

PSIH 08-2-923



Essais de différentes espèces de « couvre-sols » en fin de saison et évaluation de leur impact sur l'oignon en sol organique

Rapport Final

Franck Bosquain, dta

Projet réalisé dans le cadre du Programme
de Soutien à l'Innovation Horticole PSIH

Décembre 2010

Personnel impliqué :

César Chléla agr., Msc :

- Élaboration du protocole (2008)
- Contacts avec les producteurs (2008)
- Implantation et suivi des parcelles (2008)

Mario Leblanc, agr. :

- Appui scientifique
- Recherche bibliographique, validation du protocole
- Lecture et correction du rapport

Luc Brodeur, agr.:

- Appui scientifique

Anne-Marie Fortier, M.sc., **Hervé Van Der Heyden** :

- Analyses statistiques

Franck Bosquain, dta :

- Contacts avec les producteurs (2009-2010)
- Implantation et suivi des parcelles (2009-2010)
- Analyse des données
- Rédaction du rapport final

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	4
Matériels et Méthodes	4
Résultats pour les sites 1 et 2 (2008-2009)	7
1. Évaluations des recouvrements pour le site 1	8
2. Évaluations des biomasses, site 1	10
3. Évaluation des recouvrements, site 2 :	10
4. Évaluation des biomasses, site 2 :	12
5. Évaluations des rendements site 1 et 2 :	13
Résultats pour les sites 3 et 4 (2009-2010)	14
1. Évaluations de recouvrement site 3 :	15
2. Évaluation des biomasses site 3 :	17
3. Évaluation de recouvrement des couvre-sols résiduels au printemps et de la répression des mauvaises herbes, site 3:	18
4. Évaluations de recouvrement, site 4 :	20
5. Évaluations des biomasses, site 4 :	22
6. Évaluations des rendements, site 3 et 4 :	23
Conclusion	25
Impacts et retombées anticipés :	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Calendrier des opérations :	6
Tableau 2. Évaluation du rendement (échalotes françaises), site 1 :	13
Tableau 3. Évaluation du rendement (oignons rouges), site 2 :	13
Tableau 4. Pourcentages de répression des mauvaises herbes, site3 :	19
Tableau 5. Évaluation de la densité de la culture, site 3	20
Tableau 6. Évaluation de la densité de la culture, site 4	23
Tableau 7. Évaluations du rendement (oignons jaunes), site 3 :	23
Tableau 8. Évaluations du rendement (oignons jaunes), site 4 :	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Densités moyennes des couvre-sols par m ² , sites 1 et 2	7
Figure 2. Évaluations visuelles de recouvrement, site 1 :	8
Figure 3. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 1 :	9
Figure 4. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 1 :	10
Figure 5. Évaluations visuelles de recouvrement, site 2 :	10
Figure 6. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 2 :	11
Figure 7. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 2 :	12
Figure 8. Densités moyennes des couvre-sols par m ² , site 3 et 4 :	14
Figure 9. Évaluations visuelles de recouvrement, site 3 :	15
Figure 10. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 3 :	16
Figure 11. Évaluation des biomasses de couvre-sols, automne 2009 et printemps 2010, site 3 :	17
Figure 12. Évaluation visuelle de recouvrement au printemps 2010, site 3 :	18
Figure 13. Évaluation de la répression des mauvaises herbes, site 3	18
Figure 14. Évaluations visuelles de recouvrement, site 4 :	20
Figure 15. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 4 :	21
Figure 16. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 4 :	22

Introduction

Les sols organiques sont soumis à deux processus de dégradation importants : l'affaissement, qui consiste à la perte graduelle du sol reliée à la décomposition naturelle du matériel végétal, et l'érosion éolienne, qui correspond au transport des particules de sol hors du champ par les vents. Ces deux processus de dégradation ou de perte de sol sont fortement reliés aux opérations de travail du sol qui contribuent à aérer et à ameublir le sol.

Il est d'usage courant de semer un couvre-sol d'orge peu après l'enfouissement de la culture pour protéger les sols organiques contre l'érosion éolienne. Cependant, il arrive fréquemment, lorsque celle-ci est implantée tôt ou que l'automne est clément, que cette orge forme un couvert végétal très dense qui demeurera épais et fibreux même après les gels. Lorsqu'on doit revenir le printemps suivant avec une culture nécessitant un semis hâtif comme l'oignon, la présence de cette importante masse de débris empêche le réchauffement du sol et peut nuire considérablement lors de la préparation du sol et du lit de semence. Dans ce contexte, plusieurs producteurs procèdent à un enfouissement partiel de cette orge dès l'automne. Cette opération a malheureusement pour conséquence de réduire l'effet brise-vent de sorte que si des périodes sans neige surviennent durant l'hiver, des pertes par érosion éolienne peuvent quand même survenir.

Ce projet avait pour objectif principal de tester plusieurs types de couvre-sols, afin de trouver une espèce qui, comme l'orge, pourrait demeurer en place durant l'hiver mais qui ne laisserait pas autant de débris susceptibles de nuire à l'implantation de la culture d'oignons l'année suivante.

Les essais réalisés de l'automne 2008 à l'automne 2010 ont permis d'évaluer différents couverts végétaux visant à répondre à cette problématique.

Les espèces testées ont été comparées à l'orge, couramment utilisé par les producteurs maraîchers en intersaison. Les moutardes, les radis et l'avoine sont celles qui, comme l'orge, s'implanteraient rapidement, mais laisseraient moins de débris susceptibles de nuire au travail du sol printanier.

Matériels et Méthodes

Les essais ont été menés sur deux années, avec deux sites par année, chez des producteurs d'oignons en sol organique. Deux sites ont été installés en septembre 2008 et deux autres en septembre 2009. La préparation du terrain, la fertilisation et les applications de pesticides ont été effectuées par les producteurs, selon la méthode conventionnelle.

Les différentes espèces de couvre-sols ont été semées les 19 et 26 septembre 2008 pour les deux premiers sites et les 1^{er} et 4 septembre 2009 pour la deuxième année d'essais. L'enfouissement des couvre-sols s'est réalisé en deux étapes ; une partie de chaque site a été enfouie en automne et la deuxième partie au printemps.

Le dispositif expérimental prévu pour ce projet était un dispositif en tiroirs, comprenant les périodes d'enfouissement (automne et printemps) en parcelles principales et les espèces de couvre-sols en sous-parcelles, répétées trois fois selon un dispositif en blocs complets aléatoires.

Paramètres mesurés :

A) Automne 2008 et 2009:

- Dénombrement et biomasse des plants de couvre-sol dans 2 quadras de 25cm x 25cm (0.0625 m²) placés aléatoirement dans chaque parcelle, fin octobre 2008 et 2009.
- Évaluation visuelle du pourcentage de recouvrement des couvre-sols, fin octobre 2008 et 2009

B) Printemps 2009 et 2010, avant l'enfouissement des couvre-sols :

- Dénombrement et biomasse des plants de couvre-sol dans 2 quadras de 25cm x 25cm (0.0625 m²) placés aléatoirement dans chaque parcelle.
 - Évaluation visuelle du pourcentage de recouvrement des couvre-sols.
- C) Durant les saisons 2009 et 2010, à 14 et 30 jours après la levée de l'oignon:
- Comptage de la densité d'oignons sur 2 fois 1 m de rang dans toutes les parcelles.
 - Évaluation visuelle de la répression des mauvaises herbes par parcelle, sur une cote de 0 à 100.
 - Évaluation des dommages de la mouche de l'oignon et du charbon.
- D) Évaluation des rendements d'oignons sur 2 rangs de 2 m de long au centre de la parcelle

Traitements comparés pour 2008 :

Traitements principaux : période d'enfouissement (2 traitements)

- A : enfouissement en automne
- B : enfouissement au printemps

Traitements secondaires : espèces de couvre-sol (7 traitements)

- T1 : Témoin sans couvre-sol
- T2 : Orge épanchée à la volée à une dose de 125 kg/ha (Pratique conventionnelle)
- T3 : Avoine épanchée à la volée à une dose de 125 kg/ha.
- T4 : Moutarde blanche épanchée à la volée à une dose de 12 kg/ha.
- T5 : Moutarde brune épanchée à la volée à une dose de 12 kg/ha.
- T6 : Radis huileux IKARUS épanché à la volée à une dose de 15 kg/ha.
- T7 : Radis fourrager épanché à la volée à une dose de 15 kg/ha.

N'ayant pu obtenir de semences, le radis fourrager a été remplacé par le ray-grass pour cette année d'essai, épanché à la volée à une dose de 40 kg/ha.

Traitements comparés pour 2009:

Traitements principaux : période d'enfouissement (2 traitements)

- A : enfouissement en automne
- B : enfouissement au printemps

Traitements secondaires : espèces de couvre-sol (7 traitements)

- T1 : Témoin sans couvre sol
- T2 : Orge épanchée à la volée à une dose de 125 kg/ha (Pratique conventionnelle)
- T3 : Avoine épanchée à la volée à une dose de 125 kg/ha.
- T4 : Moutarde blanche épanchée à la volée à une dose de 12 kg/ha.
- T5 : Moutarde brune (Bioactiv), remplaçant la moutarde brune de 2008 (le lot de semences n'était pas bon), épanchée à la volée à une dose de 12 kg/ha.
- T6 : Radis huileux IKARUS épanché à la volée à une dose de 15 kg/ha.
- T7 : Radis huileux CONTRAT épanché à la volée à une dose de 15 kg/ha.

Le radis CONTRAT remplace le ray-grass utilisé en 2008. Celui-ci ne produit que des feuilles très fines, peu propices à une protection optimale des sols contre l'érosion éolienne

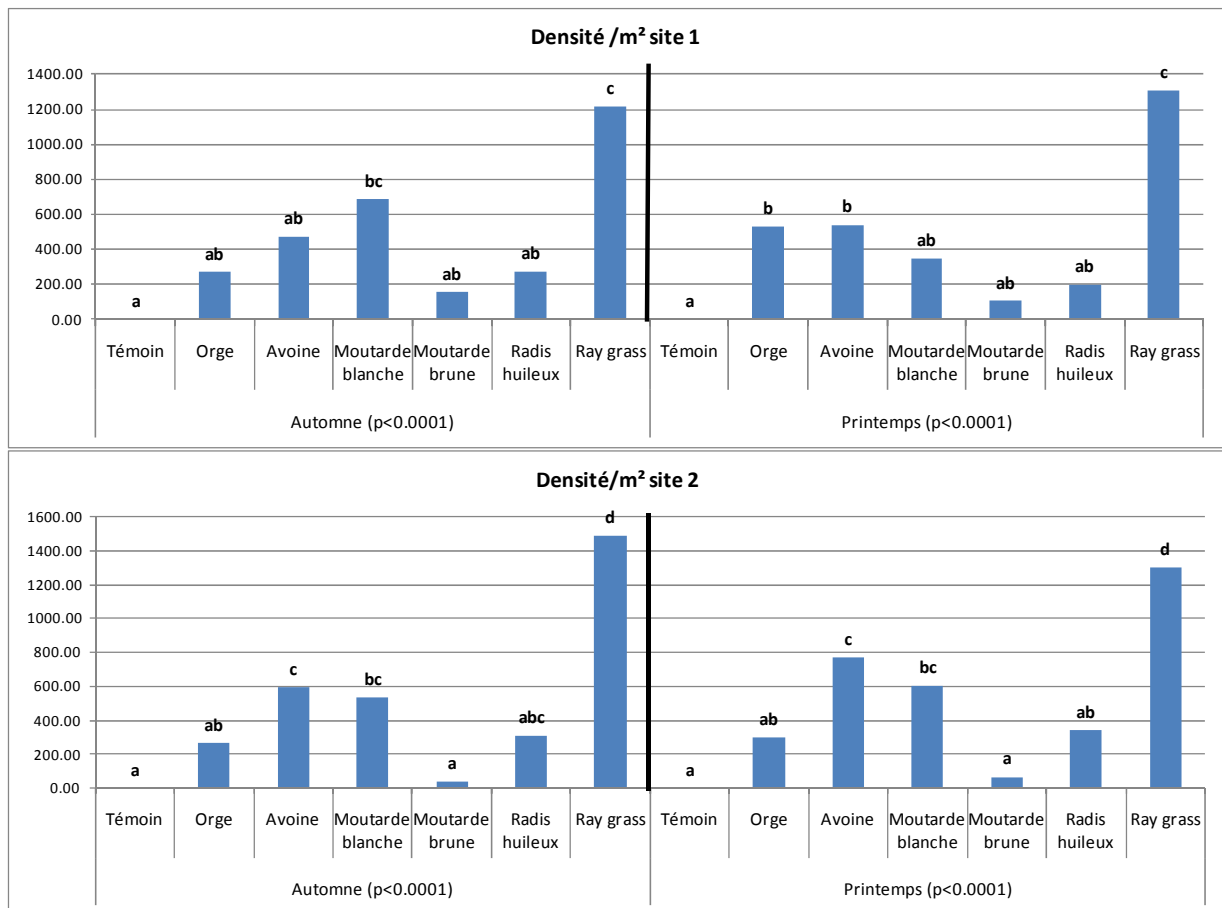
Les analyses statistiques ont été effectuées sur tous les paramètres évalués à l'aide du logiciel XLSTAT. Le test de comparaisons multiples de Tukey a été utilisé lorsque l'analyse de variance (ANOVA) montrait des différences significatives entre les traitements ($p=0,05$). Cependant, il est à noter que le type de dispositif prévu initialement (dispositif en tiroirs) n'a pas pu être suivi, pour des raisons de faisabilité technique et de commodités avec les producteurs participants. Les traitements principaux (période d'enfouissement) ont été regroupés selon l'exemple présenté en annexe (page 26). Les analyses ont donc été effectuées séparément pour chacune des périodes d'enfouissement, et les différents traitements (espèces de couvre-sols) ont été analysés selon le plan en blocs aléatoires complets.

