

PRINCIPES DE BASE

GESTION DU SOL

L'objectif de chaque agriculteur est d'avoir des sols sains et productifs, des sols :

- qui donnent continuellement de hauts rendements,
- qui sont le moins possible soumis aux érosions éolienne et hydrique, et
- qui souffrent de pertes minimales d'éléments nutritifs ou de pesticides.

Le schéma (ci-contre) montre un sol en santé et productif.

À la surface:

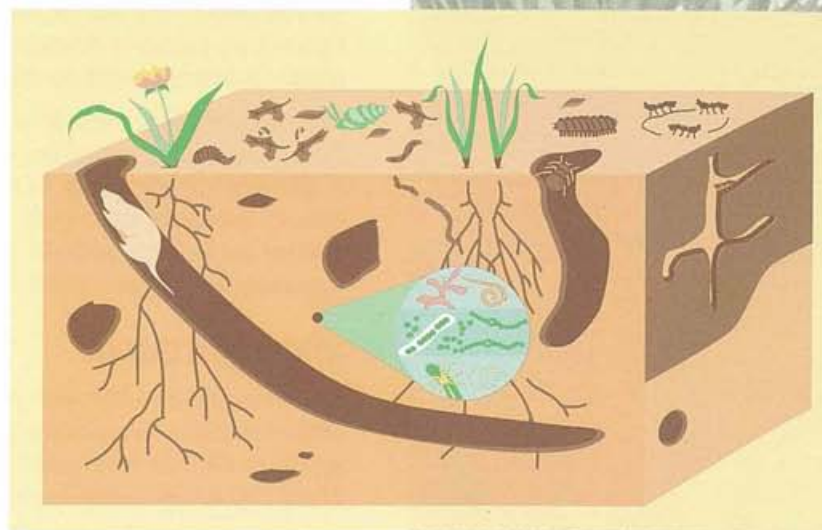
- Le sol est couvert de résidus de cultures qui le protègent des érosions éolienne et hydrique et qui ralentissent la perte d'humidité durant la période de croissance.
- La pluie s'infiltre dans le sol aussitôt tombée et ne stagne pas à la surface.

Sous la surface:

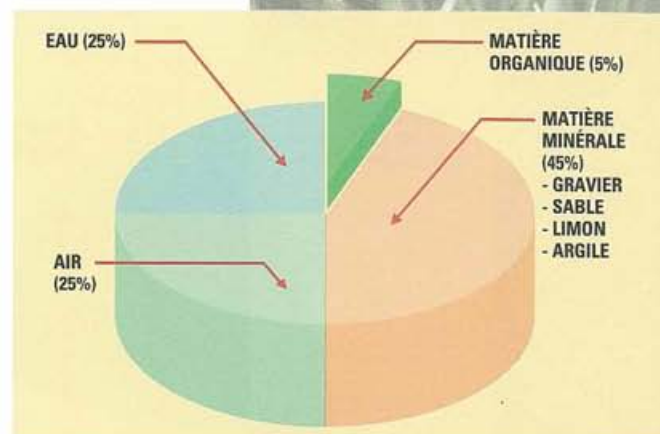
- Le sol favorise le développement des racines grâce à une bonne répartition des pores de diamètres différents.
- La matière organique aide à retenir l'humidité.
- Le sol est suffisamment fertile.
- La matière organique et la vie dans le sol (micro-organismes, champignons, vers de terre, insectes, etc.) favorisent le cycle des éléments nutritifs.

Étudions de plus près de quoi se compose le sol. Une pleine pelletée de terre devrait contenir les quatre éléments suivants :

- matière minérale;
- air;
- eau; et
- matière organique.



Un sol bien géré renferme toute une gamme d'organismes vivants.



Les composants d'un loam bien structuré.

TYPE	% DE SABLE	% DE LIMON	% D'ARGILE
LOAM SABLEUX	58	30	12
LOAM LIMONEUX	20	60	20
LOAM	45	35	20
LOAM ARGILEUX	28	36	36
ARGILE	18	32	50

Ce sont là des exemples de sols de textures différentes. Pour une même texture, le pourcentage de sable, de limon et d'argile peut varier.

TEXTURE DU SOL

La plus grande partie du sol, environ 45 % de son volume, est constituée de matière minérale. C'est ce que vous pouvez voir et toucher. Sable, loam sableux, loam argileux, argile et autres renvoient à la texture du sol. Celle-ci est déterminée par la proportion relative du sable, du limon et de l'argile. Le tableau (ci-contre) présente des exemples de pourcentages pour cinq différents types de sol.

Idéalement, environ la moitié du sol devrait renfermer des vides occupés à parts égales par l'eau et par l'air. Le volume de cet espace libre, ou espace poral, constitue la porosité du sol. Cette dernière dépend de deux facteurs : la texture du sol et la structure du sol. La grosseur des particules, ou la texture, influence le volume d'espace poral, car de grosses particules, comme le sable, créent des pores plus grossiers que les petites particules, telle l'argile. Le sol idéal est un loam qui renferme une quantité équivalente des trois types de particules.

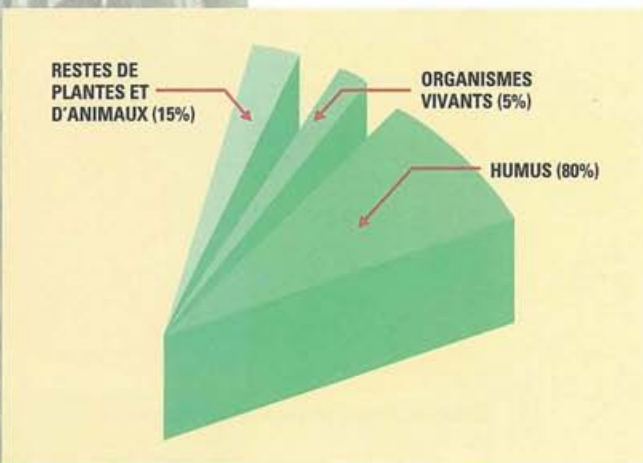
STRUCTURE DU SOL

La structure du sol est déterminée par les particules minérales et organiques liées entre elles par des substances collantes et agglomérantes (argile et matière organique décomposée) pour former des agrégats de sol. Dans des sols sains, les agrégats humides se tiennent ensemble, résistant ainsi au vent et à l'eau, d'où une diminution des risques d'érosion et d'encroûtement.

Les agrégats devraient être de dimensions variées et être séparées par des pores, afin d'assurer le développement des racines et la circulation de l'air. Un sol argileux, avec une bonne structure, peut être plus poreux qu'un sol sableux. Quand vous écrasez dans vos mains un sol doté d'une bonne structure, il s'effrite rapidement. On trouve habituellement de tels sols le long des clôtures, dans les bois et dans les champs de fourrages.

Le dernier élément du sol, à peu près 5 %, est constitué de matière organique. Environ 80% de la matière organique est stable, donc ne se décompose pas facilement. Cette partie permet au sol de retenir l'eau et les éléments nutritifs et d'atténuer l'érosion. Grâce à elle, le sol est propice à la vie et plus facile à travailler (elle améliore la structure du sol).

Quinze pour cent de la matière organique est constituée de restes de plantes et d'animaux et peut se décomposer rapidement. La tranche qui reste est composée d'organismes vivants comme les vers de terre, les insectes, les micro-organismes et les nématodes, pour n'en nommer que quelques uns.



Composition de la matière organique.

Les vers de terre et les insectes aident à briser les gros morceaux de résidus de plantes afin que les micro-organismes puissent continuer à les décomposer. Les vers de terre contribuent au cycle des éléments nutritifs. Les centaines de kilomètres ou d'hectares de tunnels que les vers de terre creusent favorisent le développement des racines et améliorent le drainage. Les autres organismes vivants dans le sol se nourrissent de végétaux et d'autres formes de vie animale.

La matière organique est un élément du sol sur lequel vous pouvez agir. Un travail aratoire excessif et de mauvaises rotations de cultures accélèrent la perte de matière organique. Le tableau montre l'impact des pertes de matière organique sur les différents types de sol. Les résidus de cultures et le fumier, combinés à des rotations de cultures, aident à maintenir ou à améliorer les niveaux de matière organique. Ces apports contribuent aussi à améliorer la structure du sol et à augmenter sa capacité de retenir l'eau. L'équilibre des éléments nutritifs en bénéficie, ce qui améliore du coup le potentiel de rendement. L'amélioration de la structure du sol augmente aussi le volume d'espace poral comblé par l'air et améliore la résistance du sol au compactage.

RÉPERCUSSIONS DES PERTES DE MATIÈRE ORGANIQUE

SOL	AUGMENTATION DES RISQUES D'ENCROÛTEMENT	RALENTISSEMENT DU MOUVEMENT DE L'EAU VERS ET DANS LE SOL	AUGMENTATION DES RISQUES DE COMPACTAGE EN SURFACE	AUGMENTATION DE LA VULNÉRABILITÉ À L'ÉROSION	DIMINUTION DE LA CAPACITÉ DE RÉTENTION D'EAU
Matière sableuse en surface	—	—	—	—	V
Matière loameuse en surface sur fond de sable ou de gravier	—	—	—	V	V
Matière loameuse à forte teneur en sable	—	V	V	V	—
Matière loameuse à forte teneur en limon	V	V	V	V	—
Matière argileuse en surface	V	V	V	V	—

V = Vulnérable

— = Non vulnérable



L'installation de drains agricoles est un aspect important de la gestion des sols.

Drainage

Un bon drainage est à l'avantage à la fois du producteur et de l'environnement. Il amène une augmentation du volume d'espace poral qui est rempli d'air et, de ce fait, une amélioration du rendement. Voici d'autres avantages d'un sol bien drainé :

- Efficacité accrue des fertilisants.
- Réchauffement du sol plus rapide au printemps.
- Amélioration de la structure du sol.
- Réduction de l'érosion par la diminution du ruissellement.

