



**HAL**  
open science

# Bilan des rendements des rotations de 6 ans et étude des adventices comme facteur explicatif de la baisse de rendement

Virginie Leplat

## ► To cite this version:

Virginie Leplat. Bilan des rendements des rotations de 6 ans et étude des adventices comme facteur explicatif de la baisse de rendement. [Stage] Centre de Formation Rurale de Gugnécourt. 2013, 67 p. hal-02805603

**HAL Id: hal-02805603**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02805603v1>**

Submitted on 6 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Bilan des rendements des rotations de 6 ans et étude des adventices comme facteur explicatif de la baisse de rendement



Virginie LEPLAT  
BTSA ACSE 2011 – 2013  
CFR de Gugnécourt  
Stage INRA

## **Remerciements**

Je tiens à remercier tout particulièrement Claire Thiery (technicienne de recherche) et Matthieu Godfroy (responsable de l'Installation Expérimentale) pour leur accompagnement tout au long de ce stage et pour leurs conseils. Je les remercie, ainsi que Catherine Mignolet (responsable d'unité), de m'avoir permis de réaliser ce stage qui m'a beaucoup apporté et beaucoup appris. Merci également à Claire Thiery et David Marcolet de m'avoir emmené sur le terrain et de m'avoir transmis de nombreuses connaissances sur les adventices. Je remercie tous les agriculteurs de l'Installation Expérimentale d'avoir répondu à mes interrogations. Merci à Jean-Marie Trommschlager pour son "aide informatique". Enfin, je remercie Corine Poinot qui a répondu à mes questions et qui a été une agréable collègue de bureau.

## Table des matières

Introduction.....	4
Préambule .....	11
I. Les rendements .....	13
1. Les rotations jouent-elles un rôle dans le rendement ? .....	13
2. La quantité de production est-elle fonction que la culture soit de printemps ou d'hiver ? .....	14
3. Les parcelles ont-elles une influence sur le rendement ? .....	16
a. Au niveau de la rotation 6H.....	16
b. Au niveau de la rotation 6P .....	17
4. Le type de sol a-t-il un impact sur le rendement ?.....	18
5. Les années influencent-elle le rendement ? .....	19
II. Adventices .....	22
1. Note d'abondance et pourcentage de recouvrement .....	22
a. La rotation est-elle un élément qui influe la pression de la flore d'adventices ? .....	24
b. Certaines parcelles sont-elles plus favorable aux adventices ? .....	25
c. Le type de sol peut-il influencer la pression d'adventices ?.....	29
2. Le nombre moyen d'adventices est-il représentatif de la pression adventice ? .....	30
3. La note d'abondance des adventices représente-elle la nuisibilité de chaque espèce ? .....	31
III. Les adventices influencent-elles le rendement ? .....	33
1. Comparaison des rendements et des adventices par rotation. ....	33
2. Comparaison des rendements et des adventices en fonction qu'il s'agit d'une culture d'hiver ou de printemps. ....	36
3. Comparaison des rendements et des adventices par parcelle. ....	38
a. Le nombre moyen d'espèce influence-t-il le rendement ? .....	38
b. La pression d'adventices influence-t-elle le rendement ? .....	41
4. Les espèces d'adventices et leur pression moyenne comparées aux rendements. ....	44
5. Comparaison de deux adventices (Vulpin et Mouron) et des rendements .....	47
6. Comparaison de la pression d'adventices et de l'espèce cultivée. ....	48
7. Mise en relation du type de sol, des adventices et des rendements.....	49
IV. Rendements, adventices et itinéraires techniques.....	51
1. Le labour permet-il d'améliorer les rendements ? .....	51
a. Rendement en fonction du labour par parcelle .....	51
b. Vision des rendements des parcelles labourées en fonction des années, comparaison des espèces .....	55
2. Le désherbage mécanique améliore-t-il le rendement ? .....	57
3. Mise en relation du rendement, du labour, et du désherbage mécanique .....	59
4. Adventices et labour.....	61

5. Adventices et désherbage mécanique .....	62
Conclusion .....	65
Résumé .....	66
Lexique .....	67

## Introduction

L'Institut national de la recherche agronomique (INRA) est un organisme de recherche scientifique publique finalisée, placé sous la double tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Agriculture et de la Pêche. C'est le premier institut de recherche agronomique en Europe, deuxième dans le monde. L'INRA mène des recherches finalisées pour une alimentation saine et de qualité, pour une agriculture compétitive et durable, et pour un environnement préservé et valorisé.

L'INRA est composé de huit départements de recherche :

- Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques (EFPA)
- Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture (CEPIA)
- Sciences pour l'action et le développement (SAD) : dont fait partie l'unité de Mirecourt
- Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement (SAE2)
- Physiologie animale et systèmes d'élevage (PHASE)
- Alimentation humaine (ALIMH)
- Environnement et agronomie (EA)
- Microbiologie et chaîne alimentaire (MICA)

L'unité de recherche Agro Système Territoire Ressource (ASTER) de Mirecourt est rattachée au SAD d'un point de vue scientifique, et au Centre INRA de Lorraine d'un point de vue administratif. De plus l'unité est dotée d'une Installation Expérimentale.

L'unité de Mirecourt accompagne les transformations de l'agriculture par la conception de systèmes agricoles adaptés aux potentialités du milieu, durables sur le plan environnemental et développant l'autonomie de décision de l'agriculteur. Les relations entre agriculture et territoires sont au cœur du projet, en particulier dans le champ de la gestion qualitative de l'eau, de la biomasse énergétique, et de l'autonomie des exploitations agricoles.

L'INRA effectue également un rôle de prestataire de services. Par exemple, pour la Chambre d'Agriculture des Vosges, l'Unité de Mirecourt effectue des analyses ponctuelles des eaux de captage grenelle. Pour la Chambre d'Agriculture Régionale de Lorraine, l'INRA réalise des analyses d'eau de bougie poreuse, de drainage et d'eau de sources. L'unité de Mirecourt prête également son laboratoire à des chercheurs extérieurs dans le cadre de prestation recherche spécifique.

Les partenaires de l'Unité de Mirecourt sont l'ensemble des acteurs agricoles et des partenaires privés pour le financement de contrat de recherche, les Chambres d'Agricultures, CGA, syndicats, coopératives qui permettent la réalisation de journées techniques à l'INRA. Il y a de plus des échanges avec les lycées agricoles, les Chambres d'Agriculture d'autres départements, des groupements d'agriculteurs.

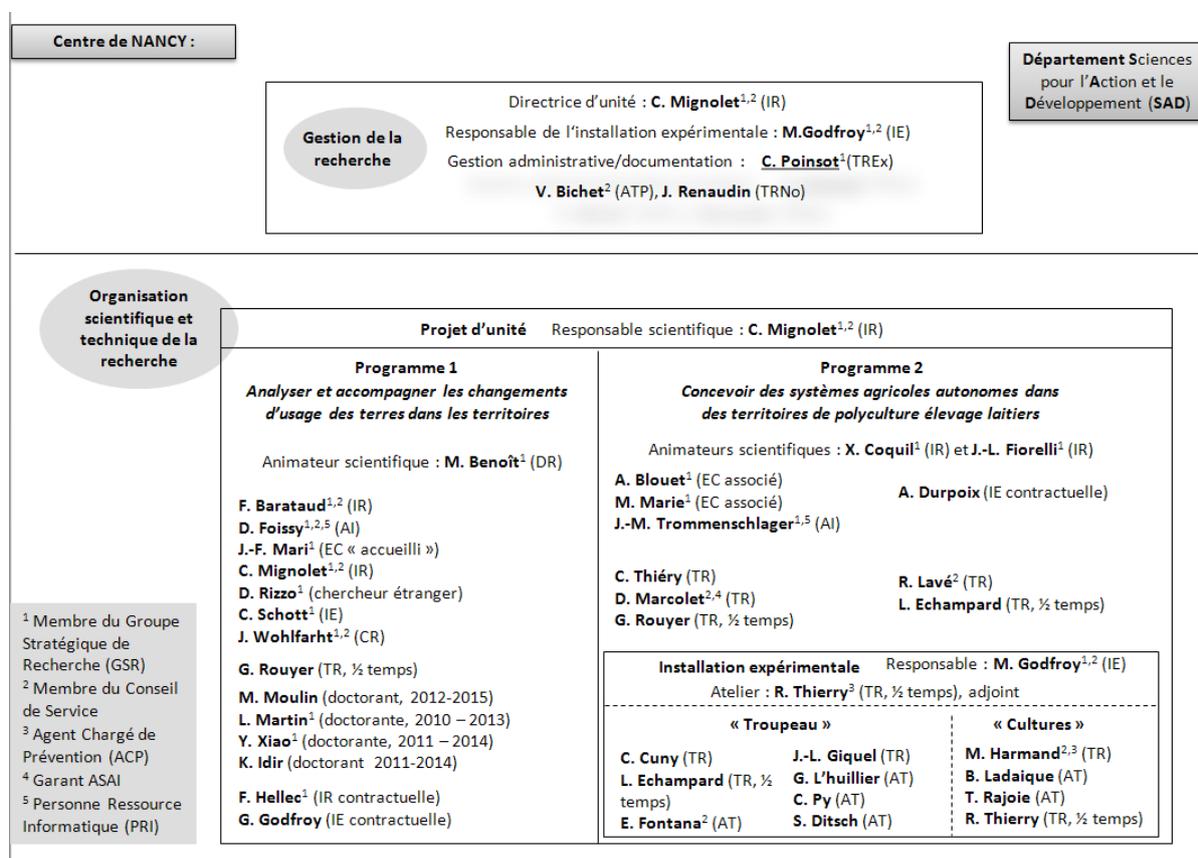
L'Installation Expérimentale de Mirecourt participe, comme chaque exploitation agricole, à une filière. Ses amonts sont : les fournisseurs de fuel, de semences, de produits homéopathiques et vétérinaires, de minéraux, de pièces mécaniques, de matériels de recherche (tubes pour analyse, balances et appareils de mesure...). Ses avals sont : la laiterie en transformation biologique, Unebio pour la viande, Probiolor pour les céréales, des prestations spécifiques recherches qui sont des prestations de services comme le prêt du laboratoire à des chercheurs. Mais bien sûr, l'Unité de Mirecourt participe également à des groupes de travail et des parutions scientifiques.

L'installation Expérimentale de Mirecourt possède la même concurrence que toutes autres exploitations agricoles. Mais il est évident que le contexte n'est pas le même. En effet, même si elle est à la recherche de bons résultats, elle ne vise pas de profit économique. Sur l'IE, des expérimentations sont menées et ne sont pas forcément rentables. De plus, les profits sont réinjectés dans la recherche.

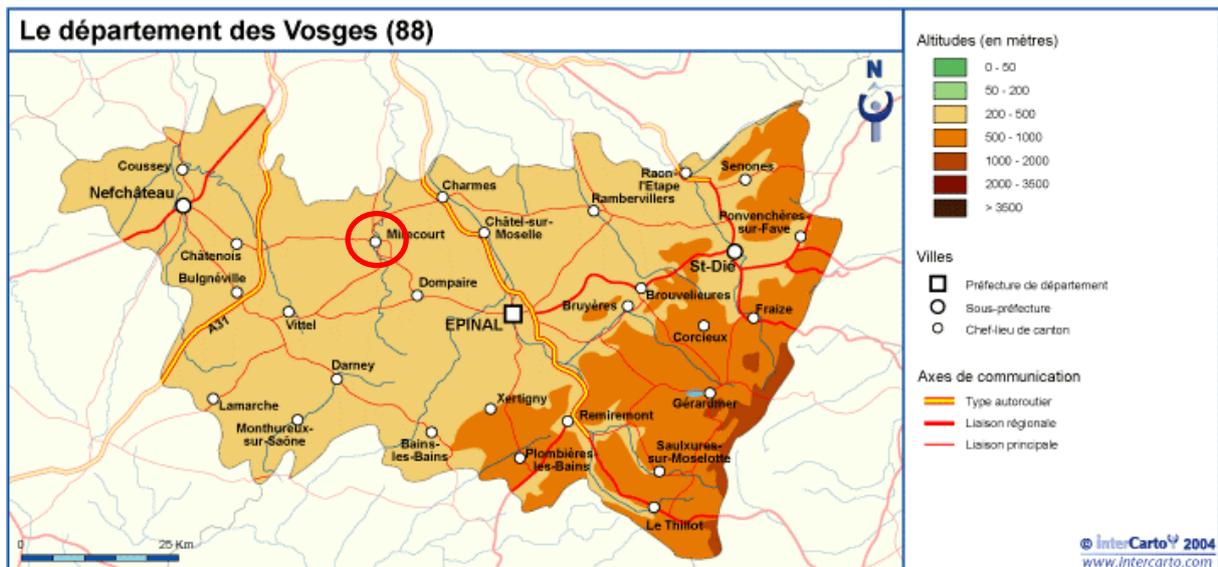
L'INRA Nancy est une communauté de travail de près de 500 personnes :

- 220 agents INRA,
- 120 enseignants-chercheurs,
- une cinquantaine d'agents non-permanents,
- plus de 100 stagiaires.

35 employés travaillent sur le site de Mirecourt. Voici l'organisation de l'Unité de Recherche ASTER du site de Mirecourt :



Le site de Mirecourt est situé dans la plaine des Vosges et plus particulièrement localisé dans la Petite Région Agricole du Plateau Lorrain Sud. Ce lieu se caractérise par des plateaux calcaires et des plaines argileuses d'où différents types de sol au sein du parcellaire de l'Installation Expérimentale.



À l'origine, l'Installation Expérimentale n'était constituée que d'une seule et même exploitation. En 2004, a été décidé d'avoir comme ligne directrice, pour l'IE, de "faire avec le milieu". En effet, les pratiques agricoles qui ne prennent pas en considération le milieu le détériorent. De plus, l'apport d'intrants agricoles génère des problèmes environnementaux et sociaux. Cette décision de "faire avec le milieu" a alors été prise dans un esprit de durabilité agro-environnementale. Ce principe revient à dire que ce n'est pas l'agriculture qui organise le milieu mais le milieu qui devient le principe organisateur de l'activité agricole. Ayant pour but l'expression de la potentialité du milieu et la limitation des intrants, l'agriculture biologique s'est alors imposée comme une solution permettant d'arriver aux objectifs fixés. Cette nouvelle façon de fonctionner est conçue et évaluée au sein d'un dispositif d'expérimentation système. L'expérimentation système est un dispositif expérimental, pluridisciplinaire, multifactoriel et pluriannuel, conduit en situation plus ou moins contrôlée, qui vise à :

- expliquer le pilotage d'un système de production à travers des règles d'action, fondées sur des connaissances explicitées ou à dire d'experts ;
- évaluer l'atteinte ou non d'un ou de plusieurs objectifs assignés au système de production, à travers une démarche d'évaluation souvent multicritères, s'appuyant sur une batterie d'indicateurs.

En 2004, afin d'être dans la perspective de "faire avec le milieu" les potentiels de chaque parcelle ont été définis par les membres de l'IE. Lors de la définition des potentiels de chaque parcelle, deux contraintes étaient imposées

- cultiver l'ensemble des parcelles reconnues comme cultivables,
- permettre la conception de deux systèmes laitiers indépendants ayant quand même recours à la même salle de traite.

De ce fait :

- les parcelles jugées non cultivables sont alors devenues des prairies permanentes,
- les parcelles considérées cultivables ont été intégrées à différentes rotations selon différents paramètres, par exemples, selon si elles avaient la possibilité de recevoir une culture de luzerne, selon leur portance en sortie d'hiver, et selon leur "potentiel adventices". En effet, les parcelles semblant être plus propices aux plantes adventices ont été placées dans des

rotations plus courtes (de 6 ans et non de 8 ans). Également les parcelles ayant des rendements plutôt faibles ont été positionnées sur une rotation de 6 ans.

À partir de la définition des potentiels de chaque parcelle, ont été créés les deux systèmes de production biologique :

- Le Système laitier Herbager (SH) avec 80 hectares de prairies permanentes pour 40 vaches laitières et les génisses de renouvellement.
- Le Système de PolyCulture-Élevage (SPCE) avec 106 hectares les plus propices aux cultures ainsi intégrées dans quatre types de rotations, et avec 48 hectares de prairies permanentes. Ce système compte 60 VL et ses génisses de renouvellement.

Chaque système assure alors son autonomie fourragère. Seules de la paille et des céréales pour les concentrés des veaux sont cédés du SPCE vers le SH. En contrepartie, le SH cède du fumier au SPCE.

La volonté de l'Installation expérimentale est, comme déjà vu auparavant, de limiter les intrants. Dans cette optique, le facteur variable est les animaux. En effet, en cas de manque de fourrage il n'y a pas achat de fourrage mais vente d'animaux pour s'adapter aux stocks fourragers. Cependant, il existe d'autres leviers notamment la gestion des stocks d'avance et la gestion du pâturage.

Dans le Système PolyCulture Élevage, il a fallu adapter les rotations à ce nouveau système : pas de désherbage chimique, pas de fertilisation minérale. Chaque parcelle cultivable a été intégrée à une rotation semblant lui convenir. Deux durées de rotation sont en place. Deux types de rotations se déroulent sur 8 ans et deux sur 6 ans.

- Pour celles de 6 ans, elles sont réparties avec 3 années de prairies temporaires et 3 années de culture.
  - Une, dénommée 6H, est une rotation incluant des cultures uniquement d'hiver. Elle concerne 31,2 hectares.
  - L'autre, appelée 6P, inclue une culture de printemps (et une interculture) et est composée de 18,1 hectares.
- Les rotations de 8 ans sont composées de 3 ans de Luzerne-Dactyle puis de 5 années de cultures.
  - La 8 H (9.7 ha) n'inclue donc que des cultures d'hiver.
  - La 8 P (30 ha) intègre deux cultures de printemps (et donc des intercultures).

Depuis 2005, l'Installation Expérimentale se situe donc dans un nouveau contexte d'expérimentation système avec ses nouvelles données : deux exploitations indépendantes (SH et SPCE), passage en agriculture biologique, quatre nouveaux types de rotations au sein de la SPCE, mise en place de culture de printemps et de couvert par le biais d'interculture. Un premier cycle de rotations de six ans s'est terminé en 2010. Il est donc maintenant possible d'évaluer ce premier cycle. L'évaluation permet d'ajuster le pilotage.

Mon travail a donc été de travailler sur les rendements et sur les facteurs explicatifs de baisse de rendement sur les deux types de rotation de six ans. Les facteurs influençant la production sont nombreux. Il peut s'agir :

- De facteurs agronomiques tels que :
  - le potentiel génétique de la plante cultivée,
  - les adventices qui rentrent en concurrence avec la plante semée,
  - la rotation et du moment où la parcelle se trouve dans la rotation : Par exemple :
    - les prairies temporaires apportent de l'azote au sol.

- lorsqu'elle est associée à un protéagineux, une culture de céréale bénéficie de la restitution de l'azote de l'air.
- Les intercultures augmentent le taux de matière organique et piègent les nitrates, l'azote est ensuite rendu au sol.
- les éventuelles maladies atteignant les cultures.
- Des facteurs climatiques tels que :
  - le rayonnement solaire,
  - la température,
  - la pluviométrie,
- Des facteurs de sol :
  - le type de sol : argileux, limoneux, sableux...
  - le type de la roche mère : dolomite, marne...
  - la fertilité du sol,

Parmi ces différentes causes, je me suis plus particulièrement intéressée à la flore d'adventices qui a été évaluée sous forme de notation directement sur les parcelles en culture depuis 2008.

Sur l'installation expérimentale, plusieurs méthodes sont utilisées pour agir contre la flore d'adventices. Il existe les méthodes préventives et curatives. Les préventives sont :

- Lutter contre les facultés d'adaptation des adventices en créant une rupture au sein du système de culture grâce à la rotation :
  - Alternance de culture annuelle et pluriannuelle.
  - Alternance de culture de printemps et de culture d'hiver.
  - Insertion de plante "nettoyante" (ex : pois).
- Limiter l'importation des graines d'adventices
  - par l'apport d'intrants "indemnes d'adventices" : utilisation de semences à implanter "propre", récolte "propre" pour litière et fumier "propre", précautions prises durant la moisson.
- Limiter la levée d'adventices présentes par une couverture du sol c'est-à-dire :
  - par l'implantation de couvert végétal en interculture,
  - par le choix de variétés au démarrage précoce et au port étouffant.
  - par le choix de variétés "couvrantes" des espèces semées.
  - par le semis des prairies sous couvert de céréales.
- Réduire la banque de semences d'adventices présente par un travail du sol. Cela se traduit par :
  - la favorisation de la levée de la graine d'adventices pour une destruction ultérieure via un faux semis.
  - l'altération de la capacité de germination par enfouissement via le labour.

Face à la flore d'adventices, d'autres méthodes, non utilisées sur l'installation expérimentale de l'INRA de Mirecourt, existent tel que :

- Limiter l'importation des graines d'adventices
  - Par l'aménagement des bords des parcelles : implantation de haies pour un effet barrière, entretien des bords des parcelles.

La méthode curative face à la flore d'adventices est de détruire celle qui s'est développée. Cela peut se faire par

- désherbage mécanique : par arrachage (passage de la herse étrille), par sectionnement des racines (passage de la bineuse), par recouvrement des plantules ou par épuisement des adventices.
- désherbage manuel pour certaines adventices telles que le Rumex. Celui-ci possède une racine très profonde et une fois installé ne peut être détruit d'une autre façon. Ce genre de désherbage est très limité sur l'installation expérimentale.

Il existe aussi, mais n'est pas utilisé sur l'installation expérimentale :

- désherbage thermique : il s'agit d'un choc thermique sur la partie aérienne des adventices pour provoquer l'éclatement des cellules végétales.

Sur l'Installation Expérimentale, les adventices sont observées à deux échelles différentes :

- à l'échelle de la parcelle,
- à l'échelle des points fertilités. Il s'agit de carré de 30 mètres de côté, avec neuf points d'observation.

Mon travail a été de m'intéresser aux données concernant les parcelles.

Mon cheminement de travail a été, dans un premier temps, de travailler de façon globale sur les rendements par rotation, par parcelle, par culture, pour voir si des tendances se dégagent.

Dans un deuxième temps, j'ai réalisé un travail sur la flore d'adventices, son abondance, et son nombre moyen d'espèces.

Par la suite, j'ai croisé les informations sur les rendements et les adventices, puisque notre hypothèse de départ est que la flore d'adventice est un frein au développement de la culture et donc générerait une baisse de rendement.

Mais bien sûr, qui parle d'adventices, parle aussi de méthodes de gestion de celles-ci. Celles que nous avons décidé d'aborder sont

- l'alternance de culture de printemps ou de culture d'hiver,
- le passage de la herse étrille,
- le passage de bineuse,
- le labour.

J'ai donc exploré l'impact de ces travaux du sol sur la flore d'adventices et sur le rendement.

Par ailleurs, beaucoup d'autres éléments peuvent entrer en ligne de compte. Le contexte météorologique, par exemple, influe inévitablement le développement de chaque pied. Le temps qu'il fera sur une campagne sera peut-être plus favorable à certaines espèces et moins à d'autres. C'est pourquoi j'aborderai l'effet année qui est un élément reflétant les différences de conditions météorologiques d'une année sur l'autre.

Un autre exemple est le type de sol. En effet, le sol, très hétérogène dans le département des Vosges, l'est aussi à l'échelle du parcellaire de l'Installation Expérimentale. Nous verrons s'il influence le rendement et dans quelle mesure.

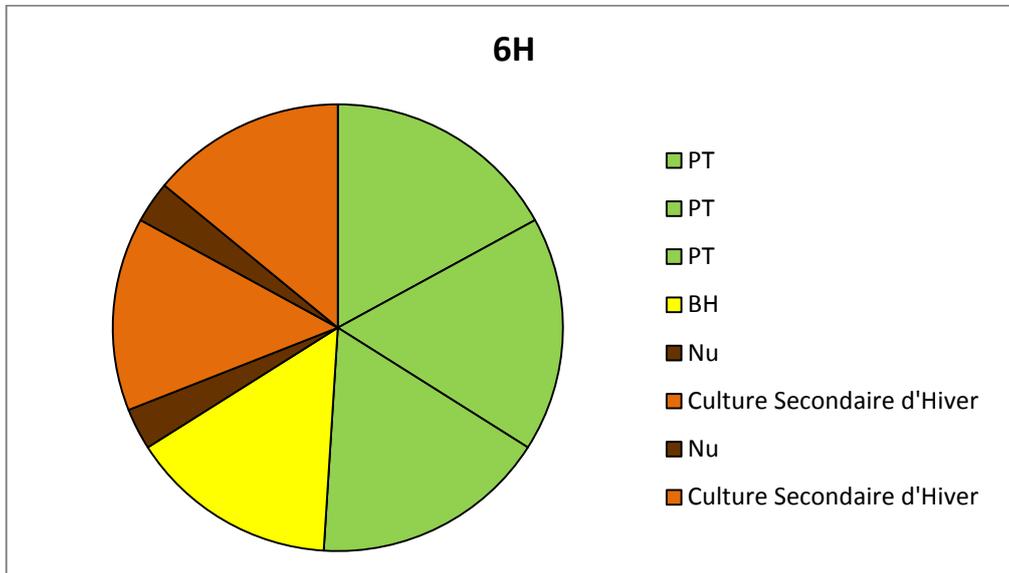
Il est important de notifier que l'analyse des résultats de l'évaluation de l'expérimentation système n'est pas simple dans le sens où les différents facteurs influant sur le rendement évoluent en même

temps. Par exemple, une parcelle sera binée ou non, mais ne le sera pas sur une moitié et non sur l'autre pour voir la différence d'évolution. La difficulté est de répondre aux questions que l'on se pose alors qu'aucune comparaison n'est possible. De ce fait, dans ce compte-rendu, je vais émettre des tendances qui semblent se dégager, mais à aucun moment ce ne sera des vérités. Le but d'une expérimentation système est que l'évaluation serve à mieux piloter par la suite.

## Préambule

Afin de bien comprendre mon travail, il est nécessaire d'expliquer les deux types de rotations de 6 ans :

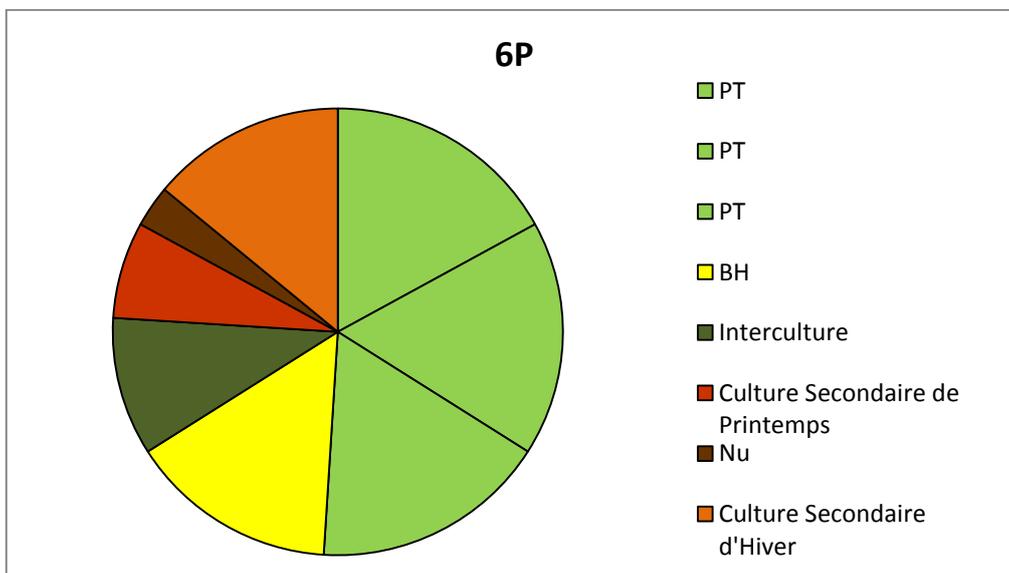
- La 6H : rotation sur 6 ans avec des cultures d'hiver



Les cultures d'hiver sont semées fin d'été début d'automne. Le blé d'hiver se situe juste après la prairie temporaire afin de bénéficier de l'azote qu'a généré la prairie. Ainsi, le blé peut être valorisé en blé meunier. Les cultures secondaires d'hiver peuvent être de l'orge, du seigle, du triticale, de l'avoine, de l'épeautre.

Les parcelles de cette rotation sont : Colline du Beaufroid 12 (CB12), Haut du Bois 3 (HB3), Haut du Bois 4 (HB4), Haut du Bois 5 (HB5), Haut des Vignes 31 (HV31), Justice 8 (JU8), Justice 9 (JU9), Moine 4 (MO4), Petite Fin 1 (PF1), Ravenelle 33 (RA33), Saumnaumont 21 (SA21).

- La 6P : rotation sur 6 ans intégrant une culture de printemps



L'interculture est ici l'implantation d'un couvert végétal. Sur les terres de l'unité expérimentale de l'INRA, il en existe plusieurs. Elles sont un mélange de différentes espèces gélives. Ainsi, après le passage de l'hiver, elles sont détruites et peuvent laisser place à la culture de printemps.

La culture de printemps est alors semée au printemps après l'interculture soit après un labour, soit en semis direct.

Les parcelles de cette rotation sont : Domvallier 1 (DO1), Domvallier 2 (DO2), Haut du Bois 1 (HB1), Ravenelle 11 (RA11), Ravenelle 12 (RA12), Ravenelle 3 (RA3).

## I. Les rendements

Les rendements sur lesquels j'ai travaillé sont :

- les rendements de grain,
- les rendements de paille,
- les rendements d'herbe récoltée,
- la quantité d'herbe pâturée,
- le rendement des intercultures uniquement lorsqu'elles ont été pâturées puisqu'on considère que si elles ne l'ont pas été alors elles ont été restituées au sol. En effet, dans ce cas de restitution au sol, je ne peux prendre en compte ce rendement car la biomasse n'a pas été exportée et de ce fait les éléments ainsi restitués au sol serviront de fertilisation au sol et ce sera la culture suivante qui en bénéficiera (amélioration du rendement de la culture suivante).

