

Agroécologie : attention aux promesses prématurées !

Les abeilles remplacent-elles les pesticides ?

La France a décidé d'engager son agriculture dans une transition agroécologique, dont les objectifs sont clairement tracés par la définition de l'agroécologie du Ministère de l'Agriculture : « concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes » (les services écosystémiques), « tout en visant à diminuer les pressions sur l'environnement... et à préserver les ressources naturelles »¹. Une des attentes sociétales les plus fortes dans ce domaine est l'espoir que l'agroécologie permette de réduire significativement l'utilisation de produits de protection des plantes, voire, pour reprendre une expression politiquement en vogue, de « sortir des pesticides ». De fait, certaines publications scientifiques récentes peuvent donner l'impression aux profanes que des services écosystémiques simples peuvent se substituer aux intrants actuellement utilisés en agriculture conventionnelle ou raisonnée. Toutefois, une analyse agronomique approfondie montre le plus souvent que les services écosystémiques invoqués sont loin d'être suffisants pour remplacer les interventions habituellement pratiquées par les agriculteurs... ou même que l'existence de ces services écosystémiques est loin d'être réellement démontrée !

Nous commencerons ici par un exemple récent, dont le titre indique clairement les ambitions agroécologiques : « La pollinisation par les abeilles surpasse les pesticides pour la rendement et la rentabilité du colza (Bee pollination outperforms pesticides for oilseed crop production and profitability)² ». Cette étude, réalisée par le Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), dans les Deux-Sèvres, affirme que la quantité d'abeilles présentes sur les parcelles de colza a un effet déterminant sur le rendement. Par contre, les pesticides employés sur le colza n'auraient aucun effet sur le rendement (et donc un effet négatif sur la rentabilité des parcelles, puisqu'ils représenteraient une dépense inutile). Le résumé précise même que les effets des pesticides seraient antagonistes de ceux des pollinisateurs, puisqu'il indique : « Nous montrons que le rendement et la marge brute sont plus élevés (15-40%) dans les parcelles avec une grande abondance de pollinisateurs, que dans celles avec une abondance réduite de pollinisateurs. Cet effet est toutefois fortement réduit par l'utilisation de pesticides. Des rendements élevés peuvent être obtenus, soit en augmentant l'usage de pesticides, soit en augmentant l'abondance d'abeilles, mais seule la deuxième hypothèse permet d'augmenter le revenu économique, car les pesticides ne font pas augmenter le rendement, alors que leur coût réduit la marge brute ». Cette étude a d'autant plus de poids qu'elle a été réalisée en conditions réelles, sur des parcelles d'agriculteurs, et non dans des situations théoriques éloignées de la réalité du terrain. Pour les non-agronomes, la conclusion paraît claire : il faut d'urgence arrêter l'emploi des pesticides sur le colza, pour laisser les abeilles faire leur œuvre bénéfique et préserver les revenus des agriculteurs. Mais pour des agronomes, cette conclusion paraît pour le moins prématurée...

Une analyse économique absurde

Commençons par la partie technico-économique de la publication. Comme dans ses études précédentes sur la rentabilité économique des pesticides³, le CEBC s'est contenté de chercher s'il y avait une relation entre le nombre d'insecticides, herbicides ou fongicides employés, et le rendement des parcelles. Tous les agronomes savent depuis longtemps qu'on ne trouve jamais aucune relation de ce type dans des études de terrain en condition non contrôlée, pour une raison simple : toute

parcelle agricole a un rendement potentiel qui est déterminé essentiellement par son sol, son climat, et le potentiel génétique de la variété qui y est cultivée. Les traitements pesticides, s'ils ont lieu, n'ont pas pour but d'augmenter le rendement, mais simplement de préserver ce potentiel de rendement, s'il risque d'être affecté par des maladies ou des ravageurs. Or chacun de ces traitements ne vise qu'une cible, parmi les nombreux déprédateurs du colza. De plus, le risque de maladie ou ravageurs peut varier énormément d'une année à l'autre et d'une parcelle à l'autre, le plus souvent sans aucune corrélation avec le rendement potentiel. Quand on compare des parcelles ayant le même niveau de protection phytosanitaire, on agrège donc des situations totalement différentes, avec des parcelles ayant un potentiel de rendement fort ou faible, certaines où tous les traitements étaient bien justifiés, et d'autres parcelles où certains traitements étaient inutiles... et aussi des parcelles où les traitements insecticides ont eu un fort effet sur le rendement et la marge, mais où c'est la fertilisation qui a péché ! Pour savoir si un traitement a eu un effet favorable sur le rendement et la marge d'une culture, il est nécessaire de connaître le niveau des contaminations d'insectes ou de maladie auxquelles elle a été exposée (avant traitement évidemment), et son potentiel de rendement : des informations que les chercheurs du CEBC ne prennent pas en compte.