Certaines des pratiques de nature à améliorer le drainage présentent aussi des avantages à d'autres égards. En voici des exemples :

- Éviter de trop travailler le sol. La pulvérisation des mottes de terre augmente les risques d'un encroûtement de la surface, lui-même facteur de ruissellement et obstacle à la levée des plantules.
- Alternier cultures sarclées et céréales ou fourrages. La croissance des racines, surtout dans le cas des cultures fourragères à racines profondes, ouvre les pores grâce auxquels l'eau peut s'échapper.

Compactage du sol

Le compactage réduit le volume d'espace poral dans le sol. Il peut engendrer des problèmes quel que soit le système de travail du sol. Le compactage peut se produire en surface ou en profondeur. Le compactage de surface est causé par une faible teneur en matière organique et un travail du sol excessif. Quand au compactage profond, il est attribuable à une charge supérieure à cinq tonnes par essieu.

Dans le cas du compactage en surface, le travail du sol, et parfois l'action du gel, peuvent réussir à briser la couche durcie. En présence d'une semelle de labour, toutefois, le problème est beaucoup plus difficile à régler. À long terme, la croissance des racines et les cycles de pluie et de sécheresse peuvent atténuer le problème. Quant au sous-solage, il constitue, au mieux, une solution temporaire qui risque d'amener plus de problèmes qu'il n'en règle. Le meilleur remède reste la prévention.

Réduction des risques de compactage :

Choix du moment - Utilisez une rotation de cultures qui étale les travaux sur toute la saison.

Humidité - Évitez les travaux au champ lorsque le sol est humide à la profondeur de travail.

Voies de passage - Limitez la circulation dans le champ aux voies de passage habituelles. La culture sur billons est idéale pour maintenir la machinerie hors des rangs.



Réduction des passages - Réduisez le nombre de passages et la grosseur du tracteur.

Distribution des charges - Gardez les charges en-deça de cinq tonnes par essieu. Utilisez des remorques avec des essieux en tandem.

Empreintes étroites - Si possible, augmentez le diamètre des pneus plutôt qu'utiliser des roues doubles.

Pneus radiaux - Choisissez des pneus radiaux lorsque vous avez besoin de plus de traction. Ces pneus ont une surface de contact jusqu'à 27 % plus grande que des pneus ordinaires de même dimension.

Quatre roues motrices c. deux roues motrices - Un tracteur à quatre roues motrices distribue mieux son poids entre ses essieux que celui à deux roues motrices.

COMPATIBILITÉ AVEC LE SOL

Dans le choix d'un système de travail du sol, l'agriculteur doit tenir compte de son type de sol. La compatibilité du système dépend de la structure et des caractéristiques de drainage du sol.

Humidité du sol

Comme il y a plus de résidus à la surface du sol avec le déchaumage au chisel, l'eau s'évapore moins, si bien que le taux d'humidité se trouve accru. Il est bon de retenir l'humidité dans le sol dans le cas des sols secs comme le sable ou le loam sableux. Or les résidus aident à retenir l'humidité. Dans les sols comme l'argile ou le loam argileux, une hausse de l'humidité du sol peut créer un problème tôt au printemps en retardant les semis.

Le travail réduit a tendance à mieux convenir aux sols bien structurés et bien drainés. Les sols mal drainés ont besoin d'être travaillés pour accélérer le processus d'assèchement. La charrue à versoirs peut être le meilleur choix dans de tels cas. Les fervents de la culture sur billons prétendent que ce système amène un assèchement du sol plus rapide, ce qui évite d'avoir à retarder les semis. La culture sur billons serait donc une solution pour les sols mal drainés.

Texture

La texture et le drainage vont de pair lorsqu'il s'agit de déterminer si un système est compatible avec la nature du sol. Les sols à texture légère comme le sable ou le loam sableux conviennent bien aux systèmes de semis direct et de déchaumage au chisel. On doit cependant travailler davantage les sols lourds et mal drainés comme l'argile et le loam sableux pour qu'ils s'assèchent.



Le compactage peut se produire à la surface du sol ou au dessous du sillon de labour.

Comment utiliser ce tableau

1. Consulter les cartes pédologiques de votre comté pour déterminer la texture de votre sol et sa capacité de drainage.
2. Voir les cotes de compatibilité des systèmes de travail du sol avec les différents sols.
3. Trouver la solution la mieux adaptée à vos sols.

Protection contre l'érosion

Nous savons que certains sols sont moins vulnérables que d'autres à l'érosion et qu'ils conviennent parfaitement à la charrue à versoirs. Les sols argileux ou les loams argileux qui sont relativement plats sont des exemples. D'autres sols, particulièrement les sols sableux ou les loams sableux, aux pentes longues ou abruptes, sont très vulnérables à l'érosion. Des résidus doivent protéger ces sols des érosions éolienne et hydrique. Heureusement, ce sont les sols qui conviennent le mieux au semis direct et au déchaumage au chisel.

Le tableau (ci-dessous) donne un aperçu de la compatibilité des systèmes de travail du sol avec les types de sol. Si la structure de votre sol ne se situe pas dans la moyenne, les résultats du système de travail du sol peuvent varier.

COMPATIBILITÉ DES SYSTÈMES AVEC LES SOLS DE L'ONTARIO

TEXTURE	DRAINAGE	RENDEMENT*		ÉROSION		COTE DE COMPATIBILITÉ					
		DÉCH. CHISEL	SEMIS DIRECT	EAU	VENT	TRADITIONNEL	DÉCH. CHISEL	SEMIS DIRECT			
						AUT. PRINT.	AUT. PRINT.	AUT. PRINT.			
SABLE	Bon	I	A	T	T	5	4	3	2	1	1
	Imparfait	I	A	G	T	4	3	2	1	1	1
	Mauvais	I	A	M	M	4	3	3	2	3	3
LOAM	Bon	I	I	T	G	3	3	2	1	1	2+
	Imparfait	I	I	G	M	3	3	2	2	1	2+
	Mauvais	I	I	M	F	1	2	2	3	2	4
LOAM ARGILEUX	Bon	I	D	G	M	3	3	1	2	1	3+
	Imparfait	I	D	M	F	2	3	3	3	2	4+
	Mauvais	I	D	F	F	2	3	3	4	3	4
ARGILE	Bon	D	D	M	M	2	3	3	4	1	4+
	Imparfait	D	D	F	F	2	4	4	4	2	4+
	Mauvais	D	D	F	F	3	4	4	4	3	4

Cote de compatibilité

Cet indice est composé de plusieurs facteurs, donc, le potentiel de rendement, la vulnérabilité à l'érosion et la facilité de gestion du système de travail du sol.

POTENTIEL DE RENDEMENT

A = Augmente

I = Identique

D = Diminue

* Comparé à la charrue à versoirs

VULNÉRABILITÉ À L'ÉROSION

T = Très grande

G = Grande

M = Moyenne

F = Faible

COTE DE COMPATIBILITÉ

1 = Très bien adapté

2 = Bien adapté

3 = Modérément adapté

4 = Mal adapté

5 = Déconseillé

+ REMARQUE : Le travail du sol sur une bande étroite au moyen de coutres installés sur l'équipement de semis peut améliorer les résultats.

Par exemple, dans un sol sableux bien drainé, le déchaumage au chisel peut donner d'aussi bons résultats qu'un système de labour traditionnel. Le semis direct pourrait procurer un meilleur rendement. Étant fortement soumis aux érosions éolienne et hydrique, ces sols se prêtent très bien au semis direct, aussi bien au printemps qu'à l'automne. Ils se prêtent par ailleurs bien au déchaumage au chisel au printemps, se prêtent plus ou moins bien au travail à la charrue chisel l'automne et ne se prêtent pas du tout au travail à la charrue à versoirs.

GESTION DES RÉSIDUS

On commence tout juste à considérer les résidus comme une ressource plutôt que comme une source d'embêtements. Ils sont en fait une importante source de matière organique. Laissés à la surface du sol ou mélangés à quelques pouces de couche arable, ils peuvent maintenir ou même accroître la teneur du sol en matière organique. Du coup, ils permettent d'ameublir le sol et d'en améliorer la structure.

La gestion des résidus de cultures est un aspect important des activités agricoles. Depuis quelques années, les agriculteurs, les chercheurs et les vulgarisateurs reconnaissent qu'une bonne gestion des résidus est le remède le plus économique à l'érosion.

LES RÉSIDUS :

- protègent la surface du sol du choc des gouttes de pluie;
- atténuent l'érosion;
- réduisent l'encroûtement et le scellement du sol;
- enrichissent le sol de matière organique;
- aident la pluie à s'infiltrer dans le sol;
- réduisent l'évaporation.

LES RÉSIDUS ET LES RENDEMENTS DES CULTURES

Les quantités de résidus que les cultures laissent varient tout autant que les rendements de ces dernières. En règle générale, les cultures à haut rendement produisent plus de résidus. Rappelez-vous de ce principe lorsque vous planifiez un programme de gestion des résidus pour votre ferme.

Le tableau (ci-contre) montre les ratios estimatifs de la paille au grain pour certaines cultures. Par exemple, si la culture du blé d'hiver donne un rendement de 70 boisseaux/acre, on devrait s'attendre à 60bo/ac X 60lb/bo X 1,7 ou environ 7140lb/acre (8000 kg/ha) de résidus. Ceci laisserait plus de 95% de la surface du sol couverte de résidus. Bien entendu, ce chiffre est approximatif, puisqu'il varie en fonction de la variété ou de l'hybride, des conditions atmosphériques et de la quantité de paille retirée à la récolte.

RATIOS ESTIMATIFS DE LA PAILLE AU GRAIN POUR CERTAINES CULTURES

CULTURE	RATIO PAILLE : GRAIN
ORGE	1,5:1
MAÏS	1,0:1
AVOINE	2,0:1
SEIGLE	1,5:1
BLÉ D'HIVER	1,7:1
BLÉ DE PRINTEMPS	1,3:1

RAPPORT ENTRE LE % DE COUVERTURE ET LE POIDS DES RÉSIDUS

COUVERTURE DE RÉSIDUS (%)	TIGES DE MAÏS (KG/HA)	(LB/AC)	PAILLE DE CÉRÉALES (KG/HA)	(LB/AC)
20	700	(625)	400	(360)
30	1000	(890)	500	(450)
40	1500	(1340)	800	(715)
50	2000	(1780)	1000	(890)
60	2500	(2230)	1300	(1160)
70	3400	(3035)	1700	(1520)
80	4300	(3840)	2200	(1960)
90	5800	(5175)	3000	(2680)
95	7800	(6960)	4000	(3570)



Répartir les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse pour éliminer les andains.

