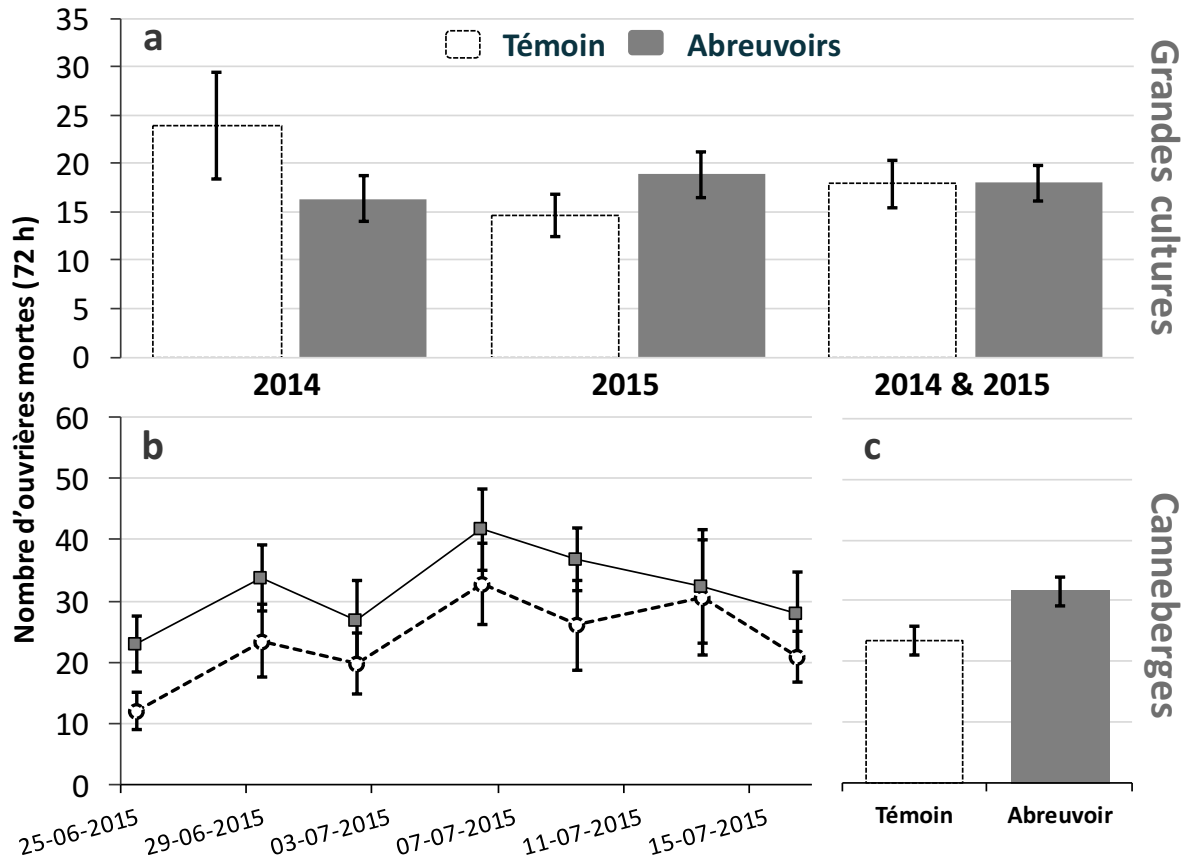


Figure 2: a) Mortalité moyenne des ouvrières des colonies situées en grandes cultures, b) mortalité moyenne des ouvrières en fonction de la date pour les colonies situées dans la culture de la canneberge et c) mortalité moyenne des ouvrières pour l'ensemble de la période de floraison de la canneberge.

