

**AFPP – 6^e CONFÉRENCE SUR LES MOYENS ALTERNATIFS DE PROTECTION
POUR UNE PRODUCTION INTÉGRÉE
LILLE – 21, 22 ET 23 MARS 2017**

LE BLE COMME ALTERNATIVE AUX HERBICIDES. UNE DROLE D'IDEE...

T. HEBBINCKUYS ⁽¹⁾ et A. FERRE ⁽¹⁾

⁽¹⁾ AREXHOR Pays de la Loire, 1 rue des magnolias, centre florilore, 49130 Les Ponts-de-Cé, France.
tom.hebbinckuys@astredhor.fr, a.ferre@arexhor-pl.fr

RÉSUMÉ

Les herbicides sont à l'heure actuelle le plus gros poste d'utilisation de produits phytosanitaires. En horticulture de plein champ, une alternative efficace à leur utilisation est l'application d'un paillage avec de la paille de blé. D'une épaisseur d'environ 10 cm, celle-ci permet de limiter fortement la pression en adventices tout en améliorant les caractéristiques agronomiques de la culture : meilleure croissance des plantes (cultures courtes et longues), augmentation de la faune du sol, amélioration de la structure du sol, meilleure disponibilité en eau...

Mots-clés : paillage, paille de blé, alternative herbicides.

ABSTRACT

THE WHEAT AS AN ALTERNATIVE OF HERBICIDES. STRANGE IDEA...

Herbicides are for now the most used pesticides. In the fields crops, an efficient alternative is a mulch with wheat straw. With a thickness of 10 cm, it allows to strongly decrease the amount of weeds while improving crop's agronomics features : better growth of the crops (short and long ones), increasing the soil life, improvement of soil structure, better access to water...

Keywords: mulch, wheat straw, herbicides alternative.

INTRODUCTION

Travailler sur les alternatives à l'usage des produits phytosanitaires est un thème majeur de l'Institut technique horticole Astredhor. Notre station, située à Angers (49), s'est attelée à la tâche depuis longtemps en commençant à travailler les productions hors-sol. Sur ce point, les solutions économiquement viables ont été trouvées et sont utilisées par les producteurs. Elles consistent principalement en l'utilisation de disques ou de paillages aussi appelé mulch. Etant aérés, ils sèchent rapidement après un arrosage ou une pluie ce qui nuit à la germination des graines et les plantules manquent d'eau et meurent. Il en ressort que les disques et les paillages à base de cosse (cosse de sarrasin, de cacao...) sont les plus performants avec une efficacité moyenne de 85 %. Plus le produit est aéré et stable et plus il est efficace. Naturellement, à la suite des résultats obtenus en hors-sol, de nombreuses stations ont testé ou testent actuellement les paillages en pleine-terre. Les résultats ne sont pas toujours positifs. Les quantités à apporter sont souvent énormes. En effet, si une épaisseur de 1 centimètre est suffisante en conteneur, en pleine terre, où le sol recèle un stock important de graines d'adventices, au moins 5 à 15 cm de paillage sont nécessaires pour observer une efficacité...

Une autre piste travaillée consiste à détruire les adventices soit avec des machines (herse-étrilles, bineuses...) soit avec des herbicides naturels (souvent des extraits de plantes). Ces derniers sont pour ceux envisagés assez efficaces et en cours d'homologation ou déjà homologués¹.

Ces deux stratégies s'appuient sur deux logiques différentes. La première vise à « remplir » l'espace avec des paillages pour empêcher les adventices de se développer pleinement. La seconde détruit les adventices. Cependant, après destruction, le sol est nu. Il est alors rendu sensible à la battance et à l'érosion si des résidus de végétaux ne sont pas laissés en surface². De plus, avec un milieu redevenu favorable, les adventices vont rapidement recoloniser le sol. De nombreuses interventions sont donc nécessaires.

Au sein de notre station, après avoir réalisé divers travaux explorant les deux voies, nous avons décidé d'approfondir la première : le « remplissage de l'espace », ici le sol, avec des biomatériaux qui ne gênent pas la culture. Il est même envisagé qu'elles puissent l'améliorer. Cette piste semble être la plus prometteuse et la plus pérenne. Un autre objectif est la recherche des méthodes les plus simples et les plus « rustiques » possibles. En effet, il semble logique que la simplicité, soit un gage pour qu'elles soient appliquées correctement et donc avec au final moins d'échecs. La « rusticité », avec des méthodes moins technologiques évite par définition le risque de panne.

