

E.3 - Gestion du sol et du sous-sol

Auteur de la première édition : Paul-Émile Yelle

Auteures de la mise à jour 2023 : Lauréline Boyer, Caroline Turcotte et Evelyne Barriault.

Dernière mise à jour par les auteures : 22 septembre 2023

En pomiculture, une grande attention est accordée aux interventions réalisées hors sol, comme la phytoprotection et la taille. Ces pratiques sont essentielles à la production, mais qu'en est-il du sol, qui constitue pourtant le fondement même de la productivité du verger?

Le sol remplit de nombreuses fonctions essentielles à la culture des pommiers. Il constitue à la fois un support physique pour la croissance des arbres et le passage de la machinerie, un réservoir et un milieu de transfert de l'eau, des éléments minéraux nutritifs, des gaz et de la chaleur, ainsi qu'un habitat pour les organismes du sol.

La gestion du sol d'un verger peut se définir comme l'ensemble des opérations ayant un impact sur les composantes du sol, du sous-sol et du couvre-sol. C'est un concept qu'on retrouve communément désigné en anglais par le terme *orchard floor management* ou *groundcover management system* (GMS).

Toutefois, certaines opérations de vergers peuvent influencer la capacité du sol à remplir ses fonctions. Parmi celles ayant un impact direct ou indirect sur le sol d'un verger déjà établi, on retrouve, entre autres: la fertilisation, la gestion du couvre-sol et des mauvaises herbes ou encore le passage de la machinerie. Pour plus d'informations concernant la gestion du sol d'un verger en implantation, se référer au [Guide d'implantation d'un verger de pommiers](#) ou à la fiche sur l'[Implantation de nouvelles parcelles de verger](#).

Une gestion améliorée du sol et du couvre-sol d'un verger en production peut apporter plusieurs avantages comme une meilleure disponibilité des éléments nutritifs, une amélioration de la santé du sol, une meilleure rétention de l'eau, un meilleur contrôle des mauvaises herbes et de certains ravageurs, ainsi qu'une résilience accrue aux épisodes climatiques extrêmes comme les fortes pluies ou les sécheresses^{1,2}.

Il est donc primordial de prendre en compte cette gestion du sol si on souhaite conserver ou améliorer la santé de son sol et ainsi, assurer la durabilité et la productivité du verger.

Santé du sol

Le sol est bien plus qu'un support pour les arbres. C'est un écosystème qui abrite une quantité impressionnante de microorganismes qui lui permettent d'assurer des fonctions primordiales pour l'agriculture et l'environnement telles que l'alimentation des plantes, la production de biomasse, la filtration et l'alimentation en eau, etc. Plus le sol est en bonne santé, plus sa biodiversité est abondante et plus il est capable de fournir l'air, l'eau et les éléments nutritifs dont les arbres ont besoin.

La santé du sol se décrit par ses caractéristiques physiques (structure, formation d'agrégats, compaction, porosité, mouvement et disponibilité de l'eau), ses caractéristiques chimiques (pH, salinité, disponibilité des nutriments) et biologiques (macrofaune, microfaune, microorganismes, racines, activité biologique, matière organique, etc.). Les profils de sols permettent d'apprécier plusieurs composantes de la santé d'un sol. La façon de procéder

pour observer le profil de sol est bien décrite dans le fascicule *Préparation du sol* du [Guide d'implantation d'un verger de pommiers](#).

Le maintien de la santé des sols repose sur la réduction des perturbations et de la compaction, le maintien d'une couverture végétale et de racines vivantes tout au long de l'année, ainsi que l'enrichissement du sol en matière organique.

Prévention de la compaction

La compaction est le phénomène qui menace le plus l'ensemble des caractéristiques physiques mentionnées dans le paragraphe précédent. Elle se définit comme le tassement des particules de sol au détriment de la présence de l'air et d'eau. La circulation fréquente dans le verger avec des équipements relativement lourds, particulièrement lorsque le sol est humide, constitue un ensemble de facteurs favorisant la détérioration de ses propriétés physiques. Les types de sols plus lourds, tels les sols argileux, y sont plus vulnérables que les sols sableux plus légers.