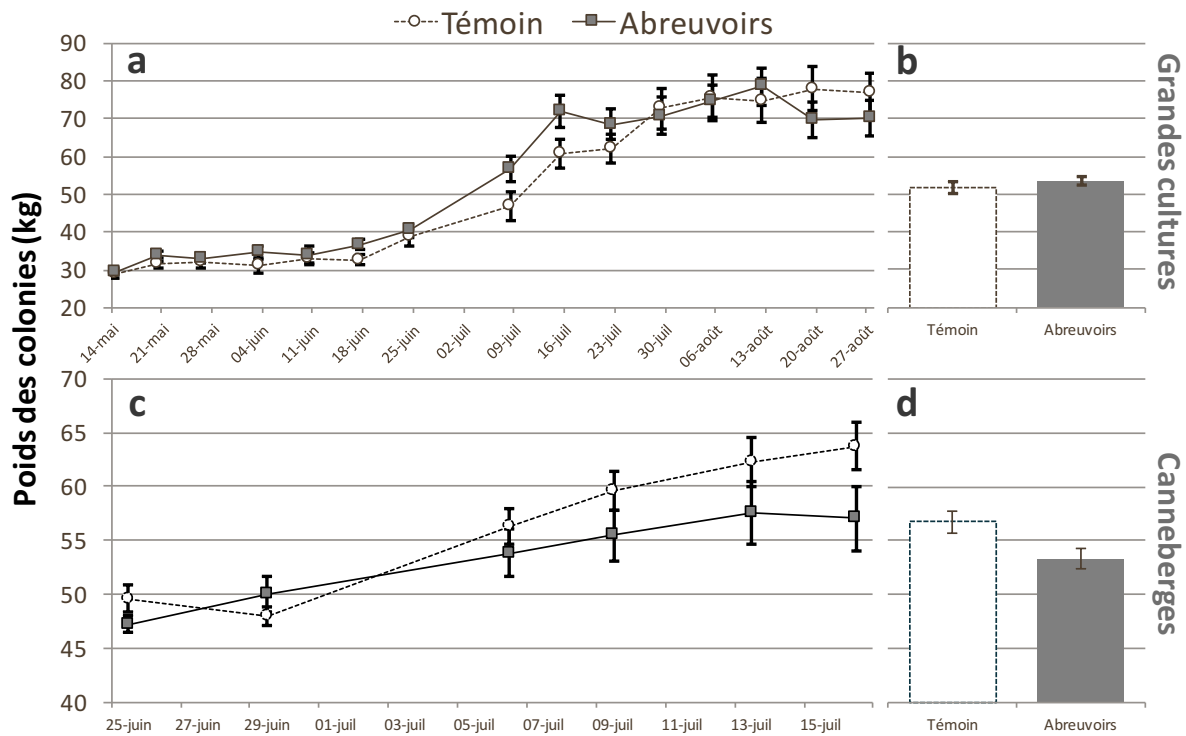


Figure 3: a) Suivi du poids moyen des colonies situées en grandes cultures en fonction de la date, b) poids moyen des colonies en grandes cultures pour l'ensemble de la saison, c) suivi du poids moyen des colonies de pollinisation de la canneberge en fonction de la date et d) poids moyen des colonies pour l'ensemble de la période de floraison de la canneberge.

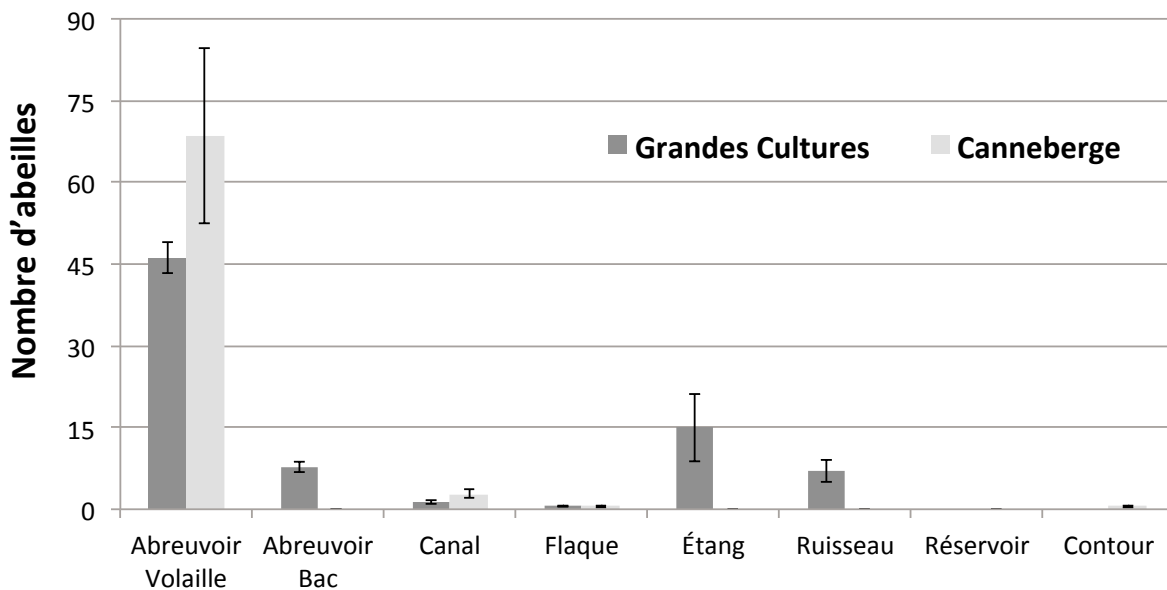


Figure 4: Nombre d'abeilles s'abreuvant aux abreuvoirs et dans les différentes sources d'eau naturelle pour l'ensemble des sites en grandes cultures et dans les cannebergères.

