

TCSL en environnement

Cultiver sans labour réduit l'érosion au sein des parcelles

Les techniques culturales sans labour peuvent avoir un effet positif pour réduire le taux d'érosion de versant sous pluie intense. Pour que l'impact soit optimal, il faut adapter l'ensemble des itinéraires techniques, voire son système de cultures. Il faut réussir à conjuguer un taux de couverture du sol de plus de 40 % et la préservation de la perméabilité verticale pendant les périodes à risques. Quant à l'impact des TCSL sur les ruissellements, il est controversé, car beaucoup moins marqué.



▲ Le sol est un capital fragile, rongé petit à petit par l'érosion hydrique dans plusieurs régions de France.

Jean-François Ouvry
AREAS
Yves Lebissonnais
INRA

Le sol est un capital précieux qui met des années à constituer ses caractéristiques agronomiques dans sa partie supérieure. C'est le réservoir essentiel en nutriments, c'est le terreau où germent de frêles plantules qui feront les récoltes à venir si elles se développent au mieux. Mais ce sol est un capital fragile,

rongé petit à petit par l'érosion hydrique dans plusieurs régions de France (figure 1). Les sols concernés par un aléa érosion moyen à très fort représentent 18 % des terres cultivées dans l'Hexagone. À terme, la menace de baisse de fertilité est bien réelle.

Les TCSL sont susceptibles d'avoir un impact sur l'éro-

sion des sols. Parmi les différentes formes et localisations de l'érosion, l'ensemble des chercheurs démontre que ce sont les phénomènes intra-parcellaires qui peuvent être réduits. Le premier processus d'arrachement de particules à l'échelle du mètre carré sous l'impact des gouttes de pluie (pluie intense) peut être atténué (on parle d'érosion diffuse ou par splash). Le second processus d'arrachement, par l'eau qui ruisselle, génère des figures d'érosion linéaire en griffures et en rigoles. Au sein des parcelles en TCSL, les facteurs qui gouvernent ces processus sont modifiés et l'érosion peut diminuer.

▶ Les TCSL sont adaptées pour limiter l'érosion intra-parcellaire de versant diffuse et en griffures ou rigoles.

Par contre, les figures d'érosion créées par un ruissellement concentré à l'échelle des petits bassins versants, dans les talwegs notamment, ne sont pas nécessairement modifiées, compte tenu des vitesses d'écoulement élevées.

Cela signifie que dans une région, ou dans un bassin-versant, ou sur une parcelle, il convient de définir quel est

le processus érosif dominant, pour évaluer l'intérêt des TCSL dans la réduction de l'érosion. D'ailleurs, à l'origine, les TCSL ont été développées aux USA dans les années 60 pour faire face à ce type de processus érosif intra-parcellaire. Ensuite, les TCSL ont été placées au cœur du concept d'agriculture de conservation (voir *Perspectives Agricoles* n°342 de février 2008, p. 42).

Les TCSL plus efficaces sur l'érosion que sur le ruissellement

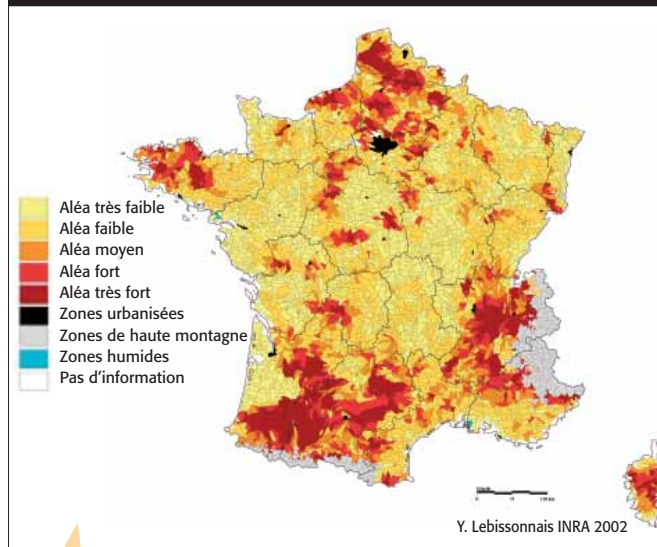
Les TCSL peuvent être très efficaces pour réduire l'érosion (*figure 2*). En comparaison avec le labour, l'érosion est réduite en moyenne de 50 % avec le pseudo-labour, de 58 % avec le travail superficiel (seulement 31 % avec le strip till) et de 59 % avec le semis direct.

