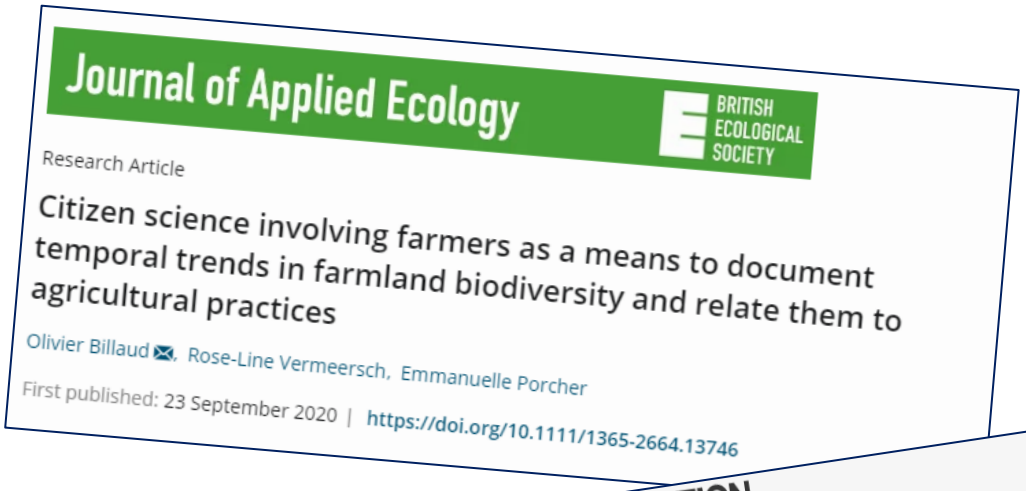
MERCI !

Grâce à vos données, la première publication scientifique a été publiée cette année **! Un grand merci à vous pour le temps que vous nous avez accordé, et la motivation que vous avez investie dans ce projet**.

Cette publication, suivie d'un article de vulgarisation, est faite dans le cadre de la thèse d'Olivier Billaud, financée par le Crédit Agricole et utilise les données récoltées lors de vos observations. Pour que vous ayez tous les éléments pour comprendre, Olivier a réalisé un travail important de vulgarisation de la méthodologie utilisée dans le cadre de ces analyses. Les référentiels nationaux, produits chaque année, se trouvent à la fin de ce document. Ce sont des graphiques présentant les données de l'OAB par taxon et type de couverture du sol, vous permettant de situer la biodiversité de vos parcelles par rapport aux données nationales.


Journal of Applied Ecology

BRITISH ECOLOGICAL SOCIETY

Research Article

Citizen science involving farmers as a means to document temporal trends in farmland biodiversity and relate them to agricultural practices

Olivier Billaud, Rose-Line Vermeersch, Emmanuelle Porcher

First published: 23 September 2020 | https://doi.org/10.1111/1365-2664.13746

THE CONVERSATION

L'expertise universitaire, l'exigence journalistique

Covid-19 Culture Économie Éducation Environnement International Politique + Société Santé Science Mondes francophones

Du tracteur au carnet de comptage, un projet de sciences participatives 100 % agricole

13 octobre 2020, 20:12 CEST

Table des matières

Table des matières 2
Lexique 3
Résumé 4
I. Quelle analyse ? 5
1. Pourquoi se concentrer sur la dimension temporelle ? 5
2. Pourquoi faire une analyse à l'échelle nationale ? 5
II. Méthodologie 6
1. Comprendre les forces et faiblesses du jeu de données pour adapter sa méthodologie 6
2. Séparer les effets des différents facteurs par une modélisation linéaire 6
3. Comment caractériser les pratiques phytosanitaires et de fertilisation ? 8
4. Comment caractériser le paysage ? 9
5. Quels types de cultures analysés ? 9
6. Vérification de la robustesse des résultats 9
III. Résultats par types de cultures 10
Comment lire les graphiques ? 11
1. Grandes cultures 14
2. Prairie 20
3. Viticulture 25
4. Arboriculture 27
5. Effet de l'environnement 30
6. Les limites 31
7. La suite des travaux 32
IV. Référentiels nationaux 33

Lexique

- *variable* : élément qui peut prendre des valeurs différentes

- *variable quantitative* : variable dont les valeurs sont numériques. Par exemple l'abondance de papillons

- *variable qualitative* : variable dont les valeurs sont des catégories. Ex : le travail du sol qui peut avoir trois valeurs : labour profond, travail superficiel, semis direct

- *variable explicative* : élément qui sert à expliquer les valeurs prises par une variable cible (la variable expliquée)

- *variable expliquée*: élément dont on veut expliquer les valeurs. Dans cette étude, ce sont les abondances des différents groupes d'espèces.

- *indice synthétique* : indice qui regroupe plusieurs variables en une seule. La méthode statistique de regroupement peut être très simple (une moyenne de plusieurs variables) ou plus compliquée.

- *régression linéaire* : modélisation statistique qui cherche à établir une relation entre une variable, dite expliquée, et une ou plusieurs variables, dites explicatives.

- *barres/marge d'erreur* : utilisées sur un graphique, elles représentent l'incertitude (peu de données, imprécision d'une mesure, grande variabilité, etc.) d'un résultat chiffré. Bien qu'une valeur de la variable soit donnée, elles reconnaissent qu'il est possible que la valeur exacte se situe entre les deux barres.

- *biais* : procédé qui engendre des erreurs dans les résultats d'une étude

- *corrélation* : lien entre deux variables qui établit que celles-ci varient ensemble, soit dans le même sens (*corrélation positive*), soit de manière inverse (*corrélation négative*).

- *robustesse statistique* : capacité à ne pas être perturbé par une petite modification dans les données ou dans les paramètres du modèle choisi pour l'estimation.

- *Artefact statistique*: constatation fausse causée par des contraintes mathématiques (hypothèses statistiques nécessaires pour calculer les modèles)

Résumé

Ce document présente la méthodologie et les résultats issus de la publication scientifique d'Olivier Billaud. Cette publication est basée sur les données de l'OAB. Elle présente les grandes tendances temporelles d'évolution de la biodiversité en milieu agricole à l'échelle de la France.

Plusieurs populations sont en déclin, les abeilles et papillons par exemple diminuent fortement dans les vergers et les grandes cultures, et cela semble accéléré par la présence d'intrants chimiques. De même le nombre de vers de terre diminue en prairie.

Néanmoins, certaines tendances ouvrent des pistes pour soutenir la biodiversité agricole. Ainsi, les mollusques et carabes eux, sont favorisés dans les prairies si celles-ci sont permanentes, en viticulture, la présence d'une forêt semble favoriser les abeilles. Enfin en grandes-cultures, un travail du sol allégé soutient les vers de terre tandis qu'une réduction des intrants chimiques semblent favoriser les abeilles et papillons.

Ces tendances temporelles, qui mériteront d'être confirmées avec vos prochaines observations, permettent de montrer la pertinence scientifique de ces protocoles et d'ouvrir des pistes d'action pour soutenir la biodiversité agricole.

I. Quelle analyse ?

Nous avons focalisé notre analyse sur la **recherche de tendances temporelles** de la biodiversité et cherché à comprendre si **ces tendances pouvaient dépendre des pratiques agronomiques et/ou du paysage**.

Nous avons travaillé sur les données récoltées entre 2011 et 2017, ceci pour un souci pratique de gestion de base de données lors des travaux. Les résultats seront ensuite actualisés au fur et à mesure des années avec les données plus récentes.

Nous avons voulu vous présenter le plus fidèlement possible notre processus de recherche : la question de départ, l'utilisation des données et leurs contraintes, les résultats observés, les hypothèses émises pour les expliquer mais aussi les zones d'ombres qu'il nous faut encore approfondir.

1. Pourquoi se concentrer sur la dimension temporelle ?

Une des originalités de l'OAB est de pouvoir fournir des observations sur une période de temps assez longue. A l'inverse, de nombreuses expérimentations menées seulement par des organismes de recherches ne peuvent s'étendre sur des temps longs, faute de moyens financiers et humains.

Or les écosystèmes et leur biodiversité ne sont pas statiques dans le temps. Les espèces interagissent entre elles ainsi qu'avec leur environnement ; un écosystème peut, selon les cas, être dans un état stable (la composition des espèces ou les flux de matière varient très peu dans le temps) ou en changement.

Il est donc important d'analyser la dynamique de cette biodiversité dans le temps pour vérifier si les relations entre la biodiversité et les pratiques/paysage connues grâce à des travaux sur des temps courts sont confirmées en intégrant une dimension temporelle.

2. Pourquoi faire une analyse à l'échelle nationale ?

La deuxième force de l'OAB est son déploiement spatial qui permet de fournir de nombreuses données et cela dans des conditions différentes.

Les réseaux OAB se sont formés et arrêtés en fonction des différents contextes locaux ; une analyse à l'échelle nationale permet de s'affranchir de cette hétérogénéité.

II. Méthodologie

Par souci de transparence, nous faisons le choix de vous expliquer les grandes lignes de la méthodologie statistique employée.

1. Comprendre les forces et faiblesses du jeu de données pour adapter sa méthodologie

Les forces du jeu de données de l'OAB :

- Une échelle temporelle et spatiale vaste ;
- Un nombre très important de données qui permet de « lisser » les biais d'observations éventuels ;
- De nombreux contextes différents qui permettent de comparer des situations.

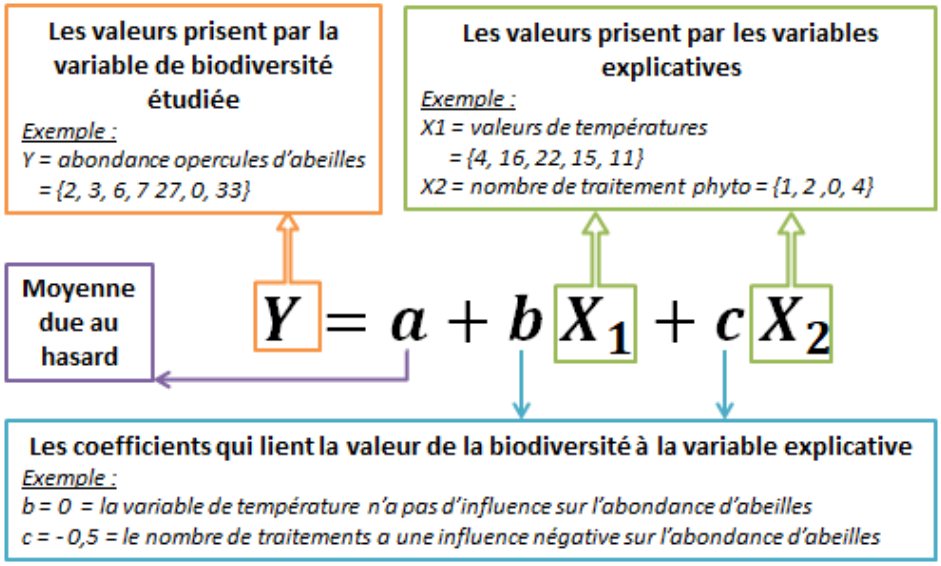
Les faiblesses du jeu de données de l'OAB :

- Des données manquantes qui ne permettent pas d'exploiter toutes les variables possibles (ex : le champ « quantité de produit appliquée » est peu rempli (30%))
- Pas de contextualisation précise car il y a trop de parcelles. L'analyse regarde des corrélations entre variables (par exemple plus d'observations de mollusques dans les parcelles viticoles avec un enherbement de l'inter-rang) mais ne peut pas rentrer dans le détail des mécanismes écologiques (pourquoi y a-t-il plus de mollusques ? L'enherbement sert de ressource alimentaire ? D'abri face à la prédation ? Limite la compétition d'autres espèces ? Plusieurs explications à la fois ?) ;
- De nombreux paramètres à prendre en compte, pouvant s'influencer entre eux.