En utilisant cette base de travail, à savoir la couverture totale et permanente du sol, nous avons construit le projet CAAPT (Contrôle Alternatif des Adventices en Pleine-Terre) en partenariat avec le Lycée du Fresne à Angers (49), l'iteipmai à Chemillé (49) et Terrena bulbes à Brain sur l'Authion (49), cofinancé par le Conseil régional des Pays de la Loire et France AgriMer.

Se basant sur les résultats encourageants obtenus par Masanobu Fukuoka au Japon en 1975 en riziculture non inondée avec paillage de riz ou d'orge, nous avons repris cette idée de paillage avec de la paille pour nos cultures. Cette pratique nous a paru être simple, peu coûteuse, surtout si on peut inclure sa mise en oeuvre dans les rotations et, au vu des observations de Masanobu Fukuoka, elle paraît très prometteuse. La question est de savoir si l'application d'un paillage à la paille de blé serait suffisant pour limiter les adventices et assurer ainsi une bonne alternative aux herbicides et/ou travail du sol en production. Les aspects agronomiques, pratiques et économiques seront évidemment évalués également, afin de s'assurer que la méthode soit viable et applicable.

Ainsi, à partir de 2012 nous avons réalisé divers essais. A la station, nous travaillons en culture de pommiers (*Malus domestica*), de sorbier (*Sorbus aria*), de bulbes d'ornement et suivons la culture de cerisiers (*Prunus cerasus*) chez un producteur. Les bulbes sont également travaillés à Jeanne de Laval

¹ Acide pelargonique

² On notera que dans les zones érosives l'utilisation d'herbicides foliaires pour la plupart est associée au non travail du sol. Des plantes de couvert et les résidus de culture complètent le dispositif. C'est le principe de l'agriculture de conservation qui bannit le travail du sol mais pas les herbicides.

(entreprise productrice de bulbes). Le lycée le Fresne teste la méthode en culture de thym (*Thymus* sp.) et de verveine citron (*Aloysia citrodora*). Enfin, l'iteipmai travaille sur la mélisse (*Melissa officinalis*). De cette façon, nous testons un panel de végétaux ayant des exigences et des itinéraires de cultures bien différents (cultures courtes, longues, bulbes, arbres d'ornement, aromatiques etc.) et pouvons observer l'efficacité du paillage dans divers environnements (cf. figure 1).



Figure 1 : de gauche à droite : parcelle paillée de cerisiers chez un producteur, parcelle de pommiers et de bulbes d'ornement à la station d'expérimentation et culture de thym au Lycée le Fresne.
(From left to right : mulched cherry trees plot in a grower field, apple trees and ornamental bulbs at the experimental station and thyme crop at the Lycée du Fresne)

MATERIEL ET MÉTHODE

Quelle que soit la culture sur laquelle le paillage a été testé, les applications de paille se sont faites manuellement, en la décompactant légèrement de façon à avoir une épaisseur de paille de blé de 10-15 cm, soit environ 1 à 1,2 kg/m². L'approvisionnement en paille se fait directement auprès d'un agriculteur local. Nous prendrons comme exemple pour la suite le cas de deux cultures très différentes, à savoir les bulbes de printemps et les arbres d'ornement.

BULBES DE PRINTEMPS

Pour cet essai, les bulbes ont été fournis par la société Jeanne de Laval. Nous avons choisis de travailler sur trois espèces clés de bulbes de printemps : la jacinthe (*Hyacinthus orientalis*), le narcisse (*Narcissus* sp.) et bien-sûr la tulipe (*Tulipa* sp.).

Trois modalités furent testées :

- 1) « Référence producteur » : anti-germinatif (Isoxaben) appliqué une seule fois, 15 jours après la plantation,
- 2) « Semi-alternatif » : antigerminatif identique à modalité 1 puis paillage. Une seule application de paille.
- 3) « Paillage » : uniquement paillage à la paille de blé après la plantation. Une seule application de paille.