Il est donc tout-à-fait normal qu'ils ne trouvent aucune corrélation entre nombre de traitements et rendement, et une relation négative avec la marge. Ce qui est moins normal, c'est l'interprétation qu'il suggèrent de cette évidence statistique, selon laquelle les traitements pesticides seraient finalement néfastes. Pour donner une idée de l'absurdité de ce raisonnement, imaginons un épidémiologiste qui chercherait une relation entre le nombre de médicaments consommés et l'état de santé des patients, sans distinguer les pilules homéopathiques consommées par des hypocondriaques et les chimiothérapies prescrites pour des cancers. Il ne trouverait sans doute aucune relation positive entre médicaments et santé, et probablement même une relation négative : les personnes en mauvaise santé consomment plus de médicaments en moyenne que les personnes saines. Est-ce que cela prouve que les médicaments n'ont aucun effet sur la santé ?

Corrélation abeilles/rendement : où est la cause, où est l'effet ?

Venons-en maintenant à l'autre volet de la publication : l'effet allégué des abeilles sur le rendement. Les auteurs évoquent un gain de rendement de 15 à 40% apporté par les pollinisatrices. Dans le cadre de cet article, cette affirmation s'appuie en fait sur une simple corrélation entre le nombre d'abeilles observées dans les parcelles et leur rendement. Cela suffit-il à démontrer une relation de causalité ? Bien sûr que non, surtout quand on connaît la complexité de la construction du rendement du colza. Pour le comprendre, un petit rappel d'agronomie élémentaire s'impose.

Contrairement au blé, dont le nombre d'épi et de grains par plante est fortement déterminé par la génétique, le colza est une plante à croissance non déterminée, dont les composantes de rendement (nombre de pieds/m², nombre de fleurs/m², nombre de grains/m², et poids de 1000 grains), peuvent varier considérablement d'une année à l'autre, en fonction des aléas climatiques. A l'échelle d'une région, les rendements peuvent donc être très hétérogènes d'une parcelle à l'autre, ainsi que d'une année à l'autre. Autre différence avec le blé : la période la plus cruciale pour le colza d'hiver est le début du cycle (automne-hiver), pendant lequel la culture peut subir des pertes de pieds très sévères (à la levée, si le sol est trop sec, ou par le gel en cas d'hiver froid). C'est pourquoi il est fréquent que des agriculteurs soient obligés de retourner leurs parcelles de colza en sortie d'hiver, pour la remplacer par une culture de printemps, alors que c'est exceptionnel pour le blé. Heureusement, grâce à sa grande plasticité architecturale, le colza peut compenser des pertes de pieds moyennes,

par augmentation des composantes suivantes de rendement, si les conditions climatiques du printemps le permettent. La faible densité de pieds va permettre à chaque plante de ramifier davantage, et donc de produire plus de fleurs. Si cela ne suffit pas à rétablir à rétablir une densité de fleurs/m² normale, la concurrence réduite entre plantes va permettre ensuite une compensation supplémentaire par le nombre de siliques et de graines produites par fleur, et au final par un meilleur remplissage du grain. Ces mécanismes de compensation ne pourront bien sûr s'exprimer que dans la mesure permise par la nutrition de la plante (eau et fertilisants), qui reste à tout moment le principal facteur limitant : si la culture est proche de son potentiel de rendement, toute augmentation d'une composante de rendement (par exemple le nombre de fleurs/m²) va engendrer une aggravation la compétition entre plantes, qui va se traduire par une compensation à la baisse sur les composantes de rendement suivantes (nombre de grains/silique, ou poids de 1000 grains, selon la période où le stress nutritionnel va se manifester).

Dans cette élaboration complexe du rendement, les abeilles et autres pollinisateurs n'interviennent qu'à une étape : la fécondation, et donc le nombre de siliques produites par fleur (ce nombre peut varier de 0, en absence de pollinisation, à 1 en cas de pollinisation parfaite). Une pollinisation améliorée peut donc augmenter le nombre de siliques, mais cela ne produira une augmentation de rendement que si le potentiel de la parcelle le permet. Sinon, l'augmentation du nombre de siliques sera compensée par une réduction du nombre de graines par silique, ou par une réduction du poids de chaque graine. Par ailleurs, la pollinisation entomophile (par les insectes) n'est pas indispensable au colza : la pollinisation croisée anémophile (par le pollen des fleurs voisines, porté par le vent) est également possible, de même que l'autofécondation (fécondation d'une plante par son propre pollen).

Revenons maintenant aux résultats du CEBC : il est exact que les parcelles avec une forte densité d'abeilles ont en moyenne un rendement sensiblement plus élevé, mais une corrélation ne suffit pas pour annoncer une causalité. C'est pourtant ce que font les auteurs (qui titrent leur figure 3b : « Effect of bee abundance on yield »), et, de façon encore plus explicite, le communiqué de presse de l'INRA, qui affirme que « des chercheurs de l'Inra et du CNRS montrent que la pollinisation entomophile permet d'augmenter les rendements de colza en moyenne de plus de 35% ». Un tel effet de la pollinisation entomophile sur le rendement est-il démontré ? Est-il seulement vraisemblable ? Un simple regard sur la figure présentée par les auteurs suscite des doutes, qui se renforcent quand on regarde la bibliographie sur ce sujet.

