

SEMIS DIRECT SOUS COUVERT

# L'IMPACT SUR L'AZOTE

## en cours d'évaluation

**De récentes expérimentations menées par ARVALIS-Institut du végétal et ses partenaires ont cherché à mettre en évidence l'incidence du semis direct sous couvert végétal sur la fertilisation azotée de l'orge. Les résultats méritent d'être approfondis.**



Le semis direct sous couvert végétal détruit avant semis (SDSC) et ses effets sur la fertilisation azotée ont été expérimentés en Côte d'Or.

L'adoption du semis direct influence indéniablement les propriétés du sol. Après plusieurs campagnes, la matière organique, les éléments minéraux et l'activité microbologique se concentrent en surface, selon un phénomène de gradients. Dans certains cas, la matière organique peut bénéficier d'une protection accrue au sein des agrégats non perturbés. Les conditions d'humidité et de température du sol sont modifiées, ainsi que le contact des résidus de cultures avec les particules du sol. Une pratique intense de couverture végétale, souvent à base de légumineuses, a également une influence sur les cycles de l'azote et du carbone.

### Couverture intégrale des sols : choisir ses mots

*Attention, les appellations peuvent varier localement.*

- **Couverture permanente des sols** : elle est constituée d'une succession de cultures et de couverts intermédiaires dont les cycles ne se chevauchent pas, ou très peu.
- **Couvert permanent** : cela consiste à implanter les cultures dans un couvert végétal qui n'est jamais détruit. Sa croissance est seulement fortement modérée à certaines étapes du cycle des cultures principales (semis, récolte). Etant donné que le couvert n'est pas détruit au semis, ce type d'itinéraire implique le recours au semis direct, voire au strip till. Si la couverture permanente des sols est une pratique qu'il n'est plus rare de rencontrer sur le terrain, le couvert permanent est encore peu usité, en raison des références techniques encore à élaborer pour gérer la coexistence du couvert et des cultures principales.
- **SCV et SDSC** : les itinéraires pratiquant la couverture permanente des sols ou les couverts permanents sont regroupés de façon globale sous le terme SCV (semis sous couverts végétaux). Le cas particulier de SCV consistant à semer les cultures dans des couverts préalablement détruits est désigné sous le terme SDSC (semis direct sous couverts végétaux).

### Trois essais sur orge

Or l'impact des itinéraires en semis direct sous couvert végétal sur la nutrition azotée des cultures demeure méconnu. Peu de références sont disponibles

dans les contextes tempérés français. C'est pourquoi ARVALIS-Institut du végétal et ses partenaires ont engagé depuis plusieurs années (1) une série d'expérimentations chez des agriculteurs (*encadré ci-contre*). Parmi les derniers travaux, se trouvent trois essais menés en 2010-2011 et 2012-2013 en partenariat avec le Geda (2) de la Tille et la Chambre d'agriculture de Côte d'Or. Leur but : étudier l'impact du semis direct d'orge de printemps et d'hiver sous couvert végétal détruit avant semis (SDSC) sur la gestion de la fertilisation azotée, par comparaison avec un itinéraire en travail du sol superficiel sans couvert (TCS). Pour ce faire, deux sites ont été choisis : Diénay (21) en sol argilo-calcaire très superficiel et Saulx le Duc (21) en sol argilo-calcaire moyennement profond où l'expérimentation n'a été menée qu'en 2011-2012 (*tableau 1*). Les types de couverts ont varié selon les essais : un mélange de pois, de vesce et d'avoine à Saulx le Duc, et une association radis et phacélie à Diénay. Il s'est agi dans un premier temps d'évaluer l'effet de l'apport d'engrais azoté sur les rendements et la teneur en protéines de l'orge selon l'itinéraire, puis dans un second temps, de déterminer le fractionnement des apports d'engrais azotés le mieux adapté en SDSC.

## La Côte d'Or, terreau d'expérimentations

Les agriculteurs du Geda de la Tille ont intégré les techniques de SDSC depuis plus de huit ans pour les premiers, sur les plateaux du Châtillonnais au Nord de Dijon, sur des sols argilo-calcaires plus ou moins superficiels sur dalle calcaire non fissurée. Les expérimentations menées depuis le départ mettent en jeu six sites d'expérimentation avec une bande en SDSC et une bande en TCS (ou labour). La Chambre d'agriculture de Côte d'Or anime ce réseau d'expérimentation. C'est en partenariat avec cette structure déjà établie qu'ARVALIS-Institut du végétal a implanté des expérimentations spécifiques sur la gestion de la fertilisation azotée dans ces systèmes.

### Des résultats perturbés par la météo

Des dispositifs fondés sur des courbes de réponse à des doses croissantes d'engrais ont été mis en place. Néanmoins, les conditions agro-climatiques n'ont pas été favorables à une exploitation optimisée des données collectées. Le printemps 2011 a été particulièrement sec, entraînant un fort stress hydrique, notamment sur le sol superficiel de Diénay, ainsi qu'une mauvaise valorisation des apports d'engrais azotés. Les essais 2011 ont donc présenté des doses et des rendements

optimaux très bas et non statistiquement différents entre eux, suite au fort stress hydrique constaté cette année-là. *A contrario*, le printemps 2013 a été marqué par des températures fraîches qui ont retardé la croissance et la minéralisation de l'humus. D'importantes précipitations ont aussi assuré une bonne alimentation hydrique et de meilleures conditions d'absorption de l'azote. En 2013, la réponse à l'azote a été forte et les doses testées n'ont pas été suffisantes pour atteindre le rendement optimal.

### Une réponse à l'azote identique selon les systèmes

Les résultats des trois essais ont été regroupés et analysés en même temps. Une différence moyenne de rendement de 1,3 q/ha en faveur du SDSC a été constatée, mais elle reste non significative du point de vue statistique. Il faut toutefois noter que les tendances (non significatives) étaient différentes selon les essais :

en 2011 par exemple, de plus forts rendements ont été observés en SDSC sur le site de Saulx le Duc, tandis que ce fut l'inverse pour l'essai de Diénay (figure 1).

En ce qui concerne la teneur en protéines du grain, une différence moyenne de

0,13 %, là aussi non significative, a été mesurée en faveur du TCS (figure 2). Ces résultats peu discriminants peuvent s'expliquer par le peu de différenciation des systèmes testés (tableau 1). Par exemple, sur le site de Diénay, les couverts obtenus en SDSC ont souvent présenté une faible croissance induisant la restitution au sol d'une quantité limitée de biomasse. De plus, des analyses de sol réalisées en 2013 ont indiqué que les



© N. Corbiac

propriétés physico-chimiques des horizons 0-10 et 10-20 cm ne se sont pas encore démarquées, malgré le fait que les deux systèmes soient différenciés depuis sept années.

### Une précocification des apports...

Le dispositif a également cherché à évaluer l'intérêt de précocifier le premier apport d'azote. Pourquoi? L'absence totale de travail du sol entraîne une température du sol plus basse en sortie d'hiver, ralentissant la minéralisation précoce de l'azote issu de l'humus. Ce phénomène peut être accentué par une protection de la matière organique humifiée dans des agrégats non perturbés par des outils de travail du sol. En outre, la décomposition de la biomasse de certains couverts à rap-

« Les conditions agro-climatiques n'ont pas été favorables à une exploitation optimisée des données. »

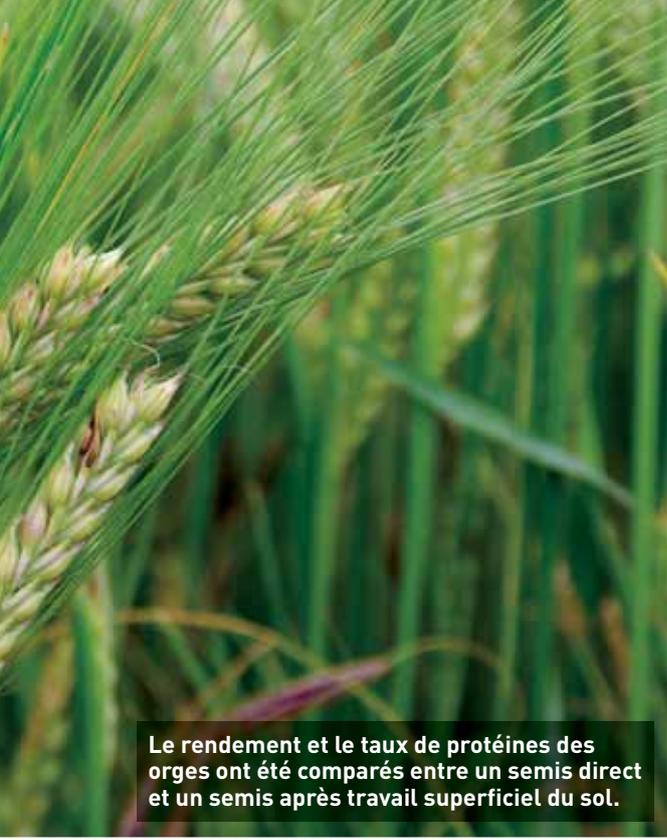
### Expérimentations : des essais sur deux sites, en orges de printemps et d'hiver

| Essai                     | Saulx le Duc (21) 2011                               |   | Diénay (21) 2011  |  | Diénay (21) 2013                                |  |
|---------------------------|--|---|---|--|---|--|
| ETR (q/ha)                | 3,2  |   | 3,0   |  | 3,9   |  |
| Type de sol               | Argilo-calcaire moyennement profond (RUmax = 100 mm) |   | Argilo-calcaire très superficiel (RUmax = 40 mm) – MO = 5,7 % ; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Olsen = 96 ppm ; pHeau = 8,2 (données moyennes sur 0-10 cm) |  |   |  |
| Culture                   | Orge de printemps                                    |   | Orge de printemps   |  | Orge d'hiver                                    |  |
| Itinéraire d'implantation | TCS depuis 2006                                      | SDSC depuis 2006  | TCS depuis 2006   | SDSC depuis 2006   | TCS depuis 2006                                 | SDSC depuis 2006                                   |
|                           | Pas de couvert                                       | Couvert avant toutes les cultures de printemps  | Pas de couvert  | Couvert avant toutes les cultures de printemps   | Pas de couvert                                  | Couvert avant toutes les cultures de printemps (1) |
|                           | Travail du sol superficiel<br>Semis le 07/03/11      | En 2010 : pois/vesce/avoine semé le 04/08/10, détruit le 01/11/10<br>Semis direct le 06/03/11 | Travail du sol superficiel<br>Semis le 09/03/11   | En 2010 : radis/phacélie semé le 06/08/10, détruit le 18/01/11<br>Semis direct le 07/03/11 | Travail du sol superficiel<br>Semis le 05/10/12 | Semis direct le 05/10/12                           |
| Date de récolte           | 02/08/11   |   |   |  | 16/07/13  |  |

Tableau 1 : Caractéristiques des expérimentations.

Les dispositifs expérimentaux consistent à chaque fois en 2 bandes adjacentes où sont pratiqués les deux itinéraires culturaux (TCS ou SDSC). À l'intérieur de chaque bande, des essais avec répétition sont implantés pour tester l'impact de ces itinéraires sur la gestion de la fertilisation azotée.

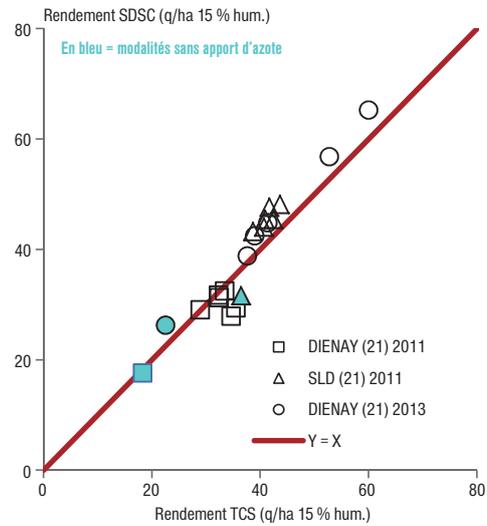
(1) Dans le SDSC de Diénay en 2013, un couvert a été implanté avant l'orge d'hiver mais il ne s'est pas développé. Les résultats obtenus sont donc le reflet du travail du sol et de l'historique des couverts des années passées.



**Le rendement et le taux de protéines des orges ont été comparés entre un semis direct et un semis après travail superficiel du sol.**

port C/N élevé peut passer par une phase d'organisation de l'azote minéral du sol en début de cycle de la culture, soustrayant ainsi temporairement une partie de fourniture d'azote.

## RENDEMENT : une différence moyenne non significative\* de 1,3 q/ha en faveur du SDSC



**Figure 1 : Rendements obtenus en SDSC par comparaison avec celui obtenu en TCS.**

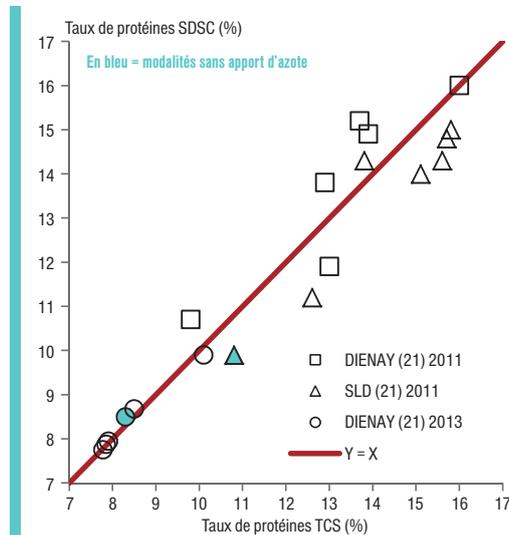
Trois essais ARVALIS-Institut du végétal en partenariat avec le Geda de la Tille et la Chambre d'agriculture de Côte d'Or, 2011 (orge de printemps) et 2013 (orge d'hiver).

\* test de comparaison de moyenne (méthode des couples)

**... sans effet sur le rendement en SDSCV**

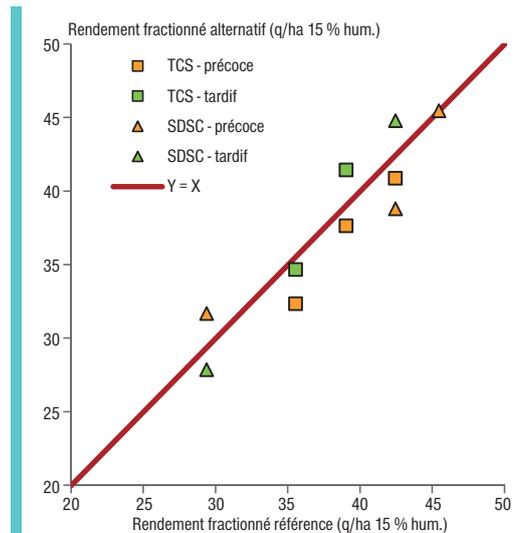
Trois stratégies à dose totale d'azote équivalente ont été testées dans les essais. Sur orge de printemps, en 2011, la référence régionale « deux apports : au semis et au tallage » a été comparée à une stratégie précoce « un apport au semis » et une stratégie tardive « deux apports : à la levée et au tallage ». Sur orge d'hiver, en 2013, la référence « deux apports : début tallage et épi 1 cm » a été comparée avec une stratégie précoce « deux apports : trois feuilles et épi 1 cm » et avec une stratégie tardive « deux apports : mi-tallage et épi 1 cm ».

**PROTÉINES : une différence moyenne non significative\* de 0,13 % en faveur du TCS**



**Figure 2: Teneurs en protéines du grain obtenus en SDSC par comparaison avec celle obtenue en TCS.** Trois essais ARVALIS-Institut du végétal en partenariat avec le Geda de la Tille et la Chambre d'agriculture de Côte d'Or, 2011 (orge de printemps) et 2013 (orge d'hiver). \* test de comparaison de moyenne (méthode des couples)

**APPORT PRÉCOCE : une perte significative\* de 2 q/ha en TCS**



**Figure 3: Rendements obtenus en stratégie de fractionnement précoce ou tardif par comparaison avec celui obtenu en stratégie de référence.** Trois essais ARVALIS-Institut du végétal en partenariat avec le Geda de la Tille et la Chambre d'agriculture de Côte d'Or, 2011 et 2013. \* test de comparaison de moyenne (méthode des couples)

En TCS, la précocification de l'apport a induit une perte moyenne de rendement de 2 q/ha, significative à 10 %. En SDSC, elle a induit une perte non significative de 0,4 q/ha (figure 3). Ces tendances ont été particulièrement marquées en 2013, année à température printanière fraîche, où les besoins des cultures ont été tardifs par rapport aux normales saisonnières. En outre, la précocification des apports a induit assez logiquement de plus faibles teneurs en protéines du grain, quel que soit le système de culture.

**Encore du travail**

Ces résultats apportent des premiers éléments de réflexion sur les systèmes en SDSC mais ne sont pas suffisants pour conclure définitivement sur leurs particularités. Les travaux sur le site de Diénay vont se poursuivre sur blé tendre d'hiver lors de la campagne 2013-2014. D'autres expérimentations implantées sur des milieux différents sont aussi en cours. Plusieurs essais vont tester des itinéraires techniques incluant des couverts permanents de légumineuses. C'est une piste intéressante à explorer pour améliorer l'autonomie des exploitations vis-à-vis des engrais minéraux, à condition de maîtriser la cohabitation de la culture et du couvert qui lui est associé.

(1) voir Perspectives Agricoles n° 370  
(2) Groupement d'étude et de développement agricole

Jean-Pierre Cohan - jp.cohan@arvalisinstitutduvegetal.fr  
Matthieu Killmayer - m.killmayer@arvalisinstitutduvegetal.fr  
Alain Bouthier, Jérôme Labreuche  
ARVALIS-Institut du végétal



© N. Cornec