

## **Observatoire de parcelles agricoles pour évaluer la diversité des adventices dans des légumineuses et les blés suivants**

**Médiène S<sup>1</sup>, Quinio M.<sup>1</sup>, Butier A.<sup>1</sup>, Bazot M.<sup>1</sup>, Jeuffroy M.-H.<sup>1</sup>, Pelzer E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> UMR Agronomie INRA-AgroParisTech, Avenue Lucien Brétignières, F-78850 Thiverval-Grignon

**Correspondance** : Elise.Pelzer@inra.fr

### **Résumé**

Les adventices se sont avérées être le principal facteur limitant du rendement des légumineuses et des blés suivants dans un observatoire de parcelles agricoles en Bourgogne-Franche-Comté. L'objectif de notre étude était (i) de caractériser l'effet de la légumineuse (pois de printemps / luzerne) et de sa conduite (conventionnelle / biologique) sur la flore adventice, et (ii) d'évaluer l'effet précédent des légumineuses sur la culture suivante (blé). Nous considérons ici la diversité fonctionnelle des adventices pour comprendre leurs réponses aux pratiques agricoles et identifier des leviers de gestion dans le but de les réguler, mais aussi de préserver une biodiversité non nuisible associée aux cultures. Il existe peu de différences d'abondance et de diversité d'adventices entre la luzerne biologique et conventionnelle alors que pour le pois de printemps, les indices sont en général plus faibles en conduite conventionnelle. Il existe une nette distinction de la flore adventice entre les luzernes et les pois, avec une diversité floristique plus importante en conduite biologique pour les deux légumineuses. La conduite des blés suivants a plus d'impact que la légumineuse précédente sur la composition de la flore adventice, même si on observe une proximité entre les précédents légumineuse et les blés suivants. Enfin, pour le pois, c'est plutôt le travail du sol qui impacte l'abondance des groupes fonctionnels d'adventices, plus que l'indicateur de fréquence de traitements herbicide (IFT).

**Mots-clés** : Pois de printemps, Luzerne, Indices d'abondance et de diversité, Groupes fonctionnels

### **Abstract: Farmers' field observatory to assess weed diversity in legumes and their following crop.**

Weeds have been found to be the main limiting factor for the yield of legumes and the following wheat in a farmers' field observatory in Burgundy. The aim of our study was (i) to characterize the effect of legumes (spring pea/alfalfa) and their crop management (conventional/organic) on weed flora, and (ii) to evaluate the previous effect of legumes on the following crop (wheat). Here we consider the weed functional diversity to understand their response to agricultural practices and identify agronomic levers in order to regulate them, but also to preserve non-harmful biodiversity associated with crops.

There are few differences in abundance and diversity of weeds between organic and conventional alfalfa, while for peas, the indices are generally lower in conventional. There is a clear distinction in weed flora between alfalfa and peas, with a higher floral diversity in organic management for both legumes. The crop management has a greater impact than the previous legume on the weed flora composition of the following wheat, even if there is a proximity between the previous legumes and the following wheat. Finally, for peas, tillage impacts the abundance of weed functional groups more than herbicide TFI.

**Keywords**: Spring pea, Alfalfa, Abundance and diversity indices, Functional groups

## Introduction

Il existe une forte variabilité des performances des légumineuses observées dans les parcelles agricoles, du fait de leur sensibilité aux stress abiotiques et biotiques. Cela réduit les avantages qu'elles peuvent offrir sur les cultures suivantes dans la succession (la fourniture en azote par exemple), et peut limiter leur adoption par les agriculteurs. Dans le cadre d'un observatoire de parcelles agricoles en Bourgogne (Projet ANR Legitimes ; [www.inra.fr/legitimes](http://www.inra.fr/legitimes)), les performances agronomiques ont été évaluées pour la luzerne (*Medicago sativa* L., variétés diverses dont Paolo, Giulia, Timbale, Cannelle, Marshal, en pur ou en mélange) et le pois de printemps (*Pisum sativum* L., variétés Kayanne, Mowgli ou Rocket), en conduite biologique et conventionnelle. Les adventices se sont avérées être le principal facteur limitant du rendement des légumineuses et des blés suivants, quelque-soit la conduite (biologique et conventionnelle) (Jeuffroy et al., 2018 ; Pelzer et al., 2018). Cependant, tout en limitant leur nuisibilité, la diversité des adventices doit être conservée au sein des parcelles agricoles, dans un souci de conservation de la biodiversité associée aux cultures. Un observatoire de parcelles agricoles a été mis en place sur le plateau Langrois (Côte d'Or), dont l'objectif était de quantifier en conditions agricoles la variabilité des performances et des services rendus par les légumineuses.

L'objectif de l'étude présentée ici était d'étudier la réponse des communautés adventices aux légumineuses (i) en caractérisant l'effet de la légumineuse (pois de printemps / luzerne) et de sa conduite (conventionnelle/biologique), et (ii) en évaluant l'effet précédent des légumineuses sur la culture suivante (blé d'hiver - *Triticum aestivum* L., variétés diverses dont Fructidor, Goncourt, Rubisco, Togano, en pur et parfois en mélange).

## 1. Matériels et Méthodes

### 1.1 Dispositif et démarche générale

Le suivi de l'observatoire était basé sur deux années (légumineuse et culture suivante) et a été répété 3 fois (de 2015 à 2018). Cinq à sept parcelles par culture (pois de printemps et luzerne) \* conduite (biologique et conventionnelle) \* années ont été suivies : luzerne conventionnelle et biologique (en dernière année ; les luzernes avaient entre 2 et 4 ans) en 2015 et 2016, pois de printemps biologique en 2015, et pois de printemps conventionnel en 2015, 2016 et 2017. Les prélèvements concernaient les performances de la légumineuse et de la culture suivante (croissance, rendement, fixation symbiotique, reliquat d'azote minéral), et l'observation des facteurs limitants pouvant expliquer leur variabilité (qualité d'implantation, pressions biotiques et abiotiques, pratiques réalisées par les agriculteurs, climat). Ces prélèvements étaient réalisés sur 2 placettes de 0,5 m<sup>2</sup> \* 3 zones de prélèvements réparties dans le champ.

Pour les adventices, des mesures de biomasse ont été réalisées à différents stades, ainsi que des relevés d'abondance par espèce, selon l'échelle de Barralis. Ces mesures d'abondances ont permis de (i) calculer différents indices (abondance, richesse spécifique, Shannon, équitabilité), (ii) comparer les communautés adventices entre précédents, suivants, et couples précédents/suivants, et (iii) caractériser des groupes fonctionnels d'adventices et de les comparer en fonction des itinéraires techniques (pour le pois de printemps).

Des enquêtes ont été menées chaque année auprès des agriculteurs afin de décrire les itinéraires techniques appliqués aux parcelles suivies.

### 1.2 Calculs des indices

Les indices ont été estimés comme suit :

- Abondance A : nombre total d'individus présents au m<sup>2</sup> (l'abondance par espèce est également notée)

- Richesse spécifique S : nombre d'espèces adventices différentes rencontrées
- Shannon H :  $H = - \sum_{i=1}^S p_i * \log(p_i)$  avec i : une espèce donnée,  $p_i = n_i/A$ ,  $n_i$  : nombre d'individus de l'espèce i
- Équitabilité J : répartition des différentes espèces adventices (dominance ou répartition homogène), calculé à partir de l'indice de Shannon et de la richesse spécifique

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{- \sum_{i=1}^S p_i * \log(p_i)}{\log(S)}$$

L'abondance par espèces d'adventices a été observée sur 6 placettes de 0,5 m<sup>2</sup>, à différents stades en fonction des cultures : avant chaque fauche pour la luzerne, à début de floraison et maturité physiologique pour le pois, et à épi 1 cm et maturité physiologique pour le blé. Les espèces avec les occurrences les plus faibles ont été enlevées, c'est à dire les espèces qui apparaissaient moins de 10 fois toutes parcelles, placettes et stades confondus. A partir de ces données, l'abondance moyenne par espèce a été calculée pour chaque stade et seule l'abondance maximum par espèce a été gardée pour chaque parcelle en considérant l'ensemble des stades. On a ainsi obtenu une abondance moyenne maximum par espèce pour chaque parcelle, tous stades confondus. Les indices (A, S, H, J) ont été calculés sur ce jeu de données.