Tableau 1. Calendrier des opérations :

Dates	Opérations sites 1 et 3	Opérations sites 2 et 4
19 sept 2008	Installation du site 1	
26 sept 2008		Installation du site 2
03 oct. 2008	Comptage quadras et évaluation visuelle	
10 oct. 2008		Comptage quadras et évaluation visuelle
15 oct. 2008	Récolte biomasse et évaluation visuelle	
18 oct. 2008	Enfouissement de la partie automne	
23 oct. 2008		Récolte biomasse et évaluation visuelle
24 oct. 2008		Enfouissement de la partie automne
16 avr 2009	Observation visuelle de l'état des couvre-sols avant l'enfouissement	Observation visuelle de l'état des couvre-sols avant l'enfouissement
20 avr 2009		Préparation du sol et enfouissement de la partie printemps
24 avr 2009	Préparation du sol et enfouissement de la partie printemps	Semis du producteur sur le site 2 de 2008. Oignons rouges, variété Mercury
04 mai 2009	Semis du producteur sur le site 1 de 2008. Échalotes Françaises, variété Picador	
01 sept 2009	Récolte du site 1 et installation du site 3	
04 sept 2009		Installation du site 4
14 sept 2009		Récolte du site 2 de 2008
17 sept 2009	Comptage quadras et évaluation visuelle	
05 oct 2009	Évaluation rendement site 1 de 2008	
07 oct 2009		Comptage quadras et évaluation visuelle
26 oct 2009	Récolte biomasse et évaluation visuelle site 3	
29 oct 2009	Enfouissement de la partie automne	Récolte biomasse, évaluation visuelle site 4. Évaluation rendement site 2 de 2008 et enfouissement de la partie automne
12 avr 2010		Évaluation visuelle site 4
15 avr 2010	Évaluation visuelle site 3 et pesée biomasses sèches résiduelles	
	Préparation du sol et enfouissement de la partie printemps	
15 mai 2010	Semis oignons jaunes site 3, variété Tahoe	Préparation du sol et enfouissement de la partie printemps
17 mai 2010		Semis oignons jaunes site 4, variété Frontier
03 juin 2010		Comptage densité de la culture, évaluation des mauvaises herbes
11 juin 2010	Comptage densité de la culture, évaluation des mauvaises herbes	
21 juin 2010		Comptage densité de la culture, évaluation des mauvaises herbes
24 juin 2010	Comptage densité de la culture, évaluation des mauvaises herbes	
17 août 2010		Récolte site 4
31 août 2010	Récolte site 3	

Résultats pour les sites 1 et 2 (2008-2009)

Figure 1. Densités moyennes des couvre-sols par m², sites 1 et 2



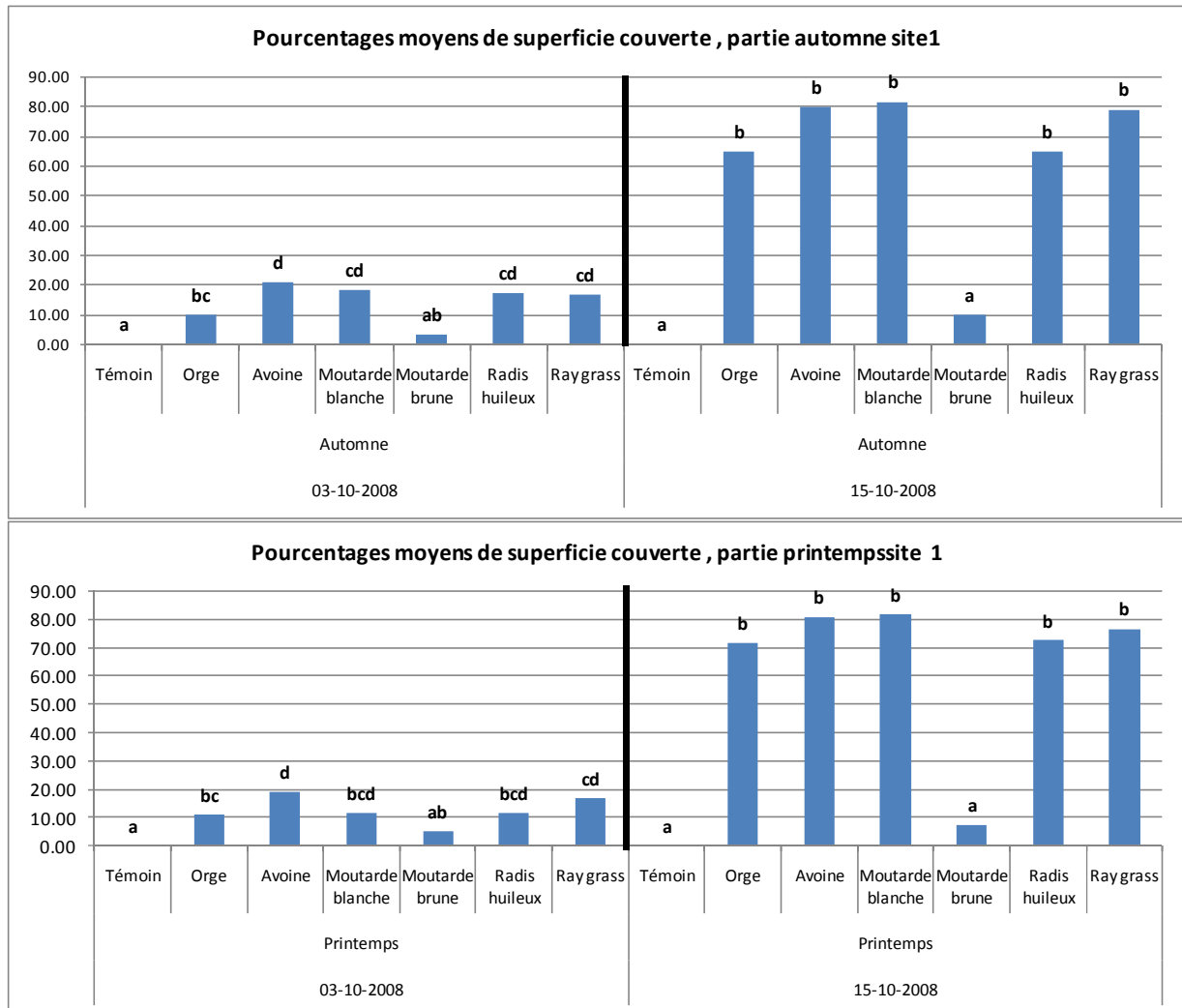
La germination des couvre-sols pour les deux sites implantés en 2008 a été lente dû aux températures fraîches connues en septembre. Deux semaines après le semis, les différentes variétés à l'essai étaient du stade cotylédon au stade une feuille.

Pour les sites 1 et 2, comme le montrent les graphiques ci-dessus, le ray grass se démarque par une quantité élevée de plants au m². On peut remarquer également que l'avoine et la moutarde blanche comptent plus de plants germés au mètre carré que l'orge, dans la majorité des cas. Dans les mêmes conditions climatiques d'implantation, nous pourrions donc penser que ces espèces auraient tendance à s'installer plus rapidement que l'orge.

D'autre part, dans ces deux sites, la moutarde brune ne s'est pas implantée de manière satisfaisante. Comme mentionné dans la méthodologie, le lot de semences n'était pas bon et a été remplacé pour les essais de 2009-2010.

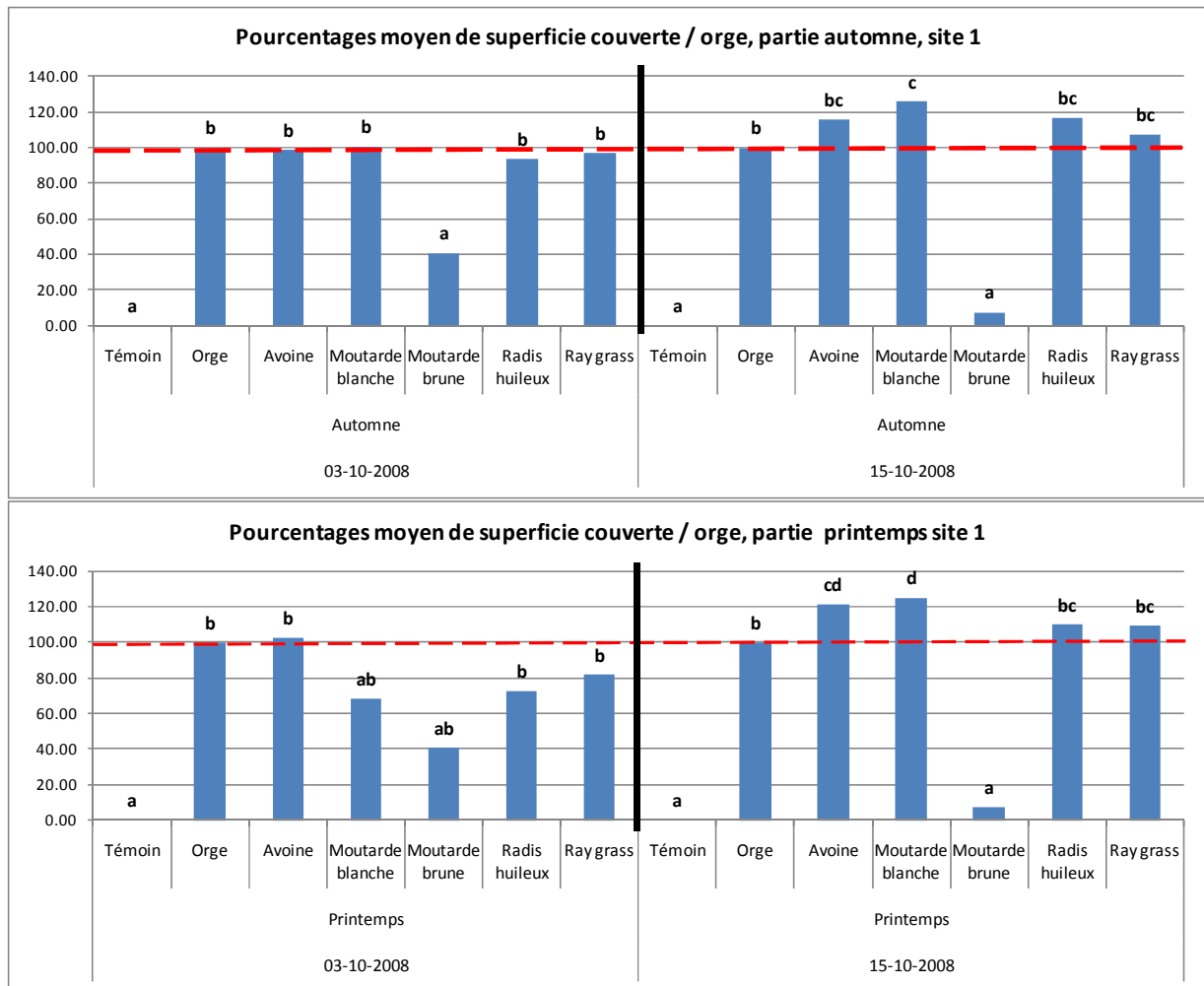
1. Évaluations des recouvrements pour le site 1

Figure 2. Évaluations visuelles de recouvrement, site 1 :



Une première évaluation du recouvrement a été réalisée lors du comptage des densités de couvre-sols (début octobre) et une seconde à la mi-octobre, avant l'enfouissement de la partie automne. Pour la première date d'évaluation, l'avoine ressort significativement différente de l'orge, confirmant son développement plus rapide. Cependant, le 15 octobre, tous les couvre-sols, hormis la moutarde brune, comptaient des recouvrements de 65 à 80%, et apparaissaient significativement différents du témoin (sol nu). Par contre, aucune espèce ne se démarque des autres.