Examinons la relation entre nombre d'abeilles et rendement (Fig. 3b) :

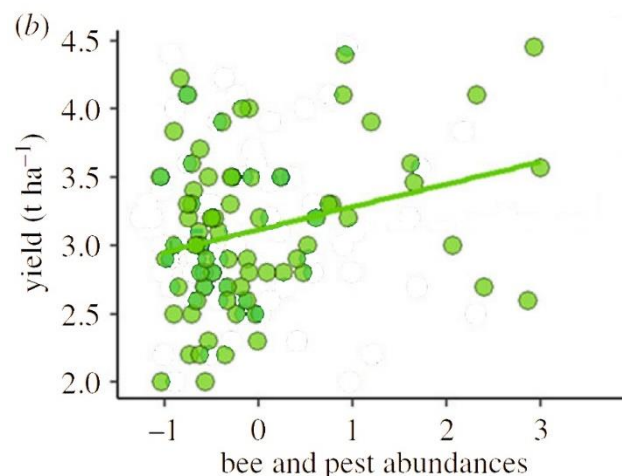


Fig. 3b de Catarino et al : Relation entre l'abondance des abeilles et le rendement du colza (pour faciliter la lecture, nous avons retiré les points bleus concernant les insectes ravageurs).

On note d'abord que la corrélation entre le rendement et la quantité d'abeilles observées est en fait très médiocre. Le nuage de points est très dispersé, et, de plus sa forme ne correspond guère à ce que l'on attendrait si les abeilles avaient un rôle majeur dans la fécondation des fleurs de colza. En effet, on constate que les parcelles avec peu d'abeilles (à gauche sur le graphe) ont des rendements extrêmement hétérogènes, ce qui est la conséquence de la fragilité des rendements du colza que nous avons déjà évoquée. Toutefois, nombre d'entre elles ont d'excellents rendements, ce qui montre qu'une forte présence d'abeilles n'est pas nécessaire à un bon rendement. A l'inverse, les parcelles visitées par plus d'abeilles sont très minoritaires, et ont presque toujours des rendements élevés. On ne voit pas très bien comment les abeilles, qui, rappelons-le, n'agissent que sur la « transformation » des fleurs en siliques, arrivent à ce point à protéger toutes les parcelles de tous les accidents qui peuvent leur survenir tout au long de leur cycle, à moins de supposer qu'une forte densité d'abeilles garantirait une telle augmentation du nombre de fleurs fécondées, que leur effet sur le rendement résisterait à toute atteinte sur les autres composantes du rendement (nombre de fleurs/m², nombre de graines/silique, et poids de 1000 grains). Ce ne serait possible que si le taux de pollinisation en cas de faible présence d'abeilles était très bas... ce qui est contradictoire avec l'observation selon laquelle les parcelles à faible densité d'abeilles peuvent néanmoins atteindre de très bons rendements !

Il paraît donc beaucoup plus logique d'envisager une explication plus simple à la faible liaison statistique observée entre forte présence d'abeilles et rendement élevés : les parcelles à bon potentiel de rendement, et qui n'ont subi aucun incident climatique en début de saison, abordent le printemps avec une forte densité de fleurs/m². Elles attirent donc de ce fait davantage d'abeilles que les parcelles moins florifères... et ont un meilleur rendement, même en l'absence d'effet positif des abeilles sur la fécondation, tout simplement parce que leur nombre élevé de siliques leur donne une marge de sécurité pour affronter d'éventuelles pertes ultérieures de grains par silique, ou un mauvais remplissage du grain. Dans cette hypothèse, il n'y aurait aucune relation de causalité entre présence d'abeille et fort rendement. Ces deux variables seraient simplement les conséquences d'une même cause : une densité de fleurs supérieure à la moyenne des parcelles de colza.

Pour démontrer l'effet positif des abeilles sur la pollinisation, les auteurs auraient dû montrer que celles-ci augmentent le taux de fécondation, et donc le pourcentage de fleurs qui ont donné naissance à une silique. Or ils ne le démontrent nulle part dans cette publication. Cela peut se comprendre, car cette démonstration demande des comptages lourds en main d'œuvre, impossible à généraliser dans une étude à grande échelle sur le terrain comme celle-ci. Il aurait néanmoins été intéressant de faire cette vérification sur un échantillon représentatif de parcelles à faible et forte densité d'abeilles, puisque ce comptage de silique peut être fait après le comptage d'abeilles, mais nous devons nous passer de cette information. Par contre, les auteurs nous donnent dans la discussion pas moins de 4 références bibliographiques, pour justifier que l'effet positif des abeilles sur la fécondation des fleurs de colza a déjà été démontré dans le passé. Malheureusement, si on fait l'effort de vérifier ces références, on constate qu'aucune d'entre elles ne montre un effet des abeilles sur le rendement aussi fort que celui annoncé par le CEBC :

- Les deux premières sont des études en conditions contrôlées, comparant des plantes butinées par des abeilles, et d'autres placées dans une cage grillagée pour empêcher toute pollinisation par les insectes, cela sur plusieurs variétés différentes. Il s'agit donc d'une privation totale de pollinisation entomophile, dont l'impact devrait logiquement être nettement supérieur à celui de l'étude du CEBC, où l'on compare simplement des parcelles à faible et forte densité d'abeilles. Dans la première étude (Marini et al⁴), la présence d'abeilles

n'a aucun effet sur le rendement de deux des variétés testées ; sur la troisième, le gain de rendement est de 20%. Dans la seconde étude (Hudewenz et al, 2013⁵), l'effet des abeilles que le rendement n'est que de quelques %, sur 4 variétés testées.

