

Impacts environnementaux des TCSL

Intégrer les TCSL dans de durables, un défi pour les

D'abord mises en place pour le gain de temps et les économies qu'elles génèrent, les techniques culturales sans labour ont des effets à court et long terme sur l'environnement. Tout au long de cette série d'articles, nous avons tenté d'identifier et de quantifier ces effets. Conclusion.



© N. Cornec

▲ La réduction de travail du sol n'est que rarement permanente. Les effets à long terme observés en conditions expérimentales sont donc difficilement transposables dans la réalité agricole actuelle.

La série des articles publiés sur les TCSL dans les numéros récents de « *Perspectives Agricoles* » représente le produit d'un travail important et totalement original dans notre pays. L'évaluation des performances environnementales et agronomiques de ces techniques suscite un intérêt qui ne

se dément pas. Dans le contexte des évolutions attendues de l'agriculture vers une productivité croissante et un meilleur entretien de l'environnement, un travail du sol réduit apparaît comme une contribution potentielle significative à ces deux enjeux.

Pour les décideurs publics, il est important de savoir dans quelle mesure les TCSL, ou certaines d'entre elles, justifient par leurs bénéfices environnementaux une action publique en faveur de leur dif-

fusion. Pour les praticiens, il s'agit davantage de quantifier ce qu'ils peuvent en attendre, à la fois en terme de performances agronomiques et de gestion durable des milieux qu'ils exploitent, et à quelles conditions.

▶ La simplification du travail du sol répond à deux préoccupations : augmenter la productivité et assurer un meilleur entretien de l'environnement.

Pour en savoir plus

Cet article clôture une série de six articles publiés dans notre revue depuis février 2008, reprenant les conclusions de la synthèse présentée lors d'un colloque le 23 octobre 2007 à Paris. L'ensemble de l'étude « *Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans Labour en France* » (environ 400 pages) est disponible sur Internet à l'adresse suivante : <http://www2.ademe.fr>, rubrique « sites pollués et sols »/ Publications. Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes qui se sont impliquées dans ce projet ainsi que l'ADEME pour son soutien financier sans lequel un travail d'une telle ampleur n'aurait été possible.

Pierre Stengel
pierre.stengel@paris.inra.fr
INRA

s systèmes de production agronomes

Les résultats qui ont été présentés répondent utilement à ces préoccupations des uns et des autres, même s'ils ne concernent que les impacts environnementaux, sans analyser les questions agronomiques associées à la mise en œuvre de nouveaux itinéraires techniques. Pour en tirer un bilan, il convient toutefois de conserver à l'esprit l'élément critique associé à la nature des références disponibles. Elles sont majoritairement le produit d'expérimentations pluriannuelles, dans lesquelles les itinéraires techniques à comparer sont répétés systématiquement pendant la durée de l'essai. Le semis direct permanent y est généralement présent comme un traitement expérimental extrême de simplification de travail du sol. Ces conditions sont assez éloignées de la pratique des agriculteurs. Pour ces derniers, la réduction de travail du sol n'est que très minoritairement une option stratégique généralisée et permanente. Les effets de long terme observés en conditions expérimentales seront donc sensiblement ré-

duits, voire absents, dans la réalité agricole actuelle. La prise en compte de la durée et de la répétition des pratiques doit donc structurer cette tentative d'évaluation.

Le labour comme référence de l'évaluation

La question de l'évaluation des techniques de travail du sol est particulièrement complexe. Elle se heurte, en particulier, à la multiplicité des outils disponibles, des effets qu'ils produisent et à l'extrême diversité potentielle des itinéraires techniques qui les combinent. Il est

frappant de constater que la nécessité de structurer cette diversité par une grille typologique a conduit à distinguer principalement les itinéraires techniques avec et sans labour. L'évaluation des techniques dites simplifiées se concentre en fait indirectement sur celle du labour, tel qu'il a été couramment pratiqué depuis la mécanisation de notre agriculture. On peut s'interroger sur la pertinence d'ériger en référence absolue cette technique particulière. Elle prend son sens lorsque sont privilégiés, parmi les nombreux effets du travail

du sol, l'enfouissement des résidus des récoltes, des plantes et graines adventices et d'apports superficiels d'engrais ou d'amendements, ainsi que sa profondeur. Selon ces critères, labour et semis direct constituent deux extrêmes entre lesquels on pourra positionner les autres types d'opération.