2. Séparer les effets des différents facteurs par une modélisation linéaire

La biodiversité observée est potentiellement influencée par de nombreux facteurs que nous ne contrôlons pas lors des relevés. Dans ce contexte, les indicateurs statistiques classiques (moyenne, médiane…) ne nous permettent pas de tirer de conclusions claires car plusieurs facteurs peuvent se mélanger (comment savoir si une abondance moyenne plus élevée d'abeilles est due à moins de traitements, à la météo, à la région de localisation de la parcelle, à l'absence de prédateurs, etc. ?).

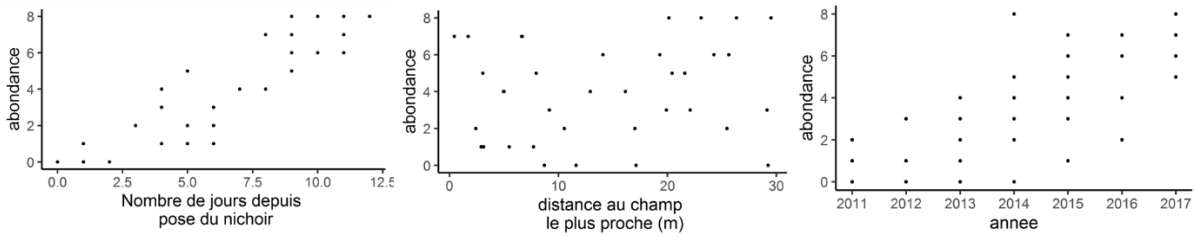
L'objectif d'une régression linéaire est d'expliquer une variable Y (par exemple l'abondance de vers de terre) à l'aide d'une ou plusieurs variables explicatives X (météo, paysage, type de culture…). On possède ainsi des observations de Y effectuées dans différentes conditions des variables explicatives. L'analyse cherche à trouver, à partir de ces observations, la relation entre Y et X :



On essaye ici de comprendre les effets séparés de deux variables explicatives X_1 et X_2.

A titre d'exemple **(fictif)**.

Supposons une étude de l'abondance d'abeilles solitaires. En plus de cette abondance nous connaissons la distance au champ le plus proche, la date de l'observation (en nombre de jours depuis la pose du nichoir) et l'année. On observe les graphiques suivants :



Il semble y avoir un lien entre l'abondance, la date d'observation et l'année mais pas vraiment avec la distance au champ. Mais il peut y avoir des effets non observés, par exemple les observations de 2016 et 2017 pourraient être des mesures avec des dates d'observations tardives ce qui nous ferait croire en une abondance plus élevée ces années. La modélisation linéaire nous permet de certifier ces effets, on trouve ici :

$$Abondance = -895 + 0.54 * Date + 0 * Distance_{champ} + 0.44 * Année$$

On observe donc un effet positif de la date (peut-être que plus on avance dans l'année, plus les abeilles ont le temps de faire leur nid ?) et de l'année (il y a de plus en plus d'abeilles au cours des ans), mais aucun effet de la distance au champ.

Rappel : cet exemple est fictif et ne représente pas de véritables conclusions agronomiques.

Nous avons modélisé l'abondance des différents groupes observés dans l'OAB (abeilles solitaires, vers de terre, papillons, carabes et mollusques), sans distinction entre les espèces de chaque groupe.

A l'inverse de l'exemple encadré, les modèles pouvaient comprendre beaucoup plus de variables explicatives (paysage, pratiques de traitement et de fertilisation, travail du sol, enherbement entre les rangs, météo, localisation géographique de la parcelle, date du relevé, dates d'installation des nichoirs/planches, etc.) pour essayer de prendre en compte les différents facteurs pouvant influencer la biodiversité.

3. Comment caractériser les pratiques phytosanitaires et de fertilisation ?

La quantité de produit appliqué est peu renseignée (car pas obligatoire) dans la base de données, donc inutilisable dans notre étude.

Nous avons donc utilisé le nombre de passages comme indicateur. Nous avons vérifié au préalable sur les exploitations ayant renseigné la quantité de produit appliqué que nombre de passages et quantités étaient assez corrélés. L'indicateur n'est bien sûr pas parfait mais il va dans un sens logique et interprétable.

Le deuxième inconvénient est une forte corrélation de l'application des différents produits phytosanitaires (fongicides, molluscicides, herbicides, insecticides, autres) entre eux et avec la fertilisation minérale. En général, une exploitation utilisant au moins un produit phytosanitaire applique en réalité plusieurs autres pesticides et apporte également une fertilisation minérale. Ainsi, il ne nous est pas possible de distinguer l'effet d'un type de pesticide parmi les autres. Nous ne pouvions donc pas distinguer l'effet d'un type de pesticide parmi les autres.

Nous avons utilisé deux méthodes différentes pour caractériser la pratique de traitements et de fertilisation d'une parcelle :

- **Méthode A** : nous avons créé un indice synthétique « résumant » le positionnement d'une parcelle en termes d'utilisation des différents types de pesticides et de fertilisation minérale, comparée aux autres parcelles ;
- **Méthode B** : nous avons simplement rassemblé les différents pesticides entre eux et sommé le nombre de passages pour avoir une variable « nombre total de passages en pesticides ».

Pourquoi utiliser deux méthodes ? Cela permet de comparer les résultats et de considérer comme « robuste » les résultats observés quelle que soit la méthode. Inversement, un constat validé par une seule méthode sera moins certain car dépendant de la méthodologie statistique.

4. Comment caractériser le paysage ?

Tout comme les pratiques agricoles, les éléments paysagers renseignés sont très divers et souvent corrélés entre eux. Un seul élément paysager est ressorti comme assez structurant : la présence d'une forêt à proximité de la parcelle.
D'autres éléments paysagers renseignés ont été testés (tels que les haies, bandes enherbées…) sans que nous ne puissions détecter d'effet, principalement parce que les données sont très corrélées entres elles. On ne peut pas donc pas différencier et interpréter les effets. De prochains travaux devraient compléter les données de l'OAB avec des bases de données sur le paysage, à l'exemple d'un stage réalisé au premier semestre 2020 (voir la « suite des travaux » page 33)

5. Quels types de cultures analysés ?

Pour pouvoir distinguer les effets des nombreux facteurs potentiels, nous avons besoin d'un jeu de données conséquent et diversifié (afin de pouvoir comparer les différentes situations). Nous avons donc dû rassembler les données par grands types de cultures : les grandes cultures, les prairies, la viticulture et l'arboriculture.

Nous n'avons pas pu analyser les données de maraîchage car nous ne disposons pas d'une quantité suffisante de données (en particulier sur les premières années de l'OAB). Pour les mêmes raisons, nous n'avons pas analysé l'abondance de vers de terre en viticulture ni en arboriculture. En enlevant les premières années (2011-2012-2013) par manque de données nous n'avions plus assez de recul temporel pour analyser des tendances.

6. Vérification de la robustesse des résultats

Une fois les analyses effectuées, nous avons vérifié la robustesse des résultats statistiques. Par exemple en changeant quelques paramètres (par exemple en réeffectuant l'analyse temporelle en enlevant une année). Cela permet de vérifier que les résultats ne dépendent pas de certains paramètres statistiques (ce qui en feraient des « artefacts » mathématiques).

III. Résultats par types de cultures

Les résultats sont présentés par type de cultures et pour une culture par protocole afin que vous puissiez naviguer facilement dans le document pour consulter les cas qui vous intéressent.

Nous présentons les résultats les plus robustes (retrouvés quelle que soit la méthodologie statistique utilisée). Nous pouvons donc considérer que les effets qui sont démontrés sont fiables, quel que soit le traitement statistique appliqué. Les biais potentiels, s'il y en a, viendraient plutôt de la nature du jeu de données de l'OAB : ce n'est pas une représentation exacte de la biodiversité agricole en France, mais seulement celle des parcelles suivies dans le cadre du programme.

Pour chaque type de culture et protocole d'observation nous présenterons d'une part les résultats concernant la tendance temporelle en abondance des espèces et les variables corrélées à ces tendances. D'autre part, nous présenterons ensuite quelques résultats sur d'autres variables importantes mais non corrélées à la dynamique temporelle.
Une partie à la fin de ce document est consacrée à d'autres variables environnementales hors pratiques agricoles et paysagères influençant les observations.

Par ailleurs, nous présenterons de nombreuses courbes de tendances temporelles (années en abscisses). L'encart ci-dessous explique comment lire et interpréter ces figures.

Comment lire les graphiques ?

Les graphiques représentent des estimations faites à partir des modèles statistiques.

Comme expliqué dans la partie méthodologie, de nombreux facteurs peuvent influencer la biodiversité. Ainsi, faire un graphique représentant l'abondance d'une espèce selon un paramètre peut amener à une conclusion biaisée par un autre facteur non visible sur le graphique.

A partir du modèle statistique, nous pouvons représenter les données pour un ou plusieurs facteurs choisis en fixant les autres facteurs à leur valeur moyenne. C'est une sorte de « graphique témoin » sur lequel on ne fait varier qu'une ou deux variables.
Ainsi **on ne représente pas directement les données brutes,** par contre, nous pouvons plus facilement analyser l'effet d'un facteur en particulier, qui ne sera pas biaisé par les autres.

Les barres verticales représentent les marges d'erreur, souvent élevées lorsque l'on manque de données ou que celles-ci sont très diverses.

Dans le cas de variables quantitatives (ex : nombre de passages en fertilisation organique), pour une question de représentation graphique, les résultats sont montrés en divisant les parcelles en trois groupes de taille égale. Ainsi, on compare par exemple le tiers des parcelles utilisant le moins de fertilisation, le tiers intermédiaire et enfin le tiers des parcelles où l'utilisation de fertilisation organique a été la plus forte.

Enfin, dans le cas des variables de produits phytosanitaires et de fertilisation nous avons dû utiliser un indice synthétique (voir Méthode, partie 3) qui est une combinaison des différentes variables d'intrants (en nombre de passages). Afin d'aider à comprendre l'échelle du graphique de manière plus « pratique », nous donnons en légende un exemple d'une parcelle (réellement présente dans la base de données) typique de ce niveau d'indice.

