

## Semis direct et semis sous litière

### Causes de la levée réduite au champ

Thomas Anken et Jakob Heusser, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen  
Peter Weisskopf et Jan Rek, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholz, CH-8046 Zürich  
Mirjam Boller et Peter Stamp, Institut des sciences végétales, Ecole polytechnique fédérale de Zurich, CH-8092 Zurich

Au cours des dernières années, le travail du sol sans labour a fait de gros progrès en Suisse. Les systèmes de semis direct et de semis sous litière sont très performants, réduisent les coûts, ménagent les organismes et la structure du sol et limitent l'érosion. Ces procédés

n'en sont plus à leurs premières armes depuis longtemps, mais jouissent d'une popularité croissante. Toutefois, certains agriculteurs considèrent que les densités plus faibles des peuplements et la première croissance tardive des plantes constituent des inconvé-

nients. Les présentes études réalisées montrent que la structure du sol et son degré d'humidité jouent un rôle capital pour la qualité d'enfouissement des semences dans le sillon de semis. Le bilan de l'eau et de l'air dans le sol qui enrobe les semences exerce une influence très marquée sur la levée et la première croissance des plantes. Lorsque le sol est humide et présente une structure compacte, la teneur de l'air du sol en oxygène peut chuter rapidement, ce qui freine parfois considérablement la levée des plantules et le développement des plantes.



Fig. 1: Des semis directs et sous litière bien réussis lèvent régulièrement et sans retard (en haut). Lorsque des phases de précipitations coïncident avec une structure compacte du sol, il peut toutefois y avoir quelques problèmes (en bas).

Sommaire	Page
Problématique	2
Causes de levée réduite au champ	2
Essai à Tänikon	3
Résultats de l'essai	3
Fermeture du sol sans compactage	6
Conclusions	7
Bibliographie	8



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de  
l'économie DFE

Station de recherche  
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

## Problématique

Un semis direct et un semis sous litière qui ont réussi se caractérisent par une levée au champ pratiquement sans lacune et par un développement des plantes sans problème et sans retard. Lorsque la technique de semis est correcte et les conditions favorables, on n'observe presque aucun problème. Certains facteurs favorisent encore la réussite de ces techniques de semis: un sol chaud, ni trop humide, ni trop sec, des quantités pas trop importantes de paille ou de résidus végétaux, ainsi qu'un sol ameubli. Toutefois, en pratique, on observe encore des levées lacunaires, qui se traduisent par des densités de peuplement trop faibles et par conséquent, par des pertes de rendement. Dans les procédés qui renoncent au labour, la germination et la levée sont considérées comme les phases de développement les plus délicates. Or, on ne sait pas encore bien quels facteurs sont responsables de faibles densités de peuplement. Le présent rapport présente non seulement les expériences réalisées pendant plusieurs années en la matière, mais aussi de nouveaux travaux qui portent sur l'influence de la teneur de l'air du sol en oxygène sur la première croissance des plants de maïs. Le rapport n'aborde pas les autres facteurs d'influence comme les maladies, les ravageurs ou encore l'assolement.

## Causes de levée réduite au champ

### Pas de paille entre les semences et le sol

En l'absence de labour, de la paille en trop grosse quantité ou mal répartie, ainsi que des résidus de récolte et d'engrais vert peuvent perturber la levée au champ. Les semences qui entrent en contact avec la paille dans le sillon, germent mal en général. D'un côté, la paille gêne la transmission d'eau du sol aux semences, d'un autre côté, certains produits issus de la décomposition de la paille peuvent inhiber la croissance (allélopathie). Selon Labreuche J. (2007), les problèmes liés à la paille constituent une des causes les plus fréquentes de la mauvaise levée au champ et des rendements réduits

dans les procédés impliquant un travail du sol minimal.