- La première étude au champ citée par le CEBC est une étude réalisée en Suède (Lindström et al, 2015⁶), qui a mesuré l'effet de l'implantation de ruches à proximité de parcelles de colza, dans une région à faible présence d'abeilles domestiques (l'introduction des ruches multipliait la densité d'abeilles par 24 en moyenne !). Dans ces conditions, les abeilles produisaient un gain de rendement de 10,6% en moyenne sur les variétés de colza issues de sélection classique, mais n'avaient aucun effet sur les variétés hybrides. La dernière citation invoquée est la plus représentative de la situation de Catarino et al, puisqu'il s'agit d'une étude réalisée sous un sous-échantillon des parcelles suivies par le CEBC, sur lequel des comptages de composantes de rendement ont réalisés, en mis en relation avec la densité d'abeilles observées (Perrot et al, 2018⁷). Comme Catarino et al, Perrot et al annonce un effet de l'ordre de 30% sur le rendement à l'échelle de la parcelle, ce qui est logique puisque ces parcelles constituent un large sous-ensemble (de 2013 à 2016) de celles de Catarino et al (qui vont de 2011 à 2016). Par contre, les comptages de composantes de rendement, censés démontrer qu'il y a bien un effet des abeilles sur la fécondation, sont plus ambigus : les auteurs observent bien une augmentation du nombre de fleurs fécondées quand les abeilles sont plus nombreuses (Fig 3a) ; mais cet effet est immédiatement compensé par une diminution du nombre de grains par silique (Fig 3b). Les auteurs nous affirment qu'il reste néanmoins un effet significatif sur le rendement, mais curieusement ils ne nous donnent pas le résultat du rendement brut : ils passent directement à l'effet des abeilles sur le rendement corrigé selon la biomasse totale de la plante, qui est effectivement significatif (Fig. 3d). Cela revient à dire que l'indice de récolte (rapport entre le poids des graines et la biomasse totale de la plante) est plus élevé en moyenne sur les parcelles à forte densité d'abeilles, mais c'est un résultat sans grand intérêt pour l'agriculteur, qui est payé en fonction du rendement en grain, quel que soit cet indice de récolte ! Même du point de vue agronomique, il aurait été plus intéressant de connaître la relation entre rendement brut et abeilles que la relation entre indice de récolte et abeille : en effet, l'indice de récolte est a priori plus élevé pour les plantes fortement florifères. Cela ne lève donc pas le doute selon lequel la relation entre rendement et densité d'abeilles serait simplement due au fait que ces deux variables sont liées à la densité de fleurs. Et nous avons tendance à penser que, si le rendement brut avait été significativement lié à l'abondance d'abeilles, les auteurs n'auraient pas manqué de nous le faire savoir...