Avant l'implantation du verger, il est essentiel de réaliser un diagnostic approfondi de l'état du sol. En présence de compaction, des mesures visant à l'éliminer devraient être mises en œuvre avant la préparation de la parcelle. Certaines actions peuvent être mises en place pour favoriser une bonne structure de sol, comme le drainage, les amendements (chaux, apports organiques), le sous-solage et l'implantation de cultures de couverture. Bien qu'il soit souvent perçu comme une contrainte, le temps constitue un allié important dans la réduction de la compaction du sol. Dans certains cas, cela peut nécessiter l'ajout d'une année de préparation du terrain afin de permettre l'élimination des signes de compaction avant l'implantation du verger. Pour plus d'informations à ce sujet, consultez le fascicule *Préparation du terrain* du [Guide d'implantation d'un verger de pommiers](#).

Une des composantes importantes de la qualité physique d'un sol est sa structure. Une structure adéquate du sol comporte une bonne agrégation des particules qui le composent et favorise l'aération et l'égouttement du sol. Les autres bénéfices d'une bonne structure sont de faciliter le développement du système racinaire et de permettre un meilleur mouvement capillaire de l'eau vers la surface et les racines. L'apport et le maintien de la matière organique contribuent de manière importante à une bonne structure de sol.



Structure de sol compactée (gauche) et saine (droite)(source : Jenni Clause, DPIRD).

Le maintien d'un couvert végétal dans les allées favorise la conservation de la matière organique et la structure du sol par son système racinaire. Une fois le verger implanté, l'absence de travail du sol peut avoir des effets contrastés. D'une part, elle limite le risque de dégradation de la structure du sol. D'autre part, il devient difficile d'améliorer un sol dégradé en utilisant des pratiques d'aération par le travail du sol.

Les risques de compaction peuvent être réduits en utilisant les chemins de ferme au lieu des allées du verger pour le déplacement des machineries lourdes. Il est également recommandé de répartir uniformément le poids de la charge à chaque roue pour réduire les risques de compaction en profondeur dans le sol. En verger, un tracteur et un pulvérisateur tracté de 1500 L pèse environ 6000 kg, soit 1500 kg/roue. La charge d'un ensemble composé d'un tracteur et d'un pulvérisateur ne devrait jamais dépasser 3 500 kg par roue. Toutefois, le respect de ce seuil ne signifie pas l'absence de risque de compaction. La compaction dépend également de plusieurs autres facteurs, notamment la teneur en eau du sol, sa texture, sa structure, le nombre de passages, la répartition des charges entre les essieux ainsi que la pression exercée au sol.

Pour limiter la compaction en surface, il est recommandé de réduire la pression des pneus à 13 psi, tout en respectant la charte des fabricants de pneus. La pression de contact au sol est alors d'environ 14,5 psi. La réduction de la pression des pneus augmente la surface de contact avec le sol, diminue la pression exercée par unité de surface et améliore la traction. Il est également possible d'évaluer le risque de compaction et de simuler les effets des passages de la machinerie à l'aide de l'outil [Terranimo](#).

Réduction de l'érosion

L'érosion se produit lorsque les couches superficielles du sol, généralement les plus riches en matière organique et en éléments nutritifs, sont perdues soit sous l'effet du ruissellement ou sous l'effet du vent.

Différentes méthodes peuvent être utilisées pour réduire l'érosion du sol. Les méthodes suivantes sont détaillées dans la fiche sur l'[Implantation de nouvelles parcelles de verger](#):

- Planter un brise-vent dans les zones exposées aux vents;
- Éviter de laisser les sols en jachère à nu pendant l'hiver dans les blocs en préparation;
- Laisser s'établir un couvert végétal sous les pommiers, considérer l'établissement des rangs en sens contraire de la pente;
- Réparer les ornières créées par le passage de la machinerie sur sol humide.