UNE BONNE GESTION DES RÉSIDUS COMMENCE À LA RÉCOLTE

Pour bien maîtriser l'érosion et, plus important encore, pour faciliter le travail du sol et l'ensemencement, il faut étendre les résidus de façon uniforme derrière la moissonneuse-batteuse plutôt qu'en andains. On protège ainsi une plus grande surface de sol et on réduit les problèmes d'obstruction de l'équipement de travail du sol et de semis.

Les moissonneuses-batteuses à grande capacité avec de larges barres de coupe ont plus de difficulté à étendre les résidus uniformément. Idéalement, les moissonneuses-batteuses devraient être munies d'épandeurs de paille et de tiges permettant d'étaler les résidus sur toute la largeur de la machine. Certains modèles peuvent aussi nécessiter l'ajout d'une déchiqueteuse.

Voici les inconvénients à mettre en andains la paille ou les tiges:

- Les instruments de travail du sol se bouchent de résidus.
- Le semoir peut avoir besoin de certaines modifications pour fonctionner correctement.
- Les sillonneurs sur le semoir enfoncent parfois les résidus dans le sillon, limitant ainsi le contact de la semence avec le sol.
- Certains types de résidus produisent des toxines en se décomposant. Ces toxines peuvent contaminer ou même tuer la culture suivante (allélopathie). De grandes accumulations de résidus sur le rang peuvent accentuer ce risque. Des toxines ont plus tendance à se former lorsqu'on sème du maïs dans le chaume du maïs ou celui des céréales.
- Une couche épaisse de résidus agit comme un isolant qui nuit au réchauffement du sol par le soleil. Comme le sol reste plus frais, il risque de se produire un ralentissement de la germination et de la levée des plantules.
- Les résidus en andains peuvent intercepter les herbicides et empêcher leur répartition uniforme sur toute la surface du sol.



Peuplement uniforme de soya émergeant de résidus de blé.

MODES DE GESTION DES RÉSIDUS DANS UN SYSTEME DE TRAVAIL RÉDUIT DU SOL

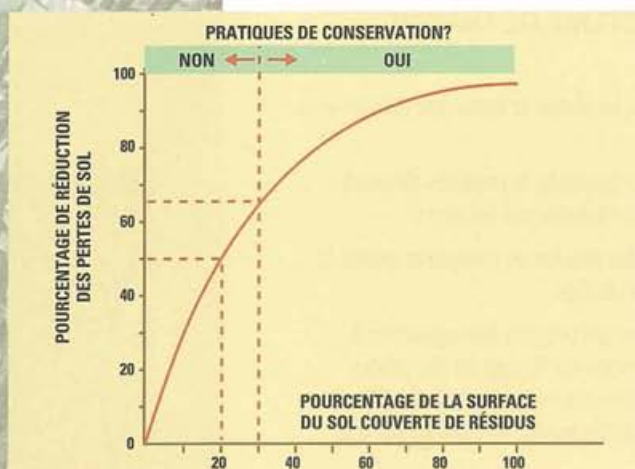
- Semez des hybrides ou des variétés qui ont de bonnes tiges solides. La plante se tient ainsi dressée lors de la récolte, ce qui permet de fixer la barre de coupe plus haut.
- Pour les céréales, fixez la barre de coupe au niveau le plus haut qui permette le maintien du rendement. Plus de tiges restent ainsi en place au lieu de passer dans la moissonneuse-batteuse.
- Maintenez une vitesse constante en moissonnant afin d'éviter que des résidus ne s'empilent quand la machine ralentit. Si vous devez arrêter, reculez pour bien étaler les résidus.
- Renseignez-vous auprès de votre concessionnaire des modifications qui peuvent être apportées à l'équipement de récolte pour améliorer l'épandage des pailles. Il existe sur le marché des pièces d'équipement qui s'adaptent à la plupart des grosses moissonneuses-batteuses. Avant de modifier la vôtre, assurez-vous que les modifications n'altéreront pas la capacité de travail, ne nuiront pas à la sécurité de l'opérateur, ni n'abîmeront la machinerie.
- Fixez des coutres ou des déblayeurs de rang sur l'équipement de semis pour enlever les résidus de culture des rangs. Cette mesure contribue à éliminer les effets des toxines et à nettoyer les rangs pour permettre au sol de se réchauffer.

Les solutions à envisager dépendent de la culture et de la quantité de résidus qu'elle laisse. Un bon programme de gestion des résidus peut:

- maintenir ou accroître les niveaux de matière organique dans le sol;
- améliorer la structure du sol;
- conserver et recycler les éléments nutritifs des cultures précédentes;
- réduire les pertes de sol dues à l'érosion;
- réduire les pertes d'humidité du sol dues à l'évaporation.



Un programme de gestion des résidus permet de réduire les pertes de sol.



Les exemples montrent que des résidus laissés sur 30% de la surface du sol réduisent l'érosion de 65% comparativement à un champ dépourvu de résidus.

GESTION DES RÉSIDUS ET DE L'ÉROSION

Pour adopter un programme de gestion optimale des résidus, vous devez tenir compte de votre équipement et du niveau moyen des pertes de sol dans vos champs. Les champs très vulnérables aux érosions éolienne et hydrique devraient être couverts de plus de résidus. Le schéma (à gauche) indique à quel point une couverture de résidus sur 20% de la surface du sol peut réduire les pertes de sol. Plus cette couverture augmente, mieux le sol se trouve protégé. Si vous adoptez un système qui vise à réduire l'érosion, assurez-vous de laisser au moins 30% de la surface du sol couverte de résidus. Vous réduirez ainsi les pertes de sol de 65% par rapport à un champ dépourvu de résidus de culture.

COUVERTURE DE RÉSIDUS ET RÉDUCTION DES PERTES DE SOL EN FONCTION DU SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL

GENRE DE RÉSIDUS	SYSTÈME DE TRAVAIL DU SOL	% DE LA SURFACE DU SOL COUVERTE DE RÉSIDUS	% DE RÉDUCTION DE L'ÉROSION PAR RAPPORT AU LABOUR TRADITIONNEL
MAÏS	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	7	—
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	35	74
	Deux passages du pulvériseur, semis.	21	72
	Culture sur billons.	34	86
	Semis direct.	39	92
SOYA	Labour avec charrue à versoirs, 2 passages du cultivateur, semis.	2	—
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	7	32
	Un passage du pulvériseur, semis.	8	26
	Un passage du cultivateur, semis.	18	46
	Semis direct.	27	64
BLÉ	Labour avec charrue à versoirs, un passage du cultivateur, semis.	9	—
	Déchaumage primaire et déchaumage secondaire, semis.	29	72
	Semis direct.	86	96

Le tableau montre la quantité de résidus à laquelle on peut s'attendre de différentes cultures selon le système de travail du sol. Il est important, du point de vue économique aussi bien que pour la réduction de l'érosion, de minimiser le nombre de passages dans les champs. Avec des cultures qui laissent très peu de résidus, comme le soya ou les haricots, le travail du sol en vue de la culture qui suit est léger et peut se limiter à un ou deux passages pour préparer un bon lit de semence; on peut même pratiquer la méthode du semis direct.

À l'opposé, avec des cultures comme le maïs ou le blé, le sol reste entièrement couvert de tiges ou de paille. En trop grande quantité, ces résidus peuvent ralentir le réchauffement et l'assèchement du sol, au point de retarder l'ensemencement et d'abaisser les rendements. Des niveaux élevés de résidus peuvent par ailleurs gêner le fonctionnement de l'équipement de semis, surtout quand on pratique le déchaumage au chisel et que le sol est meuble sous la couche de résidus. Si vous travaillez le sol, essayez de laisser de 30 à 60% de sa surface couverte de résidus.

Vous pouvez modifier votre machinerie de façon à ce qu'elle puisse négocier davantage de résidus. Analysez bien vos rotations et l'ordre de succession des cultures. Si le réchauffement et l'assèchement du sol soulèvent des problèmes, adoptez une rotation qui fasse alterner une culture laissant beaucoup de résidus et une autre en laissant peu, comme le maïs suivi du soya.

Pratiques de gestion optimales des résidus

- Éparpillez les résidus uniformément derrière la moissonneuse-batteuse pour éliminer les andains.
- Sachez, pour chaque culture, quelle quantité de résidus laissent les différents systèmes de travail du sol.
- Choisissez la quantité de résidus qui réduira l'érosion du sol.
- Utilisez l'équipement de travail du sol qui convient à votre type de sol, à la quantité de résidus souhaitée et à vos besoins agricoles.
- Modifiez le semoir afin qu'il puisse négocier les résidus laissés à la surface du sol.
- Laissez les résidus en surface ou incorporez-les dans le sol afin de maintenir ou d'augmenter la teneur du sol en matière organique.



Une bonne gestion des résidus assure une levée uniforme.

