



Vue aérienne du champ de comparaison « Oberacker » de l'Inforama Rütli à Zollikofen prise en juin 2004.

© BERNE/LEAGROSCOPE

OBERACKER A FÊTÉ SES 20 ANS BILANS ET PERSPECTIVES

La plateforme de comparaison Oberacker près de Berne, en Suisse, a fêté ses 20 ans en juin 2015. Cette expérimentation, qui nous a servi à maintes reprises de repère, est beaucoup plus que 20 années de simple comparaison entre labour et semis direct. L'originalité, et surtout la force d'Oberacker, est d'avoir été mis en place par des chercheurs associés à des agriculteurs tous déjà bien aguerris aux pratiques du semis direct. En complément, ils n'ont pas hésité, tout au long des années, à injecter de nouveaux acquis comme les couverts biomax, à adapter la rotation voire à changer de pratiques de désherbage et même d'outils de semis. Oberacker, qui s'est progressivement imposé en Suisse comme une référence, a en parallèle ouvert ses portes à de nombreuses études et équipes de recherche apportant en retour encore plus d'informations pertinentes. Oberacker a permis enfin des échanges fructueux avec l'agriculture de conservation suisse. Il était donc évident qu'il fallait consacrer un dossier à ce formidable jalon pour l'AC dans des conditions pédoclimatiques semblables ou très proches des nôtres.

Une organisation et un montage particuliers

C'est en 1994 que l'Inforama Rütli de Zollikofen en Suisse met en place la plateforme ou plutôt le champ de comparaison sur la parcelle « Oberacker ». Il s'agit d'un sol brun profond avec 15 % d'argiles et 3 % de MO. Une certaine humidité persistante en sous-sol est possible. À 550 m d'altitude, le climat est de type continental tempéré avec une moyenne annuelle de pluviométrie de 1 109 mm et de température de 9,3 °C. Comme bien souvent, c'est un heureux concours de circonstance qui a permis l'émergence de cette expérimentation. Dans les principaux ingrédients, il y a d'abord la sensibilité « sol » en Suisse avec la mise en place (1988) du Service de la protection des sols : l'orientation est principalement l'entretien de la fertilité du sol à long terme et avant tout la limitation de l'érosion. Ensuite est venue s'ajouter la recherche de l'amélioration de la qualité de l'eau avec le dossier nitrates que

le SD était censé limiter. Enfin, la ferme de la Rütli à Zollikofen arrivait au bout d'une comparaison entre agriculture intégrée et conventionnelle. Côté humain, l'association de talents comme Wolfgang Sturny, déjà très engagé sur le semis direct, Andreas Chervet dans la production intégrée et quelques agriculteurs pionniers de l'époque comme Peter Hofer et Hanspeter Lauper qui formeront dans la foulée l'association Swiss-No-Till, a aussi beaucoup contribué à l'émergence du projet. Il a donc suffi que l'école d'agriculture mette à disposition une parcelle et que l'enseignant Hans Reinhard donne son feu vert pour que l'aventure démarre et que l'expérimentation se mette en place et évolue au cours des années pour aboutir au monument que nous connaissons aujourd'hui. L'objectif de ce projet était de vérifier la faisabilité du semis direct en situation « agriculteurs » dans les conditions particulières de cette région de Suisse et d'en mesurer les impacts à long terme.

En complément, l'équipe a décidé de se laisser, dès le départ, suffisamment de liberté pour adapter les pratiques en fonction des observations, de l'acquisition de connaissances mais aussi des évolutions techniques, économiques comme environnementales. Ce sont ces réflexions qui ont conduit au montage assez original de cette expérimentation qui ne possède pas de répé-

titions mais des parcelles assez grandes pour être travaillées avec les outils conventionnels des exploitations du secteur. Ainsi, Oberacker comporte 6 parcelles de 18 m de large sur 80 m de long. Chacune est subdivisée en deux bandes de 9 m : l'une est conduite en système labour et l'autre en semis direct. Chaque parcelle voit chaque année une seule et même culture (conduite

Cette implantation de maïs dans un couvert de seigle non détruit au semis montre bien la liberté que se sont gardée les gestionnaires de cette expérimentation afin d'explorer toutes les pistes, tout en maintenant le cap mais aussi des résultats techniques très satisfaisants.



© WOLFGANG STURNY



Andreas Chervet et Wolfgang G. Sturny, du Service de la protection des sols du Canton de Berne, assument la conduite d'Oberacker depuis 1994. Si le premier est agronome et a été le responsable de l'expérimentation production conventionnelle vs production intégrée de 1989 à 1994 à Zollikofen, W. Sturny faisait déjà partie des précurseurs en matière de semis direct en Suisse après un Master sur la betterave en SD au Canada avec Guy Lafond (1980) et la mise en place et la gestion d'un essai de comparaison des pratiques labour et SD en Suisse (à la Station fédérale de recherches FAT à Tänikon de 1983 à 1990). Bien que cette expérimentation fût plus orientée sur la mécanisation de la préparation du sol et semis, elle lui a permis une mise en pratique ainsi que le transfert et l'adaptation des pratiques nord-américaines au contexte suisse. Autres partenaires du Service de la protection des sols : l'Institut des sciences en production végétale, Agroscope Reckenholz-Zurich, la Haute école suisse des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, le Service phytosanitaire du Canton de Berne et l'Inforama Rütli.

en labour et en SD) et sur l'essai, chaque année, c'est l'ensemble de la rotation de 6 ans qui est gérée et donc les 6 cultures qui sont présentes. Des bandes enherbées entre les parcelles permettent les traitements par demi-rampe sans pénétrer sur la bande. Enfin, la parcelle est située sur le bord de l'allée qui arrive au centre et à l'école et donc bien visible de chacun. Même si c'était peut-être un moyen pour les organisateurs du départ de revendiquer la faisabilité du semis direct, cet endroit stratégique leur a bien mis la pression et induit une partie de cette réussite. Bien que ce dispositif ne permette pas d'analyses statistiques (aspect scientifique), il permet cependant de s'affranchir des variations climatiques annuelles qui peuvent largement perturber les résultats. La présence de toutes les cultures, chaque année, permet également d'incorporer dès l'année suivante les informations, astuces ou innovations acquises. C'est aussi le moyen de multiplier les implantations, les couverts comme les récoltes mais aussi les observations. Sur 20 ans, cela représente tout de même 240 cultures (6 x 2 x 20 ans = 240 dont la moitié en labour et l'autre en SD) : un bon moyen, au final, de contourner le manque de répétitions. Enfin, ce dispositif a permis d'intégrer d'emblée une rotation longue, nécessaire pour la bonne conduite du SD, de changer de cultures (pois à la place des pommes de terre) et même de modifier les enchaînements sans pour autant perturber les fondamentaux de l'expérimentation. Ainsi, certaines des 6 parcelles n'ont pas tout à fait le même historique (absence de la culture de pomme de terre par exemple pour les parcelles 5 et 6)

ce qui ouvre sur des observations parallèles complémentaires quelquefois très intéressantes. L'autre pilier de cette expérimentation est l'orientation « faible intrant » prise dès le départ afin de rester dans la faisabilité « agriculteurs » et l'acceptabilité « environnementale ». Réduire les intrants évite également de masquer des différences et peut permettre de donner plus de relief aux résultats.

Évolutions des pratiques culturales, des stratégies et des outils

La parcelle choisie était conduite en labour et la culture précédente était un blé. Dans le choix des cultures, les gestionnaires d'Oberacker ont logiquement intégré les cultures usuelles de la région comme le blé, l'orge et le maïs ensilage. La pomme de terre comme la betterave, cultures assez courantes à l'époque, ont été ambitieusement intégrées. La rotation de départ comprenait également un ray-grass d'Italie et trèfle blanc (production de fourrage) qui a été éliminé à cause de la difficulté de destruction et la gestion des repousses de la graminée. La parcelle ayant un fort historique crucifères avec des problèmes de phoma, le colza a volontairement été mis de côté. Ensuite et au cours des 20 années, la rotation a été modifiée, soit pour des questions de niveau de production, d'organisation des enchaînements ou encore dans un objectif de réduction de la fertilisation azotée et des phytos. Après la prairie temporaire, c'est la pomme de terre qui sortira dès 1999. C'est le plus faible rendement (- 15 %) associé à la plus forte disparité des tubercules mais aussi le travail du sol (buttage et récolte) et la charge fon-



You Tube

facebook

Tél. 02 40 87 11 24
www.sky-agriculture.com
contact@sky-agriculture.com

EASYDRILL HD Pro

NOUVEAUTÉ

3 produits - 3 doses
2 profondeurs de semis
1 seul boîtier



Rouleau Faca de 3 à 6m



NOUVEAU DVT

Déchaumeur à travail vertical

LOUEZ votre **EASYDRILL**
3m Fertisem

À partir de
4500 €/an*

* Après un 1^{er} loyer majoré, voir conditions de la location avec votre concessionnaire SKY



Formation **Le 22 janvier chez SKY**

Comment réussir sa transition vers le semis direct ?

Conférence animée par Frédéric THOMAS et Christophe DE CARVILLE
Inscription sur internet www.sky-agriculture.com

gicide jugée néfaste sur l'activité biologique du sol qui ont motivé les gestionnaires de cette expérimentation à la retirer.

Un écobilan entre 1999 et 2005 induit beaucoup d'évolutions

La pomme de terre a été remplacée habilement par le pois dès 2000 qui, outre permettre de passer à du SD strict, est une légumineuse apportant une amélioration des flux d'azote comme une réduction globale des apports. À cette époque, un écobilan avait fait ressortir que c'était devant tous les postes, et ce très largement, l'azote de synthèse qui faisait monter le poids énergétique de la rotation. Il est donc apparu judicieux de placer dans les enchaînements plus de légumineuses en couverts mais aussi en cultures (aucune dans la rotation de départ). Pour les mêmes raisons, le soja a été introduit en 2002 et 2003 mais vite abandonné compte tenu de sa maturité trop tardive qui entraînait des coûts de séchage incohérents. Le seigle, céréale plus rustique, a fait également son apparition entre 2001 et 2006. Cette culture qui ne recevait aucune

fertilisation azotée (ni au semis ni au printemps) permettait également de faire fondre la consommation d'azote globale tout en produisant de bons rendements (proche de 60 q/ha en moyenne).

Les responsables de l'expérimentation étaient très satisfaits de ces résultats mais cette culture a dû être mise de côté faute de débouchés et donc de prix rémunérateurs. La féverole est enfin arrivée à partir de 2007 pour renforcer davantage la part des légumineuses dans la rotation. Cependant pour les pois et la féverole, si les implantations d'automne semblaient logiques en matière de couverture de sol, elles ont dû être abandonnées car l'hiver pouvait entraîner des dégâts sur ces cultures. De nouvelles variétés plus résistantes au froid pourraient permettre de revenir au semis d'automne et c'est d'ailleurs le cas de nouveau pour le pois cet automne. Ainsi et après une douzaine d'années de tâtonnements et d'adaptations, la rotation suivante se stabilise comme suit : pois (automne ou printemps)/blé d'hiver/féverole (automne ou printemps)/orge d'hiver/betterave sucrière/maïs ensilage.

Cette photo est la première d'une série comparant chaque culture (dans le sens de la rotation) dans sa partie SD ou labour. Toutes les parcelles ont été photographiées début juin 2015 lors des 20 ans d'Oberacker.



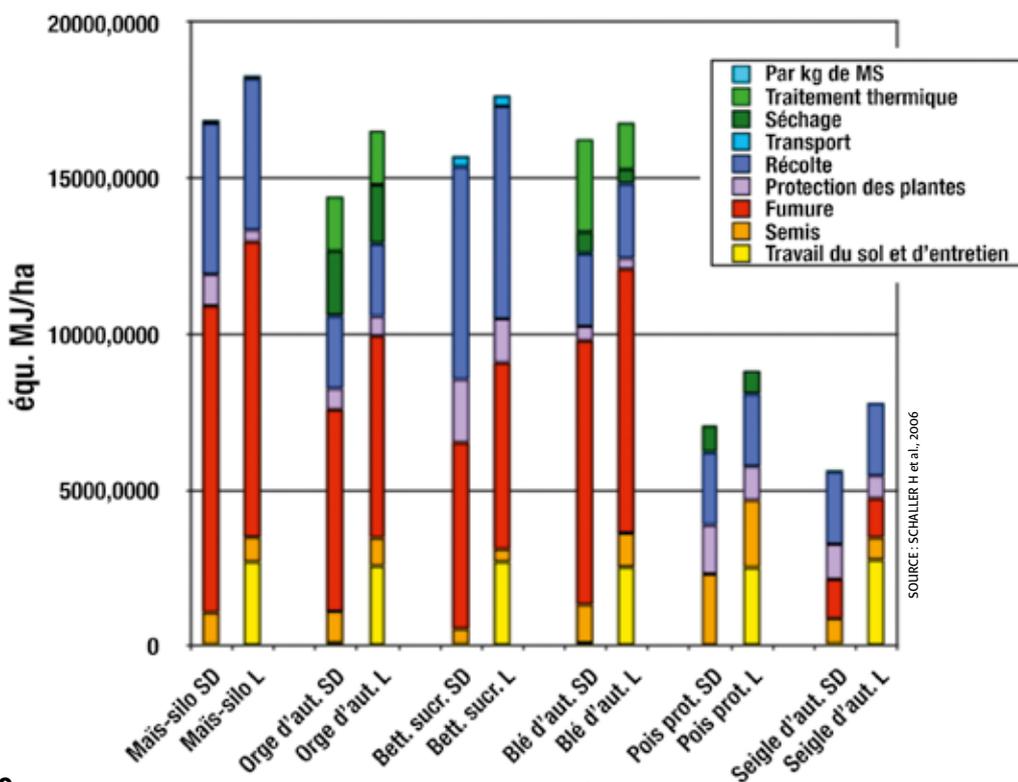
Pois en SD, juin 2015.

Les céréales sont semées très précocement

Globalement très satisfaisante à de nombreux points de vue, cette rotation a fourni des résultats très intéressants que ce soit en matière de qualité d'implantation, de gestion du salissement et encore de rendement. Afin d'éviter trop de couverts, les responsables d'Oberacker ont également envisagé d'avancer les semis de céréales en s'inspirant de la méthode Bonfils (présentée dans un précédent TCS). Ainsi les orges d'hiver sont semées quasiment immédiatement derrière la récolte de la féverole courant août (entre le 15 et le 25 ; 15 août cette année).