### 1.3 Caractérisation des groupes fonctionnels

Sur l'exemple de Meiss et al. (2010), les 50 espèces d'adventices observées ont été décrites selon différentes caractéristiques botaniques et de port : (i) annuelles, intermédiaires ou pérennes, (ii) monocotylédones ou eudicotylédones, et, (iii) pour les eudicotylédones, port en rosette, rampant, dressé, et grimpant. Sur la base de cette description, cinq groupes fonctionnels ont été définis :

- Groupe A : eudicotylédones annuelles érigées (dressées ou grimpantes)
- Groupe B : eudicotylédones annuelles rampantes
- Groupe C : eudicotylédones annuelles ou intermédiaires et port en rosette
- Groupe D : eudicotylédones pérennes (port mixte)
- Groupe E : monocotylédones annuelles (4 espèces) ou pérennes (1 espèce)

### 1.4 Caractérisation des itinéraires techniques du pois conventionnel

Pour les pois conduits en conventionnel, deux pratiques impactant particulièrement les adventices ont été prises en compte : les traitements herbicides et le travail du sol. L'IFT herbicide des parcelles de pois variait de 0,44 à 1,62, avec une médiane de 0,84. Les IFT supérieurs à la médiane ont été considérés comme forts et ceux inférieurs à la médiane ont été considérés comme faibles. Les outils de travail du sol utilisés ont été caractérisés par un indice, pour chaque levier d'action (AgroParisTech 2003) : aération du sol, désherbage, préparation du lit de semence, enfouissement des semences. Pour chaque parcelle, la somme des indices par levier d'action pour l'ensemble des outils utilisés a été calculée. Enfin, un indice global de travail du sol a été calculé en multipliant cette somme par le nombre de leviers d'actions effectivement mobilisés. Comme pour l'IFT, le travail du sol a été considéré comme fort quand l'indice global était supérieur à la médiane et faible quand l'indice global était inférieur. On a donc finalement cinq groupes d'itinéraires techniques : biologique, et conventionnel travail du sol et IFT faibles, travail du sol et IFT forts, travail du sol faible et IFT fort, et travail du sol fort et IFT faible. Du fait d'un nombre faible de parcelles suivies, les pois conduits en biologique ont été considérés comme un groupe à part entière. Ils se caractérisent par l'absence d'herbicides et par un travail du sol fort, en considérant la médiane des parcelles conventionnelles.

## 2. Résultats et discussion

### 2.1 Espèces observées

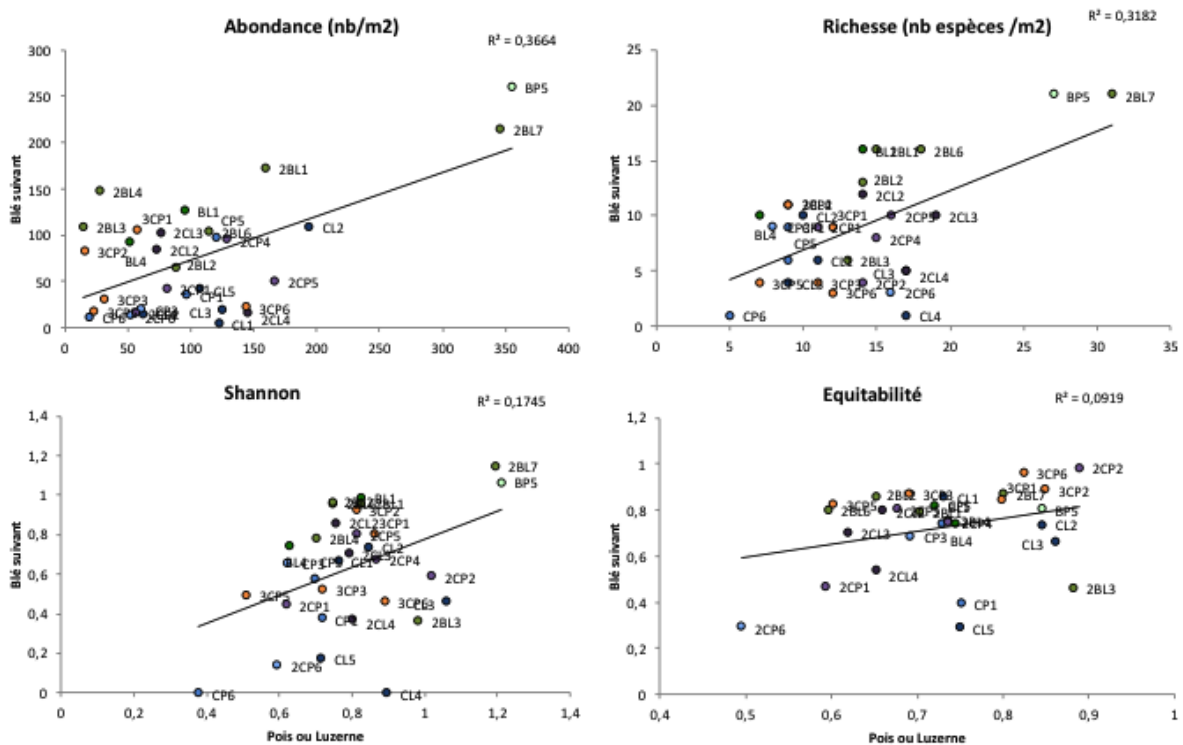
Plus de 50 espèces d'adventices différentes ont été observées. Les principales étaient le vulpin, la renouée liseron et des oiseaux, la véronique de Perse et des champs, la pensée des champs, le pissenlit, l'éthuse, la stellaire, et la luzerne (repousses).

### 2.2 Indices d'abondance et de diversité

Les indices sont présentés dans la Figure 1. Il existe peu de différences d'abondance et de diversité (Richesse, Shannon et Equitabilité) entre la luzerne biologique (BL) et la luzerne conventionnelle (CL). Ceci peut s'expliquer par le fait que peu d'herbicides sont utilisés en conventionnel sur la luzerne avec des conduites biologique et conventionnelle qui sont assez proches.

En revanche, pour le pois, les indices sont en général plus faibles en conventionnel (CP), sans doute du fait de l'usage d'herbicides.

Pour les blés suivants, les niveaux d'abondance et de diversité dépendent en partie des niveaux de l'indice correspondant du précédent (pois ou luzerne, Figure 1).



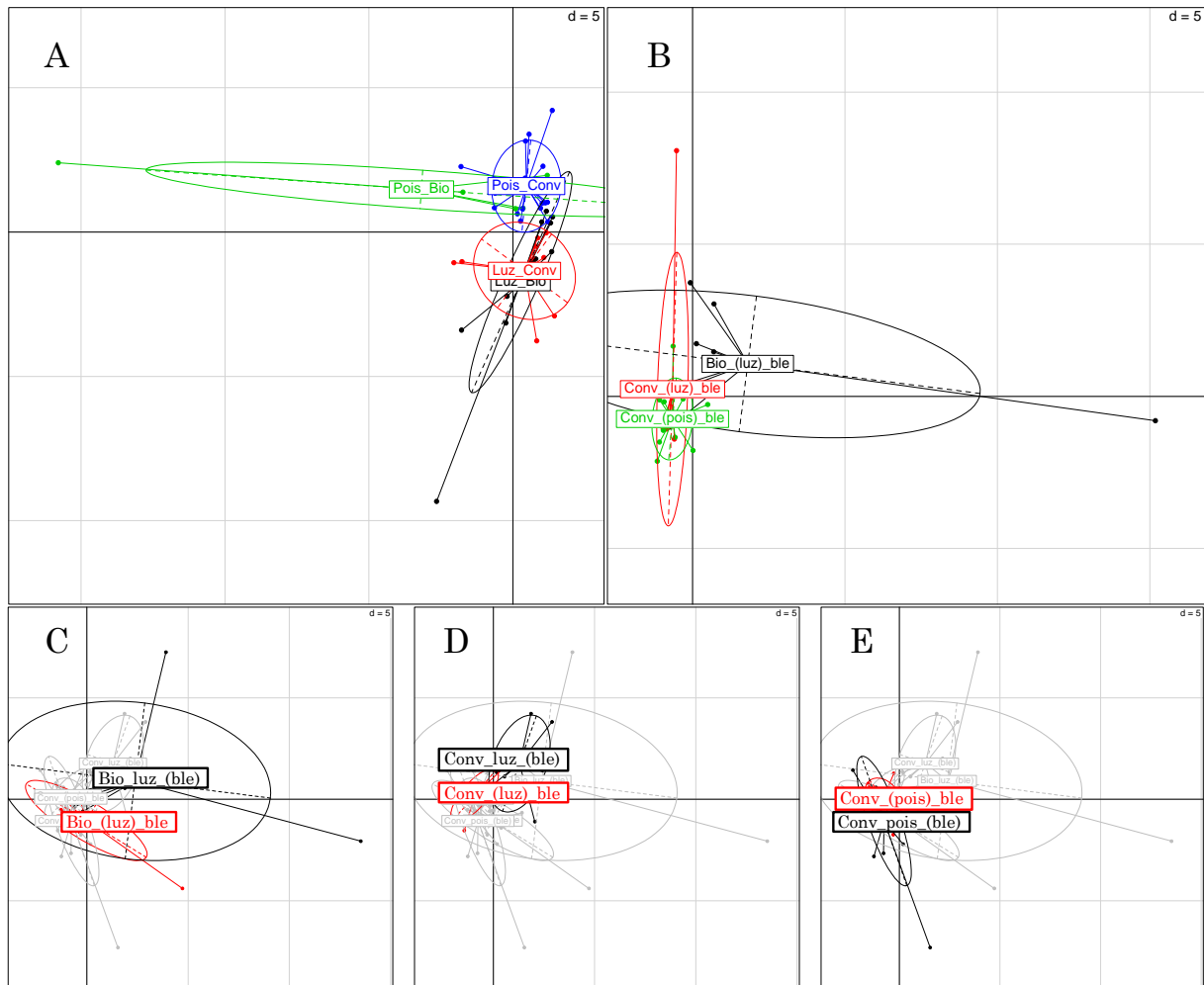
**Figure 1** : Indices d'abondance et de diversité observés dans les parcelles de blé suivant en fonction des indices observés dans le pois de printemps ou la luzerne précédents, selon l'année et la conduite. **Année** : absence de premier chiffre : 2015 pour le pois, 2016 pour le blé, **2** : 2016 pour le pois, 2017 pour le blé, **3** : 2017 pour le pois, 2018 pour le blé ; **Conduite** : **B** : biologique, **C** : conventionnel ; **Culture** : **P** : pois, **L** : luzerne ; **Parcelle** : 1 à 6. Une couleur par combinaison de facteur.

### 2.3 Communautés adventices entre précédents, suivants, et couples précédents/suivants

Nous n'avons pas pu analyser la flore des blés suivant le pois en conduite biologique car un seul agriculteur a implanté un blé après son pois de printemps biologique.

On observe une nette distinction de la flore adventice entre les luzernes et les pois (Figure 2A). Comme précédemment pour les indices, la composition de la flore adventice dans les luzernes n'est pas modifiée par la conduite (biologique ou conventionnelle), alors que pour les pois, on observe une distinction entre les conduites biologiques et conventionnelles. On peut noter toutefois une diversité floristique plus importante en conduite biologique pour les deux légumineuses.

La conduite a plus d'impact que la légumineuse précédente sur la composition de la flore adventice des blés suivants (Figure 3B). Les blés de pois et de luzerne en conventionnel ont une flore plus proche que celle des blés de luzerne en biologique. L'usage des herbicides en conventionnel a pu gommer l'effet du précédent légumineuse. Ainsi, on observe une proximité relative dans la composition en adventices entre les précédents légumineuse et les blés suivants (Figures 2C, D et E).



**Figure 2 :** Analyse en Composantes Principales de la composition floristique des légumineuses (A), des blés suivants (B) et des couples précédent (noir) - suivant (rouge) avec comme précédent la luzerne biologique (C), la luzerne conventionnelle (D) et le pois conventionnel (E).

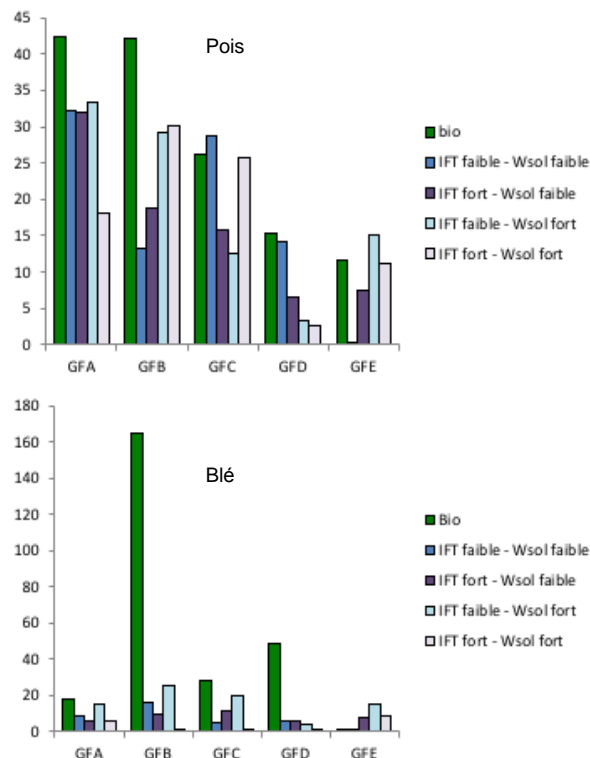
#### 2.4 Groupes fonctionnels d'adventices et itinéraires techniques du pois

Les groupes fonctionnels d'adventices observés dans le pois de printemps et dans le blé suivant sont mis en relation avec l'itinéraire technique appliqué sur le pois de printemps.