Figure 3. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 1 :

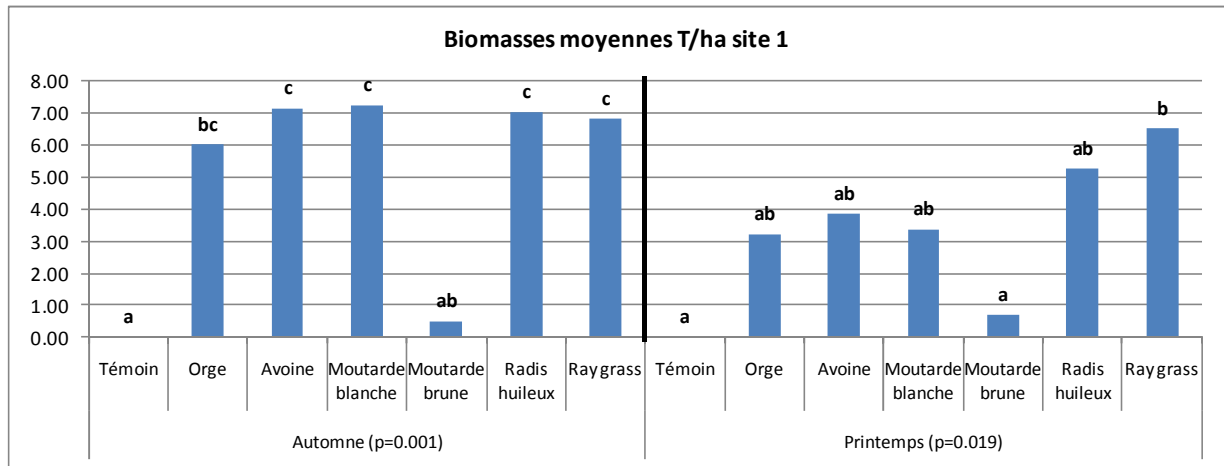


Afin d'apprécier plus précisément la qualité de recouvrement des espèces à l'essai, nous avons comparé le recouvrement des couvre-sols à l'orge (base 100%), habituellement utilisé par les producteurs. Malgré une faible croissance des couvre-sols, nous avons pu remarquer qu'en fin de saison (le 15 octobre), avant l'enfouissement de la partie automne, deux espèces montraient des recouvrements supérieurs à l'orge. Pour ce site, la moutarde blanche ressort significativement différente de l'orge avec une augmentation de couverture du sol de l'ordre de 20%. L'avoine s'étant développée plus rapidement que l'orge, montre une couverture un peu plus importante, mais pas toujours significative.

Le radis et le ray grass montrent les mêmes tendances mais ne sont pas significativement différents de l'orge.

2. Évaluations des biomasses, site 1

Figure 4. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 1 :

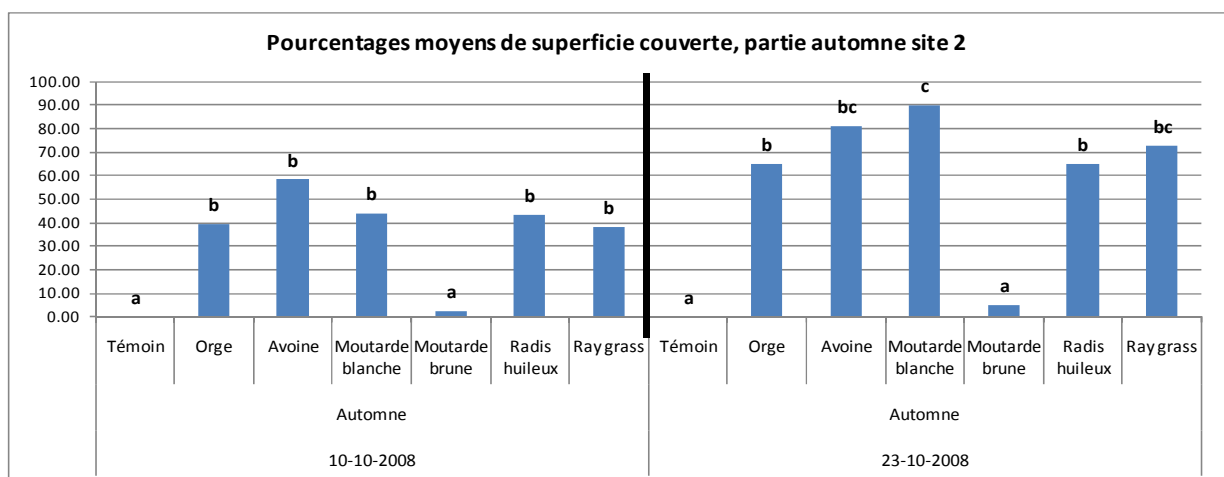


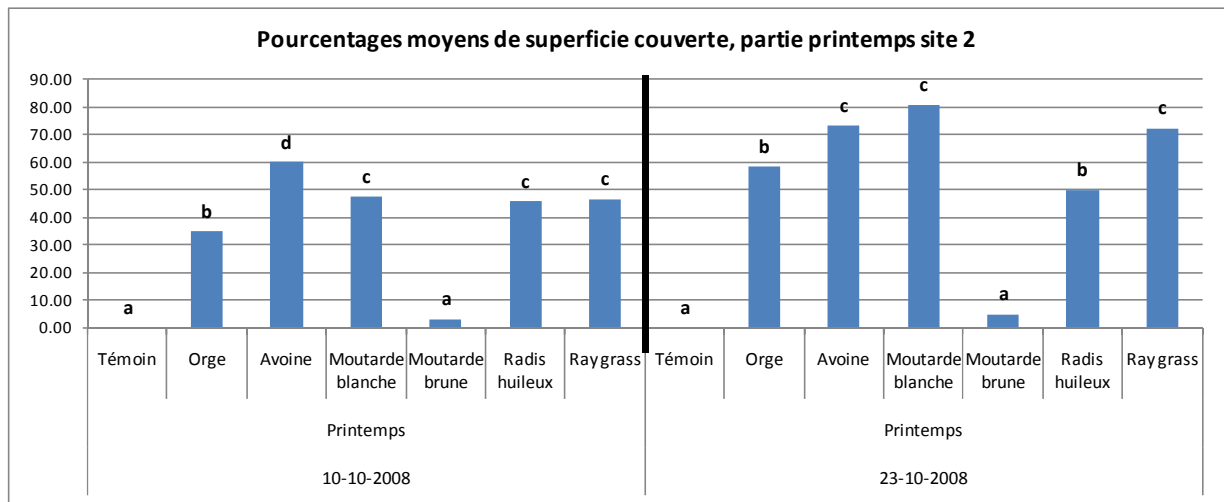
Avant l'enfouissement de la partie automne, l'évaluation des biomasses a été effectuée. Les résultats des prélèvements des couvre-sols dans deux quadras par parcelle sont exprimés en tonnes par hectare. Dans l'ensemble du site 1, les biomasses relevées n'ont pas permis de faire ressortir de différences significatives entre les espèces à l'essai. Les biomasses varient de 3 à 7 tonnes/ha, suivant les périodes d'enfouissement, ce qui représente une quantité relativement faible. Comme mentionné précédemment, cela confirme la faible croissance des couvre-sols.

3. Évaluation des recouvrements, site 2 :

Le deuxième site a été installé le 26 septembre, soit une semaine après le site 1, chez un autre producteur de la Montérégie ouest.

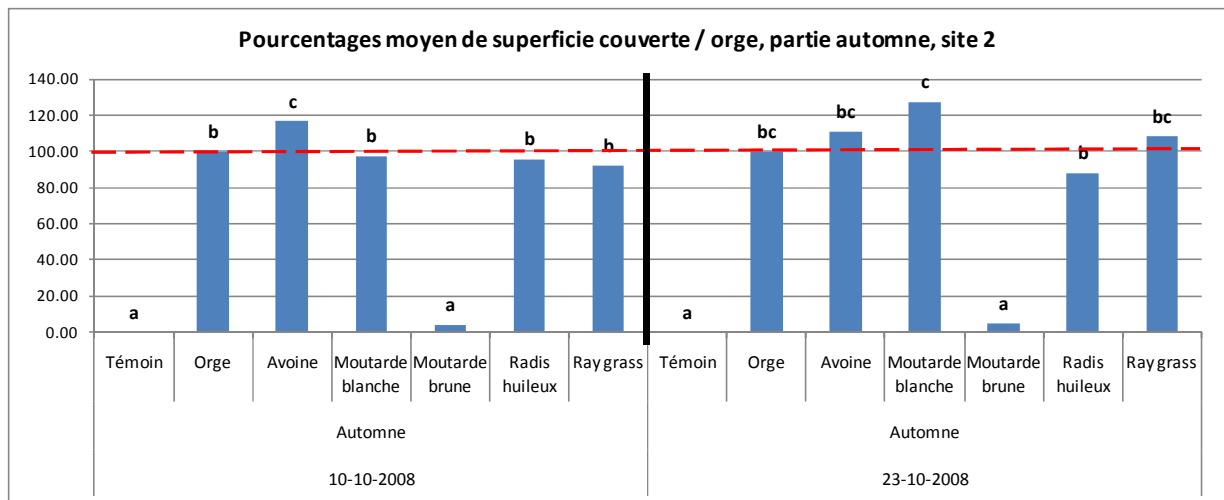
Figure 5. Évaluations visuelles de recouvrement, site 2 :

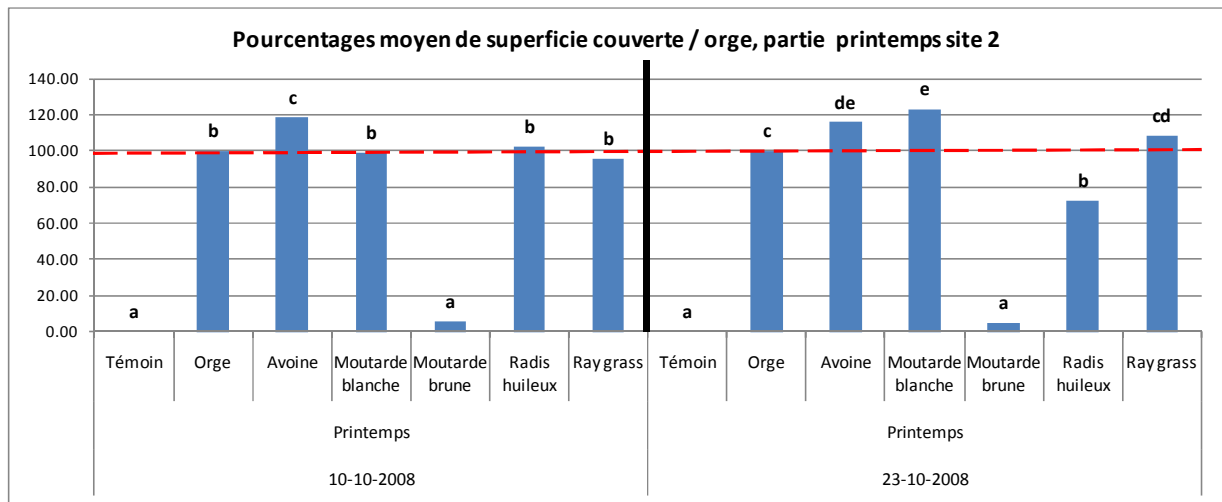




Pour le deuxième site, dans les mêmes conditions climatiques de développement, les pourcentages de recouvrement suivent les mêmes tendances que le site 1. L'avoine tend à s'installer plus rapidement que l'orge, donnant des recouvrements meilleurs. Avant l'enfouissement de la partie automne, les recouvrements de sol les plus élevés sont obtenus avec l'avoine, la moutarde et le ray grass, significativement différents de l'orge.

