

Gestion du sol : état de santé, drainage, chaulage et travail du sol

SOMMAIRE

1.	Gestion du sol : état de santé, drainage, chaulage et travail du sol	1
1.1	L'état de santé du sol	2
1.2	L'égouttement, un incontournable	5
1.2.1	Drainage de surface	5
1.2.2	Drainage souterrain	7
1.3	Chaulage	12
1.4	Travail du sol	13
1.4.1	Travaux primaires	14
1.4.2	Travail secondaire et formation des planches de culture	17
1.4.3	Sous-solage	18
1.5	Objectifs de richesse des sols	19

1. GESTION DU SOL : ÉTAT DE SANTÉ, DRAINAGE, CHAULAGE ET TRAVAIL DU SOL

Pour offrir un bon potentiel productif, un sol en maraîchage biologique doit être en bon état, bien drainé, riche en matière organique et en éléments nutritifs, tout en ayant un pH et un état calcique adéquats. Grâce au travail du sol, à une lutte appropriée des ennemis des cultures et à l'irrigation, ce potentiel pourra s'exprimer pleinement.

Il est possible d'obtenir de l'information de base sur les sols de la ferme à partir des études pédologiques d'une région. Tel qu'on l'a mentionné au module 2, les études pédologiques des régions agricoles du Québec sont disponibles sur internet. On peut consulter le site du Service national d'information sur les terres et les eaux (SNITE) et le site de l'Institut national de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) pour y trouver l'information recherchée. En voici les adresses électroniques :

<http://sis.agr.gc.ca/siscan/publications/pq/index.html> et

http://www.irda.qc.ca/_docs_web/etu_pedolo.aspxi.

Il est aussi conseillé de discuter avec des agriculteurs voisins dont les champs sont situés sur des sols semblables afin de connaître leur expérience dans la culture de tels sols. Enfin, des analyses de sol effectuées tous les deux ou trois ans donnent un portrait de la richesse du sol (voir module 7). Investir dans les services-conseils d'un agronome permet aussi de mieux connaître le potentiel et les améliorations à apporter au sol.

1.1 L'état de santé du sol

Le sol est à la base de la production agricole. Il est primordial que le sol soit en excellent état pour obtenir de bons résultats en agriculture biologique. Pour obtenir une bonne croissance des plantes, il faut donc que la structure, la porosité, l'aération et l'activité biologique du sol soient adéquates. Une bonne activité biologique, primordiale en agriculture biologique pour nourrir les plantes, n'est possible que si le sol est aéré. Les racines doivent pouvoir se développer de façon extensive dans un grand volume afin de puiser les éléments nutritifs nécessaires. Cela permet aussi aux plantes d'être moins sensibles à la sécheresse. Les états physiques (structure, aération, etc.) et certains états chimiques (pH, calcium, matière organique) sont des indicateurs de la santé du sol. L'état physique du sol est plus important que son état chimique tel que révélé par l'analyse de sol.

En maraîchage diversifié, la compaction est un problème majeur de la santé du sol. Elle résulte des nombreux passages de tracteur et du fait qu'il est souvent nécessaire d'aller dans le champ lorsque les conditions sont humides. Le sol a donc tendance à se compacter davantage que dans d'autres productions végétales (figure 1).



Sol juste avant un passage de machinerie



Sol juste après un passage de machinerie

Figure 1 – Pelletée de terre permettant de mettre en évidence l'effet sur la structure d'un passage de machinerie au printemps dans un loam sableux

L'aspect des cultures se développant sur des sols compacts (figures 2 et 3) est similaire à celui des cultures qui se développent sur des sols mal drainés ou sur des sols insuffisamment fertilisés. Il faut donc savoir poser le bon diagnostic afin de faire les bons correctifs. En général, dans les sols compactés, les racines ne se développent pas bien (figure 4) et la porosité est

faible. Un guide pratique sur l'évaluation de l'état du sol et de sa compaction est disponible au CRAAQ (Weill, 2009).



Pelletée de sol sableux compact : dans de tels sols, l'apparition de plaques horizontales indique un problème de compaction. Ces plaques horizontales limitent souvent la descente des racines en profondeur.



Aspect de la culture en sol sableux compacté

Figure 2 – Aspect d'une pelletée de sol sableux compact et de la culture qui pousse sur ce sol

Les sols sableux, tout comme les sols argileux, peuvent se compacter, mais il est généralement plus facile de les décompacter. Lorsqu'ils se compactent, les sols argileux deviennent beaucoup plus durs que les sols sableux et leur décompactage nécessite plusieurs années. À cause de ce problème, ces sols ne sont pas recherchés pour faire de la production maraîchère diversifiée. Il est impensable de réussir dans de tels sols sans un égouttement parfait.