ROTATION DES CULTURES ET PLANTES COUVRE-SOL

ROTATION DES CULTURES

La rotation des cultures est une pratique de gestion optimale pour les raisons suivantes:

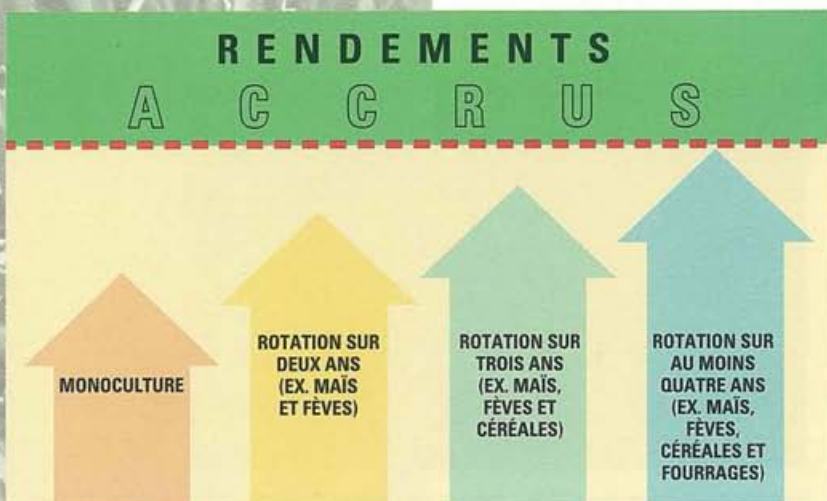
- Elle réduit les risques de maladie.
- Elle réduit les populations des ennemis spécifiques à certaines cultures.
- Elle permet de tirer un meilleur rendement des cultures que la monoculture.
- Elle peut réduire l'érosion du sol et l'écoulement des eaux de surface.
- Elle permet de mieux répartir la charge de travail, du fait que les cycles varient d'une culture à l'autre et prolongent de ce fait la saison des semis et des récoltes.
- Elle tire avantage de la complémentarité des cultures. Ainsi, les légumineuses peuvent apporter de l'azote à d'autres cultures et les cultures qui donnent peu de prise aux mauvaises herbes peuvent succéder à des cultures qui souffrent davantage de la pression exercée par celles-ci.
- Elle accroît les profits tirés de l'ensemble des cultures en augmentant les rendements et en réduisant les intrants.
- Elle permet aux producteurs d'étaler les semis et le travail des champs.
- Elle permet de mettre à profit certaines caractéristiques de la ferme, comme ses ressources en eau, sa proximité aux marchés et aux usines de transformation, les compétences du producteur et la main-d'œuvre disponible.

La rotation des cultures doit néanmoins faire l'objet de certaines mises en garde :

- Il se peut que les semis surviennent au même moment que des opérations essentielles à d'autres cultures, comme la répression des mauvaises herbes ou l'épandage d'engrais pour stimuler les rendements.
- Le producteur peut avoir à parfaire ses compétences en gestion.
- Des problèmes avec une culture peuvent empêcher de s'occuper d'une autre culture comme on le souhaiterait.

Le maïs et le soya offrent un meilleur rendement s'ils sont en rotation. En incluant une céréale dans la rotation, on améliore les rendements ainsi que la maîtrise de l'érosion. L'addition d'une culture fourragère dans la rotation améliore encore davantage les rendements et les conditions de sol.

Si vous êtes producteur de grandes cultures et que vous hésitez à réserver une part de vos terres à des plantes fourragères, essayez de négocier avec un voisin producteur de bétail. Vous pourriez ainsi trouver preneur pour vos plantes fourragères et bénéficier de leurs avantages dans une rotation.



La rotation des cultures peut amener une augmentation du rendement net.

PRINCIPALES CULTURES ET LEURS ATTRIBUTS

CULTURE	AVANTAGES ET CARACTÉRISTIQUES	MISES EN GARDE
LUZERNE, TRÈFLE	• Fixent l'azote pour les non-légumineuses. • Augmentent la porosité par leurs racines profondes. • Réduisent l'érosion du sol. • Se sèment au printemps, seuls ou dans des céréales, ou en été après la récolte des céréales.	• Accaparent beaucoup de potassium. • Peuvent être difficile à écouler. • La luzerne souffre dans un sol acide. • La luzerne s'établit difficilement dans un sol mal drainé.
MAÏS-GRAIN	• Produit beaucoup de résidus qui enrichissent le sol de matière organique. • Tolère une vaste gamme d'herbicides. • Se sème tôt au printemps, se récolte tard à l'automne.	• Peut transmettre des maladies au blé si c'est la culture qui suit. • Se récolte tard l'automne, ce qui empêche de semer une culture d'automne ou de travailler le sol.
SOYA	• Produit les rendements les plus élevés après le maïs. • Se prête à un grand choix d'herbicides, d'où la possibilité d'une répression efficace des graminées. • Se sème tard au printemps, ce qui permet de détruire le chiendent avant les semis. • Se récolte tôt à l'automne, ce qui permet de semer une culture d'automne. • Fixe son propre azote comme toute légumineuse mais ne laisse pas de réserves pour la culture qui suit.	• Oblige à préparer le lit de semence, ce qui amène une détérioration de la structure du sol que le système racinaire n'améliore guère. • Met du temps à couvrir le sol de végétation, particulièrement lorsqu'il est semé en rangs.
CÉRÉALES D'HIVER	• Se sèment l'automne, ce qui répartit la charge de travail, réduit la superficie à labourer l'automne et fournit une culture de couverture. • Se récoltent durant l'été. • Améliorent la structure du sol par leur système racinaire étendu. • Résistent bien à l'envahissement par les mauvaises herbes, d'où une réduction des coûts d'épandage des herbicides.	• Laissent une épaisse couche de paille qui risque de former un tapis sur le sol après la récolte. • Risquent, dans le cas des chaumes de seigle et de blé, d'être toxiques aux cultures de maïs et d'en réduire les rendements.
CÉRÉALES D'ÉTÉ	• Se sèment tôt au printemps, avant la maïs. • Se récoltent en été. • Ont des propriétés similaires à celles des céréales d'hiver.	



Les céréales de printemps sont d'excellentes plantes couvre-sol à établir l'automne.



PLANTES COUVRE-SOL

Établir des plantes couvre-sol l'automne est une pratique de gestion optimale importante. Étant donné que les sols labourés à l'automne sont très vulnérables à l'érosion, les plantes couvre-sol contribuent à réduire considérablement les pertes de sol. Elles protègent donc cette ressource qu'est le sol et en préservent les éléments nutritifs. La maîtrise de l'érosion au moyen des plantes couvre-sol diminue aussi la contamination des cours d'eau avoisinants.

Avantages des plantes couvre-sol

- Maintiennent le sol en place, empêchant la perte d'éléments nutritifs ou de pesticides en surface.
- Enrichissent le sol de matière organique et améliorent la structure du sol.
- Certaines légumineuses peuvent libérer de l'azote au profit de la culture qui suit.
- Retiennent les éléments nutritifs solubles et empêchent leur lessivage, dans le cas des plantes couvre-sol semées l'automne.
- Freinent la croissance des mauvaises herbes, dans les cas des plantes couvre-sol vigoureuses.

Usage des plantes couvre-sol

- Choisissez, autant que possible, des plantes couvre-sol qui permettent d'utiliser la machinerie existante.
- Choisissez le moment des semis de façon à obtenir une croissance suffisante sans toutefois laisser le temps aux plantes couvre-sol de produire des graines. Vous pouvez par exemple établir une culture de trèfle rouge dans des céréales ou le semer immédiatement après la récolte de blé.
- Les cultures printanières semées l'automne comme plantes couvre-sol ont l'avantage de ne pas résister à l'hiver, ce qui évite d'avoir à les détruire.
- Choisissez des plantes couvre-sol qui ne nuisent pas à la croissance de la culture qui les suit comme le fait par exemple le sarrasin qui peut transmettre la pourriture sclérotique au soya. La meilleure rotation consiste à alterner les cultures à feuilles larges et les graminées.
- Le choix du moment de la destruction des plantes couvre-sol est important, surtout pour le semis direct.
 - ▷ Le trèfle rouge doit être détruit à l'automne.
 - ▷ Le seigle peut passer de un à cinq pieds de hauteur en quelques jours seulement si les conditions climatiques sont favorables.
- Ne semez que les plantes couvre-sol dont vous êtes sûr de pouvoir vous débarrasser.
- Optez pour la plante couvre-sol la moins chère parmi celles qui conviennent; la plupart des avantages économiques des plantes couvre-sol ne se font sentir qu'à long terme.

GESTION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS – BESOINS DES CULTURES

Pour croître et produire des semences, les végétaux ont besoin de 20 éléments nutritifs différents. Certains sont nécessaires en quantité infinitésimale tandis que d'autres constituent la plus grande partie de la plante. Les principaux éléments qui composent les tissus des végétaux (carbone, hydrogène et oxygène) proviennent de l'air et de l'eau. Quant aux éléments nutritifs comme le calcium, le magnésium et le soufre, les sols de l'Ontario en sont généralement riches; bien que les plantes absorbent une quantité relativement grande de ces derniers éléments, il n'est habituellement pas nécessaire de les inclure dans un programme de fertilisation.

Les macro-éléments fertilisants (azote, phosphore et potassium) sont les éléments nutritifs dont il faut le plus souvent enrichir le sol afin d'assurer la croissance des cultures. Les plantes les absorbent tous trois en grande quantité. Ces éléments nutritifs représentent normalement la plus large part des coûts de fertilisation.

Les oligo-éléments sont utilisés par les plantes en quantité infinitésimale. On en enrichit le sol lorsque les plantes montrent des signes de carence ou lorsque l'analyse de sol en indique le besoin.

DYNAMIQUE DU SOL ET FERTILITÉ

La fertilité du sol s'entend des niveaux d'éléments nutritifs assimilables par les plantes en croissance. Il arrive que certains éléments nutritifs ne soient pas assimilables par les plantes pour les raisons suivantes :

- Ils sont sous une forme chimique que les plantes ne peuvent assimiler.
- Ils sont chimiquement liés aux minéraux du sol ou aux particules d'argile.
- Ils se retrouvent dans la matière organique non encore décomposée.

Avec le temps, ces éléments deviennent assimilables sous l'action des conditions atmosphériques et des différentes formes de vie dans le sol.



L'érosion transporte le sol et les éléments nutritifs qu'il renferme. Il s'ensuit une perte d'éléments nutritifs liés au sol, tel le phosphore. Le ruissellement transporte les sédiments et les éléments dissous vers les cours d'eau. Le schéma indique comment se font les gains et les pertes en éléments nutritifs.