Il existe une forte variabi-



© AREAS

Cartographie de l'aléa érosion en France (*fig. 1*)



18 % des terres cultivées en France sont concernées par un risque érosif moyen à fort.

◀ Les TCSL permettent de réduire les phénomènes érosifs intra-parcellaires : arrachement de particules sous l'impact des gouttes de pluie (effet splash) et du ruissellement.

lité dans les résultats scientifiques correspondant à différentes situations : agronomiques, pédologiques, scénarii climatiques et trains d'outils associés. Aussi, il n'est pas possible de conclure de façon simpliste, mais il est nécessaire de bien définir les conditions qui conduisent à la plus grande efficacité.

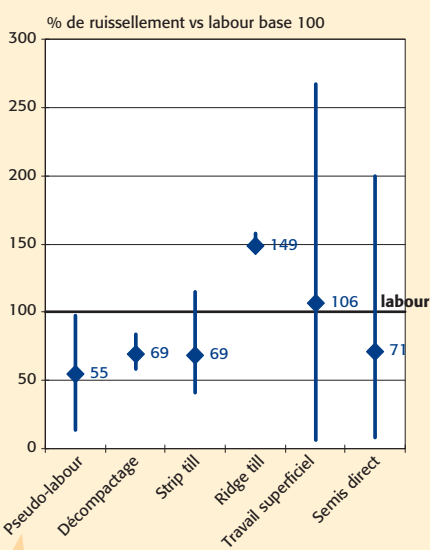
Dans le détail, 31 références sur 37 démontrent une réduction de l'érosion sous pluies naturelles et 41 sur 50 sous pluies simulées. En l'absence de retournement du sol, plusieurs facteurs im-



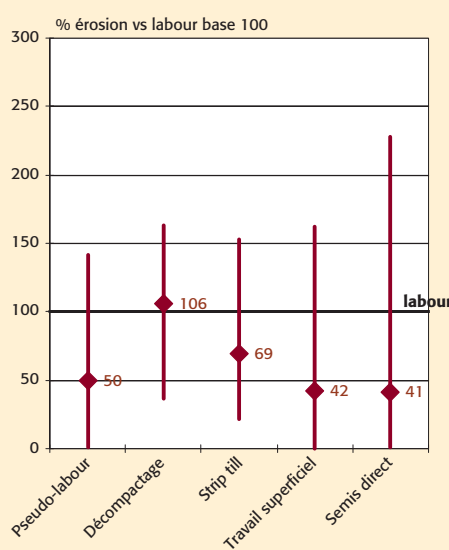
▶ Ce n'est pas tant le non labour lui-même qui diminue l'érosion, mais le maintien d'une couverture du sol, l'augmentation de la teneur en matière organique en surface et la création de bio pores par l'activité des lombrics.

Efficacité relative des TCSL par rapport au labour sur l'érosion des terres et sur le ruissellement. Résultat de l'enquête sur les articles scientifiques européens et internationaux dans un contexte pédoclimatique semblable à celui de la France (fig. 2)

Ruissellement



Erosion



Malgré une forte variabilité des résultats scientifiques, les TCSL ont tendance à réduire l'érosion et le ruissellement.

portants du processus érosif sont modifiés. Ces facteurs, qui jouent un rôle majeur sur la limitation de l'érosion, sont: la couverture du sol, le couple stabilité structurale - matière organique et le couple drainage vertical - porosité.

Par contre, vis-à-vis du ruissellement, l'efficacité des TCSL est plus controversée. Le ruissellement est diminué en moyenne de 31 à 45 % pour le travail profond et seulement de 0 à 29 % pour le travail superficiel. Même si la variabilité est là encore très forte, on note dans le détail que la proportion d'essais avec une diminution de ruissellement est moins élevée (39 sur 57 sous pluies naturelles), et notamment pour le travail superficiel et le semis direct.



© N. Comès

La présence d'un couvert végétal est primordiale

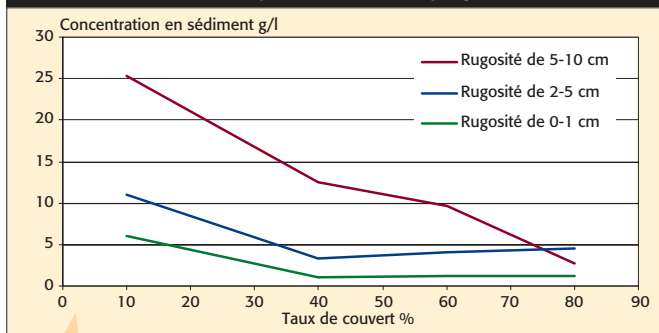
L'existence d'un couvert végétal (mort ou vivant) en surface est LE facteur majeur dans la réduction du risque d'érosion, grâce à son effet mécanique de protection contre l'impact des gouttes de pluie (effet splash). Cet effet se traduit par une réduction de la vitesse d'extension d'une croûte de battance et donc du maintien de la porosité. À noter en passant que ce facteur de couvert donne aussi de bons résultats avec le labour, mais il est beaucoup plus difficile à obtenir.

Pour ce critère, il y a un effet seuil. Le taux de couverture du sol doit au moins dépasser 30 à 40 % pour que la diminution de l'érosion soit significative. L'objectif optimal à atteindre est de l'ordre de 60 à 80 % de couvert. Le taux d'érosion est alors réduit de plus de 50 %. En l'absence d'un couvert suffisant, les résultats deviennent souvent aggravants par rapport au labour et cela pour toutes les catégories de TCSL. Dans ce cas, c'est alors l'effet de la rugosité du sol qui prime (*figure 3*).

Pour atteindre des taux élevés du couvert végétal, les outils de semis direct ou de travail superficiel donnent de meilleurs résultats, puisque les résidus sont moins incorporés dans le sol.

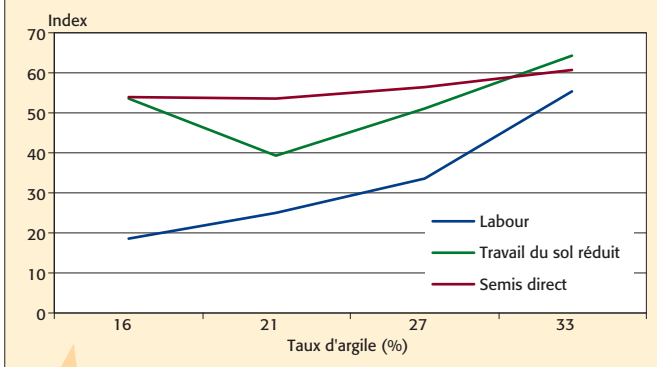
▲ Le travail superficiel et le semis direct ne réduisent les ruissellements que s'il y a une forte porosité et un couvert végétal supérieur à 40 %.

Influence du taux de couvert et de la rugosité superficielle sur la concentration en sédiments du fait de l'érosion diffuse (O. Cerdan 2001) (fig. 3)



Une concentration en sédiments élevée traduit un phénomène érosif important.

Evolution de l'indice de stabilité structurale selon le mode de TCSL et la teneur en argile des sols (Gross 1995) (fig. 4)



L'amélioration de la stabilité des agrégats est d'autant plus élevée que les sols sont de nature fragile et battant.

En outre, il est plus simple de créer ou de conserver un couvert superficiel dans les rotations comportant soit des cultures laissant beaucoup de résidus (céréales); soit permettant l'implantation d'une culture intermédiaire. Les systèmes avec maïs ensilage, betteraves sucrières, pommes de terre et légumes ont moins de capacité à obtenir cet effet couvert.

La concentration de la matière organique en surface améliore la stabilité structurale

À long terme (5 à 10 ans), la moindre dilution des résidus conduit à accroître la teneur en matière organique dans les tout premiers centimètres du sol, ce qui accroît la stabilité structurale des surfaces ameublées, et contribue à réduire la détachabilité des agrégats et donc l'érosion diffuse. Cette amélioration de la stabilité des agrégats est d'autant plus élevée que les sols sont de nature fragile et battante (figure 4). Cela est donc plus visible sur les sols limoneux qu'argileux.

Concrètement, sur limons, on constate que moins le sol est travaillé en profondeur (semis direct surtout et travail superficiel), plus la stabilité structurale croît en surface.

Sur sol argileux ou argilo-calcaire, déjà plus stable à l'origine, les résultats de stabi-

Attention : le phénomène d'accumulation de la matière organique en surface est directement réversible au premier labour même occasionnel.

lité structurale ne mettent pas en évidence les effets positifs des TCSL.

L'accroissement de la teneur en matière organique en surface est généralement lent et progressif et varie selon le contexte pédoclimatique et les systèmes de cultures. Sur sol limoneux, on observe en

moyenne une progression de 0,05 à 0,1 % par an. Sur l'une des rares expériences longues (35 ans) en Suisse, P. Vuilloud constate des périodes de progression suivies de périodes de diminution, aboutissant au mieux avec le semis direct à une augmentation totale de + 0,2 % en 35 ans.

Dans certains cas, cette amélioration de la stabilité structurale des agrégats n'est pas efficace, tout simplement parce qu'un excès d'affinement superficiel a réduit les agrégats en poussière. Il faut donc rester attentif à tout ce qui peut permettre la conservation et l'accroissement de la stabilité structurale.

Porosité indispensable et drainage vertical

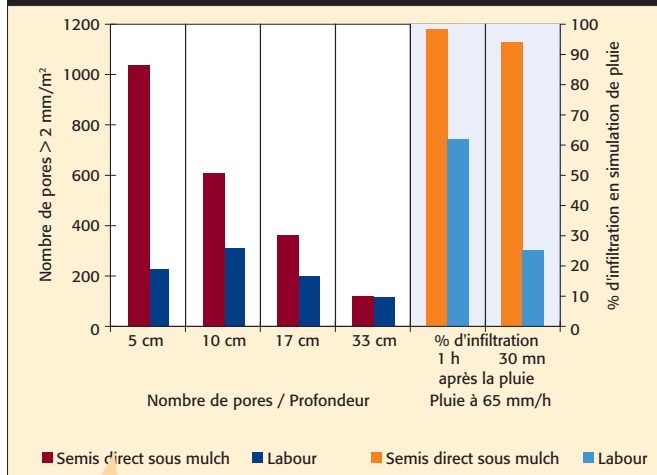
Le maintien d'une forte porosité verticale constitue le troisième facteur essentiel. Il est primordial pour réduire le ruissellement au niveau de la parcelle, pour éviter la formation de griffures et rigoles, et pour réduire l'exportation des particules.

Avec le labour, une forte macro porosité (> 50 %) est créée entre les mottes. Elle assure la continuité hydraulique

entre la surface et le fond du labour. Ainsi, les eaux de pluie peuvent s'infiltrer rapidement s'il n'y a pas de croûte de battance. Dans le cas des TCSL, et surtout pour le semis direct et les techniques de travail superficiel, il n'y a plus cet effet et on peut constater un tassement du sol à la fois naturel et sous le poids des outils. Cela s'accompagne d'une baisse importante de la porosité et d'une augmentation de la densité apparente. Cette évolution est positive car elle permet de mieux résister à l'arrachement de particules, soit par érosion diffuse, soit par la formation de rigoles. Elle est négative car elle accroît le ruissellement. En sol argilo-calcaire, ou même argileux (ou composé d'argile gonflante), la porosité du sol sous TCSL semble assez stable (> 40 %) et satisfaisante pour la culture et pour l'infiltration. Par contre, en sol limoneux ou argilo-limoneux, le retassement du sol peut

La couverture du sol, le couple stabilité structurale - matière organique et le couple drainage vertical - porosité jouent un rôle majeur sur la limitation de l'érosion. ▼

Effet d'un semis direct sous mulch sur l'augmentation du nombre de pores dans l'équivalent de la couche labourée et conséquence sur le taux d'infiltration à la parcelle (Kainz 1989) (fig. 5)



L'infiltration sur sol limoneux au printemps est meilleure en semis direct sous mulch grâce à la bio-porosité qu'en labour où apparaît une croûte de battance peu perméable.



▶ La macro-porosité biologique peut remplacer efficacement celle créée par le labour. Mais les tassements du sol par l'utilisation du matériel en mauvaises conditions peuvent réduire à néant son effet de drainage vertical pendant plusieurs mois.

donner des porosités médiocres. La solution repose pour partie sur le développement de la bio-porosité. Les TCSL accroissent les populations de vers de terre, qui contribuent fortement à développer une macro-porosité verticale, très propice à l'infiltration et au drainage vertical rapide et profond (voir *Perspectives Agricoles* n°343 de mars 2008, p 38). Dans ces conditions, Kainz démontre que, finalement, l'infiltration sur sol limoneux au printemps est meilleure en semis direct sous mulch qu'en labour. En effet, le principal frein à l'infiltration avec les techniques à base de labour est constitué par la croûte de battance superficielle (figure 5).

On mesure l'importance capitale de l'activité des lom-

brics sur l'infiltration, avec une bio-porosité qui s'accroît d'année en année. Elle est favorisée par une abondance de résidus en surface et par une réduction du travail du sol en profondeur.

Certains systèmes de cultures sont donc plus propices que d'autres. Ainsi, Vuilloud (2006) démontre que les populations de vers de terre sont moins nombreuses en présence de cultures sarclées (betteraves, pomme de terre...) dans la rotation.

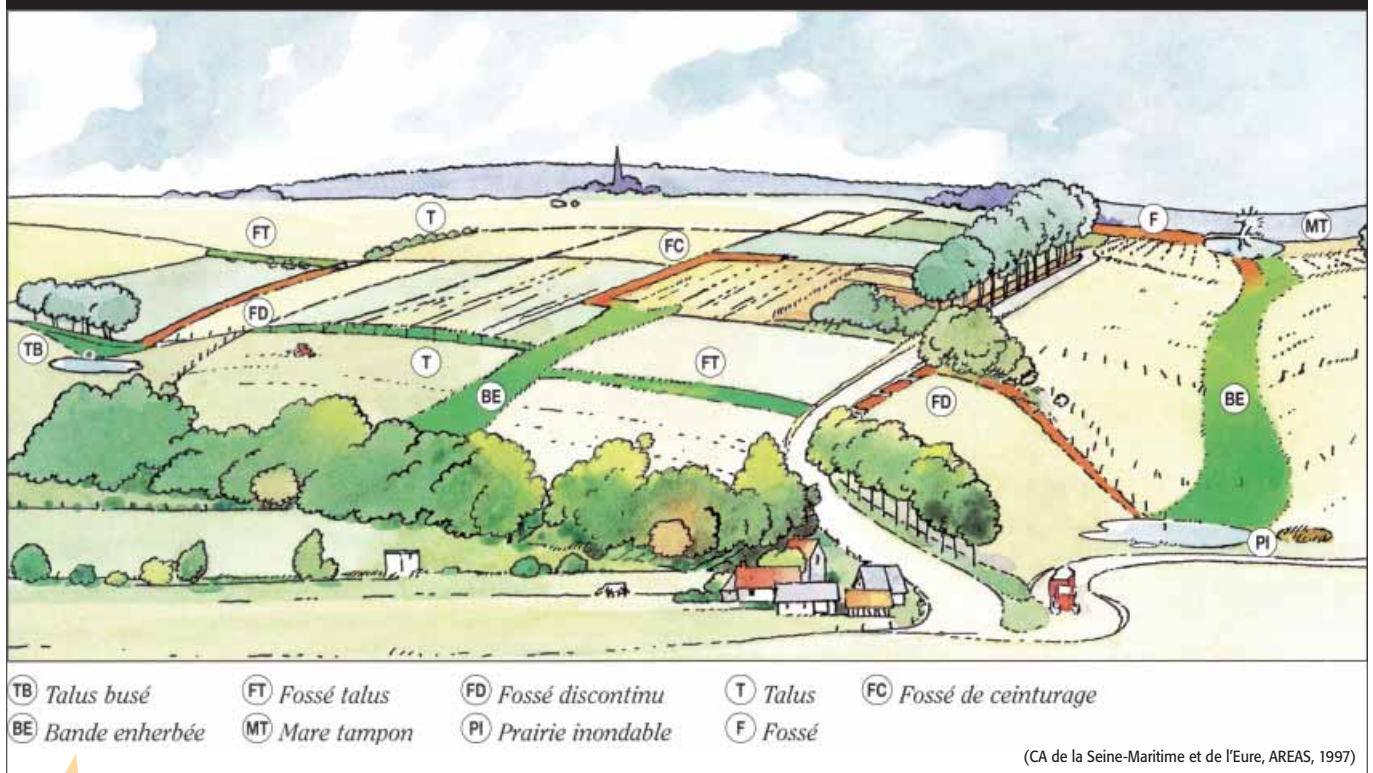
Par ailleurs, il est aisé de comprendre que l'efficacité de l'activité des lombrics est plus limitée en hiver par rapport à celle du printemps. Aussi, dans les régions du nord de la France, où la problématique érosion est importante en automne-hiver, ce facteur risque de ne pas jouer pleinement son rôle.

Enfin, la création et le maintien de cette porosité biologique sont tout particulièrement sensibles au tassement du sol sous l'effet du matériel et notamment dans les sols fragiles. Il faut plusieurs mois et années pour recouvrer l'état initial. Pour ce type de sol, le décompac-



© Iger Rossignol

Exemple d'aménagements complémentaires anti-érosifs à l'échelle du bassin-versant. (fig. 6)



En complément des techniques culturales, des aménagements comme des haies, fossés ou bandes enherbées peuvent contribuer à réduire l'érosion.

tage est nécessaire pour la culture et utile pour recréer un drainage vertical.

Savoir s'adapter et modifier ses itinéraires

Les données scientifiques disponibles en Europe et dans des contextes pédoclimatiques semblables à ceux de nos régions françaises indiquent que les TCSL peuvent

être très efficaces pour réduire l'érosion. Mais il y a des conditions à réunir pour obtenir une efficacité maximale. Il faut tenir compte du type de sol, du système de production et des itinéraires techniques, et du type de processus érosif (saison, effet splash, incisions linéaires). Quant aux ruissellements, l'efficacité est souvent bien moindre.

En conséquence, ces techniques ne suffisent pas pour éviter la formation de ravines dans les axes de talwegs. Il importe donc de gérer les ruissellements inévitables en créant des aménagements complémentaires anti-érosifs dans les zones de concentration des ruissellements, et cela à l'échelle du bassin-versant. C'est donc une action globale

et cohérente à mettre en œuvre avec d'un côté des techniques individuelles à l'échelle de la parcelle comme les TCSL et d'un autre côté des petits aménagements collectifs à vocation hydraulique anti-érosifs comme les chenaux enherbés (figure 6). ■

Ont participé à ce travail

- Djilali Heddadj, Chambre d'Agriculture du Morbihan.
- Olivier Ancelin, Chambre d'Agriculture de la Somme.
- François Derancourt, Chambre d'Agriculture du Nord - Pas-de-Calais.
- Aurélie Bonafos, AREAS.
- Denis Caboulet, Jean-Yves Cahurel, IFVV.
- Jérôme Labreuche, ARVALIS-Institut du végétal.
- Frédéric Darboux, Stéphane De Tourdonnet, Philippe Martin, INRA.
- Rémy Duval, ITB.
- Christian Longueval, Chambre Régionale d'Agriculture Midi-Pyrénées.



© C. Maumené, ARVALIS-Institut du végétal

◀ Un couvert de mulch dans l'inter-rang est très efficace pour supprimer toute forme d'érosion diffuse et en rigole de versant.