La principale façon stratégique de lutte contre l'érosion dans les vergers est d'implanter et de maintenir des allées engazonnées. En plus de réduire l'érosion, la présence d'un couvert végétal dans les entre-rangs améliore la portance du sol et facilite les passages de la machinerie. Elle contribue également à la régulation de l'humidité et de la température du sol ainsi qu'au contrôle des mauvaises herbes. Cette pratique permet notamment de limiter la présence d'espèces telles que le plantain et le trèfle, qui peuvent servir d'hôtes aux tétranyques à deux points, ainsi que du pissenlit, dont les fleurs attirent les abeilles au détriment de celles du pommier. Elle contribue enfin à réduire l'établissement d'espèces

envahissantes susceptibles de coloniser l'espace sous le rang et d'entrer en compétition avec les arbres pour l'eau et les éléments nutritifs du sol.



Allée engazonnée d'un verger (source : Paul-Émile Yelle).

Les mélanges de graminées sont particulièrement recommandés. Des mélanges à croissance limitée, par exemple 50 % de ray-grass vivace, 30 % de fétuque dressée et 20 % de fétuque rouge, réduisent les besoins de fauchage. Toutefois, l'introduction de plantes d'autres familles pourrait accroître la biodiversité hors sol et dans le sol. En effet, la présence d'une grande diversité de racines est bénéfique pour la santé des sols.

Finalement, il importe de respecter certaines conditions afin de permettre l'implantation du couvre-sol :

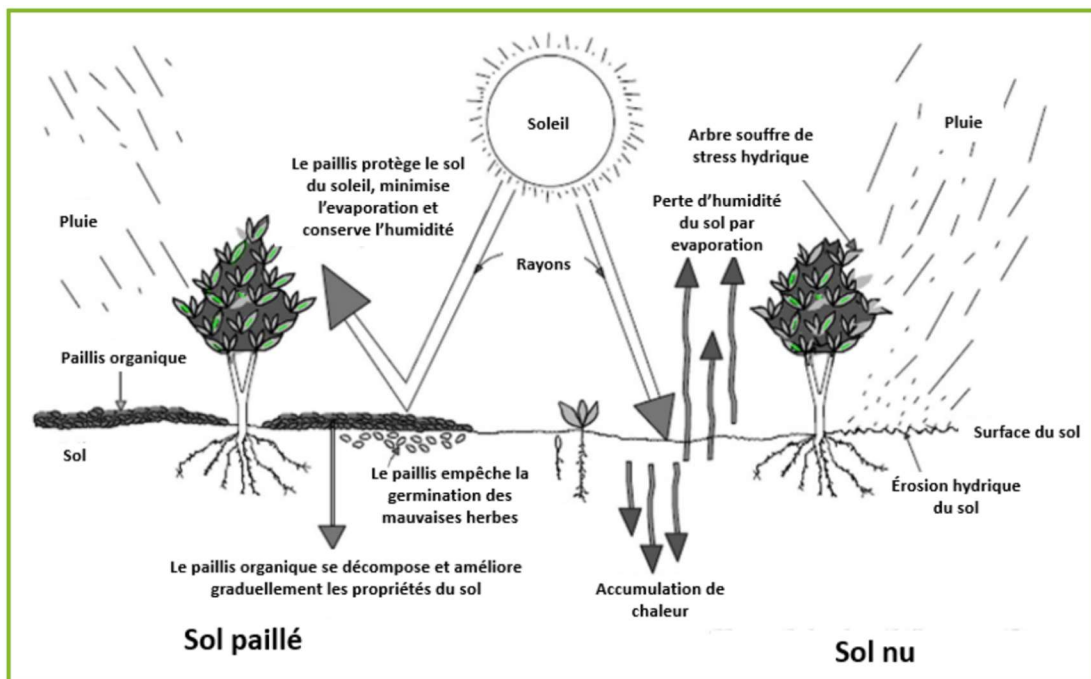
- La germination des semences à gazon est meilleure en sol humide et sous des températures fraîches.
- Les périodes idéales pour semer sont donc de la fin avril à la mi-mai et de la fin août à la mi-septembre.
- L'avoine peut être utilisée comme plante-abri lors du semis afin de limiter l'établissement de mauvaises herbes indésirables et difficiles à réprimer, tels le chiendent et le jargeau.
- Il est recommandé d'éviter la présence de légumineuses (trèfles, luzerne) dans le mélange de semences. Quoique leur capacité à fixer l'azote présente un attrait, elles sont susceptibles de favoriser la présence de certains ravageurs, comme la cicadelle de la pomme de terre et la cérèse buffle.