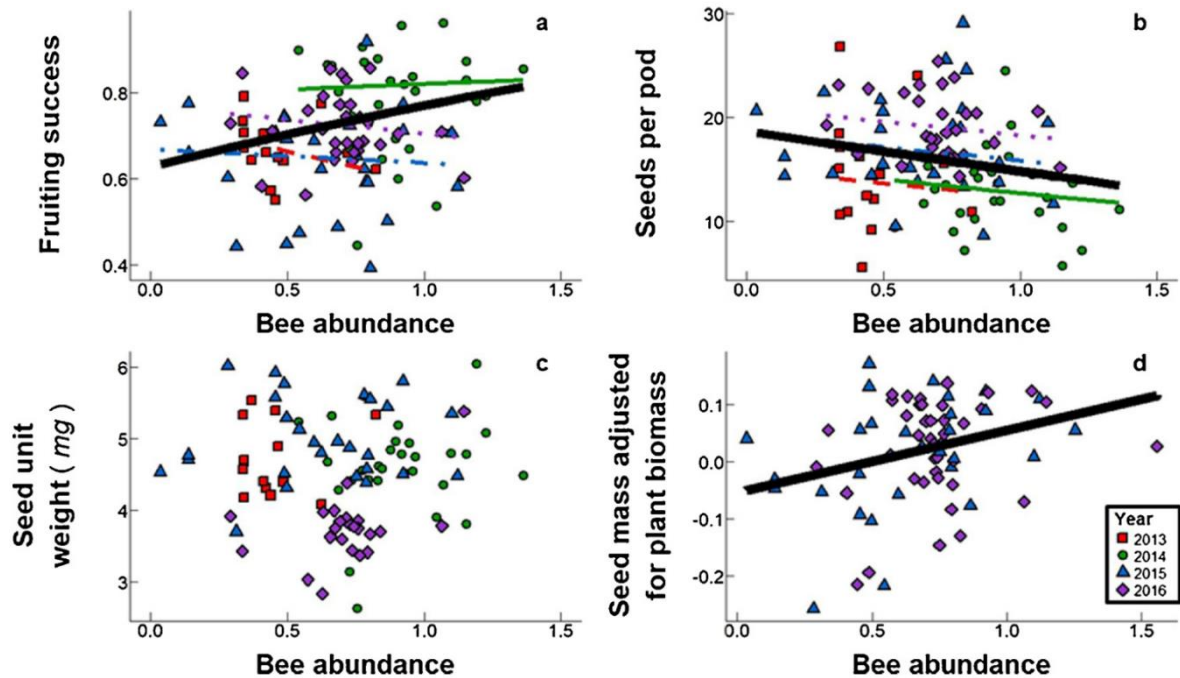


Fig. 3 de Perrot et al, 2018 : Dans cette étude au champ sur l'interaction entre abeilles et composantes de rendement du colza, les auteurs ont observé une relation positive significative entre abondance des abeilles et taux de fécondation des fleurs (Fig. 3a), mais cet effet est compensé immédiatement par une baisse significative du nombre de graines produites par siliques (Fig. 3b), probablement à cause de la concurrence accrue entre siliques. Les auteurs affirment qu'il reste néanmoins un effet positif significatif sur le rendement, mais ils ne présentent en fait que le rendement corrigé selon la biomasse de la plante. Cela revient à dire que l'indice de récolte (ratio rendement graine/biomasse totale) est plus élevé chez les plantes visitées par beaucoup d'abeilles, mais cela ne démontre pas que le rendement/m² (le seul qui compte économiquement pour l'agriculteur) est plus élevé.

Au final, toutes les études autres que celles du CEBC montrent que l'effet des abeilles sur le rendement du colza existe, mais reste très modeste, en particulier pour les variétés hybrides, qui sont très prédominantes dans l'étude du CEBC (273 parcelles sur 294). Compte tenu de ces résultats, il est très peu vraisemblable que, dans les conditions de l'étude, les différences de pollinisation aient entraîné des gains de rendement de plus de 5%. Les 30% supplémentaires de « gain de rendement dû aux abeilles » ne sont très probablement qu'une corrélation sans relation de causalité directe, due au fait que les parcelles les plus florifères attirent plus d'abeilles, et ont un potentiel de rendement plus élevé.

L'interaction entre abeilles et insecticides : un artefact statistique, sans signification concrète

Même si l'impact réel des pollinisateurs sur le rendement est faible, il reste nécessaire de se préoccuper de l'effet que les insecticides appliqués sur le colza pourraient avoir sur leur population. On peut en effet craindre que l'application d'insecticides sur le colza ait un effet significatif sur les populations d'abeilles, et provoquent du même coup une perte de rendement « cachée ». Plusieurs affirmations ambiguës de la publication suggèrent que c'est ce que les auteurs observent. Le résumé indique par exemple : « Cet effet [l'effet positif que les auteurs attribuent aux pollinisateurs] est toutefois fortement réduit par l'usage de pesticides ». Dans les résultats (paragraphe 3c), les auteurs indiquent qu'« il y a une interaction négative entre abondance des abeilles et usage de pesticides ».

Ils déclarent ensuite vérifier « si des rendements et des marges brutes élevées peuvent être obtenus en réduisant l'usage de l'agrochimie pour augmenter l'abondance des abeilles et leur contribution au rendement ».

La première affirmation peut surprendre si on la prend à la lettre : en effet, la figure 2c montre qu'il n'y a aucune relation entre le nombre d'insecticides appliqués et l'abondance des abeilles :