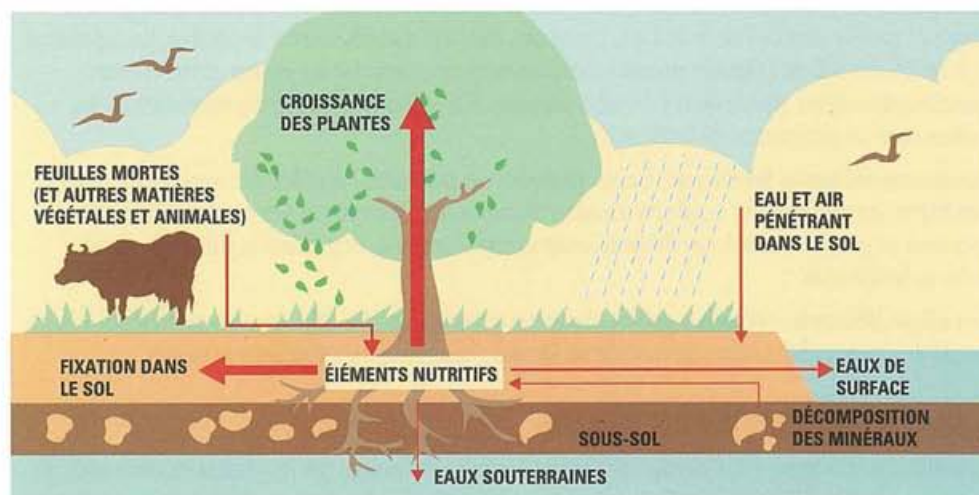


Illustration simplifiée du cycle des éléments nutritifs.

Les récoltes arrachent aussi au sol une quantité d'éléments nutritifs. Il faut compenser ces pertes par des épandages de fumier ou d'engrais commerciaux. Un bon moyen de réduire ces pertes d'éléments nutritifs consiste à rendre à la terre les résidus de cultures, qui viennent alors refermer le cycle parfois connu sous le nom de bilan des éléments nutritifs.

Le taux d'éléments nutritifs biodisponibles est influencé par le niveau d'acidité ou d'alcalinité du sol. Pour bien des cultures, le pH idéal est à peu près neutre (pH de 7). Si le pH se situe en dehors de la fourchette de 6 à 8, la biodisponibilité des éléments nutritifs diminue.

Le phosphore ou le potassium provenant d'engrais ou de fumiers n'est assimilable qu'en partie l'année de l'épandage. Ces éléments se fixent aux particules d'argile et aux minéraux du sol et sont graduellement relâchés au fur et à mesure des réactions chimiques et de l'activité microbienne. En augmentant la teneur totale en phosphore et en potassium, la quantité d'éléments nutritifs relâchés augmente, mais il faut bien se garder des applications excessives. L'excès peut entraver la croissance des plantes et contaminer les eaux de ruissellement.

L'azote dans le sol fait partie d'un autre cycle. On trouve énormément d'azote dans l'air, mais la plante ne peut l'utiliser sous cette forme. L'azote doit être converti, soit par les légumineuses, soit lors de la fabrication d'engrais azotés, sous forme d'ammonium ou de nitrate assimilable par les plantes.

L'azote ammoniacal se fixe aux particules de sol et est converti en nitrate ou est absorbé par les microbes présents dans le sol. Les plantes peuvent utiliser l'azote ammoniacal mais le gros de l'azote est absorbé sous forme de nitrate. Le nitrate inutilisé peut être lessivé ou s'échapper dans l'atmosphère.

À l'aide des bactéries, les cultures de légumineuses fixent leur propre azote à partir de l'air présent dans le sol. Une faible quantité d'azote leur suffit. Ces légumineuses peuvent donc capturer l'azote de l'atmosphère et le relâcher quand leurs résidus se décomposent. Les légumineuses fourragères peuvent fournir à la culture suivante un apport d'azote considérable. Toutefois, le gros de l'azote produit par les légumineuses à grain est retiré du sol lors des récoltes.

L'efficacité de l'azote s'accroît de façon significative si l'engrais est épandu adéquatement ou s'il pleut aussitôt après l'application. Parce que l'azote, y compris celui que renferme le fumier, se perd très facilement, il est préférable de l'injecter ou de l'enfouir dans le sol immédiatement après son application.

Matière organique

La teneur du sol en matière organique est un important facteur de fertilité. Lors de la décomposition des résidus, la structure de la plante se dégrade en blocs chimiques. Les éléments nutritifs sont relâchés dans la solution du sol et au profit des plantes en croissance. La matière organique permet aussi au sol de retenir les éléments nutritifs. Si la matière organique n'est pas remplacée par les résidus de cultures ou le fumier, le sol s'appauvrit.

ANALYSES DE SOL

L'analyse de sol est le seul moyen de déterminer ce qu'un sol renferme. Toute autre méthode demeure plus qu'imprécise. L'analyse de sol permet de connaître, pour un élément nutritif en particulier, la quantité assimilable par les plantes et l'apport de fertilisant nécessaire. Le moment où pratiquer l'analyse de sol a peu d'importance pour ce qui est du phosphore, du potassium et du pH, du fait que leurs taux demeurent relativement stables tout au long de l'année. Il en va tout autrement de l'azote pour lequel l'analyse de sol doit se faire au moment des semis.

La clé du succès d'un programme d'analyse de sol réside dans l'obtention d'échantillons représentatifs du champ. Un mauvais échantillonnage donne des résultats erronés. Les recommandations suivantes vous aideront à effectuer de bonnes analyses de sol:

1. Prenez suffisamment de prélèvements de sol par échantillon. Prenez au moins 20 prélèvements pour un champ de 5 hectares (10 acres) ou moins de superficie.
2. Prenez suffisamment d'échantillons du champ. Aucun échantillon ne doit représenter plus de 10 hectares (25 acres). Si le champ est grand, divisez-le en sections et prenez un échantillon tous les 10 hectares (25 acres). Pour le phosphore, le potassium et le pH, prélevez de 15 à 20 cm (6 à 8 po.) de sol. Pour le nitrate, prélevez 30 cm (12 po.) de sol, l'idéal étant d'en prélever 60 cm (2 pi.).
3. Veillez à ce que les prélèvements soient bien répartis. Le meilleur moyen d'y parvenir est de traverser le champ en suivant un tracé en dents de scie et de couvrir une moitié du champ à l'allée et l'autre moitié au retour.
4. Bien des champs présentent des zones qui donnent un meilleur rendement que d'autres, soit en raison du type de sol, du drainage ou des épandages antérieurs d'engrais et de fumier. Les quantités d'éléments nutritifs absorbés par les cultures varient selon les rendements.



Si une culture semble être différente sur une partie du champ ou si une zone a reçu un traitement différent (fertilisant, fumier ou chaux), l'échantillonner à part. Faites-le, même si la superficie est faible.

5. Si vous désirez traiter les zones à faible rendement séparément, effectuez une analyse de sol distincte. C'est la meilleure façon de prévenir les applications excessives dans des zones à haut rendement. Une carte indiquant les endroits pauvres facilitera l'opération.

6. Évitez de prendre des échantillons dans les zones ayant fait l'objet d'épandages récents, dans la raie de curage, en bordure des routes de gravier ou aux endroits où le fumier, le compost et les résidus de cultures ont été entassés.

7. Efforcez-vous de prélever les échantillons de sol à la même époque chaque année. En général, les résultats des analyses de sol vous indiquent la quantité d'éléments nutritifs à épandre en vue d'un rendement économique maximal.

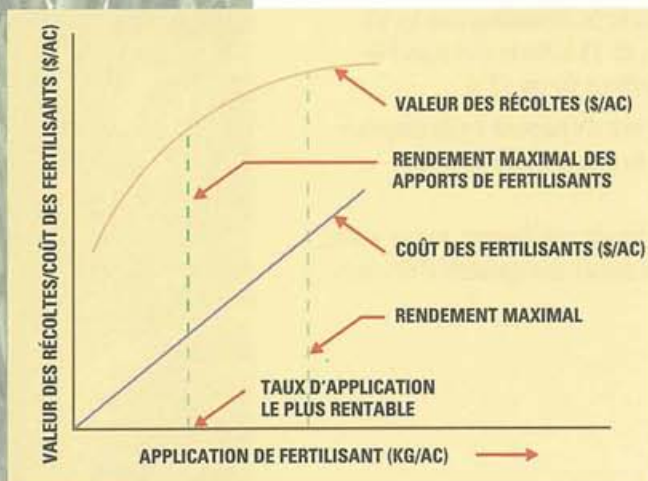
REMARQUE : Suivez les recommandations données par le MAAO sur la trousse d'échantillonnage de sol. On peut aussi les retrouver dans la Publication n° 296F intitulée *Recommandations pour les grandes cultures*.

RENDEMENT ÉCONOMIQUE MAXIMAL C. RENDEMENT ENVIRONNEMENTAL MAXIMAL

Une culture fournit son rendement maximal lorsque tous ses besoins sont comblés. On parle cependant de rendement économique maximal lorsque la culture génère un maximum de profit. Le graphique montre que ces niveaux de rendement sont souvent différents.

Le rendement des cultures augmente avec les apports de fertilisants. Toutefois, à partir du moment où les cultures atteignent leur rendement maximal, le rendement plafonne puis fléchit avec les apports superflus de fertilisants. Tant que le rendement augmente, votre revenu brut augmente également. Lorsque le rendement économique est à son maximum, la différence entre les dépenses et le revenu brut est la plus grande.

En termes environnementaux, le rendement maximal s'obtient lorsque tout l'azote biodisponible est assimilé par les cultures au lieu de rester dans le sol. Les surplus d'azote sous forme de nitrate risquent toujours de gagner les eaux souterraines ou de contaminer les eaux de surface par le ruissellement. Dans la plupart des cas, le rendement économique maximal se produit lorsque les plantes font un usage optimal des fertilisants. Ceci est aussi le rendement environnemental maximal pour l'azote. Il existe des exceptions à cette règle lorsqu'on est en présence de sols très sableux. Des recherches sont nécessaires en ce domaine.



Ce graphique montre le rendement économique maximal d'un apport de fertilisants.