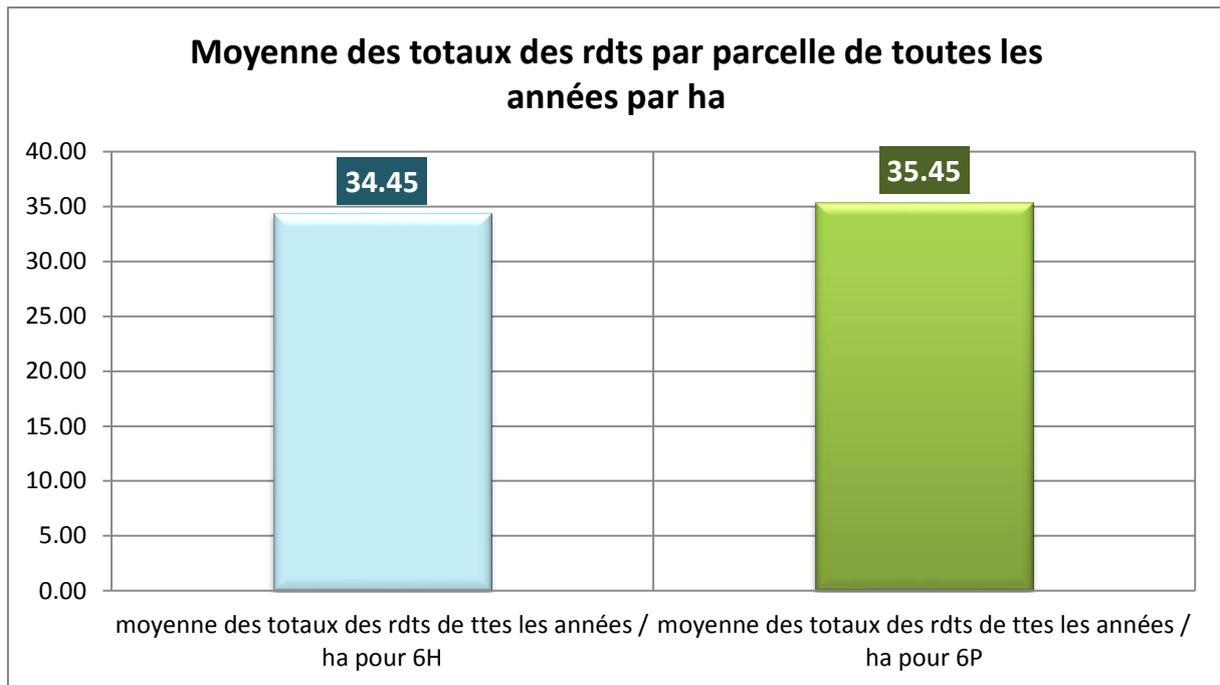
Sur l'installation expérimentale, les rendements sont évalués de façon précise. Le grain est pesé en benne sur pont bascule (précision +/- 2kg, jusqu'à 35 T). Celle-ci est pesée à plein puis à vide donnant ainsi, par différence, le poids de la matière brute. Pour le fourrage et la paille, le principe est le même, il est pesé lorsqu'il est sur le plateau. Le poids est ensuite converti en matière sèche. Pour la paille, le pourcentage de matière sèche est de 89 %. Celui du grain est de 85 %. Pour le fourrage, des analyses matières sèches sont réalisées car le taux d'humidité peut varier de façon importante d'un fourrage à l'autre.

Pour ce qui concerne les cultures de céréales, j'ai raisonné en terme d'année culturale, encore appelée campagne. Pour les prairies temporaires et interculture, le raisonnement est fait en année civile, puisque l'herbe se récolte ou se fait pâturer jusqu'en octobre voire novembre.

### 1. Les rotations jouent-elles un rôle dans le rendement ?

Dans un premier temps, il a été intéressant de comparer les deux rotations de six ans afin de savoir si l'une possédait un meilleur rendement que l'autre.

Pour cela j'ai ajouté tous les rendements (par hectare) dont j'ai parlé précédemment (grains, paille, herbe récoltée, herbe pâturée, interculture pâturée) de toutes les parcelles. Ensuite, j'ai réalisé une moyenne des rendements de toutes les parcelles de chaque rotation. Cela a permis de créer le graphique suivant :

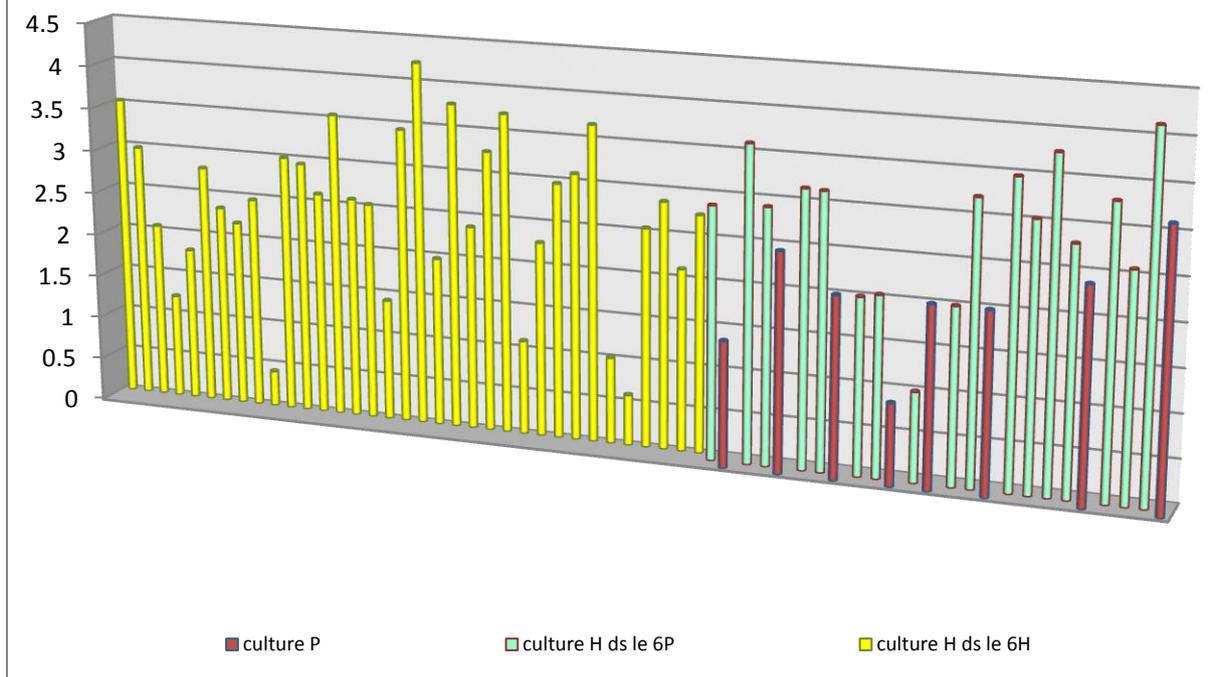


En comparant la moyenne des totaux des rendements de toutes les parcelles de toutes les années par hectares, nous pouvons constater sur ce graphique qu'une différence très minime les sépare. À priori la rotation n'aurait pas d'influence sur le rendement. Pourtant, d'emblée, les personnes du groupe culture travaillant sur le SPCE semblent dire que les cultures de printemps sont moins productrices que les cultures d'hiver. Est-ce vraiment le cas et est-ce les cultures d'hiver de la rotation 6P qui "rattrapent" la moyenne des totaux des rendements ?

## 2. La quantité de production est-elle fonction que la culture soit de printemps ou d'hiver ?

C'est cela que nous allons voir au travers du graphique suivant qui permet de comparer les cultures d'hiver et de printemps dans leur rotation.

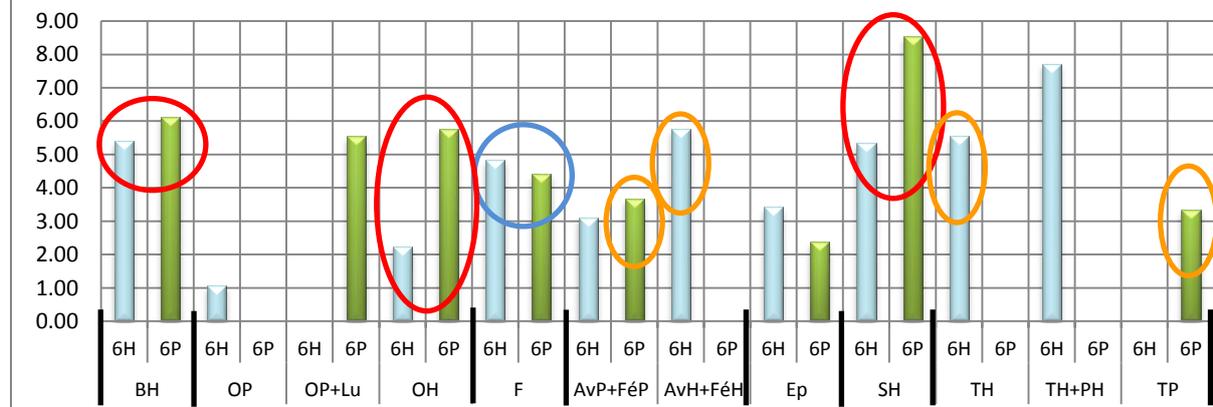
### Comparaison des rendements grain par parcelle par campagne et par culture de printemps ou d'hiver



Au regard de ce graphique, les cultures d’hiver dans la rotation de printemps semblent avoir un rendement supérieur à celles de la rotation 6H, mises à part quelques exceptions. Par contre, les cultures de printemps donnent peu ce qui explique que les rendements 6H et 6P sur une rotation complète s’équivalent.

Il est possible de détailler ce résultat par espèce et voir si les cultures de printemps sont effectivement moins productrices et si les cultures d’hiver sont effectivement plus productrices dans la rotation 6P que dans la 6H.

### Moyennes des rdts / ha / espèce de 2005 à 2011



- Les cultures d’hiver dans la rotation 6P donneraient plus que dans la rotation 6H. Exemple : Blé d’hiver et Seigle d’hiver. ○ Ce résultat rejoint celui abordé dans la première partie.

- Par contre, pour une même culture, celles semées au printemps dans la rotation 6P donneraient moins que celles semées en hiver dans la rotation 6H. Exemple : Triticale, Avoine Féverole. ○
- D'une façon générale, les prairies temporaires semblent avoir un meilleur rendement dans la rotation incluant des cultures d'hiver ○

Il faut donc nuancer les rendements céréaliers et ceux des prairies car l'herbe aurait un meilleur rendement dans la rotation 6H alors qu'au contraire les cultures d'hiver auraient de meilleurs rendements dans la rotation 6P. Par contre, une même espèce produirait un meilleur rendement en culture d'hiver qu'en culture de printemps.

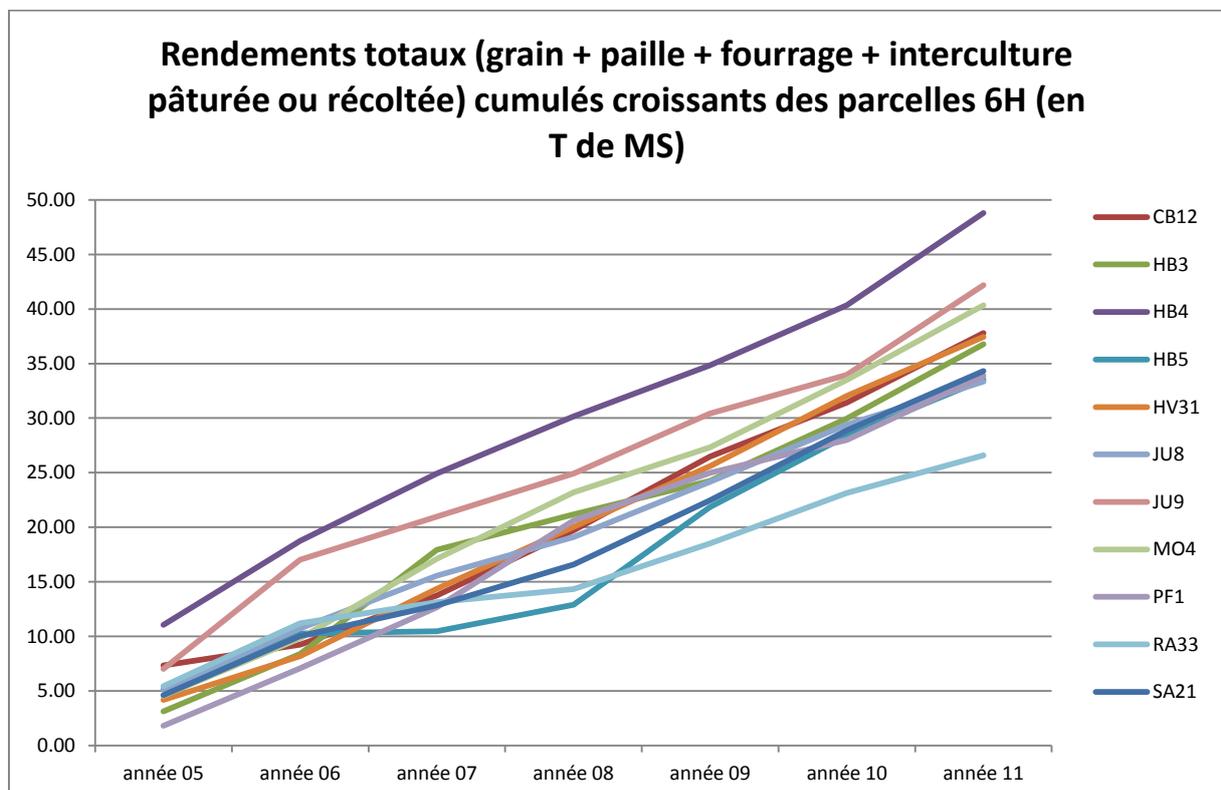
Au-delà du type de la rotation et du type de culture (hiver ou printemps), certaines parcelles pourraient avoir un potentiel de rendement supérieur à d'autres. Voyons si c'est le cas dans la partie suivante.

### 3. Les parcelles ont-elles une influence sur le rendement ?

Les parcelles ont-elles un potentiel de rendement différent ? Afin de répondre à cette question avec plus de lisibilité et afin de voir si une différence existe entre 6H et 6P, j'ai choisi de traiter séparément les parcelles de la rotation 6H et celles de la rotation 6P.

#### a. Au niveau de la rotation 6H

Pour se rendre compte du rendement de chaque parcelle, j'ai réalisé les rendements cumulés croissants de chaque parcelle. Il s'agit des rendements du grain, de la paille, de l'herbe, et des intercultures pâturées ou récoltées c'est-à-dire tout ce qui a été exporté.



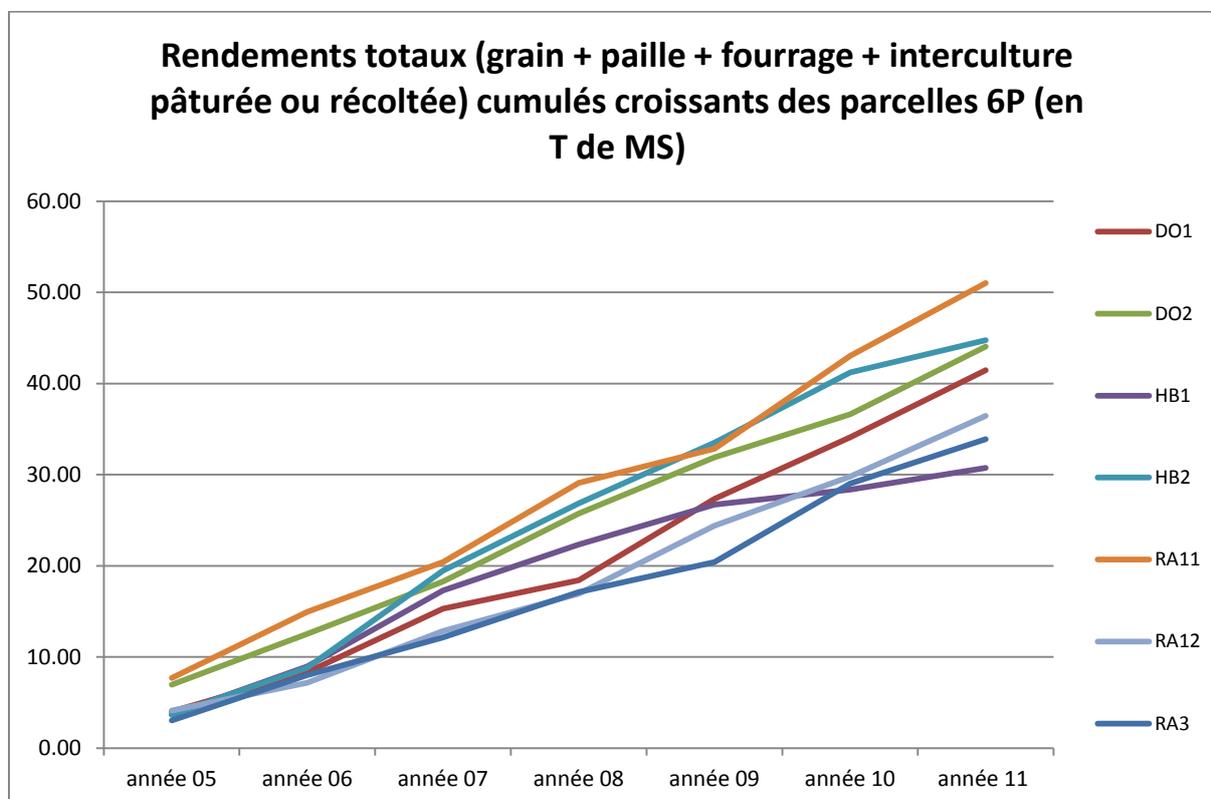
Toutes les courbes sont dans l'ensemble parallèles. Deux parcelles se démarquent. Celles de la parcelle Haut du Bois 4 et Ravenelle 33. Si nous choisissons de mettre ces deux parcelles à part, la différence de rendement entre la parcelle la plus productive et la moins productive ne varie que très peu entre 2005 et 2011. Les rendements totaux cumulés croissants sont donc assez homogènes entre les parcelles.

Ce que nous pouvons également observer, c'est que les courbes ne sont pas forcément rectilignes. En effet, certaines parcelles ont tendances à avoir un potentiel céréaliier (forte pente de la courbe les années des céréales) alors que d'autres ont un potentiel nettement plus herbager (pente de la courbe plus marquée les années des prairies temporaires). Prenons comme exemple la parcelle Haut du Bois 3 qui voit ses rendements diminuer au moment des cultures et ré-augmenter ensuite au moment du passage en prairie. Et au contraire, la parcelle Justice 9 présente des rendements nettement plus importants au moment des cultures, il semble qu'il s'agit d'une parcelle à potentiel céréaliier.

Il faut également bien se rendre compte que toutes les parcelles n'ont pas la même entrée dans la rotation lors de leur passage en agriculture biologique. Certaines débutent par le blé d'hiver comme la parcelle Colline du Beaufroid 12 et d'autre par la dernière année de culture comme Justice 8. Cette donnée pondère ce graphique puisque certaines parcelles débutent d'emblée avec un meilleur rendement dès la première année.

### b. Au niveau de la rotation 6P

J'ai effectué le même travail sur les parcelles de la rotation 6P.



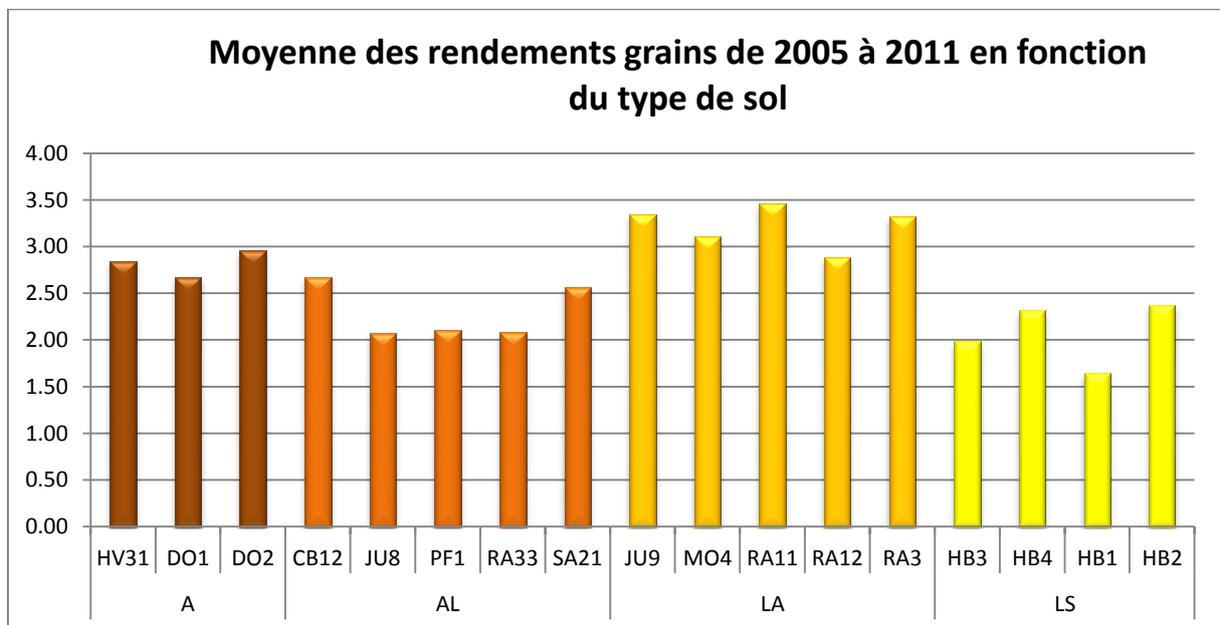
J'observe que l'ensemble des courbes ont tendance à s'évaser. En 2005, elles partent avec un écart faible (différence de 4,6 T de MS). En 2011, cette différence devient beaucoup plus grande : 20,28 T

de MS. Alors que dans la rotation 6H les parcelles après une mauvaise année de rendement rattrapient leur retard, ici nous pouvons constater qu'il n'existe pas de gros décrochement mais que certaines courbes ont une pente moins raide. La production correspondante pour ces parcelles est donc moins importante chaque année. Alors que certaines courbes ayant une inclinaison plus prononcée montrent un rendement qui est chaque année meilleur que les autres.

Le potentiel de chaque parcelle est, entre autre, lié au sol. Nous allons voir cet aspect dans la partie suivante.

#### 4. Le type de sol a-t-il un impact sur le rendement ?

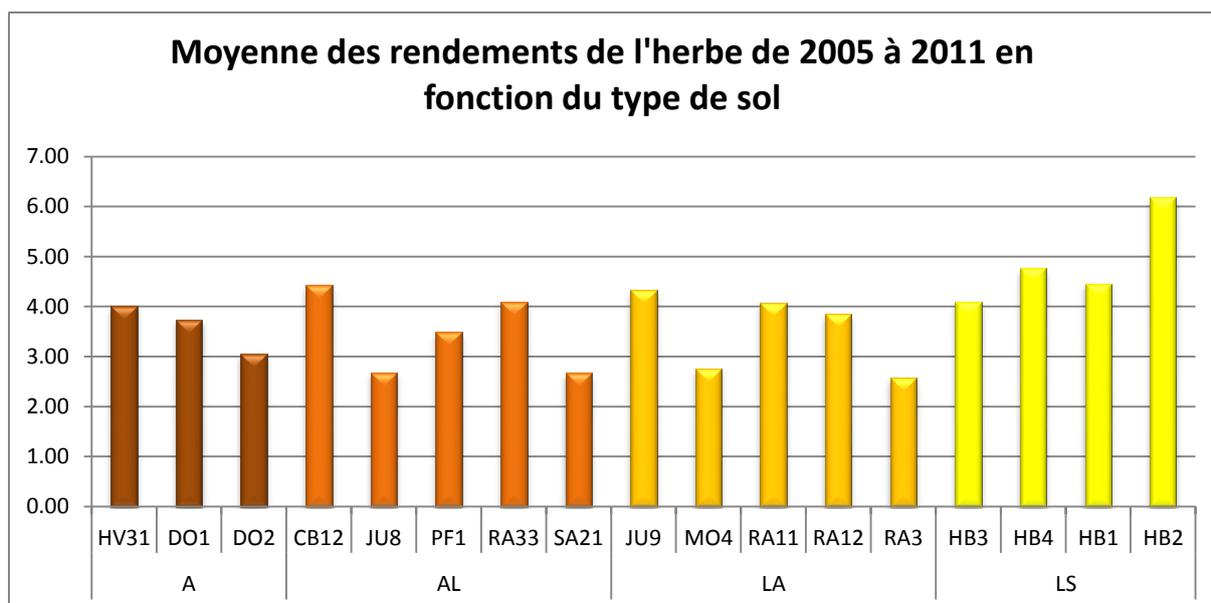
Le sol est la base de l'agriculture. Dans le contexte d'agriculture biologique, le sol joue un rôle très important notamment avec son activité biologique qui permet un meilleur équilibre dans le sol et facilite la dégradation de la matière organique. Cependant, certains types de sol peuvent peut-être influencer sur l'espèce cultivée, sur son rendement. C'est ce que nous allons observer sur le graphique suivant.



Au regard de ce graphique, il apparaît que les rendements grains sont de façon général plus faibles sur les sols limono-sableux. Ce genre de sol se situe sur un secteur spécifique, au Haut du Bois. Au contraire, dans les sols limono-argileux et argileux, les rendements grains sont meilleurs. Dans les sols argilo-limoneux les parcelles sont plus ou moins productives suivant les parcelles.

Le sous-sol est également un élément important. Les parcelles du Haut du Bois sont toutes situées sur une roche mère composée de marne. De ce fait, le sous-sol est imperméable. Pourtant situées sur un plateau, elles sont très souvent gorgées d'eau. Ceci donne aussi une explication au faible rendement grain (les années humides).

J'ai ensuite voulu voir si les mêmes sols influent, de la même manière, les prairies. Pour cela, j'ai réalisé le même graphique avec les rendements herbes. Il s'agit des rendements récoltés sur une année civile.



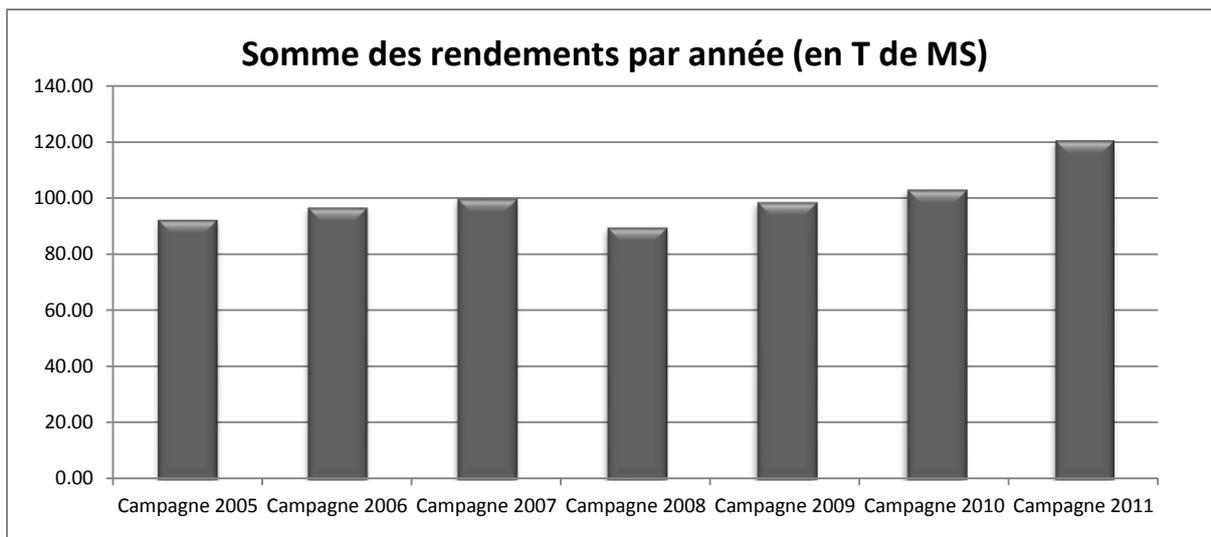
Alors que le sol limono-sableux semblait être un handicap aux cultures, ici il semble qu'au contraire, ce type de sol est favorable au rendement de l'herbe. Les autres types de sol (argileux, argilo-limoneux et limono-argileux) possèdent des rendements herbe différents suivant les parcelles. Cela renvoie la partie précédente qui semblait faire ressortir que certaines parcelles sont dites "à herbe".

Les rendements seraient influencés par la parcelle en elle-même, par le type de sol. Voyons maintenant l'effet des années sur les rendements.

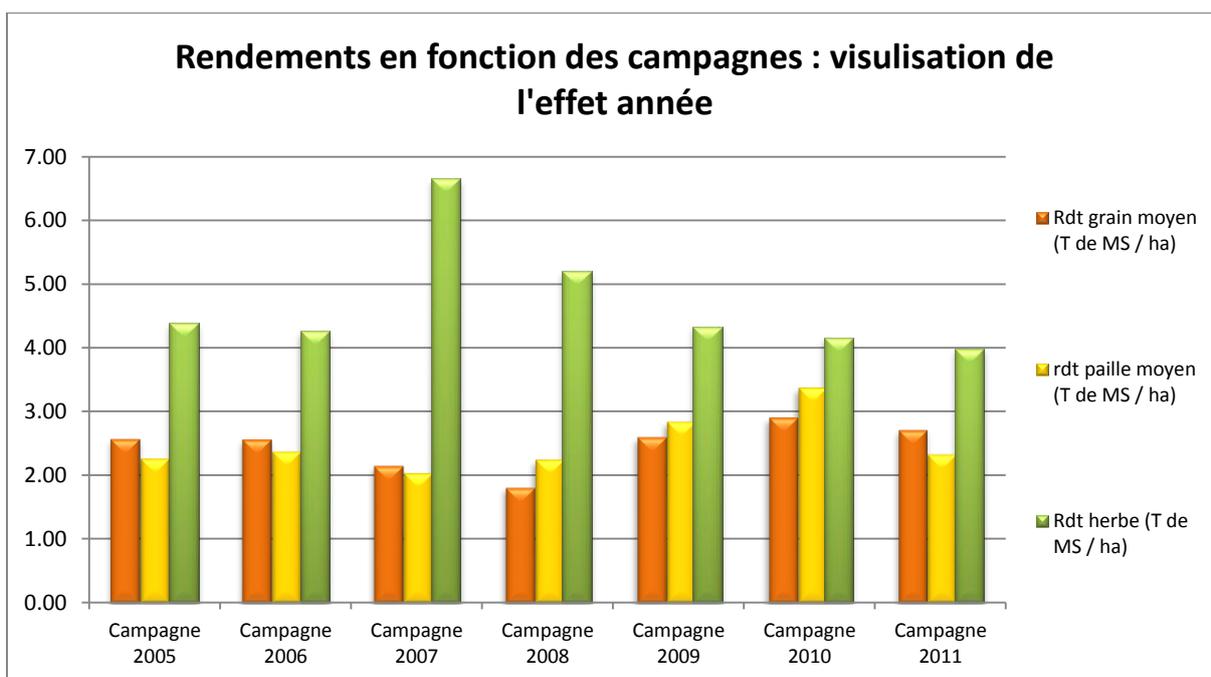
## 5. Les années influencent-elle le rendement ?

Suivant les années, les conditions climatiques varient. Elles sont plus ou moins bénéfiques aux cultures et à l'herbe. C'est pourquoi, il est plausible qu'un effet année existe et se ressente dans les rendements. De plus, certaines années peuvent être plus adaptées aux cultures et moins à l'herbe et vis-versa.

Le graphique suivant permet de visualiser les rendements totaux d'herbe, de paille et de grain d'un point de vue global. Parmi le rendement herbe, sont comptées les prairies implantées de l'année qui ont été pâturées ainsi que les repousses de céréales qui ont été pâturées.



Les années 2005 et 2008 sont des années moins productrices. Au contraire, les années 2010 et 2011 ont été très satisfaisantes avec de bons rendements. Mais, y a-t-il des années plus favorables aux céréales et d'autres plus à l'herbe. Pour cela, voyons de plus près les différents rendements, en tonne de matière sèche par hectare afin de pouvoir comparer les différentes années.



C'est ainsi que l'on peut se rendre compte que certaines années telles que 2007 et 2008 sont plus propices à l'herbe, et d'autres comme 2009 et 2010 sont des années plus favorables aux céréales.