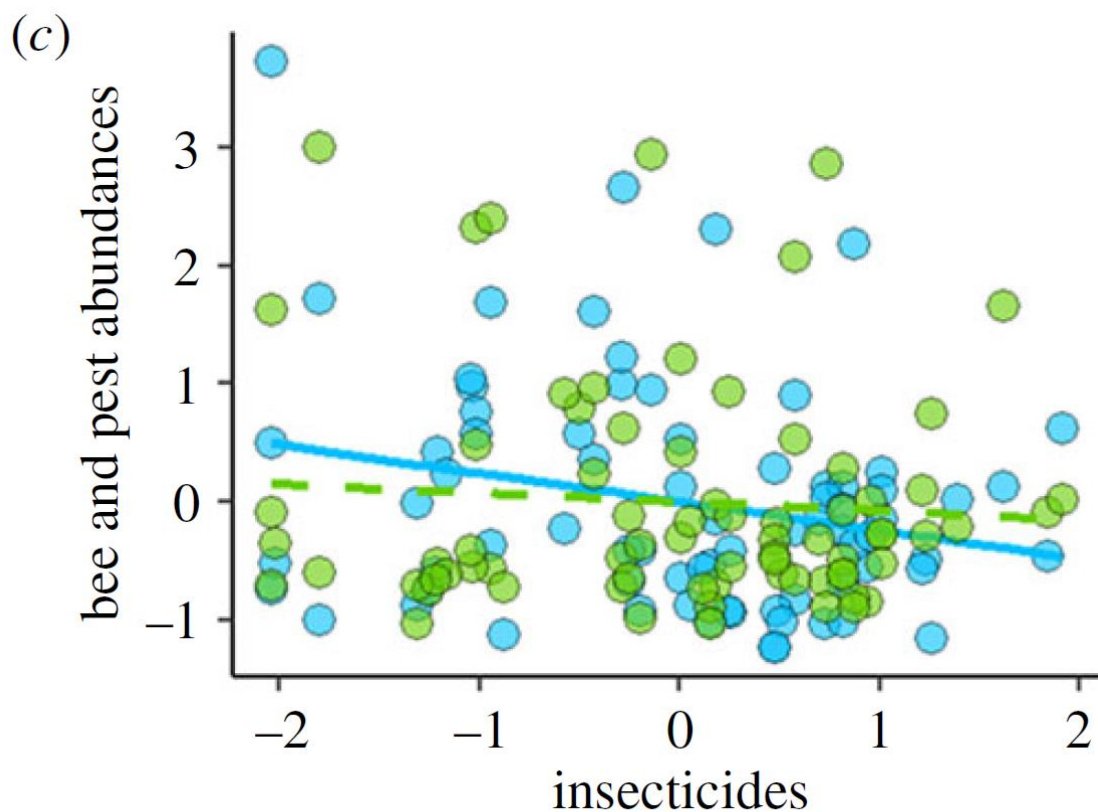


Fig. 2c de Catarino et al : Relation entre le nombre d'insecticides appliqués sur les parcelles, et l'abondance des abeilles (en vert) et insectes ravageurs (en bleu).

Bien sûr, cette absence de relation directe entre insecticides et abondance d'abeilles n'a pas plus de sens que l'absence de lien entre insecticides et rendement que les auteurs annoncent par ailleurs. En effet, beaucoup de traitements insecticides sur colza sont réalisés hors de la période de floraison, et ont donc peu de risque d'impacter les abeilles. Il aurait été plus intéressant de voir s'il y a une relation entre insecticides appliqués à la floraison et abondance des abeilles, mais cette donnée n'est pas présentée par les auteurs. En tout cas, cette figure 2c montre bien qu'il n'y a pas d'« effet » significatif, au sens où l'entendent les auteurs dans leur modèle rendement, des insecticides en général sur l'abondance des abeilles. Alors, pourquoi les auteurs parlent-ils d'interaction négative entre abeilles et pesticides ? En fait, il s'agit d'une interaction négative entre l'effet des abeilles et celui des pesticides dans leur modèle multivarié sensé expliquer le rendement (cf Table 2 de Catarino et al). Cela signifie en fait que l'effet des pollinisateurs est plus fort sur les parcelles ayant reçu pas ou peu d'insecticides, et inversement. D'une part, ce modèle n'explique que 20,6% de la variance observée. Mais surtout, le mot « effet » est à prendre ici au sens statistique, c'est-à-dire qu'il n'implique une fois encore aucune causalité. Il s'agit de la relation entre le niveau d'une variable, supposée explicative, et celui de la variance de la variable observée, en l'occurrence le rendement. Le modèle calcule systématiquement un « effet » pour chaque variable explicative, cet effet peut être nul, ou faible et non significatif statistiquement. Dans ce cas, il est probable, mais pas sûr, que la

variable explicative n'a pas d'effet sur la variable à expliquer, au moins dans la situation étudiée. Si l'effet est plus fort, et significatif, il est possible que la variable explicative ait une relation de causalité sur la variable expliquée, mais ce n'est pas sûr : cet « effet » significatif peut venir simplement du fait que la variable explicative, tout comme la variable à expliquer, sont toutes deux corrélées à une même variable causale.... Ou être totalement fortuit ! Dans ce cas précis, nous avons vu que la recherche d'une corrélation directe entre insecticides (ou tout autre intrant) et rendement n'a aucun sens. Pour la relation entre abeilles et rendement, nous avons également vu que l'« effet » de l'abondance d'abeilles sur le rendement est sans doute très majoritairement dû à la corrélation de ces deux variables avec la densité de fleurs/m². L'interaction entre abeilles et insecticides est donc l'interaction entre :

- un « effet » non significatif (celui des insecticides sur le rendement), dû à l'incohérence de l'hypothèse de départ (les insecticides auraient un effet direct sur le rendement)
- un « effet » significatif (celui des abeilles sur le rendement), mais dont nous avons vu qu'il n'est sans doute que très faiblement dû à un réel effet de causalité.