Exemple :

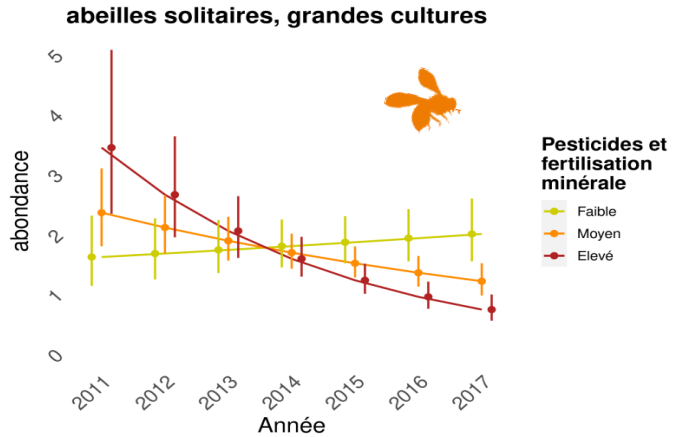


Figure 1: Parcelles types (nombre de passages)

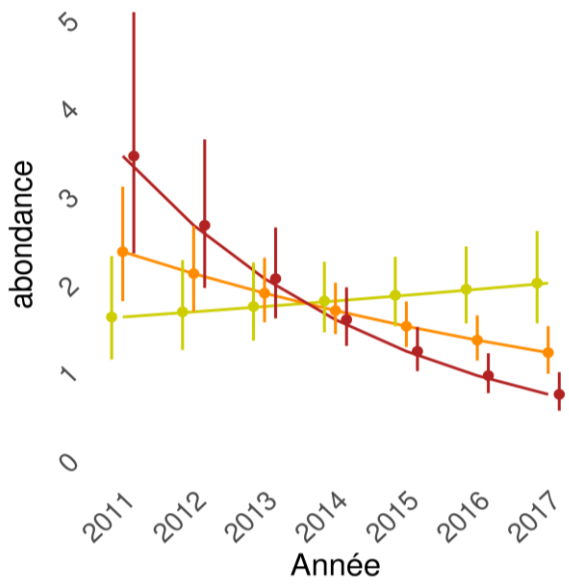
***Elevé** : Herbicide 2, Fongicide 3, Fertilisation minérale 4*
***Moyen** : Herbicide 1, Fongicide 2, Fertilisation minérale 2,*
***Faible** : Herbicide 2*

Le graphique montre l'abondance d'abeilles en grandes cultures au cours du temps (sur l'axe horizontal) et pour différentes modalités d'utilisation de pesticides et de fertilisation minérale. Ici les passages en pesticides et fertilisation minérale et le temps sont les seuls facteurs qui varient, les autres facteurs (par exemple la date du relevé) sont à leur valeur moyenne. On ne visualise donc que l'effet de ces intrants et du temps.

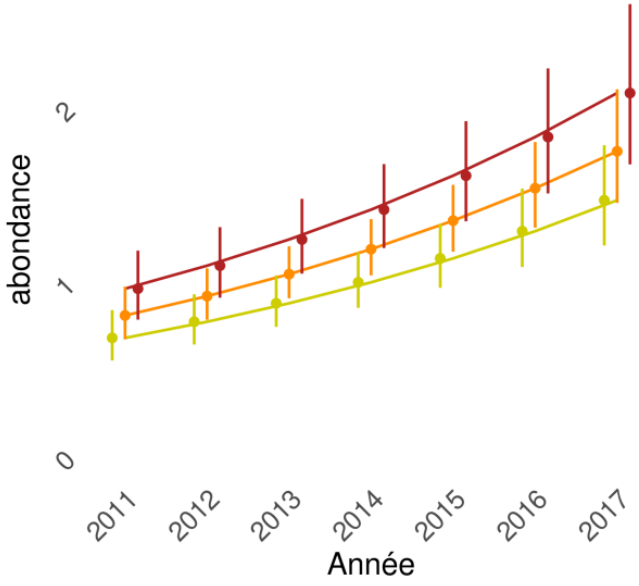
Ici, sur la parcelle type « élevé », on a eu deux passages herbicide, trois fongicide, quatre passages en fertilisation minérale.
Sur la parcelle « moyenne », on a un passage en herbicide, deux fongicide et deux en fertilisation minérale. Sur la parcelle « faible », on a deux passages en herbicide,

Remarque : ce graphique sert d'illustration. Nous le présenterons plus en détails dans la suite du document.

Comment interpréter la pente des courbes :



Les pentes des courbes ne sont pas les mêmes entre les différentes valeurs de la variable observées**. On constate un effet temporel de la variable étudiée sur l'abondance.**



Les pentes des courbes sont les mêmes entre les différentes valeurs de la variable observées**. L'effet de la variable étudiée sur l'abondance n'est pas temporel.**

Un point d'interrogation…

Un point peut vous interrogera sûrement. Sur certains graphiques les courbes « décroissantes » ont des abondances dans les premières années plus élevées que les courbes « croissantes » (ex sur la courbe précédente). Nous travaillons encore à comprendre cette observation.

Deux cas sont envisagés :
- soit c'est un artefact de la représentation statistique (pour que les courbes se croisent « il faut mathématiquement » que la courbe décroissante commence plus haut)
- soit l'observation est réelle et il faut chercher à l'expliquer dans de futures études.

A priori cet écart est beaucoup plus faible lorsqu'on représente les données brutes mais existe encore. Une hypothèse serait que les premières parcelles engagées dans l'OAB étaient dans des réseaux et des exploitations avec un intérêt plus fort envers la biodiversité, donc ayant peut-être déjà effectués d'autres aménagements qui lui sont favorables. Cela reste à vérifier (mais questionnerait alors l'intérêt de ces aménagements).

Néanmoins dans tous les cas cela ne remet pas en cause l'observation de dynamiques temporelles différentes (la tendance « globale » de la courbe) ce qui reste le résultat important.

Pour chaque graphique, les pictogrammes indiquent de quel protocole sont issues les données utilisées :

1. Grandes cultures

A. Grandes cultures / Abeilles

a) Effets temporels

Nous avons observé une corrélation entre les variations temporelles d'abondance d'abeilles solitaires et l'utilisation de pesticides et/ou de fertilisation minérale (effets non dissociables). L'abondance diminue dans les parcelles utilisant le plus de ces intrants alors qu'elle est stable voire augmente dans les parcelles en utilisant moins.

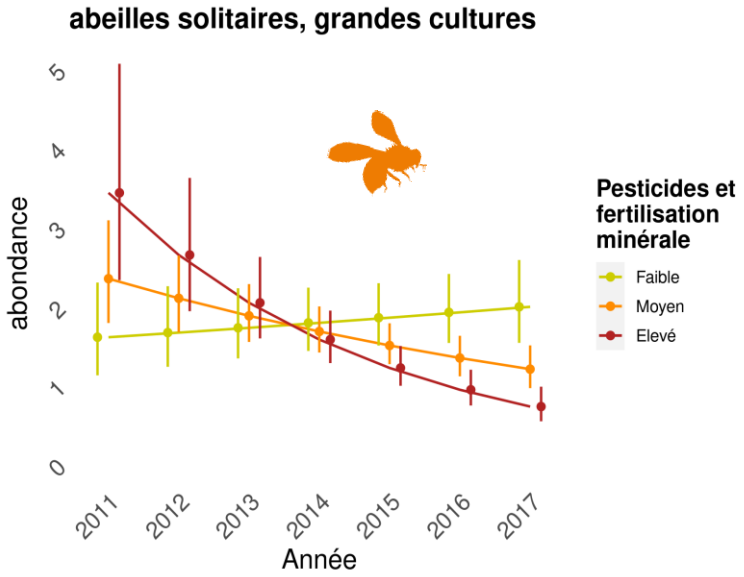


Figure 2 : Abeilles, grandes cultures, pesticides et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

***Elevé** : Herbicide 2, Fongicide 3, Fertilisation minérale 4*
***Moyen** : Herbicide 1, Fongicide 2, Fertilisation minérale 2,*
***Faible** : Herbicide 2*

Cela rejoint les craintes sur les impacts déjà observés en laboratoire ou dans les parcelles de l'utilisation des pesticides sur les abeilles, en révélant ici une corrélation temporelle. Néanmoins, les données ne nous permettent pas de distinguer l'effet d'un type de pesticides d'un autre.

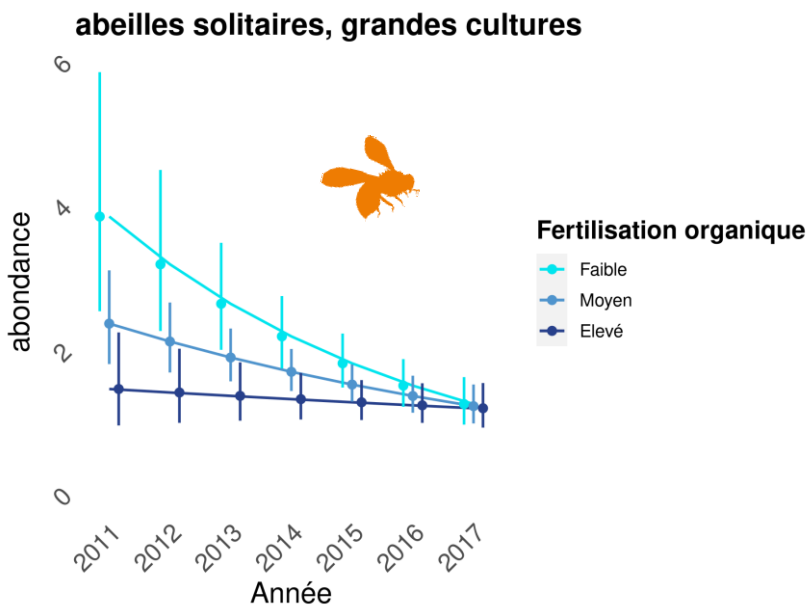


Figure 3 : Abeilles, grandes cultures et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)
***Elevé** : Fertilisation organique 2*
***Moyen** : Fertilisation organique 1*
***Faible** : Fertilisation organique 0*

Par ailleurs, la fertilisation organique est aussi corrélée à ces tendances, avec une diminution plus forte dans les parcelles peu fertilisées. Une hypothèse est que la fertilisation organique aide les plantes messicoles, ressource intéressante de nourriture pour les pollinisateurs.

b) Autres effets

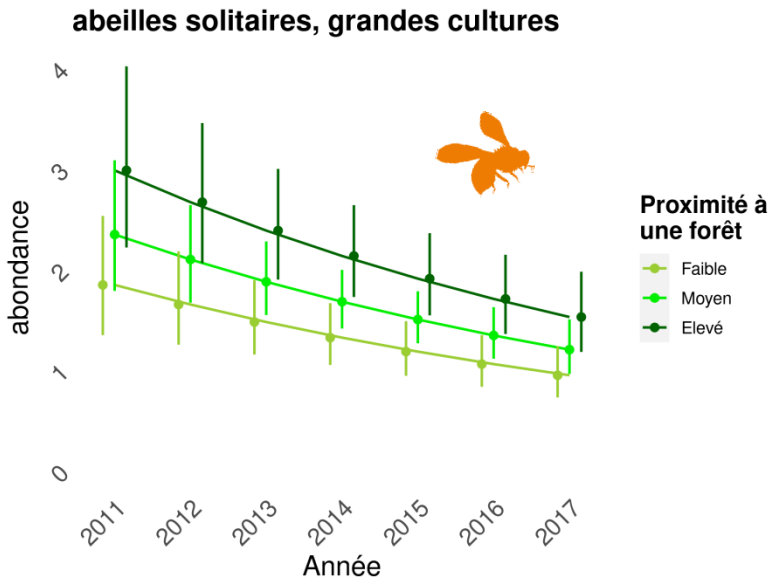


Figure 4 : Abeilles, grandes cultures, proximité à une forêt

La proximité à une forêt est positive pour l'abondance d'abeilles solitaires, mais n'influence pas les tendances au cours du temps (négatives en moyenne). Une hypothèse serait que les abeilles trouvent une ressource florale plus abondante près des lisières. En effet, l'effet « lisière » connu en écologie soutient l'idée que les interfaces entre deux écosystèmes (ici le champ et la forêt) sont des lieux particuliers, riches en biodiversité.