La viabilité du semis direct : un bouleversement agronomique

L'expérimentation sur les TCSL a commencé dans les années 1960, grâce à l'apparition

© C. Druenne



Avant l'arrivée des TCSL, les fonctions supposées indispensables du labour étaient l'enfouissement des résidus, l'ameublissement du sol et la création d'une porosité structurale améliorant l'infiltration et l'aération. ►

concomitante de nouveaux outils et d'herbicides totaux. Les préoccupations majeures concernaient alors des fonctions du labour supposées indispensables. Au-delà de l'enfouissement, il s'agissait d'ameublir le sol, de créer une porosité structurale améliorant l'infiltration et l'aération, de faciliter la préparation du lit de semence. Ce qu'ont montré les données expérimentales, et particulièrement celles qui ont été obtenues sur la viabilité agronomique du semis direct permanent, c'est que dans de nombreuses situations culturales, ces objectifs du labour ne sont pas nécessaires. Étonnantes par rapport aux hypothèses initialement dominantes, les conclusions posaient la question générale du rôle des techniques de travail du sol, en fonction de la diversité des situations culturales. Le caractère contingent du besoin de travail profond, voire du travail du sol tout court, a rendu plus ouverte la concep-

tion des itinéraires techniques, dont aucune composante ne peut plus être considérée comme standard. Si les grilles de raisonnement peuvent en être développées par les agronomes et les spécialistes du sol, cela renvoie *in fine* au jugement et à l'expérience du praticien pour l'adaptation de ces itinéraires techniques aux conditions qu'il rencontre et à ses objectifs de production.

L'extension des TCSL et leurs bénéfices immédiats

Les informations statistiques ont montré l'extension rapide des TCSL dans la dernière décennie. Elle a succédé à un rythme de pénétration plutôt lent depuis leur apparition. Elle concerne principalement les cultures d'automne, majoritairement blé et colza. Ce changement de comportement des producteurs est principalement motivé, sans surprise, par le gain de temps de travail, la résolution des

contraintes d'organisation et l'économie des charges de mécanisation permis par la suppression du labour en particulier. La diffusion des TCSL est ainsi clairement liée à la taille des exploitations.

▶ Les perspectives de gain de temps et l'économie de charges de mécanisation ont accéléré le développement des TCSL, plus que les préoccupations environnementales ou d'entretien de la qualité des sols.

Elle est également renforcée lorsque les propriétés du sol peuvent induire des difficultés de reprise du labour, associées par exemple à la teneur en argile ou à la présence de pierres en profondeur. On peut donc comprendre que l'évolution générale des conditions de productions des grandes cultures (croissance en surface des exploitations

et disponibilité de la main-d'œuvre, assolements, niveaux des prix, et sans doute les circonstances climatiques des années récentes) auront pu conjointement contribuer à cette accélération.

Les préoccupations environnementales ou d'entretien de la qualité des sols n'en apparaissent donc pas comme le moteur initial majeur. Les informations sur la durée de pratique des TCSL sur une même parcelle montrent d'ailleurs que la suppression prolongée du labour est très minoritaire (entre 2001 et 2006, 17 % de la sole en colza, 8 % de la sole en maïs grains, selon les données d'Agreste). Néanmoins, l'économie de carburant d'origine fossile réalisée, et la réduction d'émission de gaz à effet de serre qui lui est associée, peuvent constituer des avantages environnementaux immédiats de ce changement des pratiques. À partir des références expérimentales disponibles en France, le gain en consommation de carburant par le travail du sol est évalué à 20 % pour un travail superficiel, et à 40 % pour le semis direct par rapport à un itinéraire technique avec labour. Mais cette valeur relative est sensiblement réduite lorsqu'on intègre les dépenses énergétiques correspondant à la consommation des autres intrants, dont principalement les engrais. Elle n'est plus dès lors que de 5 à 12 %. À consommation d'engrais azoté identique, et en ignorant provisoirement l'effet du travail du sol sur le facteur d'émission de N_2O , on peut retenir un montant de même ordre en terme d'émissions de gaz à effet de serre. Il est donc légitime d'admettre l'existence d'un gain énergétique et environnemental réel des TCSL. Il est toutefois suffisamment faible pour devenir peu significatif dans des conditions différentes de celles des expérimentations, par exemple si un travail profond de pseudo-labour ou de dé-

Un avantage environnemental immédiat des TCSL réside dans la diminution de la consommation de carburants qu'elles induisent par rapport au labour. ▼



© Ch. Baudart, Perspectives Agricoles



© J. Labreuche, ARVALIS-Institut du végétal

▲ **L'effet protecteur d'un couvert, souvent associé aux TCSL, fait partie des bénéfices environnementaux de ces techniques.**

compactage doit être réalisé.