Après des semis très précoces qui ont gelé, les blés d'hiver sont installés plus tard vers la mi-septembre après un couvert rapidement gélif de nyger et tournesol. La densité de semis est alors fortement descendue : 80 à 100 grains/m² respectivement pour l'orge et 130 à 180 grains/m² pour le blé. Cette approche évite un semis de couvert (pour l'orge) mais aussi un glyphosate à l'implantation de la céréale. De plus, ces semis précoces valorisent au mieux les reliquats d'azote et limitent les risques de lessivage. Cette stratégie permet également de profiter des repousses qui viennent accompagner les céréales pendant l'automne avant

Écobilan : comparaison des besoins en énergie non renouvelable entre labour et SD



Les résultats des suivis des interventions sur la parcelle d'Oberacker entre 1999 et 2005 ont entraîné une remise en cause avec, à la clé, des changements stratégiques dans la rotation et les pratiques. Ils font apparaître que le semis direct apporte, bien évidemment, des économies d'énergie qui peuvent être, en partie, reprises par le poste « protection des cultures » et entre autres le désherbage non sélectif. Cependant c'est le poste fumure avec l'azote qui fait déraiper ce bilan énergétique. Inversement, le pois (légumineuse) fait chuter la consommation d'énergie mais aussi le seigle d'automne qui n'a pas reçu d'engrais hormis lors de la deuxième saison : le bâtonnet rouge représente la fumure de fond en P₂O₅ et K₂O en 2002. C'est donc en s'appuyant sur cette étude et ces chiffres que les gestionnaires de cette expérimentation ont décidé de positionner une autre légumineuse dans la rotation ainsi que de poursuivre leur réduction des apports d'engrais azoté comme l'utilisation d'herbicides non sélectifs. Ce graphique fait également apparaître l'incidence d'un seul traitement thermique devant le blé et l'orge en remplacement du glyphosate à l'époque. Sachant que l'impact énergétique de cette intervention a forcément été divisé par 6 (6 années d'étude) dans cette présentation, on imagine bien la consommation énergétique d'une telle pratique. Au vu de son incohérence environnementale sans tenir compte de son impact sur la vie à la surface du sol, il était logique de rapidement stopper ce type de gestion du salissement.

SOURCE : SCHALLER H et al., 2006



Pois en labour, juin 2015.

de geler. En fait, les Suisses pratiquent déjà à Oberacker les plantes compagnes sur céréales avec des résultats très positifs (jusqu'à 10 % de gain de productivité en blé entre semis ultra-précoce et semis normal). Seul bémol : le risque de gel peut être accentué.

Des pratiques optimales pour les deux modalités

Quel que soit le système de travail du sol, les résidus de culture sont laissés au sol et répartis avec le passage de la moissonneuse. Jusqu'en 2002, la modalité labour est retournée sur 25 cm de profondeur

Dans la modalité SD, et pour la culture de la pomme de terre, les buttes étaient formées en été après un passage de chisel et dans la foulée, un couvert de navette était installé. Au printemps, la planteuse équipée d'un disque ouvreuse permettait de placer en direct les tubercules dans cette butte entretenue et travaillée par le couvert. Ensuite, le broyage du couvert en fleurs était réalisé plus tard, au moment où les premières feuilles de la culture commençaient à sortir. Cette technique, déjà très aventureuse à l'époque, a fourni des résultats encourageants bien qu'inférieurs à la version labour. Un autre choix de couvert, une meilleure gestion de l'azote et plus de recul auraient certainement permis de rattraper cette différence. Cependant et pour la continuité de la comparaison travail du sol mais aussi pour éviter une charge fongicide importante (en moyenne 8 passages), il a été judicieux de supprimer cette culture de la rotation. W. Sturny assure que l'impact de la pomme de terre s'est vu pendant de longues années, que ce soit dans le comptage des vers de terre comme au niveau de l'infiltration de l'eau surtout dans la parcelle qui a connu cette culture 2 fois à 3 ans d'intervalle. À l'opposé, les parcelles 5 et 6, qui n'ont jamais vu de pommes de terre, restent toujours les meilleures en termes de mesures et d'observations diverses comme de production.



WOLFGANG C. STURNY



puis le travail a été remonté à 12-15 cm à partir de 2003 tout en passant en système « hors raie ». Cela annule les risques de compaction et de lissage par le tracteur au niveau de la semelle. Toujours dans le système labour, les reprises étaient réalisées avec un rototiller jusqu'en 2006 puis, à partir de 2007, toutes les interventions ont été supprimées. C'est ainsi le même semoir que la bande SD qui fait le semis au même moment. L'idée ici est de garder la même cohérence que pour le SD et de faire évoluer les pratiques tout en minimisant, autant que faire se peut, les coûts mais aussi l'impact des interventions mécaniques sur le sol. Par conséquent, il faut intégrer dans l'analyse des résultats que la modalité labour correspond aujourd'hui à un travail de sol très « light » avec seulement un retournement annuel des 12-15 premiers cm et un léger déchaumage après les pailles pour implanter le couvert. Il s'agit d'une intensité de travail du sol assez éloignée des pratiques conventionnelles : les différences se retrouvent de fait

Extenso

Il s'agit d'une mesure qui fait partie du package agro-environnemental en Suisse tout comme le semis direct. Les agriculteurs peuvent engager indifféremment leurs parcelles avec une certaine liberté dans le choix des différents niveaux d'action et en contrepartie toucher des aides à la production. Autre subtilité qui démontre parfaitement le pragmatisme suisse en matière de mesures agro-environnementales : l'exploitant reste libre de sortir à tout moment s'il doit intervenir en cas d'attaque dépassant le seuil critique. Dans ce cas, les primes seront simplement supprimées pour la saison. Sur Oberacker, toutes les cultures sont « extenso » ce qui implique le renoncement aux fongicides, aux régulateurs de croissance et aux insecticides. Le broyage fin des résidus de récolte du maïs est la règle pour limiter les risques de développement de pyrale et de fusariose et si nécessaire, de l'antilimace (Métaldéhyde) est utilisé en culture de betteraves.

En pois et féverole, des attaques d'insectes et de pucerons peuvent être quelquefois assez fortes au printemps. Cependant aucun traitement n'a été appliqué avec des surprises et des compensations. Cet engagement « extenso » mais aussi l'orientation « faible niveau d'intrants » explique en grande partie les rendements assez souvent plus faibles que la moyenne régionale obtenue sur Oberacker. Cependant, cet engagement apporte une spécificité supplémentaire très intéressante.



Pour la fertilisation et pour les couverts végétaux nous fournissons des têtes de distribution standards, des tuyères, des cyclones, des têtes de distribution sur mesure (7 à 19 sorties) et des pièces d'adaptations.



Contact :

Patrice Gauvin

02 38 97 53 24

gauvin10@wanadoo.fr



Dans cette expérimentation, les deux modalités sont gérées à l'optimum. Ainsi, la profondeur de labour a été fortement minimisée et les mêmes couverts performants y sont cultivés.

limitées. De leur côté, les parties en SD sont restées non travaillées de manière stricte hormis le semis sur bandes fraîsées (forme de strip-till) du maïs les deux premières années. Les cultures ou couverts sont implantés le plus tôt possible derrière la récolte, le seul bouleversement de terre accepté étant celui du passage des disques ouvreurs du semoir. Même lorsque la récolte peut laisser des traces comme après betterave, aucune intervention n'est admise. « *Les vers de terre rattrapent tellement vite les compactations de surface et nivellent le terrain qu'aucun travail n'est utile* », reste surpris W. Sturny.

Toutes les intercultures sont couvertes

Pour ce qui est des couverts végétaux, très vite Oberacker a bénéficié de leur introduction entre cultures d'automne et cultures de printemps. Les premières années, il s'agissait de mono-espèces comme la moutarde, le radis voire la vesce avec une orientation Cipan. Cependant et à partir de 2008, c'est un mélange de 9 espèces gélives qui a été systématiquement utilisé. La cou-

verture a également été étendue à cette époque aux autres intercultures avec quelques aménagements dans les espèces. D'une manière générale, les objectifs de ce biomax à la française sont de performer l'impact du couvert en matière de structuration, de développement de la fertilité mais aussi d'optimiser la gestion des repousses et du salissement. L'idée était d'utiliser les couverts aussi pour diminuer le désherbage et entre autres la dépendance au glyphosate.

Côté désherbage, ce sont globalement les mêmes programmes qui ont été utilisés des deux côtés si ce n'est qu'en labour, on a évidemment l'enfouissement des résidus et des couverts. En SD, le glyphosate n'est utilisé que si nécessaire. Cependant, les pratiques et l'utilisation d'un herbicide total avant semis ont beaucoup évolué dans le temps. Les doses, comme la systématisation de ce type de traitement, ont été fortement limitées jusqu'à être complètement éliminées pour la campagne 2014-2015 où aucune des parcelles en AC n'a reçu une application de glyphosate : c'est l'un des objectifs forts



Blé d'hiver en SD, juin 2015.

que s'étaient fixés A. Chervet et W. Sturny. Enfin, il est intéressant de signaler que les deux premières années de l'essai, un désherbage thermique a été employé avant pommes de terre et betteraves. Même si celui-ci permettait déjà de s'affranchir du glyphosate, il faisait néanmoins exploser le bilan énergétique (environ +30 % de l'énergie totale pour la culture). La pratique a donc été rapidement abandonnée. Le broyage a été aussi testé

pour détruire les couverts après semis au printemps mais il s'agit aussi d'une opération onéreuse et partiellement efficace.

Des équipements et conditions d'agriculteurs

C'est un autre point essentiel de cette expérimentation : le Service de la protection des sols ne possède aucun équipement de récolte ou de semis. Pour réaliser tous les travaux, les responsables doivent donc faire appel aux

Le mélange classique est composé de tournesol (10,5 kg), de phacélie (3 kg), d'avoine brésilienne (16,5 kg), de nyger (9,5 kg), de vesce d'été (8,5 kg), de trèfle d'Alexandrie (9,5), de lin d'été (6 kg), de moutarde d'Abyssinie (2,5 kg) et de radis structurant (4 kg). Avec 70 kg/ha, la densité est assez forte pour aller chercher le maximum d'objectifs et, entre autres, limiter le salissement. En complément, ce choix est basé sur la combinaison des propriétés particulières à chacune des espèces. Critères de choix : levée et couverture rapides du sol, port érigé, fixation d'azote, enracinement profond, symbiose avec les mycorhizes. Toutes les espèces doivent normalement geler au cours de l'hiver : il existe toujours une période de froid qui peut aller de -10 à -20 °C (sauf pour l'hiver 2013-2014). Le roulage a été testé mais n'a pas été retenu sur la plateforme car c'est un coût et une intervention supplémentaires qui ne sont généralement pas nécessaires. De plus, A. Chervet trouve que le sol peut rester plus humide sous couvert roulé ce qui complique les semis précoces au printemps alors que dans un couvert qui reste debout, le soleil et le vent peuvent rapidement atteindre le sol. Aujourd'hui, c'est la betterave et la féverole qui sont implantées dans ce type de végétation. C'est plutôt une avoine qui fait la jonction entre la betterave et le maïs et enfin un mélange de nyger et tournesol occupe l'espace court entre les pois et le blé.

SEPEBA | EPANDEURS DE PRECISION |

Poly'Doseur 2

une 2ème distribution pour votre semoir*
semoirs à distribution centrale

NOUVEAU !!!

- engrais granulés
- engrais microgranulés & hélicides
- graines toutes tailles

+ Simple ... + Performant

02 41 68 02 02 - info@sepeba.fr

SEPEBA ... la qualité made in France





Blé d'hiver en labour, juin 2015.

entrepreneurs et agriculteurs locaux. Cela permet d'éviter de se faire enfermer avec une machine spécifique, de profiter rapidement des évolutions technologiques et de proposer un système accessible à tous. Cependant, cette stratégie possède quelques difficultés. Il est quelquefois plus compliqué de programmer les interventions et l'expérimenta-

tion peut même se retrouver en complète concurrence avec les travaux dans les champs voisins. Cela ne fait donc que renforcer les conditions « agriculteurs » d'Oberacker et contribue encore plus au crédit que nous pouvons lui apporter.

Pour ce qui est des semoirs, quasiment toutes les marques et types de mise en terre disponibles



Blé semé à 37,5 cm d'écartement sur la parcelle d'Oberacker en 2011. Cette approche innovante, qui s'appuyait sur les résultats de Guy Lafond au Canada, n'a pas pénalisé les rendements. Les agronomes ont remarqué une diminution des risques maladies grâce à l'aération de la végétation. Cet écartement important leur a même permis de tester un système de broyage du salissement entre les rangs : une ouverture possible vers le SD en AB. Cette stratégie a simplement été mise de côté pour rester sur des semoirs de SD plutôt conventionnels et éviter d'ajouter de nouvelles variables dans l'évaluation des résultats.

ont pu être testés en 20 ans. Si les deux premières années, le SD a été réalisé avec un Amazone NT 250 (semoir à dents, ancêtre du Primera), les semoirs à disques (John Deere, Great Plains, Nodet, Kinsey, Monosem, Semeato et Cross-Slot) se sont ensuite succédé en fonction des opportunités. Pendant 7 campagnes, le maïs a cependant été implanté en monograine Cross-Slot. Ce prototype installé sur une base John Deere Max Emerge avait été développé par l'entrepreneur et président à l'époque de Swiss

No-Till : Hp. Lauper. Après une nouvelle modification d'un autre Max Emerge avec l'ambition de semer bien entendu le maïs à 75 cm, les betteraves, les fèves et les pois à 50 cm mais aussi le colza à 37,5 cm en intercalant des éléments semeurs, l'idée est venue d'utiliser ce même outil pour les céréales d'hiver à 37,5 cm d'écartement et le tout en monograine, bien entendu. L'objectif était de réduire encore plus les coûts de mécanisation en n'utilisant qu'un seul et même semoir pour toutes les cultures,

Voici 4 bêches de sol prélevé sur Oberacker et dans les environs.

De gauche à droite :

- **Sol sous forêt :** on note la forte accumulation de matière organique en surface qui arrive à constituer une véritable litière assez typique de cet environnement.
- **Sol de prairie (bande enherbée).** La couleur brune indique un bon niveau de matière organique qui est répartie sur l'ensemble de l'épaisseur grâce à l'action de l'activité biologique et donc des vers de terre.
- **Sol en SD depuis 15 ans.** Même si l'on aperçoit encore la rupture produite par l'ancien labour, la dilution de la matière organique et l'organisation verticale de la structure nous rapprochent de la prairie.
- **Sol en labour.** Avec ce profil déjà plus clair pour un sol dit « brun », la rupture entre la zone travaillée et le sous-sol est brusque. On remarque également assez bien la seconde rupture à 12-15 cm où s'arrête le labour aujourd'hui. Dans cette modalité, on obtient une structure en escalier qui est assez typique et souvent rencontrée dans les sols « travaillés » mécaniquement.