Notons que 2005 et 2006 sont les deux premières années d'agriculture biologique. Les rendements ont pu être favorisés par les arrières effets du conventionnel. À la sortie du conventionnel, le sol était assaini. Selon les membres de l'Installation Expérimentale, la montée des adventices n'aurait eu lieu qu'au bout de 3 à 4 ans après le début de la conversion à l'agriculture biologique.

L'effet année semble réel et influencerait donc les rendements, tantôt en faveur des céréales, tantôt en faveur des prairies.

Après avoir étudié les rendements, nous allons maintenant nous intéresser aux adventices.

## II. Adventices

En agronomie, on appelle adventice toute plante poussant dans un champ cultivé, sans y avoir été intentionnellement mise par l'agriculteur cette année. Par exemple, du Blé peut-être une adventice s'il n'a pas été semé cette année là. Le Vulpin, le Rumex, le Mouron, la Véronique, le Gaillet sont également, parmi d'autres, des adventices que nous reverrons par la suite.

Sur les parcelles de l'Installation Expérimentale de l'INRA de Mirecourt, il existe plusieurs types de notations des adventices. On en ressort les notes d'abondances et les nombres moyens d'adventices.

Les notations adventices sont réalisées selon deux méthodes :

- Une méthode inspirée de l'échelle de Barralys donnant des notes d'abondance,
- Un pourcentage de recouvrement des vivaces avant moisson.

### 1. Note d'abondance et pourcentage de recouvrement

Le dénombrement des adventices est réalisé sur toutes les parcelles étant en culture de céréales (+/- protéagineux). Il est effectué grâce à une grille de notation (inspirée de l'échelle de Barralys), qui permet de noter les différentes espèces, leur abondance, leur stade minimal et maximal et ce pour neuf points de la parcelle. Enfin, une note globale d'abondance de chaque espèce est donnée.

Les notes d'abondances possibles sont les suivantes :

- 0 = vu 1 fois
- 1 = < 1 m<sup>2</sup>
- 2 = entre 1 et 3 m<sup>2</sup>
- 3 = entre 3 et 20 m<sup>2</sup>
- 4 = entre 20 et 50 m<sup>2</sup>
- 5 = entre 50 et 500 m<sup>2</sup>
- 6 = > 500 m<sup>2</sup>

Cette notation est effectuée :

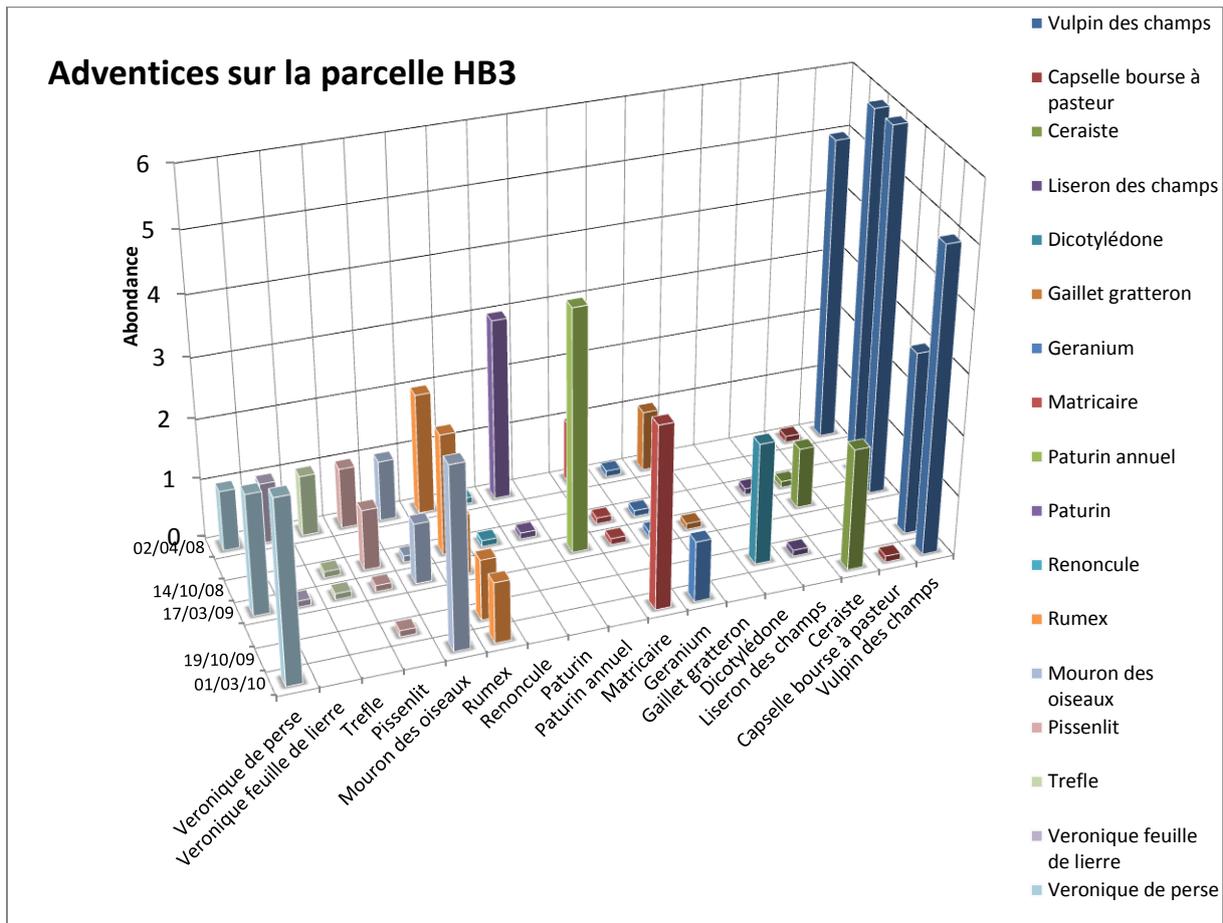
- à l'automne après le semis où la concurrence entre adventice et culture est maximale,
- au printemps avant la fermeture du couvert entre le stade épi 1 cm et 1 nœud,

Ensuite, avant la récolte, seulement les vivaces sont notées. Il s'agit alors d'une estimation du pourcentage du recouvrement des vivaces avant la moisson. Cette dernière notation n'est pas prise en compte dans la pression d'adventice, sauf dans certain cas où cela sera spécifié, puisque seules les vivaces sont notées et puisque le type de notation n'est pas le même (il s'agit d'une note de recouvrement des vivaces).

À la suite de cette notation, il faut pouvoir l'interpréter. En effet cette notation permet d'évaluer, selon des classes, le nombre de pied au mètre carré mais représente-elle la pression d'adventices ? D'une part, ces classes sont assez larges. Par exemple, la cinquième va de 50 à 500 pieds au m<sup>2</sup>. De ce fait, deux espèces d'adventices pourront avoir les mêmes notes d'abondance et pour autant ne pas être en quantité égale. Cela peut fausser l'interprétation à venir. D'autre part, pour pouvoir interpréter les données des notes des adventices, j'ai additionné les notes d'abondance des adventices pour chaque parcelle (pour cela j'ai remplacé la note "0" par la note "0.1" afin qu'elle soit représentative dans l'addition). J'ai ensuite fait la moyenne des différentes sommes des notes

d'abondance des adventices correspondant aux différentes notations de l'année (j'ai bien sûr écarté les notations de recouvrement avant moisson puisqu'il ne s'agit pas du même genre de notation). Pour procéder à l'analyse des données et à l'interprétation, j'ai posé que cette moyenne de somme représentait la pression d'adventice de la parcelle. Cependant, au final, ce genre de notation s'adapte mal à l'analyse que l'on veut en faire. Je vais les interpréter de cette manière mais il s'agit d'une méthode approximative.

Pour expliquer la décision de faire des moyennes, voici une représentation des notes d'abondances sur une parcelle.



De par cet exemple, nous nous rendons facilement compte qu'il est difficile de suivre l'évolution de chaque adventice de chaque parcelle. Il est donc nécessaire de faire des moyennes de sommes si nous voulons pouvoir comparer les parcelles entre elles, mais effectivement, cela rend les résultats approximatifs.

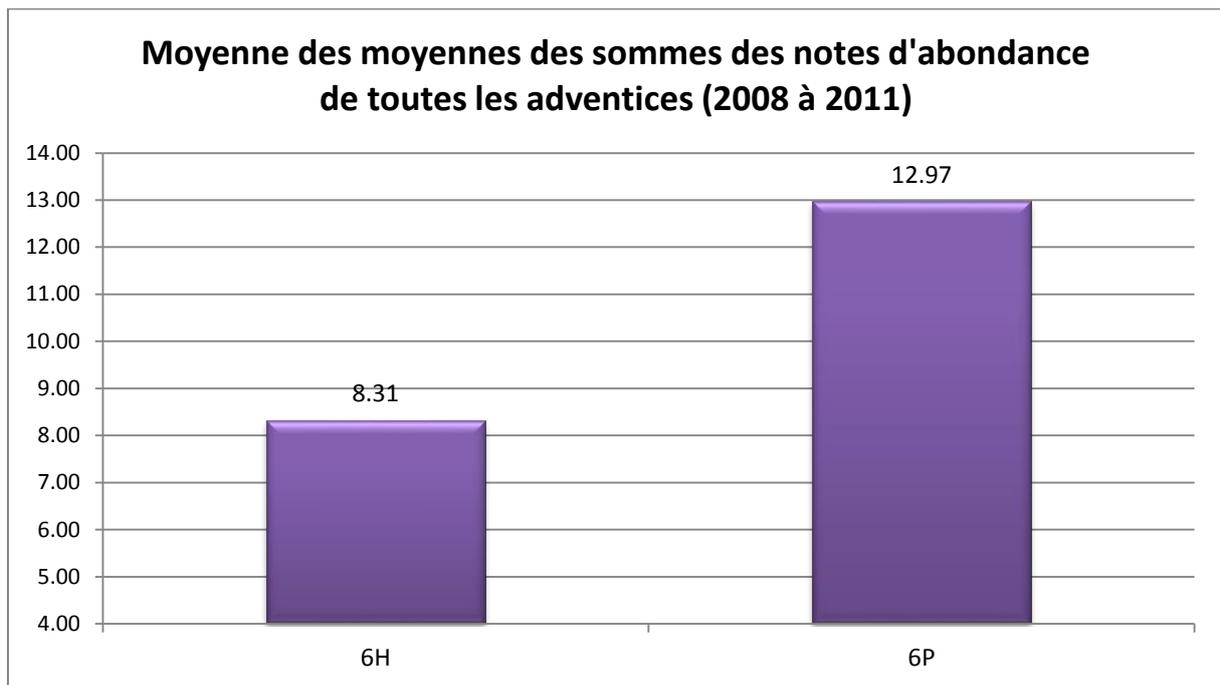
Cette approximation s'ajoute au fait qu'il s'agit d'une expérimentation système où différents facteurs évoluent en même temps (sol, labour, semis, désherbage mécanique). D'où la difficulté d'interprétation des résultats.

Pour débiter cette partie sur les adventices, nous allons tenter d'observer les adventices en fonction de la rotation.

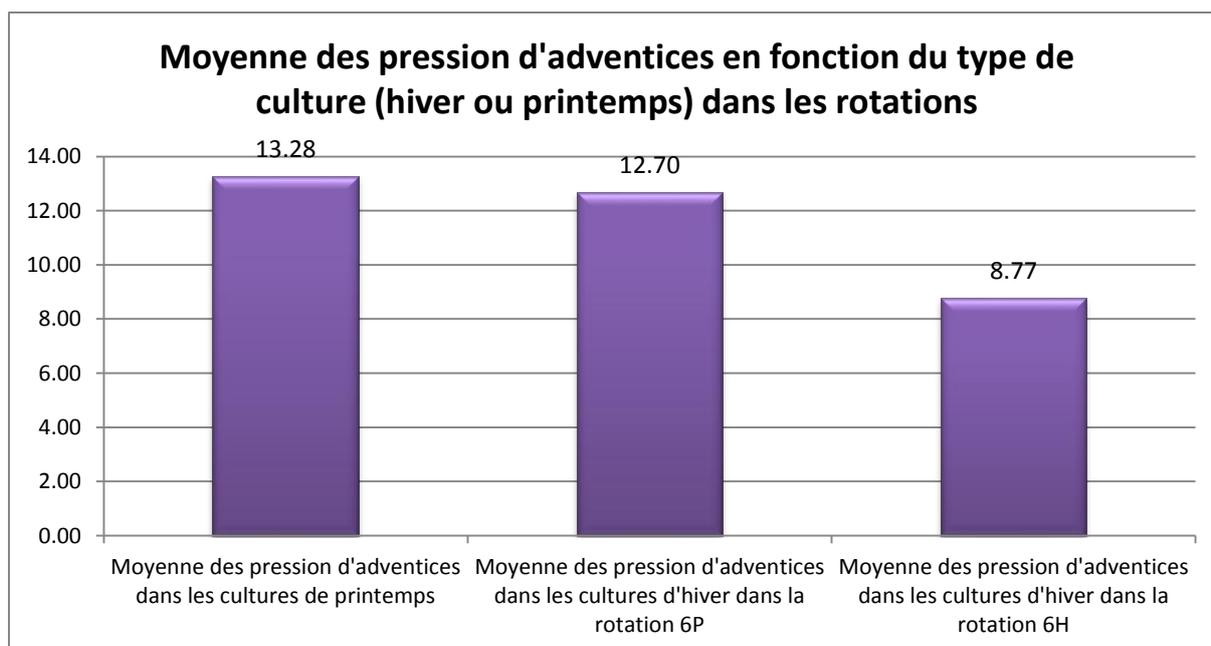
**a. La rotation est-elle un élément qui influe la pression de la flore d'adventices ?**

La rotation avec des cultures d'hiver (6H) ou celle intégrant une culture de printemps (6P) pourraient se comporter différemment face aux adventices. Il est alors intéressant de comparer les pressions de la flore d'adventices par rotation.

Dans la mesure où la pression d'adventices ne s'évalue pas autant d'année pour chaque parcelle (certaines parcelles ont trois années de mesure et d'autres seulement deux), j'ai donc réalisé la moyennes des moyennes des sommes des notes d'abondance de toutes les adventices par parcelle et par an. Ceci permet de visualiser de façon globale la différence de pression d'adventices entre les deux rotations.



À priori, une différence de pression d'adventices semble se constater entre les deux types de rotation. Il semblerait que la rotation 6H soit moins propice aux adventices alors que la 6P y serait plus. Est-ce la culture de printemps qui permet aux adventices de mieux se développer ? Dans la rotation 6P, est-ce les cultures de printemps qui abritent le plus d'adventices, ou est-ce les cultures d'hiver ?



La pression d'adventices serait plus présente dans la rotation 6P et encore plus dans les cultures de printemps. Pourtant, à la base, les cultures de printemps au sein d'une rotation ont été mises en place pour permettre de lutter contre les facultés d'adaptation des adventices en créant une rupture au sein du système de culture grâce à la rotation. À priori, cette méthode d'alternance de culture de printemps et d'hiver ne se vérifie pas dans cette situation. Cependant, la différence entre la pression d'adventices dans les cultures de printemps et dans les cultures d'hiver ne semble avoir qu'un faible écart. Il y aurait aussi un problème d'adventices important au niveau des cultures d'hiver dans la rotation 6P.

Il ne faut pas perdre l'idée que ces résultats sont des constats de moyennes et non des généralités.

Dans un prochain paragraphe, je ferai le lien entre adventices et rendement par rotation nous verrons que la pression d'adventices pourtant différente d'une rotation à l'autre ne ferait pas varier les rendements globaux du grain.

Après avoir visualiser les pressions d'adventices dans les rotations et en fonction des cultures d'hiver et de printemps, faisons un zoom sur la flore d'adventices par parcelle. En effet, y a-t-il un effet parcelle ? Certaines parcelles sont-elles plus favorables aux plantes adventices.

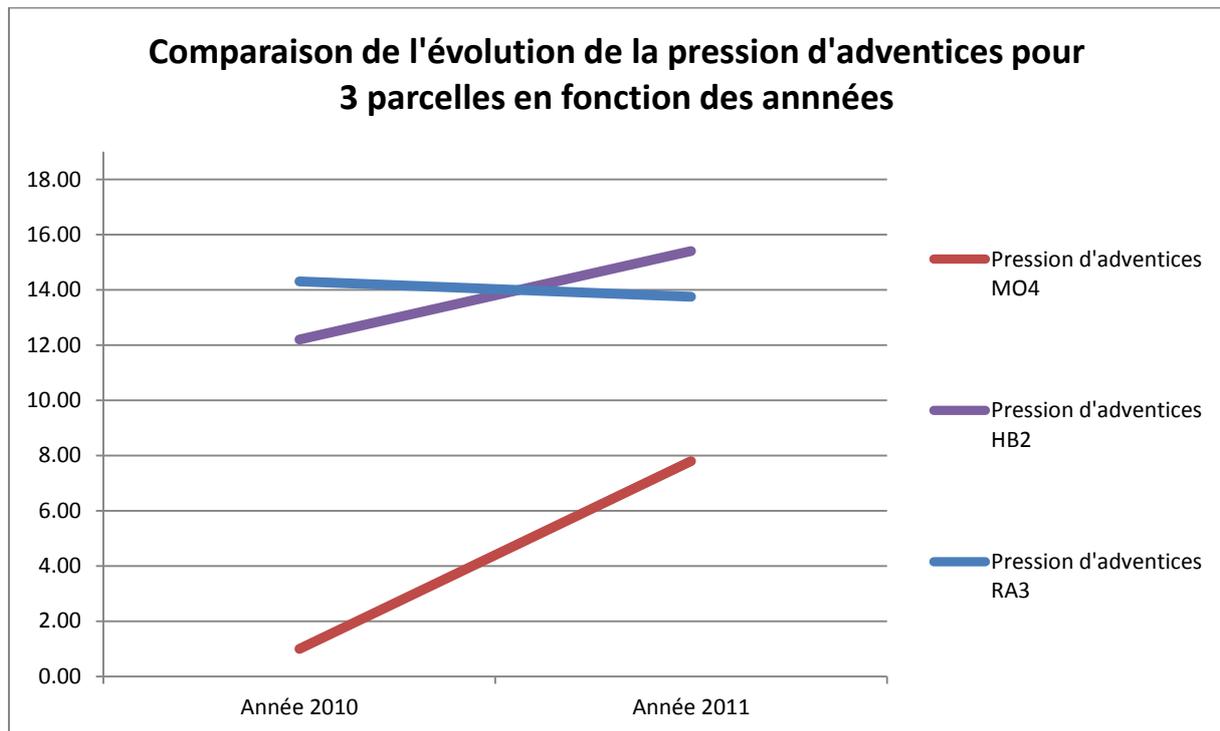
#### **b. Certaines parcelles sont-elles plus favorable aux adventices ?**

Il se peut que certaines parcelles, de par leur sol, de par leur exposition, de par qu'elles soient en bordure de forêt ou pas, soient plus favorables ou moins aux adventices. Pour cela, comparons les pressions d'adventices par parcelle.

Pour réaliser les graphiques suivant, j'ai choisi des parcelles qui possédaient les mêmes années de notation adventices et qui avaient les mêmes rangs dans la rotation.

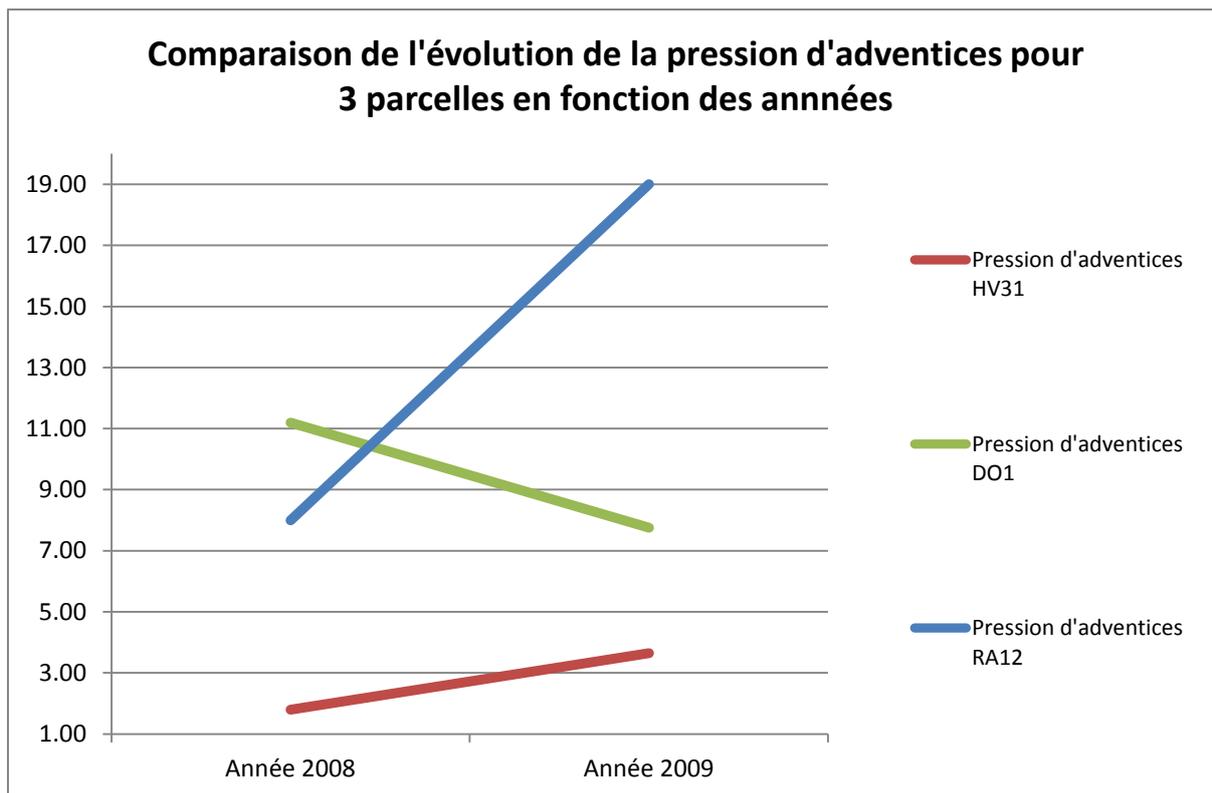
Le graphique qui suit compare les parcelles Moine 4, Haut du Bois 2 et Ravenelle 3. Pour toutes les trois, 2010 correspond à leur première année de culture c'est-à-dire au blé d'hiver. 2011 correspond donc à la deuxième culture de la rotation. Cependant, pour Moine 4, il s'agit d'une culture d'hiver alors que pour Haut du Bois 2 et Ravenelle 3, il s'agit de cultures de printemps. Hors nous venons de

voir que les cultures de printemps et d'hiver de la rotation 6P abriteraient une pression d'adventices plus importante que dans les cultures d'hiver dans la rotation 6H.

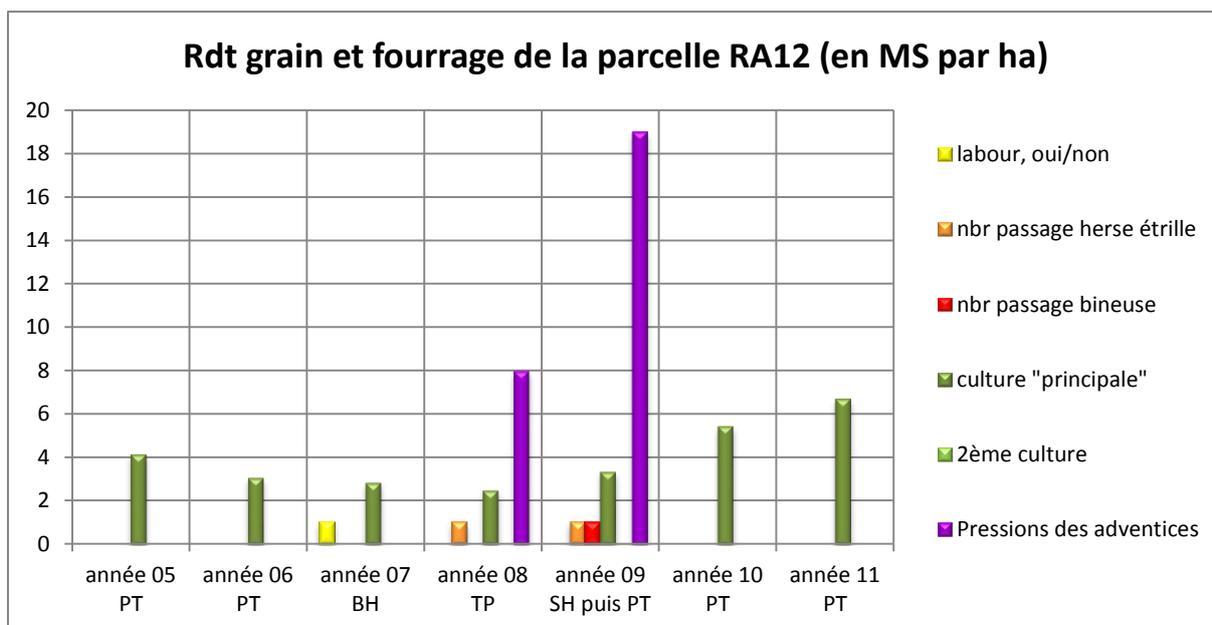


L'observation de ce graphique permet de voir que deux parcelles possèdent des pressions d'adventices dans les mêmes ordres de grandeur. Cependant, la parcelle Moine 4 a une pression qui est bien inférieure aux autres. Cela confirmerait donc les comparaisons globales à l'échelle des rotations et du type de culture (hiver ou printemps) qui semblait mettre en avant que les cultures de la rotation 6 P et plus particulièrement celles de printemps possédaient une pression d'adventices plus importante. De plus, Moine 4 est peut-être une parcelle qui est moins favorable aux adventices. Nous verrons plus loin, qu'effectivement la parcelle Moine 4 serait l'une des parcelles qui abrite le moins d'adventices. Cependant, nous observons tout de même que la deuxième année de culture, la pression serait en forte augmentation.

Ensuite, j'ai comparé trois autres parcelles ayant eu leurs notations adventices en 2008 et 2009. Il s'agit de Haut des Vignes 31, Domvallier 1 et Ravenelle 12. Pour ces parcelles, il s'agit des deuxième et troisième années de culture. Cependant, Haut des Vigne 31 appartient à la rotation 6H, et ces années concernent des cultures d'hiver. Alors que Domvallier 1 et Ravenelle 12 appartiennent à la rotation 6P, et 2008 correspond à leur année de culture de printemps.



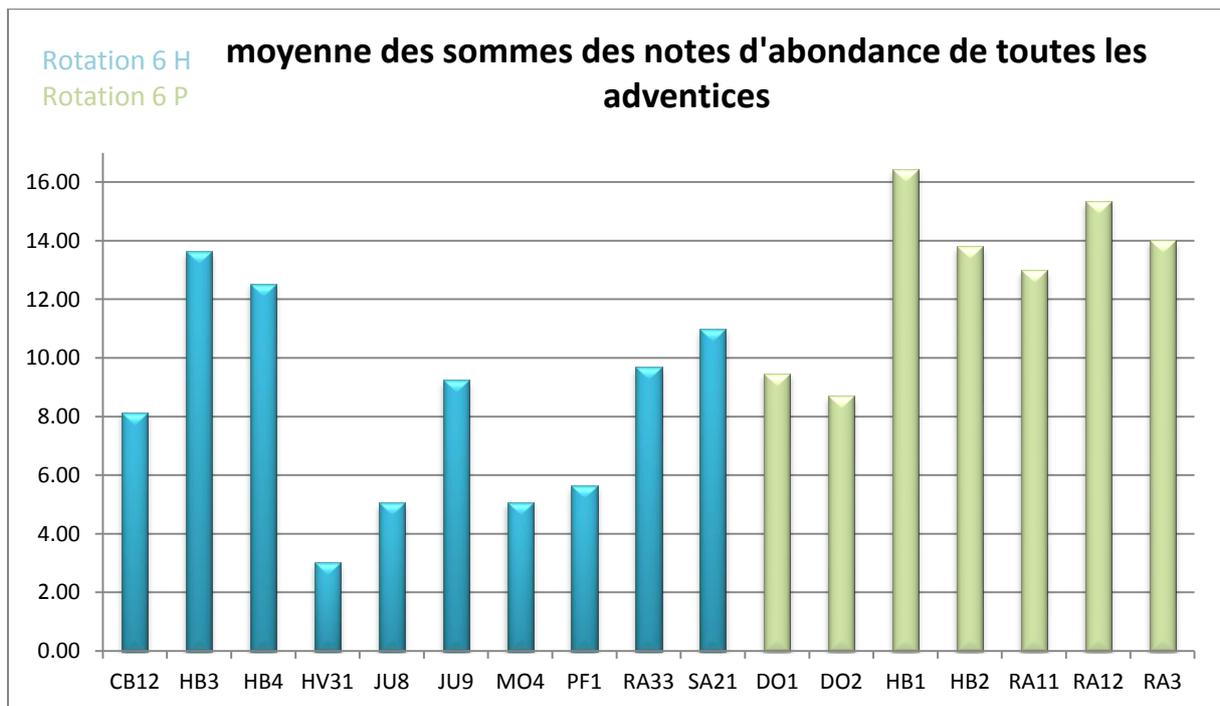
Haut des Vignes 31 se démarque puisque sa pression d'adventices, malgré une petite augmentation, semble rester bien en dessous des autres. Cela confirme encore le fait que les cultures de la rotation 6H seraient moins envahies par les adventices. De plus, dans la même réflexion que précédemment, cette parcelle est peut-être moins propice au développement de la flore d'adventices car elle fait partie des parcelles abritant une faible pression adventices (nous le verrons dans cette même partie). Par ailleurs, la parcelle Ravenelle 12 voit sa pression augmenter de façon très importante.



Nous ne pouvons connaître la raison exacte de cette augmentation de pression d'adventices, cependant nous voyons que les adventices ont posé un réel problème sur cette parcelle contre

lequel l'équipe de l'Installation Expérimentale ont essayé de lutter : passage de la herse étrille et de la bineuse.

Afin d'approfondir la réflexion précédente et de répondre à la question : "Certaines parcelles sont-elles plus favorables aux adventices ?", voyons maintenant la pression des adventices qu'abrite chaque parcelle. Il s'agit là d'une moyenne des sommes des notes d'abondance de toutes les adventices. Comme stipuler précédemment, il s'agit d'une interprétation qui ne reflète pas vraiment la réalité du terrain puisque les notes des différentes adventices sont ajoutées et qu'ensuite une moyenne est réalisée.



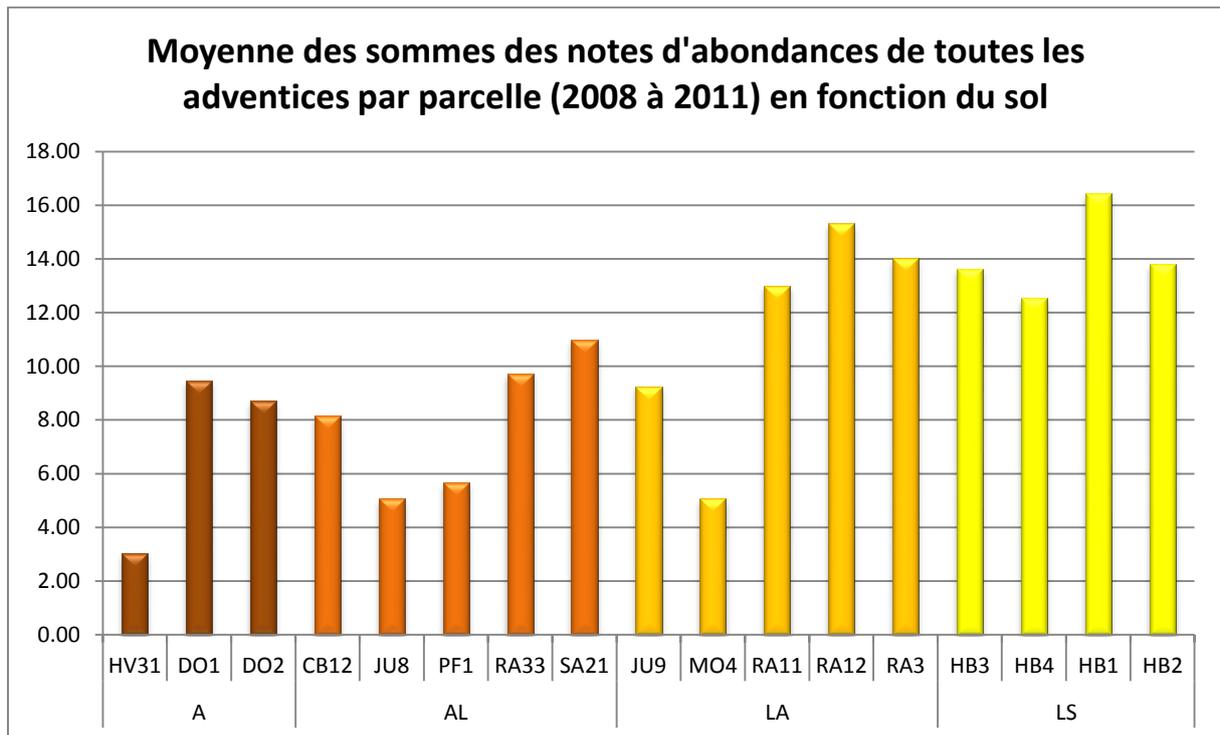
Nous remarquons qu'effectivement les parcelles Haut des Vignes 31 et Moines 4 détiendraient des pressions moyennes d'adventices beaucoup moins élevées que les autres parcelles de la même rotation. Justices 8 et 9 et Petite Fin 1 seraient également parmi les parcelles abritant le moins d'adventices. Il est alors question de savoir si ceci provient du sol ou de l'itinéraire technique par exemple ou s'il s'agit de la parcelle en elle-même, dans ce cas les différences pourraient alors venir de l'exposition de la parcelle par exemple.

Nous verrons ultérieurement que, le désherbage mécanique limite les adventices mais que dans la situation de l'expérimentation système de l'Installation Expérimentale de Mirecourt, il est difficile de comparer et donc de se rendre compte de l'efficacité du désherbage. Parmi ces quatre parcelles citées, aucune n'est désherbée mécaniquement via le binage ou le passage de la herse étrille. Ce n'est pas parce qu'il y a désherbage mécanique qu'il y a moins d'adventices, au contraire, le désherbage mécanique se fait sur des parcelles sales.

Nous allons voir que ces parcelles abritant moins d'adventices que les autres n'ont pas forcément un sol qui est moins propice au développement des adventices.

### c. Le type de sol peut-il influencer la pression d'adventices ?

Y a-t-il des sols dont la composition serait plus propice au développement de la flore d'adventice ? Afin de répondre à cette question, j'ai comparé les moyennes des pressions d'adventices par parcelle et par type de sol. Cependant, ce qui suit ne prend pas en compte les différentes espèces d'adventices. En effet, nous supposons que certains sols doivent être plus propices à certaines espèces et moins à d'autres. De plus, outre la texture du sol, d'autres composantes doivent entrer en ligne de compte : le pH, la concentration de phosphore potasse et magnésie. Pour ce travail, je me suis intéressée à la texture du sol.



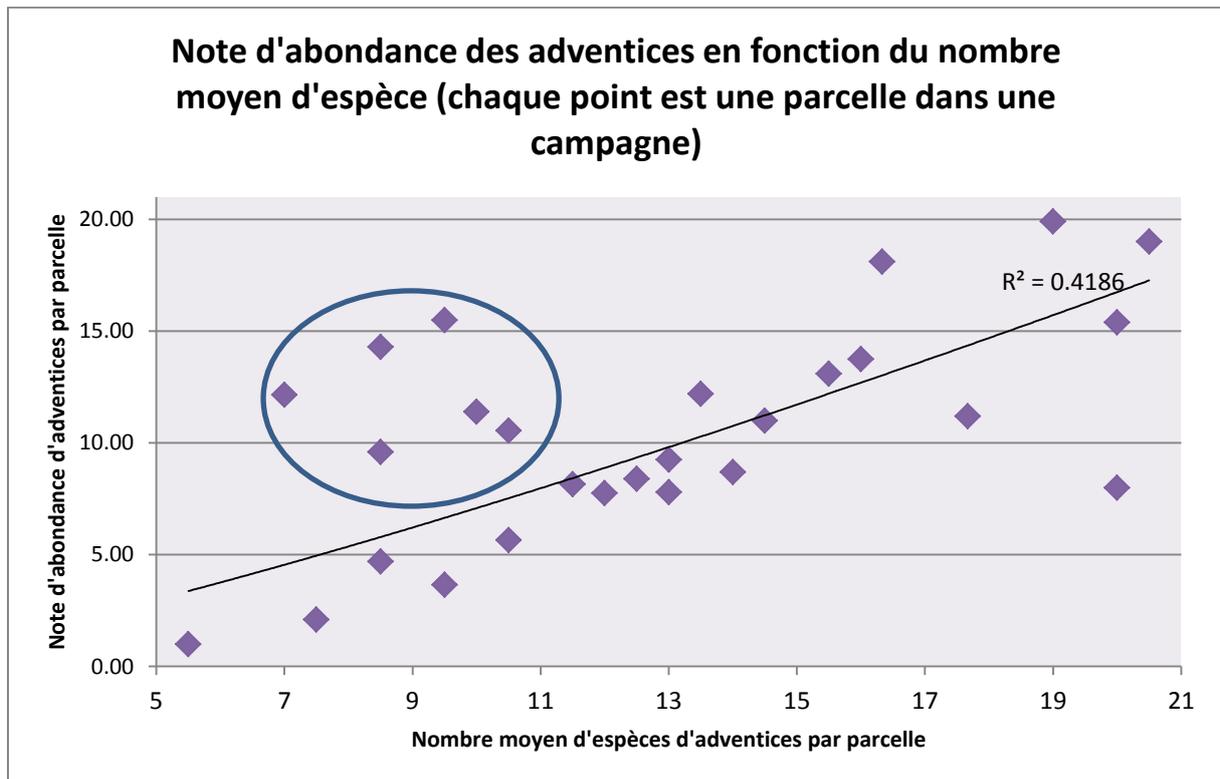
Les adventices semblent être en quantité plus importante dans les sols limono-sableux. Dans les sols argileux, la pression d'adventices serait moins importante. Dans les sols argilo-limoneux ou limono-argileux, la pression d'adventice apparaît plus aléatoire mais serait tout de même moins envahissante dans les sols argilo-limoneux. Nous constatons que Moine 4 est la parcelle, parmi les limono-argileuses, qui posséderait la pression d'adventices la plus basse. Et la différence avec les autres parcelles possédant le même sol paraît relativement importante.

Dans les quatre parcelles vu précédemment (HV31, MO4, JU8, PF1) Moine 4, au niveau des adventices, fait la différence avec les autres parcelles de même sol. Par contre, Haut des Vignes 31, Justice 8 et PF1 seraient dans des sols où la population d'adventices est assez limitée. Pour ces trois parcelles, nous pouvons supposer que le sol joue un rôle dans la limitation de la pression d'adventices.

Dans cette première partie sur les adventices, j'ai traité les notes d'abondances. Une autre donnée ressort des notations : le nombre moyen d'espèces d'adventices. Ces deux données ont-elles un lien ?

## 2. Le nombre moyen d'adventices est-il représentatif de la pression adventice ?

Le nombre moyen d'adventices représente en quelque sorte la diversité de celles-ci. Le nombre moyen d'espèce veut-il dire que la diversité permet une moindre pression de chaque espèce et donc génère une concurrence moindre à la culture ? Ou bien, le nombre moyen d'espèce est-il synonyme de pression supplémentaire ? Pour appréhender cette réflexion, j'ai créé un nuage de points permettant de visualiser les notes d'abondances et le nombre moyen d'espèces de chaque parcelle.

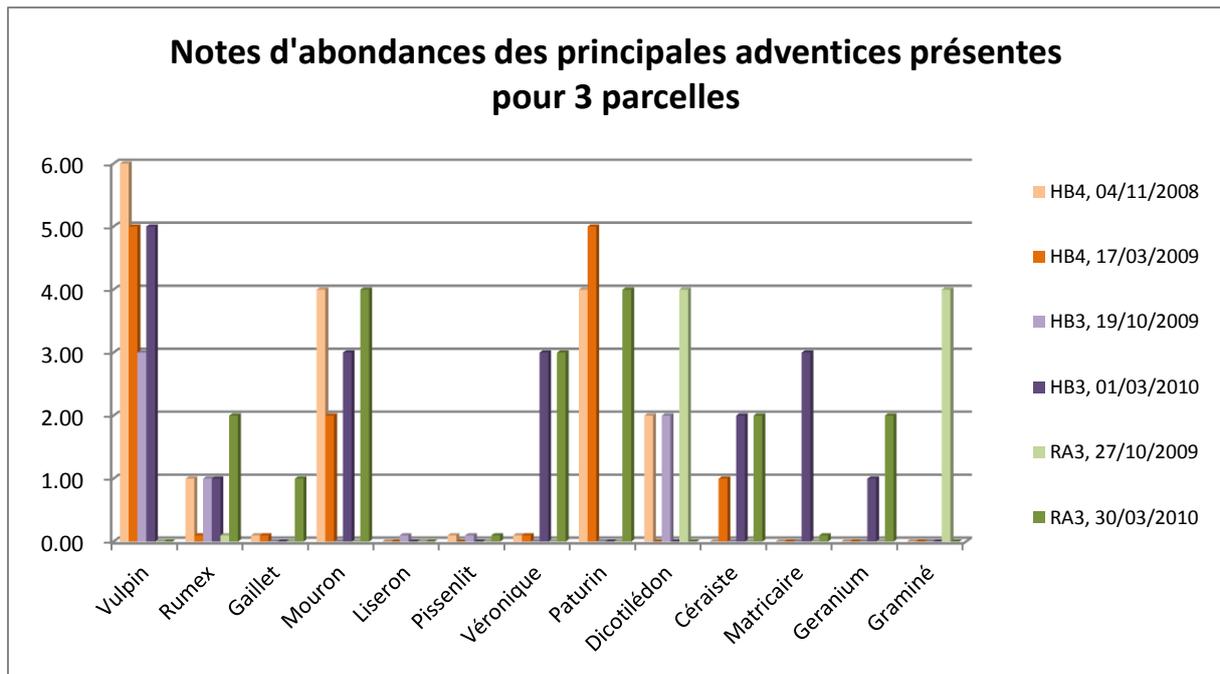


Dans l'ensemble, il apparaît que plus le nombre moyen d'espèce d'adventices est élevé, plus la note d'abondance l'est aussi.

On observe tout de même plusieurs cultures ayant un nombre moyen d'espèce peu élevé (inférieur à 11) et qui possède une note d'abondance très élevée : "  ". Face à cela, deux hypothèses sont possibles (qui ne s'opposent pas d'ailleurs, elles peuvent être complémentaires) :

- Soit il peut alors s'agir d'espèces envahissantes.
- Soit du fait que le nombre d'espèce est moins important, celles en place ont pu se développer plus facilement.

Étudions trois parcelles de plus près, qui se situent dans ce cercle bleu, afin de visualiser quelles sont les adventices présentes sur ces parcelles.



Nous voyons que dans deux cas sur trois, le Vulpin est présent sur la parcelle avec une note d'abondance élevée. Ce que l'on peut constater, c'est que dans la majorité des cas, le vulpin serait présent quand les notes d'abondances sont élevées et que le nombre moyen d'espèce est faible. En effet, le Vulpin est une adventice qui se retrouve généralement en forte quantité lorsqu'elle est présente et de ce fait donne une note d'abondance élevée.

Certaines espèces d'adventices génèrent-elle une pression plus importante que d'autres ? Et à l'inverse, certaines espèces d'adventices génèrent-elles une faible pression ? Pour répondre à ces questions, il va être intéressant de comparer les adventices et leurs impacts sur la culture en place, savoir à partir de quelle densité telle espèce d'adventice sera gênante pour la céréale.

### 3. La note d'abondance des adventices représente-elle la nuisibilité de chaque espèce ?

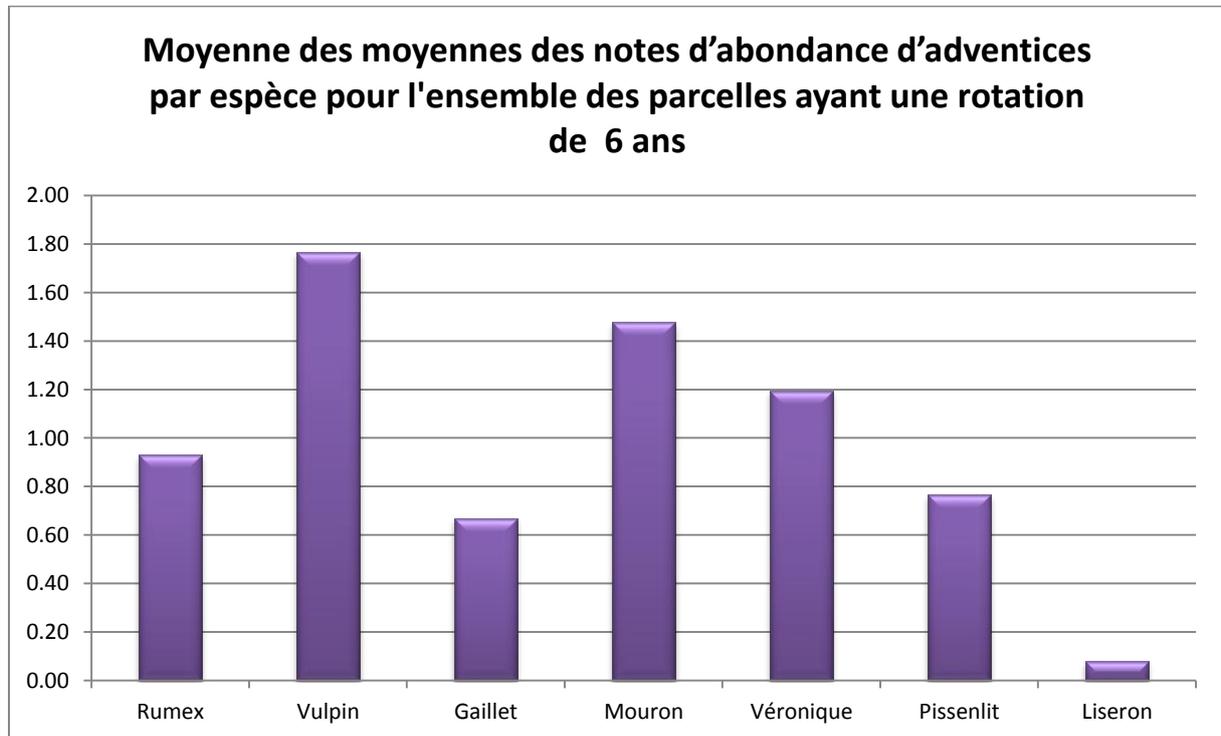
La pression comme je l'entends dans ce rapport est la somme des notes d'abondance de chaque parcelle pour une notation. Cependant cela n'est pas forcément représentatif. En effet, pour une même note d'abondance, une adventice sera impactante sur la culture en place et pour une autre espèce d'adventice l'impact sera de moins grande ampleur. De ce fait, chaque note d'abondance est à pondérer en fonction de l'espèce d'adventice dont on parle.

Pour que cette notion apparaisse dans ce rapport, j'ai interrogé plusieurs personnes travaillant au sein du groupe culture sur l'Installation Expérimentale. Les réponses ne sont pas forcément les mêmes en fonction des personnes interrogées. Le moment à partir duquel l'adventice devient gênante pour la culture en place est donc une notion subjective qui relève de l'appréciation de chacun.

Le Vulpin semble être, aux yeux de tous, le "problème adventice" majeur sur l'Installation Expérimentale. Il serait gênant pour la culture en place à partir de 150 à 500 pieds au m<sup>2</sup>, selon les personnes interrogées et selon le stade de la céréale. Alors que pour le Rumex, un problème également très important sur le parcellaire SPCE, serait nuisible à partir de 1 à 10 pieds par m<sup>2</sup> suivant les personnes interrogées et le stade de la céréale. Quant au Liseron, il entre également en

concurrence importante avec la céréale à partir de 1 à 20 pieds au m<sup>2</sup> mais le problème que pose cette adventice est avant tout lié à la moisson. En effet, le Liseron est encore vert à la moisson et génère des problèmes au niveau de la coupe (barre de coupe engorgée).

La notation en place permet de donner un aperçu de la pression d'adventices mais ne reflète pas toujours la réalité du "problème adventice" dans la mesure où cette notation ne prend pas en compte le seuil de nuisibilité de chaque espèce d'adventice. Pour expliquer cela voici un graphique montrant la moyenne des moyennes des notes d'abondance d'adventices par espèce.



Il apparaît que le Vulpin posséderait la pression d'adventices la plus élevée d'une façon globale et que la pression du Mouron est aussi très élevée. Selon les personnes du groupe culture de l'Installation expérimentale, le Mouron impact beaucoup moins la céréale en place par rapport au Vulpin. Autre exemple en citant le Rumex qui apparaît avec une pression bien inférieure au Vulpin. Pourtant ces adventices, à note d'abondance identique, n'ont pas la même nuisibilité : le Rumex est beaucoup plus nuisible que le Vulpin. Donc la note globale d'abondance que je nomme pression n'est pas représentative de la nuisibilité pour la culture en place. De ce fait, il n'est pas forcément pertinent de comparer les notes d'abondance des adventices par parcelles puisqu'elles ne possèdent pas forcément les mêmes espèces de mauvaises herbes.

Malgré la difficulté de rendre les chiffres représentatifs de la réalité, je vais tenter de croiser les données des adventices et des rendements afin de révéler d'éventuels liens entre les deux.

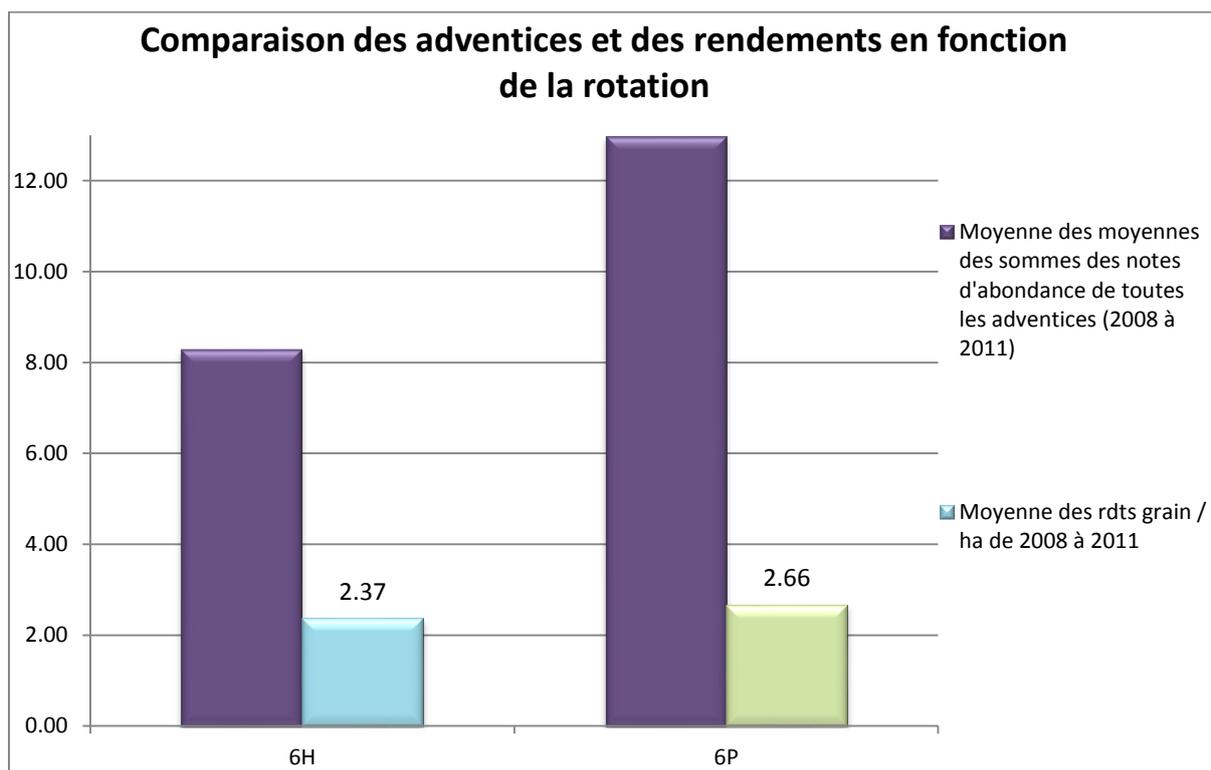
### III. Les adventices influencent-elles le rendement ?

Il est certain que les adventices entrent en concurrence avec la culture semée. Cependant, globalement, les parcelles cultivées ayant une forte pression d'adventices sont-elles les moins productrices ? Pour être certain de cet aspect, il serait nécessaire de cultiver sur un même sol, une même culture avec les mêmes itinéraires techniques, et ne faire varier que le désherbage. Dans ce cas, on pourrait tirer une conclusion claire. Cependant l'Installation Expérimentale ne procède pas dans ce sens. Plusieurs facteurs évoluent en même temps.

Dans un premier temps, je vais visualiser de façon globale, la pression des adventices face aux rendements par rotation.

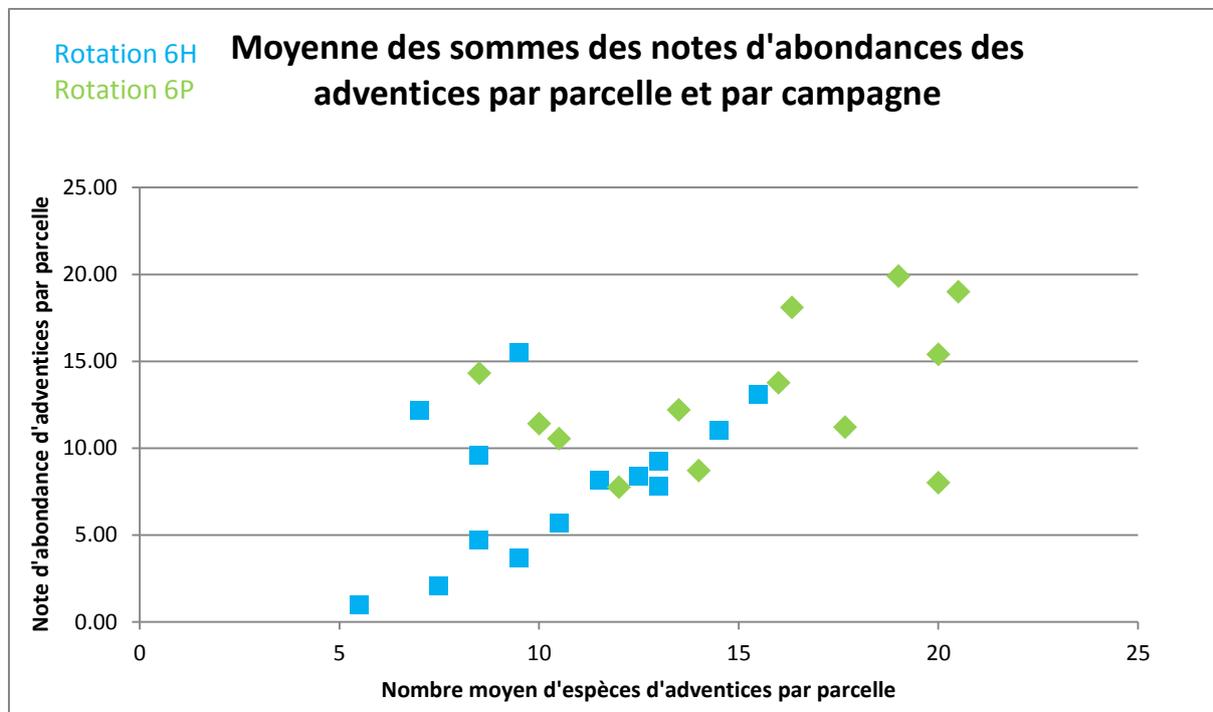
#### 1. Comparaison des rendements et des adventices par rotation.

Précédemment, nous avons vu que l'intégration d'une culture de printemps dans la rotation de six ans, contrairement à ce qui est recherché, ne semblait pas générer une diminution de la pression d'adventice. Alors, comparons les rendements céréaliers moyens des parcelles de la rotation 6H et séparément de la rotation 6P aux pressions moyennes de la flore adventices. J'ai volontairement choisi de travailler sur les rendements du grain seulement car le rendement paille inclurait le rendement de la paille que les adventices génèrent.



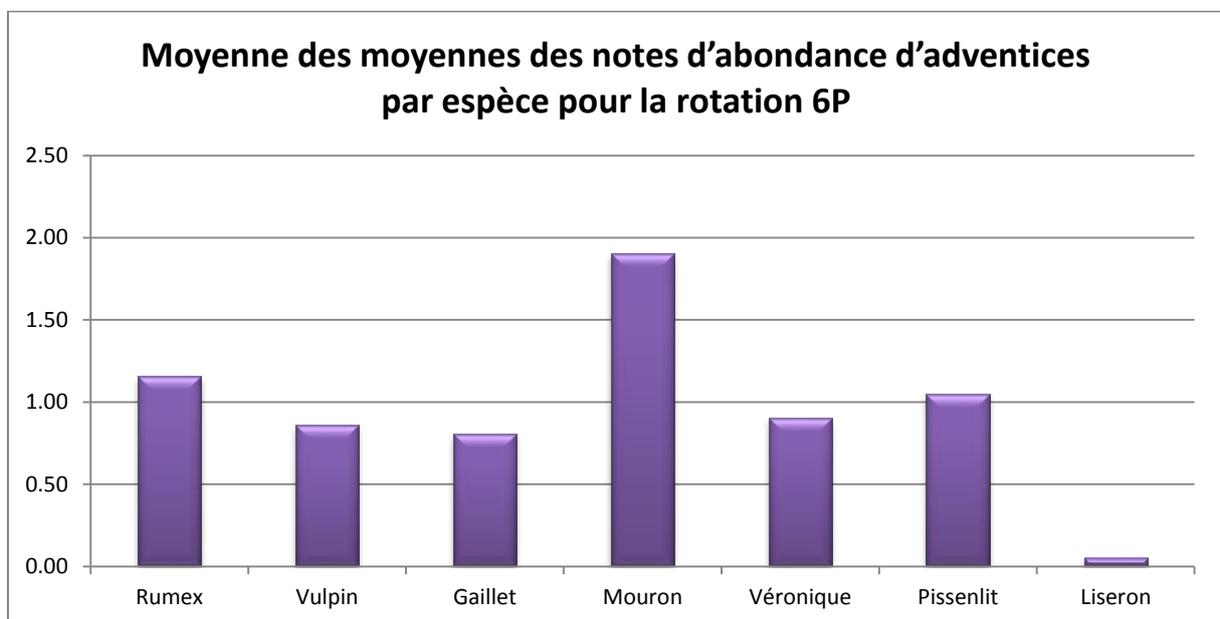
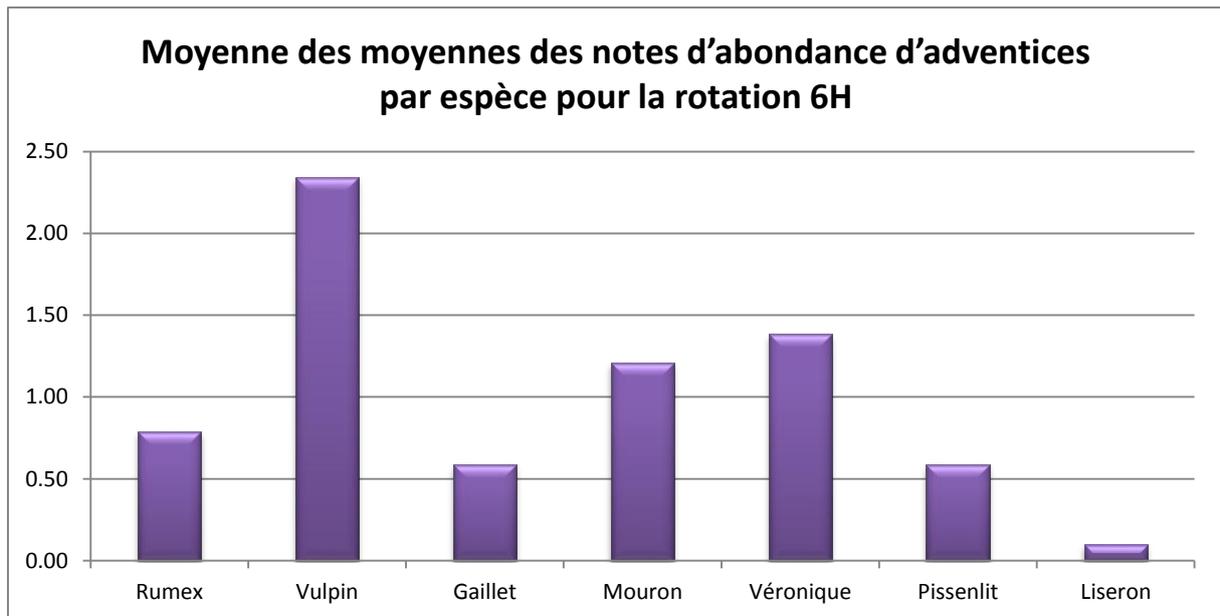
Il apparaît, d'un point de vue global à l'échelle de la rotation, que la pression d'adventices, plus forte dans la rotation 6P ne serait pas synonyme de mauvais rendement. Cependant ce graphique représente une idée globale et non ce qu'il se passe dans chaque parcelle. Les deux rotations de 6 ans abritent-elles le même type de plantes adventices ? Et quelles sont les adventices présentes dans la rotation 6P ? Sont-elles des adventices qui ont tendance à influencer de manière importante la culture en place ou non ? Est-ce que la diversité des espèces d'adventices plus ou moins importante d'une rotation à l'autre peut expliquer cette différence de pression adventice ?

L'hypothèse expliquant cette différence de pression d'adventices d'une rotation à l'autre, serait que les parcelles de la rotation 6P possèdent une diversité d'espèces d'adventices moins importante avec des notations plus élevées, et le contraire pour la rotation 6H, ce qui permettrait d'expliquer l'histogramme ci-dessus. Regardons alors le graphique qui suit :



Ce nuage de point ne valide pas l'hypothèse ci-dessus. Il se passe même le contraire, c'est-à-dire que les parcelles de la rotation 6H possèdent une diversité d'espèces d'adventices inférieure aux parcelles de la rotation 6P et ont des notes d'abondances plus faibles. Ceci montre bien la différence de pression qu'il peut avoir d'une rotation à l'autre. Cependant si comme on le suppose les adventices ont tendance à être un facteur explicatif de la baisse de rendement, pourquoi le rendement est quasi similaire d'une rotation à l'autre ?

Voyons alors de plus près dans quelle mesure les adventices sont présentes dans les deux rotations de 6 ans.

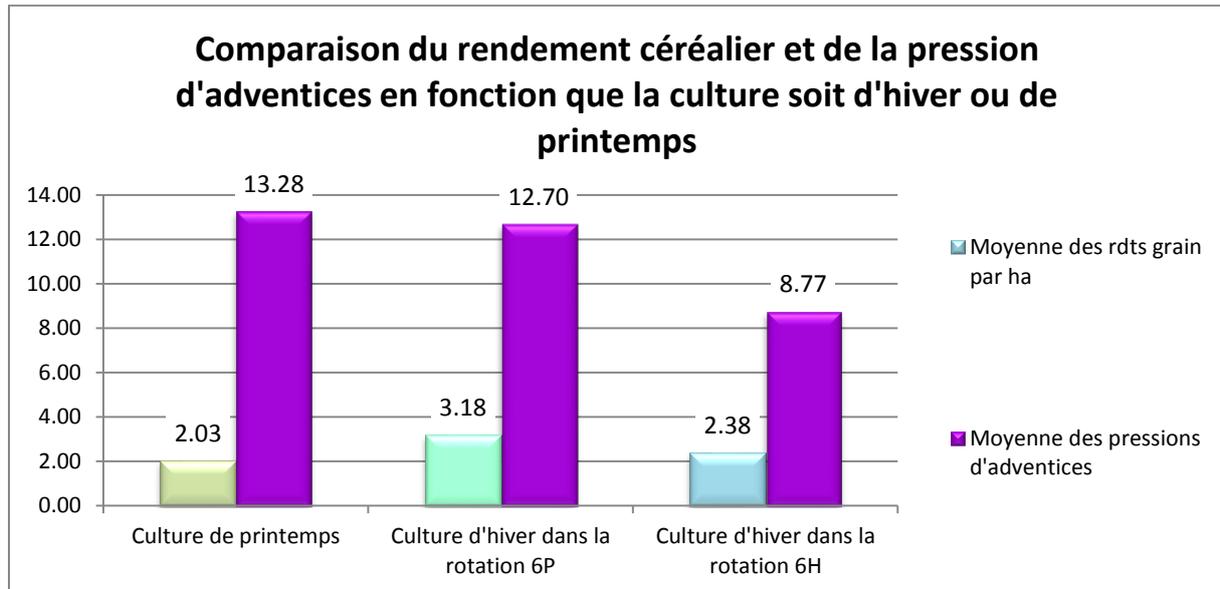


À dire d'expert, selon les personnes travaillant sur l'Installation Expérimentale, le Mouron est une adventices posant moins de problème que le Vulpin par exemple. Or, on constate que dans les parcelles de la rotation 6H, c'est le Vulpin qui serait en quantité plus importante, alors que dans le système 6P ce serait le Mouron. Ceci pourrait donc expliquer que malgré une différence de pression d'adventices, les rendements sont à peu près similaires entre les deux rotations de 6 ans. Ce résultat est tout de même pondéré par le fait que dans la rotation 6P le Rumex semble assez présent. Et le Rumex, même en faible quantité, provoque beaucoup de dégât au niveau de la culture en place.

Pour approfondir ce sujet, zoomons sur ces rotations en comparant culture d'hiver et de printemps.

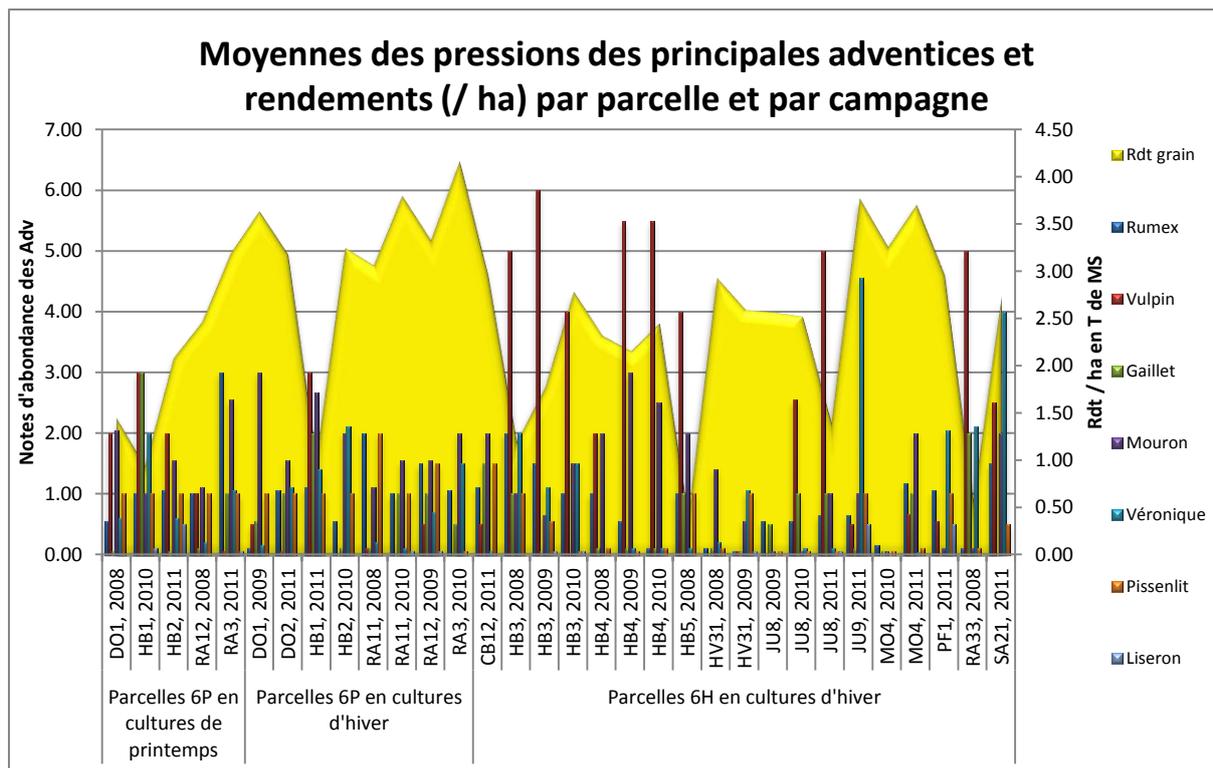
## 2. Comparaison des rendements et des adventices en fonction qu'il s'agit d'une culture d'hiver ou de printemps.

Nous avons observé précédemment que la pression d'adventices serait plus importante dans la rotation de 6 ans incluant des cultures de printemps que dans la rotation avec des cultures d'hiver seulement. Afin d'avoir une approche plus précise, j'ai voulu détailler les notes d'abondance des adventices en comparaison aux rendements moyens du grain en fonction des cultures d'hiver ou de printemps au sein des rotations.



Les cultures de printemps pourraient avoir une pression d'adventices moindre puisqu'elles éliminent certaines adventices dites "annuelles". Pourtant, les plantes adventices semblent très présentes dans les cultures de printemps. Le rendement apparaît moins important que pour les cultures d'hiver de la rotation 6P et 6H, mais il est normal qu'une culture de printemps produise moins qu'une culture d'hiver. Par contre, les rendements des cultures d'hiver de la rotation 6P semblent bons et meilleurs que ceux de la rotation 6H alors que la pression d'adventices y est largement plus importante.

Pour approfondir cette réflexion, je souhaite visualiser les différentes adventices par parcelles en les séparant par rotation et par culture de printemps et d'hiver. Les visualiser par parcelle permettra de ne pas faire de généralité et d'approcher le "problème adventices" de façon plus réel, même si bien sûr ces notes d'abondances sont des moyennes des différentes notes de l'année, d'où une approximation supplémentaire en plus du fait que les notes d'abondances sont difficiles d'interprétation.



Ce que nous pouvons observer sur ce graphique c'est que globalement, en 6P, il ne semble pas avoir d'adventice qui se démarque par rapport aux autres. Elles semblent avoir globalement des notes d'abondances dans le même ordre de grandeur. Notons qu'il n'apparaît pas de différence notable entre les cultures de printemps et les cultures d'hiver de 6P. Par contre en 6H, certaines adventices telles que le Vulpin ou la Véronique se détachent et auraient alors une pression bien supérieure aux autres.

Nous avons vu précédemment qu'entre les cultures d'hiver de la rotation 6H et celles de la rotation 6P, ce sont celles en 6P qui possèdent les meilleurs rendements. Or, les cultures d'hiver de la rotation 6P paraissent abriter des adventices dont les notes d'abondance sont dans le même ordre de grandeur. Et les cultures d'hiver de la rotation 6H paraissent posséder, au contraire, des adventices qui se détachent au niveau de leur note d'abondance. Nous pouvons en conclure que lorsqu'une adventice se développe plus que les autres et de façon importante (atteignant une pression très importante) cela entraînerait alors une baisse de rendement.

De plus, il semblerait que ce graphique permet de ressortir le fait que la pression du Vulpin paraît être limitée dans la rotation 6P par rapport à la rotation 6H. Le Vulpin présent sur le parcellaire de l'Installation Expérimentale est du Vulpin des Champs. Or il s'agit d'une graminée au cycle annuel. De ce fait lorsqu'une parcelle est cultivée en culture de printemps, cela peut alors limiter cette adventice car le travail du sol avant semis, à la fin de l'hiver, permettrait d'éliminer une partie des Vulpins en place (sa germination se faisant principalement à l'automne).

Il s'agit d'un constat global à l'échelle du type de culture (d'hiver ou de printemps) dans la rotation. Cependant, il se peut que la tendance ne soit pas la même à l'échelle de la parcelle. Ou bien encore que les espèces de céréales s'accommodent plus ou moins bien aux adventices.

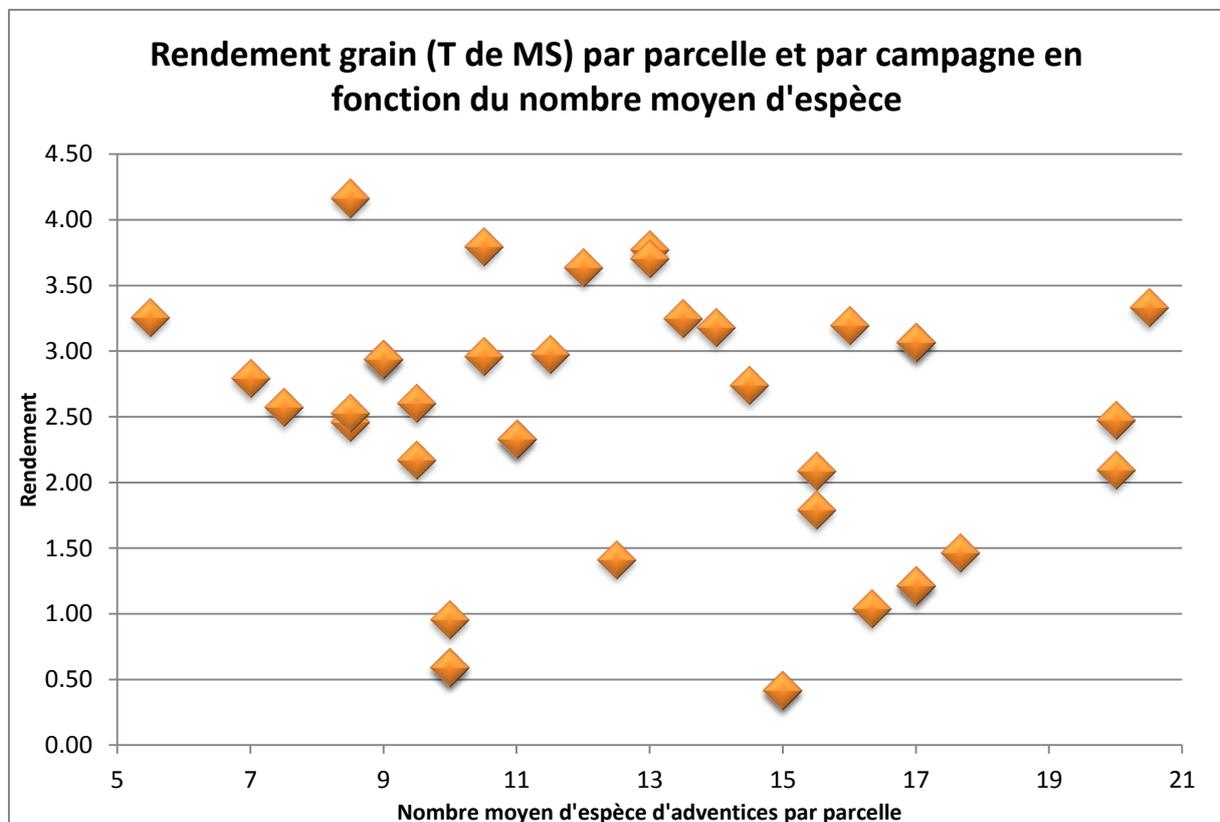
### 3. Comparaison des rendements et des adventices par parcelle.

Dans la partie précédente, malgré avoir séparés les parcelles, le raisonnement que l'on pouvait faire était global. Dans cette partie, je vais individualiser chaque parcelle sans les trier ni par rotation ni par culture d'hiver ou de printemps. Voyons alors si cela est pertinent et donne des résultats interprétables.

Cette comparaison peut se faire avec la pression d'adventice (qui correspond à la somme des notes d'abondance des adventices) ou avec le nombre moyen d'espèces d'adventices.

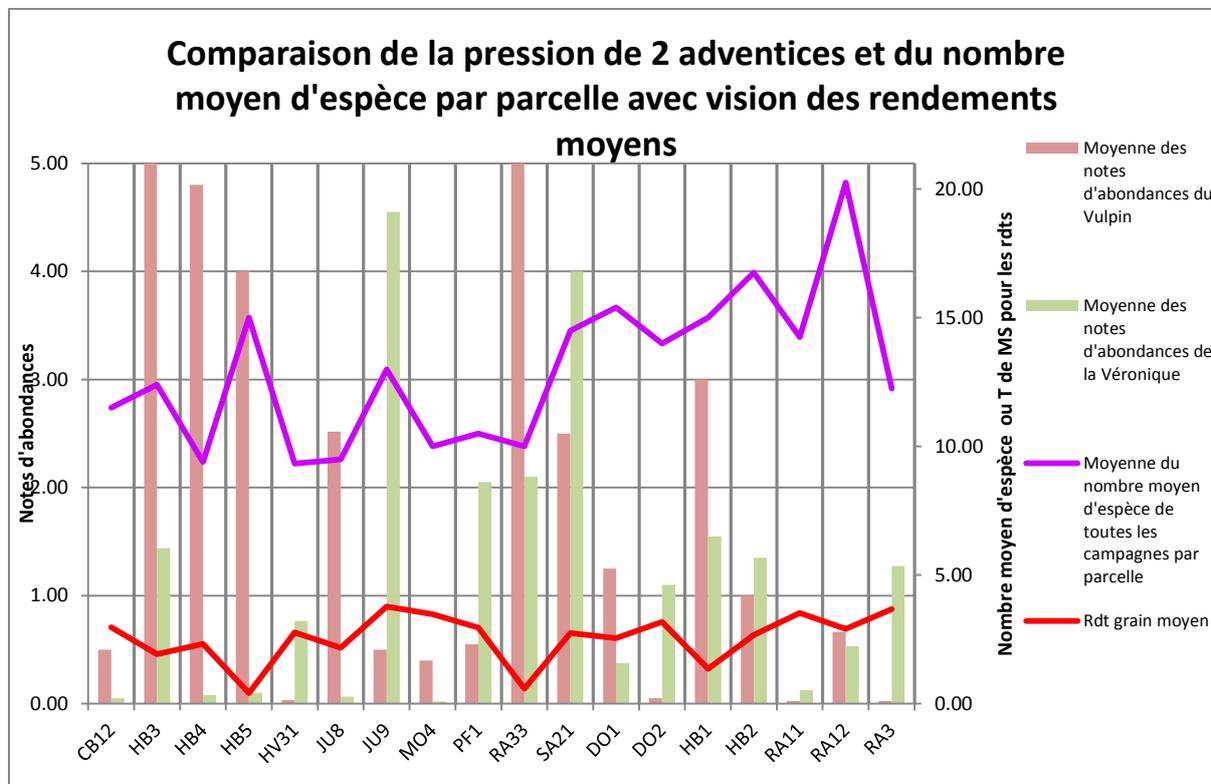
#### a. Le nombre moyen d'espèce influence-t-il le rendement ?

Est-ce que plus il y a d'espèces moins le rendement est bon ? Auquel cas la diversité des espèces permettrait que les adventices influent de manière moins importante sur les rendements. Ou le contraire ? Pour visualiser si un lien existe entre le nombre moyen d'espèce et les rendements, voici le graphique suivant où chaque point représente une parcelle dans sa campagne.



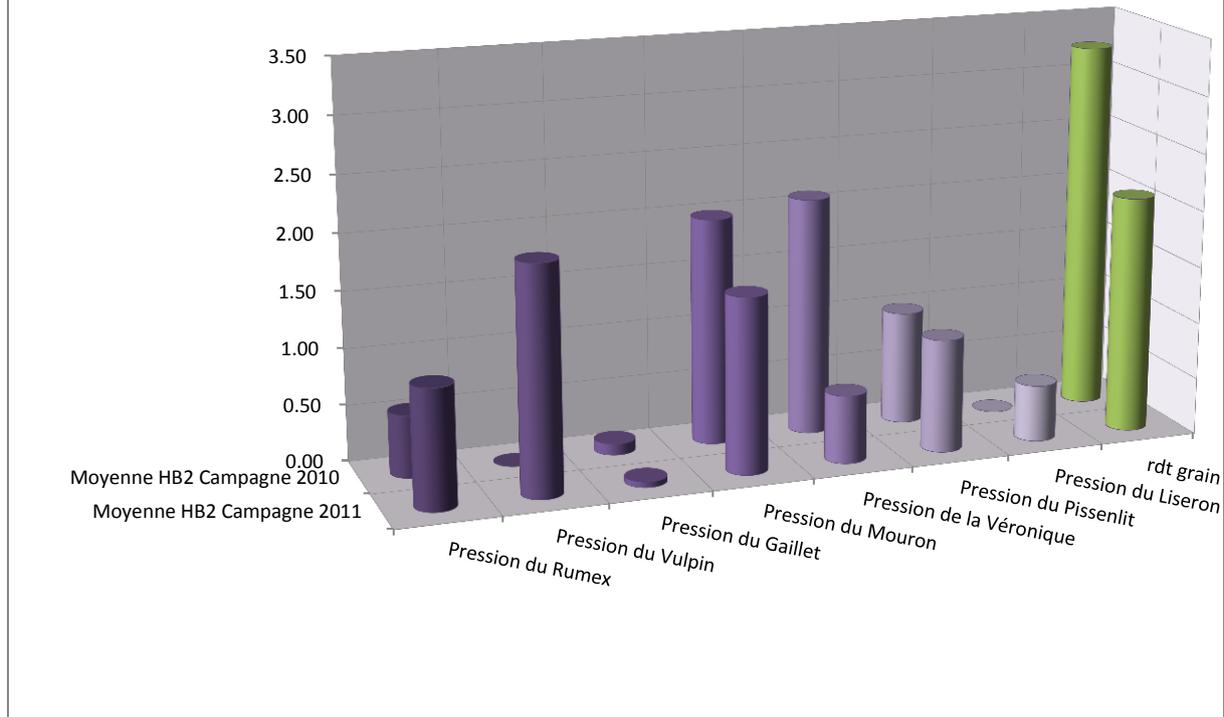
Aucune courbe de tendance ne peut se dégager de ce graphique. Dans un premier temps, d'un point de vue global, il n'apparaît pas de lien évident entre rendement et nombre moyen d'espèces. Cependant, ici, je ne prends pas en compte le fait que les espèces d'adventices sont diverses et qu'elles n'agissent pas forcément de la même manière sur le rendement. Effectivement, le nombre moyen d'espèce peut être identique d'une parcelle à l'autre alors que les espèces d'adventices ne sont pas les mêmes. Pour une parcelle, la flore d'adventices peut être composée de mauvaises herbes ayant un fort impact sur la culture en place, alors qu'une autre parcelle abritera des adventices étant moins gênantes pour la céréale semée.

Pour visualiser cela, sur un même graphique, j'ai mis en lien la pression de quelques adventices souvent présentes sur le parcellaire, le nombre moyen d'espèce et le rendement. Ces deux derniers sont représentés sous forme de courbe malgré le fait que ces points n'ont pas de lien entre eux et qu'il n'est pas juste de les relier. Mais cela rend le graphique plus lisible et donc plus facile d'interprétation.



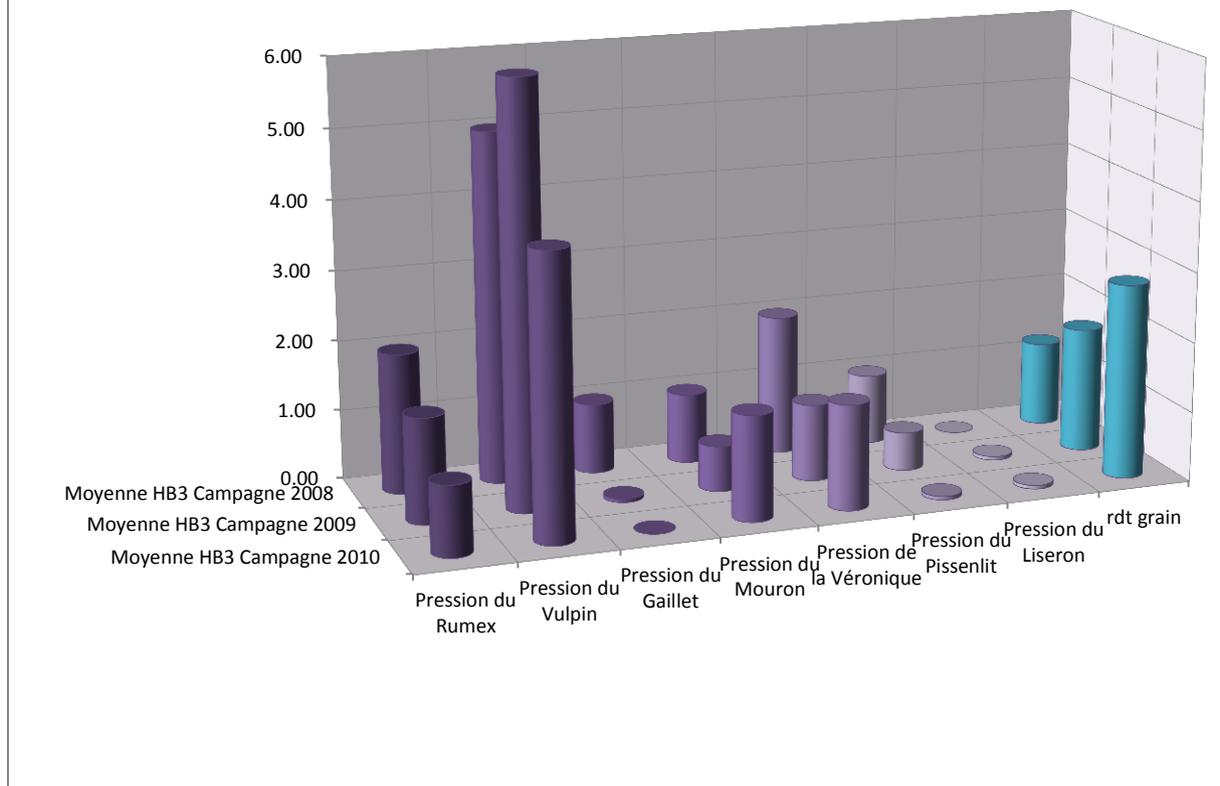
Dans l'ensemble, lorsqu'il y a présence de Vulpin, le nombre moyen d'adventices serait plus faible et le rendement assez faible également. Par contre lorsque la Véronique est en forte abondance, le nombre d'espèces moyen semble globalement plutôt assez élevé et le rendement assez bon. La concordance entre rendement et nombre moyen d'espèces d'adventices serait donc en lien avec l'espèce d'adventice principalement présente sur la parcelle. Faisons un zoom sur une parcelle, Haut du Bois 2 par exemple.

## Comparaison de quelques espèces avec le rendement, pour HB2



Sur cette parcelle, la Véronique avec une moyenne de note d'abondance de 2 environs ne semble pas impacter le rendement. Par contre, le Vulpin l'année suivante, qui a également une moyenne de note d'abondance à 2, concorderait avec une baisse du rendement. Mais encore une fois, est-ce à cause du Vulpin, ou est-ce à cause du fait que 2010 est l'année du Blé (suite à la prairie), et 2011 est la deuxième année de céréale donc forcément moins productive. Étudions alors une autre parcelle.

## Comparaison de quelques espèces avec le rendement, pour HB3



Malgré trois années de culture successives, celles ayant les rendements les plus faibles seraient celles qui correspondent aux années où le Vulpin serait en forte abondance.

Le Vulpin semble être un problème majeur au sein du parcellaire de l'Installation Expérimentale, la Véronique, quant à elle, semblerait moins impacter les rendements.

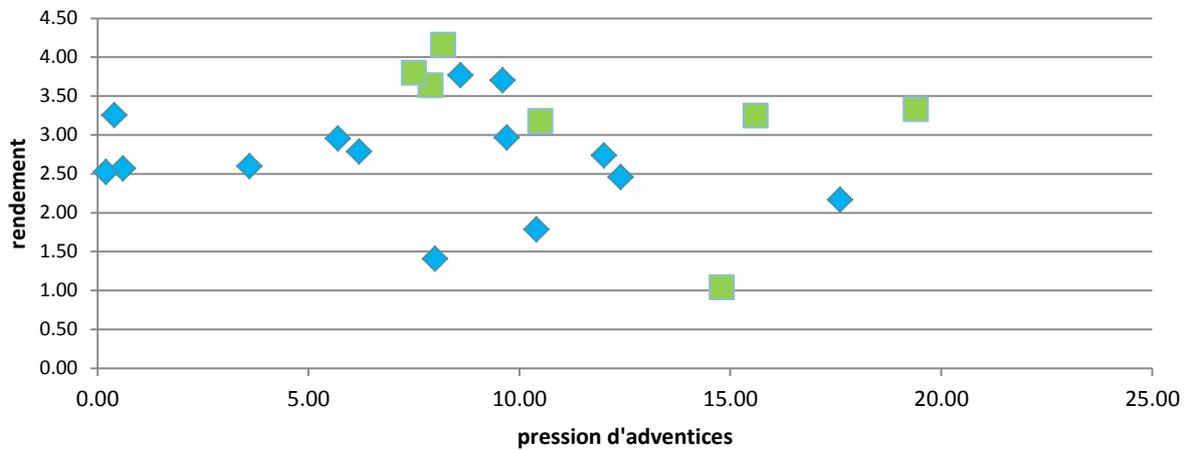
Le nombre moyen d'espèce est important à prendre en considération face aux rendements. Mais la pression est également un facteur important qu'il faut observer à l'échelle de la parcelle.

### b. La pression d'adventices influence-t-elle le rendement ?

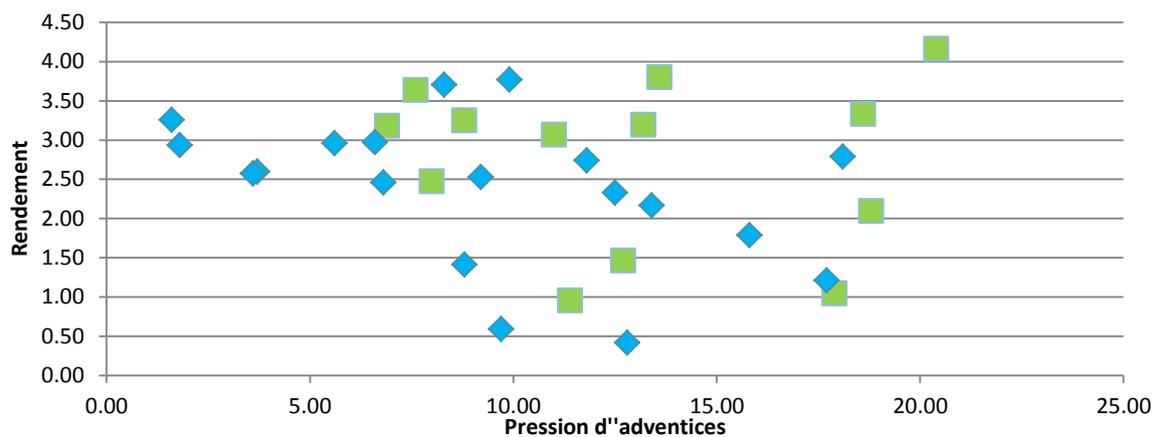
Auparavant, nous avons constaté que la rotation apparaissait comme un élément influant la pression des adventices. Qu'en est-il à l'échelle de la parcelle ?

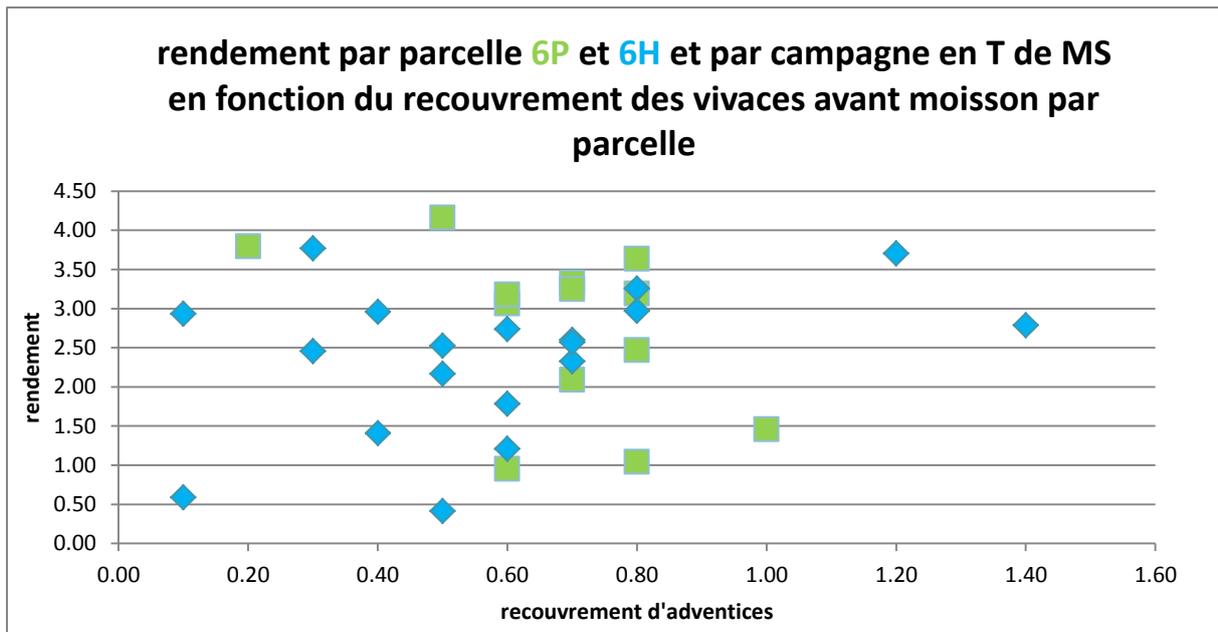
Dans un premier temps, je mets en relation les rendements du grain de chaque parcelle pour les campagnes où des céréales (+/- protéagineux) ont été cultivées avec les notes d'abondances de la flore d'adventices. Ceci est représenté par des nuages de points. Sont séparés les notes d'abondance des adventices d'automne et de printemps. De plus, les notes du mois de juillet qui représentent un recouvrement des vivaces avant moisson sont également représentées dans un nuage de points. Ici la pression d'adventices correspond à la somme des notes d'abondances de l'ensemble des espèces présentes sur la parcelle. Plus la note est élevée, plus la parcelle est sale.

**rendement par parcelle 6P et 6H et par campagne en T de MS  
en fonction de la pression d'adventices à l'automne par  
parcelle**



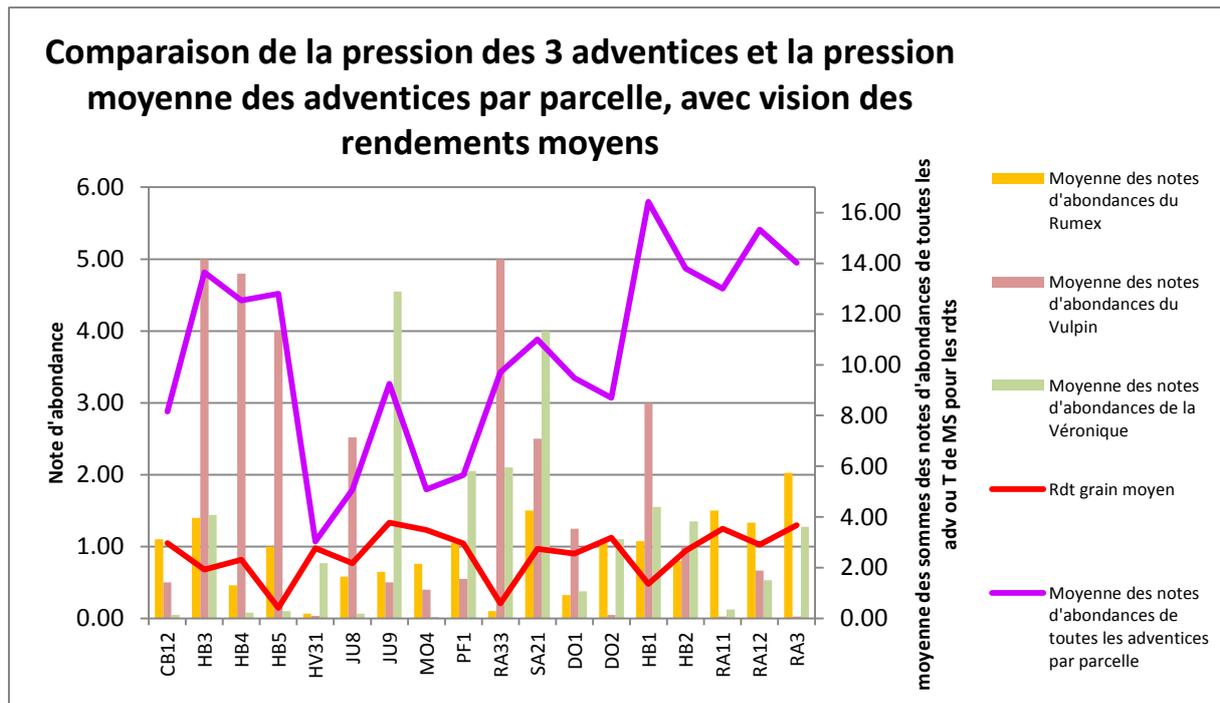
**rendement par parcelle 6P et 6H et par campagne en T de MS  
en fonction de la pression d'adventices au printemps par  
parcelle**





Sur ces trois graphiques, chaque point représente une parcelle dans une campagne. Ce que l'on peut dire c'est que globalement, l'ensemble des points apparaissent comme une masse où aucune courbe de tendance n'est possible. La pression d'adventices par parcelle et les rendements associés ne suivent pas une loi qui permettrait de dire que plus il y a de pression d'adventice moins le rendement est bon. Par contre, ici encore on peut observer que selon la rotation dans laquelle se trouve la parcelle, la pression serait plus ou moins importante : d'une façon globale, les parcelles de la rotation 6H possèdent une pression inférieure aux parcelles de la rotation 6P. Mais cela a déjà été vu dans les parties précédentes.

Pas de courbe de tendance donc entre pression et rendement. Encore une fois, l'espèce d'adventices doit être un facteur influençant ces données. Dans le même esprit que la partie précédente, j'ai pris en exemple trois adventices pour lesquelles j'ai détaillé leur pression moyenne par parcelle, et j'ai introduit le rendement grain moyen de la parcelle et la pression moyenne de toutes les adventices par parcelle (soit la moyenne des moyennes par an des sommes de toutes les adventices présentes). Rendements et pressions moyennes sont ici, une fois de plus, reliés sous forme de courbe pour une lisibilité optimale du graphique (alors que ce genre de résultats ne peut se relier normalement).



Sur ce graphique une tendance se dégage, contrairement aux nuages de points auparavant étudiés. Il semblerait que lorsque la pression moyenne est élevée, le rendement s'affaiblit. Il s'agit d'une tendance à prendre avec précaution dans la mesure où ce sont des moyennes. Par contre, nous voyons bien qu'il existe des exceptions. En effet, pour la parcelle Justice 9, la note d'abondance moyenne apparaît assez élevée et le rendement resterait quand même assez élevé. On observe que cette parcelle abrite peu de Vulpin et au contraire beaucoup de Véronique. De ce fait, on pourrait dire qu'effectivement la tendance serait :

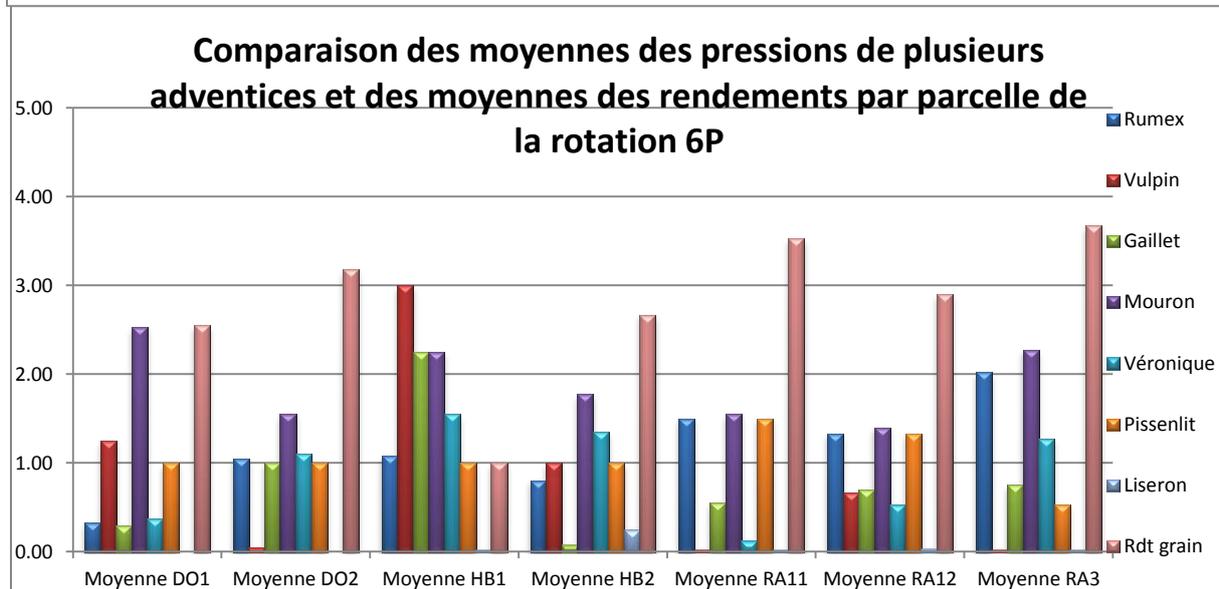
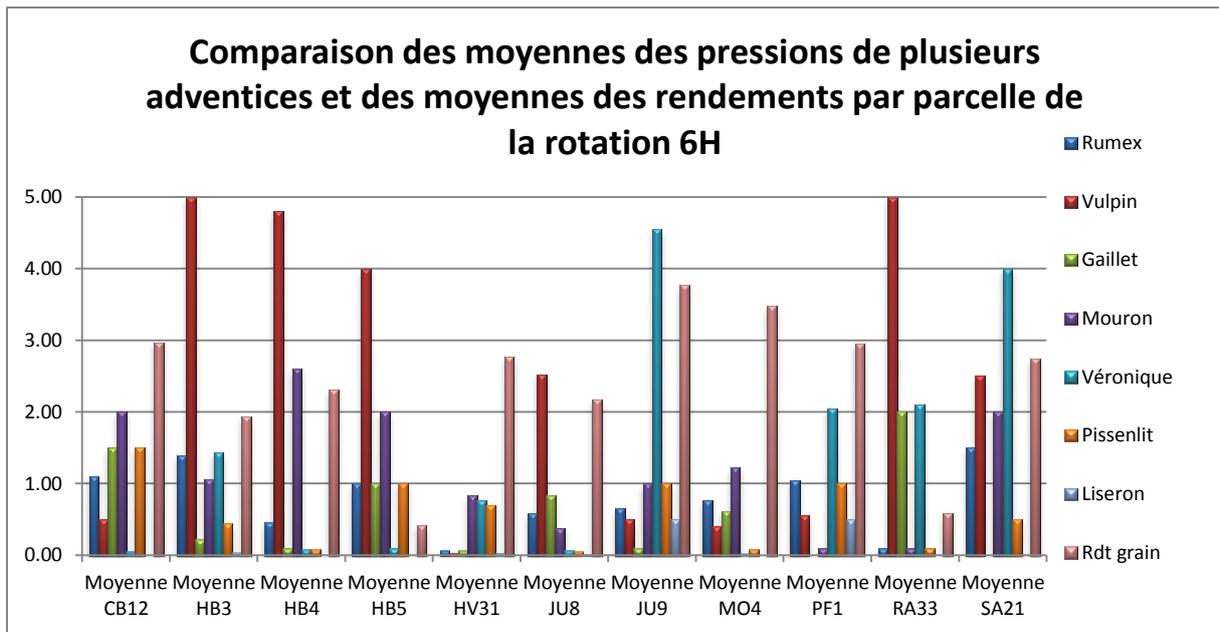
Note d'abondance élevée = Facteur limitant le rendement MAIS pondéré par le type d'adventice

Mais biensûr, comme expliqué dans l'introduction, de multiples facteurs influencent le rendement.

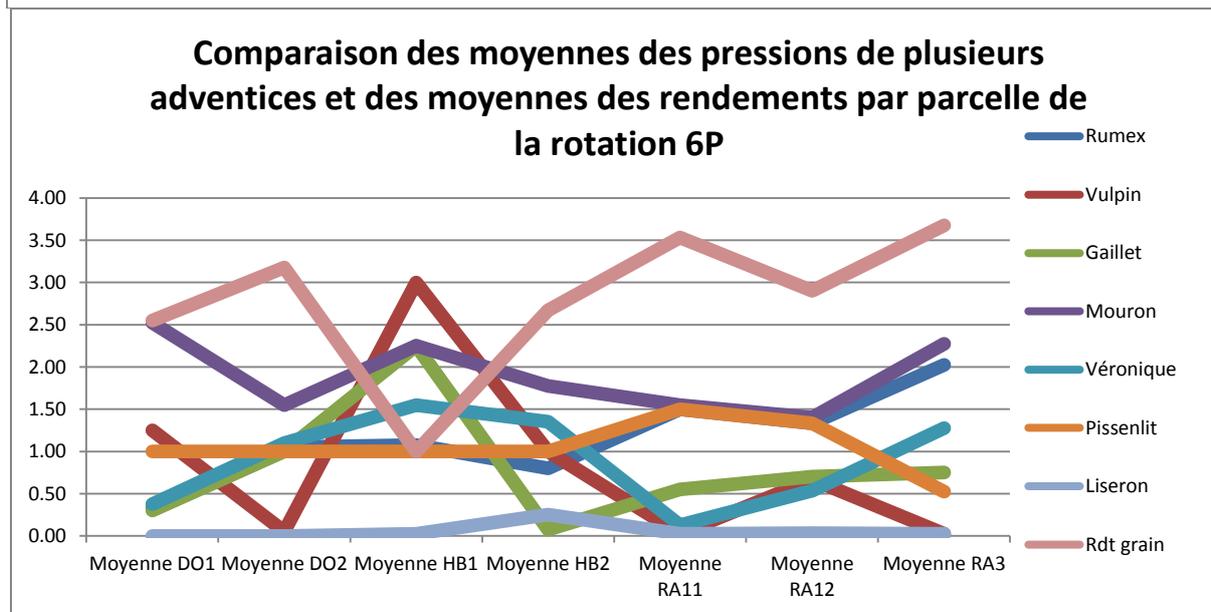
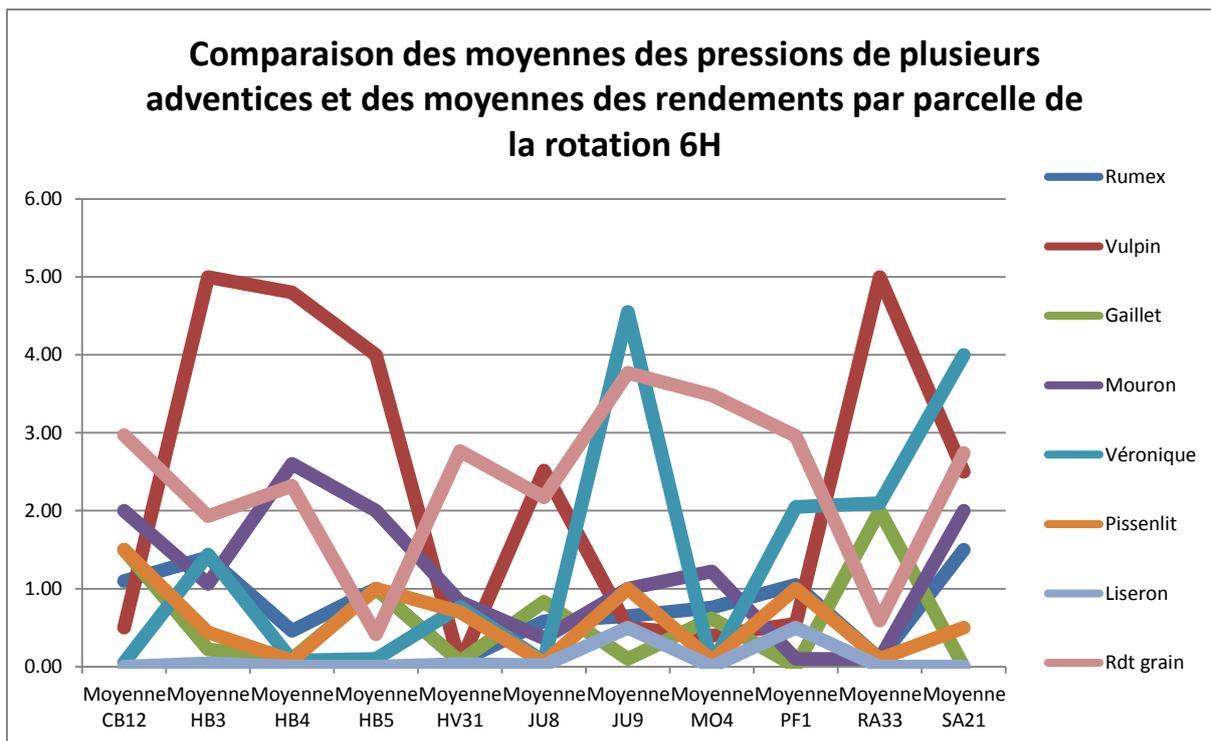
Malgré tout, existe-t-il des espèces d'adventices qui n'impactent pas les rendements ? Et à l'inverse, des espèces qui, même en faible quantité, impactent le rendement ?

#### 4. Les espèces d'adventices et leur pression moyenne comparées aux rendements.

Les espèces d'adventices possèdent une pression plus ou moins importante suivant les parcelles. Quelles espèces impactent le rendement ? Pour tenter de répondre à cette question voici les graphiques suivant où les pressions d'adventices et les rendements grains sont des moyennes par parcelle de la campagne 2008 à 2011.



Ces deux histogrammes sont difficiles de lecture, c'est pourquoi je les ai transformés en graphiques à courbes. Cela est moins juste car il ne s'agit pas de valeurs qui peuvent se "relier" Cependant, cela permet de bien visualiser les tendances.



Il apparaît que lorsque la pression du Vulpin est élevée le rendement a plutôt tendance à diminuer, alors qu'au contraire lorsque le Vulpin est moins présent, le rendement serait meilleur. Au contraire, on peut observer sur le deuxième graphique que la pression de Véronique n'influencerait pas tellement le rendement : même si elle est plus présente, elle n'empêcherait pas un bon rendement.

Cela nous amène à réfléchir sur l'impact de chaque adventice. La note à partir de laquelle une adventice est gênante pour la culture en place dépendrait donc de son espèce. À dire d'experts, le Rumex par exemple nécessiterait de seulement quelques pieds au m<sup>2</sup> pour gêner la céréale semée alors que la Véronique serait néfaste pour la culture à partir d'une cinquantaine de pied au m<sup>2</sup>. Mais ce genre de données est subjectif car chacun donne sa propre appréciation, son propre ressenti sur l'impact de chaque espèce. Il est serait imprécis de donner un tableau donnant à partir de combien de nombre de pied de tel adventice au m<sup>2</sup> la céréale est impactée. Ces données existent en agriculture conventionnel mais pas en agriculture biologique. Et les données récoltées auprès des

personnes travaillant sur les cultures de l'Installation Expérimentale n'ont pas forcément le même ressenti sur le nombre de pied au m<sup>2</sup> à partir duquel l'adventice devient gênante (ce qui est normal puisque la notion est subjective si elle ne s'appuie pas sur une étude détaillée).

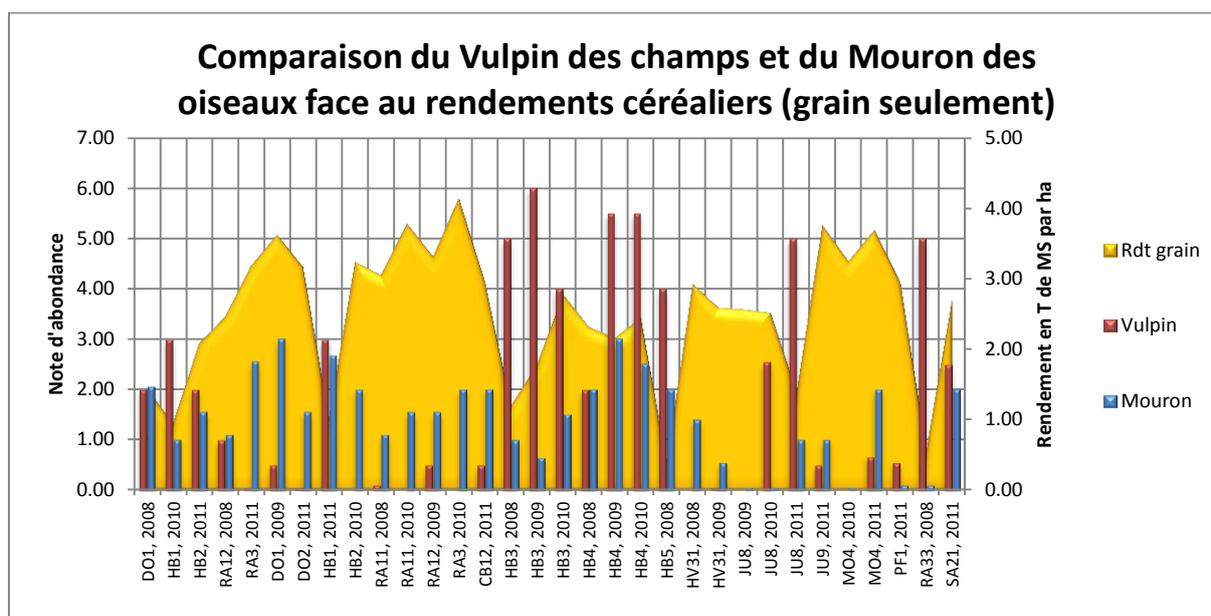
Cependant, afin de se rendre compte que les adventices influent différemment d'une espèce à l'autre, j'ai choisi d'en comparer deux : le Vulpin et le Mouron.

## 5. Comparaison de deux adventices (Vulpin et Mouron) et des rendements

Le Vulpin des champs (celui que l'on retrouve sur le parcellaire de l'Installation Expérimentale) est une monocotylédone. Cette adventice, qui est une plante annuelle, se retrouve principalement dans les céréales d'hiver. Sa germination a essentiellement lieu en automne (même si elle se fait aussi au printemps). Le Vulpin se plait dans les sols argileux, limoneux et limono-sableux, il est alors bien adapté aux sols du parcellaire de l'Installation Expérimentale.

Le Mouron des oiseaux (celui que l'on retrouve principalement sur le parcellaire) est une annuelle. Cette adventice est un indicateur de sol riche en azote.

La comparaison de ces deux adventices est mise en valeur à l'aide d'un graphique qui met en lien les notes d'abondance de ces deux adventices et les rendements céréaliers (grain seulement, la paille aurait faussé les résultats dans la mesure cela aurait inclue la paille des adventices).

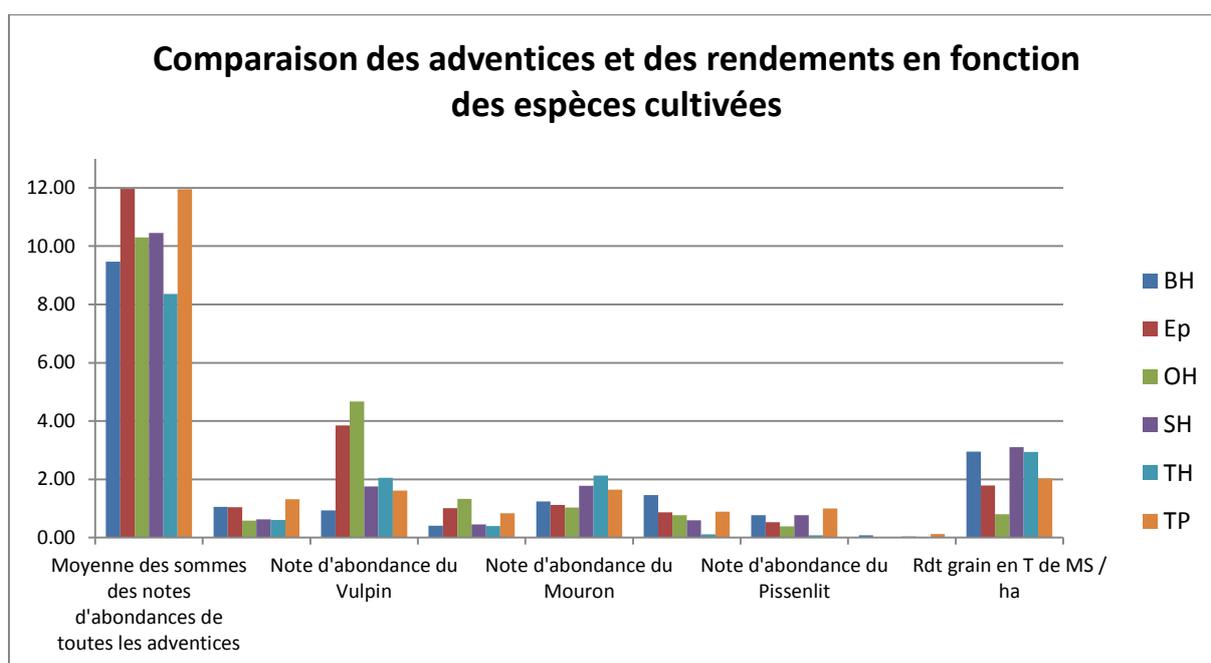


Bien entendu, il faut prendre ces résultats en gardant à l'esprit que ce ne sont pas seulement les deux adventices présentes sur le parcellaire, que la flore adventice est diversifiée, et que chaque espèce a une action, plus ou moins importante, sur la culture en place. Néanmoins, à l'observation de ce graphique, il apparaît que la présence du Mouron des oiseaux impacte moins le rendement que le Vulpin des champs. Notons que ce dernier, lorsqu'il est présent, est en plus forte quantité, alors que le Mouron atteindrait une note d'abondance maximum de 3 (soit 3 à 20 pieds au m<sup>2</sup>). Mais tout de même, à notes d'abondance égales (Haut du Bois 1 en 2010 et Domvallier 1 en 2009), le Vulpin limiterait plus le rendement que le Mouron. Encore ici, il faut pondérer ce résultat par le fait que d'autres adventices sont présentes sur les parcelles et peuvent jouer également dans le rendement.

Nous venons d'aborder le fait que toutes les adventices n'ont pas forcément le même impact sur le rendement autour de deux exemples : le Vulpin et le Mouron. Dans le même ordre d'idée, les adventices ont-elles une influence plus ou moins forte selon l'espèce de céréale cultivée.

## 6. Comparaison de la pression d'adventices et de l'espèce cultivée.

Dans ce paragraphe, je souhaite aborder les éventuelles relations qu'il peut exister entre les adventices présentes et leur abondance et les espèces de céréales cultivées. Y a-t-il des cultures plus propices à la flore adventice ? Et dans ce cas, existe-il un impact sur le rendement ? Pour répondre à ces questions, encore une fois, j'ai sélectionné les principales adventices présentes sur le parcellaire. Voici ce que nous pouvons observer :



À la vue de ce graphique, d'une part il est surprenant d'observer que les parcelles de Blé ne sont pas celles qui ont le moins d'adventice. Pourtant, après une prairie, un labour est effectué ce qui permet d'enfouir la prairie précédant. De plus, une prairie aurait un pouvoir "nettoyant".

D'autre part, nous observons que les adventices auraient tendances à se développer de façon plus importante dans le Triticale de printemps. Cela se recoupe avec ce que nous avons vu précédemment à savoir les cultures de printemps abriteraient globalement une pression d'adventices supérieure aux cultures d'hiver. L'épeautre paraît également héberger une pression importante d'adventices. Ces deux espèces, triticale de printemps et épeautre, ont des rendements moyens inférieurs aux autres espèces, mais n'oublions pas que l'Épeautre est, à la base, une céréale à petit rendement et que le triticale de printemps a de moins bon rendement puisqu'il s'agit d'une culture de printemps.

Par ailleurs, le Vulpin serait une adventice qui se développerait plus facilement dans les parcelles d'Orge d'hiver et d'Épeautre. L'Orge d'hiver serait impactée par cette pression car le rendement moyen est plutôt bas.

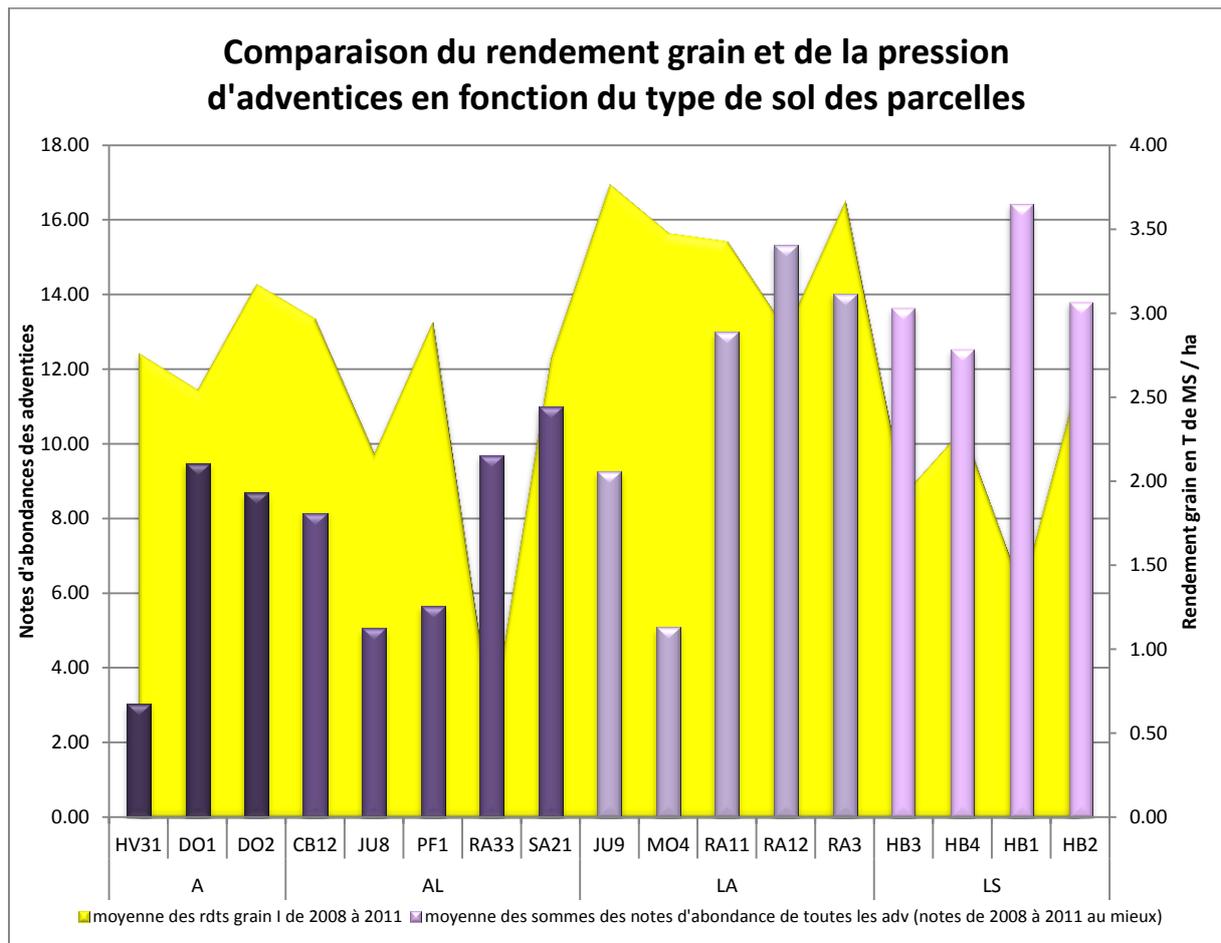
Les adventices se comporteraient donc de façon différente d'une culture à l'autre. Mais, encore une énième fois, il s'agit là de moyennes, de tendances qui ne sont pas des généralités d'autant plus que, malgré le fait que j'isole quelques données pour les interpréter, dans la situation de

l'expérimentation système, plusieurs facteurs, qui pourraient expliquer les fluctuations de rendement, varient.

Les adventices seraient influencées par l'espèce cultivée en place. Qu'en est-il du sol ?

## 7. Mise en relation du type de sol, des adventices et des rendements.

Précédemment nous avons vu de façon séparée l'état des rendements et des pressions d'adventices en fonction du sol. Maintenant, je souhaite comparer les deux. Pour cela, voici le schéma suivant.



Sur ce graphique, il apparaît que le sol limono-sableux serait doté d'une pression d'adventices importante et que les rendements sont peu élevés comparés à ceux des autres sols. Au contraire, dans les sols argileux, la pression d'adventices apparaît moins élevée et les rendements corrects, mais il ne s'agit pas des meilleurs. Les meilleurs rendements sont ceux qui concernent les sols limono-argileux. Et paradoxalement, les parcelles ayant ce sol auraient une pression d'adventices parfois très élevée et cela n'impacterait pas de façon conséquente les rendements.

Le sol serait donc un facteur influençant les rendements et les adventices qui elles-mêmes influenceraient les rendements.

Pour conclure cette troisième grande partie, nous pouvons dire que oui les adventices influenceraient les rendements, mais elles sont elles-mêmes influencées par les rotations par les

cultures d'hiver ou de printemps, par la culture en place, par les sols. Et ces mêmes facteurs influenceraient aussi directement le rendement de la céréale semée. Tout est en lien avec tout !

## **IV. Rendements, adventices et itinéraires techniques**

Après avoir consacré une partie aux rendements et aux adventices, je vais maintenant tenter d'intégrer les itinéraires techniques tels que le labour et les différents désherbages mécaniques. Ont-ils un impact sur la diminution de la flore d'adventices, et sur les rendements ?

### **1. Le labour permet-il d'améliorer les rendements ?**

Le labour est pratiqué dans deux situations différentes : soit pour détruire la prairie en place, soit dans le but de réduire la flore d'adventice et de ce fait d'améliorer les rendements. Voyons donc alors dans un premier temps s'il existe un lien entre rendement et labour. Dans un autre chapitre, j'aborderai les liens entre adventices et labour.

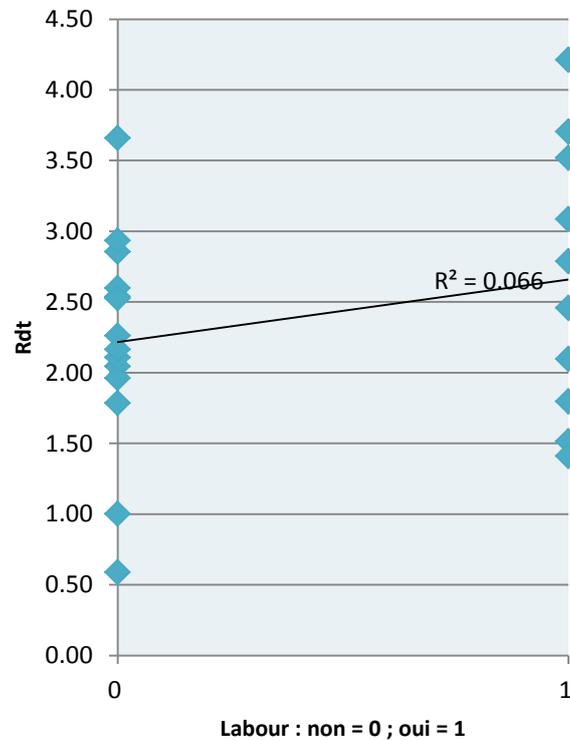
#### **a. Rendement en fonction du labour par parcelle**

Dans cette partie j'aborde le labour et le rendement à l'échelle de la parcelle que je sépare par rotation.

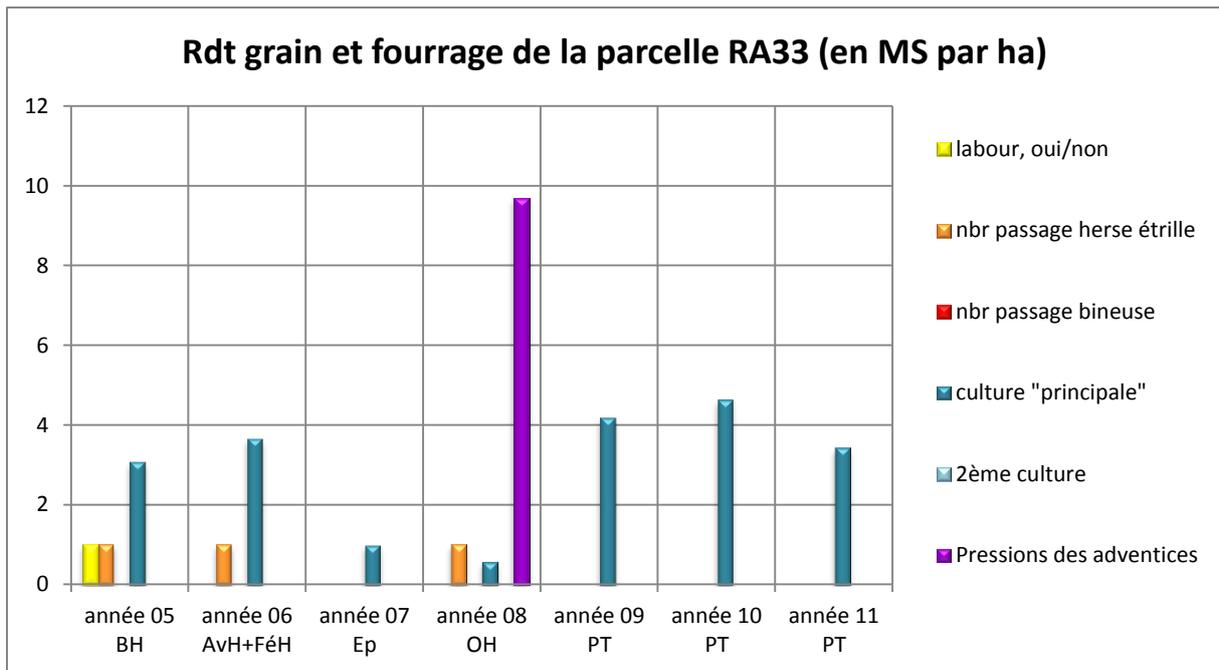
➤ Parcelles de la rotation 6H :

Voici les rendements des parcelles de la rotation 6H. Ces rendements ont une abscisse de 0 lorsqu'il n'y a pas eu de labour. Quand il y en a eu un, l'abscisse est alors de 1. Chaque point représente un rendement d'une parcelle sur une campagne. Volontairement, j'ai choisi de ne pas mettre dans ce graphique les parcelles labourées qui suivent une prairie. En effet, suite à une prairie temporaire, quasiment chaque parcelle est labourée et elles possèdent de meilleurs rendements puisqu'elles bénéficient de l'apport d'azote de la prairie. Cela évite donc de fausser les résultats. De plus, le labour suite à une prairie est effectué afin de détruire la prairie et non dans le but de limiter la flore d'adventice.

**Rendement par parcelle 6H et par campagne en T de MS en fonction du labour (ne sont pas intégrées celles qui suivent une prairie)**



Sur la rotation 6 H, dans l'ensemble les parcelles labourées seraient plus productives que les non labourées. Cependant, seulement une parcelle non labourée (Ravenelle 33 en 2007 et 2008) est très peu productive. Observons-la.



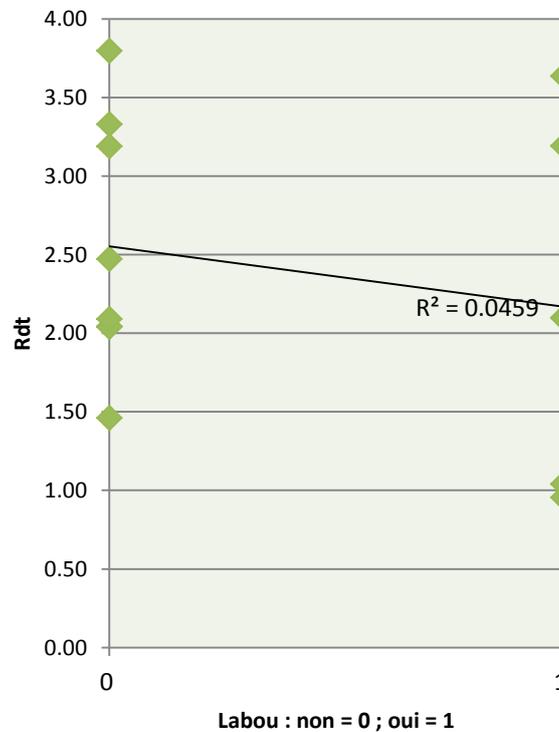
En 2007, c'est de l'épeautre qui est cultivé. Il s'agit d'une céréale à faible rendement. En 2008 La baisse de rendement pourrait s'expliquer par le fait qu'il y a eu 4 années de culture au lieu de trois normalement dans les rotations de 6 ans.

En ce qui concerne la rotation 6H, il semblerait qu'effectivement les parcelles labourées aient un meilleur rendement (d'un point de vue global). Cependant, pour la parcelle Ravenelle 33, le faible rendement peut s'expliquer par autre chose que par le non labour. Nous devons alors nous pencher, dans une prochaine partie, sur les conséquences du labour envers la flore d'adventices.

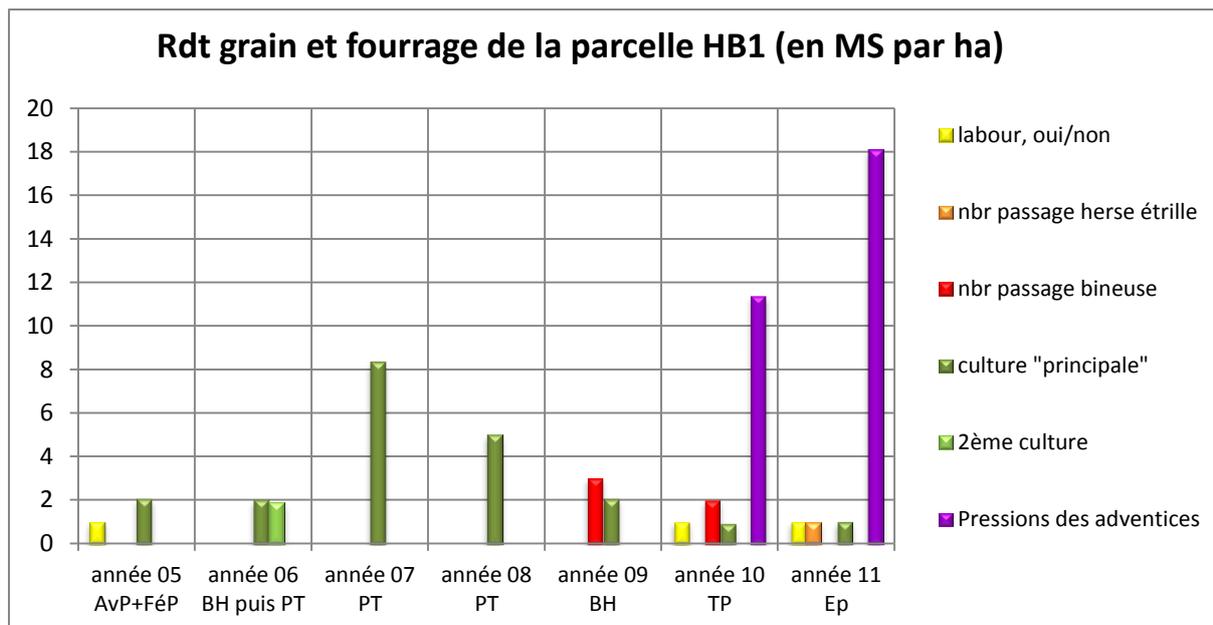
➤ Parcelles de rotation 6P :

Voici le même histogramme pour les parcelles de la rotation 6P.

**Rendement par parcelle 6P et par campagne en T de MS en fonction du labour (ne sont pas intégrées celles qui suivent une prairie)**



Pour la rotation 6P, la tendance s'inverse. Il apparaît que globalement les parcelles possèdent un rendement supérieur lorsqu'il n'y a pas eu de labour. Cependant, deux parcelles labourées se décrochent vers le bas. Il s'agit de la parcelle Haut du Bois 1 en 2010 et 2011. En dehors de cette parcelle, il semble que celles qui ont été labourées auraient, dans l'ensemble, un rendement proche des non labourées. Observons alors la parcelle Haut du Bois 1 pour voir comment peut s'expliquer cette différence de rendement par rapport aux autres parcelles.



La pression d'adventices est importante. Cela a pu jouer sur les rendements. De plus, il faut savoir que les parcelles se situant au Haut du bois sont peu productives dans ce système d'agriculture biologique. En effet, l'eau a tendance à y stagner car le sous-sol est constitué de marne. De ce fait, il n'est pas facile de désherber au moment optimum. De plus, le sol est limoneux et donc battant ce qui crée une "croule" à la surface du sol. Le désherbage est donc pratiqué dans le but d'oxygéner la terre. Cette accumulation d'inconvénients conduit alors à de mauvais rendements.

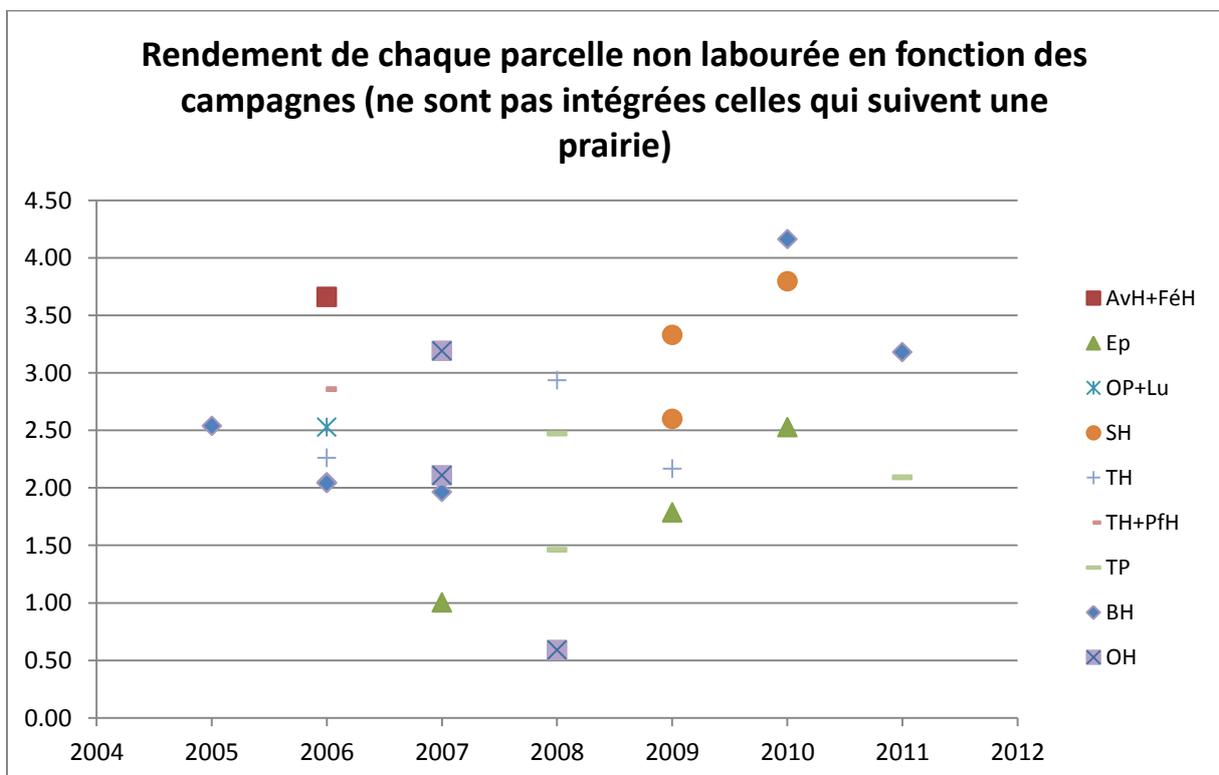
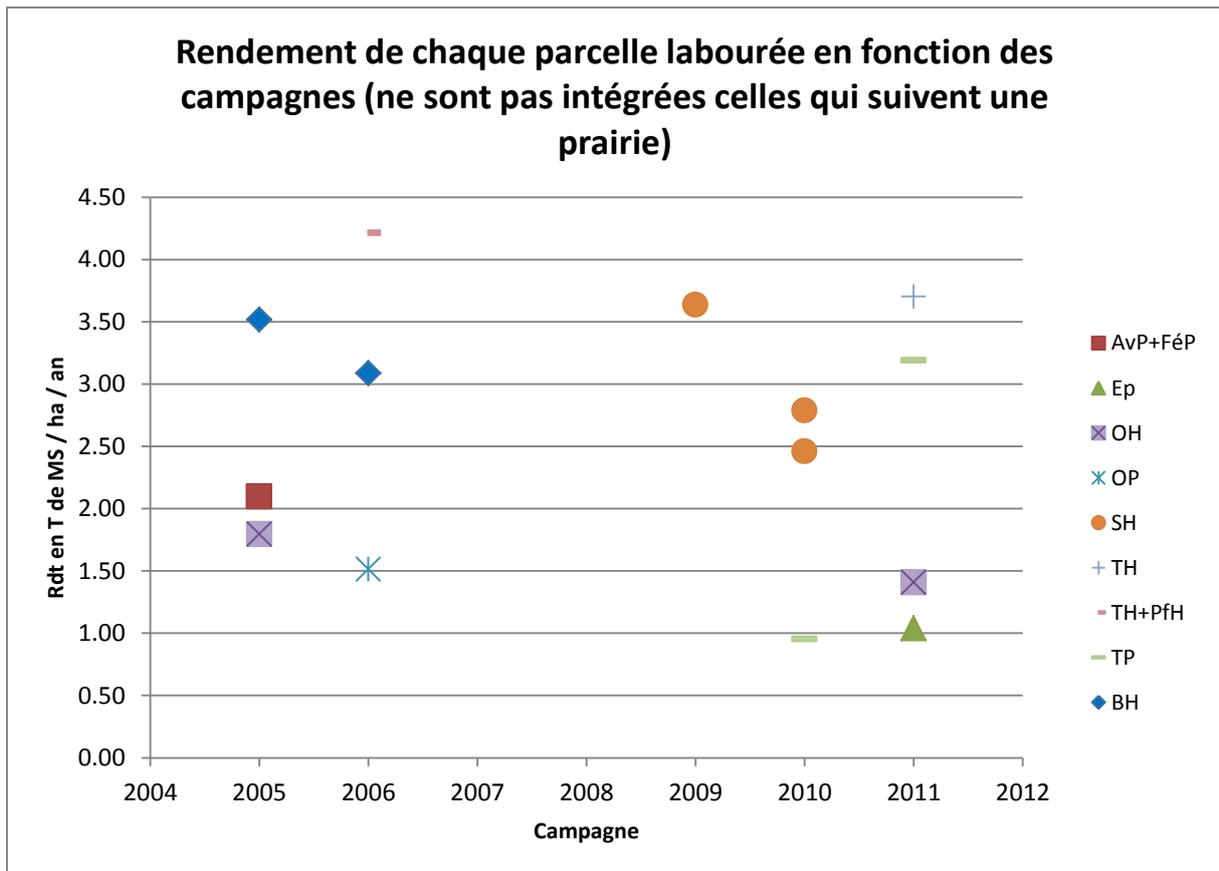
À l'exception de la parcelle Haut du Bois 1, d'un point de vue global, les parcelles labourées ne possèdent pas un meilleur rendement que les non labourées. De plus, Haut du Bois 1 qui possède de faible rendement malgré un labour a de plus une pression d'adventice importante. Comme je l'ai dit précédemment, il va être nécessaire de regarder l'influence du labour sur les adventices.

Ce qu'il faut garder à l'esprit en ce qui concerne le labour, c'est que les parcelles labourées sont celles qui ont un problème "adventices" important. Donc, le labour permettrait de limiter la pression d'adventices et de limiter la perte de rendement. Peut-être que si les parcelles labourées n'avaient pas eu de labour, leurs rendements auraient tous été inférieurs. Il s'agit d'une supposition, et en tous les cas, sur l'IE, le labour est mené dans l'objectif de limiter la perte de rendement liée aux adventices.

Puisque les causes de fluctuation du rendement sont multifactorielles, je souhaite ajouter au facteur labour celui de l'espèce cultivée. Voyons cela dans la partie suivante.

### **b. Vision des rendements des parcelles labourées en fonction des années, comparaison des espèces**

Comment les espèces cultivées réagissent face au labour ? C'est la question que nous nous posons ici. Pour y répondre, voici deux nuages de points : le premier concerne les parcelles labourées et le deuxième les non labourées. Chaque point représente une parcelle dans sa campagne. Je n'ai pas pris en compte les parcelles qui suivaient une prairie puisque dans ce cas le labour est effectué pour détruire la prairie et non dans le but de limiter les adventices.



Sur ces deux nuages de points, en étudiant espèce par espèce, on constate que certaines auraient un meilleur rendement quand la parcelle est labourée comme pour le Triticale d'hiver et le Blé. Au contraire, le rendement serait moindre lorsque la parcelle est non labourée pour les espèces comme l'Épeautre ; l'Orge d'hiver et le Triticale de printemps. Mais ce genre d'interprétation est assez

"cavalier" dans la mesure où il n'y a pas forcément assez de données pour en sortir une généralité. De plus, l'effet parcelle et/ou sol doit avoir un impact important au niveau de chaque espèce et cela n'est pas visible ici.

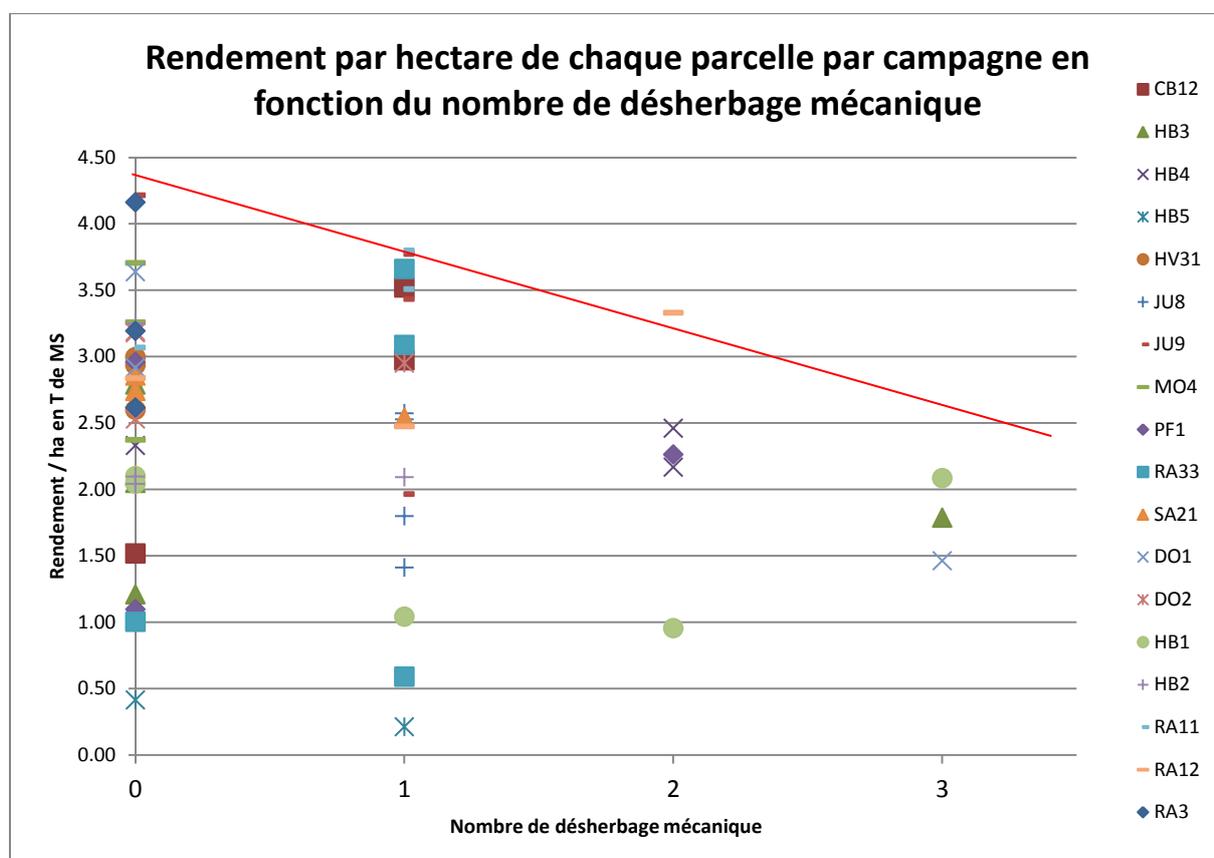
Donc, dans l'ensemble, il se peut que certaines espèces de céréale s'adaptent bien à un non-labour, et d'autres se comporteraient mieux lorsque la parcelle est labourée. Cependant il est difficile de le savoir avec certitude dans le cas de l'expérimentation système où de nombreux facteurs en même temps.

Après avoir abordé le labour et ses effets sur le rendement, intéressons-nous aux effets du désherbage mécanique.

## 2. Le désherbage mécanique améliore-t-il le rendement ?

Le désherbage mécanique est réalisé dans le but d'éviter de trop mauvais rendement. Plusieurs méthodes de désherbage sont utilisées sur l'Installation Expérimentale de Mirecourt : le passage de la herse étrille, le passage de la bineuse, la technique du faux-semis, et le désherbage manuel (essentiellement pour le Rumex). Nous avons choisi d'étudier de plus près deux méthodes qui sont mécanisées : le passage de herse étrille et celui de la bineuse.

Voici un nuage de point représentant le rendement (par hectare) de chaque parcelle dans sa campagne (c'est-à-dire qu'un point représente une année d'une parcelle) en fonction du nombre de passage de désherbage mécanique effectué.

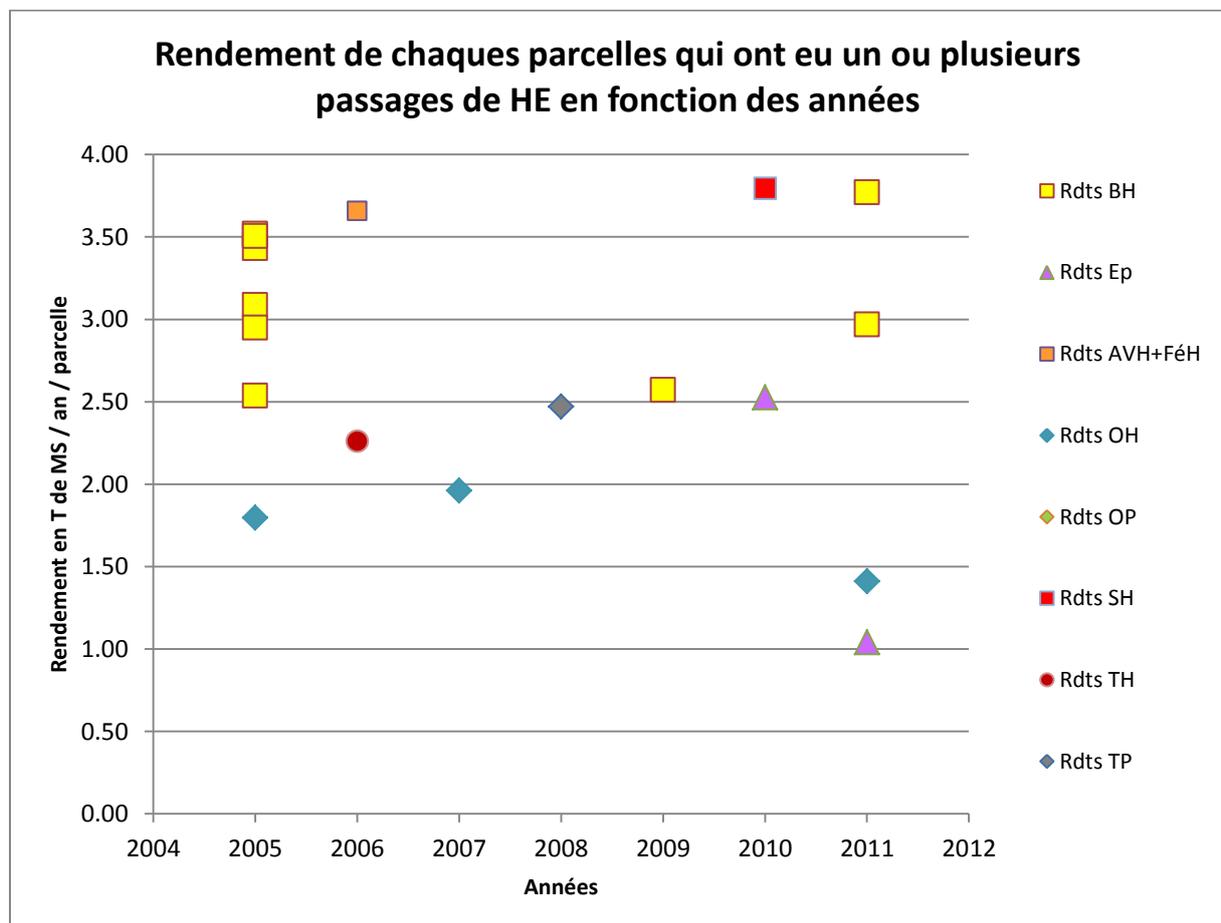


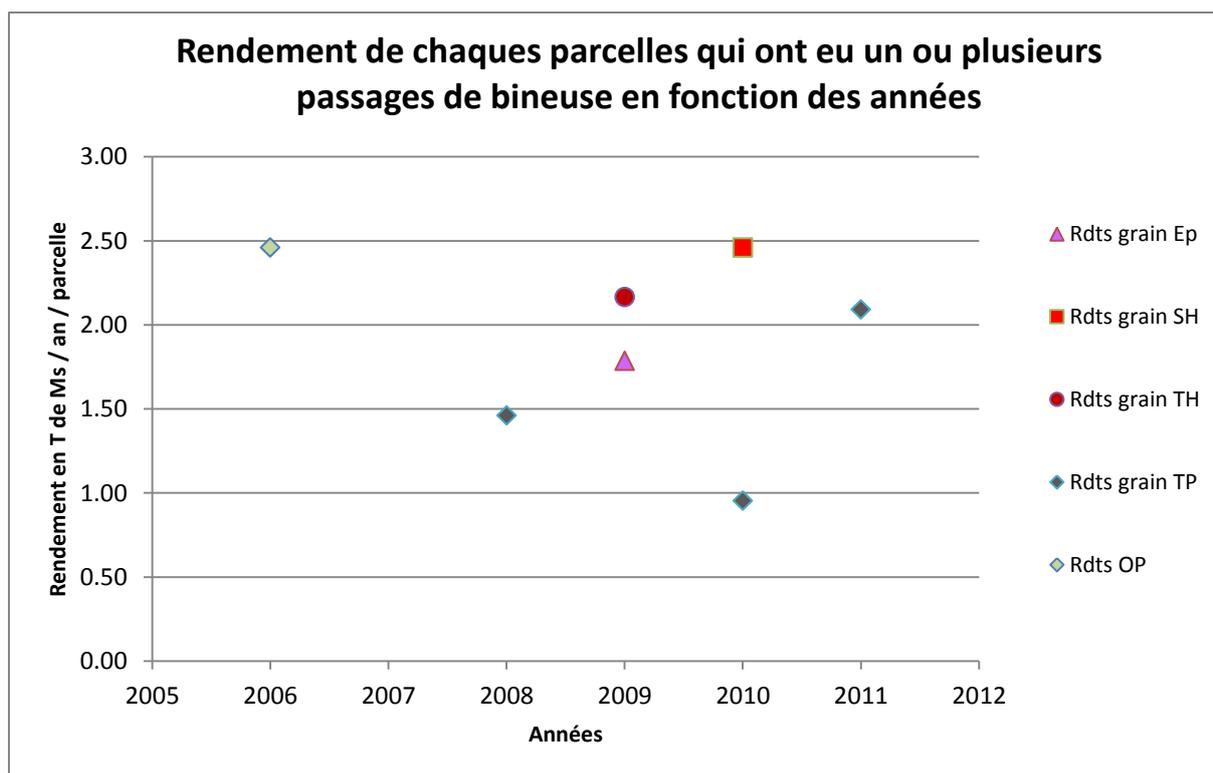
Au regard de ce graphique, je constate que les rendements sont très variés pour un même nombre de passage de désherbage mécanique. Par contre, le rendement maximum correspondant à chaque

nombre de passage de désherbage mécanique apparaît en diminution au fur et à mesure que le nombre de passage augmente (ligne rouge du graphique). Cela peut être lié au fait que le désherbage mécanique est effectué sur les parcelles où il y a une forte présence d'adventices c'est-à-dire sur les parcelles les plus sales handicapant ainsi le rendement. Donc désherbage mécanique n'est pas forcément synonyme de bon rendement puisque les parcelles désherbées sont celles qui ont le plus de "problème adventices". De plus, ne perdons pas de l'esprit que les parcelles du Haut du Bois bénéficient de passages de désherbage mécanique pas forcément pour leurs adventices mais aussi pour aérer le sol puisqu'il s'agit d'une terre qui se compacte. Et ces parcelles ont de faibles rendements céréaliers (parcelles ayant un sol plus propice à l'herbe qu'aux céréales). Donc cela peut fausser dans une certaine mesure les résultats.