Cette interaction est donc un pur artefact statistique, sans aucune signification concrète pour l'agriculteur. Le fait qu'elle soit significativement négative ne démontre absolument pas que les insecticides ont un effet antagoniste du (faible) effet des abeilles sur le rendement.

Des affirmations qui ignorent l'état de l'art de l'agriculture raisonnée

Dans la discussion de leurs résultats, les auteurs citent de nombreux travaux d'agro-écologie, mais ne cherchent jamais à confronter leur point de vue aux connaissances classiques qui ont conduit aux règles actuellement appliquées en agriculture. Or celles-ci sont difficilement conciliables avec leurs affirmations sur le rôle des abeilles qui surpasserait celui des pesticides.

Le principal ravageur nécessitant des traitements à la floraison du colza (les plus susceptibles de nuire aux abeilles) est le mégigèthe du colza. Les seuils de nuisibilité pour cet insecte sont bien connus, ils figurent par exemple sur le site de Terres Inovia ⁸ :

Stade sensible	Piégeage	Vol	Seuil	
			colza vigoureux	colza peu vigoureux
Du stade boutons accolés D1 ou BBCH 50 au stade boutons séparés E ou BBCH 57	Cuvette jaune uniquement indicateur de présence. Dénombrement sur plante nécessaire.	Températures >14° C	Stade D1 Pas d'intervention	Stade D1 50% de plantes infestées ou 1 mégigèthe par plante **
			Stade E 6 à 9 mégigèthes par plante ** Régions SUD : 4 à 6 mégigèthes par plante	Stade E 65 à 75% de plantes infestées ou 2 à 3 mégigèthes par plante **

**ou conditions peu favorables aux compensations (températures faibles, plantes stressées en eau à floraison, dégâts parasitaires antérieurs...)*

***Les comptages en bordure ou sur les plantes les plus hautes ne sont pas représentatifs de la situation. Il est conseillé de compter sur 5 x 5 plantes consécutives ; puis de calculer une moyenne ou un % par plante à rapprocher des seuils mentionnés dans le tableau. De plus il faut tenir compte des capacités de compensation des cultures.*

On note que ces seuils de traitement sont assez complexes, car ils sont modulés selon le stade de la culture et son état physiologique. Ils prennent ainsi en compte la capacité de récupération de la

culture, ce qui constitue déjà en soi une forme d'agroécologie (alors que curieusement les travaux du CEBC ne prennent pas ces facteurs en compte). Ces seuils ont été déterminés à partir d'expérimentations de terrain, souvent réalisées sous cage (pour maîtriser le nombre d'insectes ravageurs présent), ce qui bloquait du même coup la présence de pollinisateurs. Il est donc possible que ces expérimentations n'aient pas perçu un effet négatif des insecticides sur les populations et sur la fécondation du colza. La question soulevée par le CEBC a donc du sens. Mais on voit bien que pour y répondre, il faudrait des expérimentations beaucoup plus complexes et ciblées que la fouille de données très macroscopique de Catarino et al. Ce travail gagnerait d'ailleurs à commencer par un ré-examen systématique des données qui ont conduit aux seuils de traitement actuellement recommandés, pour séparer les expérimentations réalisées :

- sous cage (qui ne tiennent pas compte de l'effet éventuel des abeilles sur le rendement),
- en conditions naturelles (où les résultats économiques intègrent donc la perte de rendement éventuellement causée par un tout aussi éventuel des traitements sur les populations d'abeilles, et restent donc valables en toute hypothèse pour justifier de la rentabilité des traitements).

L'agroécologie doit dépasser l'agriculture raisonnée, pas l'oublier

De toute évidence, l'ambition affichée par les auteurs, d'identifier des stratégies agroécologiques permettant d'optimiser le rendement grâce au service écosystémique rendu par les abeilles, n'avait aucune chance d'aboutir, compte tenu des méthodes expérimentales employées. Pourtant, la question sous-jacente (les traitements insecticides sur colza ont-ils un impact négatif sur les abeilles, et potentiellement sur la pollinisation du colza ?) a du sens, et mérite d'être étudiée. Nous avons vu que la bibliographie montre que les abeilles ont un effet faible, mais non négligeable, sur le rendement du colza. Les études d'agriculture raisonnée, qui ont conduit à la définition actuelle des seuils de nuisibilité des insectes du colza, ont permis d'identifier les densités de ravageurs à partir desquelles un traitement insecticide permet des gains de rendement et de marge brute significatifs ; mais comme à l'époque ces expérimentations ne prenaient pas en compte les populations d'abeilles, il est possible que le gain de rendement net observé à l'époque ait intégré une baisse de rendement due à une moins bonne pollinisation. Enfin, les études d'écotoxicologie demandées pour l'autorisation des insecticides prévoient des tests approfondis pour assurer leur innocuité sur les abeilles, même en application à la floraison, mais il s'agit de tests en conditions contrôlées, peut-être pas parfaitement représentatifs des réalités du terrain. Pour toutes ces raisons, il serait utile de reprendre des travaux plus holistiques sur les effets des insecticides, mais la démarche suivie ici ne le permet pas. Pour répondre à la question scientifique posée, il faudrait mesurer finement l'effet des pollinisateurs sur la fécondation (et non directement sur le rendement final, qui dépend de trop d'autres facteurs). Il faudrait mesurer l'impact des insecticides sur les insectes ravageurs et les pollinisateurs, ce qui suppose d'avoir des comptages avant et après traitement (alors que le CEBC ne mentionne qu'un comptage par parcelle).