Une modalité témoin sans aucune intervention n'a pas été mise en place cette année là car elle ne représente aucune pratique mise en œuvre chez les bulbiculteurs. Il semblait plus pertinent de directement comparer notre modalité innovante

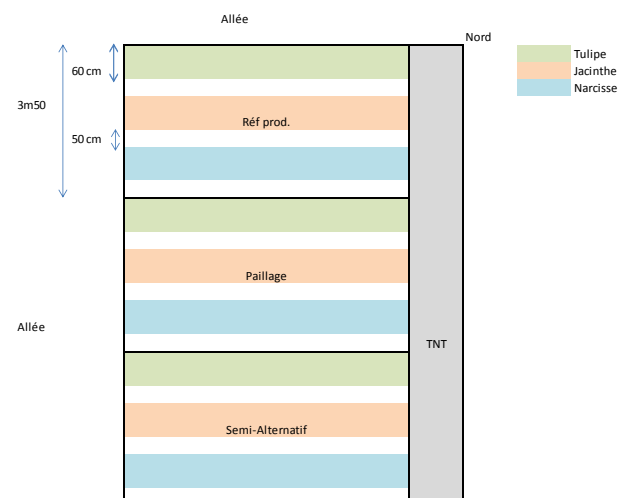


Figure 2 : plan de l'essai bulbes.
(Map of the bulbs trial)

« paillage » avec les pratiques exercées en cultures de bulbes. Une zone témoin adjaçante a été laissée sans intervention au bord des parcelles étudiées (voir Fig. 2). Celle-ci nous a permis de connaître la pression en adventices (diversité d'espèces et nombre) naturelle sur cette zone de culture. Précisons que le lieu d'implantation des bulbes n'a jamais été cultivé et est donc exempt d'impact potentiel de cultures précédentes. Les bulbes ont été plantés manuellement le 13 novembre 2013. Chaque parcelle hébergeait 60 bulbes de chacune des trois espèces pré-citées disposées tel que le montre le plan ci-dessus, soit au total 180 bulbes par modalité, sans répétition.

ARBRES D'ORNEMENT

Cet essai a été mené au sein de notre station d'expérimentation en culture de pommiers d'ornement. Ils ont été plantés à l'automne 2011 à raison de 20 arbres par parcelle de 30 m². Les cinq modalités étaient réparties de la façon suivante :

- 1) Lutte chimique : antigerminatif puis binage durant la saison.
- 2) Binage : binage au motoculteur entre les rangs
- 3) Paillage à la paille de blé (deux applications par an)
- 4) Enherbement spontané, adventices gérées par tontes
- 5) Enherbement volontaire. Malheureusement les espèces implantées ne se sont pas bien implantées. Cette modalité a donc été gérée par la suite comme la modalité binage.

Le paillage est effectué en novembre et renouvelé six mois plus tard, soit au mois de mai. Si des repousses d'adventices sont constatées au moment du renouvellement, un binage est effectué avant l'application de la nouvelle épaisseur de paille. La pression en adventices (en diversité et taux de recouvrement) ainsi que la croissance des arbres (hauteur et calibre) sont régulièrement suivies durant tout l'essai, soit trois ans. Les tests statistiques sont réalisés via le logiciel Statbox version 7.

RESULTATS

BULBES DE PRINTEMPS

Gestion des adventices

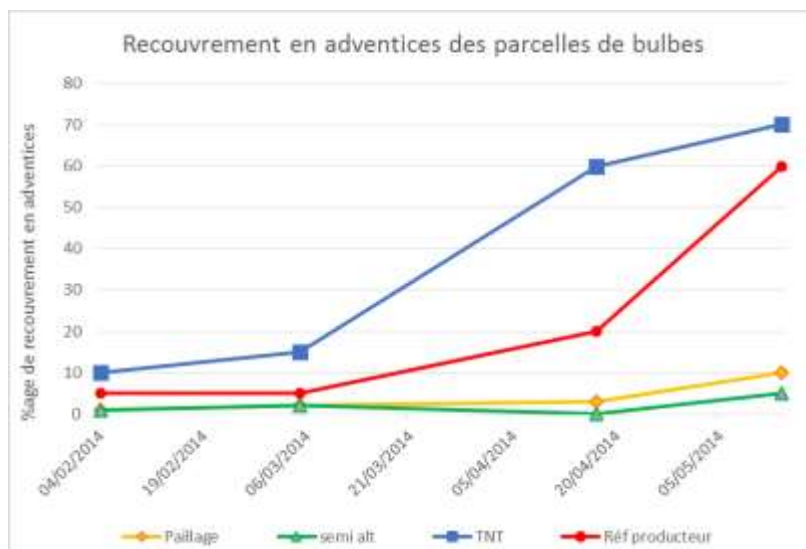


Figure 3 : recouvrement en adventices des parcelles au cours de l'essai. (*Weeds covering during the trial*)

La figure 3 illustre le recouvrement en adventices sur les parcelles de bulbes jusqu'à l'arrachage. On remarque que jusqu'au printemps la pression est très faible (moins de 15 % de recouvrement) mais à partir du mois de mars jusqu'à mi-mai, les adventices sont de plus en plus nombreuses atteignant 70 % de recouvrement sur notre zone témoin. La modalité « référence producteur » (soit un anti-germinatif avant plantation) n'est pas efficace dans la durée puisqu'à partir du mois d'avril, en pleine croissance des bulbes, la pression en adventices augmente jusqu'à atteindre une valeur proche du témoin, soit 60 % de recouvrement. A l'inverse, les deux modalités ayant contrôlées efficacement les adventices sont les modalités « semi-alternatif » et « paillage » avec un recouvrement d'adventices de 10 % au maximum,

tout à fait acceptable pour un producteur. Ce nombre n'est pas suffisamment important pour impacter négativement la croissance des bulbes.