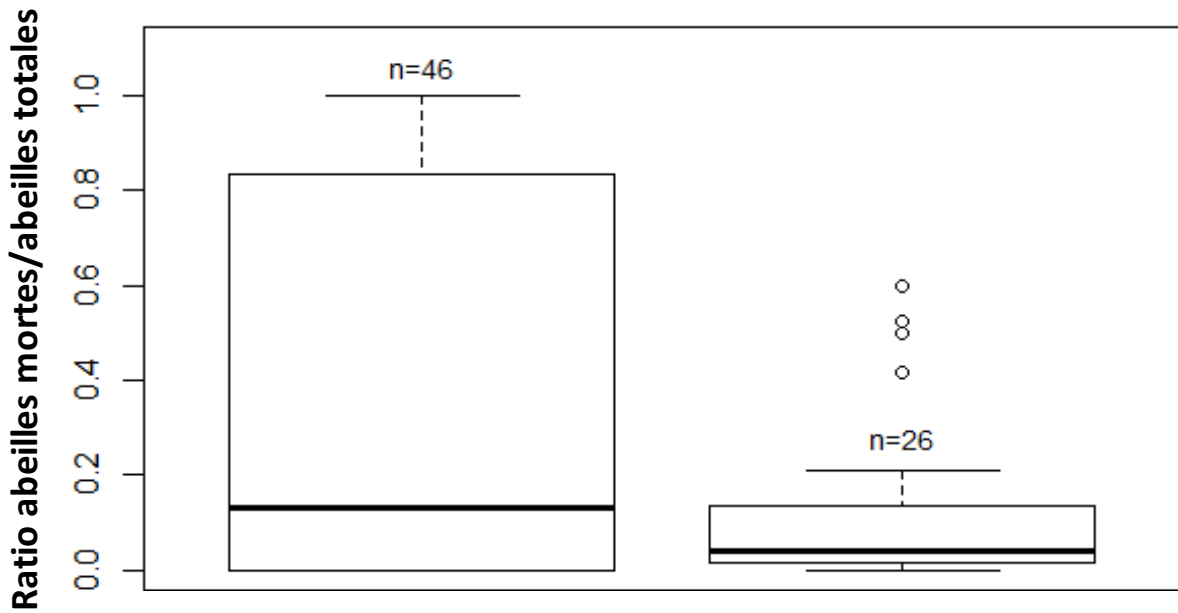


Figure 5: Ratio du nombre d'abeilles mortes / nombre total d'abeilles (vivantes et mortes) observées dans les flaques d'eau et dans les abreuvoirs pour les sites de canneberge. Le ratio moyen est de 0,36 abeilles mortes/abeilles totales pour les flaques d'eau et 0,13 abeille morte/abeilles totales pour les abreuvoirs (test t de Welch, $p = 0.0017$).