Sol tellement compact que le fumier ne se décompose plus. La couleur bleu-gris indique un manque d'air important.



Aspect de la culture qui se développe sur un tel sol

Figure 3 – Sol argileux très compacté à cause des nombreux passages de tracteur et d'un mauvais égouttement



Racines de maïs qui se sont développées uniquement dans la couche de sol travaillée puisque la couche sous-jacente était trop dure.



Racines de jeune brocoli qui se sont développées dans la zone hersée, mais qui n'ont pas pénétré la couche sableuse et massive non travaillée en dessous.

Figure 4 – Racines en surface dans un sol sableux, bloquées par une zone compacte

Une bonne gestion des sols va permettre de limiter la compaction et de la gérer. Les différentes stratégies énumérées ci-dessous doivent être appliquées pour limiter ce problème :

- avoir un très bon égouttement de sol, autant de surface que souterrain. Les sols secs ou peu humides se compactent moins facilement que les sols humides ;

- optimiser le pH du sol par des apports de chaux et augmenter le taux de matière organique par la rotation, les engrais verts et les apports organiques : ces deux facteurs permettent au sol d'avoir une bonne structure et une bonne activité biologique. Cette dernière renforce la structure du sol qui devient plus résistante à la compaction ;
- faire un travail primaire de sol (voir plus loin) adéquat afin de s'assurer que le sol qui a été compacté durant la saison de croissance soit ameubli adéquatement sur une profondeur de 20 cm ;
- faire occasionnellement (ex. : aux trois ans) un sous-solage si le sol est compact à une profondeur supérieure à 20 cm ;

Une autre stratégie, qui est complémentaire et permet de diminuer le travail du sol, est l'utilisation de planches permanentes ou de billons permanents (voir module 8). De cette façon les plantes poussent dans des zones où le sol n'est jamais compacté par les passages de machineries. Cette stratégie est particulièrement recommandée en sol argileux.

1.2 L'égouttement, un incontournable

Dans nos régions, le facteur qui limite le plus la productivité et les rendements est l'égouttement des sols, qui se réalise par le drainage souterrain et le drainage de surface. Dans un premier temps, on s'assure que le drainage de surface est adéquat, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de zones dans le champ où l'eau s'accumule. Il faut également s'assurer que les réseaux de cours d'eau et fossés permettent d'évacuer l'eau adéquatement. Ils doivent être assez profonds et avoir une bonne pente. Dans la plupart des cas, il faut aussi améliorer le drainage souterrain des terres en y installant des tuyaux de drainage. Dans tous les cas, bien que l'effet du drainage souterrain puisse se ressentir immédiatement, il faut compter quelques années avant qu'il soit maximisé.

L'investissement en égouttement peut sembler à priori coûteux, surtout pour le drainage souterrain. Toutefois, il ne fait aucun doute qu'il est vite rentabilisé par l'obtention de rendements adéquats, d'une bonne qualité des cultures et d'une facilité accrue des travaux. Dans le cas de l'implantation de cultures pérennes telles que le bleuets, l'asperge ou les arbres fruitiers, il est impératif de corriger la situation au préalable.

1.2.1 Drainage de surface

L'eau ne doit pas s'accumuler dans certaines parties de champ. Les zones basses, où l'eau s'accumule après de fortes pluies ou la fonte des neiges, restent humides plus longtemps, le sol y est souvent compacté, les cultures y poussent moins bien si bien qu'elles peuvent servir de foyers de développement de certaines maladies, comme le mildiou de la pomme de terre.

Pente du champ

Il est important que la topographie des champs permette à l'eau de surface de s'écouler vers les fossés ou les cours d'eau. Les champs en cuvettes, par exemple, ne permettent pas à l'eau de s'écouler vers les fossés. Dans les parcelles très plates où l'eau s'infiltré lentement, il peut être nécessaire de changer le modelé de surface en créant des pentes pour évacuer l'eau plus rapidement.

Dans certains cas, il est possible de donner un relief arrondi à une parcelle relativement étroite en décidant du plan de labour. Un labour commençant au centre de la parcelle va créer avec les années un faîte au milieu de la parcelle. La culture en billons ou en planches surélevées peut aussi aider à l'égouttement.

Le nivellement du sol peut permettre de corriger les pentes de sol ou de donner une pente à un sol trop plat. Pour des petites corrections, une lame niveleuse est un bon investissement. Elle servira aussi à égaliser les chemins de ferme à l'occasion. Il est important toutefois de ne pas trop amincir la couche de sol arable en surface ; les légumes poussent très mal sur un sol décapé ! Il vaut mieux faire appel à des gens d'expérience avant de se lancer dans des travaux de nivellement sur des surfaces importantes. Il est très difficile d'évaluer les pentes de terrain seulement à l'œil nu. Il faut parfois faire des mesures au niveau ou au GPS pour les identifier correctement. Un bon relevé micro-topographique est essentiel. Il faut veiller à ne pas déplacer trop de terre et, si possible, à mettre de côté l'horizon de surface avant de niveler intensément. Cet horizon sera replacé par-dessus le sous-sol une fois le nivellement terminé. Une telle précaution est coûteuse, mais si elle n'est pas prise, les rendements dans les zones décapées seront pratiquement nuls.

Si la quantité de terre qui doit être déplacée est trop grande à cause d'un relief important, d'autres solutions sont à envisager, par exemple, l'installation de systèmes de drainage partiels dans les zones plus humides (parfois en plus du système de drainage déjà présent) ou de systèmes de captage d'eau (voir plus loin).

Baissières

Il faut aussi s'assurer qu'il n'y a pas de baissière, car elles causent une accumulation d'eau (figure 5). Même si le champ comporte des drains souterrains, il faut voir à régler ce problème. Un système de drainage est conçu pour rabattre la nappe phréatique, mais pas pour absorber l'excès d'eau qui se retrouve dans les zones basses du champ. En effet, ces dernières

reçoivent beaucoup plus d'eau que le reste du champ, car l'eau provenant des zones avoisinantes plus élevées s'y accumule.



Petites baissières bien visibles



Baissière visible seulement au printemps lorsque le sol sèche plus lentement que dans le reste du champ, car les pentes sont faibles.

Figure 5 – Exemples de baissières

Les baissières peuvent être comblées avec du sol lorsqu'elles ne sont pas trop importantes. Si le nivelage des baissières implique un déplacement de sol trop important, il vaut mieux installer un système de captage des eaux. Dans ce cas, l'eau est acheminée à l'aide d'un puits de roche, d'une tranchée filtrante ou d'un avaloir vers le fossé. Ces installations sont bien décrites dans des documents portant spécifiquement sur ces sujets et qui sont disponibles sur Agri-réseau (voir la série de documents sous Guillou 2008, Potvin 2008, et Stämpfli et al., 2007). Les baissières peuvent aussi, lorsque c'est possible, être reliées à un fossé par une rigole.

Pour l'installation d'avaloirs ou de petites sections de drains, il est souvent possible de trouver un voisin qui possède une « pépinière » (rétro excavatrice). Enfin, on peut facilement trouver ou se fabriquer une charrue à rigoles constituée de deux lames ou panneaux en pointe. Cet outil fort simple permet de tracer des rigoles aux endroits clés du champ, qui assureront une évacuation rapide de l'eau à l'automne et au printemps. Ces rigoles souvent ne sont que temporaires.

1.2.2 Drainage souterrain

Si le sol n'est pas naturellement très bien drainé ou que la nappe d'eau y est élevée une bonne partie de l'année, ce qui est très fréquent dans les sols du Québec, IL FAUT installer un système de drainage souterrain dans les parcelles à cultiver. Il arrive aussi qu'un système de

drainage ne fonctionne pas bien et doit être amélioré. Dans la figure 10.6, on constate que le champ non drainé a encore de l'eau à la surface, alors que le champ à côté sera prêt à travailler dans peu de temps.



Figure 6 – Différence d'assèchement au printemps entre un champ non drainé (brun foncé, au centre) et un champ drainé (clair, à droite).

La figure 7 permet de voir l'effet pernicieux de l'excès d'eau sur les cultures. Dans la photo de gauche, la nappe phréatique est restée trop haute à cause du manque de drainage souterrain et des pluies exceptionnellement abondantes, ce qui a limité l'enracinement et l'activité biologique. Par conséquent, les plantes n'ont pas pu puiser suffisamment d'éléments nutritifs dans le sol. Les racines ont aussi été asphyxiées par le manque d'oxygène dû à la présence d'eau excessive. De plus, il n'a pas été possible de désherber correctement à cause de l'humidité du sol qui empêchait le passage de machinerie. Les mauvaises herbes font compétition avec la culture pour les éléments nutritifs et empirent le problème. La photo de droite a été prise dans le même champ, avec la même fertilisation que pour la photo de gauche, mais durant une année normale. La culture y est très belle.



Cultures en saison excessivement humide



Cultures dans le même champ en saison normale

**Figure 7 – Effet d'un excès d'eau sur le rendement des cultures.
Il s'agit du même champ.**

On peut aussi noter dans les photos de gauche des figures 7 et 8 que les cultures sont irrégulières. En effet, lorsque l'humidité du champ est excessive, la moindre petite dépression empire encore davantage le problème d'eau, et la culture ne pousse pratiquement plus. Les plants sont stressés et fleurissent avant d'avoir suffisamment de feuillage pour donner un bon rendement.



Figure 8 – Aspect des cultures dans un champ mal drainé et dont le sol est compact

Il est facile de confondre l'effet d'un excès d'eau avec un problème de fertilité. Un sol mal drainé est souvent en mauvais état et compacté, ce qui limite encore plus les rendements. Le ressuyage rapide obtenu grâce à un réseau de drainage souterrain diminue grandement les risques de maladies des plantes. Un mauvais drainage peut retarder les désherbages ou les empêcher au moment opportun, ce qui entraîne une perte de temps et souvent de rendements. Bref, lors d'une saison difficile, la présence d'un drainage souterrain peut faire la différence entre une réussite et un échec, économique et agronomique. Il ne faut pas non plus oublier l'effet négatif d'un retard de tous les travaux sur le moral des exploitants de la ferme et des employés.

Deux facteurs importants influencent le drainage naturel d'un sol : sa perméabilité et sa position topographique. En général, si le sol est peu perméable à une profondeur de 0,5 à 1,5 m, quelque soit la texture du sol de surface, on peut s'attendre à avoir un mauvais drainage naturel. Par exemple, si un sol sableux d'une épaisseur de 1 m repose sur un sol très argileux ou limoneux, la percolation de l'eau est ralentie, et l'eau stagne dans la partie sableuse. Certains dépôts glaciaires (tills) peuvent aussi être peu perméables. On reconnaît ce type de dépôt à la présence de roches. D'autre part, même lorsqu'ils sont perméables, les sols en bas de pente ou dans les zones basses sont naturellement mal drainés, car l'eau s'y concentre. Seuls certains sols à la fois assez perméables (sols grossiers profonds, par exemple) et situés en hauteur ne profitent pas de l'installation d'un système de drainage souterrain.

Dans certains cas, surtout dans les sols en pente ou au relief ondulé, il pourra être suffisant d'installer un réseau partiel de drainage dans les endroits les moins bien drainés. Dans la majorité des cas, surtout en sol plat, un réseau complet est à envisager. S'il y a déjà un réseau de drainage souterrain en place, il se peut qu'il soit insuffisant pour la culture maraîchère, surtout si la terre était auparavant utilisée pour de la grande culture. Il sera alors possible d'améliorer le système existant en ajoutant de nouveaux tuyaux entre les anciens, en autant que leur emplacement soit bien repéré.

L'écartement entre les drains varie avec le type de sol et sa perméabilité. Comme le maraîchage exige un rabattement rapide de la nappe d'eau, les drains ont avantage à être rapprochés. En général, pour la production maraîchère, les plans de drainage sont calculés de manière à permettre un rabattement de la nappe de 50 cm/jour et une réentrée dans les champs 2 à 3 jours après une pluie abondante.

Même si le sol en surface semble perméable, les drains doivent néanmoins être très rapprochés si le sol sous les drains est peu perméable. Les chiffres présentés dans le tableau 1 sont indicatifs et ne suffisent pas pour décider de l'écartement entre les drains. Les entrepreneurs en drainage et leurs ingénieurs pourront déterminer avec précision l'espacement et la profondeur des drains ainsi que de la nécessité ou non d'enrober le drain avec une enveloppe géotextile pour empêcher les particules d'y entrer.

Tableau 1
Exemples d'espacements entre les drains

Perméabilité	Exemple de type de sol	Espacement entre les drains (m)	Profondeur des drains (m)
Très faible	Argile compacte sans structure, loam argileux compact	7-13	0,8-1,0
Faible	Argile, argile limoneuse, limon sableux	8-15	0,9-1,1
Moyenne	Limon, argile bien structurée	11-18	1,0-1,2
Élevée	Sable ou gravier	14-28	1,0-1,3 ¹

1. Lorsque les drains sont profonds, il y a un risque d'assèchement excessif. Source : Beaulieu et al. 2005.

La pose d'un système de drainage souterrain est un investissement important, soit de 2 500 \$/ha en moyenne et même davantage pour un rabattement rapide de la nappe comme celui recherché en maraîchage. Le tuyau perforé de 10 cm (4 pouces) de diamètre typiquement utilisé dans les systèmes de drainage souterrains coûte environ 1,40 \$ du mètre et sa pose coûte environ 1,20 \$ du mètre.

Cet investissement important est par contre vite récupéré par une augmentation des rendements et, surtout, une accessibilité plus rapide au champ au printemps et en saison après une pluie, ce qui facilite les travaux de toutes sortes : semis, transplantation, désherbage, pulvérisations, récolte, etc.

Certains producteurs pensent pouvoir remplacer un système de drainage souterrain en creusant un réseau de fossés autour des parcelles. Il s'agit d'une pratique à décourager, car la présence de nombreux fossés devient rapidement une nuisance à la circulation, même si elle peut encourager la biodiversité sur la ferme. De plus, l'effet de rabattement de la nappe n'est pas aussi efficace qu'avec un drainage souterrain, les fossés doivent être entretenus et les

risques d'érosion augmentent. Il est par contre justifié à l'occasion de creuser un ou quelques fossés qui agiront comme émissaires (réceptacles) pour le réseau de drainage souterrain.

Pour éviter des erreurs et des frais inutiles, il est fortement recommandé de faire affaire avec une entreprise spécialisée en drainage ou de trouver une personne très expérimentée en la matière pour vous conseiller avant d'entreprendre des travaux de drainage ou de creusement de fossés. Pour plus de détails sur le drainage souterrain, voir Beaulieu et al. (2005).

1.3 Chaulage

Les apports de chaux aident à la structuration du sol et donc à son drainage et son aération. Ils aident aussi au travail des vers de terre et des bactéries. Le pH est en général un reflet de l'état calcique du sol. Un pH eau de 6,5 est un objectif général à atteindre, car il est convenable à la plupart des cultures. Sur une ferme biologique très diversifiée, il n'est pas intéressant de garder le pH faible pour les pommes de terre pour contrer la gale commune ou, au contraire, de le garder très élevé pour éviter la hernie des crucifères. On privilégiera plutôt la culture de variétés de pommes de terre résistantes à la gale et le respect d'une rotation suffisamment longue contre la hernie.

Au Québec, il est plutôt rare qu'un sol n'ait jamais besoin de chaux. Hormis quelques sols calcaires (ex. : série Saint-Bernard), le climat humide et les récoltes font en sorte que le sol perd constamment du calcium. À un prix de 30 à 50 \$ la tonne selon les régions, la chaux demeure la façon la plus économique de remplacer le calcium. Les quantités de chaux à apporter sont déterminées avec le pH tampon (voir module 7) donné par l'analyse du sol en utilisant le tableau du *Guide de référence en fertilisation* du CRAAQ (CRAAQ 2003). Ces quantités peuvent aussi être inscrites sur les résultats d'analyse ou obtenues d'un conseiller agronomique.

Deux problèmes sont fréquemment rencontrés sur les petites fermes maraîchères en rapport au chaulage, soit :

- l'accessibilité des parcelles aux camions d'épandage de chaux et l'épandage sur celles-ci ;
- la gestion de petits volumes, qui ne justifient pas l'achat et l'épandage de 30 tonnes de chaux à la fois, la grosseur habituelle d'un chargement.

Une solution à ce problème est de se faire livrer, si possible, une petite quantité de chaux, de l'entreposer sous bâche sinon et de procéder soi-même au chaulage avec un petit épandeur

loué par la compagnie qui vend la chaux, ou encore avec un épandeur à engrais tiré derrière le tracteur. Certains modèles d'épandeurs coniques portés sur le tracteur et mus par la prise de force peuvent aussi convenir à cette tâche. Il est important de calibrer son épandeur adéquatement afin d'assurer une application uniforme.

Il est intéressant d'appliquer une petite quantité de chaux une fois par année plutôt qu'une plus grosse quantité à l'occasion. Ceci est mieux pour la vie du sol, surtout en sol léger. En effet, une application excessive de chaux peut mener à des problèmes de carence induite en oligo-éléments dans les sols légers.

Dans les sols très légers et à la reprise d'une terre abandonnée, le magnésium peut aussi être à un niveau très bas (moins de 100 kg/ha). Il faut alors préférer la chaux magnésienne ou dolomitique à la chaux ordinaire (aussi appelée calcique). Si le pH est élevé selon l'analyse de sol (plus de 7), mais que le sol est pauvre en calcium, on pourra considérer des apports de gypse. Le gypse est plus coûteux mais a l'avantage d'apporter du calcium sans augmenter le pH.

1.4 Travail du sol

En grande culture, on cherche souvent à limiter le travail du sol en profondeur et le nombre de passages afin de réduire les coûts qui y sont associés et de garder en vie la couche de surface du sol sans diluer ses éléments nutritifs dans la couche arable. En maraîchage biologique, bien qu'il soit possible et souhaitable de réduire le nombre de passages, l'objectif est plutôt de développer une couche de surface épaisse et riche dans laquelle les légumes, qui sont des plantes de sols riches, pourront se développer pleinement. L'approfondissement de la couche de surface est un objectif à long terme.

Pour avoir des descriptions précises des outils de travail du sol, référez-vous au livre *La culture biologique des légumes* de Denis La France (2008). Un chapitre entier y est consacré aux équipements de travail de sol. Plutôt que de reprendre ces descriptions ici, nous présenterons plutôt certaines options qui s'offrent au producteur diversifié et quelques éléments pour l'aider à choisir parmi la gamme d'outils disponibles.

Il est toujours possible de travailler avec de l'équipement usagé et adapté à la grosseur d'un tracteur de la ferme : charrue à deux ou trois raies, herse à disque, vibroculteur. Ces équipements sont faciles à trouver. Il ne sert à rien d'investir dans de l'équipement neuf. Il est

aussi possible de faire faire les travaux à forfait. On peut consulter les données du CRAAQ pour connaître les coûts des travaux à forfait (CRAAQ, 2008). Ces coûts varient avec le prix des carburants.

1.4.1 Travaux primaires

Le travail primaire du sol permet d'ameublir la couche de surface jusqu'à une profondeur d'environ 20 cm. C'est dans cette couche que sont concentrés les éléments nutritifs et que se développe une grande partie des racines. Certains maraîchers ne font pas de travail primaire et ne font que passer une herse ou un vibroculteur. Cela laisse plus de résidus en surface, ce qui peut faire problème pour les semis et les premiers désherbages mécaniques. Il est aussi fréquent dans ce cas de voir les racines se développer seulement dans la couche hersée (d'une profondeur de 5-10 cm environ), ce qui pose un problème majeur pour la croissance des légumes. Si le sol a été compacté durant la saison de croissance, cette technique est à éviter.

Le travail primaire du sol doit se faire à l'automne dans les sols lourds. Pour les sols légers, il est possible de le faire à l'automne ou au printemps. Un travail de printemps n'est possible que si le sol sèche assez vite à cette période. Il permet de limiter les problèmes d'érosion qui surviennent durant l'hiver et au moment du dégel. Dans les parcelles destinées aux primeurs, il est préférable de labourer ou de passer le rotoculteur dès l'automne afin d'assurer un réchauffement rapide et avoir un lit de semence sans trop de résidus. Pour des parcelles à semer tardivement, il y aura assez de temps pour que les résidus se décomposent même avec un travail primaire printanier.

La charrue et le rotoculteur sont adaptés aux petits tracteurs des fermes maraîchères diversifiées, alors que le chisel, les disques offset et la rotobèche nécessitent des tracteurs puissants. La figure 9 présente les principaux outils de travail de sol primaire.

La charrue

La charrue ne nécessite pas forcément un gros tracteur, car il est possible d'en trouver de petits modèles à deux ou trois versoirs. La charrue est l'outil qui tolère le mieux les conditions humides. Il est important de faire un labour dressé, surtout si le sol est compacté afin de ne pas concentrer les résidus de culture en une couche continue à la base du labour, qui risque alors de manquer d'oxygène pour se décomposer. Pour obtenir un labour dressé, la profondeur de labour doit être égale à la moitié ou au deux tiers de la largeur de la raie (ex. : 8 pouces de profondeur pour une largeur de 16 pouces). Un labour plat (ex. : 6 pouces de profondeur par 16

pouces de largeur) est rarement recherché, sauf pour préparer un lit de semence rapidement en sol léger.



Disques lourds



Chisel



Charrue (avec rasette)



Rotoculteur

Figure 9 – Divers instruments de travail de sol

Le rotoculteur

Un rotoculteur attelé au tracteur, suffisamment large pour travailler toute la largeur d'une planche, soit au moins 150 cm (5 pieds) peut aussi être utilisé pour faire un travail primaire. Il est important d'utiliser un rotoculteur adapté à la largeur des tracteurs et du système de culture. L'apparition d'une semelle juste sous la couche de sol travaillée avec le rotoculteur peut toutefois générer un problème. Pour l'éviter, on peut :

- varier la profondeur de travail d'année en année ou au cours de la saison dans une même planche ;

- changer les lames à angle droit du rotoculteur pour des lames à angle de 45° ;
- labourer ou sous-soler tous les deux ou trois ans pour défaire la compaction créée ;
- et surtout, éviter de travailler un sol humide.

Le rotoculteur a l'avantage de préparer le sol en un seul passage. Toutefois, dans les sols limoneux, la pulvérisation à outrance peut aggraver les problèmes de tassement en surface (battance), ce qui étouffe les racines des plantes.

Sur les très petites fermes, l'utilisation d'un motoculteur derrière lequel on marche est envisageable. Il vaut mieux alors acheter un modèle de qualité assez puissant et avec roues motrices.

Le chisel, les disques offset et la rotobèche

Le passage d'un chisel, de disques offset (aussi appelés disques lourds) ou de la rotobèche (disques lourds non déportés) doit en général faire l'objet de travail à forfait, car ces appareils demandent beaucoup de puissance au tracteur. Ces outils doivent être utilisés en conditions sèches sinon ils ne font pas un bon travail. Ils permettent de laisser des résidus en surface, ce qui protège le sol de l'érosion. Ils nécessitent moins de temps qu'une charrue pour travailler le sol. Le chisel n'est pas une bonne option en sol rocheux, car il remonte les plus grosses roches. Les disques offset ont tendance à lisser et à compacter la couche sous-jacente quand ils sont utilisés année après année. La rotobèche est conçue pour limiter ce genre de problème. Pour plus d'information sur ces outils, il est possible de consulter le document de Vanasse et al. (2005) sur Agri-réseau.

Travaux à forfait

Plutôt que de posséder tout l'équipement nécessaire pour le travail primaire du sol, le maraîcher diversifié sur petite ou moyenne surface peut envisager de demander à un producteur voisin, qui cultive sur de grandes surfaces, de faire les principaux travaux à forfait (ex. : labour, disques lourds). Il sera plus rentable pour le maraîcher d'investir dans un tracteur horticole que dans un tracteur puissant nécessaire au travail de sol primaire. Ceci est d'autant plus vrai que la ferme est petite. Les producteurs de grandes cultures possèdent des équipements larges qui feront le travail plus efficacement et en peu de temps. Les gros tracteurs ne causent pas nécessairement plus de compaction que les petits tracteurs, car la surface de contact de leurs pneus avec le sol est aussi plus grande. Il faut toutefois s'assurer que le travail est effectué en bonnes conditions d'humidité et à temps, ce qui n'est pas toujours possible. L'accessibilité de certaines parcelles peut aussi être un problème dans certains cas.

Frédéric Sauriol – Ferme de Bullion

« Je ne possède pas le tracteur requis pour faire les plus gros travaux de champ : labour, éperrage, épandage de fumier, peigne, excavation, battage, etc. Je demande plutôt à mes voisins qui ont des fermes laitières de faire ces travaux pour moi, ce qui m'évite un investissement et des frais d'entretien de machinerie supplémentaires. Comme mes superficies sont relativement petites par rapport aux leurs, ils peuvent faire les travaux en peu de temps et sont assez disponibles. Je leur demande une semaine en avance. Ils me facturent entre 40 et 60 \$/heure. Cela contribue de plus au bon voisinage. »

1.4.2 Travail secondaire et formation des planches de culture

Le but du travail secondaire est de préparer le lit de semence. Plus les graines à semer sont petites, plus le sol doit être travaillé finement et être exempts de résidus. Il est toutefois inutile de trop travailler le sol car cela pourrait nuire à la culture. Avec un rotoculteur, il n'est pas nécessaire de faire de passage d'outils pour le travail secondaire tels que herse à disques, vibroculteur ou autres.

Les herse à disque (figure 10) sont idéales pour faire un lit de semence fin en surface, enfouir les roches et les résidus. Elles conviennent pour les petites semences en particulier. Comme elles laissent souvent le sol inégal, il faut les faire suivre par un outil tel qu'un rouleau émoteur, une barre ou encore une herse à dents rigides. Elles ont tendance à pulvériser le sol trop finement, ce qui le fait croûter plus rapidement. C'est cependant moins un problème en maraîchage qu'en grande culture, car les passages d'outils pour le désherbage mécanique et le binage se font régulièrement. La herse à disque peut accroître les problèmes de mauvaises herbes vivaces en fractionnant les rhizomes.

Le vibroculteur (figure 10) prépare une couche de terre fine sous la surface, laissant les mottes plus grosses en surface. Il convient pour les grosses graines semées en profondeur (maïs sucré, pois, haricot). En sol léger sans mottes, on évite l'effet de triage des mottes, mais le vibroculteur laissera quand même plus de résidus en surface, ce qui peut être un avantage ou un désavantage selon la culture, le type de sol, les risques d'érosion, les besoins de sarclage, les outils disponibles pour les travaux subséquents, etc. Des rouleaux émotteurs à l'arrière du vibroculteur vont réduire les mottes en surface et rendre la surface du sol plus égale.