Figure 6. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 2 :

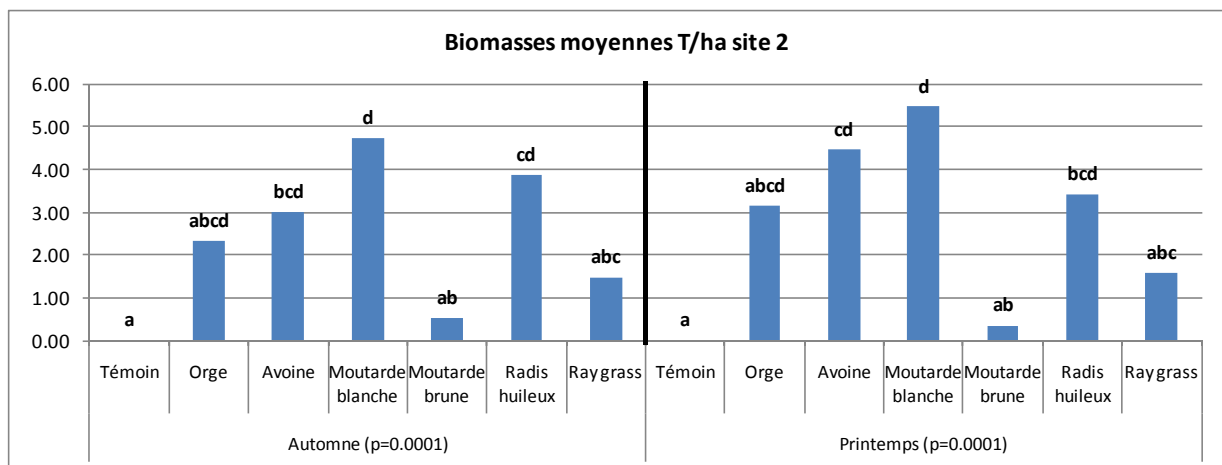




Pour ce critère d'évaluation, les résultats obtenus sont comparables au site 1. Par rapport à l'orge, l'avoine et la moutarde procurent une couverture de sol plus importante en fin de saison. La moutarde offre la meilleure couverture de sol, significativement différente de l'orge, avec une augmentation de couverture de l'ordre de 20%.

4. Évaluation des biomasses, site 2 :

Figure 7. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 2 :



Comme dans le premier site, les biomasses obtenues pour l'ensemble des couvre-sols à l'essai sont minimes. Elles varient de 1.5 à 5.5 tonnes par hectare. La moutarde blanche semble avoir le mieux supporté les températures fraîches du mois d'octobre puisqu'elle enregistre la plus forte biomasse, bien qu'elle ne soit pas significativement différente de l'orge. Ces observations nous montrent que les conditions climatiques sont un élément clé pour une bonne implantation des couvre-sols et doivent être prises en compte pour la période de semis.

Étant donné la faible croissance de l'ensemble des espèces durant l'automne 2008, les débris végétaux étaient inexistantes en 2009 dans la partie des essais devant être enfouie au printemps. L'évaluation des biomasses du printemps 2009 dans les sites 1 et 2 était donc irréalizable. Elle ne fera donc pas partie des

résultats de ce rapport. Par le fait même, les densités des cultures mises en place n'ont pas fait l'objet d'attention particulière, de même que la présence de mouches ou de charbon les semaines suivant la levée. Les sols étant nus dans l'ensemble des parcelles au printemps 2009, aucune concurrence vis-à-vis des mauvaises herbes était à signaler. De plus, avant le semis des oignons, il n'y avait pas de mauvaises herbes dans les sites 1 et 2, donc l'évaluation n'a pas été jugée pertinente.

Le 16 avril 2009, dans le site 1, le producteur a travaillé le sol sans contraintes particulières et a semé de l'échalote française le 04 mai 2009. Le taux de semis était de 913000 graines/ha (42 graines/mètre linéaire).

Dans le deuxième site, le producteur a semé des oignons rouges le 24 avril 2009 à un taux de semis de 500000 graines/ha (23 graines/mètre linéaire).

Les évaluations de rendement ont été effectuées en fin de saison de production en automne 2009. Les résultats obtenus sont présentés en termes de nombre et poids d'échalotes et d'oignons rouges vendables et totaux récoltés par hectare dans les tableaux suivants.

5. Évaluations des rendements site 1 et 2 :

Tableau 2. Évaluation du rendement (échalotes françaises), site 1 :

Rendements site 1 (échalotes françaises)						
Période	couvre-sols	Rendement moyen total récolté (nbre/ha)	Rendement moyen vendables (nbre/ha)	Pourcentages moyens de levée de la culture	Rendement moyen total (T/ha)	Rendement moyen vendables (T/ha)
Automne	témoin	701086 a	682971 a	76.78 a	43.31 a	42.55 a
	orge	704710 a	679347 a	77.18 a	41.95 a	41.68 a
	avoine	733695 a	695652 a	80.35 a	41.86 a	41.05 a
	moutarde blanche	768115 a	715579 a	84.12 a	43.53 a	42.93 a
	moutarde brune	681159 a	652173 a	74.60 a	39.69 a	39.34 a
	radis huileux	701086 a	657608 a	76.78 a	41.59 a	41.15 a
	ray grass	807971 a	755434 a	88.49 a	42.01 a	41.26 a
	Pr > F	p=0.177	p=0.337	p=0.177	p=0.499	p=0.621
Printemps	témoin	724637 a	675724 a	79.36 a	41.25 a	40.67 a
	orge	766304 a	666666 a	83.92 a	40.21 a	38.73 a
	avoine	909420 a	846014 a	99.60 a	42.28 a	41.53 a
	moutarde blanche	692028 a	635869 a	75.79 a	38.75 a	38.26 a
	moutarde brune	778985 a	713768 a	85.31 a	41.03 a	40.28 a
	radis huileux	710144 a	673913 a	77.77 a	41.23 a	40.59 a
	ray grass	739130 a	684782 a	80.95 a	41.08 a	40.23 a
	Pr > F	p=0.487	p=0.346	p=0.487	p=0.733	p=0.723

Tableau 3. Évaluation du rendement (oignons rouges), site 2 :

Rendements site 2 (oignons rouges)						
Période	Couvre-sols	Rendement moyen total récolté (nbre/ha)	Rendement moyen vendables (nbre/ha)	Pourcentages moyens de levée de la culture	Rendement moyen total (T/ha)	Rendement moyen vendables (T/ha)
Automne	témoin	367753 a	190217 a	73.55 a	56.10 a	39.11 a
	orge	364130 a	197463 a	72.82 a	56.64 a	40.57 a
	avoine	342391 a	172101 a	68.47 a	55.07 a	37.80 a
	moutarde blanche	344202 a	197463 a	68.84 a	57.68 a	43.96 a
	moutarde brune	336956 a	197463 a	67.39 a	55.67 a	42.59 a
	radis huileux	347826 a	217391 a	69.56 a	57.33 a	45.68 a
	ray grass	340579 a	192028 a	68.11 a	56.08 a	41.10 a
		p=0.970	p=0.942	p=0.970	p=0.733	p=0.723
Printemps	témoin	347826 a	230072 a	69.56 a	56.59 a	47.10 a
	orge	335144 a	219202 a	67.02 a	57.64 a	47.84 a
	avoine	324275 a	182971 a	64.85 a	54.90 a	41.72 a
	moutarde blanche	367753 a	222826 a	73.55 a	58.07 a	45.18 a
	moutarde brune	347826 a	217391 a	69.56 a	55.63 a	46.37 a
	radis huileux	335144 a	173913 a	67.02 a	52.86 a	37.62 a
	ray grass	349637 a	195652 a	69.92 a	53.98 a	41.86 a
		p=0.848	p=0.049	p=0.848	p=0.603	p=0.070

Les évaluations à la récolte n'ont montré aucune différence entre les différents couvre-sols concernant le nombre et le poids d'échalotes et d'oignons rouges récoltés. Le nombre d'échalotes et d'oignons vendables par rapport au nombre total récolté est proportionnel pour tous les traitements dans les deux sites. Le pourcentage de levée des cultures n'est pas différent d'un couvre-sol à l'autre.

Par rapport au témoin (sol nu), on ne remarque pas d'influence des couvre-sols sur le rendement de la culture, qu'ils aient été enfouis à l'automne ou au printemps.

Malgré une implantation tardive de ces deux sites (19 et 26 septembre 2008) et une faible croissance des espèces testées, les observations auront néanmoins permis, pour une première année, de constater d'une part que l'avoine s'implante plus rapidement que l'orge et, d'autre part, que la moutarde procure une couverture du sol supérieure à l'orge en conditions climatiques fraîches.

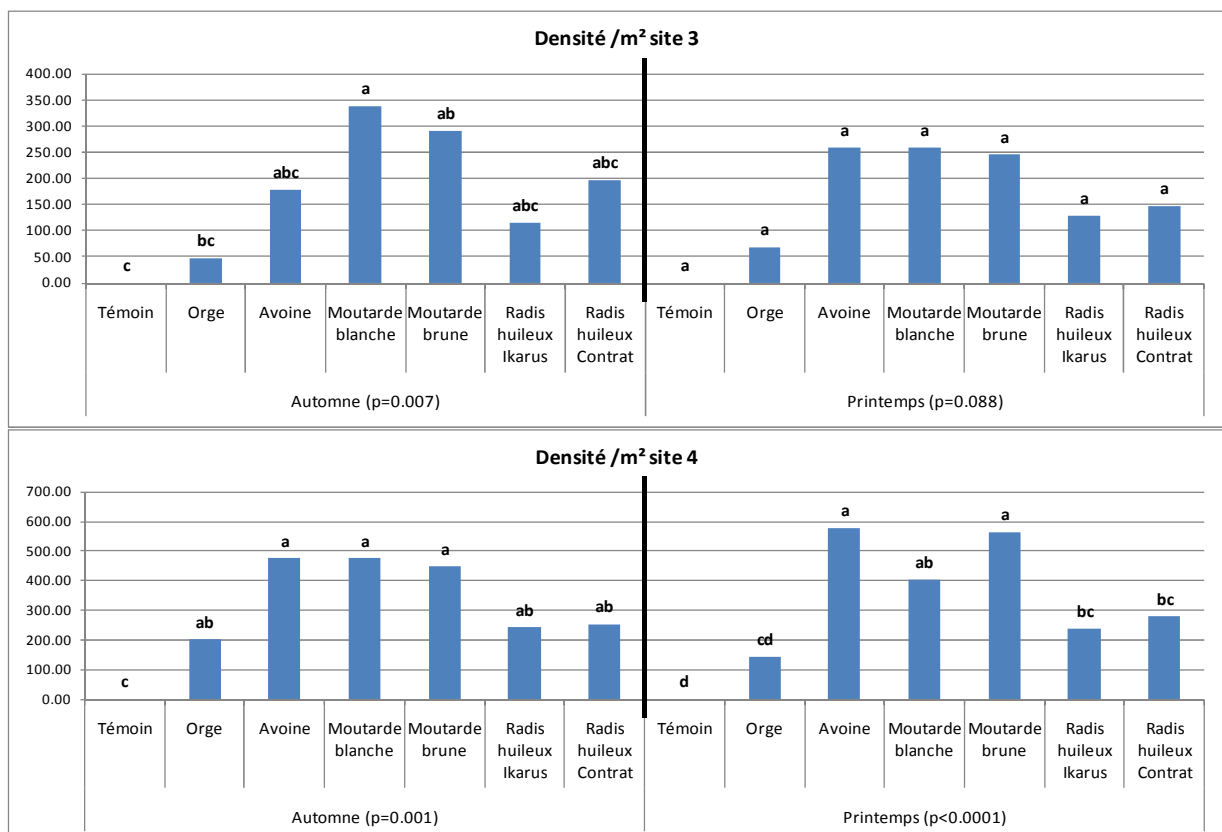
Du fait d'une faible croissance des couverts végétaux durant l'automne 2008, la faible quantité de résidus n'a en rien gêné le travail du sol et le semis des cultures au printemps 2009 et n'a pas affecté les rendements.

Résultats pour les sites 3 et 4 (2009-2010)

Malgré l'implantation plus précoce des deux sites à l'automne 2009 (1^{er} et 4 septembre) avec des températures plus clémentes, seul le site 3 a connu une croissance des couvre-sols suffisante pour permettre une évaluation des résidus au printemps 2010. Bien qu'ayant été installé à trois jours d'intervalle, le site 4 ne s'est pas développé suffisamment (voir photo page 27). Les conditions trop sèches du sol dans ce dernier n'ont pas favorisé une bonne croissance des végétaux.

D'autre part, comme mentionné dans la méthodologie, le lot de semences de moutarde brune a été changé pour la moutarde brune « Bioactiv » ainsi que les radis huileux (variétés IKARUS et CONTRAT).