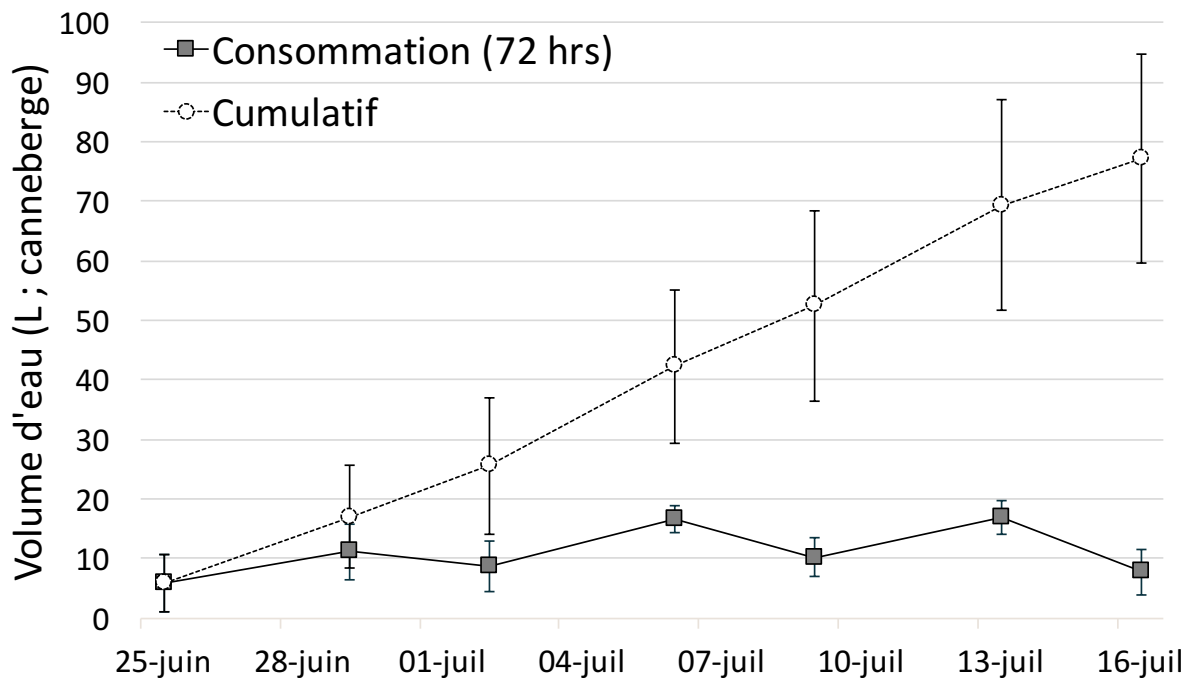


Figure 6: Consommation moyenne et cumulative en eau (72 heures) de l'abreuvoir à volaille lors de la pollinisation des canneberges.

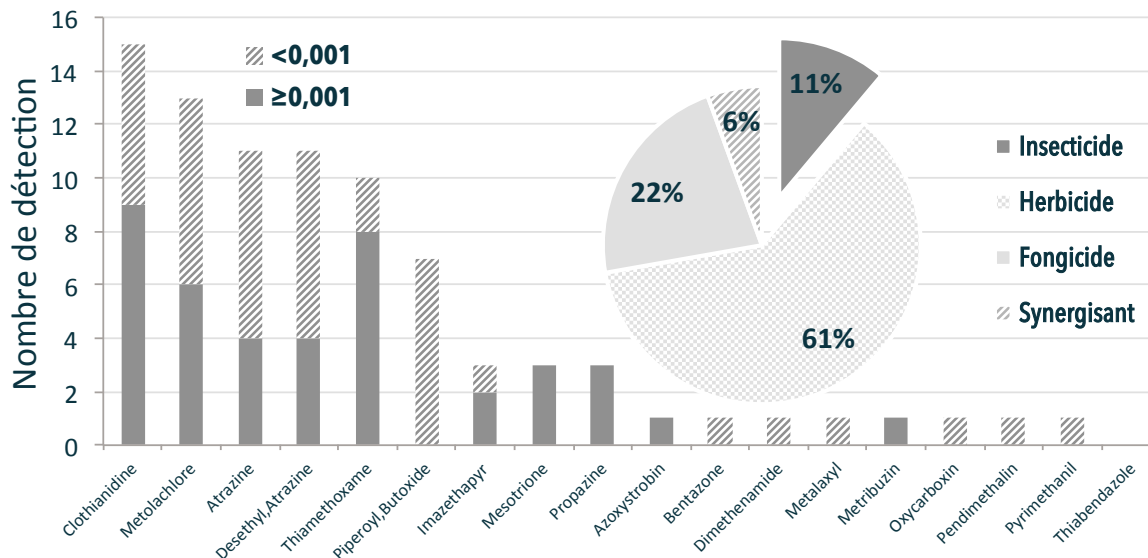


Figure 7: Portrait des pesticides dans les flaques d'eau. La limite de quantification chimique est 0.001 mg/l. Une concentration peut être détectable sous ce seuil, mais il est impossible de déterminer la quantité.