Plus d'informations sur l'engazonnement sont disponibles dans le fascicule [La plantation du Guide d'implantation d'un verger de pommiers](#).

Amendements organiques

Amender le sol d'un matériau organique d'origine naturelle est un autre moyen d'améliorer les propriétés d'un sol. Plusieurs études ont été menées à travers les vergers de l'Amérique du Nord afin d'évaluer l'effet de différents types de paillis ou amendements sur le sol du rang de pommiers. Parmi ceux-ci, on retrouve principalement, la paille, le papier déchiqueté, les copeaux de bois ainsi que les composts ou différents types de fumiers compostés. De façon générale, ces amendements organiques permettent d'améliorer la santé du sol et d'augmenter la croissance des pommiers et parfois leurs rendements, surtout lorsque comparé à un rang de pommier traité aux herbicides (à nu).

La figure ci-bas montre les principaux avantages d'un sol paillé en comparaison d'un sol à nu. En effet, en se décomposant au fil des années, ces matériaux stimulent les organismes du sol, apportent des éléments minéraux et améliorent les propriétés physiques du sol comme la structure ou la capacité à retenir l'eau. Cependant, il est important de mentionner que le paillage peut s'avérer relativement coûteux, surtout lorsqu'il faut acheter et transporter les matériaux nécessaires. Des problématiques de rongeurs ont aussi été observées dans certains vergers utilisant cette technique. Cela dit, l'utilisation de grillage tel que décrit dans la fiche sur [Le campagnol des champs](#) permet de réduire efficacement les dommages de rongeurs.



Principaux avantages d'un sol paillé en comparaison à un sol nu (source : Kader et al. 2017).

Les copeaux de bois sont le type de paillis le plus étudié et qui semble présenter le plus d'avantages sur la santé du sol. Certaines études ont même démontré que ceux-ci pouvaient permettre de réduire les besoins en irrigation des pommiers³. De façon générale,

il est toujours mieux d'épandre le paillis de copeaux de bois en début de saison. Une épaisseur d'au moins 10 cm est recommandée. Cette technique peut aussi être employée pour lutter contre les mauvaises herbes (voir la fiche sur [Les mauvaises herbes](#) pour plus de détails). De plus, aucune différence entre les essences de bois, qu'il s'agisse de feuillus ou de conifères, n'a été rapportée dans les études réalisées en Amérique du Nord⁴. Cette variable n'y était d'ailleurs jamais considérée comme un facteur susceptible d'influencer les propriétés du sol. Le tableau plus bas présente un résumé des effets d'un amendement de copeaux de bois sur le sol du rang de pommier.



Paillis de copeaux de bois dans une jeune plantation de pommiers nains (source : Lauréline Boyer).