B. Grandes cultures / Papillons

a) Effets temporels

De même que pour les abeilles solitaires, nous avons observé une corrélation entre l'abondance de papillons et l'utilisation de pesticides et/ou de fertilisation minérale (effets non dissociables). L'abondance diminue dans les parcelles utilisant le plus de ces intrants alors qu'elle est stable voire augmente dans les parcelles moins intensives.

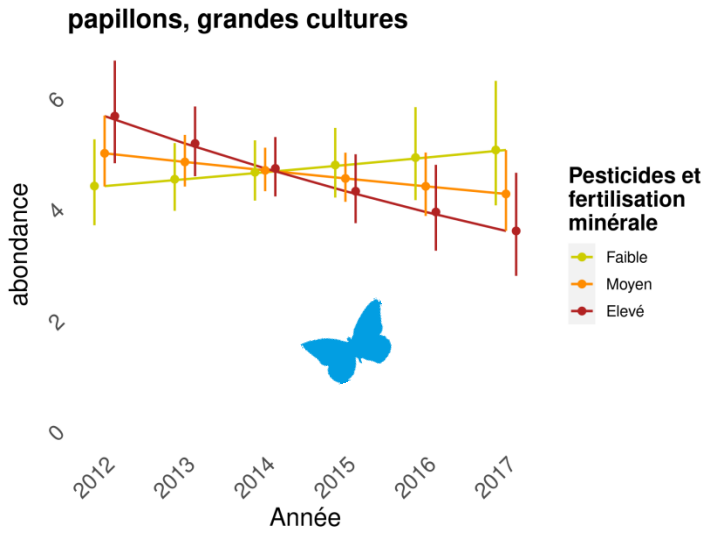


Figure 5 : Papillons, grandes cultures, pesticides et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

***Elevé** : Insecticide 1, Herbicide 1, Fongicide 3, Fertilisation minérale 4*
***Moyen** : Insecticide 1, Herbicide 1, Fongicide 1, Fertilisation minérale 2,*
***Faible** : Herbicide 1*

a) Autres effets

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

C. Grandes cultures / Vers de terre

a) Effets temporels

Nous n'avons pas observé d'évolution de l'abondance de vers de terre au cours du temps.

b) Autres effets

Le travail du sol est une des variables ayant le plus d'influence sur l'abondance de vers de terre, avec un écart important entre le labour profond et le semis direct. Cela rejoint des observations déjà connues et nous conforte sur la pertinence des données récoltées dans l'OAB.

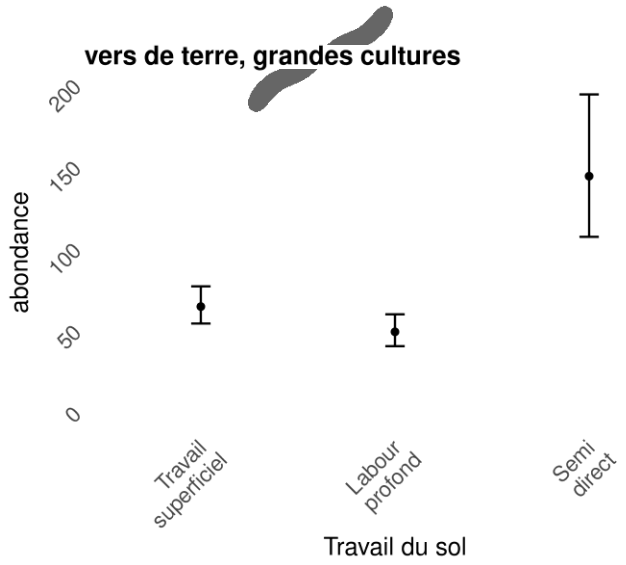


Figure 6 : Vers de terre, grandes cultures et travail du sol

D. Grandes cultures / Mollusques

a) Effets temporels

L'abondance de mollusque augmente au cours du temps mais sans lien avec un facteur particulier.

b) Autres effets

Le semis direct est positif pour les mollusques. La présence de végétation plus importante leur sert sûrement de ressource et d'habitat (lieu de reproduction, de sécurité face à certains prédateurs, etc.).

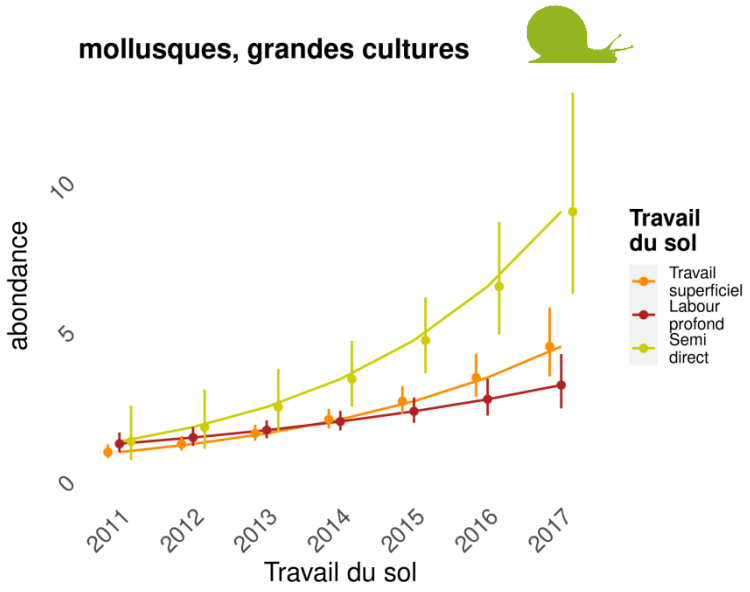


Figure 7 : mollusques, grandes cultures et travail du sol

E. Grandes cultures / Carabes

a) Effets temporels

Les carabes sont en augmentation également.

b) Autres effets

Les parcelles utilisant plus de pesticides et/ou de fertilisation minérale ont des abondances de carabes plus élevées.

Ce résultat peut sembler surprenant étant donné les réflexions sur l'impact des pesticides. Cela illustre les zones d'ombre à creuser : un biais dans les données ou dans le protocole ? Le rôle particulier d'un pesticide qui créerait un environnement favorable sans impacter les carabes ? Des réponses variables entre les différentes espèces de carabes ? La prédominance de l'effet du paysage concernant les carabes qui sont des espèces assez mobiles ? Une corrélation entre les parcelles les plus touchées par les ravageurs où on utilise en conséquence plus de pesticides et la présence de carabes attirés et favorisés justement par cette ressource en ravageur ? Etc.

Mieux comprendre l'origine de ce résultat pourrait révéler des mécanismes importants dans l'interaction entre pesticides et carabes.

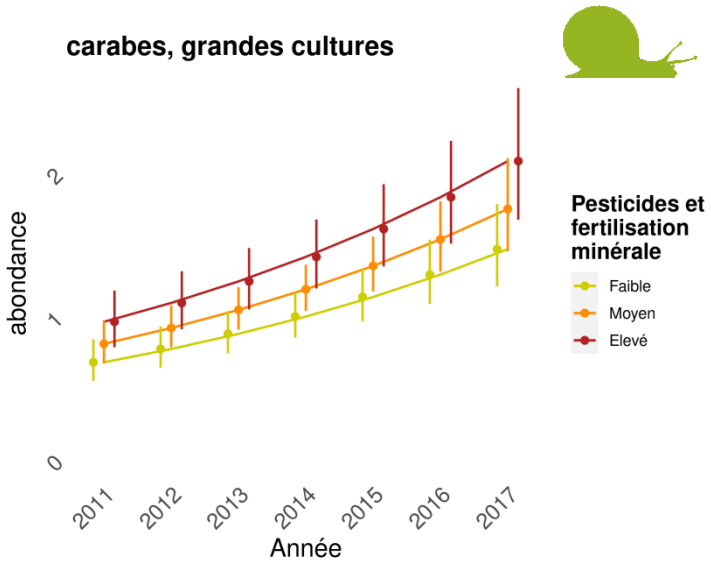


Figure 8 : Carabes, grandes cultures, pesticides et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

Elevé : *Insecticide 2, Herbicide 1, Fongicide 1, Fertilisation minérale 4*
Moyen : *Herbicide 2, Autre traitement 1, Fertilisation minérale 1,*
Faible : *Herbicide 1*

2. Prairie

A. Prairie / Abeilles

a) Effets temporels

Nous avons pu observer deux corrélations entre la tendance temporelle en abondance des abeilles solitaires et des variables explicatives.

D'une part, l'abondance d'abeilles solitaires augmente dans les parcelles les plus fertilisées organiquement et diminue dans les moins fertilisées

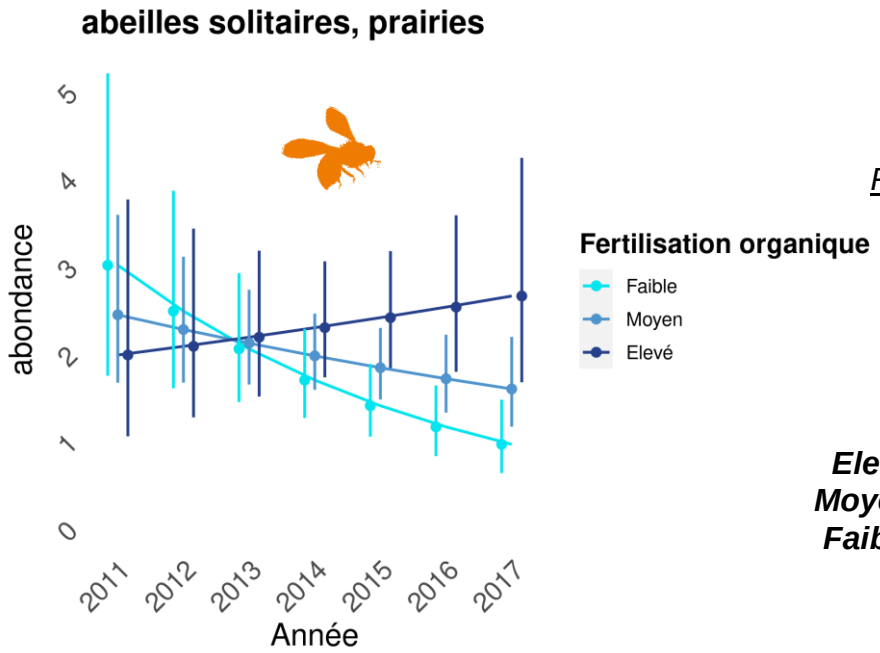


Figure 9 : Abeilles, prairies et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

***Elevé** : Fertilisation organique 2*
***Moyen** : Fertilisation organique 1*
***Faible** : Fertilisation organique 0*

D'autre part, la présence de forêts est corrélée négativement avec les tendances temporelles, limitant voire diminuant l'abondance d'abeilles solitaires. Cette corrélation peut paraître étonnante, en particulier lorsque l'on voit le rôle positif de la forêt en grandes cultures et en viticulture.