La présentation de ces 4 bêches de sol sur fond de la parcelle en betterave cette année-là laisse apparaître beaucoup de différences très visuelles alors que la modalité labour est une version très « light » de travail du sol. Elle démontre également que le mode de gestion et surtout les pratiques culturales peuvent induire beaucoup d'impacts sur un sol et sur une échelle assez courte (15 ans). Même s'il restera toujours difficile de déterminer à quelle vitesse il est possible de régénérer un état « organico-biologico-physique » d'un sol, il vaut mieux, et dans tous les cas, tenter de mettre en œuvre des pratiques plutôt « agrifiantes » que dégradantes.



MONOSHOX
NX M

Imperturbable, en toutes conditions !

Spécialement conçu pour les chantiers les plus intensifs, le nouvel élément semeur Monoshox® NX M est la réponse de Monosem aux utilisateurs pointus sur la qualité de semis. Distribution polyvalente, vraie roue PRO (option), suspension Monoshox®.EU : chaque élément semeur Monosem offre une mise en terre optimale en toutes circonstances, en particulier à vitesse d'avancement élevée.



Flashez pour plus d'infos

Découvrez également les avantages des châssis trainés WingFold disponibles en 6 et 8 rangs.

MONOSEM

www.monosem.com

quité à le sophistiquer. C'était également le moyen de réduire drastiquement la quantité de semences notamment en céréales d'hiver (semis à un tiers de la densité seulement). Cependant, c'est à cause de la légère irrégularité sur la ligne en maïs induite par cette mise en terre particulière, que l'entrepreneur a abandonné son utilisation face au mécontentement des agriculteurs. « Un aspect plus esthétique que technique, puisque les niveaux de production ne s'en sont jamais trouvés affectés », assure W. Sturny. Les chercheurs ont également préféré arrêter les implantations de céréales à 37,5 cm afin de ne pas ajouter une variante supplémentaire dans ce contexte déjà très fourni.

Ainsi, et depuis lors, les betteraves et le maïs sont implantés

avec un JD Max Emerge et les autres cultures et les couverts avec le Semeato (SHM de 2,50 m) d'un agriculteur voisin qui accepte de consacrer un peu de temps à l'expérimentation.

Enfin, ces 20 années d'expérience et d'essais de machines très diverses permettent aux responsables de l'expérimentation d'affirmer que, même si le semoir reste un outil important, il ne joue plus un rôle déterminant dans la réussite du semis direct aujourd'hui.

Taux de MO et fonctionnalités du sol

De nombreuses études, notamment nord-américaines, font état d'une augmentation nette des quantités de carbone organique quand on abandonne la charrue pour passer au SD. Ce n'est pour-



Féverole en SD, juin 2015.

tant pas ce que révèle Oberacker. Déjà, après 11 ans de comparaison, il s'avère que les quantités totales d'humus (pour ne citer que cette forme) des deux systèmes sont certes en augmentation (même en labour !) mais équivalentes sur un profil allant de la surface à 40 cm. Oberacker ne montre pas un avantage du semis direct par rapport au labour en accumulation d'humus. En fait, tout est une question de profondeur d'analyse mais aussi de date d'analyse... À une époque où le labour se faisait à plus de 20 cm de profondeur, il y a plus de carbone organique sous labour au-delà des 20 cm. Entre 10 et 20 cm, les quantités sont semblables et de 0 à 10 cm, c'est le sol en SD qui, logiquement, en contient plus que sous labour (effet litière notamment). Certains ont d'ailleurs pu craindre l'impact négatif de forts volumes de litière en surface en SD sur les implantations. Or, plusieurs années de SD démontrent que les vers de terres (pour ne citer qu'eux) remplacent parfaitement la charrue et se chargent sans problème de grosses quantités de matière végétale, la décomposent et l'incorporent au sol sur l'épaisseur du profil. Quant aux quantités de matière organique accumulées en profondeur sous labour, elles ne sont en fait pas intéressantes car présentes dans une zone plus compacte et peu aérée, elles vont difficilement évoluer.

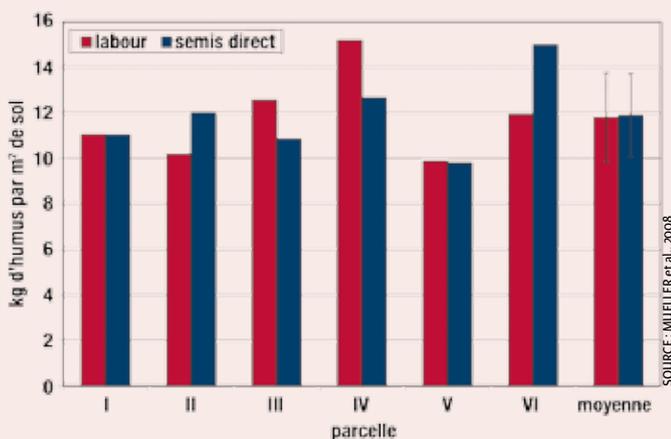
Comment expliquer une telle contradiction avec de précédentes études ? Déjà, en Amérique du Nord et contrairement à ce qu'on peut observer sur le site d'Oberacker, on part d'un système sol rudement entamé

par l'érosion. Il est alors très clair que le SD va nettement contribuer à apporter des matières organiques au sol. Ensuite, la plupart des études ont analysé le carbone organique sur 20 cm et pas au-delà comme à Oberacker. Effectivement, si on se contente de cette profondeur, le SD, grâce à ses quantités plus fortes de matière organique en surface, arrivera toujours en tête. Depuis, de plus récentes études, réalisées en Europe du Nord et même en Chine, viennent corroborer les observations d'Oberacker, dans les mêmes conditions.

Qui dit richesse en carbone organique, dit amélioration des propriétés du sol et c'est ce qui a pu être constaté sur le champ de comparaison à travers l'acquisition en SD, d'une porosité structurale qui devient continue et stable, améliorant de ce fait la circulation de l'eau et de l'air. « N'oublions pas que nous avons affaire à un sol relativement jeune, issu de la dernière glaciation, précise Pascal Boivin, professeur en sciences du sol à l'Hepia de Genève. Ses argiles sont plutôt grossières et peu complexantes. Avec l'enrichissement global en carbone organique, l'amélioration n'est certes pas spectaculaire mais elle est fondamentale. » Et cette métamorphose est d'autant plus intéressante qu'elle s'est faite :

- sans apports extérieurs de produits résiduels organiques (pas de composts, de lisiers, de fumier...) qu'il aurait été logique d'apporter avec ce type de rotation;
- avec des cultures comme le maïs ensilage et la betterave fortement exportatrices de biomasse (20 tonnes/ha de MS tous les 6 ans pour le maïs) ;

Comparaison des teneurs en humus après 11 ans d'essai



Parcelle de suivi à long terme Oberacker, 2005. Comparaison des teneurs en humus après onze ans d'essai avec labour ou semis direct. Données pour les premiers 500 kg de matière minérale par m² de sol. Indications chiffrées : profondeur [cm] correspondant à ces 500 kg de matière minérale par m² de sol. L'idée de prélever 500 kg (correspondant à 40 cm de sol) a permis de s'affranchir des différences de densité apparentes entre labour et semis direct.



Féverole en labour, juin 2015.

• et des légumineuses qui ne laissent jamais énormément de résidus au sol. Malgré tout, la biomasse produite et laissée au sol arrive à enrichir suffisamment le profil. Mais il faut noter la politique couverts avec des biomax importants qui compensent par beaucoup de photosynthèse laissée au sol mais aussi, dans la modalité labour, un travail du sol qui est réduit à un seul labour très superficiel (lorsque c'est possible,

pas plus de 10 cm) : une intervention mécanique inférieure à beaucoup d'orientations TCS... Enfin, la stratégie adoptée à Oberacker, plus orientée azote que carbone, a été la bonne pour à peu près maintenir les rendements pendant la période de transition de 5 à 6 ans et éviter les grosses restrictions par des faims d'azote liées à une forte accumulation de carbone ! Une période de transition qui, aux yeux de P. Boivin, n'est pas

si énorme ; 10 ans étant plutôt ce qu'il observe par ailleurs en Suisse.

Deux fois plus de vers de terre en SD

Les vers de terre, acteurs incontournables de la fertilité des sols, ont bien entendu été l'objet d'observations et d'analyses sur la plateforme d'Oberacker. Plusieurs études ont été publiées au fur et à mesure de l'avancée des travaux. En 2008, soit 14 ans après sa mise en place, une synthèse révélait qu'en SD, en moyenne, la biomasse représentée par les lombrics était du double de celle présente sous labour (une autre analyse réalisée au bout de 19 ans d'essai a donné les mêmes proportions). La moyenne des 6 parcelles (en labour ou en SD) a pu être comparée à celle de 17 prairies naturelles où les lombriciens ont été prélevés ; prairies réparties sur le plateau bernois (Canton de Berne). Ces résultats sont présentés dans l'histogramme page 14. On peut y détailler la

proportion des trois catégories principales de vers de terre : les fameux anéciques, les épigés et les endogés. Si la nature du travail du sol joue peu sur les endogés (appelés ici vers des sols minéraux), elle joue beaucoup plus sur les anéciques qui, on le rappelle, viennent consommer en surface pour redescendre en profondeur via leurs galeries verticales. C'est effectivement eux qui sont les terrassiers des sols et font, en grande partie, leur structure (réseau continu de galeries), à partir du moment où on les laisse œuvrer. Comme le montre l'histogramme, leur proportion en SD se rapproche sensiblement de celle d'une prairie naturelle. La figure met également en lien ce qui est observé sur les vers de terre avec le niveau d'infiltration de l'eau. Là encore, c'est très net : SD et milieu prairial présentent des niveaux d'infiltration sensiblement équivalents ; l'eau de pluie s'écoulant trois fois plus vite que dans le système labour. Ceci est clairement en rapport avec la non-perturba-



Si la non-différenciation dans l'accumulation de carbone peut être décevante, il faut intégrer que le sol d'Oberacker possédait déjà un niveau organique confortable (environ 3 %). Ceci n'est pas le cas de beaucoup de sols et l'accumulation sera souvent d'autant plus forte et même brutale que le niveau de départ est faible (système bilan en dynamique avec entrées et sorties). En complément, la bonne activité biologique, qui est mesurée avec un net avantage (biomasse) pour les vers de terre en SD, consomme de grandes quantités de carbone qui est leur seule ressource énergétique. Grâce à celle-ci, ils organisent le sol et recyclent la fertilité mais ils dégagent du CO₂. Ainsi Oberacker nous montre que dans un système qui tend à l'équilibre, c'est soit le travail du sol qui se charge, en dopant une activité minéralisatrice, de faire repartir le carbone dans l'atmosphère et mettre à disposition la fertilité, soit les vers de terre : ils sont simplement plus écologiques, travaillent mieux le sol et ne consomment aucune énergie fossile.



Oberacker a également été le cadre d'une étude récente de l'impact du travail du sol sur la porosité et la circulation de l'air dans le sol. Les analyses ont été conduites à la fois en surface (jusqu'à 10 cm) et plus en profondeur (40 cm). Elles ont également été faites dans une bande enherbée de l'essai. En clair, le SD voit les propriétés du sol peu différer entre la surface et le fond du profil d'analyse avec une porosité continue et naturelle (biopores). Ensuite, toujours en considérant l'ensemble du profil, le SD n'est pas significativement différent du sol de la bande enherbée. A contrario, le sol labouré montre clairement une différenciation de porosité (et donc de circulation d'air), entre la surface et 40 cm avec des premiers centimètres fortement poreux (macroporosité dominante) et un sol un peu plus « compact » en profondeur limitant de ce fait la bonne circulation des gaz. « Considérer l'ensemble des 40 cm est assez inhabituel en matière d'analyse », insiste W. Sturny. De plus, on a ici mesuré des fonctionnalités de sol et non de la matière comme il se fait habituellement. Cela change beaucoup de choses en matière d'analyse.



Roues et Rouleaux Caoutchouc pour le travail des terres agricoles.

FARMFLEX BY OTICO

Tél : + 33 (0)1 64 08 85 99

Since 1971 **OTICO** www.otico.com

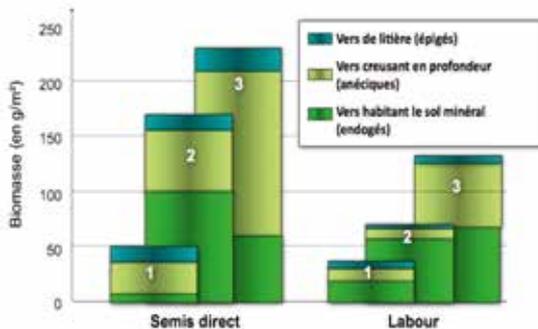
■ dossier ressources

tion en SD du réseau de galeries construit par les anéciques, facilitant la circulation en profondeur de l'eau (et de l'air), aidée en surface, par la présence du mulch absorbant naturellement cette eau (pas de phénomène de

splash ni d'érosion). Si ce réseau n'est pas détruit, il peut perdurer des années ; les galeries qui ne sont plus utilisées par les vers de terre étant rapidement squattées par les racines.

À une échelle beaucoup plus in-

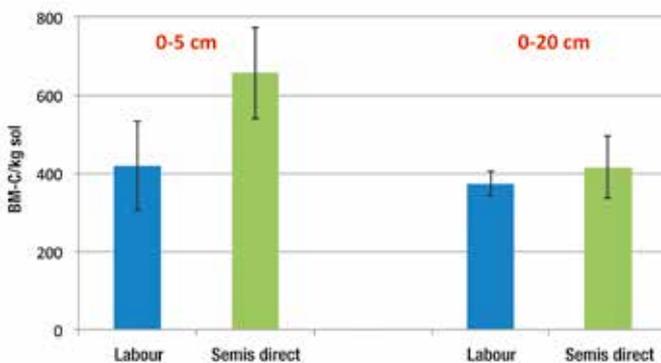
Population de vers de terre en fonction de la rotation et du travail du sol



Année de culture	1 : Parcelle fortement travaillée	2 : Parcelle normalement travaillée	3 : Parcelle la moins travaillée
1993-1994	Blé d'hiver et engrais vert	Blé d'hiver	Blé d'hiver
1994-1995	Extensive suèdè	Prairie temporaire	Orge d'hiver
1995-1996	Blé d'hiver et engrais vert	Mais ensilage	Prairie temporaire
1996-1997	Prairie de terre	Orge d'hiver et engrais vert	Mais ensilage
1997-1998	Blé d'hiver et engrais vert	Extensive suèdè	Orge d'hiver et engrais vert

SOURCE : OBERACKER

Biomasse microbienne à deux profondeurs



SOURCE : CLAUDIA MAURER-TROXLER, 2015



Orge d'hiver en SD, juin 2015.

fime, les champignons, au même titre que les bactéries, sont la plaque tournante des activités biologiques d'un sol. Si les vers de terre sont en quelque sorte les « prédigesteurs » de la matière organique de surface représentée par les résidus de culture et de couverts, champignons et bactéries poursuivent le travail et transforment encore plus intimement cette matière jusqu'au stade ultime de sels minéraux assimilables par les végétaux.

La figure ci-contre compare la biomasse microbienne quantifiée à la fois sous labour et sous SD, soit entre 0 et 5 cm de profondeur de sol, soit entre 0 et 20 cm.

La plus grande différence dans le système de travail du sol se situe plus en surface avec une biomasse microbienne sous SD nettement plus importante que sous labour. Plus profondément, la différence s'atténue. Il est clair qu'en sol non travaillé, la vie du sol s'active là où il y a des condi-

tions de vie optimales (température, oxygène, humidité) et de quoi s'alimenter. C'est aussi là où il y a beaucoup d'activité racinaire. Tout est en lien.

Parmi cette vie souterraine, les champignons mycorrhiziens sont d'excellents bio-indicateurs des sols agricoles, leur présence étant fonction de la nature du sol et de son mode d'exploitation. 20 années de comparaison labour/SD à Oberacker nous révèlent les observations et analyses suivantes... L'étude a ainsi été menée en 2011 et chaque parcelle, dans ses deux composantes, labour et SD, a été prélevée pour une analyse des espèces de champignons mycorrhiziens présentes et leurs quantités.

Un total de 39 espèces a été déterminé : 38 en SD et 25 en labour. Il a été montré que le nombre d'espèces était significativement plus élevé sous semis direct (en moyenne 18,5) que sous labour (en moyenne 13,2). La majorité des espèces, soit 24,



Pour ce qui est des maladies et autres ravageurs (ici, dégâts de campagnols sur orge d'hiver, au printemps, après labour), de nombreuses observations ont été réalisées tout au long de ces 20 années. Cependant elles font toutes ressortir des différences ponctuelles entre les modalités en fonction des conditions de milieu avec des rééquilibrages voire des inversions. À ce niveau, aucune tendance n'est donc réellement visible.

Carbure en direct
+ de 500 références EN STOCK pour tous matériels du sol

Agri France Carbure
Les pièces d'usure qui durent

Catalogue en ligne

www.agrifrancecarbure.fr

ZA Auralis - La Maucarrière 79600 Tessonnière
☎ 05 49 63 63 63 - Fax 05 49 63 63 64



Orge d'hiver en labour, juin 2015.

a été trouvée principalement, voire exclusivement, dans le système de SD. Une espèce en particulier, *Septoglomus constrictum*, a même été désignée comme espèce indicatrice du SD de longue durée sur le site d'Oberacker ! Quant à l'impact du type de culture, Oberacker a

bien entendu permis de constater que le nombre d'espèces de champignons mycorrhiziens avait tendance à être plus élevé sous couvert végétal que sous céréales d'automne (par exemple). Non-perturbation du sol, apports importants de biomasse végétale aujourd'hui très variée (cultures, couverts) mais aussi, ne l'oublions pas, une approche phytosanitaire extrêmement « light » avec le programme



Pour visualiser un test à la bêche : <https://www.youtube.com/watch?v=qd62cjFHMzo>

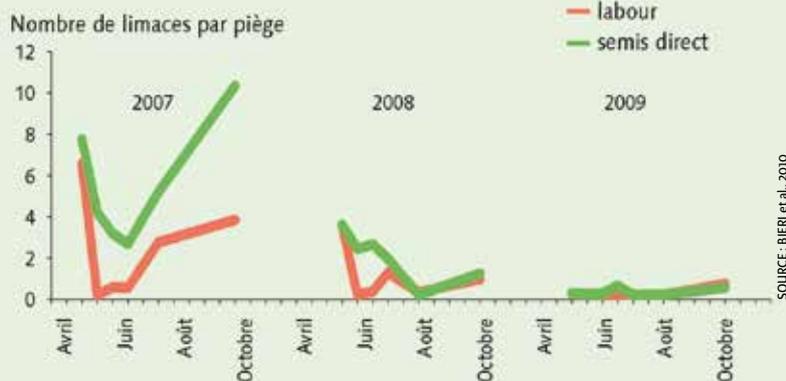
Les limaces n'ont jamais été un problème

La vie en surface et dans le sol n'est pas constituée que d'organismes auxiliaires... Et l'essai d'Oberacker s'est aussi attelé à l'observation des limaces qui ont fait l'objet de 3 années d'études, entre 2007 et 2009. Objectif : déterminer l'activité des limaces en relation avec les conditions météorologiques et le système cultural. Durant ces trois campagnes d'analyses (par piégeage), les conditions météo ont été relativement variables, un point positif pour l'étude. Celle-ci a démarré au printemps 2007 et est partie sur une pression importante de limaces, rapidement mise en lien avec l'hiver précédent, plutôt doux et sans gel prolongé. L'hiver suivant (2007/2008) s'est caractérisé par sa précocité et une terre qui a gelé profondément car non protégée par une couche de neige isolante. Un taux de mortalité de limaces a alors pu être observé. Malgré un début d'année plus doux suivi d'un début de printemps très arrosé qui ont permis de régénérer les populations, celles-ci sont restées moitié moins importantes que l'année précédente. La troisième année d'étude a été difficile pour les gastéropodes : après un hiver 2008/2009 gélif et durable (encore une fois sans grosse couche de neige protectrice), le mois d'avril a été sec, finissant de mettre à mal les populations. Côté effet du système

cultural, certes, le travail du sol et notamment le labour impacte plus les populations que le SD (permettant souvent de protéger la levée, stade le plus sensible) mais cet impact n'est que temporaire. Il suffit de conditions météo favorables pour qu'une population de limaces, même minime, se régénère en peu de temps. Pour rappel, un seul individu peut pondre entre 300 et 500 œufs dans les premiers centimètres du sol et tous en sont capables car ce sont des animaux hermaphrodites, possédant les deux sexes. En quelques mois, un limaçon atteint sa maturité sexuelle. En résumé, le premier élément de « contrôle » des populations de gastéropodes est la météo et surtout, l'effet d'un gel durable, pénétrant profondément dans les anfractuosités du sol où, l'hiver, les limaces viennent trouver refuge et, bien sûr, les périodes d'humidité en saison de reproduction. Voyez les campagnes 2007/2008 et 2008/2009 où l'activité des limaces est faible et surtout quasi identique quel que soit le système de culture (graphique ci-contre). Un modèle de prévision devait, à partir des suivis, être mis en place mais, au final, aucune modélisation du risque limace n'a pu être mise au point : reste la bonne vieille surveillance ! Au quotidien, sur le site, les limaces n'ont ainsi jamais été et ne sont pas

ACTIVITÉ DES LIMACES EN SD ET EN LABOUR ENTRE 2007 ET 2009, OBERACKER

Parcelle de maïs



SOURCE: BIEN et al., 2010

un gros souci. Seuls les semis de betteraves sont occasionnellement protégés en fonction des conditions climatiques. En cas de printemps humide, un anti-limace est positionné (méthaldéhyde) et si nécessaire, un second en SD, d'après le système de piégeage. Les autres cultures, même le maïs, bien qu'il puisse parfois subir quelques dégâts, ne reçoivent pas de protection.

Ainsi, alors que le climat suisse est plutôt humide, la rotation avec alternance des cultures et couverts sans gros dépôts en surface de résidus avec des C/N très élevés qui, en général, favorisent les limaces (légumineuses, betterave et maïs ensilage) mais aussi la non-utilisation de fongicides et insecticides complètent la panoplie en favorisant le développement d'une prédation anti-gastéropodes.

SPÉCIALISTE DU SEMIS DIRECT SOUS COUVERTS

FABRIQUÉ EN AUVERGNE

Rouleau MG-163 de destruction des couverts végétaux à coupe hélicoïdale de 1,25 m à 8,10 m

POLYVALENCETOUTES GRAINES

Semoir BERTINI 22000D option Volumétrique et/ou Pneumatique

Destruction mécanique des couverts végétaux

TOUS COUVERTS et TOUS SOL

Largueur de travail de 3m à 21m, pliable ou transport en long

une seule machine, toutes options possibles

MG International BERTINI France

Siège social : 2 rue E.Gauthey, 71640 Givry
www.mg-international.org

Service Technique & Commercial :

Tél - Fax : 04.73.63.66.76 - Mobile : 06.08.26.98.23
E-mail : moroges@wanadoo.fr

extenso mais aussi la volonté d'atténuer les applications herbicides : tout concourt à développer sereinement une activité biologique globale des plus performantes. Un seul petit bémol au cours de l'expérimentation : l'effet pomme de terre (même après qu'elle ait été retirée) qui, au niveau des vers de terre, s'est remarqué ; les parcelles 5 et 6 prouvant cet impact car n'ayant jamais reçu cette culture.

Des résultats techniques en faveur du SD

Pour ce qui est des rendements sur les 20 années de l'expérimentation et toutes cultures confondues (comparaison de 120 récoltes pour chaque modalité), le SD arrive à 102,6 % du labour. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une différence statistiquement significative, ce résultat permet d'affirmer globalement que le semis direct strict, dans ce contexte plutôt humide et frais, assez représentatif des conditions de cultures de l'ensemble de l'Europe de l'Ouest, n'a pas dégradé les rendements contrairement à ce qu'affirment certains auteurs et « méta-analyses » récentes. Pour l'équipe suisse, ce qui a permis de maintenir un niveau de productivité équivalent à Oberacker, c'est l'ajout dans ces expérimentations d'une rotation assez longue et variée avec aujourd'hui deux légumineuses en culture mais aussi des couverts performants et donc une approche agronomique globale plus adaptée au SD. Celle-ci n'est pas non plus pénalisante pour le labour, bien au contraire. Toujours selon eux, même s'il est important de regarder les rendements de

l'année ou d'une seule culture, il est beaucoup plus judicieux de considérer l'ensemble de la rotation et de capitaliser sur les économies et bénéfiques agro-environnementaux de l'agriculture de conservation. Au-delà de ces généralités déjà très sécurisantes, il est intéressant de rentrer plus dans le détail et d'analyser ces résultats. Si l'on considère l'évolution dans le temps toutes cultures confondues : les 7 premières années, les rendements ont été en moyenne 7 % inférieurs en SD. Ensuite cette modalité a dépassé le labour pour se maintenir au-dessus pendant le reste de la période. Plusieurs éléments expliquent cette courbe qui reflète parfaitement ce que nous appelons communément aujourd'hui : la période de transition. On peut évoquer le manque d'expérience, le besoin d'adaptation du matériel et le bridage par manque de flux d'azote. Il faut aussi admettre que les pénalités de production en pommes de terre ont assez fortement impacté la moyenne des 5 premières campagnes. Enfin, l'équipe suisse complète l'explication par une sorte de cap passé par le sol qui, au bout de 6-7 ans, a développé une organisation structurale et une fonctionnalité plus adaptée au SD avec un nouvel équilibre dynamique du sol. Pour ce qui est de l'analyse culture par culture :

- En pomme de terre, les rendements ont été significativement plus faibles (-15 %), occasionnés par un sol généralement plus ferme, le manque d'azote par des couverts trop agressifs au printemps et des difficultés de récolte (les



Betteraves en SD, juin 2015.

mottes ne se brisant plus perturbant le tri et endommageant les tubercules). Ces résultats associés à l'impact négatif de cette culture sur le sol ont conduit à l'abandon de cette production. Cela a aussi permis de convertir l'expérimentation en strict semis direct.

- Pour la betterave, les rendements moyens sont aussi légèrement inférieurs (-3,4 %). Surtout l'effet date d'arrachage explique cette différence : afin d'être cohérent et ne pas abîmer la structure et risquer de nuire à la culture suivante en SD, elles sont en théorie récoltées plus précocement (autour du 10 octobre). Cependant, la récolte de l'expérimentation est calée sur celui de la ferme ce qui n'offre pas toujours les meilleures conditions. Malgré cette légère dégradation de la production moyenne, sur la période, le rendement sucre de la betterave a été supérieur en SD 9 années sur 20. La meilleure gestion de l'eau par le sol est l'une des explications.
- En ce qui concerne les céréales

d'hiver (blé d'hiver, orge d'hiver), les rendements moyens sont significativement plus élevés en SD qu'en labour avec, au final, un gain de productivité de 5,9 %. C'est l'orge d'hiver qui se détache vraiment avec des rendements élevés et toujours supérieurs en SD sauf 3 années (1996, 2000 et 2012). Sur 20 ans, cette différence de rendement, pour cette culture qui semble fort bien adaptée à l'AC, représente tout de même la perte d'une récolte moyenne pour le labour : ce n'est pas une paille !

- Ce sont en fait les légumineuses (pois et féverole) qui profitent le mieux du SD. Les gains de productivité sont supérieurs de 10%, voire atteignent dans certains cas les 20%. Bien qu'elles soient réputées plus sensibles à une surface « ferme », elles semblent apprécier une meilleure exploration du profil et peut-être un équilibre biologique qui leur convient mieux. La plus forte concentration en nutriments en surface doit également leur profiter.

Cultures	Nombre de récoltes	Rendement en SD	Rendement en labour	Rendement SD/Rendement labour
Orge d'hiver	20	6,59 t/ha	6,22 t/ha	105,9 %
Betterave	20	11,5 t de sucre/ha	11,9 t de sucre/ha	96,6 %
Maïs ensilage	20	19,99 t de MS	19,87 t de MS	100,6 %
Blé d'hiver	22	5,50 t/ha	5,19 t/ha	105,9 %
Pois de printemps	8	4,25 t/ha	3,73 t/ha	113,7 %
Féverole de printemps	6	3,09 t/ha	2,63 t/ha	117,3 %
Seigle d'hiver	6	5,95 t/ha	5,86 t/ha	101,5 %
Pois d'hiver	5	3,21 t/ha	2,66 t/ha	120,9 %
Pomme de terre	5	34,11 t/ha	39,95 t/ha	85,4 %
Soja	2	2,63 t/ha	2,94 t/ha	89,7 %
Féverole d'hiver	1	2,36 t/ha	2,90 t/ha	81,2 %
Blé de printemps	1	6,05 t/ha	4,97 t/ha	121,5 %
Moyenne de toutes les cultures				102,6 %



Betteraves en labour, juin 2015.

C'est peut-être pour le pois que la différence est la plus importante (+120,9 % de gain de rendement pour 5 récoltes de pois d'hiver et 113,7 % pour le pois de printemps sur 8 récoltes). Ce gain de productivité représente, pour seulement 13 ans de présence de cette culture dans la rotation, une perte de productivité du labour en comparaison au SD de deux récoltes moyennes.

- Pour le maïs, qui est conduit en ensilage, il n'y a pas de

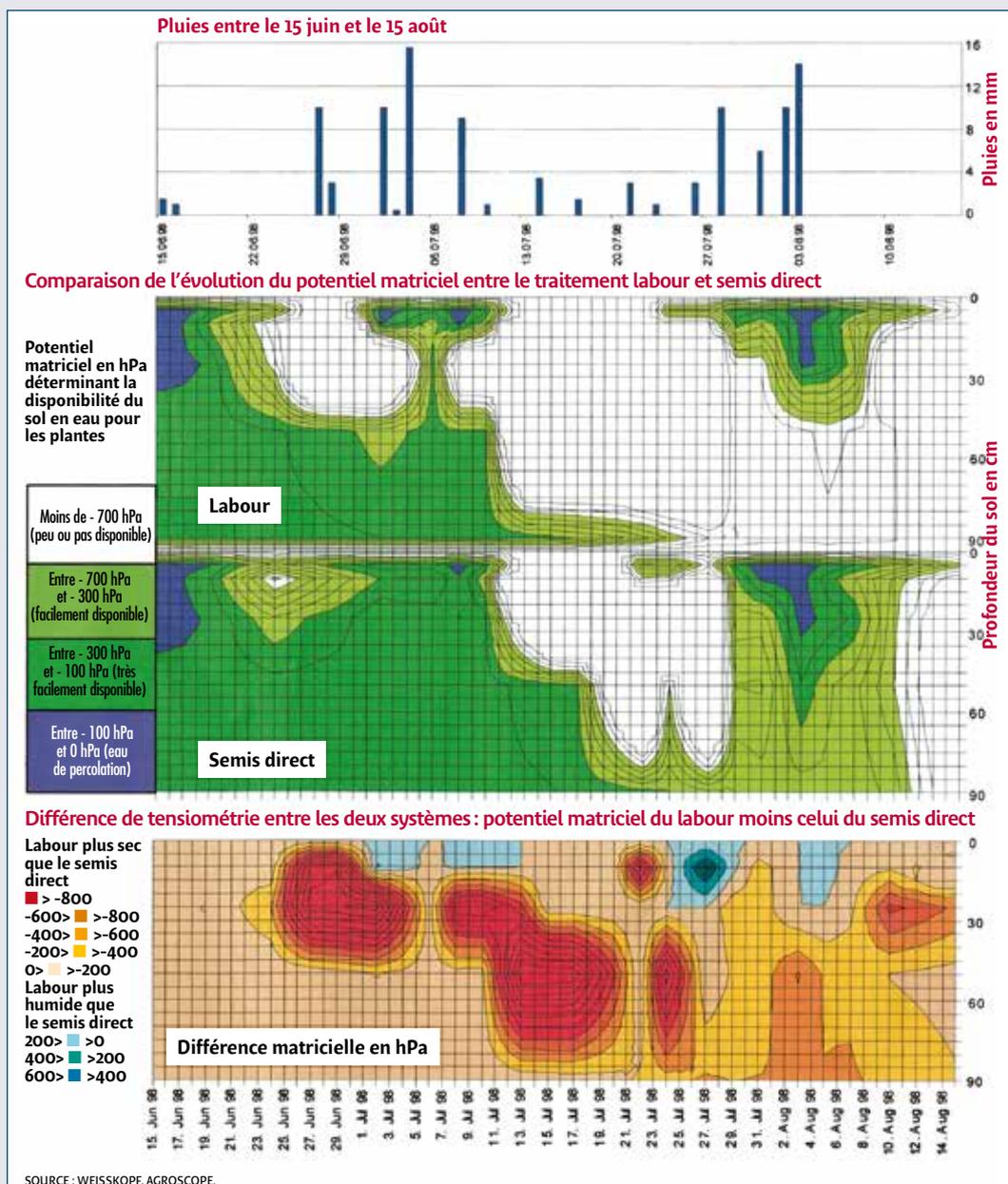
différences significatives alors que les rendements sont extrêmement bons : ils dépassent souvent les 20 t de MS/ha. Cependant des variations apparaissent entre les années et montrent assez nettement que le SD apporte une meilleure valorisation de l'eau lors des étés « secs ». En analysant les données secondaires, il apparaît également que le pourcentage d'épis dans l'ensilage est toujours supérieur pour la modalité SD.

Suite p. 20

Évolution du potentiel matriciel sous une culture de maïs entre un traitement labour et un semis direct

(après 9 ans de mise en place)

Cette étude comparative réalisée en 1998 sur la parcelle 4 d'Oberacker résume bien l'impact du travail ou du semis direct sur l'évolution des réserves en eau du sol au cours d'une culture d'été. Dans la modalité labour, la rupture entre la zone travaillée et les horizons profonds associée à un développement plus rapide des maïs à cette période induit un assèchement de l'épaisseur travaillée dès le 20 juin. Ensuite, les pluies de la fin du mois et début juillet permettent d'humidifier la surface sans vraiment reconstituer les réserves, de même pour les pluies du début août. En semis direct, où le sol a conservé une continuité, le profil ne commence vraiment à s'assécher que beaucoup plus tard (vers la mi-juillet) tout en préservant un peu d'eau disponible en profondeur. La limitation de l'évaporation par la présence du couvert doit également influencer le bilan hydrique. En complément, les pluies de la fin juillet donnent l'impression d'une plus grande efficacité en ayant réussi à reconnecter l'humidité de surface avec celle du sol profond. C'est dans ce traitement que le maïs, malgré un démarrage plus lent au printemps, a un remplissage et une maturation meilleurs, en évitant les stress hydriques de



la fin juin et début et mi-juillet. W. Sturny insiste : « Avec plus ou moins de différence en fonction de climat de l'année, nous mesurons cependant tout le temps cet avantage du SD sur l'eau en été. Des tensio-

mètres que nous continuons à disposer dans les parcelles confirment également ces observations. » Encore une fois, et sur le dossier « gestion de l'eau », Oberacker nous a apporté des informations pré-

cieuses et qui ont pu être vérifiées à maintes reprises. Le SD sur couvert est vraiment une approche qui permet de beaucoup mieux gérer l'eau : il est d'ailleurs d'autant plus efficace que l'eau est rare !

À titre d'exemple pour la récolte 2015, l'évaluation du rendement grain pour le SD avec la fertilisation Kinsey est supérieure de 6 q/ha au labour et le SD avec la fertilisation Grudaf gagne 9 q/ha aussi. Cette différence très positive est d'autant plus significative que le maïs en SD était plutôt en retrait en mai et juin. Comme le conclut très bien W. Sturny : « *Le maïs en système SD possède une très forte capacité de rattrapage et nous sommes toujours surpris à l'arrivée. Il faudra peut-être à l'avenir revoir la gestion de cette culture pour encore mieux profiter de cet avantage* ».

• Enfin le soja, qui a fait une brève apparition (2 ans), a été plutôt décevant et a également pénalisé les résultats SD alors que le blé de printemps a apporté un rendement très élevé avec un net avantage pour le SD (+121,5%). Celui-ci avait dû être implanté à cause de dégâts de gel sur le blé d'hiver : cette année-là, le blé avait été semé le 15 juillet. W. Sturny avoue avoir poussé le bouchon un peu loin. Comme les semis précoces fonctionnaient bien, il fallait oser pour trouver la limite ! Néanmoins ce résultat vient, encore une fois, renforcer le net avantage de l'AC en matière de gestion de l'eau qui se traduit souvent par une augmentation des potentiels de production en cultures de printemps. Cette lecture et cette interprétation des résultats sont globalement à l'avantage de la modalité SD. Si l'on ne retient que les cultures classiques (blé, orge,

maïs, pois et féverole), le gain de productivité est de presque 10 % (108,7 %) et si l'on inclut la betterave dans le système, l'avantage moyen du SD reste encore significatif à 106 %. Ce gain de rendement moyen est d'autant plus remarquable que les personnes en charge de l'expérimentation, même si elles avaient une bonne maîtrise de la technique, n'ont pas hésité à flirter avec les limites, voire les franchir à différentes reprises. Essayer de produire des pommes de terre en SD il y a 20 ans et s'affranchir complètement du glyphosate en 2015 tout en maîtrisant tous les autres intrants sont des engagements osés ! Vu sous cet angle, Oberacker est donc une grande réussite et cette expérimentation démontre que produire plus avec moins, grâce à la mise en œuvre d'une agriculture de conservation bien gérée, n'est pas une vaine promesse.

Aspects économiques : gagnant à tous les coups

Avec des rendements qui sont préservés, moins de charges de mécanisation et pas plus de dépenses en fertilisation et protection des cultures, il est normal que la modalité semis direct soit plus performante économiquement. Cependant et comme le montre le graphe « Évaluation économique des différentes pratiques en francs suisses/ha » qui fait la somme des charges directes (opérationnelles et structures), toutes les cultures ne sont pas aussi performantes et certaines ont même une rentabilité nette négative : c'est le cas des deux légumineuses de la rotation par exemple.

AUGMENTATION DU RENDEMENT MOYEN DE LA MODALITÉ LABOUR NÉCESSAIRE POUR CONSERVER LE MÊME NIVEAU DE PRODUCTION ÉCONOMIQUE QUE LE SD SUR OBERACKER (MOYENNE DE 6 ANNÉES)

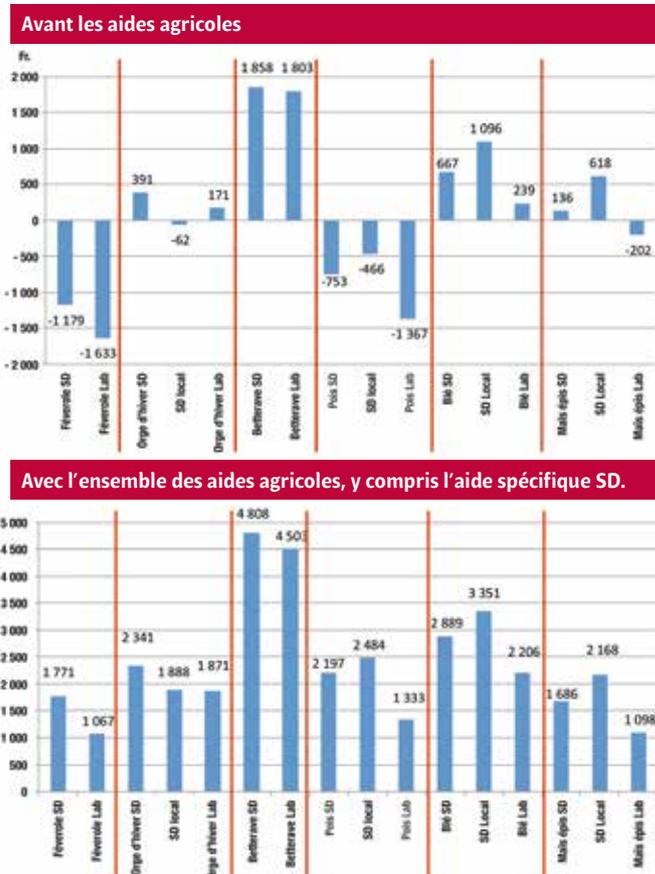
	Production supplémentaire pour combler la différence économique SD vs labour	Rendement moyen à atteindre en labour
Féverole de printemps	2,0 t/ha	4,8 t/ha
Orge d'hiver	1,2 t/ha	8,0 t/ha
Betterave	736 kg de sucre/ha	13,965 kg de sucre/ha
Pois de printemps	2,2 t/ha	5,2 t/ha
Blé d'hiver	1,1 t/ha	6,5 t/ha
Maïs épis ¹	1,6 t/ha	9,9 t/ha

(1) Même si le maïs est ensilé à Oberacker, une mesure du rendement grain est réalisée chaque année afin de permettre des comparaisons avec d'autres parcelles et expérimentations.



Maïs en SD, juin 2015.

ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES DIFFÉRENTES PRATIQUES EN FRANCS SUISSE/HA



Les sommes sont exprimées en francs suisses par ha. La partie « SD local » correspond à des mesures réalisées chez un agriculteur local en semis direct également.

+d'info

Si vous n'avez pas le N° 85 de TCS en main et que vous souhaitez lire la suite de ce dossier, vous pouvez le commander au 03 87 69 18 18. Pour plus d'information sur les TCS, le semis direct et les couverts végétaux, nous vous donnons également rendez-vous sur : www.agriculture-de-conservation.com



Maïs en labour, juin 2015.

Les deux céréales d'hiver ont en revanche une rentabilité légèrement positive avec un avantage pour le blé. Pour ce dernier, la profitabilité nette d'Oberacker est plus faible qu'un semis direct local notamment à cause de la limitation du rendement induite par la stratégie « faibles intrants ». C'est un peu la même chose pour le maïs qui affiche cependant un résultat juste positif en SD alors que le labour est, lui, en négatif. Si l'on ajoute à ces premiers chiffres l'ensemble des aides à la production suisse mais aussi les primes extenso et IP-SUISSE ainsi que les contributions pour le semis direct qui s'élève aujourd'hui à 250 FCH (deuxième graphe), l'ensemble des cultures devient rentable, y compris les légumineuses. Cependant le levier d'aide au semis direct permet de donner dans tous les cas un net avantage économique à cette pratique. Ces chiffres montrent aussi que des cultures comme le maïs sont beaucoup aidées en Suisse en comparaison des légumineuses. Même si on peut le déplorer, on retrouve cependant la cohérence agronomico-environnementale suisse qui soutient correctement les légumineuses pour qu'elles restent dans les rotations pour l'aspect azote bien entendu mais aussi pour la réduction des IFTs. Proposant un autre angle de présentation intéressant, Martin Fehr et Hans Salvisberg, qui ont conduit cette étude sur Oberacker (2009-2014), expliquent que pour équivaloir la même rentabilité que le SD, la féverole en labour devrait

produire 2 t de plus soit 4,8 t/ha en moyenne ou 1,6 t de plus de grain pour le maïs avec une production moyenne pour le labour de 9,9 t/ha. Au vu de sa conclusion économique mais aussi des 20 ans de résultats d'Oberacker et des aides spécifiques en Suisse, il est difficile de comprendre encore pourquoi beaucoup d'agriculteurs hésitent à faire le pas : le poids des habitudes et certaines considérations d'ordre psychologique ont la peau dure même chez les Helvètes !

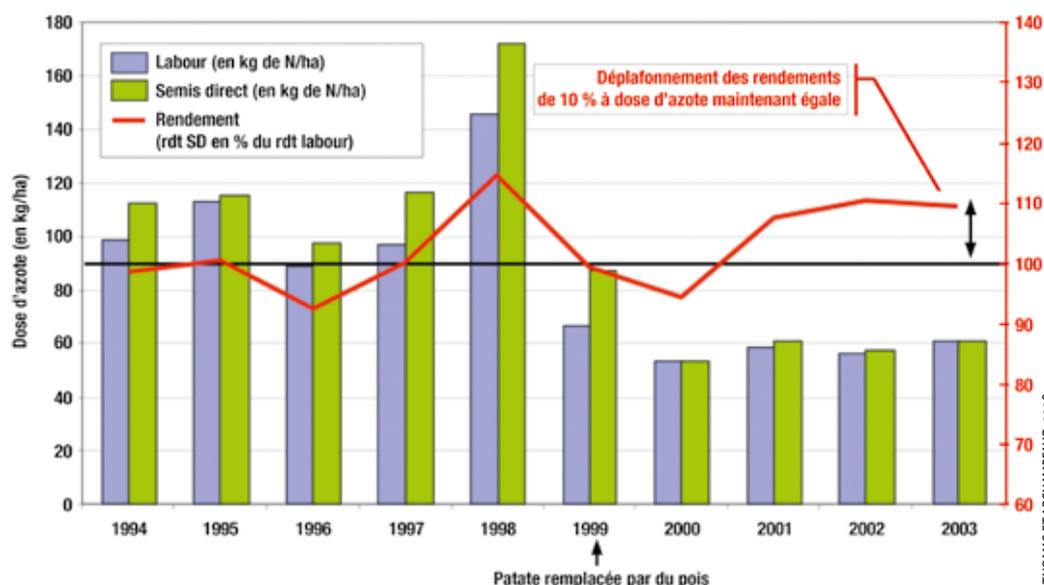
Gestion de la fertilisation et notamment de l'azote

Le graphique « Évolution comparée de la fertilisation moyenne sur l'ensemble des cultures de la rotation en fonc-

tion du mode de travail du sol », que nous avons réalisé en 2008, synthétise parfaitement les enjeux en matière d'azote lors de la période de transition mais aussi l'impact que peut avoir la rotation sur la fertilité. Ainsi, le remplacement de la pomme de terre par le pois permet globalement de diviser la fertilisation azotée par 2 : environ 120 kg de N/ha sur la première période pour seulement 60 kg de N/ha pour la seconde. Ce changement sur 17 ha, à l'échelle d'une exploitation de 100 ha (1 culture sur 6 comme à Oberacker), peut entraîner une réduction de consommation d'azote globale de 6000 kg de N/an : une économie qu'il conviendrait de reporter en avantage économique sur seulement les 17 ha de la culture nouvelle. Plus en détail, il apparaît que les agronomes en charge d'Oberacker connaissaient bien les problèmes de faim d'azote liés à la suppression du travail du sol : ils n'ont donc pas hésité à surfertiliser (engrais localisé pour les semis de printemps) la partie SD au départ. En suivant la courbe rouge (rdt SD en % du rdt lab), on aperçoit qu'une réduction forte de la fertilisation globale (1996) pénalise avant tout le semis direct. Une fertilisation supérieure avec en moyenne 20 kg de N/ha de plus pour le SD en 1997 permet de rééquilibrer les

résultats techniques. En 1998, une fertilisation globale largement supérieure et un supplément de 25 kg de N/ha pour le SD font vraiment la différence. Le rendement moyen en semis direct dépasse de 15 % la modalité labour alors que la pomme de terre est encore présente. Ensuite, lors de la transition pommes de terre/pois (1999-2000) qui entraîne une forte réduction des doses moyennes appliquées, le SD se retrouve de nouveau et logiquement pénalisé. Après et sur les trois années suivantes, le SD reprend l'avantage avec presque 10 % de gain de productivité sans pour autant nécessiter plus d'azote. Meilleure organisation de la rotation (légumineuses devant céréale d'automne), introduction de couverts biomax avec légumineuses et un sol et une activité biologique qui après avoir capté de l'azote pendant les premières années commencent à mieux le restituer, expliquent ce résultat. Ainsi Oberacker confirme qu'il ne faut surtout pas réduire la fertilisation azotée au début de la transition vers le semis direct, bien au contraire. Cependant, avec un peu de temps, voire des réajustements d'enchaînement de cultures, il est possible de consommer beaucoup moins d'azote et même augmenter l'efficacité des engrais. La fertilisation azotée est restée basse

Évolution comparée de la fertilisation moyenne sur l'ensemble des cultures de la rotation en fonction du mode de travail du sol



La dynamique de l'azote

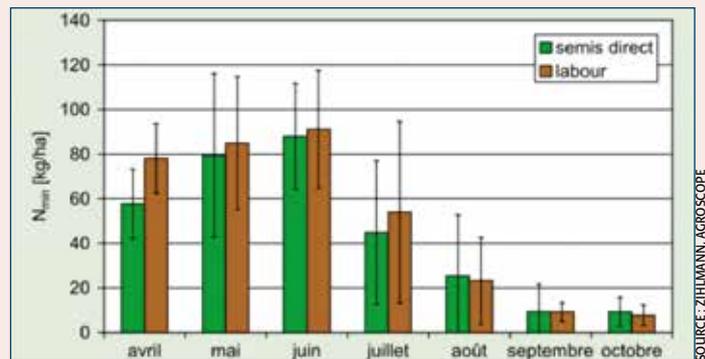
L'essai d'Oberacker compare deux systèmes performants d'un point de vue agronomique et technique, systèmes qui utilisent tous deux les outils de l'agriculture de conservation et de « l'agro-écologie » au sens large : des couverts végétaux systématiques, une rotation longue, la présence récurrente de légumineuses, la réduction des doses d'engrais et de pesticides, une fertilisation adaptée et complète, etc.

La seule variable est le travail du sol, encore que la modalité labour soit très « légère » si on la compare à ce qui se fait dans les campagnes, non-labour compris. Il est par conséquent difficile de tirer des conclusions tranchées sur la possibilité de réduire la fertilisation des cultures dans un système dont les deux modalités ont largement optimisé leur capacité à fournir de l'azote. Comme cela a été évoqué, à fertilisation égale, c'est le système qui produit davantage de rendement qui est le plus efficace : en l'occurrence le semis direct à Oberacker, sans doute pour des raisons de qualité de sol (physique, organique et biologique).

En dehors de l'aspect quantité, une différence dans la dynamique de l'azote a été mise en évidence par un suivi de l'azote minéral dans le sol, entre 2000 et 2005.

Il est désormais admis et vérifié que le semis direct au printemps induit un retard de minéralisation dans les premiers mois de végétation ; le travail du sol (labour, TCS profond, strip-till), en permettant l'évacuation de l'eau, assure un démarrage plus rapide de l'activité biologique et de la végétation. Oberacker fut l'un des premiers essais à mettre ce phénomène en évidence il y a une dizaine d'années. La figure ci-dessus (Évolution de la teneur en azote minéral (kg/ha à 0 et 1 m de profondeur) sous betteraves en labour ou SD) montre la disponibilité en azote minéral sous une culture de betterave (moyenne sur quatre années). Globalement, la modalité semis direct est légèrement moins pourvue en azote (quoique les écarts-types soient grands) mais l'écart s'annule dès le mois d'août. Comme le

ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN AZOTE MINÉRAL (kg/ha à 0 et 1 m de profondeur) SOUS BETTERAVES EN LABOUR OU SD



Moyennes de 2000, 2001, 2004, 2005, écarts-types inclus (= variations annuelles). Échantillons prélevés à l'aide de bougies poreuses à proximité immédiate des rangs. Parcelle de suivi à long terme sur le site "Oberacker", Rütli-Zollikofen.

souligne W. Sturny, « en semis direct, nous observons un effet rat-trapage ; les cultures d'été comme la betterave ou le maïs semblent au départ plus chétives que celles sur labour mais au final le rendement est en moyenne meilleur si on ne travaille pas le sol ». Il ajoute « nous savons aujourd'hui que ce n'est pas forcément la température du sol au semis qui fait la différence mais bien la quantité d'azote disponible sous la culture au moment où celle-ci en a besoin, ce qui nous a conduits à localiser de la fertilisation au semis ». Ce léger décalage a sans doute conduit l'équipe de recherche à s'intéresser à l'injection de sulfate d'ammonium (Cultan), à anticiper les apports et les dates de semis ou encore à travailler aujourd'hui sur la formulation des apports d'engrais.

VALEURS N (kg/ha, 0 et 1 m) EN LABOUR OU SD MI-NOVEMBRE ET FIN FÉVRIER

Valeurs moyennes et écarts-types de 1999 à 2005. Valeurs calculées selon la méthode N_{min} . Parcelle de suivi à long terme sur le site "Oberacker", Rütli-Zollikofen.

Culture en hiver	Engrais vert résistant au gel (avant maïs)		Engrais vert non hivernant (avant betteraves sucrières et pois protéagineux d'été)		Orge d'automne (après maïs)		Seigle d'automne (après pois protéagineux d'été)		Blé d'automne (après betteraves sucrières)	
	SD ¹	L ²	SD	L	SD	L	SD	L	SD	L
Valeur N_{min} mi-novembre	16 ± 11	17 ± 7	22 ± 15	18 ± 9	30 ± 9	25 ± 11	39 ± 3	51 ± 24	31 ± 8	33 ± 2
Valeur N_{min} février/mars	26 ± 11	21 ± 10	40 ± 12	35 ± 11	17 ± 7	15 ± 8	21 ± 9	10 ± 5	27 ± 8	26 ± 7
Différence	+10	+4	+18	+17	-13	-10	-18	-41	-4	-7

- 1) SD = semis direct
- 2) Labour

Pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus, il est assez difficile de mettre en évidence des tendances lourdes dans le suivi de l'azote en hiver. La couverture optimale des deux systèmes de culture permet d'avoir des reliquats azotés faibles et donc des pertes réduites (tableau ci-dessus : Valeurs N en régime de labour ou de SD à mi-novembre et fin février). C'est notamment le cas des céréales derrière maïs ou betterave ou encore d'un sol couvert par une interculture vivante jusqu'au printemps. Deux situations sont plus parlantes, le cas du couvert biomax gélif (engrais vert non hivernant sur le tableau) et celui du seigle derrière

pois. On observe dans le premier cas une quantité importante d'azote disponible au printemps (30 à 50 kg/ha d'azote minéral), que ce soit en labour ou en semis direct, ce qui démontre une nouvelle fois le potentiel des couverts établis précocement et qui incluent des légumineuses. Le cas du seigle derrière pois montre quant à lui la seule vraie différence labour / semis direct : la quantité d'azote perdu dans la modalité labour entre novembre et mars peut aller jusqu'à une quarantaine d'unités alors que le sol a été couvert. Cela s'explique sans doute par les forts reliquats mesurés après la récolte du pois, capitalisés par le couvert mais remis en circulation par une minéralisation excessive liée au labour avant l'implantation du seigle. Dans cette situation, le semis direct permet de diviser la perte par deux mais reste quand même la situation la plus à risque de la rotation (lixiviation de 20 kg/ha d'azote) après celle de l'orge d'automne derrière maïs. Ce constat renforce l'idée que le travail du sol doit être évité à l'automne sous peine d'accélérer les pertes d'azote et donc de matière organique et ce, d'autant plus que la situation est « fertile » : retournement de prairies et de luzernes, couverts jeunes riches en légumineuses, etc. Dans ces situations, mieux vaut sortir par une culture ou un fourrage de printemps si on travaille le sol (en agriculture biologique notamment), puis établir une couverture à l'automne avec le moins de travail possible. C'est également un avertissement en semis direct où on a l'habitude de promouvoir depuis quelques années des couverts majoritairement constitués de légumineuses : il en faut, notamment en période de transition, mais il n'est nul besoin de quantités d'azote exubérantes en hiver sous céréales. Le semis précoce de céréales accompagnées de plantes de service (plantes compagnes et couverts permanents) est sans doute la meilleure solution pour éviter ces relargages inutiles et polluants.

Réduction du coût hectare

Fabricant français de pièces d'usure agricoles au carbure de tungstène
gamme complète, réparation, sur mesure

ADI
CARBURES
LA MAÎTRISE DE L'USURE

www.adi-carbures.fr thierry@adicarbures.net

Une durée de vie de 4 à 10 fois plus longue

mais identique sur la seconde période : environ 70 kg de N/ha/an. Il faut cependant prendre en compte l'introduction de deux cultures de légumineuses qui précèdent les céréales d'hiver ce qui augmente la fertilisation N sur les cultures recevant de l'azote à 105 kg de N/ha. Ce niveau reste réduit même pour les rendements moyens d'Oberacker : l'impact des couverts biomax mais aussi la stratégie de semis très précoce de céréales d'hiver permettent d'expliquer cette optimisation. Autre point intéressant : toute la fertilisation azotée est apportée en un seul passage avec une injection dans le sol de sulfate d'ammonium (fertilisation Cultan). Ce passage est réalisé le plus tôt possible au printemps pour les céréales d'hiver (ressuyage du sol), au semis pour la betterave et 3 semaines après le semis pour le maïs. En complément, les cultures de printemps (maïs et betterave) sont accompagnées par une localisation dans la ligne de semis. En revanche, les céréales d'automne n'en ont aucune ; le précédent légumineuse et l'avancement des semis suffisent pour un bon développement.

Les autres éléments

Pour le reste des pratiques de fertilisation, elles sont gérées avec une subdivision des parcelles entre la méthode Grudaf (= DBF : données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages => recomman-

Moyenne des apports d'engrais en kg/ha de 2008 à 2014

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg	
	SD	Lab	SD	Lab	SD	Lab	SD	Lab
Moyenne	68	68	27	27	109	148	15	22

dations classiques suisses) et la méthode Kinsey (méthode nord-américaine déjà présentée dans des précédents TCS) en SD mais aussi en labour sur une base d'analyses régulières des sols et mesures des exportations. Cette comparaison va être poursuivie encore cette année afin de boucler le cycle de 6 ans (la totalité de la rotation) et pouvoir dresser un bilan détaillé. Nous ne rentrerons donc pas à ce niveau dans les détails aujourd'hui mais nous ne manquerons pas de vous communiquer les résultats de cette étude complète au moment de sa publication prévue en 2017. Oberacker n'a donc pas fini de nous fournir des informations intéressantes !

Quid des phyto et surtout du glyphosate ?

Prenant ses racines dans une approche intégrée fortement encouragée en Suisse, réduire le poids des phyto est parallèlement l'un des axes principaux de cette expérimentation. Déjà l'approche « extenso » permet d'emblée de réduire assez drastiquement les IFTs globaux. Pour ce qui est de l'herbicide non sélectif et en particulier du glyphosate, les gestionnaires d'Oberacker ont toujours cherché à en mini-

miser l'utilisation. Au départ, ils ont testé le broyage des couverts et même des brûleurs à gaz pour le remplacer en s'appuyant sur un désherbage sélectif en post-levée dans les deux modalités. Au cours de ces 20 années et au niveau du glyphosate, quatre séquences très distinctes ont permis de diminuer la fréquence des utilisations du glyphosate, voire de le supprimer totalement pour la campagne 2014-2015. Pour aboutir à ce résultat, il est nécessaire d'intégrer plusieurs facteurs pour assurer une bonne maîtrise des mauvaises herbes en inter-culture. Il s'agit notamment de la rotation, du semis dès la récolte, d'un engrais vert à forte capacité de concurrence et sensible au gel, d'une couverture permanente du sol que ce soit par une culture ou par des résidus végétaux dont la

paille, et finalement, de l'utilisation ciblée d'herbicides sélectifs bien choisis.

Phase initiale 1994-1999

Au cours de la première rotation de cultures, le nettoyage pré-semis a été réalisé par un traitement au glyphosate dans 58 % des installations de cultures en semis direct. Le sarclage n'étant pas envisageable dans ce système cultural, le recours aux herbicides sélectifs de post-levée a complété le désherbage. En revanche, dans 17 % des cultures en semis direct, le désherbage n'a été effectué qu'en post-levée, en particulier sur blé d'automne après betterave ou pomme de terre (deux interventions dans chaque cas). Le brassage de la terre avec la récolte de ces deux précédents culturaux justifiait cette manière de faire. Pour cette période, dans



Une nouvelle technique d'épandage des engrais minéraux pourrait se propager à l'avenir : le procédé Cultan (Controlled Uptake Long Term Ammonia Nutrition). Il s'agit d'injecter dans le sol une solution azotée concentrée (sulfate d'ammonium), formant un dépôt que les plantes peuvent absorber selon leurs besoins. Cette méthode devrait permettre de diminuer les pertes par lessivage de nitrates et ainsi avoir un effet positif sur la qualité des eaux. En outre, c'est un engrais de recyclage provenant d'une station de traitement des eaux usées, voire de l'industrie.

CT **CARBURE TECHNOLOGIES**
FABRICANT & DISTRIBUTEUR

*TRANSFORMEZ VOTRE
 DECHAUMEUR EN SEMOIR*

+ de 1500 références

Nouveau catalogue
Nouvelles vidéos
Pièces 3D

www.carbure-technologies.fr
06.85.69.09.71

S^{té} J3C AGRI
 Vente de produits naturels pour l'agriculture
 JEAN - CLAUDE CHEVALARD
 « **ORTICIEN** »
 267, rue de Venise
 49270 Saint-Christophe la Couperie

Tél. : 02 40 96 29 50
 E-mail : j3c-agri@hotmail.fr
 Web : www.j3c-agri.com

Fabricant de Préparations Végétales :
 FERTILISANTES - FORTIFIANTES - REPULSIVES
 Pour la santé du végétal et l'équilibre du sol

- Purin d'ORTIE ou de PRÊLE, de CONSOUDE et de FOUGERE
- Mélange de plantes : J3CFORM+ et J3CPROTECT+
- FINE d'ORTIES[®] : pour le compostage

la modalité labour, aucun glyphosate n'a été nécessaire et des herbicides de post-levée ont été utilisés dans 81 % des cas.

Phase transitoire 2000-2005

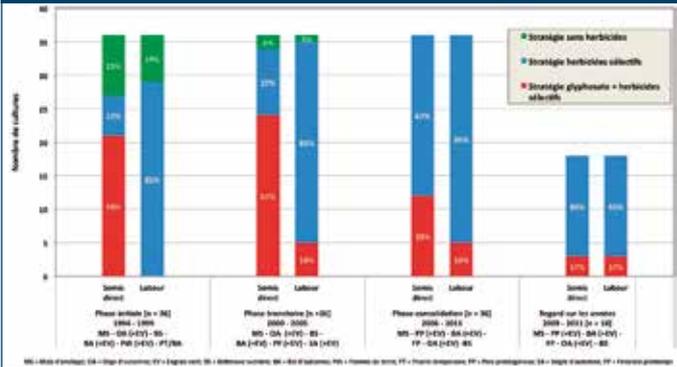
Pour cette seconde partie, avec une nouvelle rotation et l'abandon du désherbage thermique, la gestion d'une culture sans herbicide est devenue un cas exceptionnel, quel que soit

le système cultural. Après la récolte de chaque culture principale et le broyage des pailles de céréale ou de pois, le sol a été immédiatement occupé par un engrais vert (principalement des navettes ou des radis oléifères) ou par le semis de la culture principale suivante. Ainsi, à partir de l'année 2000, il a été possible de se limiter à une

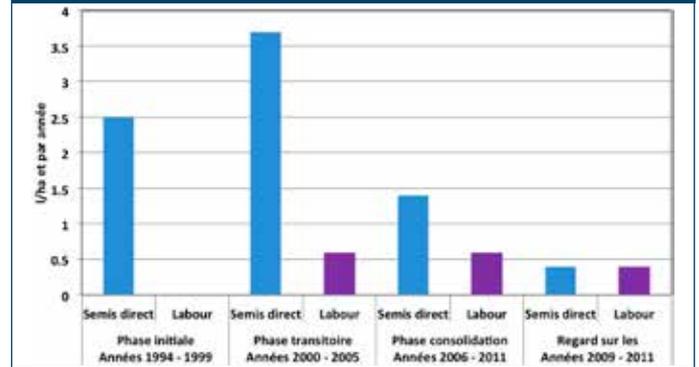
seule application d'herbicide sur orge d'automne après maïs d'ensilage (5 fois) ainsi que sur blé d'automne après betterave sucrière (3 fois), que ce soit après semis direct ou labour. Bilan : pour 67 % des cultures en semis direct, un glyphosate a été appliqué avant la levée suivi d'un herbicide sélectif en post-levée, comme dans la

rotation précédente. Dans le système labour, le désherbage a reposé sur l'effet « élimination » de la végétation en place par la charrue et sur l'action d'un herbicide de post-levée (83 % des cas). En revanche, la présence de chiendent a nécessité occasionnellement des applications de glyphosate en système labour (14 %).

GRAPHIQUE 1: ESSAI DE LONGUE DURÉE « OBERACKER »: NOMBRE DE CULTURES SELON STRATÉGIE DE DÉSHERBAGE, EN SEMIS DIRECT ET EN LABOUR. MOYENNES 1994-2011



GRAPHIQUE 2: ESSAI DE LONGUE DURÉE « OBERACKER » UTILISATION DU GLYPHOSATE PAR ANNÉE, EN SEMIS DIRECT ET EN LABOUR. MOYENNES 1994-2011



Voici l'état des parcelles après la récolte de l'orge d'hiver (le 6 août 2015). Sur la bande en semis direct à gauche, le chaume était propre et le couvert a pu être implanté sitôt moisson en direct (le 30 juin 2015). Sur la parcelle de droite en labour, les agronomes en charge d'Oberacker ont préféré attendre et laisser se développer le chiendent pour le traiter avec 6 l de glyphosate/ha le 5 août juste avant de semer le couvert. Aussi paradoxal que cela puisse paraître, c'est le labour, où le chiendent tend à être plus présent, qui a nécessité à nouveau un glyphosate



cet été ce qui a en plus retardé le semis du couvert végétal. En fait, cette expérience montre bien que la gestion des adventices reste et restera toujours un problème récurrent, quel que soit le système agricole. Il est donc possible de réduire et d'optimiser les doses et les applications voire de faire des impasses. Cependant la réalité revient vite au grand galop. Il convient donc de raison garder afin de ne pas se faire ensevelir à nouveau et se retrouver à remettre plus d'herbicides pour sortir d'une situation de crise.

Pour suivre cette parcelle pendant tout l'été et jusqu'à l'automne : http://www.vol.be.ch/vol/fr/index/landwirtschaft/landwirtschaft/bodenschutz/bodenzustand/dauerbeobachtungsflaecheoberacker.assetref/dam/documents/VOL/LANAT/fr/Landwirtschaft/Bodenschutz/LANAT_LW_BS_Bilder_Parzelle_6.de.pdf

FISSOL
EXPERT EN FISSURATION

Pensez à moderniser
votre outil

Système de
montage-démontage
semi-rapide

Je suis expert en fissuration
et je sécurise mes implantations

21 Le Cormier - 4 rue de la Gâtine - 49300 CHOLET
Tél : 02 41 62 60 00 - Fax : 02 41 62 08 06
E-mail : info@actisol-agri.fr - www.actisol-agri.fr

Premières mesures d'impact du glyphosate sur la vie du sol

Sophie Campiche du centre Ecotox Suisse et Claudia Maurer du Service de la protection des sols ont fait des relevés en 2011 pour essayer d'évaluer l'impact du glyphosate sur une parcelle d'Oberacker menée en SD long terme. L'objet de cette étude était de voir si l'activité biologique du sol était influencée par les différents programmes de fumure et l'utilisation d'un herbicide total comme le glyphosate en fonction des saisons et des cultures. L'outil utilisé est la méthode Bait Lamina. C'est une procédure simple qui existe depuis 25 ans et qui permet de mesurer l'activité alimentaire des invertébrés du sol à travers la dégradation de la matière organique. En fait, c'est la disparition/consummation d'appâts organiques enchâssés dans de petits bâtonnets de plastique et placés à plusieurs profondeurs qui va permettre de déterminer l'activité biologique. Les organismes directement impliqués sont les vers de terre, les Enchytraeidae (petits vers de la faune épigée du sol, proches cousins des lombrics), les collemboles et les acariens. Les micro-organismes jouent uniquement un rôle intermédiaire dans ce cas de figure. Pour cette étude, deux cultures ont été choisies (le maïs et l'orge d'hiver) permettant un suivi à l'automne et un autre au printemps. Une différenciation a également été réalisée en fonction des modalités de fertilisation (méthode Grudaf « programme classique » et Kinsey « suivi spécifique SD »). Les mesures ont été faites juste après le semis et donc l'application de glyphosate (0 à 3 semaines) et ensuite en début de végétation (3 à 9 semaines).

RÉSULTATS

Au printemps pour le maïs, moins de 3 semaines après l'application du glyphosate (graphique en haut à gauche), on voit que l'activité alimentaire des organismes du sol est plus importante dans les couches de surface jusqu'à environ 4 cm de profondeur (avec 4 à 6 % d'activité) comparé aux couches profondes (2 % d'activité). C'est un profil d'activité alimentaire classique que l'on trouve en général dans les sols non perturbés de type prairie. Pas de grandes différences d'activité alimentaire n'apparaissent entre les différents types de fumure ou entre les surfaces traitées ou non avec le glyphosate. Plus d'un mois après application de l'herbicide total, un changement d'activité alimentaire (graphique en haut à droite) se distingue avec un profil vertical. De plus, on peut constater une différence d'activité alimentaire entre les parcelles traitées avec le glyphosate et celles non traitées : paradoxalement l'activité biologique est plus grande pour les parcelles traitées. Cette information est également visible sur le graphique de l'activité alimentaire globale où l'on constate une activité proche de 0,5 % par jour pour les parcelles de référence sans glyphosate et de 1,5 % pour les parcelles traitées avec glyphosate. À ce niveau, le glyphosate ne nuit donc pas à l'appétence ni à la vitesse de dégradation du mulch, bien au contraire. Avec l'orge (graphique en bas à gauche), on obtient également des profils d'activité alimentaire verticaux avec une activité comparable dans les différentes couches de sol. À nouveau, pour la mesure de l'activité dans les 3 semaines après application de l'herbicide, pas de différence d'activité entre les modalités de fumures et les surfaces traitées ou non traitées même s'il est possible de déceler un léger avantage pour le glyphosate. En revanche, 9 semaines après application et pour la parcelle avec la fumure Grudaf, l'activité alimentaire est inférieure pour la parcelle traitée au glyphosate, comparée à celle aussi traitée mais avec le suivi de fumure Kinsey qui est, lui, équivalent aux modalités non traitées. Ainsi, ces mesures ne font pas ressortir clairement une toxicité du glyphosate sur l'activité biologique en plein champ et dans une situation de semis direct avec suffisamment de recul. Même si la variation des facteurs

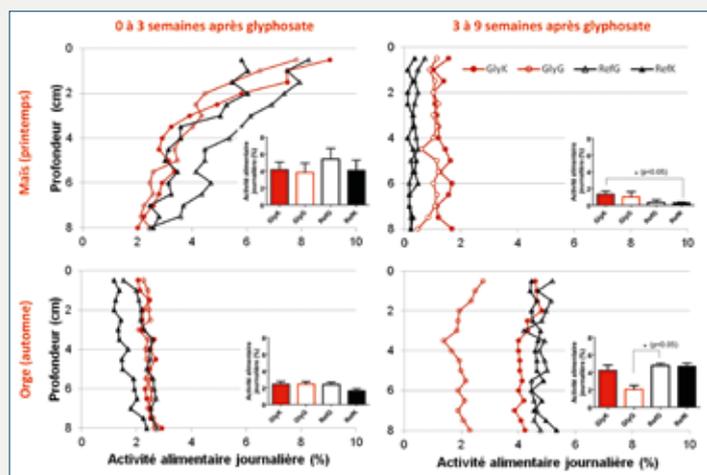
environnementaux comme l'humidité et la température peuvent fortement impacter les résultats d'une telle méthode, il est surprenant de remarquer que l'activité biologique réagit différemment à l'herbicide en fonction du mode de fertilisation. Cependant, ces premiers résultats bien rassurants ne dispensent pas de rester prudent et de continuer à progresser dans la réduction et des applications et des doses, mais aussi de poursuivre ces études de toxicité potentielle du glyphosate et d'autres substances sur l'ensemble des organismes du sol.



Comparatif d'implantation de blé d'hiver entre la modalité labour (à droite) et semis direct sous couvert sans glyphosate (à gauche) où le blé est cependant bien levé (médaillon). Un mélange de plantes à forte capacité de concurrence et sensibles au gel fait obstacle aux mauvaises herbes. Dans un tel couvert végétal, le semis direct peut être effectué sans traitement préalable. L'automne, l'hiver et le programme de désherbage classique « très light » de la culture finiront de gérer le couvert et le peu d'adventices présentes.



Même parcelle au printemps suivant, vue de l'autre bout de l'expérimentation : le semis direct dans le couvert non détruit au glyphosate à l'automne (à droite) a quasiment rattrapé le blé sur labour (à gauche) avec l'hiver qui a géré tranquillement le couvert en place.



Pour des couverts réussis

Simtech T-Sem

Simtech Altkhison

Appelez Cyril au 06 16 81 07 86 ou George au 06 31 32 13 78

www.simtech-alkhison.com



En matière de gestion de l'eau, il suffit de visiter les parcelles sous un orage, comme ici en juin 2004, pour vérifier que les mesures ne sont pas en décalage et reflètent parfaitement la réalité qui ne joue pas au mm près mais plus à la dizaine de mm près et ce lors de chaque pluie importante, sans compter la réduction de l'évaporation qui accompagne le premier effet positif d'accueil et d'infiltration.

Phase de consolidation 2006-2011

Dans cette troisième période, la dépendance au glyphosate commençait à inquiéter et à soulever quelques critiques : il devenait nécessaire de trouver des solutions pour réduire le nombre des applications comme les quantités utilisées. Le recours à un engrais vert ayant une forte capacité de concurrence et sensible au gel avant les cultures de printemps a été la première ouverture. Ainsi, l'impasse a été totale sur la période pour les betteraves et seulement une utilisation avant féverole. Ensuite, le remplacement du seigle par la féverole en supprimant un couvert ouvre une autre voie à l'automne. Bilan : les utilisations de glyphosate ont pu être réduites de moitié par rapport à la rotation précédente, ne concernant plus que 33 % des implantations en SD. Il faut cependant déjà saluer cet effort avec seulement un passage de glyphosate pour trois implantations en SD. Dans le système labour, avec un travail du sol limité à 12-15 cm mais sans reprise avant le semis, l'utilisation de glyphosate est restée à un niveau bas (14 % des cas). Dans cette troisième partie et dans les deux systèmes, aucune culture n'a pu être conduite sans utilisation totale d'herbicide.

Les dernières années : 2012-2014

La mise en œuvre méthodique de la stratégie de désherbage associée à des couverts biomax gélifs a permis de réduire davantage le recours au glyphosate en semis direct sur cette dernière période. Ainsi, son utilisation est diminuée à plus de 17 % dans les deux systèmes. C'est seulement une installation de culture sur six qui nécessite une application : un niveau de réduction jusqu'alors impensable ! Simultanément, les doses ont elles

aussi pu être réduites. Cette dernière application est restée très aléatoire en fonction des années et des conditions. En 2011, c'est la destruction du blé d'hiver en partie endommagé par le gel qui a conduit à l'utilisation d'un glyphosate. À l'été 2012, c'est sur les chaumes d'orge des bandes SD et aussi labour que l'application a dû être réalisée à cause d'un souci de chiendent et enfin au printemps 2014, c'est pour finir le couvert devant maïs qu'il a fallu intervenir en pré-semis.

Zéro glyphosate pour la campagne 2014/2015

C'était l'un des objectifs phares pour cette année anniversaire et les responsables ont bien anticipé en maintenant le salissement à un niveau faible et gérable avec seulement les herbicides sélectifs et en s'appuyant sur des couverts denses qui ont bien gelé. Ainsi et que ce soit pour les implantations d'automne ou de printemps, pour la récolte 2015 aucun glyphosate n'a été nécessaire en pré-semis. Cependant il ne s'agit que d'une situation momentanée car, dès cet automne, une application à dose assez forte a dû être positionnée sur le chaume d'orge de la partie labour afin de gérer du chiendent un peu récalcitrant et A. Chervet s'attend à l'éventuelle nécessité d'une application d'un herbicide spécifique au printemps prochain dans l'orge (contre gaillet) voire le maïs, tous deux après labour. Néanmoins, Oberacker nous montre aujourd'hui qu'il est possible de fortement réduire les fréquences comme les doses d'application en SD et d'arriver à un niveau d'utilisation équivalent au labour. À ce niveau, le glyphosate n'est plus vraiment utilisé pour détruire les couverts, ni pour éliminer un salissement d'annuelles maïs pour gérer des vivaces et, entre autres, du

chiendent où les outils agromonomiques sont plus limités. En complément de ce niveau très réduit de glyphosate, ce site expérimental utilise aujourd'hui également très peu d'herbicides sélectifs et pratiquement autant en semis direct qu'en labour. Cette année, toutes les cultures ont été désherbées avec un seul passage d'herbicide basique sauf deux cultures :

- le maïs en SD avec deux interventions en pré et post-levée (pas de substitut comparable à l'atrazine utilisée jusqu'en 2011 en Suisse) alors que le labour à côté n'a été désherbé qu'une seule fois ;
- la féverole en labour a, en revanche, demandé un désherbage supplémentaire à cause de la présence de plus de dicots.

Les informations apportées par cette expérimentation de longue durée montrent qu'il est aujourd'hui possible de pratiquer le semis direct en recourant beaucoup moins systématiquement au glyphosate même s'il est encore illusoire de penser qu'il est possible de s'en affranchir totalement. En parallèle, elle démontre également qu'il est possible de réduire aussi le poste herbicide à partir du moment où la rotation est cohérente et que les couverts apportent une très bonne gestion du salissement pendant l'interculture. À ce titre, les difficultés du départ avec le ray-grass d'Italie ont montré qu'il fallait absolument ne faire aucun compromis avec ce type de graminée très ennuyeuse et s'appuyer sur les enchaînements culturels pour les gérer. Aujourd'hui ni le ray-grass, ni le brome, ni le vulpin ne sont présents et des anti-graminées en céréales d'automne ne sont pas nécessaires. Enfin, pour le reste de l'arsenal phyto, Obe-

acker prouve qu'il est possible de beaucoup progresser dans la réduction des IFTs sans pour autant être aussi extrême que l'approche « extenso » : le semis direct n'étant pas un handicap, bien au contraire.

Oberacker 2 : de nouveaux défis et encore de belles perspectives

À la lecture de ce dossier, qui ne présente qu'une partie ciblée des résultats et des observations, croire que la parcelle d'Oberacker a tout prouvé et tout fournit comme information, c'est se tromper. Bien sûr, elle a permis de répondre à beaucoup de questions, d'apporter plus de certitudes en matière de gestion des ITKs en SD et globalement, elle a montré la faisabilité et la cohérence agro-environnementale de l'AC à partir du moment où elle est mise en œuvre en intégrant non seulement le semis direct mais également une rotation diversifiée et des couverts végétaux divers et performants. Malgré cette réussite, elle soulève une multitude de questions et ouvre sur de nouveaux horizons que l'équipe commence à envisager après avoir soufflé les bougies. Comme rien n'est encore décidé et que les discussions sont ouvertes, voici quelques-unes des réflexions en cours :

La poursuite de la comparaison de fertilisation Grudaf et Kinsey au moins jusqu'en 2016. Au-delà de comparer ces deux approches qui reposent chacune sur des analyses de sols complètes réalisées tous les deux ans, l'idée de ce travail assez lourd est d'utiliser cette expérimentation long terme, où les exportations sont mesurées (biomasse et grains exportés), pour contrôler les normes Grudaf. L'analyse des résultats devrait permettre de voir si elles sont également adaptées à des pratiques de se-

mis direct et éventuellement les retoucher si besoin.

La betterave pourrait bien sortir de l'expérimentation à son tour.

Le marché actuel du sucre est peu encourageant et la culture est celle qui exerce aujourd'hui le plus de pression sur le sol. De plus l'interculture betterave/maïs est un peu bancale et plutôt décevante avec souvent une avoine qui vient assurer une faible couverture du sol. C'est en fait le colza, en association bien sûr, qui pourrait faire son retour et donc apporter plus de biomasse et de diversité dans le système. L'entrée de cette nouvelle culture nécessitera certainement de revisiter les enchaînements afin de le placer prioritairement après une légumineuse graine.

Repenser la politique couvert végétal en intégrant des plantes qui passent l'hiver afin de profiter de racines vivantes au printemps, de plus de fixation d'azote, de structuration et d'évacuation de l'eau pour semer plus tôt. Mais ce changement de stratégie va sans doute compliquer la gestion du désherbage au moment de l'implantation de la culture. La fertilisation des couverts ou au moins une fertilisation de démarrage sur la ligne est aussi un sujet de discussion car le développement précoce des intercultures en SD est souvent beaucoup plus lent que sur la modalité labour qui elle, est déchaumée superficiellement. Le couvert permanent est également un sujet qui anime les réflexions. Outre limiter encore plus les interventions et aller chercher plus d'azote et de structuration en profondeur, cette stratégie permettrait d'établir une forte pression sur le chiendent qui est certainement l'adventice la plus ennuyeuse sur les parcelles d'Oberacker aujourd'hui.

Développer plus d'associations de cultures dans la rotation

est une autre idée qui anime l'équipe. C'est certainement le moyen de pousser la productivité à travers une meilleure valorisation des ressources avec des flux de fertilité supérieurs mais plus imprédictibles. C'est certainement le moyen, en occupant plus l'espace, de contrôler le salissement afin de réduire encore plus les herbicides sélec-

tifs qui sont aujourd'hui souvent positionnés sur Oberacker par sécurité et assurer l'aspect esthétique. C'est enfin une stratégie complémentaire pour réduire les risques de maladies et des ravageurs. Une avoine/vesce ou une orge d'hiver/pois de printemps (décalage des dates de semis) pourrait être à ce titre testées. **L'introduction de l'élevage est également une opportunité sérieusement envisagée** suite à la visite de plusieurs exploitations, notamment en France, qui ont fait ce choix. Cette option est considérée par les responsables d'Oberacker comme le moyen d'intégrer plus d'agro-écologie rapidement avec, en prime, un accroissement de la productivité par unité de surface tout en boostant la vie du sol et en apportant encore plus de résilience au système en place.

Supprimer le labour de l'expérimentation.

C'est à première vue l'idée la plus surprenante mais à quoi bon conserver une pratique que l'on sait « agressive » et à risque sur le sol alors que l'on a prouvé pendant 20 ans qu'il était possible de s'en passer et de continuer de produire autant avec de faibles niveaux d'intrants ? Autant capitaliser sur cet acquis et consacrer l'ensemble de la surface pour tester des approches encore plus innovantes. À ce niveau de réflexion, Oberacker pourrait devenir une expérimentation qui compare un semis direct bien établi et fonctionnel (la rotation et les pratiques actuelles) avec des choix techniques et des enchaînements beaucoup plus aventureux qui intègrent plus d'agro-écologie. Cette réflexion n'est, d'une certaine manière, pas beaucoup plus ambitieuse aujourd'hui que la comparaison labour et semis direct il y a 20 ans. S'attaquer aussi au défi du semis direct « pur et dur » en bio est également une idée qui pourrait être envisagée. Comme nous pouvons le constater, l'équipe, fort de cette réussite, n'est pas en manque d'idées. Dans tous les cas et même après 20 ans, elle conserve la même posture : il faut continuer d'oser afin d'explorer les champs du possible tout en fournissant aux agriculteurs de nouvelles connaissances, des informations

et des idées pour qu'ils avancent avec plus d'envie et de sécurité vers l'agro-écologie.

Au regard de cet inventaire des éléments testés, observés et mesurés sur cette parcelle d'Oberacker, on imagine fort bien les discussions tardives et les prises de tête. Cependant, il faut saluer cette évolution permanente et les multiples réajustements, petits et grands, toujours intégrés avec une gestion restée « agriculteur » sans travestir la rigueur scientifique. C'est cette conduite habile, à cheval entre ces deux mondes, qui a fait la force de cette expérimentation et permis de produire autant d'informations aussi pertinentes pour les chercheurs, les agronomes, les responsables de l'environnement mais aussi, et surtout, les agriculteurs et en particulier ceux qui arpentent les mêmes

chemins en développant l'AC sur leurs exploitations. Avec les années, Oberacker est devenu un véritable monument, un patrimoine agromonomique rare et précieux. Ce « Champ d'en haut » en allemand, porte bien son nom. Depuis 20 ans, cette parcelle n'a jamais cessé de nous servir de repère tout en permettant de tirer vers le haut nos approches et pratiques. Nul doute qu'avec des acquis aussi impressionnants, des fondations aussi bien ancrées et une équipe élargie mais toujours pragmatique et soudée, que cette parcelle va continuer de nous surprendre, nous éclairer et nous ouvrir la voie vers l'agro-écologie.

Frédéric THOMAS AVEC
LA PARTICIPATION DE
Matthieu ARCHAMBEAUD, Cécile
WALIGORA, Wolfgang G. STURNY
ET Andreas CHERVET.

Tous les lecteurs de TCS et les amis des réseaux AC de France se joignent à notre équipe pour encore une fois vous féliciter pour votre engagement, votre travail, vos contributions mais aussi votre ouverture. Merci d'avoir apporté bien plus que quelques briques au développement du semis direct et de l'AC en Europe et merci de poursuivre dans cette direction.

Le système CLAYDON

- Maintien des rendements (les augmente dans certaines conditions)
- Réduit les coûts d'implantation
- Permet l'économie de temps

Demandez le DVD 2013 et le guide du semis direct CLAYDON
par mail ou par téléphone
07 78 70 00 82 info@claydondrill.com