Enfin, s'agissant de gaz à effet de serre (GES), il est extrêmement sensible aux émissions de N_2O , dont le pouvoir de réchauffement global est 296 fois celui du CO_2 . En synthèse, on peut en conclure que l'adoption des TCSL peut représenter une économie de carburant intéressante, et de manière croissante avec le prix du pétrole, pour les agriculteurs. Cette économie peut également représenter un enjeu même limité, et difficile à quantifier, au niveau national. Elle est plus incertaine en volume d'émissions de GES, du moins tant que d'autres contributions que la combustion des carburants ne sont pas prises en compte. Enfin, elle mérite d'être pondérée par les baisses de rendement statistiquement enregistrées par Agreste sur les parcelles cultivées sans labour (- 4 % pour le blé tendre, - 9 % pour le maïs grain). Précisons cependant que ces baisses, non observées en conditions expérimentales, sont probablement le fait des conditions de mise en œuvre des TCSL sur des types de parcelles, de sol, et dans des situations agroclimatiques un peu moins favorables à des rendements élevés.

D'autres effets du recours « tactique » aux TCSL

En restant dans cette vision tactique, ou annuelle, du recours aux TCSL, un autre bénéfice environnemental peut en être attendu. Il s'agit de l'effet protecteur d'un couvert végétal et particulièrement des résidus de récolte présents en surface, vis-à-vis de l'état de surface du sol et de la réduction du ruissellement et de l'érosion qui peut en résulter. Les résultats, plus variables pour le ruissellement que pour l'érosion, montrent que cet effet protecteur ne peut être espéré que pour des taux de couvertures élevés.

▶ Erosion et ruissellement sont limités par les TCSL, notamment grâce à la mise en place ou au maintien d'un couvert végétal.

C'est cet avantage anti-érosif qui a été le premier objet de l'attention des expérimentateurs en matière d'impact environnemental de la suppression du labour. Il a été particulièrement recherché et mis en valeur dans des pays où l'érosion constitue une menace grave pour les sols, USA et Brésil en particulier. L'usage

© ARVALIS-Institut du végétal



des TCSL, associé à la gestion du couvert végétal en période d'interculture, y est devenu une composante de l'agriculture dite de conservation. Le rôle dominant de la couverture végétale de surface conduit dans ce cas à désigner ces techniques comme des techniques de culture sous couvert végétal (TCSV), ce qui est plus approprié que l'appellation de TCSL.

La répétition prolongée de TCSL, associée à une couverture végétale vivante ou au maintien des résidus végétaux en surface du sol, induit des effets positifs sur les propriétés physiques du sol. Ils sont associés au rôle stabilisateur des matières organiques sur la structure de surface et au développement d'une porosité structurale, d'origine biologique en particulier, dont les dimensions et la continuité verticale favorisent une augmentation de la conductivité hydraulique. En semis direct permanent, l'accroissement de résistance mécanique de la couche superficielle réduit le risque d'incision par le ruissellement. À long terme, le rôle protecteur des TCSL vis-à-vis de l'érosion peut donc être accru.

En réduisant le transport de particules, on peut donc attendre que les TCSL aient un effet bénéfique sur la qualité

des eaux. Cet effet bénéfique peut cependant être réduit si des écoulements rapides vers la profondeur sont favorisés. C'est ce qui a pu être observé en condition de semis direct permanent sur un sol drainé. L'entraînement de pesticides dans des voies d'écoulements préférentiels vers la profondeur peut contaminer les eaux de drainage. On est alors face à une modification des voies de transfert plutôt qu'à une réduction du risque de pollution. Cette question mérite d'autant plus d'être considérée que, dans la pratique, le recours aux TCSL est statistiquement associé à une utilisation accrue des herbicides. La fréquence de traitement augmente de 0,3 pour le blé et de 0,7 pour le colza selon l'enquête Agreste de 2006.

Et la biodiversité ?