Une hypothèse possible serait un rôle barrière de la forêt qui empêcherait la dispersion des abeilles. A l'inverse des grandes cultures et de la viticulture où la ressource florale est plus faible dans la parcelle et donc la ressource apportée par la forêt et la lisière importante, les prairies présentent une ressource florale plus importante. Ainsi, peut-être que l'effet bénéfique de la forêt est faible pour les prairies mais que l'effet barrière reste important, expliquant ce rôle négatif.

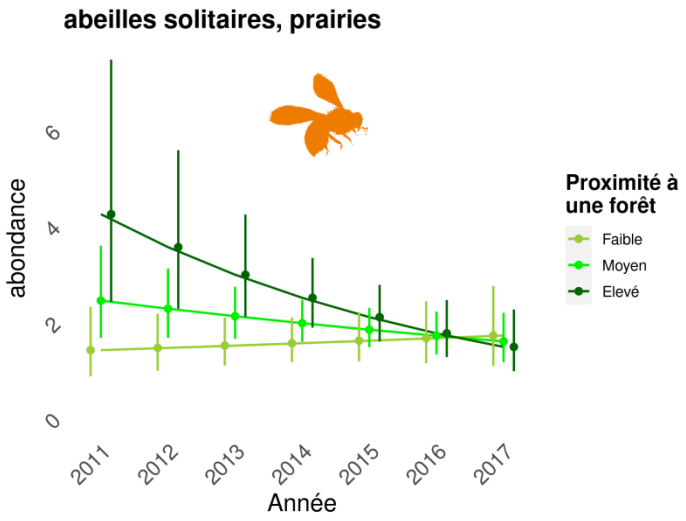


Figure 10 : Abeilles, prairies et proximité à une forêt

b) Autres effets

La gestion de la prairie semble importante, avec moins d'abeilles dans les pâtures plutôt que dans les prairies fauchées ou en gestion mixte. Peut-être parce que la pâture, par une pression plus régulière, limite la floraison des plantes à fleurs fournissant des ressources pour les abeilles ?

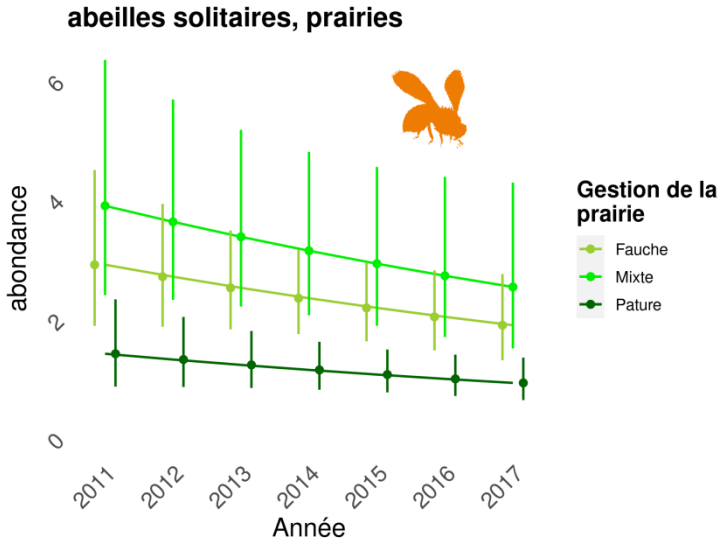


Figure 11 : Abeilles, prairies et gestion de la prairie

B. Prairie / Papillons

a) Effets temporels

Les papillons sont en augmentation dans les prairies. Par ailleurs, à l'inverse des abeilles, la présence de forêt semble être positive. En restant cohérent avec notre première hypothèse concernant les abeilles, ce résultat peut être expliqué par des mécanismes de complémentation d'habitats : les papillons se nourrissent et se reproduisent dans les prairies, et les boisements peuvent servir de refuges et offrir des conditions microclimatiques favorables. A l'inverse les abeilles trouveraient moins de refuges dans les boisements ?

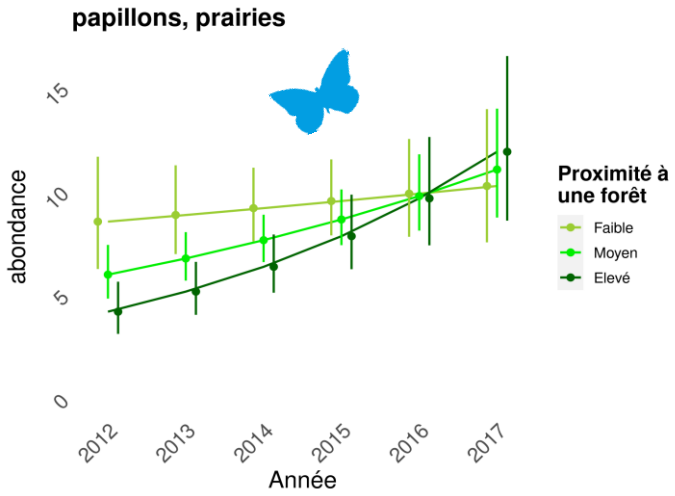


Figure 12 : Papillons, prairies et proximité à une forêt

b) Autres effets

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

C. Prairie / Vers de terre

a) Effets temporels

Contrairement aux grandes cultures, les vers de terre sont en diminution dans les prairies (bien qu'ayant des valeurs d'abondance assez élevées). Cette diminution n'est pas corrélée à d'autres facteurs.

b) Autres effets

L'âge de la prairie est un facteur très structurant pour l'abondance de vers de terre, plus la prairie est âgée, plus l'abondance en vers de terre est élevée.

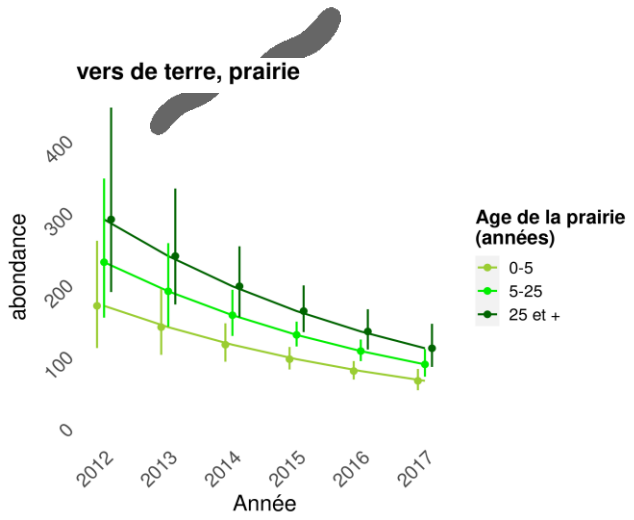


Figure 13 : Vers de terre, prairies et âge de la prairie

D. Prairie / Mollusques

a) Effets temporels

Le type de prairie est corrélé avec la dynamique temporelle des mollusques, ces derniers étant en augmentation dans les prairies permanentes et en diminution dans les prairies temporaires.

Ces tendances sont aussi corrélées avec la fertilisation organique, les parcelles les plus fertilisées ayant une abondance plutôt en diminution.

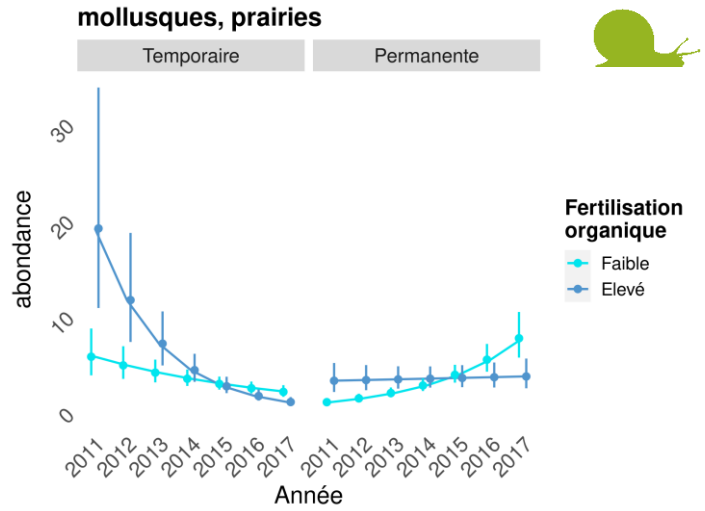


Figure 14 : Mollusques, prairies et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

***Elevé** : Fertilisation organique 1*
***Faible** : Fertilisation organique 0*

Remarque : il y a peu de parcelles ayant fait deux passages ou plus de fertilisation organique et le protocole invertébrés. C'est pourquoi nous ne représentons que deux échelles ici (0 ou 1 passage).

b) *Autres effets*

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

E. Prairie / Carabes

a) *Effets temporels*

Les variations temporelles de l'abondance de carabes sont corrélées de la même manière que celles des mollusques au type de prairie, avec une augmentation en prairie permanente et une diminution en prairie temporaire.

De même la fertilisation organique semble liée de manière négatives, avec des tendances plus élevées et à la hausse dans les parcelles les moins fertilisées. Cela va à l'encontre de certaines études supposant que la fertilisation organique, en favorisant la vitalité et la densité des cultures, créée un habitat favorable pour les carabes et leur reproduction (conditions microclimatiques, présence de nombreuses proies, etc.). Néanmoins la différence constatée reste très faible (les barres d'erreurs se croisent tout le temps), cet effet reste à vérifier et à prendre avec du recul.

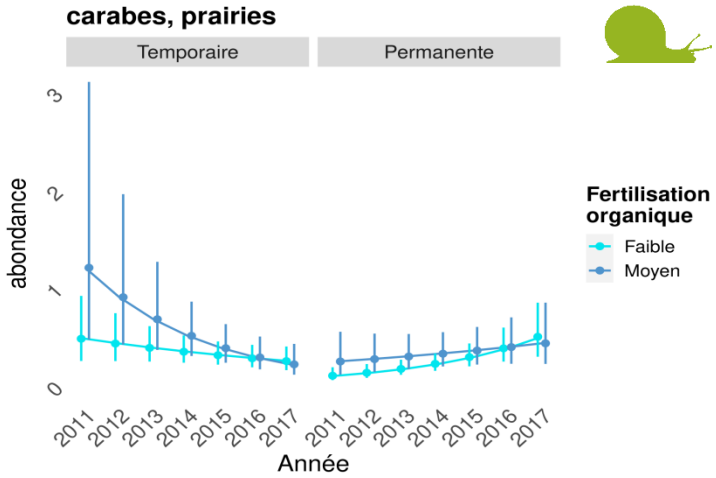


Figure 15 : Carabes, prairies et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)

***Elevé** : Fertilisation organique 1*
***Faible** : Fertilisation organique 0*

Remarque : il y a peu de parcelles ayant fait deux passages ou plus de fertilisation organique et le protocole invertébrés. C'est pourquoi nous ne représentons que deux échelles ici (0 ou 1 passage).

b) *Autres effets*

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

3. Viticulture

A. Viticulture / Abeilles

a) Effets temporels

Les abeilles solitaires sont en augmentation dans les parcelles les plus proches de la forêt et à l'inverse en diminution dans les parcelles les plus éloignées.
Cet effet positif d'une forêt pourrait s'expliquer par la ressource florale qu'elle apporte, en particulier au niveau des lisières qui sont connues comme des milieux riches car à l'interface de deux écosystèmes.

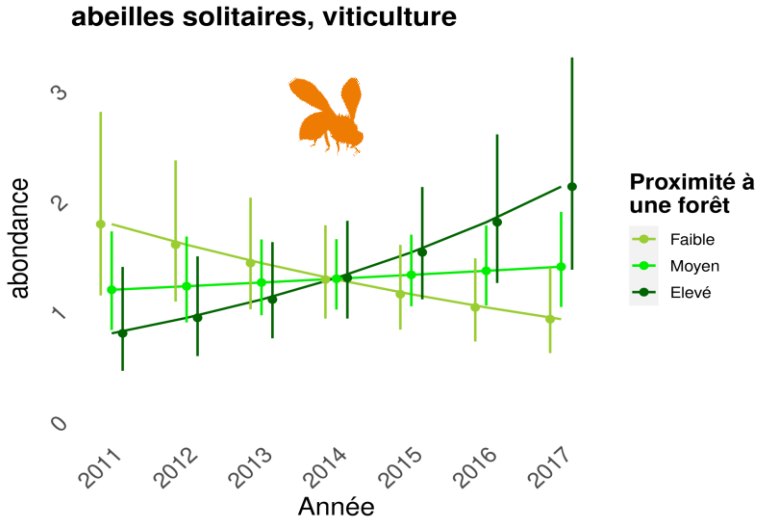


Figure 16 : Abeilles, viticulture et proximité à une forêt

b) Autres effets

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

B. Viticulture / Papillons

a) Effets temporels

Les papillons sont en diminution sans que l'on puisse corréler cette dynamique à un facteur.

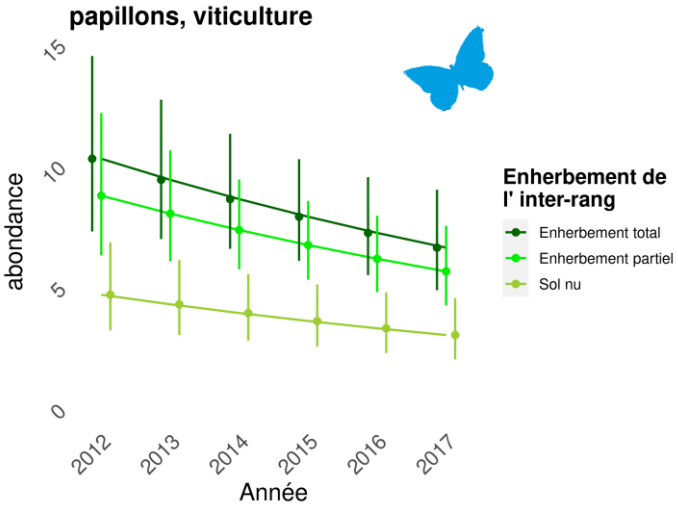


Figure 17 : Papillons, viticulture et enherbement

b) Autres effets

L'abondance de papillons est plus faible dans les parcelles sans enherbement des inter-rangs en comparaison aux parcelles en enherbement partiel ou total. L'enherbement des inter-rangs permet sûrement d'avoir plus de ressources florales à la fois alimentaire et pour la ponte. En effet, les papillons pondent sur des plantes hôtes spécifiques selon l'espèce, et sont donc très dépendants de la nature des ressources végétales associées aux cultures en place.

C. Viticulture / Vers de terre

Non étudié car pas assez de données.

D. Viticulture / Mollusques

a) Effets temporels

L'abondance de mollusques augmente au cours du temps, sans corrélation avec d'autres facteurs.

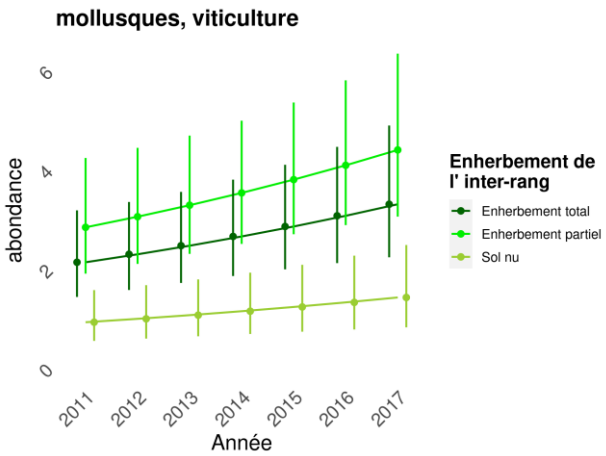


Figure 18 : Mollusques, viticulture et enherbement

b) *Autres effets*

De même que pour les papillons, l'abondance est plus faible dans les parcelles sans enherbement des inter-rangs, sûrement également à cause d'un manque de ressource.

E. Viticulture / Carabes

a) *Effets temporels*

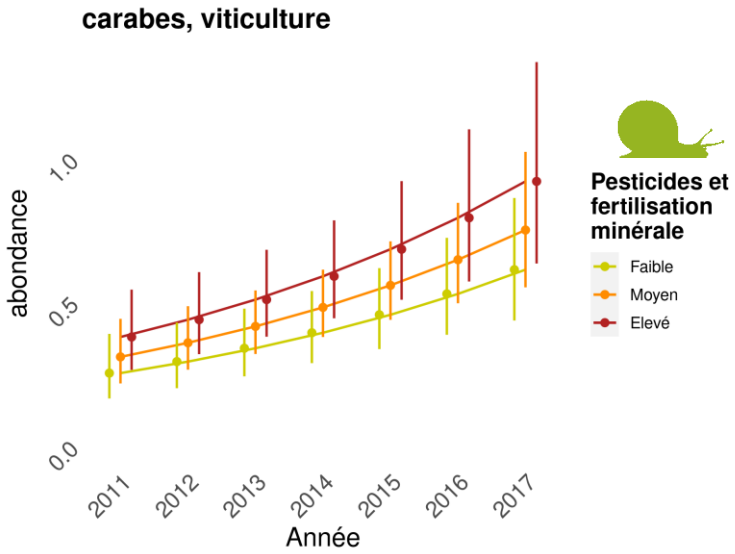


Figure 19 : Carabes, viticultures, pesticides et fertilisation

Parcelles types (nombre de passages)
***Elevé** : Herbicide 5, Fongicide 10, Fertilisation minérale 4*
***Moyen** : Herbicide 1, Fongicide 5*
***Faible** : Fongicide 3*

Tout comme les mollusques, l'abondance de carabes est en augmentation mais sans lien avec d'autres facteurs.

b) *Autres effets*

Les parcelles utilisant le plus de pesticides et/ou de fertilisation minérale (effets indissociables) présentent une abondance de carabe plus élevée. Cette corrélation positive rejoint le lien positif observé en grandes cultures. Cela questionne nos attendus sur l'effet des pesticides sur les carabes. Il faudra faire plus recherches sur ce sujet pour mieux comprendre ce résultat (voir les questions et hypothèses soulevées page 19).

4. Arboriculture

Nous avons très peu de résultats en arboriculture en comparaison aux autres types de cultures. Cela s'explique sûrement par un manque de données au cours des premières années de l'OAB (entre 2011-2014), ce qui ne nous permet pas de détecter des effets temporels. Nous avons espoir que l'actualisation des résultats avec les années 2018-2019 nous aide à mieux étudier les parcelles en arboriculture.

A. Arboriculture / Abeilles

a) Effets temporels

L'abondance d'abeilles solitaires diminue au cours du temps sans être corrélée à d'autres facteurs.

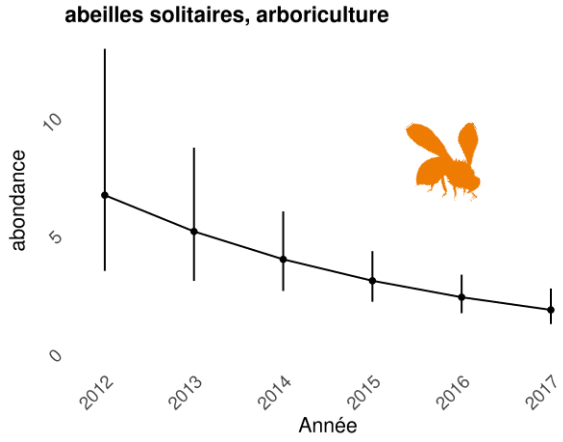


Figure 20 : Abeilles, arboriculture

b) Autres effets

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

B. Arboriculture / Papillons

Aucune dynamique temporelle observée, ni d'effet des différentes variables explicatives à l'exception de la date d'observation.

C. Arboriculture / Vers de terre

Non étudié car pas assez de données.

D. Arboriculture / Mollusques

a) Effets temporels

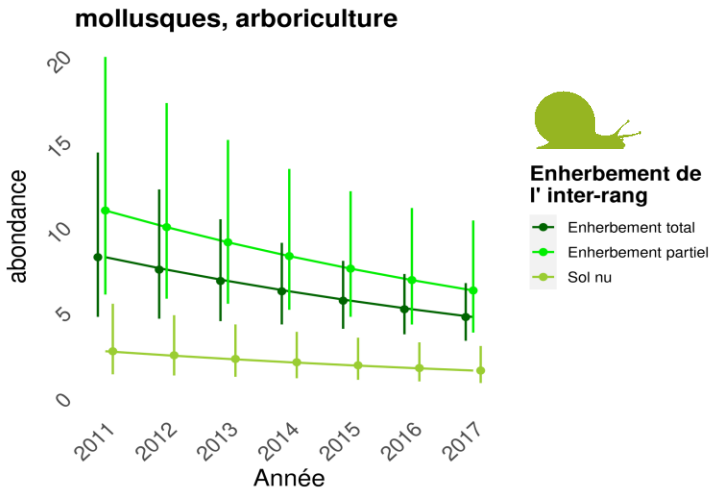


Figure 21 : Mollusques, arboriculture et enherbement

L'abondance de mollusques est en diminution également. Celle-ci est corrélée avec l'utilisation de pesticides et/ou de fertilisation minérale (effets non distinguables) avec une diminution plus forte dans les parcelles les plus intensives. Cependant il y a de fortes marges d'erreurs sur cet effet qui doit donc être pris avec précaution.

b) *Autres effets*

A l'instar des observations faites en viticulture, l'abondance de mollusque est plus faible dans les parcelles sans enherbement de l'inter-rang, sûrement parce que l'enherbement est ressource alimentaire et un habitat pour les mollusques.

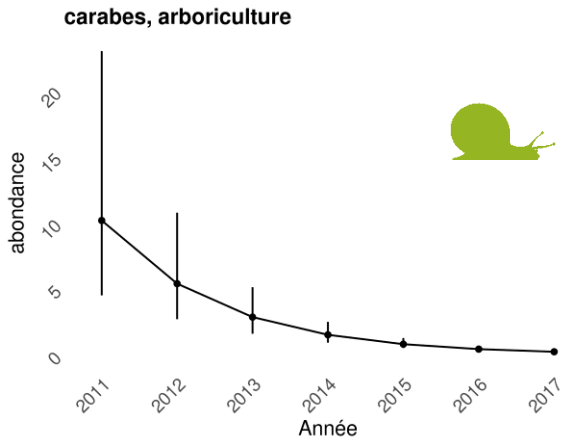


Figure 22 : Carabes, arboriculture

E. Arboriculture / Carabes

a) *Effets temporels*

L'abondance de carabes est en diminution sans être corrélée à d'autres facteurs. Il y a également de fortes marges d'erreurs sur cet effet, en particulier sur les premières années d'existence de l'OAB. Il faudra donc certifier cette tendance sur les prochaines années.

b) *Autres effets*

Nous n'avons pas observé d'effets d'autres variables de pratiques ou paysagères.

5. Effet de l'environnement

Au-delà des variables de pratiques et paysagères, d'autres facteurs environnementaux peuvent influencer la biodiversité observée.

Nous avons réuni ici différents résultats concernant certains facteurs environnementaux, vérifiés pour les quatre types de cultures. Ces constats peuvent vous aider à effectuer les protocoles dans les meilleures conditions pour observer la biodiversité.

A. Environnement / Abeilles

La localisation géographique a une influence sur l'abondance d'abeilles solitaires, ces dernières étant plus présentes au sud et à l'est (résultat déjà connu à l'échelle de la France).

Par ailleurs, une plus grande hauteur de végétation, ainsi qu'une installation précoce des nichoirs permettent d'observer plus d'abeilles solitaires. En effet, la moitié des observations de nid d'abeilles solitaires sont des tubes bouchés par de la terre/boue. Il est probable que cela concerne le groupe des osmies maçonnes, qui sont précoces dans la saison. Installer son nichoir tôt est donc important pour les observer dans les meilleures conditions.

B. Environnement / Papillons

La météo est cruciale pour l'observation des papillons. La présence d'une couverture nuageuse ainsi qu'un vent fort réduisent le nombre de papillons observés.

C. Environnement / Vers de terre

Certains d'entre vous l'ont sûrement remarqué au cours des débuts de printemps secs, l'humidité du sol joue un rôle important pour l'observation des vers de terre. En effet, sur les sols très secs, ou inversement très détrempés, le nombre de vers de terre observés diminue fortement.

D. Environnement / Mollusques

L'observation des mollusques sous les planches est limitée sur les sols secs. Inversement, les observations sont plus nombreuses sous les planches positionnées sur de l'herbe.

E. Environnement / Carabes

Le rôle de la sécheresse est ambigu pour les carabes : les abondances sont plus fortes dans les sols « secs », mais plus faibles sur les sols « très secs ».
Ce constat reste donc à explorer, en particulier parce que ces deux catégories d'humidité du sol risquent de varier selon les observateurs.

6. Les limites

Ces résultats montrent que l'OAB a un réel intérêt pour étudier la biodiversité agricole à l'échelle nationale et sur plusieurs années. Ils soulèvent des questions sur l'effet de certaines pratiques, bien qu'il ne soit pas toujours aisé d'émettre de conclusions fortes.
Il ne faut pas non plus oublier les limites de ces travaux. D'une part ce ne sont que des relations **de corrélations et non de causalité**, nous ne pouvons détailler les mécanismes expliquant les relations observées. Cela reste des hypothèses bien que celles-ci soient confortées par d'autres études.
Pour aller au-delà de ces limites, il est important d'avoir des données sur un pas de temps long et de manière régulière sur les parcelles. Cela permettra avec le recul d'observer les effets de changements de pratiques par exemple.

Par ailleurs, pour cette première étude, nous ne sommes pas rentrés dans le détail des différentes espèces. Ainsi, les dynamiques temporelles observées peuvent être expliquées par différents phénomènes. Par exemple, un groupe pourrait être dominé par une ou plusieurs espèces qui influenceraient fortement la tendance globale. A l'inverse, une stagnation pourrait cacher la diminution d'une espèce au profit de l'augmentation d'une autre.

De même, les données caractérisant les pratiques agricoles restent assez imprécises et nous n'avons pas pu distinguer les différents effets des pesticides par exemple. C'est pour cette raison qu'il est important d'avoir les données les plus précises possibles, afin d'être capables d'aller dans le détail des pratiques.

Face à ces différentes limites vous pouvez vous interroger : quelle valeur ont donc ces résultats ?
La recherche scientifique avance petit à petit et ces travaux méritent bien sûr d'être complétés par d'autres études plus précises sur certains points. Nos résultats ont néanmoins le mérite de donner des tendances temporelles à l'échelle de la France (ce qui n'existait pas) et des pistes de mécanismes. Il conviendra ensuite d'essayer de confirmer ces hypothèses.
Mais nous sommes convaincus qu'il faut vous présenter ces résultats, avec leurs incertitudes, pour qu'ils puissent aussi vous éclairer sur le terrain (est-ce que vous retrouvez à votre échelle les mêmes tendances ? Si non pourquoi ?) ou vous inspirer d'autres réflexions sur la biodiversité agricole et l'agriculture, qui pourront en retour alimenter également nos travaux.

Ces travaux illustrent l'importance de l'OAB qui est un programme de suivi de la biodiversité agricole assez unique en France, voire en Europe !
Ces premiers travaux se sont concentrés sur des tendances temporelles générales mais la base de données récoltées est assez riche pour permettre d'autres études sur cette biodiversité agricole (voir la suite des travaux).
Nous espérons que ces premiers résultats puissent mettre en valeur l'importance de votre investissement dans ce programme et nous vous en remercions très sincèrement !

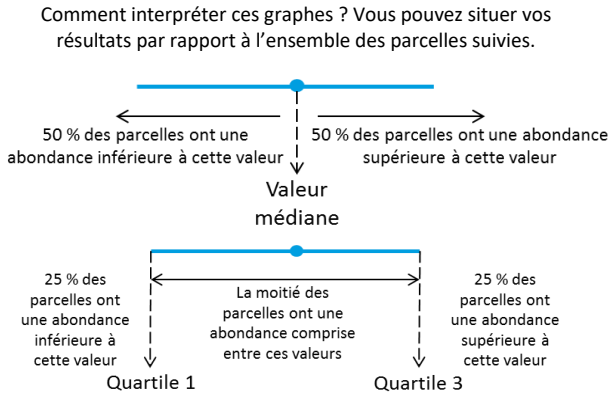
7. La suite des travaux

Les travaux de stage de Master 2 de Victor Van der Meersch qui s'est déroulé au premier semestre 2020 ont étudié le rôle de la ressource florale à l'échelle paysagère pour la reproduction des abeilles solitaires (en particulier les espèces utilisant de la terre/boue pour faire le nid). Ils ont permis de mettre en évidence le rôle des champs de colza ainsi que des prairies permanentes sur la reproduction des abeilles (effet sur les observations de l'année suivante). Ces travaux sont presque terminés et seront présentés prochainement.

Par ailleurs, l'intégration des données des années 2018 et 2019 devra permettre d'actualiser les résultats, ainsi que d'analyser les cas non étudiés à cause d'un manque de données (les vers de terre en viticulture et arboriculture, ainsi que les données de maraîchage).

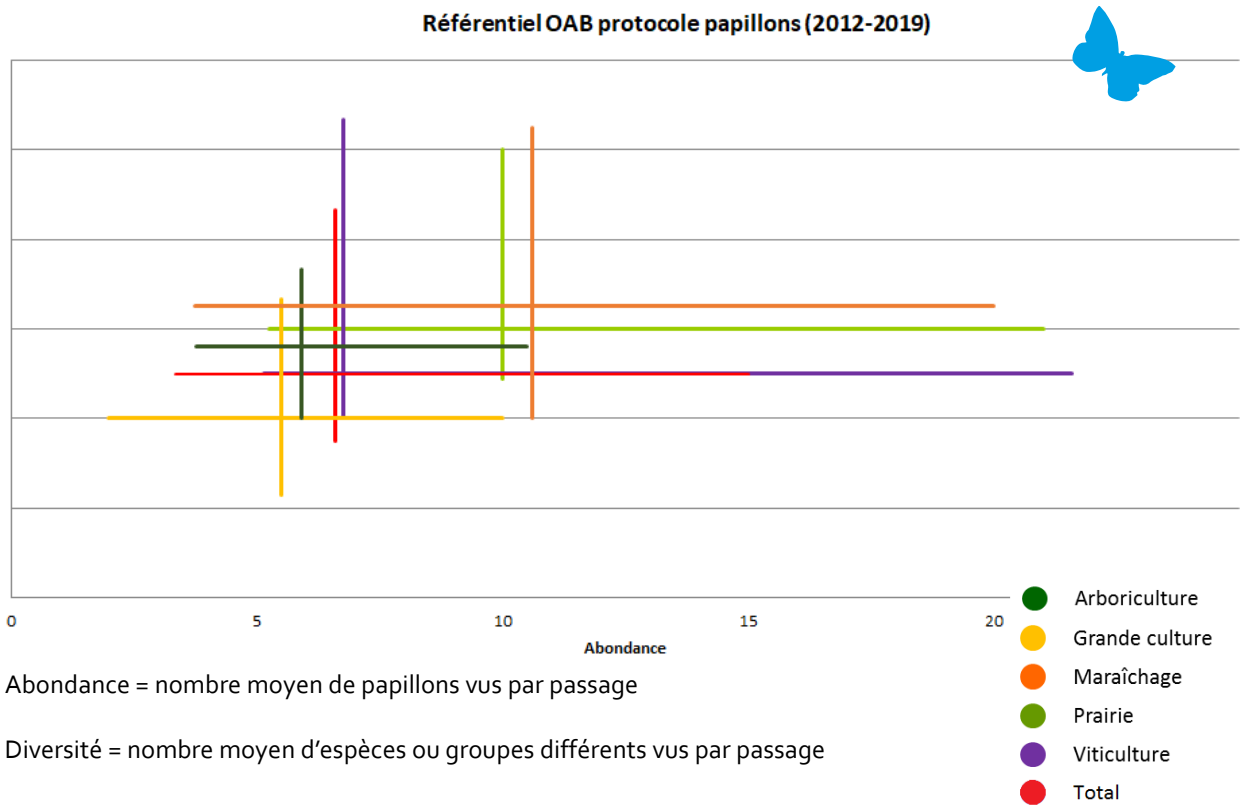
Enfin, la thèse d'Olivier Billaud se poursuit (jusqu'en novembre 2021) sur un volet plus « social », afin de mieux comprendre comment l'Observatoire se met en place à différentes échelles (depuis les différentes échelles locales jusqu'à son rôle plus institutionnel, en passant par une réflexion sur le rôle de la recherche). Le but est d'illustrer les différents rôles de l'OAB dans le monde agricole mais aussi de déceler d'éventuelles faiblesses et les forces du programme. Pour certains d'entre vous vous avez d'ailleurs peut-être eu l'occasion de discuter avec lui à ce sujet.

IV. Référentiels nationaux



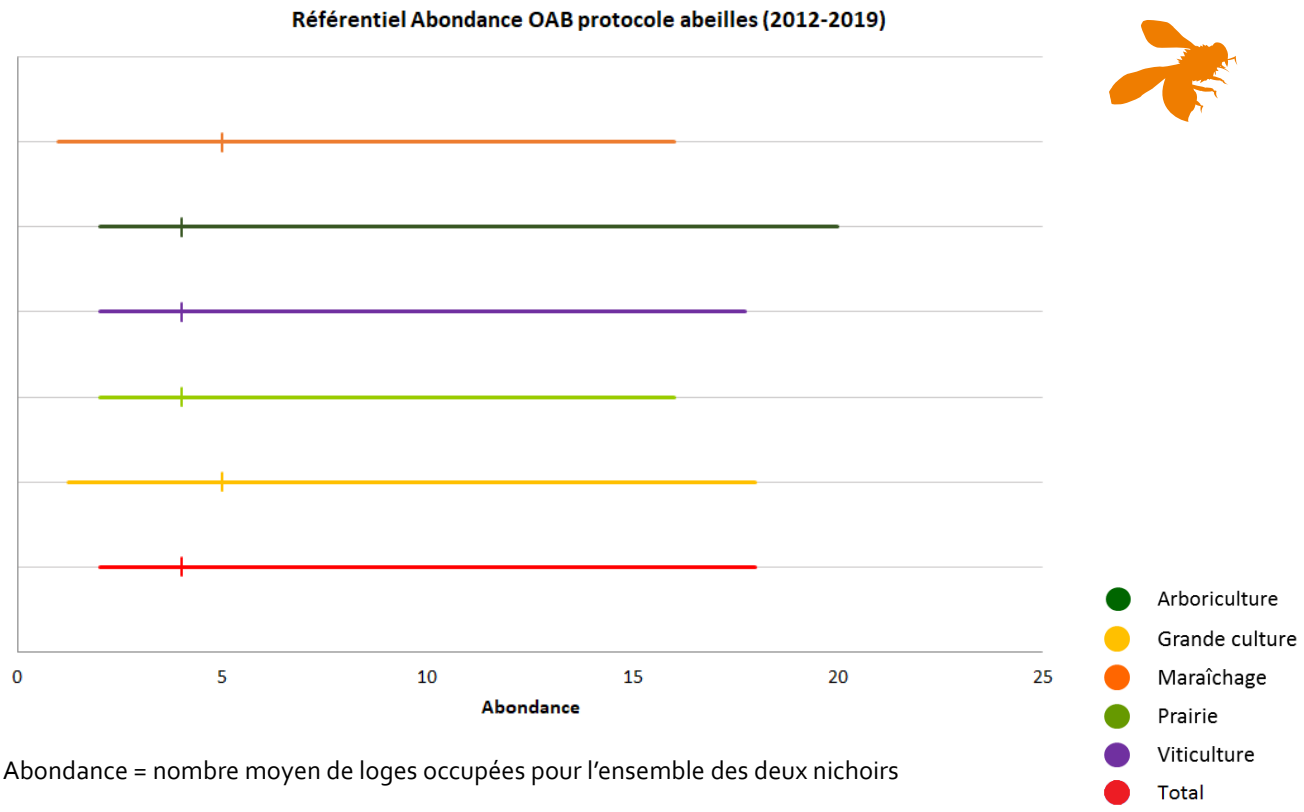
Ces graphiques présentent la répartition des données et permettent de positionner vos mesures par rapport à l'ensemble des résultats de l'OAB. Ces références n'ont de sens que pour les observations réalisées avec le protocole standardisé. La longueur des traits donne une information sur la dispersion du jeu de données : plus les traits sont longs, plus il existe une grande hétérogénéité entre les parcelles. Au contraire, plus les traits sont courts, plus les parcelles ont des résultats proches.

Ces premiers référentiels sont globaux mais avec votre participation et de plus en plus de données, nous pourrons les affiner (pour les décliner par région par exemple ou par pratique au sein d'un type de culture).

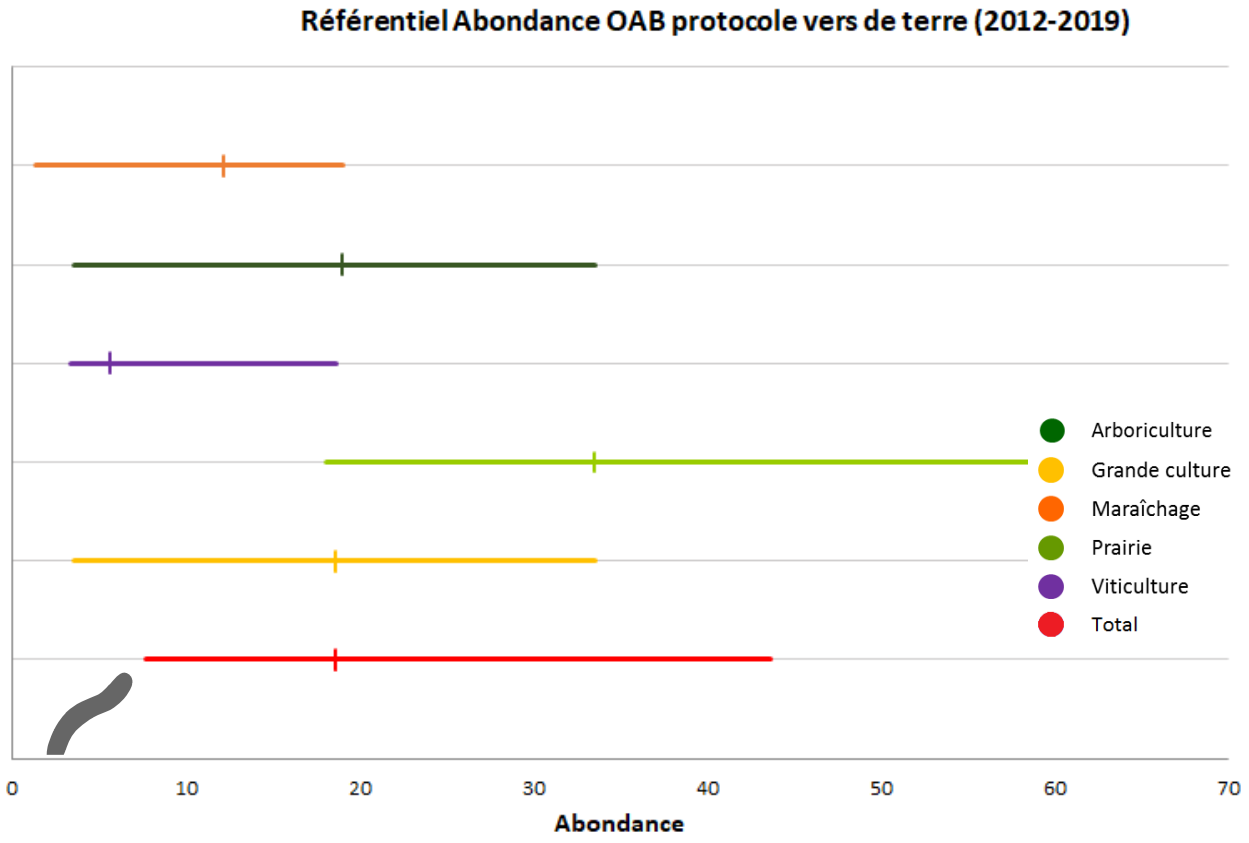


Abondance = nombre moyen de papillons vus par passage

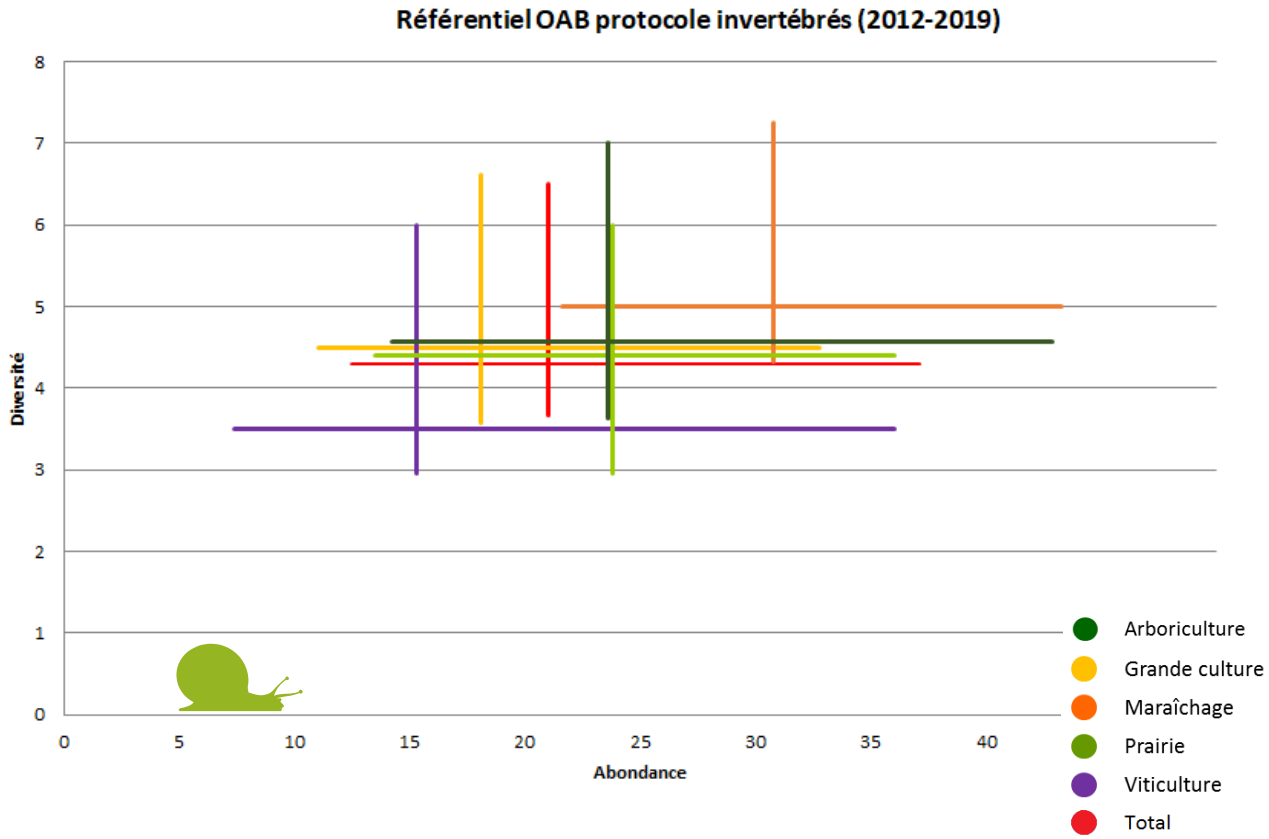
Diversité = nombre moyen d'espèces ou groupes différents vus par passage



Abondance = nombre moyen de loges occupées pour l'ensemble des deux nichoirs



Abondance = nombre moyen de vers de terre observés par placette



Abondance = nombre moyen d'invertébrés vus par passage et par parcelle

Diversité = nombre moyen d'espèces ou groupes différents vus par passage et par parcelle