Dans les sols plutôt lourds, il est parfois plus avantageux de choisir un système de planches permanentes. Dans un tel système, on ne circule jamais où les plantes croissent, assurant ainsi

le maintien d'une structure de sol optimale. En sol très léger, la culture à plat est possible. Pour plus de détails sur les planches et billons, voir le module 8



Herse à disque



Vibroculteur

Figure 10 – Instruments de travail de sol secondaire

1.4.3 Sous-solage

Avec tous les passages de machinerie au cours de la saison, pas toujours réalisés dans des conditions idéales, un passage de sous-soleuse peut être approprié pour décompacter en profondeur. Selon la profondeur de la compaction, on fait un sous-solage à une profondeur variant de 30 cm à 45 cm. Il faut absolument que le sol soit suffisamment sec, sinon ce travail est inutile et peut même empirer la situation. Le semis d'un engrais vert aidera à prolonger l'effet du sous-solage (voir module 5, partie 2). Il faut en général faire appel à un voisin qui possède un tracteur puissant, car le sous-solage demande beaucoup de traction.

Plusieurs producteurs maraîchers se fabriquent une sous-soleuse en modifiant une charrue ordinaire (figure 11) Les versoirs sont remplacés par des dents. Un tel outil peut être tiré par un assez petit tracteur.



Figure 11 – Charrue modifiée en sous-soleuse

1.5 Objectifs de richesse des sols

La plupart des légumes ont des besoins importants en azote (N) et en potassium (K), et des besoins moyens à modérés en phosphore (P). Comme en maraîchage biologique on veut combler les besoins en azote des cultures, surtout à partir de la minéralisation¹ de la matière organique, on a intérêt à augmenter le pourcentage de matière organique du sol.

Si on commence avec un sol pauvre à remettre en culture, il y aura typiquement une phase d'enrichissement du sol nécessaire qui durera entre 5 et 10 années avec des apports généreux de composts et d'amendements minéraux. Par après, il faudra compter davantage sur les engrais verts de légumineuses pour combler les besoins en azote des cultures, car une stratégie de fertilisation à long terme axée uniquement sur des apports massifs de compost mènera à un enrichissement excessif des sols et donc des risques de pollution accrus.

Les niveaux de richesse à viser dépendent des textures de sols principalement et, dans une certaine mesure, de l'emplacement de la ferme. Si la ferme se trouve en région nordique ou que les sols sont longs à réchauffer (textures fines, en particulier certains limons et sables très fins), les processus biologiques sont alors plus lents à démarrer au printemps. On voudra donc un sol

¹ Minéralisation : Passage des éléments constitutifs d'une molécule organique (notamment carbone, azote, phosphore, soufre) à l'état minéral par voie microbienne et par simplification progressive de la molécule d'origine ou décomposition microbienne.

plus riche pour compenser sa lenteur. Le tableau 2 présente les plages de valeurs à viser dans les analyses de sol.

Tableau 2
Objectifs de richesse des sols

	Sable	Loam	Argile
Matière organique	3 à 6 %	3,5 à 6,5 %	4 à 7 %
pH eau	6,5 (6 à 7)	6,5 (6 à 7)	6,5 (6 à 7)
Phosphore	200 à 300 kg/ha (% de saturation < 13)	200 à 300 kg/ha	200 à 300 kg/ha (% de saturation < 7)
Potassium	400 à 500 kg/ha	400 à 500 kg/ha	400 à 500 kg/ha
Calcium	2 000-4 000 kg/ha	4 000-7 000 kg/ha	7 000-10 000 kg/ha
Magnésium	minimum 200 kg/ha	minimum 200 kg/ha	minimum 200 kg/ha

Ces chiffres sont basés sur la méthode d'analyse Mehlich III, qui est normalisée au Québec. Il se peut que les analyses de sol d'une ferme ne ressemblent jamais à ces valeurs. Il faut faire avec la nature du sol et du sous-sol que l'on a. Ce tableau indique un niveau de richesse désirable pour la production légumière en général. Si les valeurs dépassent celles du tableau, il se peut que des déséquilibres soient créés, que la fertilisation soit excessive et potentiellement polluante. Il faut alors changer la stratégie de fertilisation et recourir davantage aux engrais vert de légumineuses et à des engrais minéraux ou organiques particuliers. Le module 7 traite davantage du sujet.