Le pois en conduite biologique présente la diversité fonctionnelle la plus importante, de même que le blé suivant en biologique (Figure 3).

Pour le pois en conventionnel, le groupe fonctionnel A (dicotylédones annuelles érigées) est majoritaire en travail du sol faible quelque-soit l'IFT, et en travail du sol fort quand l'IFT est faible. Le groupe D

(dicotylédones pérennes) est également majoritaire en travail du sol faible, et plus sensible à l'IFT que le groupe A (minoritaire en IFT fort). Ce groupe D est composé d'espèces pérennes, et subit donc les itinéraires techniques à plus long terme. Le groupe fonctionnel B (dicotylédones annuelles rampantes) est majoritaire quand le travail du sol est fort, et à travail du sol égal quand l'IFT est fort. Ce groupe est donc peu sensible aux deux pratiques de contrôle considérées. Le groupe E (monocotylédones) réagit sensiblement de la même façon que le groupe B mais est plus sensible à l'IFT fort en travail du sol fort, ce qui est compréhensible puisque l'enquête indique que les herbicides utilisés sur le pois sont majoritairement des anti-monocotylédones. Le groupe fonctionnel C (dicotylédones en rosette, annuelles ou intermédiaires) est plus compliqué à interpréter. En effet, il est majoritaire en IFT faible-travail du sol faible, mais aussi en IFT fort-travail du sol fort.



**Figure 3 :** Abondance d'adventices (plantes / m<sup>2</sup>) observée par groupe fonctionnel, en fonction de l'itinéraire technique du pois de printemps. GF : groupe fonctionnel, A : dicotylédones annuelles érigées, B : dicotylédones annuelles rampantes, C : dicotylédones annuelles ou intermédiaires rosette, D : dicotylédones pérennes E : monocotylédones, bio : conduite biologique, Wsol : travail du sol.

Finalement, c'est donc plutôt le travail du sol tel qu'il a été caractérisé (cf. partie 1.4) qui impacte l'abondance des groupes fonctionnels, plus que l'IFT herbicide. Ceci peut s'expliquer par le fait que les IFT herbicides étaient relativement faibles dans notre échantillon de parcelles de pois (maximum 1,62). La répartition des groupes fonctionnels en fonction des catégories est plus atténuée pour les blés suivant conventionnels, du fait de l'utilisation d'herbicides plus importante dans le blé, mais elle reste assez similaire à la répartition observée dans les pois.

## Conclusion

L'observatoire de parcelles agricoles mentionné ici nous a permis d'analyser non seulement la nuisibilité des adventices (Pelzer et al., 2018), l'un des principaux facteurs limitant le rendement des légumineuses observées, mais également d'analyser la réponse des adventices à la conduite des légumineuses, en regardant leur abondance et leur diversité fonctionnelle. La diversification des rotations, par l'introduction de nouvelles cultures comme les légumineuses, est importante pour

maintenir une diversité d'adventices tout en limitant leur nuisibilité. En effet, chaque espèce de la rotation amène l'expression d'une flore différente. Ceci a été particulièrement visible dans notre étude entre le pois de printemps et la luzerne. Par ailleurs, la flore présente dans une culture donnée peut se répercuter en partie sur la culture suivante. Cette étude a en effet mis en évidence des liens entre la flore du précédent légumineuse et celle du blé suivant (en prenant en compte les pratiques culturales de la légumineuse). La conduite impacte également la diversité floristique des adventices, notamment avec une modification des groupes fonctionnels en fonction de la conduite du pois.

## Références bibliographiques

AgroParisTech, 2003.

<https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/SIAFEEAGRONOMIE9cea/document/machinisme/outils/oa-tsol.htm>

Jeuffroy et al., 2018. Legitimes : Construction et évaluation de scénarios territoriaux d'insertion des légumineuses. Plaquette de restitution des résultats, 70p. <https://www6.inra.fr/legitimes/Colloque-final>

Meiss H., Médiène S., Waldhardt R., Caneill J., Bretagnolle V., Reboud X., Munier-Jolain N., 2010. Perennial lucerne affects weed community trajectories in grain crop rotations. *Weed Research*, **50**, 331–340. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00784.x>

Pelzer E., Bazot M., Butier A., Quinio M., Jeuffroy M.H., Médiène S., 2018. Observatoire de parcelles agricoles Bourgogne. Fiche de restitution aux agriculteurs, 5p. <https://www6.inra.fr/legitimes/Tache-2/Livrables-T2>

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).