En conclusion, pour une culture de bulbes de printemps de 6 mois environ, une épaisseur de paille de 10 cm contrôle de façon efficace les adventices. Mais apporte-t-elle également d'autres bénéfices ?

Calibres des bulbes

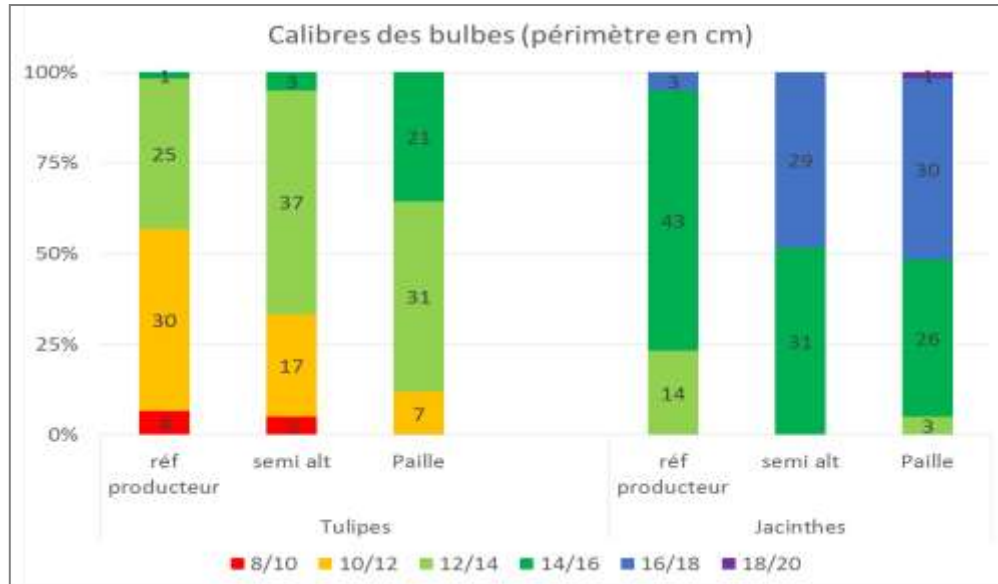


Figure 4 : répartition du calibre des bulbes (périmètre en cm) selon la modalité.
(*Bulbs' caliber (diameter in centimeter) by modality*)

Au vu de la différence de croissance de l'appareil végétatif des différentes modalités au printemps, nous avons calibré les bulbes une fois arrachés (figure 4). En effet ce critère est primordial puisque plus un bulbe a un calibre important, plus il est vendu cher. De cette façon le producteur réalise une marge plus importante.

Les résultats sont extrêmement intéressants puisqu'on remarque que les bulbes qui ont été paillés à la plantation croissent davantage que ceux de la référence producteur avec respectivement 21 % contre seulement 1 % de tulipes de calibres 14/16. Idem pour les jacinthes avec 30 % de bulbes de calibres 16/18 alors qu'il n'y en a que 3 % dans la référence producteur. Les résultats sont identiques pour les narcisses mais par soucis de clarté nous n'avons illustré que deux espèces. La qualité de la culture est donc positivement impactée par le paillage et par conséquent le gain pour le producteur est substantiel.

ARBRES D'ORNEMENT

Gestion des adventices

Comme précédemment, la pression en adventices ainsi que des données agronomiques de la culture ont été suivis durant tout l'essai (figure 5).