TYPES D'ENGRAIS ET MODES D'APPLICATION

TYPE D'ENGRAIS	ÉPANDAGE À LA VOLÉE (6)	APPLICATION EN (5) BANDES AUX SEMIS	INCORPORATION AVEC INJECTEUR (5, 7)	APPLICATION AVEC SARCLEUR (5, 7)
AMMONIAC ANHYDRE (GAZ)	Non	Non	Oui (1)	Possible
AMMONIAC AQUEUX (LIQUIDE SOUS PRESSION)	Non	Non	Oui (2)	Oui (2)
SOLUTIONS D'U.N.A. 28%, 32% (LIQUIDES)	Oui (3)	Non	Oui (4)	Oui (3)
NITRATE D'AMMONIUM (GRANULES)	Oui	Oui (8)	Possible	Possible
URÉE (GRANULES)	Oui (3)	Non	Possible	Possible
SOLUTION 10-34-0 ET AUTRES MÉLANGES	Oui	Oui (8) (le plus fréquent)	Possible	Possible
PRODUITS PHOSPHATÉS EN GRANULES	Oui	Oui	Non	Non
PRODUITS POTASSIQUES EN GRANULES	Oui	Oui (8)	Non	Non
FUMIER SOLIDE	Oui (3)	Non	Non	Non
FUMIER LIQUIDE	Oui (3)	Non	Oui	Non

REMARQUE :

1. Étant un gaz, l'ammoniac anhydre doit être enfoui dans le sol afin de ne pas s'échapper dans l'air.
2. L'ammoniac aqueux est extrêmement volatile. Il doit être enfoui à l'aide d'injecteurs ou d'applicateurs derrière les dents de l'équipement de travail du sol.
3. L'azote peut s'échapper dans l'air s'il n'est pas travaillé aussitôt après son application ou si la pluie est retardée, particulièrement par temps chaud.
4. Les injecteurs de type rayonné vont moins perturber le sol lors du semis direct. Ils sont conçus pour les applications supplémentaires après la germination.
5. Le système d'application convient aux systèmes de travail réduit là où l'engrais à la volée n'est pas incorporé au sol.
6. À appliquer avant la levée.
7. Peut être appliqué avant la germination ou sur les côtés après la levée.
8. Respecter les mises en garde du fabricant pour les épandages à proximité des semences.

Pratiques de gestion optimales pour les épandages d'azote :

- Fertiliser les cultures quand elles en ont le plus besoin. Supplétez le maïs lorsqu'il atteint la hauteur des genoux et les céréales en début de tallage.
- Enfouissez ou injectez les engrais azotés. En une semaine, jusqu'à 30% de l'azote contenu dans l'urée appliquée au sol peut s'échapper dans l'atmosphère.
- Si vous devez appliquer l'azote à la volée, choisissez une forme stable, surtout si la couche de résidus en surface est épaisse. Le nitrate d'ammonium et l'U.N.A. ont moins tendance à se volatiliser que l'urée. L'efficacité des engrais azotés, quelle que soit leurs compositions, est moindre si aucune précipitation n'en assure l'infiltration dans le sol.
- Ajustez les taux d'application pour tenir compte des apports de fumier et d'engrais vert.
- Évitez les applications en surface par temps chaud et humide.

ÉPANDAGES— COMMENT ET POURQUOI?

Il y a deux façons d'épandre de l'engrais : à la volée ou en bandes. Bien que chaque méthode présente des variantes, les raisons d'en choisir une plutôt que l'autre sont les mêmes.

Épandage à la volée

L'engrais épandu à la volée est pulvérisé en nappe sur toute la surface du sol généralement à l'aide d'un camion ou d'un épandeur tiré par un tracteur. L'engrais est habituellement mélangé au sol par le travail du sol, ce qui améliore son efficacité. Les éléments nutritifs risquent de se perdre si le travail du sol est inadéquat, ou ils risquent de se fixer au sol si ce dernier est pauvre.

Épandage à la volée :

- Permet un épandage rapide de grandes quantités d'engrais.
- Nécessite moins de main-d'oeuvre, est relativement peu coûteux et présente peu de risques de brûlure.

Épandage en bandes

L'engrais épandu en bandes est appliqué sur une bande étroite sous la surface du sol. Cette méthode s'emploie, selon l'élément nutritif, au moment des semis ou comme supplément après la levée. En général, l'engrais épandu en bandes est plus efficace du fait qu'il est appliqué exactement à l'endroit et au moment où la plante peut le mieux l'utiliser. Que l'engrais soit solide, liquide ou gazeux, son efficacité reste la même.

Voici certaines caractéristiques de l'épandage en bandes :

- Permet de positionner l'engrais de démarrage près de la graine, donnant ainsi un bon départ à la culture dans les sols frais.
- Les taux d'application à respecter décroissent au fur et à mesure qu'on s'approche de la graine.
- Les engrais épandus en bandes ne se fixent pas aussi rapidement au sol que les engrais épandus à la volée, ce qui peut faire augmenter le rendement dans les sols pauvres. Cette caractéristique demeure toutefois sans effet dans les sols riches.
- Le choix d'un engrais liquide ou en granules dépend de facteurs de coût et d'impératifs pratiques. On peut les utiliser tous deux en toute sécurité, les résultats étant les mêmes pour la plante.
- Il est préférable d'épandre l'azote en bandes latérales plutôt qu'à la volée puisque l'azote se trouve ainsi plus près des racines au moment où la culture peut le mieux l'utiliser.



L'épandage à la volée : un mode d'application peu coûteux.

CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES POUR LE FUMIER

Presque partout en Ontario, le fumier est appliqué sur de grandes superficies de terres agricoles. Le fumier est une ressource précieuse qui contient à la fois des macro-éléments et des oligo-éléments. S'il est géré adéquatement, il peut pourvoir aux besoins des plantes en éléments nutritifs et enrichir le sol de matière organique. Cependant, des taux qui dépassent les besoins des cultures peuvent être néfastes pour l'environnement. Ils augmentent les risques de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines.



Photo courtoisie de Loyal Equipment Ltd.

Injection de fumier dans des résidus de maïs.

Les pratiques de gestion optimales pour l'épandage des fumiers sont :

- De préserver la valeur nutritive du fumier grâce à des méthodes d'entreposage et d'épandage adéquates;
- D'éviter les épandages excessifs de fumier pour protéger les eaux de surface et les eaux souterraines du lessivage des surplus d'éléments nutritifs;
- De réduire les épandages d'autres fertilisants lorsqu'on applique du fumier.

REMARQUE : Pour plus de renseignements, consultez le fascicule sur la gestion des fumiers.

Pratiques de gestion optimales des éléments nutritifs :

- Harmonisez les apports de fertilisants avec les besoins de la culture et les résultats de l'analyse de sol. Si les besoins d'une culture en un élément nutritif sont faibles, n'en appliquez pas trop. Par exemple, si les légumineuses n'ont pas besoin d'azote, ne leur en fournissez pas. Incorporez ces cultures dans la rotation afin d'en faire bénéficier les suivantes. Rappelez-vous que les éléments en excès sont des polluants potentiels.
- Tenez compte des apports des autres cultures et du fumier quand vous évaluez la quantité d'engrais commercial requise.
- Faites des analyses de sol régulièrement pour le pH, le phosphore et le potassium. Faites-en pour l'azote lorsque vous cultivez du maïs.
- Réduisez l'érosion du sol afin d'éliminer les pertes de phosphore et de matière organique.
- Maintenez les niveaux de matière organique à l'aide de fumier, de plantes couvre-sol et de résidus, afin de favoriser le bilan des éléments nutritifs.



Inspectez les champs régulièrement pour détecter les problèmes de mauvaises herbes, d'insectes et de maladies.

GESTION DES PESTICIDES

Les ennemis des cultures comprennent les plantes, les insectes et les maladies qui font concurrence aux cultures et qui entravent leur croissance. Les pratiques de gestion optimales consistent à prévenir les dommages qu'ils causent en pratiquant la rotation des cultures et en maintenant la fertilité et la structure du sol, le principe étant qu'une plante saine et bien nourrie est mieux armée pour lutter.

La répression des mauvaises herbes vise à éliminer les plantes nuisibles jusqu'au point où le coût des dommages qu'elles causent tombe en-deçà du coût des mesures de répression.

Vous devez bien peser votre plan d'action. Les pratiques de gestion optimales visent à réduire au plus strict minimum l'emploi de pesticides, compte tenu du système de travail du sol que vous employez.

MOYENS DE RÉDUIRE L'EMPLOI DE PESTICIDES

Donnez à vos cultures les moyens de faire concurrence aux mauvaises herbes.

Semez tôt les céréales et les légumineuses fourragères pour qu'elles puissent bien s'implanter et gagner du terrain sur les mauvaises herbes qui germent plus tard.

Réduisez l'espacement entre les rangs et augmentez la densité de plantation pour aider la culture à lutter contre les mauvaises herbes.

Semez les fèves soya en rangs de 18 cm (7 po) plutôt qu'en rangs espacés afin de leur donner plus de prise sur les mauvaises herbes. Cette pratique ne permet pas le sarclage. Il faut donc prévoir des voies de passage pour appliquer les pesticides afin d'éviter l'écrasement des cultures après la levée. À ce sujet, des recherches menées en Ontario indiquent toutefois que l'écrasement des plants ne diminuerait pas nécessairement les rendements, pourvu qu'il se produise tôt.

Utilisez des plantes couvre-sol et des cultures-abri comme mode de lutte biologique contre les mauvaises herbes.

Les plantes couvre-sol font concurrence aux mauvaises herbes et peuvent permettre de les maîtriser tard dans la saison. Des cultures comme le seigle contiennent des éléments chimiques qui retardent la germination et la croissance des mauvaises herbes. Les plantes couvre-sol font parfois concurrence à la culture principale et en diminuent les rendements, d'où l'importance d'une gestion attentive.

Si vous semez des plantes fourragères dans une culture-abri de céréales, les besoins en herbicides se trouveront réduits. Les céréales diminuent la concurrence exercée par les annuelles comme la petite herbe à poux et le vulpin.

Inspectez régulièrement les champs avec minutie pour détecter les problèmes de mauvaises herbes.