Figure 8. Densités moyennes des couvre-sols par m², site 3 et 4 :



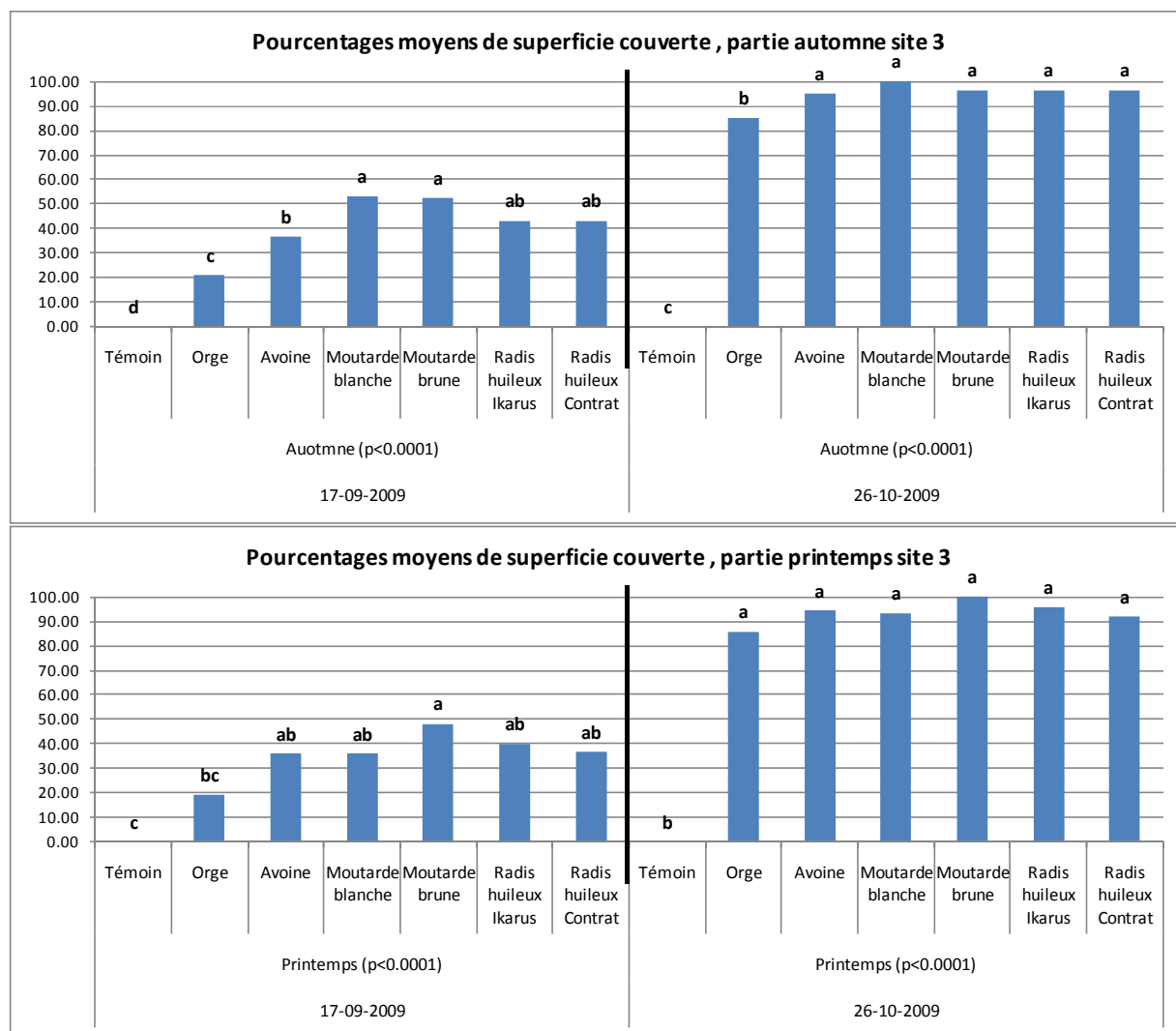
Dans le site 3 le 17 septembre 2009, après une implantation en conditions humides, les couvre-sols avaient atteint le stade 4-5 feuilles. Dans l'ensemble, nous pouvons remarquer que les radis comptent un nombre de plants au m² plus faible que les moutardes mais les différences ne sont pas significatives.

Dans la partie automne, seule la moutarde blanche ressort significativement différentes de l'orge. Une variabilité plus importante entre les répétitions de la partie printemps n'aura pas occasionné de différences significatives, même si les tendances sont similaires.

Dans le site 4 le 7 octobre 2009, après une implantation en conditions sèches, les couvre-sols étaient rendus au stade 2-3 feuilles. L'avoine et les moutardes comptent un nombre plus important de plants au m² alors que les densités de radis restent sensiblement équivalentes à l'orge. Dans la partie printemps, les différences sont plus marquées, l'avoine et les moutardes comptant une densité plus élevée. Une fois de plus, l'avoine et les moutardes semblent s'installer plus rapidement que l'orge, comme dans les deux sites de 2008. Les conditions plus humides du sol dans le site 3 auront occasionné un meilleur développement de l'ensemble des espèces à l'essai.

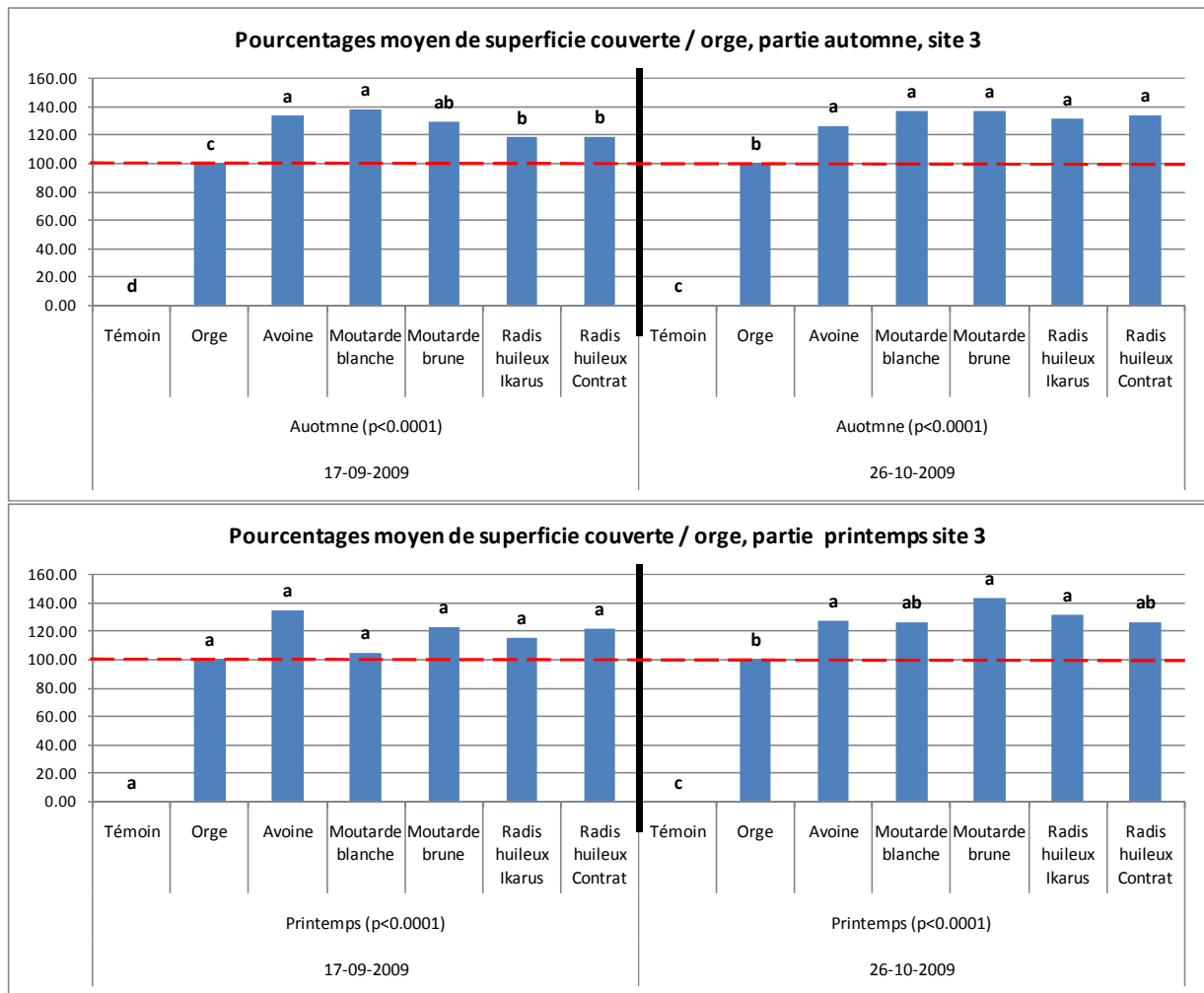
1. Évaluations de recouvrement site 3 :

Figure 9. Évaluations visuelles de recouvrement, site 3 :



Lors de l'évaluation du 17 septembre, les couvre-sols testés donnent de manière générale un meilleur recouvrement que l'orge. Suite à une bonne croissance de l'ensemble des espèces durant la période de l'essai, l'évaluation globale de recouvrement du sol s'avèrera excellente pour toutes les parcelles en fin de saison, avant l'enfouissement de la partie automne (26 octobre). L'orge ressort significativement différent des autres couvre-sols dans la partie automne, avec un pourcentage de recouvrement plus faible.

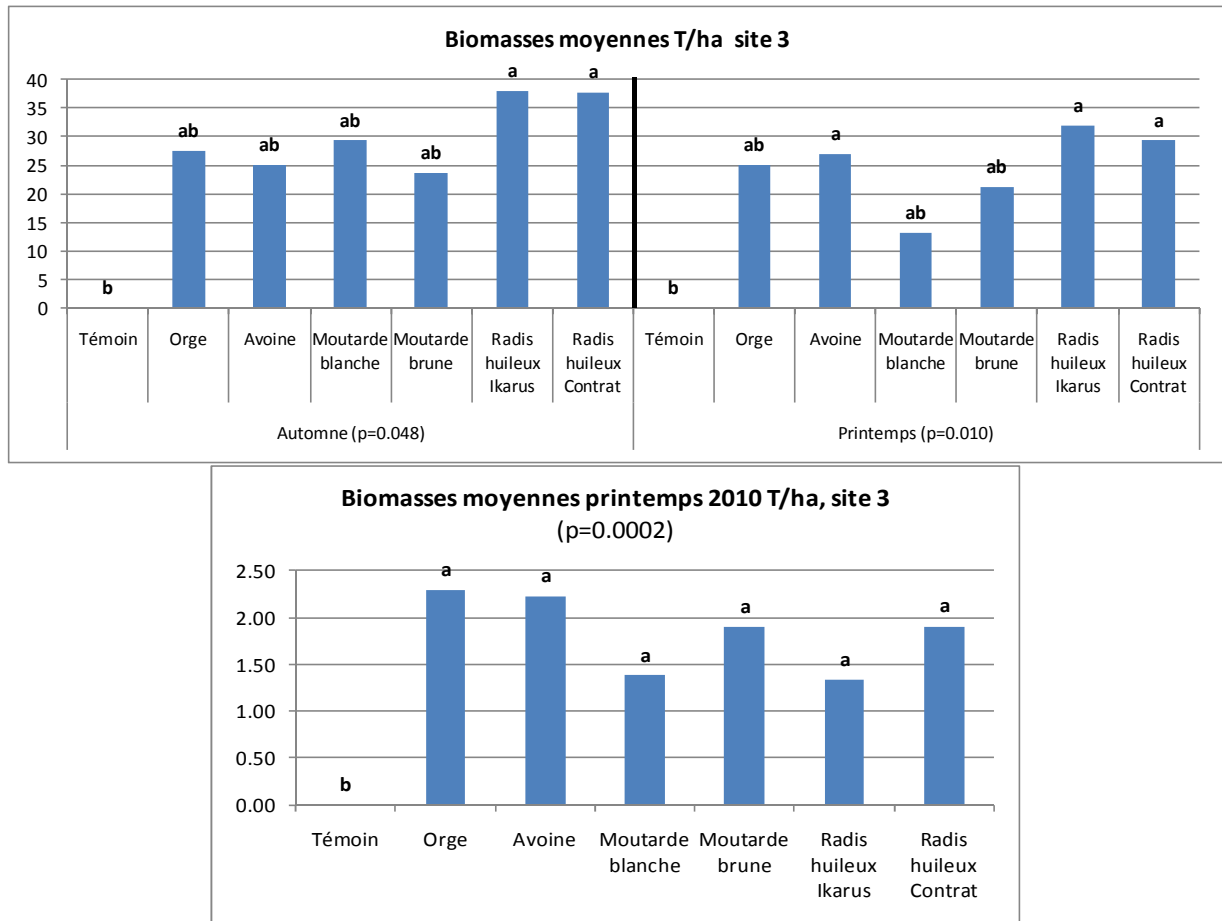
Figure 10. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 3 :



Par rapport à l'orge, l'avoine et les crucifères (moutardes et radis) procurent des couvertures de sol plus importantes. Lors de la dernière évaluation (le 26 octobre) le recouvrement est supérieur de plus de 20% par rapport à l'orge, mais les couverts végétaux à l'essai ne se démarquent pas les uns des autres. Nous pouvons donc dire, aux vues de ces résultats, que les crucifères et l'avoine sont de bonnes alternatives à l'orge en terme de recouvrement et permettraient une protection du sol équivalente, voir meilleure, durant l'hiver.