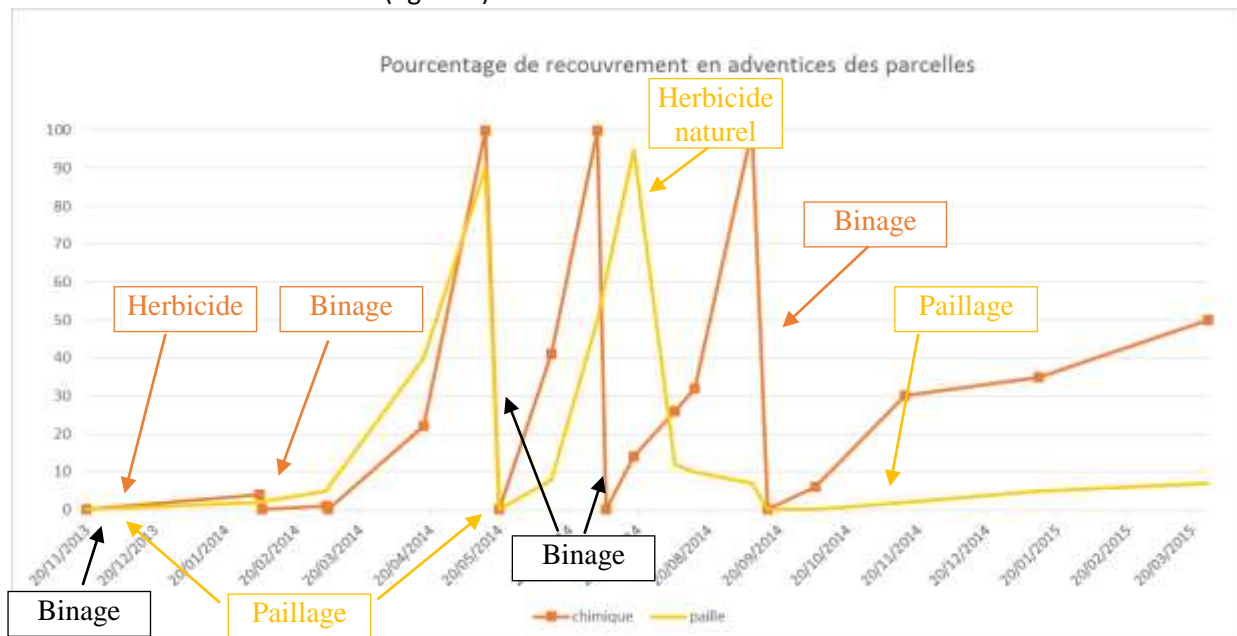


Figure 5 : recouvrement en adventices et interventions au cours de l'essai.
(Weeds covering and interventions during the trial)

Nous pouvons voir sur cette figure que la pression en adventice au sein de la modalité paillée est surtout concentrée à deux périodes de l'année. La première est généralement située fin mai, ce qui correspond à la baisse d'efficacité de la paille étant donnée qu'elle s'est dégradée après 6 mois et l'épaisseur de 10 cm du départ n'est plus que de 1 ou 2 cm. La deuxième période critique se situe en plein été (fin juillet) où les vivaces de type chardon (*Cirsium arvense*) et liseron (*Convolvulus arvensis*) réussissent à traverser la paille et pourraient devenir problématiques pour la culture si nous les laissons s'installer. Nous appliquons à ce moment de l'année un herbicide naturel (acide pelargonique) localisé qui permet de contrôler ces adventices tout en étant plus respectueux de l'environnement. Le reste de l'année, l'épaisseur de paille est suffisante pour maintenir les adventices à un niveau faible et acceptable. En revanche, la lutte contre les adventices au sein de la modalité chimique requiert des interventions plus fréquentes. En effet, un binage ou un herbicide a une persistance d'action d'environ 1,5 mois à 2 mois contre 6 pour le paillage. Entre 2013 et 2014, le nombre d'interventions a été identique entre les deux modalités (6 au total). Cependant, selon les conditions et la propreté de la culture, un binage systématique n'est pas obligatoire avant le renouvellement de la paille, réduisant ainsi le nombre d'interventions sur la culture, donc le coût de gestion. De plus, l'application localisée d'un herbicide, naturel et à dégradation rapide, est moins onéreuse, moins chronophage et moins impactante pour l'environnement qu'un binage. De plus, comme pour les bulbes, nous avons observé des améliorations agronomiques de la culture lorsqu'elle était paillée.

Hauteur des arbres

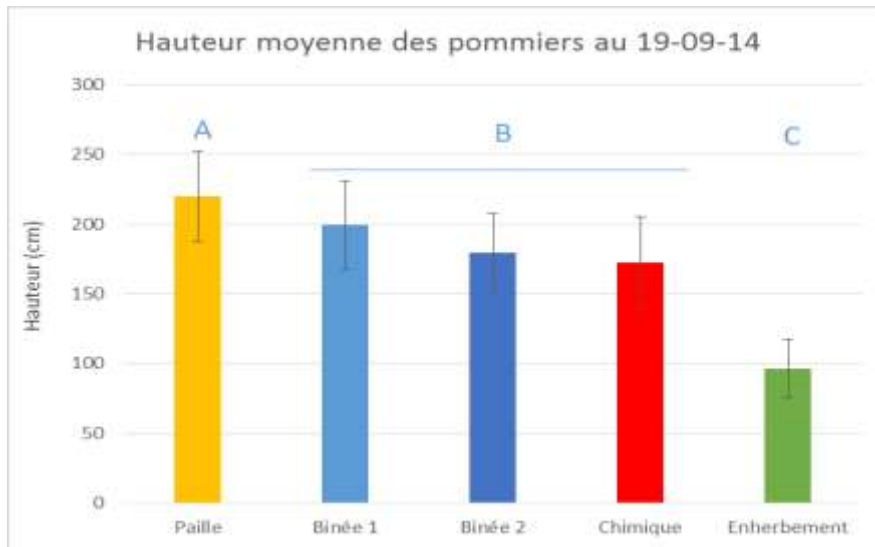


Figure 6 : hauteur des pommiers au bout de 3 ans.
(Height of apple trees after 3 years.)

Après trois ans de culture, nous avons mesuré la hauteur des arbres afin de voir si l'itinéraire technique mené a une influence sur la croissance des plants. La figure 6 ci-dessous illustre ces résultats :
Premièrement on remarque que l'enherbement spontané concurrence de façon très importante la culture puisqu'au bout de 3 ans, les pommiers de cette modalité ne mesurent qu'un mètre en moyenne. Il est intéressant également de noter que les pommiers sur la parcelle paillée sont significativement plus haut que les autres (test de Kruskal-Wallis) avec 2,2 m de hauteur contre 1,9 m en moyenne pour les parcelles binées et 1,7 m pour la modalité chimique. Des effets identiques ont été observés sur les calibres des troncs mais non représentés ici. La paille a donc permis une meilleure croissance de la culture comparée à un itinéraire de production classique.

AUTRE RESULTATS OBSERVES

Type d'adventices

L'épaisseur de paillage permet de lutter très efficacement contre la majorité des annuelles (*Chenopodium sp.*, *Amaranthus sp.*, *Mercurialis sp.* etc.) et contre certaines vivaces (*Rumex sp.*, *Sonchus sp.* etc.). Nos essais (13 essais sur 10 taxons différents) ont montré que la paille contrôlait généralement correctement les adventices (régulièrement jusqu'à 90% d'efficacité) jusqu'à 4-6 mois. En revanche, deux espèces d'adventices particulièrement coriaces (*Cirsium arvense* et *Convolvulus arvensis*) ne sont pas contrôlées. Il convient pour ces espèces de les gérer de façon mécanique (arrachage des chardons) ou via l'utilisation d'herbicides, naturels... dans la mesure du possible.

Amélioration du sol

Concernant la croissance des plantes et dans tous nos essais, nous n'avons pas constaté de croissance inférieure (aucune faim d'azote), elle est même supérieure lorsque le sol paillé est pauvre. Il peut être observé des retards en début de culture comme nous l'avons constaté avec les bulbes mais en fin de culture les plantes paillées avaient rattrapé leur retard et avaient même dépassé leur consœurs des parcelles témoin.

Comme on peut s'y attendre, un paillage du sol réduit la battance et les besoins en arrosage. Il « amortit » aussi la pluie ce qui réduit, voire annule, les phénomènes de battance et l'érosion du sol. La paille rend le sol plus meuble ce qui augmente la rapidité de pénétration de l'eau et le couvert limite l'évaporation. Le sol est ainsi moins sujet aux variations climatiques.

Un troisième effet, certainement lié aux précédents, concerne la vie du sol et donc sa structure. Nous avons réalisé des tests en sol sableux et pauvres et des tests en sol argileux. Après 2 à 3 ans de paillage en continu, nous avons constaté des améliorations notables de la qualité de ces sols. Le sol sableux est rendu plus structuré et plus foncé. Pour un sol limoneux-argileux c'est l'inverse, il est moins compact, plus foncé et beaucoup plus friable qu'un sol à nu (voir figure 7). Parallèlement, nous avons constaté une très forte



augmentation des populations de vers de terre dans les parcelles paillées. Nous en dénombrons en moyenne sur nos différents sites d'essais 43/m² en paillage contre 11/m² en binage.

Figure 7 : aspect d'une terre argileuse paillée depuis 3 ans (gauche) et binée depuis 3 ans (droite). Les deux prélèvements ont été réalisés dans la même parcelle à 4 m de distance. (*Aspect of a clayey soil mulched since 3 years (left) and hoed since 3 years (right). Both samples were collected in the same field at 4 meters away).*)

Enfin, nos analyses de sol réalisées en 2015, soit après 3 ans et demi de paillage ont révélées une augmentation du pH du sol (6,3 contre 5,6 en binage), du taux de matière organique (2,1 contre 1,7 %, soit une augmentation d'environ 0,1 % par an), de l'oxyde de potassium (qui donnera de la potasse une fois en contact avec l'eau : 333 contre 115 mg / kg) etc.. Tout cela montre bien que le paillage à la paille de blé n'est pas un matériau inerte mais qu'il va interagir avec le sol et même le « nourrir ».

Application et bilan économique

Des applications manuelles étant évidemment inconcevables sur de grandes surfaces, en fin d'essai nous avons testé plusieurs machines pour mécaniser cet apport de paille. Deux pailleuses se sont avérées efficaces suivant l'utilisation voulue. L'une est davantage conçue pour ne pailler que le rang, l'autre pour pailler en plein. Une analyse économique a également été réalisée à la fin du projet de façon à savoir si l'application de paille en plein champ était envisageable d'un point de vue financier. Le tableau ci-dessous résume les coûts et bénéfices suivant différents scénari de système de culture. Tous les scenari ne sont évidemment pas présentés car il existe une multitude de façon de raisonner et d'adapter ses itinéraires en fonction de l'entreprise. N'est pas présenté dans ce tableau par exemple, un producteur qui applique la rotation des cultures et qui cultive et vend des céréales produites sur ses terres en rotation.

Tableau I : bilan du revenu par système de culture appliqué.
(*Results of income by culture system applied*)

Dépenses / recettes	Binage (5/an)	Paillage (achat paille)	Paillage (autoproduction)	Paillage (que le rang)
Coût annuel /ha en intrants	0	1200	0	0
Coût annuel /ha main d'œuvre	240	128	128	320
Coût annuel/ha amortissement	61,5	48,6	24,6	85,5
Coût de production blé	0	0	3520	1760
Coût annuel paillage - binage /ha	301,5	1376,6	152,6	405,5
Revenu blé	0	0	4800	2400
Economies d'intrants (engrais+eau)	0	?	?	?/4
Revenu du "SDC" par ha	-301,5	-1376,6	1127,4	255

Cette analyse économique nous informe globalement sur les coûts et les bénéfices que ferait un producteur par hectare cultivé. Le binage seul est onéreux puisqu'il fait appel à de la main d'œuvre pour être réalisé et à une fréquence relativement élevée. Toutefois pailler sa culture en achetant

toute sa paille a un coût également non négligeable puisqu'il faut compter environ 60€ la tonne de paille, auxquels il faut ajouter le temps d'application. En revanche, autoproduire sa paille (en sous-traitant toutes les interventions propres à cette culture de blé) rend le système de culture économiquement intéressant puisque la vente du grain est la principale source de revenus liée à la production de blé. La paille, sous produit de la culture du blé, issue de ce champ de blé servira à pailler la culture principale. Ce montage est le plus intéressant du point de vue économique mais exige d'avoir des surfaces suffisantes et une proportion importante de terres non occupées par la production horticole pour y réaliser la culture du blé. Ce qui n'est pas le cas de tous les producteurs.

DISCUSSION

La couche de paille de par son épaisseur et sa structure, empêche les adventices du sol de devenir envahissantes et, accessoirement, aux graines transportées par le vent de venir contaminer facilement le sol des parcelles. Elle permet donc un très bon contrôle des adventices, surtout annuelles, mais aussi de certaines vivaces. Malheureusement, il ne s'agit pas encore la solution miracle contre le chardon et le liseron, adventices vivaces capables de traverser la couche de paille même épaisse et contre lesquelles il faudra lutter autrement (la lutte mécanique ou l'herbicide naturel disponible n'étant pas non plus optimaux). Le paillage permet également une meilleure pénétration de l'eau dans le sol, des économies d'arrosages sont ainsi constatées dans nos essais. De même, il retient l'eau plus longtemps qu'un sol nu et de ce fait maintient une humidité plus constante au niveau du collet des plantes. Certaines plantes méditerranéennes comme le thym ne supporteront pas ces conditions culturales. Ceci explique notre échec en première année lors de paillage de boutures de thym. Une fois les thym suffisamment développés (en seconde année de culture), le paillage n'a pas été préjudiciable à cette culture. Le paillage permet d'atténuer le phénomène de battance des sols en « amortissant » la chute des gouttes d'eau. Des résultats similaires ont été constatés en vigne entre 2009 et 2011 (Goma-Fortin et al., 2011). L'épaisseur de paille permet également de limiter l'érosion des sols et le drainage (Chambre Syndicale des Améliorants Organiques et Supports de Culture, 2012) comme cela peut-être constaté lorsque les terrains sont en pente. Comme dans nos essais, l'augmentation du pH des sols paillés a également été constaté en vigne (Goma-Fortin et al., 2011). Attention donc aux cultures que l'on envisage de pailler, car certaines réagiront mal à une augmentation de pH. Enfin, l'augmentation du nombre de vers de terre constatés sur différents sites et également en vigne (Goma-Fortin et al., 2011) s'explique probablement par l'absence de travail du sol. Nous avons ainsi une recolonisation du milieu par les vers de terre qui vont pouvoir enfouir les débris de paille sous terre. L'augmentation des déjections et des galeries va ainsi fertiliser le sol et l'aérer, modifiant sa structure. Ainsi le paillage en continu d'une parcelle avec de la paille, et pendant quelques années seulement, permet une amélioration notable de la qualité biologique et physique des sols.

CONCLUSION

Le paillage à la paille de blé permet donc de se passer d'herbicides de pré-levée (antigerminatif) tout en contrôlant efficacement les adventices durant 5-6 mois. Nous pouvons également conclure qu'il n'est en aucun cas nécessaire d'appliquer un anti-germinatif avant plantation si la culture est paillée puisque seule la paille suffit à limiter les adventices. Qui plus est, pour les tulipes les calibres des bulbes de la modalité avec anti-germinatif et paillage sont inférieurs à ceux de la modalité paillage seul pour un contrôle des adventices équivalent. Le paillage permet également aux bulbes de mieux grossir, d'augmenter de calibre et ainsi augmenter leur prix de vente. Le même constat est fait avec des cultures pérennes, telles que les arbres fruitiers ou arbres d'ornement, qui gagnent en hauteur et en calibre. Ces améliorations des cultures s'expliqueraient par la dégradation de la paille de blé tout au long de l'essai, augmentant ainsi le taux de matière organique dans le sol. Cette matière est donc disponible pour les plantes, tel un engrais.

Outre un effet bénéfique direct contre les adventices, le paillage à la paille de blé apporte d'autres avantages aux cultures (gain d'arrosage, moins de variations de température du sol, augmentation de la matière organique dans le sol, aération...) se traduisant par une meilleure qualité globale des productions.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier notre stagiaire de 2014 Ségolène Dandin pour son important travail sur ce sujet. Nous remercions également nos partenaires de l'iteipmai (Jean-Pierre, Matthieu, Stéphane et Ludovic), du lycée du Fresne (Eric, Marie-Laure et Frédéric) et de Jeanne de Laval (Fabien Caillon). Enfin nous remercions grandement Alain Pichot et quelques autres producteurs qui nous ont fait confiance et ont accepté de tester la technique au sein de leurs productions.

BIBLIOGRAPHIE

Astredhor Loire Bretagne., 2013. Rapport sur la maîtrise des adventices en pleine terre : test de paillage à base de miscanthus. Document interne. 6 pages.

Ballas S. et Ducommun C., 1991. Le désherbage des pépinières et plantation, 4ème édition. Comité National Interprofessionnel de l'Horticulture, 153 pages.

Chambre Syndicale des Améliorants Organiques et Supports de Culture., 2012. Fertilisants et paillages organiques : des impacts bénéfiques pour la protection des sols, et la lutte contre l'érosion. 4 pages.

Goma-Fortin N., Gontier L., Gaviglio C., Chovelon M. et Malet O., 2011. Paillage et enherbement sur le rang en viticulture : des premières observations à poursuivre. *ALter Agri*, n°116 - Novembre-Décembre 2012, p 22-24.

Ferre A. et Tragin M., 2010. Utilisation d'un paillage et d'un herbicide naturel en culture hors-sol. AFPP – 21^e conférence du COLUMA. Journées internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Dijon (FR) 8-9 décembre 2010, pp 13-15-18.

Fukuoka M., 1978. La révolution d'un seul brin de paille: une introduction à l'agriculture sauvage. Editions Guy Tredaniel. 202 pages

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. , 2013. Les paillis, plus qu'une protection hivernale. Réseau d'avertissement phytosanitaire -Bulletin d'information n° 29. RAP, 3 pages.