On peut réduire les besoins en herbicides en détectant les problèmes de mauvaises herbes à temps. On réussit parfois à réprimer les mauvaises herbes par un sarclage ou un binage rotatif.

Parcourez toutes les parties du champ pour voir quelles sont les mauvaises herbes auxquelles il faut vous attaquer et quel est leur stade de croissance. Parfois, les mauvaises herbes plus petites sont cachées par les plus hautes. Parfois aussi, le problème est circonscrit et requiert seulement un traitement localisé. Assurez-vous de traiter les mauvaises herbes au stade approprié de leur croissance.

Prenez des notes ou faites un plan localisant les mauvaises herbes lorsque vous êtes au champ. Repérez les endroits où apparaissent les mauvaises herbes comme les liserons, les chiendents ou les chardons des champs. Traitez ces zones avant que le problème ne devienne insurmontable.

Évaluez l'efficacité du pesticide. S'il est très efficace, diminuez légèrement le taux d'application la prochaine fois.

Pratiquez la rotation des cultures.

En changeant l'environnement de la culture, on maintient les mauvaises herbes, les insectes et les maladies sous contrôle. Alternez les cultures qui donnent peu de prise aux mauvaises herbes avec celles qui se laissent facilement envahir par elles. Incluez dans la rotation, des cultures qui exigent différents types d'herbicides ainsi que des cultures qui requièrent peu ou pas du tout d'herbicide telles que céréales ou cultures de pâture. Ces mesures permettront de réduire la teneur de votre sol en pesticides.

Pratiquez la rotation des familles de pesticides.

Changez de famille d'insecticide tous les ans. Les insectes peuvent développer une résistance aux insecticides après un usage répété.

Changez aussi de famille d'herbicide. L'emploi répété du même herbicide amène une intensification des problèmes de mauvaises herbes du fait de l'accroissement du nombre de ces dernières qui développent une résistance à l'herbicide employé. Ainsi, l'usage répété de l'atrazine a fait augmenter la population des espèces comme le chénopode blanc, la petite herbe à poux et l'amarante à racine rouge qui sont résistantes au triazine.

Assurez-vous de changer de famille de pesticide, et non seulement de produit chimique ou de marque comme ce serait le cas, par exemple, d'une utilisation en alternance de l'atrazine et du métribuzine (Sencor et Lexone) qui appartiennent tous deux à la famille des triazines.

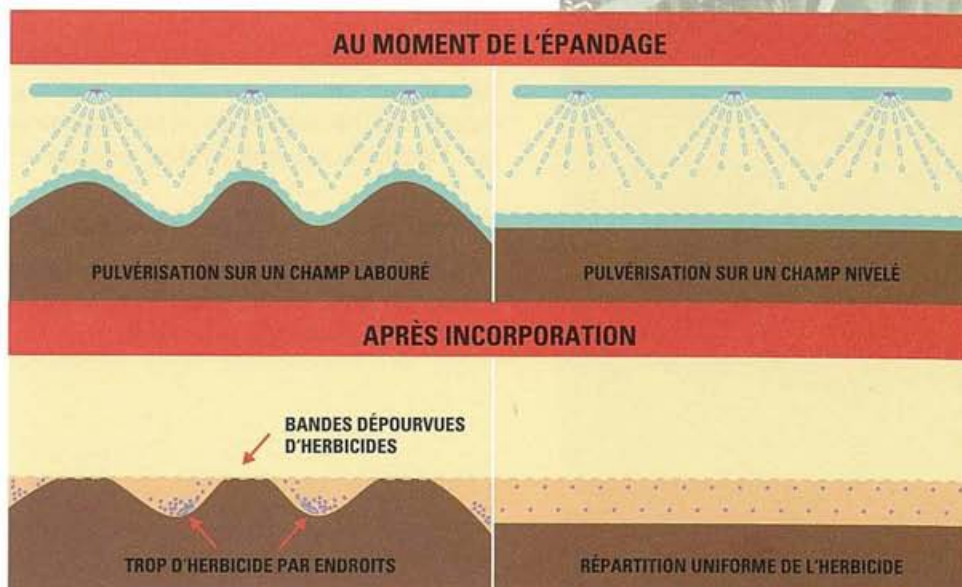
Gardez un registre précis.

Notez la date, le taux, l'emplacement, les conditions météorologiques (incluez la vitesse du vent, la température, l'ennuage, l'humidité relative), l'humidité du sol, le stade de croissance de la culture et celui des mauvaises herbes, des insectes et des maladies. Enregistrez les dates et les quantités de pluie après l'application. Le registre vous aidera à évaluer l'usage des pesticides et à comprendre les problèmes qui pourraient se poser par la suite.

Selon les herbicides, l'enfouissement dans le sol est tantôt obligatoire, tantôt recommandé. Du fait qu'elle positionne l'herbicide sous la surface du sol, cette pratique réduit la contamination due au ruissellement.

Quand vous incorporez l'herbicide, il est important que la surface soit égale afin d'obtenir une répartition uniforme. Lorsque la surface est inégale, on retrouve trop d'herbicide dans les dépressions et pas assez sur les billons comme le montre le diagramme (dessous).

Lisez attentivement l'étiquette pour connaître le type d'enfouissement qui convient. Certains herbicides (Treflan et Edge) restent en place dans le sol. Bien que cette caractéristique soit bonne pour l'environnement, elle oblige à bien mélanger le sol afin de situer l'herbicide à la bonne profondeur. Un pesticide pulvérisé ne pénètre que jusqu'à la moitié seulement de la profondeur de travail du sol au premier passage.



Effectuez les traitements pré-semis avec incorporation sur des champs nivelés.



Travaillez le sol pour maîtriser les mauvaises herbes.

Quand vous travaillez le sol pour créer un lit de semence, les mauvaises herbes sont détruites mécaniquement. Mauvaises herbes et cultures partent alors du même pied. Tout comme le réchauffement du sol au printemps, le travail du sol peut stimuler certaines mauvaises herbes. Appliquez un herbicide actif au sol au temps des semis pour détruire la principale poussée de mauvaises herbes.

Après les semis, des inspections attentives du champ conjuguées à des opérations agricoles au moment opportun et à du beau temps permettent de lutter contre les mauvaises herbes. Pratiquez un binage rotatif pour détruire les mauvaises herbes avant leur levée. Après la levée, cette méthode n'est plus efficace.

La herse traînée détruit aussi les mauvaises herbes avant leur levée. Passez une herse à travers le champ avant la levée des mauvaises herbes et des cultures. Cette opération perturbe et tue les mauvaises herbes superficielles ayant germé, sans toutefois perturber les bonnes semences plus profondes. Cette méthode est inefficace après la levée des mauvaises herbes.

Le sarclage entre les rangs contribue aussi à la répression des mauvaises herbes. L'efficacité du sarclage dépend de l'habileté de l'opérateur, de la machine et de son réglage.

Sous des conditions de sol humides qui empêchent le tracteur de circuler dans le champ, les mauvaises herbes peuvent croître au point de rendre inefficace tout désherbage mécanique et de rendre tout aussi inefficaces les herbicides de post-levée. C'est la raison pour laquelle certains agriculteurs continuent à inclure l'application d'herbicides de pré-levée dans leurs systèmes.

Appliquez l'herbicide en bandes au-dessus du rang.

L'application d'herbicide en bandes au-dessus du rang avant la levée des plantes réduit la superficie à traiter et la quantité de produit nécessaire. Les zones entre les rangs peuvent être sarclées ou traitées avec des herbicides de post-levée.

Utilisez des herbicides de post-levée plutôt que ceux qui sont appliqués au sol.

Le fait d'attendre jusqu'à la levée des mauvaises herbes facilite l'identification des espèces auxquelles il faut s'attaquer. Cette méthode exige un bon dépistage et des conditions météorologiques propices lors de l'application. Cette solution, qui est plus exigeante aussi pour l'agriculteur, n'est préconisée que si le bon type d'herbicide existe pour la culture et que si son coût est raisonnable.

Considérez le seuil économique de répression.

Détruire chaque mauvaise herbe dans un champ exigerait des épandages massifs et coûteux. Il ne faut recourir aux herbicides que si les avantages du traitement sont supérieurs à son coût; d'autant plus quand il s'agit d'herbicides de post-levée.

Pour compliquer la décision, les mauvaises herbes qui émergent d'un sol préalablement traité, sont souvent moins envahissantes que celles des champs non traités. L'autre facteur à considérer est le nombre de graines de mauvaises herbes produites. Si la mauvaise herbe produit beaucoup de graines (ex. : abutilon) dans un champ n'ayant jamais été infesté par cette mauvaise herbe, le traitement est recommandé. Par contre, s'il y a peu de mauvaises herbes, on recommande de recourir au désherbage manuel.

Rappelez-vous que les mauvaises herbes qui apparaissent tard dans la saison n'affectent pas autant les rendements.

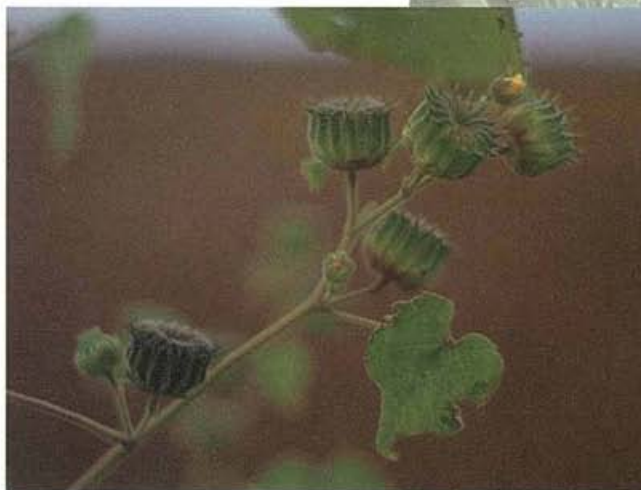
On s'attaque aux mauvaises herbes lorsque la plante est le plus vulnérable et que les rendements sont en jeu. En Ontario, dans le cas du maïs, on doit le faire, selon la densité de la mauvaise herbe, entre le début du stade de trois feuilles et celui de la dixième feuille. Quelle que soit la pression des mauvaises herbes, la protection jusqu'au stade de la quatorzième feuille maintiendra les rendements. Les applications de pesticides sur des poussées plus tardives de mauvaises herbes peuvent vous sécuriser et empêcher les mauvaises herbes de monter en graines mais n'apportent rien du point de vue du rendement.