2. Évaluation des biomasses site 3 :

Figure 11. Évaluation des biomasses de couvre-sols, automne 2009 et printemps 2010, site 3 :



Les biomasses prélevées lors de la dernière évaluation avant l'enfouissement de la partie automne (le 26 octobre 2009) reflètent la bonne croissance des couvre-sols durant les mois de septembre et octobre.

Les poids varient de 20 à 37 tonnes/ha, les poids les plus élevés concernent les radis mais il n'y a pas de différences significatives entre les couvre-sols.

Il est à noter que les jours précédant la récolte de ces biomasses, les premiers gels étaient survenus. Le matin de la récolte nous avons constaté que la moutarde avait commencé à dépérir, tandis que les autres couvre-sols étaient encore verts. Cela a sans doute affecté les poids des biomasses de moutarde. Cela nous indique aussi que les moutardes sont plus sensibles au gel que les radis, pour les espèces de crucifères à l'essai (photos en page 27)

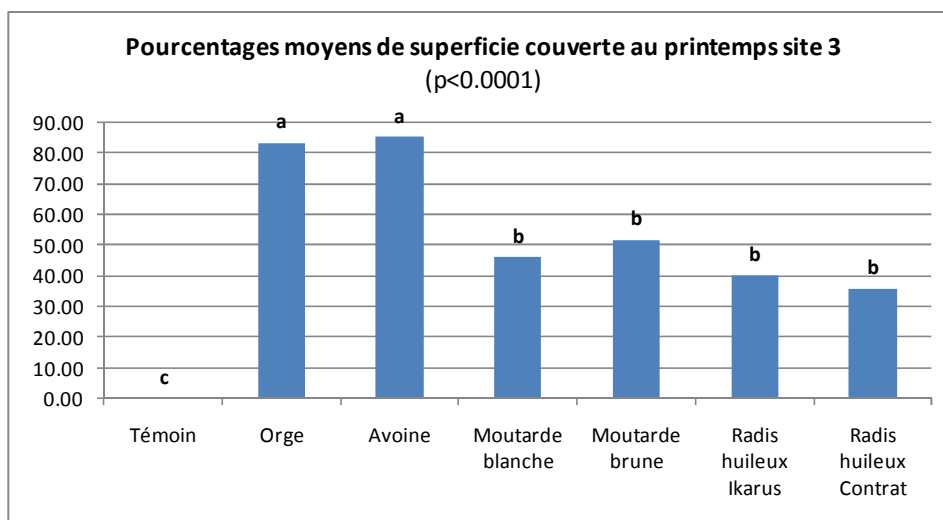
Le 15 avril 2010, avant l'enfouissement de la partie printemps de l'essai, les biomasses résiduelles de l'hiver ont été évaluées de la même façon que l'automne précédent. Les résultats obtenus ne montrent pas de différences statistiques entre les différents couvre-sols. Cependant on remarque que les crucifères ont laissé un peu moins de résidus comparé à l'orge et l'avoine (photos en page 28). Cette observation nous laisse suggérer que le travail du sol, en vue de l'implantation de la culture de l'oignon, serait facilité.

Lors de cette évaluation, nous avons également remarqué que les résidus de crucifères étaient très friables, c'est-à-dire que les tiges se brisaient très facilement et ne constituaient pas de « paille » comme les

graminées telles que l'orge et l'avoine. Cela conforte notre hypothèse selon laquelle les moutardes ou les radis huileux seraient des espèces de couvre-sols à envisager pour pallier aux problèmes de travail du sol au printemps. Les photos en page 28 montrent l'orge et l'avoine résiduelles suite au travail du sol et au semis des oignons. Les débris étaient inexistantes dans les parcelles de crucifères.

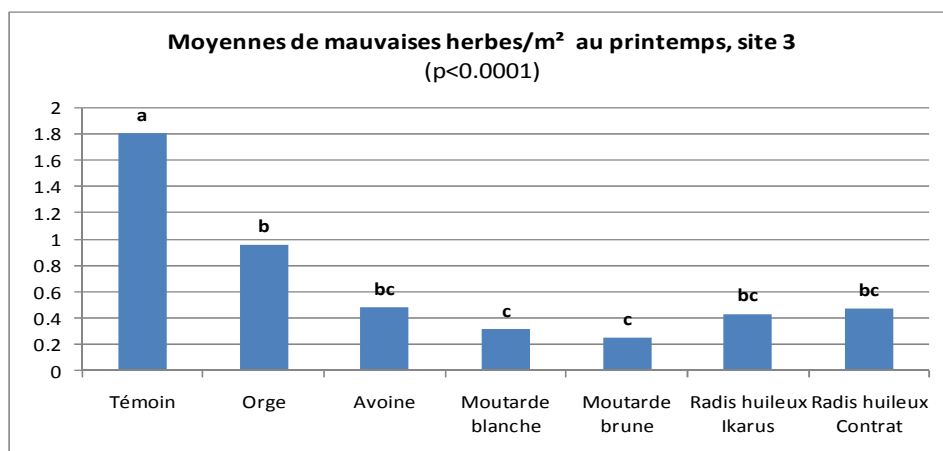
3. Évaluation de recouvrement des couvre-sols résiduels au printemps et de la répression des mauvaises herbes, site 3:

Figure 12. Évaluation visuelle de recouvrement au printemps 2010, site 3 :



L'évaluation du recouvrement des couvre-sols résiduels au printemps fait ressortir une différence significative entre les graminées et les crucifères. En effet, suite à la période hivernale, l'orge et l'avoine ont gardé un pourcentage de recouvrement de sol de l'ordre de 80%, tandis que les moutardes et radis dénotent un recouvrement de 35 à 50%. Considérant l'effet de « paille » occasionné par les graminées, non souhaitable pour un travail du sol adéquat, les pourcentages de recouvrements obtenus avec les espèces de crucifères restent acceptables. Une protection du sol de 40 à 50% durant l'hiver permettrait tout de même de freiner l'érosion hivernale des champs cultivés.

Figure 13. Évaluation de la répression des mauvaises herbes, site 3



Étant donné la quantité de résidus de couvre-sols obtenue au printemps et les données recueillies lors des évaluations de recouvrement au mois d'avril, il nous a semblé pertinent de comptabiliser les mauvaises herbes émergentes pour chaque espèce de couvre-sol à l'essai. Cette évaluation a été réalisée en même temps que l'évaluation de recouvrement, le 15 avril 2010, avant l'enfouissement de la partie printemps. Bien que ces mauvaises herbes furent en faible quantité, les comptages démontrent l'intérêt de l'utilisation d'un couvre-sol étant donné que le nombre de mauvaises herbes au m² dans les parcelles témoin (sol nu) est significativement supérieur aux autres traitements. En outre, les parcelles ayant eu de la moutarde comme couvre-sols comptent moins de mauvaises herbes que l'orge. Les radis et l'avoine ont également permis une bonne répression, mais ne sont pas significativement différents de l'orge.

Suite au semis des oignons, effectué le 15 mai 2010, le producteur a débuté les traitements herbicides, qui se sont succédés comme suit :

- 18 mai 2010 : application de Pardner
- 28 mai 2010 : application de Goal
- 21 juin 2010 : application de Venture
- 23 juin 2010 : application de Prowl

À deux reprises, après la levée de la culture, la répression des mauvaises herbes a été évaluée (sur une échelle de 0 à 100%)

Tableau 4 Pourcentages de répression des mauvaises herbes, site3 :

couvre-sols	Pourcentages moyens de répression des mauvaises herbes site 3			
	Partie automne		Partie printemps	
	11 juin 2010 (+14 jours)	24 juin 2010 (+30 jours)	11 juin 2010 (+14 jours)	24 juin 2010 (+30 jours)
Témoin	56.6 a	73.3 a	66.6 ab	86.6 a
Orge	60.0 a	66.6 a	78.3 a	86.6 a
Avoine	61.6 a	80.0 a	70.0 ab	83.3 a
Moutarde blanche	56.6 a	70.0 a	68.3 ab	83.3 a
Moutarde brune	41.6 a	60.0 a	60.0 b	80.0 a
Radis huileux Ikarus	55.0 a	70.0 a	71.6 ab	81.6 a
Radis huileux Contrat	53.3 a	73.3 a	58.3 b	80.0 a
Pr > F	p=0.021	p=0.940	p=0.013	p=0.696

Tenant compte des deux traitements herbicides effectués avant l'évaluation du 11 juin, la répression des mauvaises herbes n'est pas seulement due à l'effet des couvre-sols. À cette date, dans la partie printemps, les parcelles ayant eu la moutarde brune et le radis huileux Contrat comptaient un pourcentage de répression moins élevé que l'orge, mais la différence n'a été significative que par rapport à celle-ci. Suite aux applications subséquentes d'herbicides (le 21 et la 23 juin), aucune différence n'est à signaler entre les parcelles, le pourcentage de répression de mauvaises herbes variant de 60 à 86%. Notons cependant que cette répression semble être meilleure lorsque les couvre-sols sont enfouis au printemps.

Une évaluation a eu lieu après la levée des oignons afin de comparer la densité de la culture en fonction des couvre-sols.

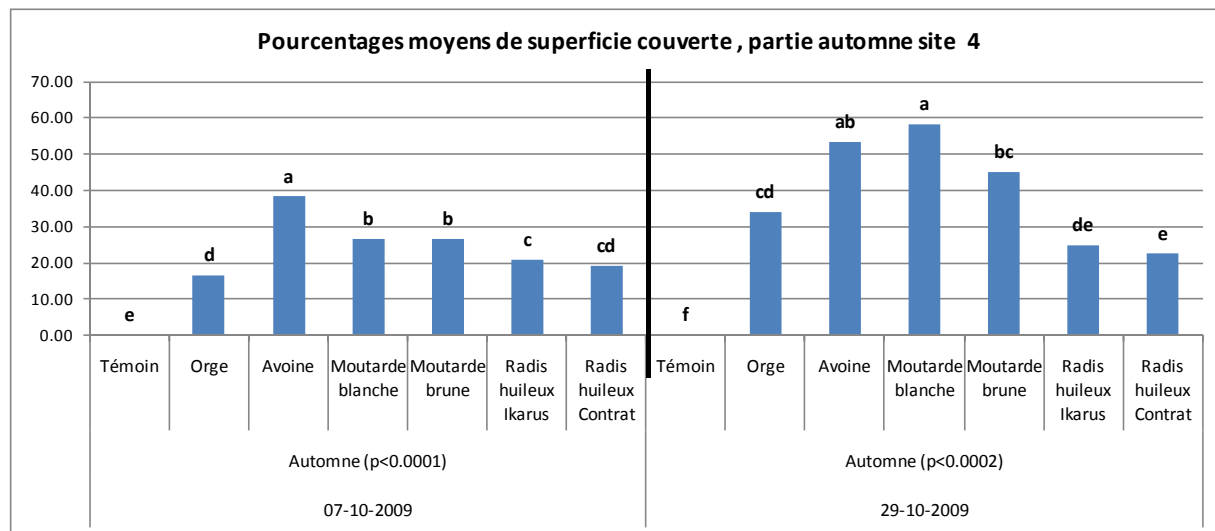
Tableau 5. Évaluation de la densité de la culture, site 3