Faute de ces éléments, les résultats produits par le CEBC ne donnent aucun élément pour contredire les règles de raisonnement classiques des traitements insecticides, tels que définis par Terres Inovia et rappelés sur le site EcophytoPIC. En adoptant un point de vue beaucoup trop macroscopique (intégrant l'ensemble des intrants agricoles), le CEBC s'empêche d'analyser l'effet individuel de chaque intervention de l'agriculteur, et n'a donc aucun argument crédible pour contester le bien-fondé des itinéraires techniques actuels. Il y a incompréhension entre deux approches scientifiques qu'il faut apprendre à concilier :

- l'écologie est une science systémique qui s'appuie essentiellement sur des études observationnelles, où les chercheurs analysent le fonctionnement des écosystèmes, sans chercher à intervenir dessus. Pour analyser ces écosystèmes complexes, ils ont mis au point des méthodes statistiques sophistiquées, afin de modéliser les corrélations qui existent entre les différents sous-systèmes auxquels ils s'intéressent (dans notre exemple, les interactions entre le mode de conduite de la culture et les populations d'insectes). Ces méthodes ont l'avantage de détecter des interactions qui pourraient avoir échappé aux experts du métier jusqu'à présent. Mais leur faiblesse principale est leur difficulté à démontrer des relations de causalité, comme nous venons de le voir sur cet exemple
- l'agriculture raisonnée s'est développée dans une approche scientifique plus classique, de type réductionniste (où l'on étudie séparément l'effet des différents facteurs connus pour agir sur le système étudié). Elle s'est appuyée sur des expérimentations interventionnistes (on découpe un champ en plusieurs parties sur lesquelles on génère des différences contrôlées du facteur que l'on veut étudier, et lui seul (par exemple le nombre d'insecticides appliqués), et on mesure l'effet de ces traitements, toutes choses égales par ailleurs (l'effet sur le nombre d'insectes ravageurs et sur les pollinisateurs, le rendement obtenu, la marge brute,...)).

Bien sûr, il est sain que des écologistes apportent une vision nouvelle sur l'agronomie, et bousculent ainsi les visions établies. Et dans le contexte scientifique actuel, les approches systémiques ont meilleure presse que les approches réductionnistes. Mais il ne faut pas oublier que ces deux approches doivent être combinées dans une dialectique où chacune met à l'épreuve la pertinence de l'autre, plutôt que de les opposer sans chercher à les concilier. C'est particulièrement vrai en agronomie, qui est par essence interventionniste et réductionniste : c'est la science qui vise à identifier les interventions que l'agriculteur doit réaliser pour optimiser le développement de ses cultures ou de son troupeau, et ce raisonnement est forcément réductionniste, puisque l'agriculteur devra réaliser séparément ses différentes actions (semis, fertilisation, désherbage, et ainsi de suite jusqu'à la récolte). Bien sûr, ces interventions successives doivent être définies dans un cadre cohérent (du point de vue du système global), et ce sont les notions de potentiel de rendement, de facteurs limitants, et d'itinéraires techniques qui vont structurer cette cohérence. Faute d'opérer ce retour vers le terrain, et de tester ses hypothèses en évaluant de nouveaux itinéraires techniques pour les valider, l'agroécologie restera au stade de spéculation théorique, séduisante pour l'esprit du grand public et des décideurs politiques, mais inapplicable par les agriculteurs.

Philippe STOOP

Directeur Recherche & Innovation de la société iTK

Membre Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France (AAF)

Le contenu de cet article n'engage que son auteur, et non l'AAF

¹ <https://agriculture.gouv.fr/quest-ce-que-lagroecologie>

² <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2019.1550>

³ <http://www.forumphyto.fr/2018/02/28/inutile-le-desherbage-quand-lagroecologie-nie-lagronomie-et-lecologie/>

⁴

https://www.academia.edu/23990476/Crop_management_modifies_the_benefits_of_insect_pollination_in_oi_lseed_rape

⁵ https://www.researchgate.net/publication/257207631_Cross-pollination_benefits_differ_among_oilseed_rape_varieties

⁶ https://www.researchgate.net/publication/286446848_Large-scale_pollination_experiment_demonstrates_the_importance_of_insect_pollination_in_winter_oilseed_rape

7

https://www.researchgate.net/publication/326928446_Bees_increase_oilseed_rape_yield_under_real_field_conditions

⁸<https://www.terresinovia.fr/-/colza-surveillance-et-lutte-contre-le-meligethe-tres-frequent-peu-nuisible>