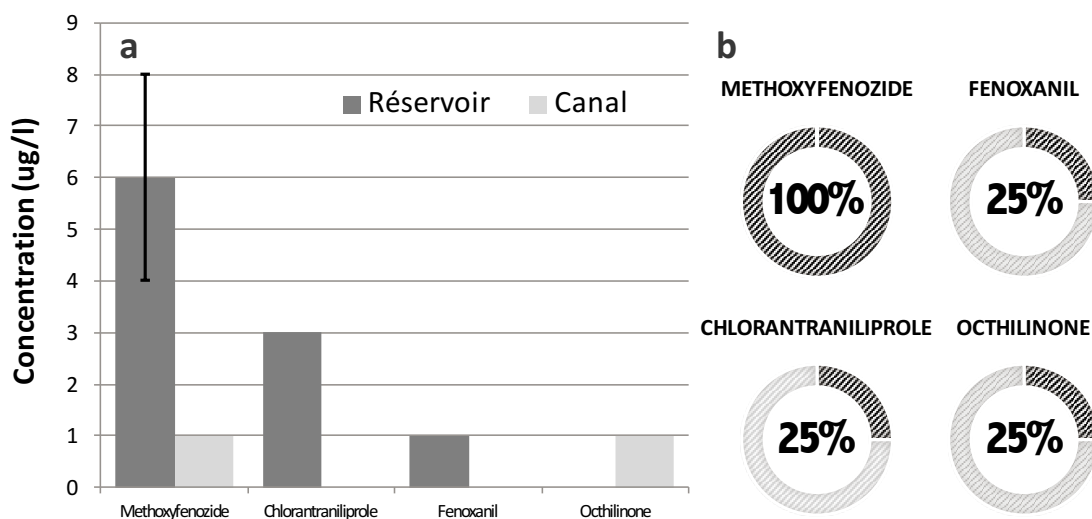


Figure 8: a) Concentration et b) pourcentage de détection des pesticides dans l'eau des fermes de canneberges (réservoir et canal d'irrigation).

Tableau 1. Résumé des analyses de résidus de pesticides réalisées à partir d'échantillons d'eau des abreuvoirs et d'eau de flaques en grandes cultures (2014)

	Nb. Échantillons	Néonicotinoïdes (%)	Clothianidine (%)	Thiaméthoxame (%)	Deux néonics. (%)
Abreuvoirs	4	0	0	0	0
Flaques	16	75	56	50	31

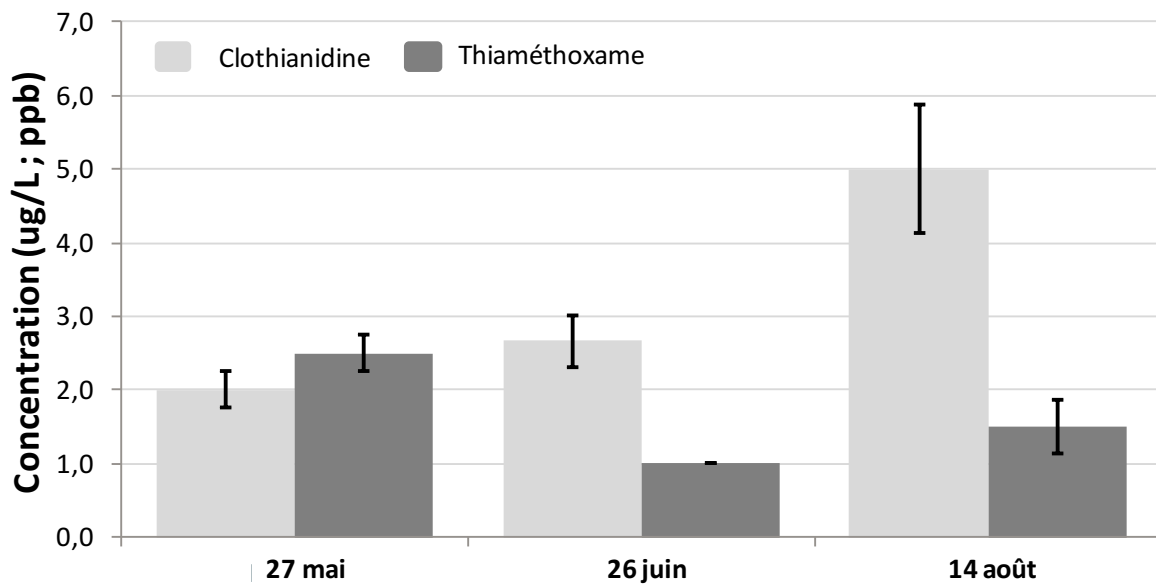


Figure 9: Concentrations des insecticides néonicotinoïdes dans les flaques d'eau (2014). La concentration moyenne en clothianidine est deux fois plus élevée au mois d'août qu'elle ne l'était au mois de mai, alors que la concentration en thiaméthoxame diminue légèrement en fonction du temps.