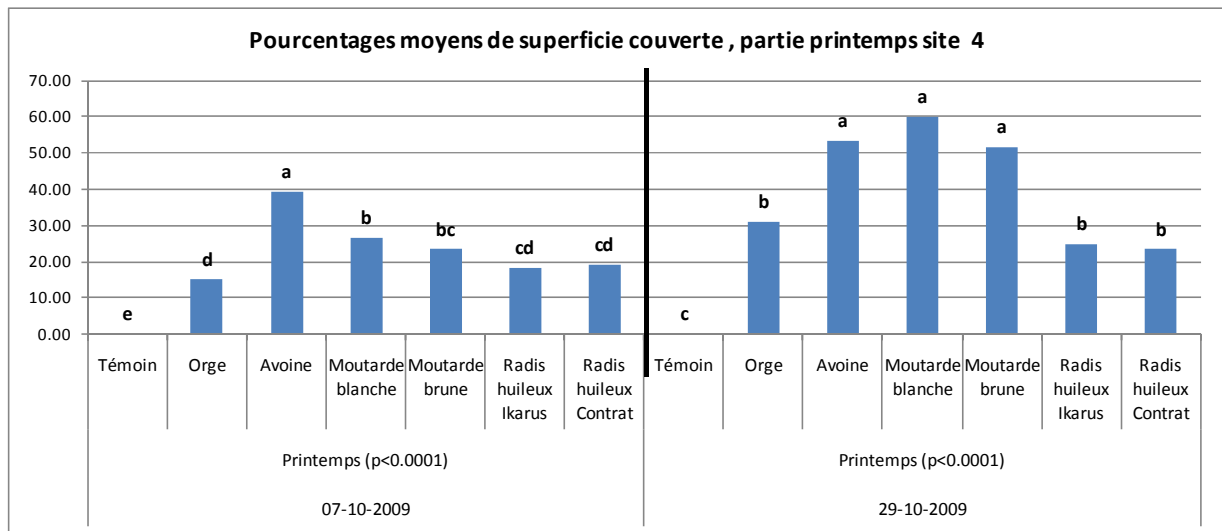
Densités moyennes d'oignons/m le 11 Juin 2010 site 3		
couvre-sols	Partie automne	Partie printemps
Témoin	23.0 a	24.8 a
Orge	23.0 a	22.0 a
Avoine	22.0 a	24.0 a
Moutarde blanche	23.5 a	23.0 a
Moutarde brune	23.0 a	24.6 a
Radis huileux Ikarus	24.0 a	22.8 a
Radis huileux Contrat	24.0 a	24.0 a
Pr > F	p=0.019	p=0.775

Le 11 juin, les oignons étaient au stade 2 feuilles dans l'ensemble de l'essai. Les comptages ne font pas ressortir de différences significatives entre les différents couvre-sols pour cette évaluation. Les espèces à l'essai n'auront donc pas influencé la levée des oignons.

4. Évaluations de recouvrement, site 4 :

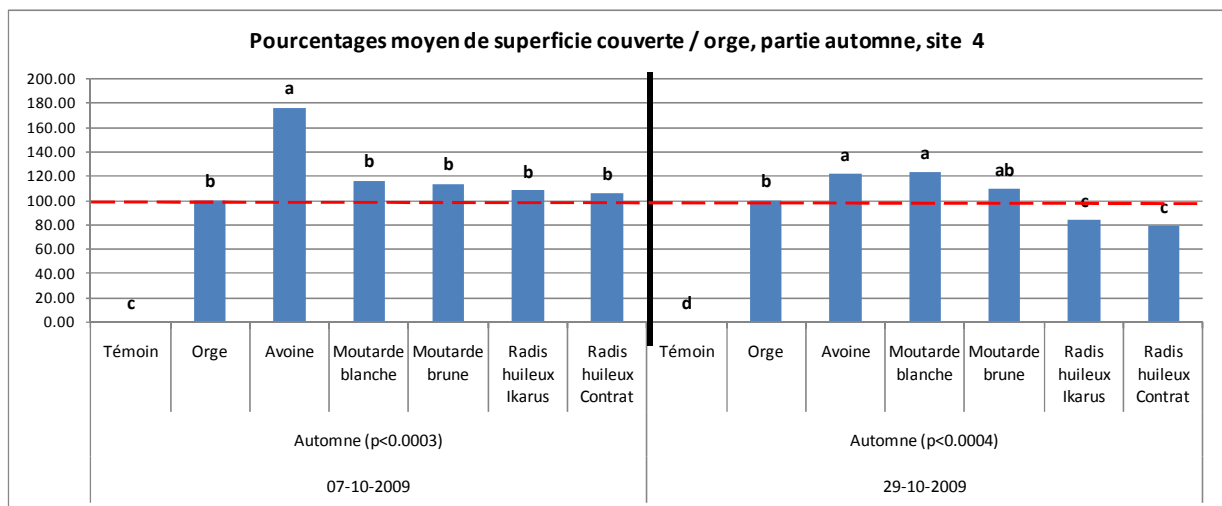
Figure 14. Évaluations visuelles de recouvrement, site 4 :

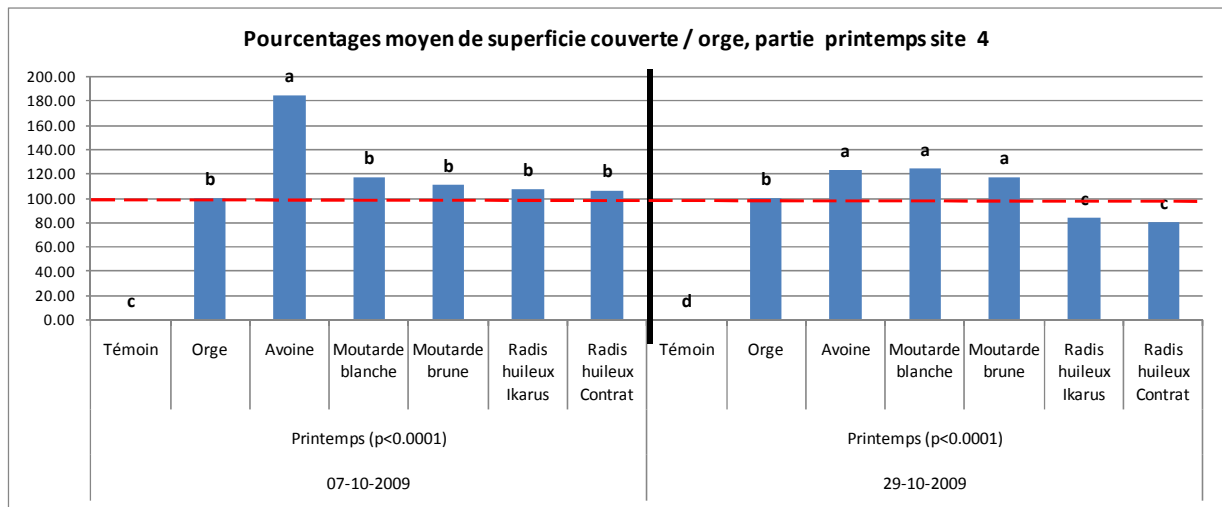




Pour ce site, les conditions sèches lors de l'implantation des espèces à l'essai ont freiné le développement des couvre-sols. Lors de l'évaluation du 29 octobre, les couvre-sols avaient atteint le stade 5-6 feuilles. Ce stade est comparable aux essais installés en 2008. Les meilleurs recouvrements se situent entre 50 et 60 % en fin d'automne ce qui reste relativement faible. Ceci dit, l'avoine est le couvert végétal qui semble avoir le moins souffert des conditions sèches, puisqu'elle procure un meilleur recouvrement lors de la première évaluation (le 7 octobre 2009). Fin octobre, avant l'enfouissement de la partie automne, les meilleurs recouvrements sont obtenus avec l'avoine et les moutardes, significativement différentes de l'orge. Les radis quand à eux ne se sont pas autant développés et donnent des recouvrements moins élevés que l'orge.

Figure 15. Évaluations visuelles comparatives de recouvrement par rapport à l'orge, site 4 :

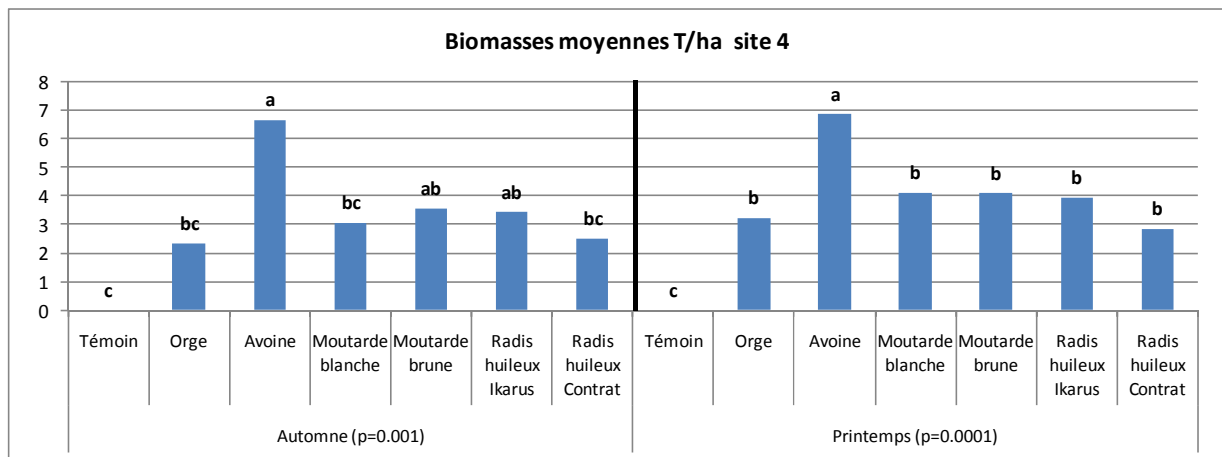




Comparativement à l'orge (base 100%), l'avoine et les moutardes donnent des pourcentages de recouvrement plus élevés, de l'ordre de 20%, en fin de saison. Une fois de plus, ces résultats nous montrent que ces espèces permettraient une protection accrue des sols. Compte tenu des conditions sèches du sol le radis, qui en a le plus souffert, procure une protection du sol plus faible que l'orge, élément clé à considérer par les producteurs dans le choix du couvert végétal à mettre en place.

5. Évaluations des biomasses, site 4 :

Figure 16. Évaluation des biomasses de couvre-sols, site 4 :



Les biomasses prélevées dans ce site sont comparables aux sites de 2008. En effet, elles varient de 2.5 à 7 tonnes /ha, ce qui reste faible. De ce fait, les évaluations de biomasses résiduelles étaient irréalisables au printemps 2010. Néanmoins nous pouvons remarquer que l'avoine compte la plus importante biomasse, les moutardes et radis étant équivalents à l'orge.

Les évaluations visuelles de recouvrement et de répression des mauvaises herbes n'ont pas été jugées pertinentes et ne feront pas partie de ce rapport.

Après le semis des oignons, effectué le 17 mai 2010, un comptage de densité de la culture a été réalisé au stade 1 à 2 feuilles, le 13 juin 2010 .

Tableau 6 Évaluation de la densité de la culture, site 4

Densités moyennes d'oignons/m le 03 Juin 2010 site 4		
couvre-sols	Partie automne	Partie printemps
Témoin	31.0 a	29.6 a
Orge	29.0 a	30.5 a
Avoine	28.8 a	30.0 a
Moutarde blanche	31.0 a	31.0 a
Moutarde brune	29.0 a	32.0 a
Radis huileux Ikarus	30.0 a	32.8 a
Radis huileux Contrat	31.0 a	28.8 a
Pr > F	p=0.869	p=0.647

Aucune différence n'est à remarquer pour la densité des oignons dans l'ensemble des parcelles de ce site. Étant donné que les résidus de couvre-sols étaient inexistantes, aucune contrainte n'a été à signaler lors du travail du sol et du semis de la culture au printemps.