Évitez les traitements d'urgence.

Pour éviter les passages de machinerie en réaction à l'apparition d'une poussée de mauvaises herbes, il importe de connaître les espèces auxquelles on doit s'attendre et d'utiliser les herbicides qui les élimineront.

Évaluez le programme de lutte contre les mauvaises herbes.

Laissez une petite bande de terrain non traitée pour évaluer, par comparaison, l'efficacité des modes de répression employés. Il est toujours possible par la suite de brûler cette zone à l'aide d'un pulvérisateur portatif si l'on craint la production de semences de mauvaises herbes.



Le désherbage manuel est un bon moyen de supprimer une mauvaise herbe avant qu'elle ne s'implante.

QUELLES SONT LES RISQUES DE PERTES DE PESTICIDES?

Les pertes de pesticides dépendent de plusieurs facteurs.

FACTEURS RESPONSABLES DES PERTES DE PESTICIDES

FACTEURS CHIMIQUES :	Solubilité	• Les pesticides solubles sont facilement transportés par l'eau et présentent plus de risques de lessivage.
	Adhésion aux particules de sol	• Certains produits chimiques adhèrent très fortement aux particules de sol, si bien qu'ils présentent peu de risques de pertes.
	Taux de dégradation (demi-vie)	• Un produit chimique persistant présente plus de risques de pertes qu'un autre qui se dégrade rapidement.
	Taux d'application	• Plus le taux d'application d'un produit chimique est faible, moins grands sont les risques qu'il s'éloigne de sa cible.
	Moment des applications	• Les produits chimiques appliqués à l'automne ou au début du printemps présentent davantage de risques de pertes.
FACTEURS DE SOLS :	Texture	• Les pertes sont plus grandes dans les sols sableux, du fait qu'ils se drainent plus facilement et se lient moins bien aux produits chimiques.
	Pente	• Les pesticides qui se lient aux particules de sol se perdent plus facilement sur les pentes abruptes vulnérables à l'érosion.
	Profondeur de la nappe phréatique	• Les risques de contamination sont plus grands quand la nappe phréatique est à faible profondeur. Au printemps et à l'automne, lorsque la nappe phréatique est haute, les produits chimiques risquent davantage de contaminer les eaux souterraines.
FACTEURS D'APPLICATION :	Conditions atmosphériques suivant la pulvérisation	• De fortes pluies dans les jours qui suivent la pulvérisation peuvent entraîner de fortes proportions de produits chimiques.
	Précautions prises par l'opérateur	• Des taux excessifs, des pulvérisateurs non calibrés, de la négligence au niveau de la manipulation, un épandage à trop faible distance d'un cours d'eau ou par temps venteux sont autant de facteurs qui augmentent les pertes.

SOYEZ VIGILANTS DANS L'EMPLOI DE PESTICIDES

Prévenez la contamination de la nappe souterraine.

Ne remplissez jamais l'épandeur directement du puits. Le puits est une conduite directe à la nappe souterraine. Des déversements à proximité de puits peuvent contaminer la nappe souterraine de différentes façons :

- directement de la surface;
- à travers les ouvertures à la base de la pompe;
- à travers la terre autour du puits.

La contamination peut aussi être provoquée par le refoulement. Le refoulement est causé par la gravité et s'entend du retour des liquides du pulvérisateur au puits quand la pompe est éteinte. Pour éviter le refoulement :

- Assurez-vous que le boyau de remplissage ou la buse reste au-dessus du niveau de liquide dans le pulvérisateur. Vous gardez ainsi un espace d'air entre l'eau et les pesticides. Ne submergez le boyau d'eau ou la buse que s'ils sont pourvus de valves spéciales qui empêchent le refoulement.

Évitez de laver ou de rincer le pulvérisateur près d'un puits.

Prévenez la contamination de l'eau de surface.

Respectez les mêmes recommandations que pour le puits. Ne remplissez jamais le réservoir du pulvérisateur directement de l'eau de surface telle que les bassins, les fossés ou les lacs. Rincez et nettoyez le pulvérisateur loin de l'eau de surface.

Protégez l'eau de surface de l'arrosage.

Le meilleur moyen de protéger un cours d'eau est de garder une zone tampon de végétation entre ce cours d'eau et le champ en culture. La zone tampon réduit les risques d'écoulement des pesticides dans le cours d'eau.

Évitez d'arroser si l'on prévoit une forte pluie.

Une forte pluie, immédiatement après l'application, peut emporter jusqu'à 5% d'atrazine et 3% de métalachlor (Dual). Une pluie, une semaine après l'application, ne cause pas de pertes significatives. S'il pleut immédiatement après une application d'herbicide de post-levée, l'efficacité du traitement diminue. Les répercussions varient selon le produit. Aussi faut-il bien lire l'étiquette.

Surveillez de près les taux d'application. Calibrez avec précision le pulvérisateur.

Appliquez les pesticides selon les taux recommandés. Si plusieurs taux sont possibles, tenez compte du type de sol et de la gravité du problème. Calibrez votre pulvérisateur avec précision pour obtenir le bon taux d'application. Une surutilisation de pesticides coûte cher, est une forme de gaspillage et augmente inutilement la teneur du sol en pesticides. Certains herbicides subsistent dans le sol et causent du tort à la culture subséquente.

Lorsque vous pulvérisez, réduisez la dérive des pesticides.

Les gouttes larges dérivent moins que les gouttes fines. La pulvérisation à basse pression produit les gouttes larges désirées. Si les pesticides sont pulvérisés en pré-semis ou en pré-levée, utilisez de grosses gouttes. Après la germination, l'application requiert des gouttes de grosseur moyenne. Un autre moyen de réduire la dérive est d'augmenter le volume d'eau (plus de 170 l/ha (10 gal/acre)) et d'utiliser de plus grosses buses. Si les vents dépassent les 8 km/h (5 m/h), retardez l'arrosage.

Réduisez la teneur du sol en pesticides.

Plus on applique de pesticides, plus les risques de contamination de l'eau souterraine et de l'eau de surface sont grands. Les herbicides appliqués adéquatement se dégraderont avant d'être lessivés vers l'eau souterraine. Cependant, les eaux de ruissellement peuvent aussi contenir des pesticides. Si le traitement réussit, essayez la prochaine fois de régler le taux d'application au minimum prescrit. Sachez que tous les pesticides ont leurs inconvénients et que ceux-ci ont plus de chances d'apparaître aux taux d'application les plus faibles.



Prévenez la contamination des eaux de surface en aménageant une zone tampon.

Il est arrivé qu'on retrouve des herbicides tels que l'atrazine, le métalachlor (Dual), le métribuzine (Sencor et Lexone) et le simazine (Princep) dans les eaux souterraines et de surface. Consultez le tableau suivant pour connaître les risques de pertes associés à différents herbicides.

RISQUES DE PERTES ASSOCIÉS À CERTAINS PRODUITS CHIMIQUES

PESTICIDE	PERTES DUES AU RUISSELLEMENT	PERTES DUES AU LESSIVAGE
ATRAZINE	Moyennes	Grandes
BANVEL	Petites	Grandes
BASAGRAN	Petites	Moyennes
BLADEX	Moyennes	Moyennes
2,4-D AMINE	Moyennes	Moyennes
DUAL	Moyennes	Moyennes
FUSILADE	Grandes	Petites
LEXONE, SENCOR	Moyennes	Grandes
LINURON	Grandes	Moyennes
POAST	Petites	Petites
ROUNDUP	Grandes	Petites
TREFLAN	Grandes	Petites
COUNTER	Moyennes	Petites
DYFONATE	Grandes	Moyennes
BAYLETON	Moyennes	Moyennes
TILT	Moyennes	Moyennes

REMARQUE : Ce tableau est fondé sur les caractéristiques chimiques des ingrédients actifs. Les risques varient aussi en fonction des caractéristiques liées à l'épandage.

Respectez les mises en garde et sachez comment réagir en cas d'urgence.

Lisez attentivement toutes les étiquettes des produits. Portez des vêtements protecteurs et ayez des plans d'action en cas de déversement ou d'empoisonnement. Affichez les numéros de téléphone d'urgence près du téléphone et informez bien tout le monde à la ferme des mesures d'urgence.

S'il se produit un déversement, confinez-le à l'endroit où il s'est produit et demandez ensuite l'aide du ministère de l'Environnement pour le nettoyage.

Pratiques de gestion optimales des pesticides

- Alternez les familles de pesticide.
- Réduisez l'emploi de produits chimiques.
- Calibrez le pulvérisateur et appliquez les pesticides avec soin.
- Pratiquez la rotation des cultures.
- Utilisez des zones tampons et des cultures couvre-sol.
- Respectez les modes d'emploi des produits.

PLANIFICATION DES CULTURES ET TENUE DES REGISTRES

Il est important pour l'évaluation de vos pratiques de bien planifier vos cultures et de tenir des registres détaillés des résultats obtenus. Les registres permettent d'identifier les facteurs de réussite, mais surtout les facteurs d'échec. Il est bon de se reporter à des notes pour cerner un problème. La mémoire seule ne permet pas de rassembler suffisamment d'éléments d'information pour fournir les réponses recherchées.

Voici les données à conserver pour chaque champ:

- Applications de pesticides, d'engrais et de fumier.
- Variétés de semences.
- Taux et dates d'application.
- Conditions atmosphériques au moment des pulvérisations (température de l'air, vitesse du vent, humidité relative, etc.)
- Conditions de sol au moment des opérations culturales.
- Rendements et qualité des récoltes.

Évaluez le succès de votre gestion et comparez vos résultats à ceux des programmes de recherche. Il se peut que vous puissiez apporter des améliorations auxquelles vous n'avez pas pensé.

L'Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario diffuse des registres à cet effet.