Les conclusions sur cet aspect du fonctionnement écologique du sol, auquel la recherche porte une attention prioritaire, sont parmi les plus difficiles à établir de façon claire et générale. Il est avéré que les TCSL modifient très sensiblement la biologie du sol : abondance de la flore microbienne de la couche où se concentrent les matières organiques, abondance des vers de terre, des arthropodes et de leurs prédateurs sont

Les techniques de travail du sol ne peuvent être raisonnées isolément. C'est l'ensemble des composantes de l'itinéraire technique, et au-delà, de la rotation, qui est en cause dans une approche de long terme.

accrues. Dans une optique d'entretien de certaines composantes de la biodiversité, les TCSL peuvent donc être considérées avec un intérêt spécifique, qu'il resterait à mieux quantifier en terme de dynamiques des populations objets de cette préoccupation de conservation. Mais vis-à-vis des organismes du sol, ce sont prioritairement des conséquences fonctionnelles de la dynamique des communautés vivantes qui sont recherchées, en terme d'effets bénéfiques pour la production ou pour l'environnement. Les relations entre structure des communautés, diversité et abondance

◀ En semis direct permanent, l'accroissement de résistance mécanique de la couche superficielle réduit le risque d'incision par le ruissellement. À long terme, le rôle protecteur des TCSL vis-à-vis de l'érosion peut donc être accru.

des espèces, et fonctions du sol sont particulièrement difficiles à décrire. Leur extrême diversité, la complexité du milieu lui-même et le caractère indirect et interactif des conséquences fonctionnelles de leur activité en sont les raisons majeures. Vis-à-vis de la production végétale, les liens entre populations pouvant contribuer positivement au fonctionnement du couvert cultivé et populations de bio-agresseurs sont au cœur de cette difficulté.

Comment gérer un équilibre favorable entre organismes participant à la structuration du sol ou à la prédation des ravageurs d'une part, abondance des parasites ou des adventices d'autre part, sans accroître les coûts de la protection phytosanitaire ? Cela reste largement un défi pour la conception de nouveaux systèmes de culture. En effet, dans cette perspective, les techniques de travail du sol ne peuvent être raisonnées isolément. C'est bien l'ensemble

La complexité du fonctionnement écologique du sol rend difficile l'établissement de conclusions claires et générales. ▼



© J. Labreuche, ARVALIS-Institut du végétal



La faisabilité des TCSL, y compris dans la longue durée, est expérimentalement acquise depuis de nombreuses années. ▲

des composantes de l'itinéraire technique, et au-delà, de la rotation, qui est en cause dans une approche de long terme.

Vers une évolution globale des systèmes de culture

Finalement, l'interrogation sur les bénéfices et risques environnementaux des TCSL n'a pas de raison de susciter une réponse à caractère doctrinal. Leur faisabilité, y compris dans la longue durée, est expérimentalement acquise depuis de nombreuses années. Les conditions de sol, d'état sanitaire des parcelles, et de culture, plus ou moins favorables à leur réussite, sont assez bien connues des expérimentateurs et des praticiens. Les économies de mécanisation, de temps de travail et les avantages en matière d'organisation pour des intercultures courtes sont quantifiées pour différents types d'itinéraires techniques. Les éléments de la décision des praticiens sont donc largement réunis. L'évaluation d'effets environnementaux différents de ceux qui sont associés à l'économie d'énergie n'apporte pas de complément de nature à modifier fortement cette conclusion, au moins si l'on n'aborde la question que par le choix des outils de travail du sol. Ces effets environnementaux sont plutôt dépendants de la gestion des matières organi-

ques à proximité de la surface du sol, et donc de l'épaisseur de la couche retournée ou brassée par les outils, mais aussi des quantités de résidus organiques retournant au sol, et de l'utilisation de couvertures vivantes en interculture. Les décompactages profonds pouvant être assurés sans labour, c'est sur une préoccupation d'entretien intégré de l'état de la surface du sol, et du décimètre immédiatement sous-jacent, que débouche l'analyse.

Celle-ci met en cause l'itinéraire technique au-delà de la seule suppression du labour. Les effets accessibles sur le ruissellement, l'érosion, la qualité de l'eau justifient l'investissement en ce sens. Cependant, en termes environnementaux, la gestion écologique du fonctionnement du sol, en lien avec l'économie des intrants phytosanitaires, les cycles de l'azote et du carbone, et l'entretien de la biodiversité reste la frontière à dépasser pour éclairer globalement le bilan des techniques de travail du sol. C'est un enjeu clé pour le développement d'une agronomie, de la durabilité et de l'économie des ressources. Des façons culturales elles-mêmes plutôt économes doivent y contribuer, dans le contexte d'une évolution beaucoup plus intégrée et globale des systèmes de culture. ■