

DEVENIR DES PESTICIDES

DES TRANSFERTS

variables selon le travail du sol



L'absence de travail du sol va modifier les propriétés du sol en surface.

© Escalier/ARVALIS, Institut du végétal

Les effets du travail du sol sur le transfert des pesticides sont complexes : de multiples processus sont impliqués, avec des effets contradictoires. Des travaux récents montrent que l'augmentation de l'activité microbienne à la surface d'un sol en non-labour ne réduit pas systématiquement les risques de transfert de pesticides.

Le travail du sol impacte le devenir des pesticides via des changements des propriétés des sols : physiques et hydriques mais aussi physico-chimiques (MO, pH) et biologiques (communautés microbiennes, faune).

Les effets du travail du sol sur les risques de transfert de pesticides sont fortement dépendants des aspects pédoclimatiques (type de sol, précipitations, ...). L'itinéraire technique ou la succession des cultures joue également un rôle notable.

Le rôle des mulch

L'intensité et la dynamique des transferts des pesticides sont étroitement liées à la structuration de la porosité des profils des sols. L'état hydrique conditionne aussi l'intensité des processus de désorption (relargage) et de dégradation de pesticides.

En système de non-labour (TCSL), le devenir des pesticides est déterminé par 2 éléments : la modification des

états du sol et la présence de mulch. Le mulch correspond aux résidus de culture laissés à la surface, lorsque le sol n'est plus retourné. Ce mulch va intercepter les pesticides, conditionnant ainsi la

« **Le volume** de ruissellement plus faible en TCSL réduit les possibilités de transfert d'herbicides. »

En savoir plus

« Faut-il travailler le sol ? », éditions ARVALIS-Institut du végétal - QUAE, 150 p., disponible sur www.editions-arvalis.fr

proportion de pesticides arrivant directement au sol après l'application. Il va aussi permettre de différer l'arrivée des pesticides dans le sol suite au lessivage du mulch. Cette interception va favoriser des phénomènes tels que la photodégradation et la volatilisation. La persistance des pesticides sur et dans les mulch est contrôlée par des processus de rétention (adsorption/désorption), de transformation (dégradation microbienne) et de transport (lessivage, volatilisation, ...) dont les mécanismes sont spécifiques aux mulch, par rapport aux mécanismes similaires qui sont à l'œuvre dans les sols.

pH et pesticides

Évaluer le devenir des pesticides dans les systèmes en non-labour passe par une compréhension détaillée des interactions entre rétention des pesticides et décomposition des mulch. Au cours de leur décomposition, les propriétés physiques et physico-chimiques de ces matières organiques sont modifiées, en lien notamment avec la biodégradation différentielle de certains constituants biochimiques, la colonisation par des micro-organismes décomposeurs (bactéries, champignons) et l'action de fragmentation exercée par la mésofaune et la macrofaune du sol. Par exemple, le glyphosate retenu sur les mulch est plus facilement lessivable lors de la progression de la décomposition de ces derniers.

La modification principale liée au non-retournement du sol par rapport aux techniques conventionnelles est la redistribution du carbone organique dans le sol. En TCSL, les teneurs en carbone organique augmentent dans les premiers centimètres du sol, avec une accumulation de matières organiques en lien avec la présence et la décomposition du mulch ; celles-ci diminuent graduellement avec la profondeur. La majorité des pesticides est plus adsorbée

« En modifiant les conditions de surface, le mulch semble impacter la dynamique de la volatilisation. »

Une CIPAN pour limiter les transferts

En monoculture de maïs irrigué, la simplification du travail du sol associé à l'utilisation d'une interculture (type CIPAN) limite les pertes d'isoxaflutole et de dicétonitrile (alternatives herbicides utilisées en remplacement de l'atrazine). En TCSL, les pertes en herbicides ont été 1,6 fois plus faibles par rapport au labour. En combinant TCSL et cultures intermédiaires, elles sont 4,5 fois moins élevées.

en surface en TCSL qu'en labour.

Les techniques sans labour contribuent généralement à une acidification des horizons de surface. Or la rétention de nombreuses matières actives tend à augmenter lorsque le pH diminue.

La décomposition des mulch affecte aussi les activités microbiennes impliquées dans la dégradation des pesticides. Une étude conduite sur des sols argentins en 2011 (Rampoldi et al.) a comparé le devenir du glyphosate sur un sol nu et sur le même sol couvert

de mulch. Après 7 semaines, 74 % du glyphosate a été minéralisé sur le sol nu, mais seulement 27 % sur le mulch.

La durée de demi-vie du glyphosate dans le sol associé aux résidus végétaux peut être multipliée par six, en comparaison à celle du glyphosate directement appliqué au sol.

Après 7 semaines, 74 % du glyphosate a été minéralisé sur le sol nu, mais seulement 27 % sur le mulch.

Porosité de surface

En TCSL, la concentration de résidus végétaux en surface favorise le développement de champignons qui sont impliqués dans la dégradation incomplète des pesticides.

Un essai conduit dans les limons battants du



© N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Les flux d'herbicides s'avèrent plus réduits en système labouré qu'en non-labour.

Sundgau (68) depuis 2002 a mesuré l'influence du travail du sol sur le ruissellement et les transferts d'herbicides en monoculture de maïs. Ces travaux montrent des ruissellements nettement plus faibles en TCSL qu'en parcelle labourée (figure 1).

À titre d'exemple, une pluie de 27 mm a généré un volume ruisselé de la parcelle en TCSL de 5 % du volume ruisselé dans la parcelle labourée. Le ruissellement s'est rapidement arrêté alors qu'il a continué pendant plus de 5 h dans la parcelle labourée.

Sur l'ensemble d'une campagne couvrant la culture du maïs, non seulement les volumes ruisselés sont moins élevés en TCSL mais la date du premier ruissellement est également plus tardive (figure 1).

Le volume de ruissellement plus faible en TCSL réduit les possibilités de transfert d'herbicides. D'autre part, comme la date du premier ruissellement est retardée de plusieurs mois, les herbicides appliqués en avril et mai ont subi des processus de dégradation : les quantités disponibles pour le transfert par ruissellement sont moindres.

La présence de résidus de culture augmente la rugosité de surface, ralentit les vitesses de ruissellement, diminue l'érodabilité de surface. Dès lors, le transfert d'herbicides est réduit.

Par ailleurs, les mesures d'infiltrométrie réalisées confirment une meilleure porosité de la surface du sol, ce qui limite aussi les volumes ruisselés.

Enfin, le dénombrement des différentes espèces de vers de terre ne montre pas de grandes différences des nombres d'individus selon les deux modalités.

Temps de transfert

L'hypothèse d'une augmentation des risques de transfert verticaux en l'absence de travail du sol est souvent avancée. Elle reste toutefois sujette à



caution. Car si le maintien d'une continuité porale en l'absence de labour peut accroître l'infiltration de l'eau dans le sol, les études menées en conditions de plein champ ne montrent pas systématiquement ce type de comportement. Ainsi, les mesures de flux totaux de pesticides par réseaux de drainage entre 1993 et 2010 réalisés à La Jaillière (44) ne sont supérieures aux flux totaux des parcelles conduites en non-labour qu'au cours de 4 campagnes sur 11. En ce qui concerne le temps de transfert, les différents suivis montrent autant de cas en faveur du labour que du non-labour. Néanmoins, le comportement hydrodynamique du

RUISELLEMENT : plus faible et plus tardif en non-labour

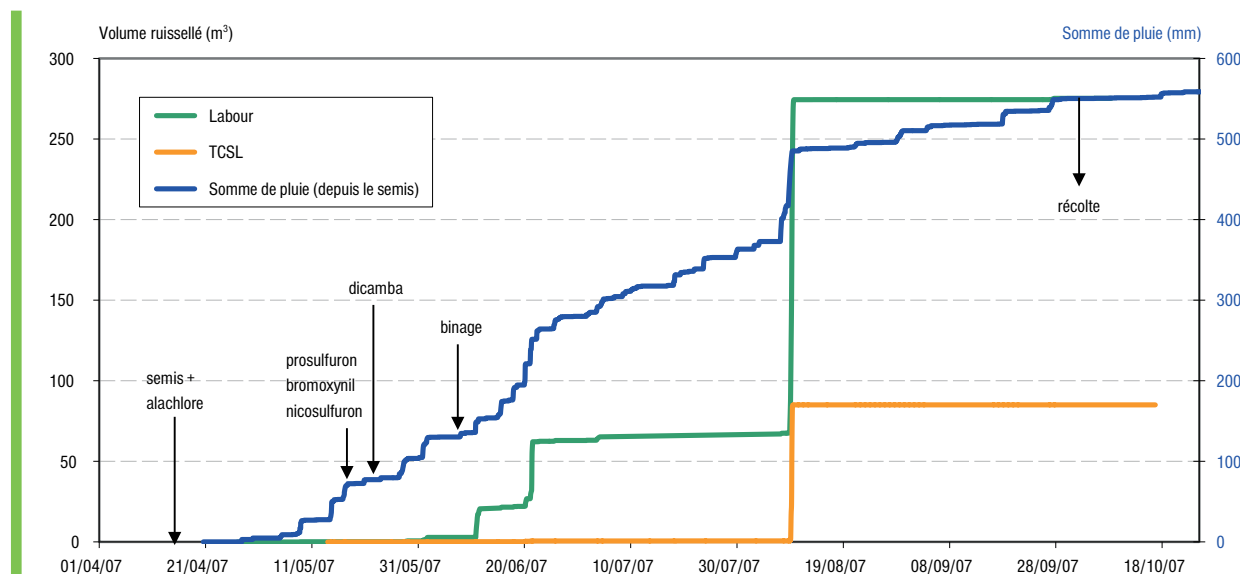


Figure 1 : Effet du travail du sol sur les dates de ruissellement. Campagne 2007, Site de Geispitzen (Alsace).

TRANSFERTS DE DFF : de fortes variations selon les systèmes

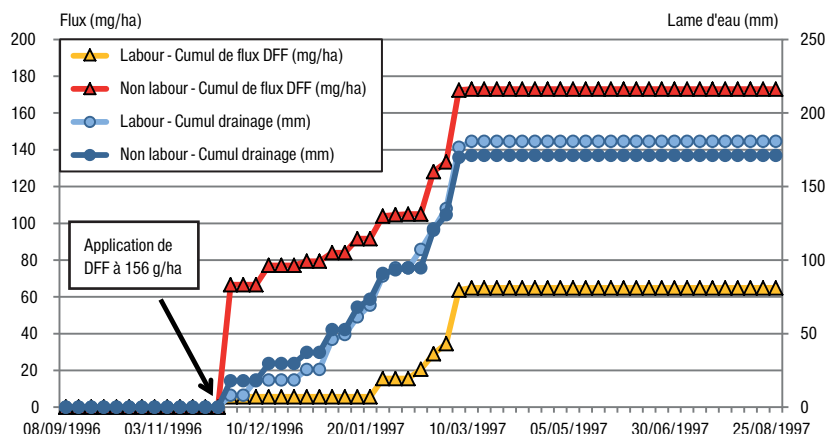


Figure 2 : Transfert de diflufenicanil (DFF) en parcelle labourée et en TCSL. Campagne 1996-1997, site de la Jaillière (Pays de Loire). En fin de saison, les quantités de DFF transférées par réseau de drainage sont presque 3 fois plus élevées en TCSL qu'en parcelle labourée.

non-labour est toujours le même en début de saison de drainage : les premiers pics d'écoulement sont toujours plus intenses, alors qu'en cours et en fin de saison, le tarissement des écoulements en TCSL est plus rapide. Cette différence de fonctionnement peut générer un transfert plus important sous TCSL des herbicides appliqués en automne, avant la saison de drainage (figure 2), et une diminution des risques de transfert des herbicides appliqués sur cultures de printemps

Les substances actives qui ont des demi-vies relativement longues (plusieurs mois) et qui sont appliquées au printemps présentent des transferts plus faibles dans les parcelles conduites en TCSL. L'activité biologique dans les premiers centimètres du sol y est plus intense et pourrait conduire à une dégradation plus rapide que dans les parcelles labourées.

Mulch et volatilisation

Le travail du sol affectant les propriétés de surface du sol, il a des effets importants sur le processus de volatilisation depuis le sol. La volatilisation est généralement augmentée lorsque la température

s'accroît. Mais en cas de dessèchement du sol, le processus d'adsorption depuis la phase gazeuse entraîne une diminution de la volatilisation. Par ailleurs, l'incorporation dans le sol réduit de façon sensible la volatilisation des composés les plus volatils. Les mulch ont également des effets importants sur la volatilisation car ils constituent une surface d'échange importante avec l'atmosphère et peuvent intercepter une proportion importante des quantités appliquées. D'autres facteurs interviennent, qui modifient les conditions de température et d'humidité à la surface du sol. Si peu de données existent pour mesurer l'effet du mulch sur la volatilisation, le mulch semble impacter la dynamique de la volatilisation en modifiant les conditions de surface. Ainsi, tout processus influençant la disponibilité du pesticide dans le mulch va avoir des conséquences sur l'intensité de la volatilisation.

Le non-travail du sol ne diminue pas à lui seul les transferts de pesticides. D'ailleurs, la suppression du labour s'accompagne souvent d'une augmentation de l'usage d'herbicides non sélectifs, comme le glyphosate, en interculture. Au vu des connaissances actuelles, les systèmes de grandes cultures doivent associer la maîtrise des techniques de travail du sol et les pratiques visant à réduire le recours au contrôle chimique des adventices. Outre une amélioration de la qualité de l'eau, cet objectif participe également à la prévention des phénomènes de résistances aux herbicides, qui ne manqueront pas d'apparaître. Autant d'éléments qui plaident en faveur d'un développement rapide de solutions techniques alternatives.

La question du devenir des pesticides dans le sol se pose pour de nombreux herbicides et en particulier pour le glyphosate, dont l'usage en TCSL est important.



© N. Comese - ARVALIS - Institut du végétal

Pierre Benoit - benoit@grignon.inra.fr
INRA

Benoit Réal - b.real@arvalisinstitutduvegetal.fr
ARVALIS - Institut du végétal