La paille de maïs s'est avérée moins problématique que la paille de blé hachée. En général, les semis de blé qui suivent les cultures de maïs-grains réussissent bien, tandis que les semis de colza dans de la paille de blé hachée ne sont pas simples à gérer. On suppose que dans le dernier cas, les problèmes sont liés aux produits de la décomposition de la paille de blé qui inhibent la germination. En cas de semis de colza d'automne sous litière à la suite d'une culture de céréales, il est donc recommandé de veiller à commencer le déchaumage immédiatement après la moisson et le battage. Plus la

décomposition est accélérée par le déchaumage, mieux le colza d'automne pourra lever. Il n'est pas nécessaire de procéder à un déchaumage en profondeur; environ 5–10 cm suffisent.

### Des températures basses retardent la levée

Une grosse quantité de résidus de récolte ou d'engrais vert forment comme un matelas isolant à la surface du sol. Kromer et Thelen (1995) ont constaté que l'épaisseur du tapis de paille était en corrélation directe avec son effet réducteur sur les tempéra-



Fig. 2: Mesure du taux d'oxygène de l'air du sol à l'aide de tuyaux «Gore-Tex» perméables aux gaz (en bas) et d'un appareil mobile de mesure des gaz (en haut).

tures: plus l'isolation est épaisse, plus le sol se réchauffe lentement au printemps. Les basses températures du sol peuvent alors retarder la levée du maïs et des betteraves sucrières. En été par contre, pour le semis de cultures dérobées ou de prairies temporaires, la situation peut être tout à fait inverse. Une couche isolante à base de mulch peut empêcher le sol d'atteindre des températures élevées. Par conséquent, les plantules se dessèchent moins.

## L'humidité limite la disponibilité de l'oxygène

En général, les semis directs et les semis sous litière de maïs réussissent bien dans les sols humides, chauds et bien structurés. Par contre, l'enfouissement des semences dans les sols plastiques et détrempés est très complexe. Si le sillon est lissé et compacté sous la pression des socs, cela peut empêcher la levée des semences et perturber la première croissance des plantes. Selon Labreuche et al. (2007), le drainage des sols exerce une influence essentielle sur le rendement. Des sols détrempés ont des conséquences négatives. Pour l'instant, on ne sait pas encore bien si une teneur limitée en oxygène, des résistances trop élevées à l'enracinement ou d'autres causes encore ont un effet inhibiteur sur la croissance.

## Essai à Tännikon

### Mesures de la teneur en eau et en air

Sachant que la teneur de l'air du sol en oxygène joue sans doute un rôle prépondérant lors de la germination et de la première croissance des plantes, elle a fait l'objet d'un essai dans l'exploitation de Tännikon. Cet essai a comparé les procédés de travail du sol suivants: «labour», «semis sur bandes fraisées» et «semis direct». Avant le semis de maïs, le sol a été couvert d'une prairie temporaire pendant deux ans. L'essai a été réalisé sur un sol limoneux à structure compacte.

#### Procédés

**Labour (L):** labour (à 25 cm de profondeur) de la prairie temporaire le 26.04.06, herse rotative à axes verticaux 04.05.06, semis avec un semoir monograine pneumatique le 05.05.06.

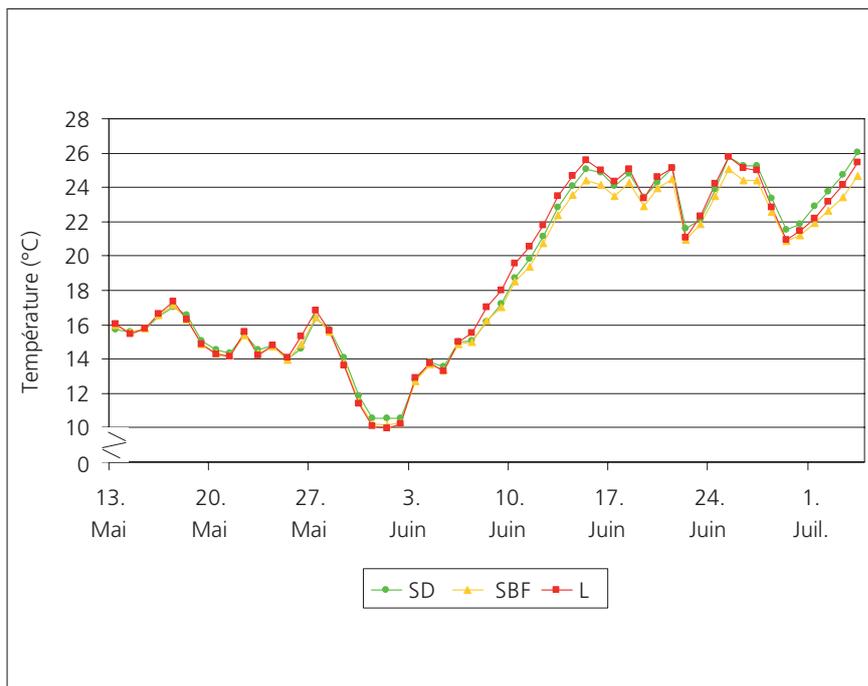


Fig. 3: Température du sol à 7 cm de profondeur en cas de labour (L), de semis sur bandes fraisées (SBF) et de semis direct (SD) de maïs à Tännikon en 2006 à la suite d'une prairie temporaire. Sans couverture dense du sol, la température du sol avec le semis direct n'est pas plus basse qu'avec les autres procédés.

**Semis sur bandes fraisées (SBF):** semis sur bandes fraisées avec la fraise en bandes Oekosem (Althaus, Ersigen) le 05.05.06. La prairie temporaire a été pulvérisée le 21.04.06. (3 l/ha de glyphosate et 0,6 l/ha de Dicamba).

**Semi direct (SD):** semis direct avec John Deere Max Emerge (soc à disque) et Accord Optima (soc à dent rigide). La régulation des adventices dans la prairie temporaire a été effectuée comme dans le cas du semis sur bandes fraisées.

La fumure et la protection phytosanitaire ont été effectuées comme d'habitude dans les exploitations.

#### Paramètres mesurés

**Humidité du sol:** des tensiomètres placés à 10 cm de profondeur ont déterminé le potentiel de charge du sol.

**Concentrations de gaz dans l'air du sol:** des tuyaux en «Gore-Tex» enterrés dans le sol et des appareils mobiles de mesure des gaz ont permis de déterminer les concentrations d'oxygène (O<sub>2</sub>) et de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'air du sol (fig. 2).

**Température du sol:** des appareils de mesure de la température de la marque «Hobo»

(Onset, Massachusetts, USA) ont été enfouis dans le sol et ont permis de relever la température du sol à 7 cm de profondeur.

La levée du maïs ainsi que son rendement en matière sèche ont été saisis à plusieurs reprises. Pour plus de détails sur l'essai, voir Boller (2006).

## Résultats de l'essai

### Pas de températures plus basses avec le semis direct

La figure 3 montre qu'avec le semis direct, le sol n'affichait pas des températures plus basses qu'avec le labour ou le semis sur bandes fraisées. Ce phénomène s'explique: les chaumes de la prairie temporaire qui précédait ne couvrent que légèrement le sol et n'ont pratiquement aucun effet isolant. Ces résultats se recoupent avec ceux d'Anken (2003), qui n'a pas non plus constaté de baisse des températures du sol dans une prairie temporaire. Le semis direct et le semis sous litière sans couche épaisse de mulch ne se distinguent donc pratiquement pas des procédés conventionnels en ce qui concerne la température du sol.

## Grains non levés

Le temps pluvieux au début du mois de mai 2006, associé à un sol compact, difficilement perméable s'est traduit par 20 % de plantes levées en moins avec le semis direct par rapport au labour et au semis sur bandes fraîsées. En creusant au niveau des zones lacunaires, on a constaté que malgré la température favorable et l'humidité élevée du sol, plus de 20 % des grains de maïs semés directement avaient certes germés, mais n'avaient pas levés (fig. 4). Les causes de ce problème ne sont pas évidentes. Il se peut que la forte humidité (sol détrempe) et la structure compacte du sol aient joué un rôle.

D'un côté, un sol de structure compacte peut gêner l'enracinement; d'un autre côté, on suppose que l'humidité a fait augmenter les valeurs de dioxyde de carbone de l'air du sol ou fait baisser les valeurs d'oxygène, ce qui a perturbé la germination des plantes. En plus de la mauvaise levée au champ, les plantes du semis direct affichaient des

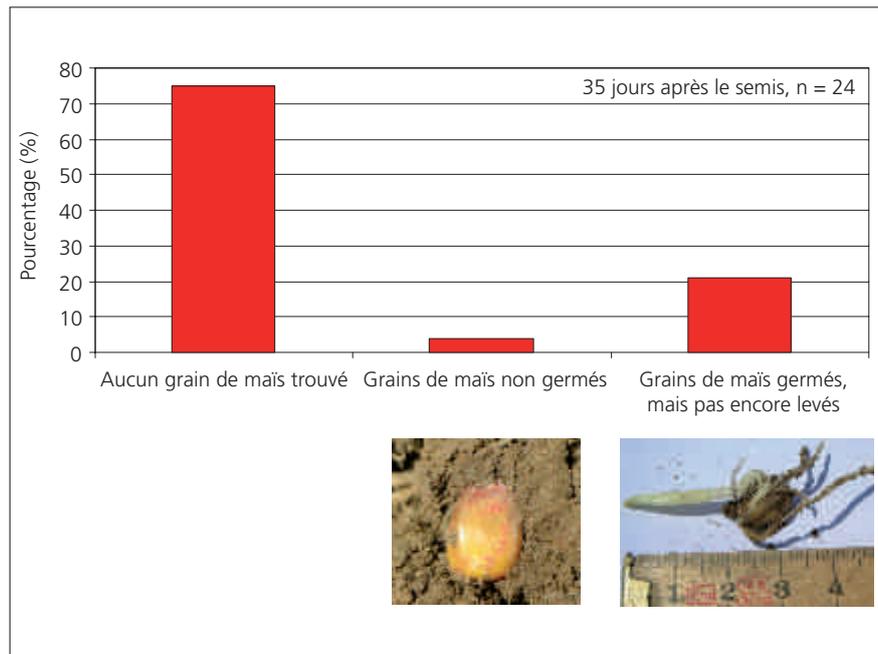


Fig. 4: Fouilles dans les zones lacunaires de maïs semé directement, 35 jours après le semis. 20% des grains avaient germé, mais n'avaient pas encore levé au bout de 35 jours, 4% des grains n'avaient pas germé.



Fig. 5: Par rapport au semis sur bandes fraîsées ou au semis avec labour, les plantes du semis direct (sur la photo, stade foliaire 3) avaient une croissance moins régulière, ce qui s'est traduit par une amplitude de variation plus importante du poids individuel des plantes.

pois individuels irréguliers (fig. 5). Les différences en termes de poids individuel des plantes (coefficient de variation) étaient pratiquement deux fois plus élevées pour le semis direct (0.75) que pour le semis sur bandes fraisées (0.43) ou le labour (0.45).

### Des sols détremés entraînent une baisse de rendement

La figure 6 montre qu'une humidité trop importante du sol pendant la phase de germination et de première croissance peut avoir des conséquences négatives sur le rendement. Un sol humidifié en permanence par arrosage s'est traduit par des rendements inférieurs à ceux d'une culture de maïs non arrosée.

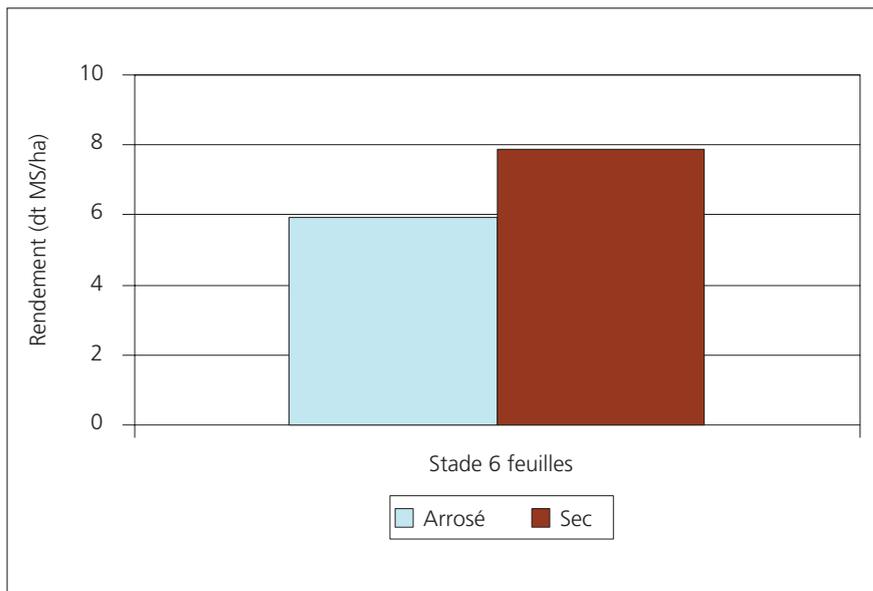


Fig. 6: Rendement en matière sèche de maïs semé directement au stade foliaire 6. Dans le cas du procédé «arrosé», la couche supérieure du sol a été maintenue très humide à détremée en permanence (potentiel de charge <50 mbar), tandis que dans le procédé «sec», on n'a pas arrosé du tout. Le maïs a bénéficié uniquement des précipitations naturelles.

### Baisse du taux d'oxygène dans les sols détremés et semis direct

La figure 7 montre que le sol était très humide jusqu'au 7 juin 2006 suite aux fréquentes précipitations (potentiel de charge <60 mbar), ce qui s'est traduit par une baisse de la teneur de l'air du sol en oxygène (teneur en O<sub>2</sub>) dans le cas du semis direct. Dès que le sol a séché, on n'a plus constaté aucune réduction de la teneur de l'air du sol en oxygène, comme dans les autres procédés culturaux. Lorsqu'on observe les moyennes, il faut savoir que pour quelques mesures individuelles, la teneur en O<sub>2</sub> était parfois inférieure à 5%. Certaines racines

ont donc dû se développer temporairement dans un milieu très pauvre en oxygène. Par rapport aux autres procédés de mise en place, c'est dans le cas du semis direct que l'amplitude de variation des taux d'oxygène dans l'air du sol était la plus élevée. Parallèlement, c'est aussi le semis direct qui affichait les plus grosses différences en ce qui concerne le développement individuel des plants de maïs (fig. 5).

En observant les résultats, il faut savoir que le sol limoneux de la parcelle d'essai présentait une structure compacte et un faible volume de pores grossiers d'environ 6%. Dans un sol meuble avec un volume de pores grossiers supérieur, on peut s'attendre à ce que les limites constatées plus haut en matière de bilan gazeux soient atténuées ou même inexistantes. Les mesures n'en sont pas moins typiques des problèmes rencontrés dans la pratique: une mauvaise levée et une première croissance tardive sont souvent liées à la structure compacte et à un taux d'humidité élevée du sol, ainsi qu'à des sols lourds.

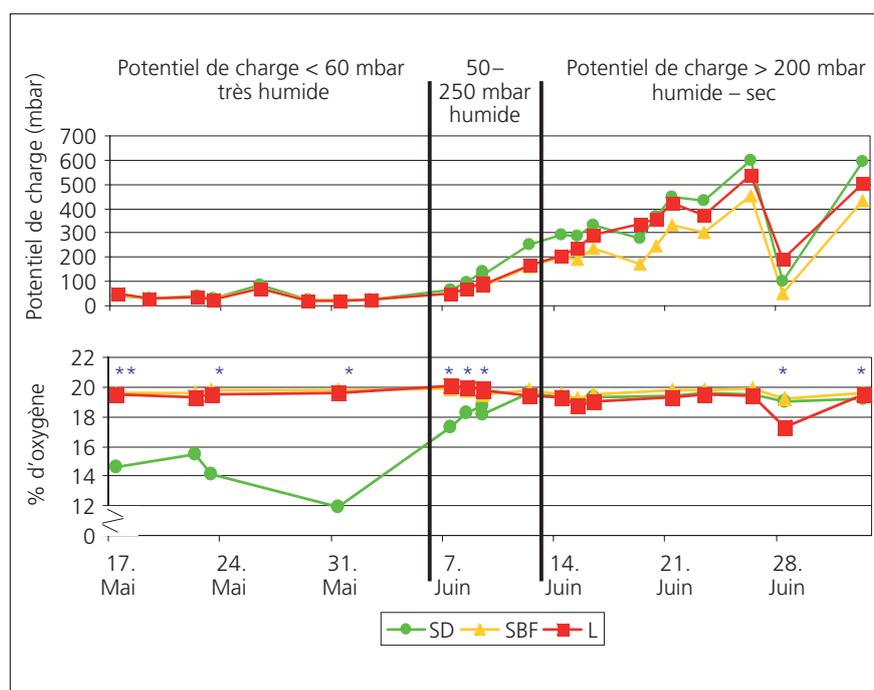


Fig. 7: Humidité du sol (potentiel de charge, en haut) et teneur de l'air du sol en oxygène (en bas). La forte humidité du sol ne s'est traduite par une baisse de la teneur de l'air du sol en oxygène que dans le cas du semis direct. Dès que le sol a séché, on n'a plus constaté aucune réduction des valeurs de O<sub>2</sub> même avec le semis direct.

## Fermeture du sol sans compactage

### Sillons meubles, mais fermés

Pour que la première croissance se déroule sans problème, il est capital que le sol soit meuble, que le bilan de l'eau et de l'air soit approprié et enfin que la résistance à l'enracinement soit minimale. Tandis que selon le procédé conventionnel, la préparation du lit de semences se fait sur toute la surface, dans le cas du semis direct, le lit de semences se concentre sur le sillon. Lorsque les sols sont secs, meubles, légers à mi-lourds, il est en général possible d'obtenir un sillon non compacté et grumeleux. Lorsque le sol est très humide et très compact, il peut arriver que les grains soient déposés dans un sillon ouvert lors du semis direct et que le sillon ne soit pas recouvert (fig. 8). Outre le risque accru d'être mangées par les ravageurs, les plantules risquent également de se dessécher. Il peut aussi arriver que le sillon se ferme sous l'effet des précipitations et s'ouvre en période de sécheresse, ce qui peut causer des dommages mécaniques aux petites racines. Lorsque la pres-

sion des socs est trop élevée notamment dans les sols lourds, le sol peut se faire très compact autour des semences. Dans de tels cas, le dépôt des semences est certes correct (profondeur, distance) et le sillon bien fermé, mais le compactage invisible empêche la germination et la première croissance des plantes suite à des taux trop élevés en CO<sub>2</sub> et trop bas en O<sub>2</sub> à proximité des semences.

### Les socs de semoir et leurs propriétés

Les socs à disques ont l'avantage de ne pas s'obstruer même lorsque les résidus de récolte sont nombreux (fig. 9). Suivant la résistance du sol, les disques doivent être enfoncés dans le sol avec une pression allant jusqu'à 250 kg. Le risque de compactage et de lissage des sillons est donc grand. C'est pourquoi il est recommandé de toujours employer les socs de semoir avec le moins de pression possible. Au contraire, les socs à dent rigide tracent un sillon sans qu'il soit nécessaire de les lester de beaucoup de poids supplémentaire. Le risque de compactage du sillon est donc plus faible. Si l'on fait abstraction de la tendance qu'a le soc à dent rigide à s'obstruer, problème qui

pourrait être résolu par des chasse-débris rotatifs, on constate que les fabricants de semoir lui accordent hélas trop peu d'importance. C'est le cas notamment des semoirs monograines. En Australie, c'est différent. Les socs à dent rigide y sont très répandus, parce qu'ils permettent d'obtenir une meilleure structure dans le sillon. L'entreprise Baker de Nouvelle-Zélande s'est également intéressée de plus près à cette problématique et a développé le nouveau procédé appelé «Cross Slot» (sillon croisé) ([www.cross-slot.com](http://www.cross-slot.com)). Ce procédé a pour but de creuser un sillon à l'aide d'un soc à disque sans risque de bourrage et de placer les semences ou les engrais au bord du sillon à l'aide de petites ailettes latérales. Cette méthode permettrait d'éviter les problèmes de paille à proximité des semences ou les problèmes de compactage du sol dus au disque.

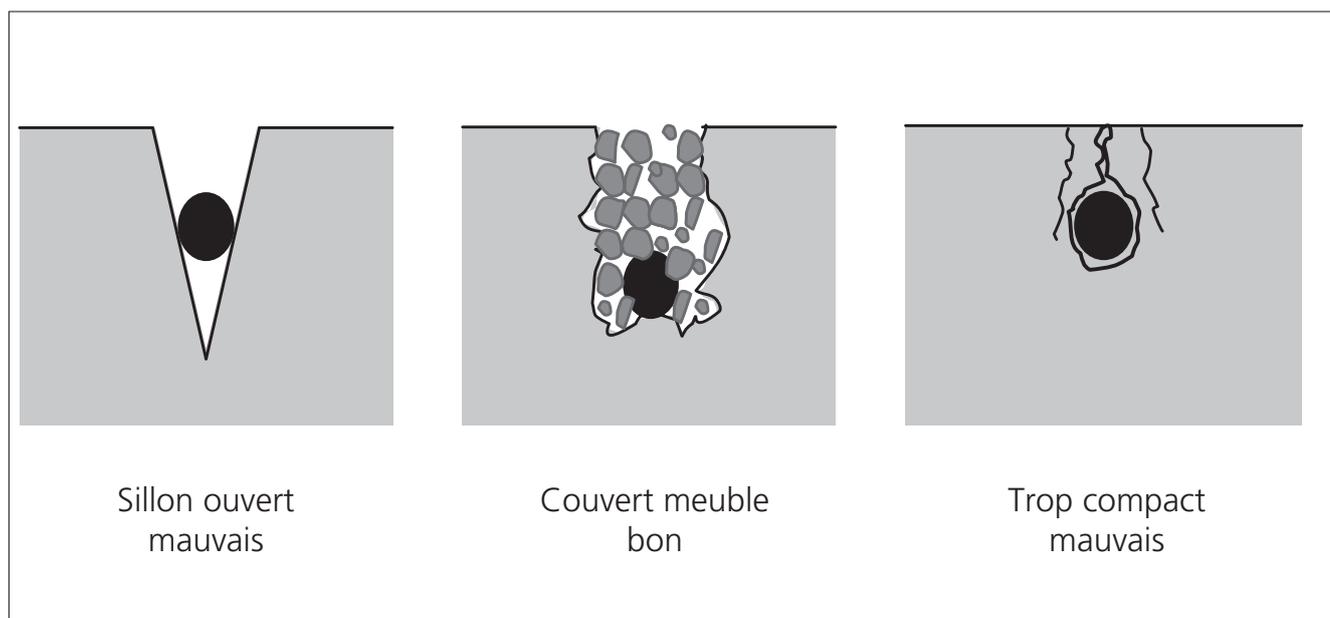


Fig. 8: A gauche – mauvais enfouissement des semences: le sillon est ouvert, les semences ne sont pas couvertes, le contact avec l'eau du sol n'est pas assuré. Les plantules risquent de se dessécher et d'être déchirées suite à l'ouverture et la fermeture du sillon. Au centre – Enfouissement correct des semences: le sillon n'est pas lissé, les semences ont été déposées au fond du sillon et sont recouvertes de terre meuble. A droite – Sillon compacté: dans les sols lourds et humides notamment, lorsque le sillon est trop comprimé, le sol peut se compacter autour des semences, ce qui inhibe la germination et la première croissance des plantes (fig. 4).



## Conclusions

Pour exploiter tout le potentiel des procédés de travail minimal du sol et de semis direct, il est nécessaire d'avoir de l'expérience et du doigté. Outre les facteurs d'influence bien connus que sont la couverture de paille et la température du sol, les présents résultats montrent qu'un sol bien structuré et donc un bilan favorable de l'air et de l'eau sont très importants pour que les plantes puissent bien se développer. Dans le cas du semis direct, le compactage du sol au niveau des semences, associé à une forte humidité du terrain peut perturber la germination, la levée au champ et la première croissance des plantes. En effet, les jeunes plantes notamment sont très sensibles à un sol pauvre en oxygène. C'est pourquoi pour le semis direct, en cas d'humidité, il faut veiller à semer en exerçant le moins de pression possible sur le soc pour que le sillon ne se compacte pas et ne se lisse pas. En général, il est recommandé de préserver une structure meuble à la surface du sol. Dans de nombreux cas, c'est le facteur décisif pour pouvoir améliorer la levée au champ et diminuer l'intensité de travail. Cette méthode permet également de réaliser d'importantes économies de coûts. Le dicton qui veut que l'on récolte ce que l'on sème s'applique parfaitement au semis direct et au semis sous litière.



Fig. 9: Les socs à disques (en haut) ont le grand avantage de ne pas s'obstruer par rapport aux socs à dent rigide (en bas). Toutefois, si l'on applique une pression trop élevée sur les disques, le sillon peut se compacter fortement. Le soc à dent rigide a, lui, l'avantage de tracer le sillon sans le presser sous l'effet d'un poids élevé.

## Bibliographie

Anken T., 2003. Pflanzenentwicklung, Stickstoffdynamik und Nitratauswaschung gepflügter und direktgesäter Parzellen. Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETH), Dissertation no 15393, 115 pages.

Boller M., 2006. Jugendentwicklung und Bodensauerstoffgehalt bei Mais. Institut für Pflanzenwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 66 Seiten (<http://www.art.admin.ch> – suchen nach BollerM2006.pdf)

Kromer K.H. und Thelen M., 1995. Mulchanbauverfahren bei Zuckerrüben. Landtechnik. 50 3, 150+159.

Labreuche J., 2007. 3 points-clés à surveiller. Perspectives agricoles. 332, 24–25.

Labreuche J., Couture D., Martin M., Duval R. et Quéré L., 2007. Jusqu'ou peut-on simplifier. Perspectives agricoles. 332, 26–34.

## Impressum

Edition: Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Les Rapports ART paraissent environ 20 fois par an. – Abonnement annuel: Fr. 60.–  
Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: ART, Bibliothèque, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen, Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90,  
E-mail: [doku@art.admin.ch](mailto:doku@art.admin.ch), Internet: <http://www.art.admin.ch>

Les Rapports ART sont également disponibles en allemand (ART-Berichte).  
ISSN 1661-7576

Les Rapports ART sont accessibles en version intégrale sur notre site Internet ([www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch)).