6. Évaluations des rendements, site 3 et 4 :

Tableau 7. Évaluations du rendement (oignons jaunes), site 3 :

Rendements site 3 (oignons jaunes)						
Période	couvre-sols	Rendement moyen total récolté (nbre/ha)	Rendement moyen vendables (nbre/ha)	Pourcentages moyens de levée de la culture	Rendement moyen total (T/ha)	Rendement moyen vendables (T/ha)
Automne	Témoin	529891 a	317934 a	84.05 a	72.92 a	49.33 a
	Orge	550724 a	387681 a	87.35 a	70.67 a	55.68 a
	Avoine	509057 a	387681 a	80.74 a	66.58 a	56.50 a
	Moutarde blanche	505434 a	324275 a	80.17 a	66.72 a	47.41 a
	Moutarde brune	505434 a	380434 a	80.17 a	66.01 a	55.65 a
	Radis huileux Ikarus	568840 a	347826 a	90.22 a	72.90 a	50.91 a
	Radis huileux Contrat	585144 a	405797 a	92.81 a	73.10 a	59.09 a
Pr > F	p=0.127	p=0.556	p=0.127	p=0.509	p=0.812	
Printemps	Témoin	543478 a	353260 a	86.20 a	70.52 a	51.31 a
	Orge	467391 a	344202 a	74.13 a	65.91 a	53.53 a
	Avoine	536231 a	387681 a	85.05 a	70.47 a	58.24 a
	Moutarde blanche	492753 a	375000 a	78.16 a	65.38 a	56.75 a
	Moutarde brune	554347 a	431159 a	87.93 a	73.55 a	63.76 a
	Radis huileux Ikarus	556159 a	384057 a	88.21 a	73.45 a	60.97 a
	Radis huileux Contrat	498188 a	385869 a	79.02 a	66.23 a	57.46 a
Pr > F	p=0.306	p=0.258	p=0.306	p=0.168	p=0.360	

Tableau 8 Évaluations du rendement (oignons jaunes), site 4 :

Rendements site 4 (oignons jaunes)						
Période	couvre-sols	Rendement moyen total récolté (nbre/ha)	Rendement moyen vendables (nbre/ha)	Pourcentages moyens de levée de la culture	Rendement moyen total (T/ha)	Rendement moyen vendables (T/ha)
Automne	Témoin	572463 a	10869 a	87.77 a	29.98 a	1.14 a
	Orge	568840 a	7246 a	87.22 a	29.98 a	0.76 a
	Avoine	567028 a	7246 a	86.94 a	27.40 a	0.76 a
	Moutarde blanche	545289 a	5434 a	83.61 a	27.02 a	0.59 a
	Moutarde brune	496376 a	14492 a	76.11 a	26.68 a	1.48 a
	Radis huileux Ikarus	605072 a	10869 a	92.77 a	31.57 a	1.10 a
	Radis huileux Contrat	541666 a	23550 a	83.05 a	27.80 a	2.46 a
	Pr > F	p=0.332	p=0.783	p=0.332	p=0.269	p=0.794
Printemps	Témoin	507246 a	30797 a	77.77 a	30.07 a	3.35 a
	Orge	579710 a	81521 a	88.88 a	37.62 a	9.13 a
	Avoine	574275 a	99637 a	88.05 a	39.81 a	10.88 a
	Moutarde blanche	585144 a	103260 a	89.72 a	39.51 a	11.23 a
	Moutarde brune	523550 a	43478 a	80.27 a	32.01 a	4.71 a
	Radis huileux Ikarus	561594 a	59782 a	86.11 a	33.51 a	6.41 a
	Radis huileux Contrat	431159 a	43478 a	66.11 a	26.73 a	4.90 a
	Pr > F	p=0.972	p=0.259	p=0.972	p=0.493	p=0.269

Pour le site 3, les oignons ont été implantés à un taux de semis de 630000 graines/ha. Les pourcentages moyens de levée varient de 79 à 90% et ne sont pas différents d'un couvre-sol à l'autre. La période d'enfouissement ne semble pas non plus avoir influencé les rendements, que ce soit en nombre d'oignons récoltés ou en poids.

Dans le site 4, le taux de semis était de 650000graines/ha. Les mêmes tendances sont observées que dans le site 3. Le pourcentage de levée n'est pas différent d'un couvre-sol à l'autre. Les rendements vendables sont plus faibles que le site 3 mais ceci n'est pas dû aux couvre-sols. En effet, ce champ a été atteint d'une pourriture bactérienne qui a affecté l'ensemble du site, la partie automne ayant été la plus affectée.

Durant le début de la saison de production, après la levée des oignons, nous avons relevé une présence très faible de charbon ou de mouches. Cette présence étant très minime et non homogène, aucune analyse n'a été effectuée sur ces observations, jugées non pertinentes. Elles ne seront pas présentées dans ce rapport.

Conclusion

Au terme de deux années d'essais, différents couverts végétaux ont été évalués afin de déterminer leur potentiel de protection des sols contre l'érosion hivernale et ce sans nuire à l'implantation des cultures d'*Alliums* au printemps.

Comparés à l'orge, couramment utilisé par les producteurs maraîchers en intersaison, l'avoine, la moutarde blanche, la moutarde brune, les radis huileux et le ray grass ont montré un potentiel de solution intéressant comme alternative à l'orge.

Aux vues des résultats analysés, plusieurs points sont à retenir :

- L'hypothèse que l'avoine s'implanterait mieux que l'orge en conditions plus froides ou difficiles semble être vérifiée puisque, selon les résultats obtenus, les comptages quadrats, les évaluations visuelles et l'évaluation des biomasses, en fin d'automne 2008 et 2009, sont globalement meilleures pour l'avoine que pour l'orge. L'avoine germerait plus rapidement et s'implanterait mieux que l'orge en sol organique et procurerait donc une meilleure protection du sol durant l'hiver. Toutefois, les contraintes liées à la quantité de débris végétaux au printemps pour le travail du sol et l'implantation des cultures d'oignons sont équivalents à l'orge. Tenant compte de ce fait, l'avoine serait un couvre-sol intéressant mais pour une implantation tardive, afin que les résidus au printemps ne soient pas trop importants.
- Les moutardes et les radis procurent un très bon recouvrement du sol lorsqu'ils sont implantés suffisamment tôt au mois de septembre et que les conditions sont favorables à une bonne croissance du couvert végétal. Les couvre-sols à feuilles larges protègent en effet mieux le sol que les graminées. Cette observation a surtout été constatée en 2009, dans le site 3, les couvre-sols ayant été implantés plus tôt et dans un **sol humide**.
- Lorsque le sol est sec, la moutarde serait plus appropriée que les radis. En référence au site 4, le radis a eu de la difficulté à fournir une biomasse et un recouvrement satisfaisant comparé aux moutardes. Le recouvrement était même moins bon que l'orge.
- En 2009, lors de la récolte des biomasses et de la dernière évaluation visuelle, les moutardes avaient subi des dégâts de gel et le couvert végétal commençait à dépérir (référence au site 4). Les premiers gels au sol du mois d'octobre ont donc affecté ces espèces de couvre-sols, contrairement aux radis huileux, qui étaient encore bien verts.
- Les observations effectuées lors des évaluations de rendement dans les quatre sites n'ont montré aucune différence entre les traitements. Pour ce projet, les couvre-sols n'auront pas influencés les rendements en terme de nombre et de poids d'échalotes françaises, d'oignons rouges et d'oignons jaunes.
- Les crucifères ont un avantage non négligeable par rapport aux graminées concernant la facilité de travail du sol avec les résidus de couvre-sols au printemps. En effet, les résidus de crucifères sont apparus beaucoup plus friables et n'ont gêné en rien la préparation du sol printanier.
- L'utilisation des couvre-sols a affectée la levée initiale des mauvaises herbes par rapport au témoin (sol nu) mais cette observation ne s'est pas reflétée plus tard sur le contrôle des mauvaises herbes compte tenu de l'utilisation subséquente des herbicides dans l'oignon. Cependant, cette atténuation de la croissance des mauvaises herbes a certainement un intérêt en production biologique.
- Dans ce projet, l'emploi des couvre-sols n'a pas permis d'obtenir de gain au niveau du pourcentage de levée des oignons semés par la suite, contrairement à ce qui avait été observé lors d'essais effectués au Michigan. Compte tenu de la très faible quantité de biomasse produite sur 3 des 4 sites, d'autres essais devraient être réalisés pour mieux valider ce point.

Impacts et retombées anticipés :

Comme plante de couverture, l'orge a le désavantage de souvent devenir trop dense et de nuire lors de l'implantation de la culture suivante. Les producteurs doivent souvent l'enfouir à l'automne, ce qui laisse le sol sans protection pendant l'hiver. L'inclusion d'une culture de couverture qui permettrait un recouvrement rapide du sol tout en ne devenant pas trop encombrante représenterait un gain pour le secteur : la plante n'aurait pas à être enfouie à l'automne et le sol demeurerait protégé contre l'érosion éolienne durant l'hiver. Les couvre-sols de moutardes et de radis semblent répondre positivement à cette problématique et seraient une solution à envisager, mais en tenant compte des conditions climatiques et d'humidité de sol pour optimiser les effets souhaités.

D'autre part, ce projet pourrait servir de point de départ pour d'autres approches visant une meilleure protection des sols organiques contre l'érosion hivernale. On sait que la présence de l'orge peut constituer une nuisance importante pour le travail en bande du sol. Si l'on disposait de couvre-sol laissant moins de résidus, l'introduction d'une technique comme le travail en bande serait grandement facilitée.

Point de contact :

Nom du responsable du projet : Franck Bosquain, dta

Tél. : 450-454-3992

Télécopieur : 450-454-5216

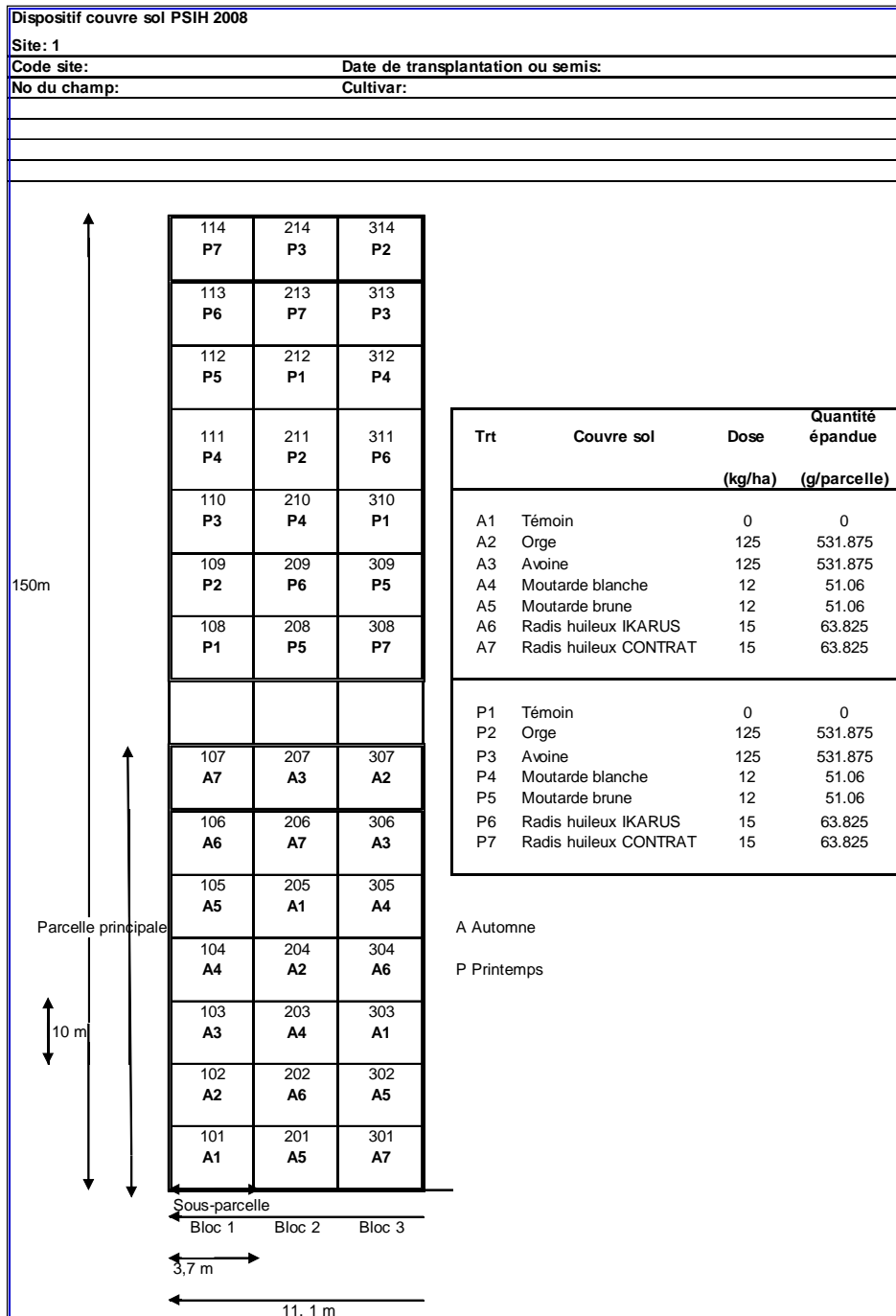
Courriel : franckb@prisme.qc.ca

Partenaires financiers :

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH).

ANNEXES

Exemple de dispositif :



Site 4, le 29-10-2009, avant enfouissement de la partie automne



Avoine au premier plan, développement faible.

Site 3, le 26-10-2009, avant enfouissement de la partie automne



Moutarde affectée par le gel



Radis huileux



Avoine



Orge

Site 3, le 15-04-2010, résidus de couvre-sols au printemps



Avoine et Orge



Moutardes



Résidus d'orge après le travail du sol



Au premier plan parcelle de moutardes, en arrière plan, parcelle d'orge après le travail du sol