Par contre on pourrait supposer que s'il n'y avait pas eu de désherbage sur les parcelles qui possédaient des adventices, elles auraient été moins productives. Nous verrons cela dans la partie "Adventices et désherbage mécanique".

Parallèlement à cela, Le désherbage mécanique n'est pas forcément synonyme de bon rendement. Par exemple, l'effet année peut être un facteur explicatif de la baisse de rendement. Voyons alors les deux nuages de points suivant.





Ces graphiques permettent de se rendre compte que les parcelles désherbées mécaniquement ont des rendements très variés (du bon au très mauvais rendement). Le désherbage a-t-il été efficace ? Est-ce l'année qui favoriserait ou non le rendement, la prolifération des adventices ?

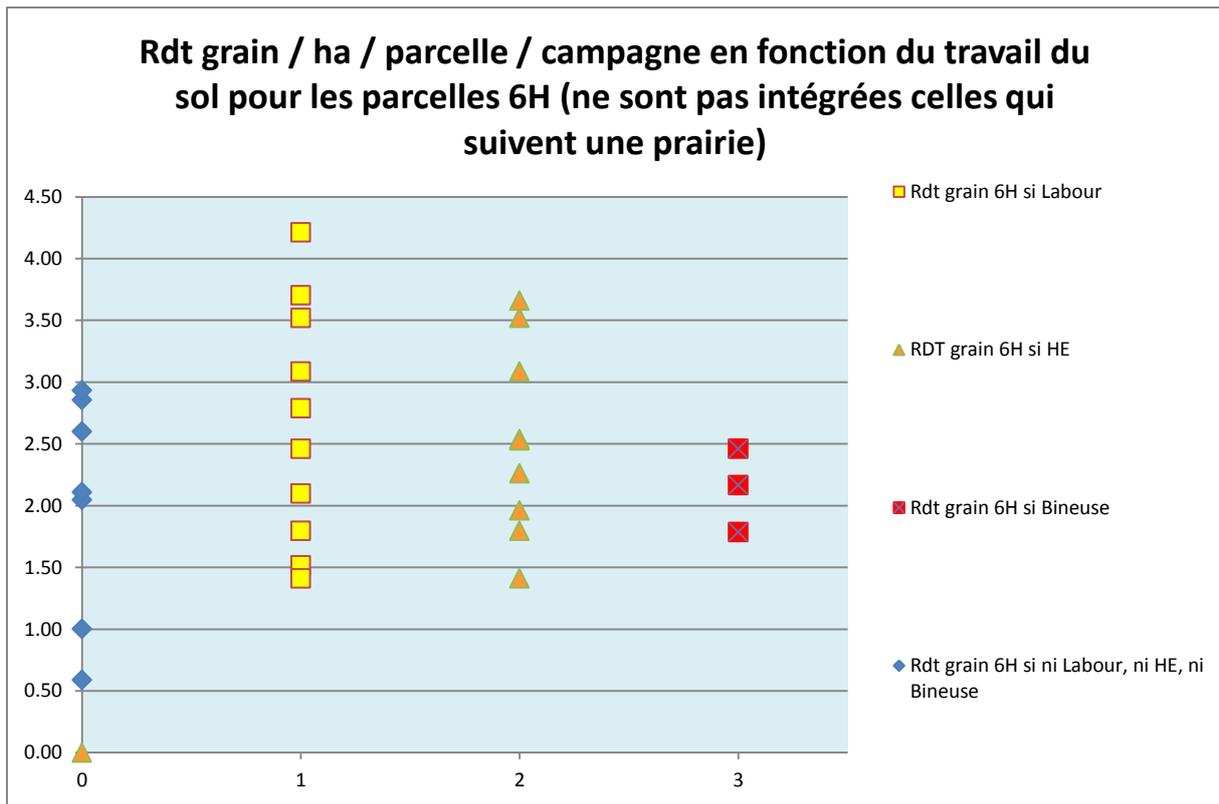
Comme nous l'avons vu ensemble au début de ce compte-rendu, les années 2005, 2006, 2010 et 2011 étaient des campagnes propices aux céréales. Sur le nuage de point précédent, concernant les rendements et les passages de herse étrille, nous remarquons également que durant ces années, certaines parcelles ont effectivement de bons rendements malgré quelques parcelles "à la traine". Au contraire 2007 et 2008 possèdent dans l'ensemble, des rendements inférieurs.

Pour conclure sur cette partie, nous ne pouvons pas dire clairement que le désherbage mécanique favorise le rendement puisqu'il n'y a pas de comparatif possible et que les parcelles désherbées sont souvent les plus sales.

Après avoir traité séparément le labour et le désherbage mécanique, comparons maintenant ces deux aspects ensemble en détaillant le binage et le désherbage mécanique.

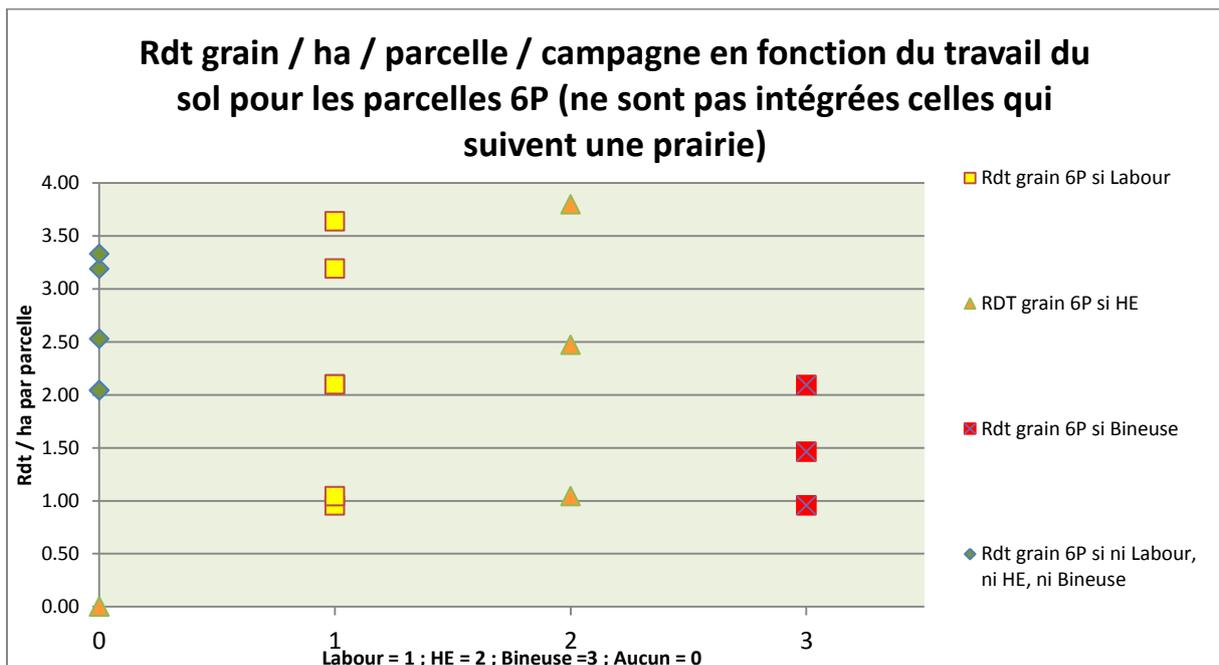
### 3. Mise en relation du rendement, du labour, et du désherbage mécanique

Cette partie va nous servir à observer clairement chaque rendement, de chaque campagne, de chaque parcelle en fonction de si elle a été labourée, a bénéficié d'un passage de herse étrille ou de bineuse. Voici donc les nuages de points correspondants (auxquels j'ai exclu les parcelles suivant une prairie car dans ce cas le labour est réaliser pour détruire la prairie et non dans le but de limiter la flore adventice) :



Ce graphique permet de visualiser que, dans la rotation 6H, les parcelles qui n'ont eu ni labour, ni passage de herse étrille, ni passage de bineuse produiraient un rendement globalement moins important que celles qui ont eu un labour, ou un passage de herse étrille. Cependant, les parcelles ayant eu un ou plusieurs passages de bineuse posséderaient globalement un rendement inférieur. Est-ce à cause du fait qu'il s'agit des parcelles qui ont le plus de problème d'adventices ? Car en effet, le binage est utilisé pour les parcelles présentant une pression adventice importante.

Voyons ce qu'il en est pour les parcelles de la rotation 6P.



Sur la rotation 6P, les parcelles ayant eu ni labour, ni passage de désherbage mécanique semblent avoir des rendements corrects par rapport aux autres parcelles. Les parcelles labourées et ayant eu un passage de herse étrille semblent avoir de bons ou de très mauvais rendements. Et les parcelles bénéficiant d'un passage de bineuse ont par contre dans l'ensemble de mauvais rendements. Même réflexion que précédemment, les parcelles binées sont souvent celles possédant un problème adventices particulièrement important. Cela expliquerait donc les mauvaises productions des terrains binés.

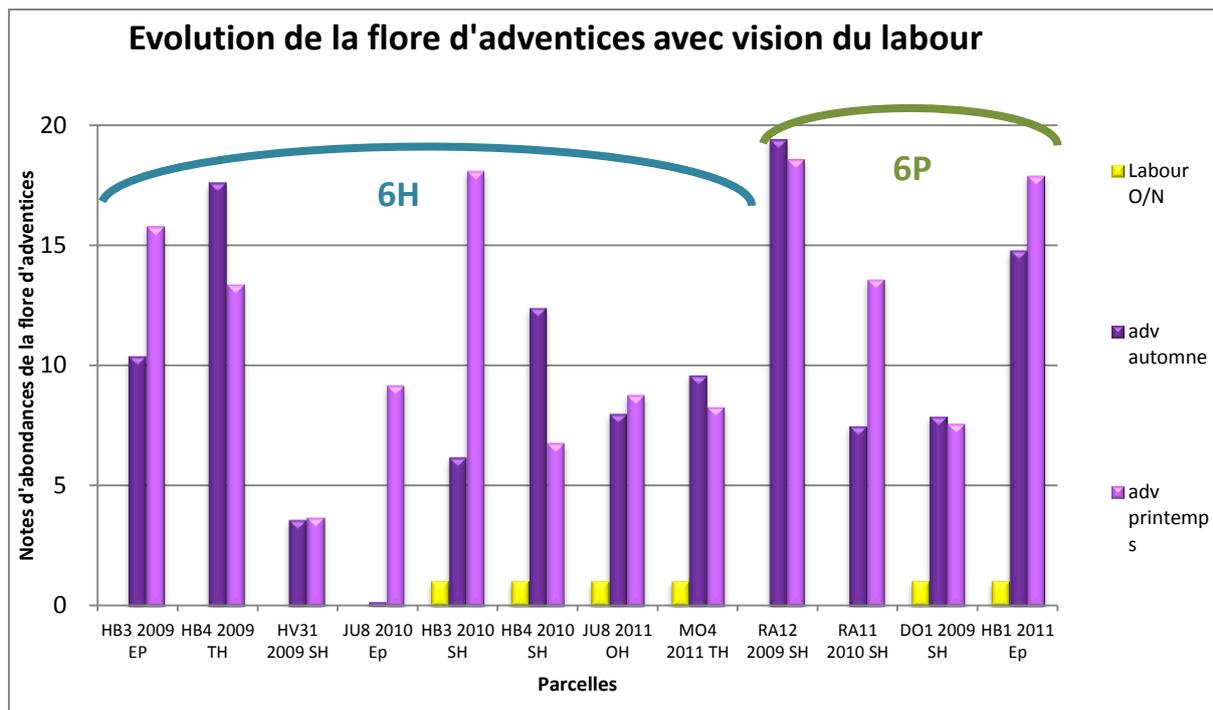
Dans l'ensemble, ici encore, les résultats sont très différents d'une parcelle à l'autre. Ce qu'il faut retenir et ce qu'il semble possible à interpréter, c'est que les parcelles binées auraient globalement de mauvais rendements car ce sont celles qui ont le "problème adventice" le plus important. En ce qui concerne le labour et le passage de herse étrille, l'amplitude des résultats étant plus importante, on peut se dire qu'il doit avoir d'autres facteurs qui entrent en compte (comme à chaque fois en expérimentation système). Cependant, alors que les résultats ne sont pas flagrant pour la rotation 6P, pour la 6H il semble dans l'ensemble que le labour et la herse étrille permettraient d'améliorer les rendements (pondéré par les autres facteurs influençant).

Intéressons-nous alors de plus près à l'effet du labour sur les adventices.

#### **4. Adventices et labour**

Nous avons vu que le labour seraient plutôt bénéfique sur les rendements des parcelles de la rotation 6H, et qu'il aurait un effet mitigé sur ceux de la rotation 6P. Intéressons-nous alors au lien entre labour et adventices. Le labour permet-il de limiter la pression de flore d'adventices ?

Pour répondre à cette question, j'ai choisi de comparer les pressions d'adventices d'automne et de printemps en fonction de s'il y a eu labour ou non. Volontairement sont écartées les parcelles avec une culture de printemps car celles-ci n'ont pas de notations d'automne et de plus cela ajouterait un facteur de plus à la limitation des adventices qui est la culture de printemps. Je choisis donc seulement les cultures d'hiver afin de faciliter l'interprétation. Les parcelles qui étaient en prairies l'année précédente sont également écartées car dans ce cas le labour a pour but de détruire la prairie et non de limiter les adventices.

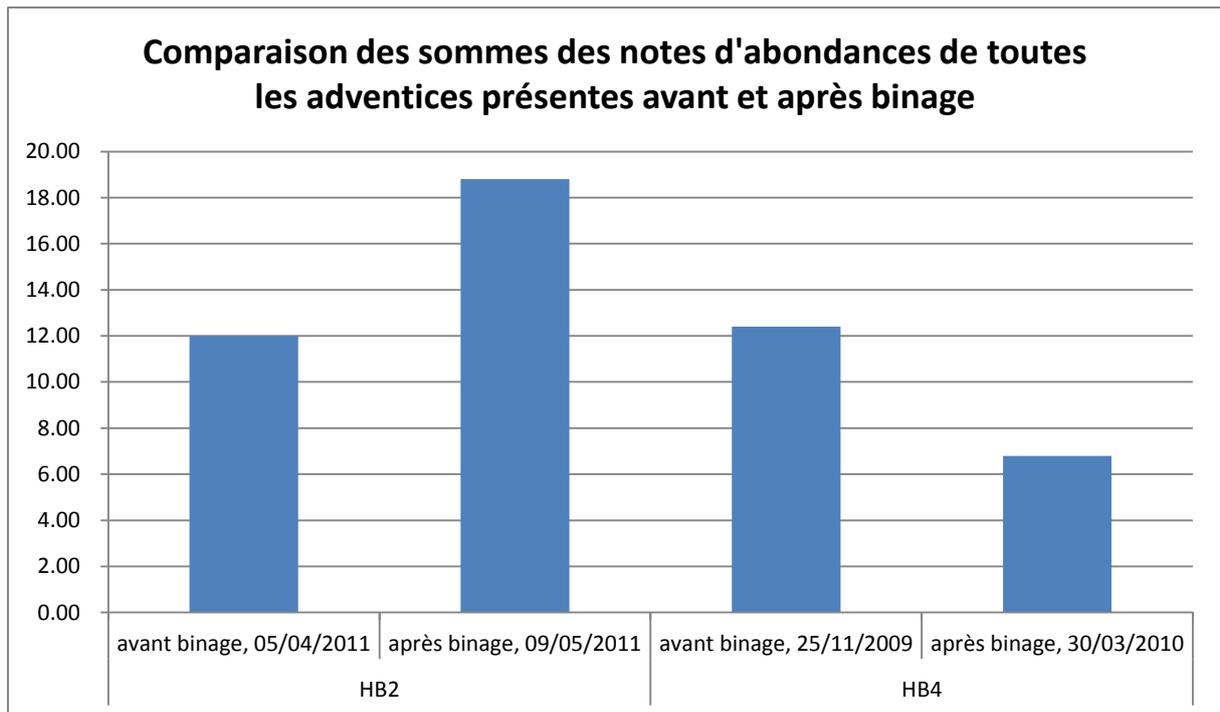


Il semblerait que, dans l'ensemble, le labour permet d'assurer une limitation de la pression d'adventices à l'automne. Par contre, sur certaines parcelles, la pression d'adventices explose au printemps malgré le labour. Mais ceci est un commentaire d'ensemble, car on peut également observer de très faibles pressions d'adventices sans labour et des fortes avec labour. En effet, la décision de labour se fait en fonction de la pression d'adventices l'année précédente ou en fonction de son évolution au cours des dernières années. Ce seul aspect influence les résultats. D'autre part, chaque parcelle ne part pas avec la même flore d'adventices avant le labour.

Pour conclure sur cette partie, il est possible de dire que, dans l'ensemble, le labour semble limiter la pression d'adventices qui est un facteur explicatif de la baisse de rendement. Étudions, dans la partie suivante, ce qu'il en est au niveau du désherbage mécanique.

## 5. Adventices et désherbage mécanique

Dans le même esprit, voyons si le désherbage mécanique a une incidence sur la pression des plantes spontanées. Pour cela, j'ai fait le listing des parcelles ayant eu une notation d'abondance des adventices avant et après désherbage. Je n'ai pas pu prendre en compte des notations avant moisson car celle-ci n'ont pas le même type de notation et donc ne peuvent être comparées. De ce fait, seulement deux parcelles peuvent être étudiées.

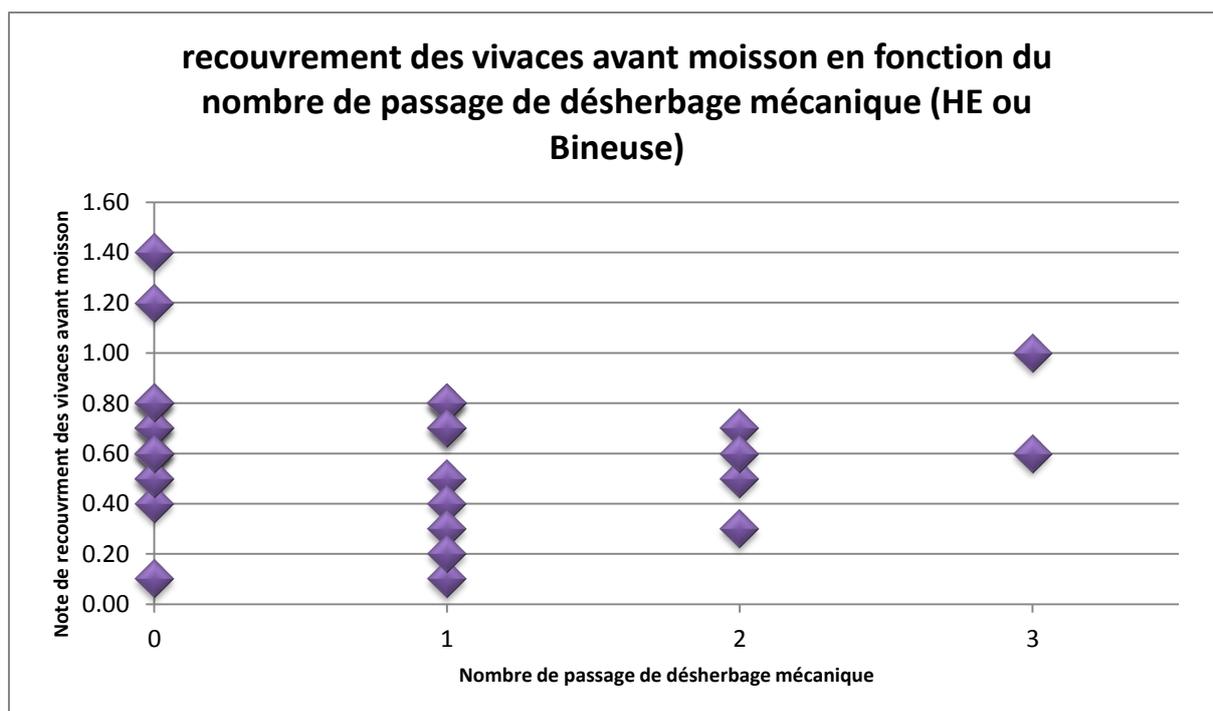


Tout d'abord, ces deux parcelles sont situées au Haut du Bois, là où le désherbage mécanique n'est pas forcément réalisé pour désherber mais aussi pour aérer le sol. Donc ces passages ne sont pas toujours faits à des moments optimaux pour le désherbage mais plutôt à des moments optimaux pour l'aération du sol.

Toutefois, dans le premier cas, concernant la parcelle Haut du Bois 2, deux notations de printemps sont réalisées avant et après un binage. Malgré celui-ci, la pression semble avoir augmenté. Il faut tenir compte qu'il s'agit d'une période printanière où les adventices se développent beaucoup. De plus les parcelles du Haut du Bois, nous l'avons vu précédemment, seraient propices aux adventices, de par leur sol. Prenons aussi en compte que le binage a été effectué quasiment un mois avant la deuxième notation ce qui laisse le temps aux adventices de se redévelopper. On peut supposer que si la parcelle n'avait pas été binée, la pression serait encore plus élevée.

Dans le cas de la parcelle Haut du Bois 4, un binage a été réalisé entre la notation d'automne et celle de printemps. Le binage a été réalisé sept jours avant la notation de printemps. Dans ce cas, il semble donc que la pression a bien diminué. Le binage aurait été efficace en terme de pression, si on observe à court terme.

Pour pouvoir étudier l'impact du désherbage mécanique de façon plus large, étudions les notes de recouvrement des vivaces avant moisson et voyons les valeurs en fonction du nombre de passage de désherbage mécanique (herse étrille et/ou bineuse). Évidemment, ceci n'est pas tout à fait représentatif dans le sens où on ne prend en considération que les vivaces, mais il s'agit de la seule notation où les passages de désherbage ont été effectués avant la notation.



Sur ce nuage de point, il est intéressant d'observer que dans l'ensemble, la note de recouvrement diminuerait avec un passage et encore un peu plus avec deux. Et qu'avec trois passages (correspondant sûrement aux parcelles les plus sales), la note ré-augmenterait un peu. Mais cela est une vision d'ensemble, et si on supprime trois exceptions qui correspondent aux notations les plus hautes, dans l'ensemble, les parcelles ont des notes de recouvrement aussi variées qu'elles aient eu zéro, un ou deux passages. Donc, les résultats sont difficiles à interpréter.

Dans l'ensemble, certainement que le passage de la herse étrille ou de la bineuse diminue la pression et limite la prolifération des adventices, mais par le biais de cette expérimentation système, il est difficile de le mesurer et de voir si le résultat de ces passages sont durables dans le temps.

## Conclusion

Ce travail a été mené pas à pas, en dégrossissant les données puis en détaillant les résultats globaux. Plusieurs aspects ressort de ce rapport.

En ce qui concerne les rendements, il n'y a pas une rotation qui serait plus avantageuse que l'autre. Elles ont chacune leurs points forts et leurs points faibles donnant au final des rendements totaux moyen quasi équivalent.

L'effet année et l'effet sol sont des facteurs qui semblent très importants dans le comportement du développement de la culture en place mais aussi dans celui des adventices. Les années et conditions climatiques étant les mêmes pour toutes les parcelles de l'Installation Expérimentale, il est alors plus facile d'interpréter les résultats.

Il semblerait que, globalement, quand l'année est propice aux adventices les rendements sont plus faibles. Mais, d'une façon plus précise, à l'échelle de la parcelle, il est difficile de savoir si les adventices diminuent le rendement. En effet, tout dépend des adventices présentes. Chaque espèce d'adventice impactera différemment la culture en place. Certaines sont plus concurrentielles que d'autres.

Le nombre d'espèce d'adventices présent dans une parcelle est aussi une notion à ne pas négliger. Mais là encore, cela dépend des espèces d'adventices présentes. Un Rumex concurrencera la céréale en place de façon différente que la Véronique. Il peut avoir le même nombre d'espèces sur deux parcelles n'ayant pas la même flore d'adventices, et dans ce cas l'impact sur le rendement ne sera pas le même.

Par ailleurs, le labour, le passage de désherbage mécanique (herse étrille et bineuse) sont des leviers permettant de limiter la pression d'adventices. Mais cela est difficilement vérifiable et quantifiable dans la mesure où ces techniques sont réalisées uniquement sur les parcelles les plus sales. Ces dernières partent avec un potentiel de rendement plus faible.

Lors de la présentation des premiers résultats de ce travail, des interrogations ont été émises par, notamment, les agents de l'IE travaillant sur le terrain. Par exemple, la prise en compte de l'ensemble des productions exportées réalisées à la parcelle semble avoir été perturbante pour la comparaison des deux rotations pour les personnes travaillant au sein du groupe culture.

Ce compte rendu ne représente évidemment pas l'ensemble des idées possibles à explorer en termes de rendement et d'adventice au sein de l'Installation Expérimentale. Comme il a été remarqué pendant la présentation de ce travail, les conditions climatiques (relevées par la station météo de l'INRA), l'historique des parcelles, l'environnement de celles-ci (ses abords, ses "voisins"), la composition du sous-sol, la position d'entrée dans la rotation, sont d'autant de paramètres pouvant influencer rendements et adventices. Beaucoup de questions restent donc encore en suspens.

## Résumé

Depuis 2004, l'Installation Expérimentale, rattachée à l'ASTER INRA de Mirecourt, s'est fixée pour objectif de "faire avec le milieu" dans un esprit de durabilité agro-environnementale. Ayant pour but l'expression de la potentialité du milieu et la limitation des intrants, l'agriculture biologique s'est alors imposée comme un cadre bien défini permettant d'arriver aux objectifs fixés. Cette nouvelle façon de fonctionner est conçue et évaluée au sein d'un dispositif d'expérimentation système.

L'IE est composée de deux exploitations autonomes (seulement un échange de paille, fumier et céréales existe). Ces deux exploitations sont, d'une part, l'exploitation en système herbager (SH) composée de 80 hectares et de 40 vaches laitières, d'autre part, l'exploitation de polyculture élevage (SPCE) composée de 160 hectares dont 55 en prairie permanentes et le reste suivant des rotations culturales (prairies temporaires et céréales). Ce dernier système permet d'avoir 60 vaches laitières en production.

Quatre types de rotation culturale animent la SPCE. Deux sont de huit ans, et deux sont de six ans.

Les deux rotations de six ans sont : une dénommée 6H qui inclue trois céréales d'hiver (après trois années de prairies temporaires), l'autre appelée 6P qui inclue une culture de printemps (et une interculture longue) parmi ses trois céréales (trois années de prairie temporaire, une année de blé, une année de culture de printemps, et une dernière campagne avec une culture d'hiver).

Durant mon stage sur l'Unité de Mirecourt, ma mission a été de faire un bilan des rendements et d'étudier les adventices comme facteur explicatif de la baisse de rendement, et ce sur les deux rotations de six ans, en utilisant les données d'observation des parcelles entières.

Plusieurs éléments sont ressortis de ce travail sans pour autant que l'on puisse en sortir des règles générales car l'expérimentation système ne permet pas de faire des comparaisons, tous les facteurs évoluant en même temps.

Les résultats de mon travail montrent des grandes tendances dans les productions, dans l'évolution de la flore adventice, dans l'impact de facteurs tels que les adventices, l'année, le type de sol, certains travaux de sol, sur le rendement.

Il faut toutefois rappeler que dans ce cadre d'expérimentation système, la comparaison n'est pas possible (tous les facteurs ou presque évoluant en même temps), d'où la difficulté d'interprétation et l'impossibilité d'avancer des conclusions statistiques fiables. Mais ce travail aura permis de dégager des tendances et de faire réfléchir sur les pratiques culturales de l'IE.

## Lexique

6H : rotation de 6 ans ayant des cultures d'hiver  
6P : rotation de 6 ans incluant une culture de printemps  
Adv : Adventice  
AvH : Avoine d'Hiver  
AvP : Avoine de Printemps  
CB12 : Parcelle Colline du Beaufröid 12  
CSH : Culture Secondaire d'Hiver  
CSP : Culture Secondaire de Printemps  
BH : Blé d'Hiver  
DO1 : Parcelle Domvallier 1  
DO2 : Parcelle Domvallier 2  
Ep : Épeautre  
Fé : féverole  
FéH : Féverole d'Hiver  
FéP : Féverole de printemps  
H : Hiver  
HB1 : Parcelle Haut du Bois 1  
HB2 : Parcelle Haut du Bois 2  
HB3 : Parcelle Haut du Bois 3  
HB4 : Parcelle Haut du Bois 4  
HB5 : Parcelle Haut du Bois 5  
HV31 : Parcelle Haut des Vignes 31  
IE : Installation Expérimentale  
JU8 : Parcelle Justice 8  
JU9 : Parcelle Justice 9  
Lu : Lupin  
OH : Orge d'Hiver  
MO4 : Parcelle Moine 4  
OP : Orge de Printemps  
P : Printemps  
Pf : Pois fourrager  
PfH : Pois fourrager d'Hiver  
PF1 : Parcelle Petite Fin 1  
PT : Prairie Temporaire  
RA11 : Parcelle Ravenelle 11  
RA12 : Parcelle Ravenelle 12  
RA3 : Parcelle Ravenelle 3  
RA33 : Parcelle Ravenelle 33  
Rdt : rendement  
SA21 : Parcelle Saumnaumont 21  
SH : Seigle d'Hiver  
TH : Triticale d'Hiver  
TP : Triticale de Printemps