Auteurs, date	Variables mesurées et résultats																		
	rendement	croissance	OM%	C	N	P	K	Mg	Ca	pH	CEC	CE	M/V	Porosité	Stabilité des agrégats (%)	Taux d'infiltration	Ksat	Capacité de rétention en eau (θ max)	Humidité
Neilsen et al., 2014	-	↑	↑	↑	↑	-	↑												↑
Eissenstat et al., 2018	↑	-																	↑
Granatstein and Mullinix, 2008	-	↑	-										-			-			↑
Granatstein et al., 2010	-	↑		-												-			
TerAvest et al., 2010; TerAvest 2011	-	↑		↑	-														↑
Oliveira and Merwin, 2001													↓	↑		-	↑		
Yao et al., 2005	-	-	↑		↑	↑	-	-	↑	↑	↑								↑
St. Laurent et al., 2008			↑			↑	↑	↓	↑	-									↑
Atucha et al., 2011	-	↑	↑	↑	↑	↑	-	-	↑	↑									
Rom et al., 2010; Choi and Rom, 2011; Choi et al., 2011		↑	-		-	-	↑	↑	-	-									-
Mays et al., 2014; Mays et al., 2015			↑	-	↑								↓		-	-	-		-
Jones et al., 2017; Jones et al., 2020			↑	↑	↑					-		↑							-

Effets des paillis de copeaux de bois sur les performances agronomiques des pommiers ainsi que les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol (source : Lauréline Boyer).

Les amendements de composts ou de fumiers sont une bonne façon d’augmenter la matière organique du sol et d’améliorer les propriétés chimiques (azote, phosphore, potassium, pH, etc.). Cependant, un apport trop important de fumier ou compost peut aussi entraîner des pertes dans l’environnement ou encore un mauvais aoûtement si celui-ci est disponible aux pommiers trop tard en saison. Ainsi, les fumiers et composts devraient être considérés comme des apports fertilisants et calculés en fonction des besoins du sol dans le plan de fertilisation du verger. Les apports de composts devraient être apportés tôt au printemps afin que les minéraux qu’ils contiennent soient disponibles aux pommiers quand ceux-ci en ont besoin (début de saison), alors que les fumiers solides devraient être appliqués en fin de saison, le plus tôt possible après la récolte, afin de laisser suffisamment de temps à la minéralisation de s’effectuer et d’éviter que l’immobilisation de l’azote coïncide avec la période à laquelle les pommiers en ont besoin.

Finalement, comme les amendements organiques ont généralement un effet stimulant sur la croissance des pommiers, leurs utilisations seraient à préconiser principalement lors des premières années de croissance des pommiers et non dans les parcelles de pommiers matures.

Références

1. Granatstein, D., and Sánchez, E. (2009). Research Knowledge and Needs for Orchard Floor Management in Organic Tree Fruit Systems. *International Journal of Fruit Science* 9, 257-281.
2. Kalcsits, L., Lotze, E., Tagliavini, M., Hannam, K. D., Mimmo, T., Neilsen, D., Neilsen, G., Atkinson, D., Casagrande Biasuz, E., Borruso, L., Cesco, S., Fallahi, E., Pii, Y., and Valverdi, N. A. (2020). Recent Achievements and New Research Opportunities for Optimizing Macronutrient Availability, Acquisition, and Distribution for Perennial Fruit Crops. *Agronomy* 10, 1738.
3. Eissenstat, D. M., Neilsen, D., Neilsen, G. H., and Adams, T. S. (2018). Above- and Belowground Responses to Shifts in Soil Moisture in Bearing Apple Trees. *HortScience* 53, 1500-1506.
4. Boyer, L. (2021). Revue de littérature systématique sur le potentiel d'utilisation des paillis organiques à améliorer la qualité du sols et la durabilité des vergers de pommes du Québec. Disponible à: https://www.agrireseau.net/reseaupommier/documents/107094/revue-de-litterature-systematique-sur-le-potentiel-d_utilisation-des-paillis-organiques-a-ameliorer-la-qualite-du-sols-et-la-durabilite-des-vergers-de?a=1&r=paillis

Cette fiche est une mise à jour de la fiche originale du *Guide de référence en production fruitière intégrée à l'intention des producteurs de pommes du Québec 2015*. © Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Reproduction interdite sans autorisation.

Principaux partenaires de réalisation et commanditaires:

