

GUIDE

IMPLANTATION ET ENTRETIEN

D'UNE PELOUSE DURABLE

GUIDE

IMPLANTATION ET ENTRETIEN

D'UNE PELOUSE DURABLE

Édition

Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale
du Québec (FIHOQ), 2008

Réalisation et production

Association des producteurs de gazon du Québec (APGQ)

Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale
du Québec (FIHOQ)

Responsable du projet, coordination et supervision des travaux
Sophie Rochefort, Ph.D., agr., FIHOQ

Orientation et contenu

Membres du comité (voir liste des membres, couvert 3)

Rédaction

Caroline Martineau, dta, agr., IQDHO

Brigitte Mongeau, dta, IQDHO

Sophie Rochefort, Ph.D., agr., FIHOQ

Révision technique

Sophie Rochefort, Ph.D., agr., FIHOQ

Révision linguistique

Renée Normandin, Atelier Soleil

Conception graphique de la couverture

Shirley Bassé, graphiste

Infographie des pages intérieures

Catherine Lampron, infographiste

Photographies

Les crédits photos sont inscrits au bas de chacune des photos.

Impression

Presse Papiers

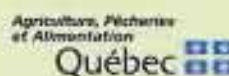
Soutien à la réalisation

Équipe de la FIHOQ

Publication

Cette publication a été rendue possible grâce à la contribution
financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation du Québec, dans le cadre du Programme d'appui
financier aux associations de producteurs désignées – Volet « Initiatives ».

Ce guide a été rendu possible également grâce à un investissement
important de la FIHOQ, de l'APGQ et de l'ensemble de l'industrie
de l'horticulture ornementale.



Cette publication est également disponible en version électronique, texte seulement,
sur les sites suivants : (www.fihq.qc.ca) et (www.gazonculture.qc.ca).

ISBN : 978-1-9810450-0-1

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2008

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2008

Chapitre 2 Entretien d'une pelouse établie

2.1 Tonte

La tonte est l'opération d'entretien d'une pelouse qu'on effectuera le plus souvent lors d'une saison ; il est donc essentiel qu'elle soit effectuée adéquatement afin d'obtenir une pelouse saine et vigoureuse possédant des racines profondes.

Plusieurs facteurs sont à considérer dans une régie de tonte tels la hauteur et la fréquence, les conditions climatiques et l'équipement utilisé.

Voici les avantages que peut apporter une régie de tonte adéquate de la pelouse:

- Augmentation de la résistance de la pelouse à la sécheresse et à la chaleur;
- Développement racinaire en profondeur;
- Augmentation de la présence de microorganismes dans le sol favorisant la décomposition de la matière organique et la minéralisation des éléments fertilisants lorsque les résidus de tonte de la pelouse sont laissés au sol²²;
- Augmentation de la densité de la pelouse en favorisant sa vigueur;
- Maintien de la coloration verte de la pelouse²¹;
- Réduction des problèmes causés par les organismes nuisibles;
- Diminution du nombre d'interventions culturales nécessaires (aération, sursemis, terreautage, etc.);
- Maintien de l'humidité du sol.

2.1.1 Hauteur et fréquence de la tonte

A) LA HAUTEUR DE TONTE

La hauteur de coupe est un paramètre important dans les opérations de tonte. Une pelouse maintenue trop courte en été (moins de 5 cm) possède une surface foliaire et un enracinement réduits, limitant la production de la photosynthèse nécessaire au maintien de la vigueur de la plante. Une pelouse maintenue plus longue favorise l'augmentation de la photosynthèse, le maintien d'une humidité du sol plus élevée et une coloration plus verte du feuillage³⁵.

i- Au printemps et à l'automne

La première tonte du printemps doit être plus courte (5 cm) afin de faciliter le nettoyage (débris, défeutrage, etc.) de la pelouse à l'aide d'un râteau. De plus, cette hauteur de tonte permet au sol de se réchauffer plus rapidement, favorisant ainsi la croissance de la pelouse. Par la suite, il est recommandé de tondre à une hauteur de 8 cm.

À l'automne, il est recommandé de pratiquer la dernière tonte à une hauteur de 5 cm afin de diminuer les risques de développement de certaines maladies dues aux conditions plus humides. La pelouse étant plus courte avant la période hivernale et durant le dégel printanier, l'humidité dans la pelouse, créée par les températures plus fraîches et la rosée, diminuera plus rapidement.

- ii En été lors ou lors de périodes chaudes et sèches
Pendant cette période, la hauteur de tonte recommandée est de 8 cm.
Une tonte plus haute en été permet de :
- diminuer les risques d'invasion de plantes indésirables, car l'ombrage créé sur le sol défavorise la germination des graines des plantes indésirables;
 - augmenter la résistance de la pelouse à la sécheresse puisqu'une herbe plus longue crée de l'ombre et favorise une meilleure conservation de l'eau dans le sol et possède un système racinaire plus profond;
 - diminuer les dommages causés par le piétinement.

Comment la pelouse se comporte-t-elle en période de canicule ?

- En été, lorsque la chaleur est intense et que le sol est sec, la pelouse entre en semi-dormance, c'est-à-dire qu'elle cesse de croître. En général, elle peut demeurer en phase de dormance plusieurs semaines sans que les conséquences ne soient graves.
- Il est donc recommandé de ne pas tondre en période de canicule et de sécheresse puisque la croissance de la pelouse cesse pendant cette période.
- La pelouse sort de cette dormance et reverdit dès que les conditions climatiques (plusieurs heures de pluie consécutives) reviennent à la normale.

Le fait d'effectuer une tonte trop courte a pour conséquence de rendre la pelouse plus vulnérable à la sécheresse, à l'envahissement par les herbes indésirables et à l'attaque de certains insectes. Ainsi, la hauteur de tonte est l'une des pratiques culturelles essentielles afin de s'assurer l'obtention d'une pelouse durable.

Une pelouse plus longue, soit environ 8 cm, possède davantage de réserves pour survivre en périodes de canicule et pendant la période de dormance.

La hauteur de tonte peut-elle faire économiser de l'eau ?

Oui, car en tondant la pelouse à une hauteur de 8 cm en été, le sol conserve mieux son humidité et, ainsi, diminue ses besoins en eau.

En augmentant la hauteur de tonte en été, les brins d'herbe créent de l'ombre au sol et permettent de réduire l'assèchement du sol et, par conséquent, d'économiser l'eau.

Incidence de la hauteur de tonte sur la croissance des racines

Des recherches réalisées à L'Université de Guelph démontrent que la hauteur de tonte a un effet direct sur la profondeur des racines des graminées de pâturin du Kentucky²¹.

Les résultats ont démontré que la profondeur des racines était deux fois et demie plus longue que la hauteur de tonte²¹. La hauteur de tonte peut influencer directement sur la croissance des racines de la pelouse^{21, 36} et ce, particulièrement lorsque les conditions de sol sont adéquates ou lorsque le sol a été ameubli au préalable. Une pelouse qui a des racines qui sont courtes peut ne pas avoir suffisamment de réserves pour satisfaire ses besoins métaboliques (respiration, etc.) lors des périodes de canicule. L'impact de la tonte d'une pelouse au système racinaire peu développé est plus apparent durant les périodes de sécheresse en été.

Figure 1. Impact de la hauteur de tonte sur la croissance des racines (Tiré de MDDEP, 2004²⁶) (voir page 133)

B) LA FRÉQUENCE DE TONTE

Le taux de croissance du gazon varie beaucoup au cours de la saison. Ceci dépend de la disponibilité des ressources qui sont nécessaires à sa croissance comme la lumière, la chaleur, l'eau et les éléments nutritifs. La croissance est généralement plus rapide au printemps et à l'automne, et moins importante durant l'été. Bien que la pratique courante soit de tondre une fois par semaine au printemps ainsi qu'à l'automne, et de tondre moins fréquemment en été, la règle d'or dans une régie de pelouse durable est de ne tondre qu'un tiers du brin d'herbe en une seule fois pour éviter d'affaiblir la pelouse (règle du tiers). La règle du tiers consiste à couper seulement le tiers de la longueur du brin de gazon. Par exemple, si la pelouse a atteint une hauteur d'environ 12 cm, la hauteur de tonte devrait se faire à 8 cm. Enlever plus du tiers de la longueur du brin d'herbe lors de la tonte, crée un stress pour la pelouse et diminue sa capacité à accumuler des réserves.

Ainsi, il est difficile d'établir un calendrier de tonte universel puisqu'il est plutôt recommandé de bien respecter les conditions réelles de croissance de la pelouse en ajustant la fréquence de tonte à la hauteur recommandée et par la règle du tiers. Lorsqu'elle est trop longue, il s'agit de tondre la pelouse en deux étapes en coupant au maximum 2,5 cm à la fois à deux ou trois (2-3) jours d'intervalle pour éviter d'affaiblir la pelouse.

Figure 2. Courbe de croissance de la pelouse durant la saison (Adapté de Carrow et al., 2001¹³) (voir page 133)

Comment réduire la fréquence de tonte ?

- En augmentant la hauteur de la tonte à 8-10 cm, ceci permet de réduire de moitié la fréquence de tonte³⁶;
- En appliquant l'engrais printanier juste après la période de poussée de croissance pour favoriser la croissance racinaire au détriment du feuillage²¹. À titre d'information, cette période correspond à, environ, la fin juin dans la région de Montréal³⁶.

2.1.2 Équipement pour la tonte

A) TYPES DE TONDEUSES

Un bon entretien de la pelouse, en particulier une bonne pratique de tonte, comporte le choix approprié d'une tondeuse. La sélection d'un modèle doit tenir compte des besoins et de l'utilisation du site, de la superficie et de la topographie du terrain. Il est également souhaitable de choisir des modèles moins polluants afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

L'utilisation d'appareils à lame déchiqueteuse est recommandée pour effectuer la pratique d'herbicyclage. Les tondeuses rotatives électriques sont également un bon choix puisqu'elles sont beaucoup moins polluantes.

Il existe deux types de tondeuses : tondeuse à rouleau et tondeuse rotative.

Voici certaines caractéristiques associées à la tondeuse à rouleau :

- Adaptée aux petites surfaces de terrain (< 185 m²);
- Peu polluante;
- Peu adaptée à la hauteur de coupe recommandée en période estivale car elle ne peut s'ajuster à plus de 4,2 cm de haut.

Voici certaines caractéristiques associées à la tondeuse rotative:

- Adaptée aux surfaces de terrain de plus de 800 m²;
- Adaptée pour différentes hauteurs de tonte;
- Moins écologique que la tondeuse à rouleau car elle nécessite de l'essence pour son fonctionnement;
- Adaptée aux tontes de pelouse denses et à l'herbicyclage.

B) AFFÛTAGE DES LAMES

Les lames de tondeuse doivent être maintenues bien affûtées afin d'obtenir une coupe nette. Il est préférable d'aiguiser les lames de la tondeuse au printemps et de les garder bien affûtées durant la période d'utilisation en effectuant plusieurs aiguisages durant la saison. Pour les tondeuses utilisées par des propriétaires de terrains résidentiels, il est recommandé d'affûter les lames une à deux fois par saison pour éviter de déchirer la pelouse plutôt que de la couper. Des brins d'herbe écorchés sont plus vulnérables aux maladies, augmentent les pertes en eau et donnent à la pelouse une apparence brunâtre pendant plusieurs jours suivant la tonte. Les lames s'abîment généralement moins, lorsque la hauteur de tonte recommandée est respectée puisque les risques de couper l'herbe trop près du sol sont moins probables.

Technique d'affûtage des lames :

- Débrancher la bougie d'allumage et porter des gants;
- Coincer la lame sous un bloc de bois pour l'immobiliser;
- Vaporiser un lubrifiant sur l'écrou de retenue;
- Dévisser l'écrou à l'aide d'une clé à rochet;
- Affûter la lame à l'aide d'une lime ou d'une meule à disque. Limer toujours le métal dans le même sens, soit de l'intérieur vers l'extérieur en suivant le biseau original;
- Poser la lame à l'horizontale sur un cône d'équilibrage ou vérifier son équilibrage à l'aide d'un tournevis ou sur un clou fixé dans un étau que l'on place dans l'orifice de l'axe central. La lame doit se tenir en équilibre pour éviter les vibrations. Retoucher le côté de la lame opposée à celle qui tombe, jusqu'à ce que l'équilibre parfait soit obtenu. Déplacer la lame pour vérifier qu'elle tienne en place dans toutes les directions. Les lames doivent être bien balancées après l'affûtage pour réduire les vibrations et prolonger la vie de la tondeuse;
- Remonter la lame sur la tondeuse en disposant les ailettes orientées vers le haut.

2.1.3 Résidus de tonte

La tonte de la pelouse engendre des quantités importantes de matière organique appelée rognures ou résidus de tonte. Les résidus de tonte fournissent un apport nutritionnel important au sol tout en réduisant les quantités de résidus verts à collecter par la municipalité comparativement à s'ils sont laissés au sol¹¹. C'est ce qu'on appelle « l'herbicyclage ». Plusieurs types de tondeuses telles que les tondeuses déchiqueteuses, permettent le déchiquetage des brins de gazon lors de la tonte accélérant ainsi leur décomposition.

Les principaux avantages de l'herbicyclage sont :

- Réduction de la quantité d'engrais à appliquer sur les gazons en santé pouvant aller jusqu'à environ 25 %^{4, 14, 29}. Des travaux de recherche du Rodale Institute Research Center ainsi qu'une étude effectuée au Colorado ont porté sur l'analyse minérale des résidus de tonte de gazon²³. Les résultats ont démontré qu'un an de résidus de tonte sur une surface de 93 m² (1000 pi²) contenait l'équivalent de 450 g d'azote, 50 g de phosphore et 300 g de potassium et ce, pour une pelouse à entretien minime²³;
- Diminution du temps requis pour la tonte et pour la disposition des résidus;
- Réduction substantielle des besoins en terreautage car les résidus de tonte fournissent de la matière organique au sol^{27, 29};

- Amélioration de l'apparence générale de la pelouse. Les pelouses où l'on recycle les résidus de tonte verdissent plus tôt au printemps et restent plus vertes à l'automne^{21, 27};
- Diminution du développement des mauvaises herbes. Les pelouses sur lesquelles les résidus de tonte sont laissés sur place ont moins de plantes indésirables à feuillage large que les autres pelouses²⁷ ;
- Réduction importante du volume de déchets dans les sites d'enfouissement, puisque les résidus de tonte sont composés en grande partie d'eau;
- Une amélioration du taux de pénétration de l'eau puisque l'on ajoute de la matière organique au sol;
- Contribution dans la conservation de l'humidité du sol puisque les résidus en se transformant en humus, améliorent la composition du sol et favorisent ainsi une meilleure rétention en eau du sol;
- Diminution des besoins en eau, car l'herbicyclage, en favorisant l'ombrage du sol réduit les pertes d'eau reliées à l'évaporation;
- Diminution des risques de lessivage car l'azote contenu dans les résidus de tonte est emmagasiné dans la matière organique du sol.

Quand devons-nous laisser les débris de tonte au sol ?

- Lorsque les brins d'herbe ne sont pas humides car les couches de plus de 0,5 cm d'épaisseur peuvent étouffer la pelouse. La coupe du brin d'herbe sec est plus nette et les résidus de tonte sont distribués plus uniformément;
- Lorsque la pelouse n'est pas parsemée de plantes indésirables en graines pour éviter de disséminer les semences;
- Lorsque la pelouse n'est pas trop longue (en respectant la règle du tiers pour la tonte).

L'herbicyclage contribue-t-il à l'accumulation du feutre ?

Les résidus de tonte de la pelouse ne contribuent pas à l'accumulation du feutre puisqu'ils se décomposent facilement (après 1 ou 2 jours) lorsque le sol est en bonne condition et que les pratiques de tonte sont bien effectuées²⁷.

La présence de résidus de tonte peut être un problème pour l'accumulation du feutre si la pelouse est maintenue trop longue et que, suite à la tonte, une quantité excessive des résidus de tonte est laissée sur place.

Des recherches effectuées par l'Association des Horticulteurs du Nouveau-Brunswick¹⁴ et de l'Université du Michigan²⁸ ont démontré que les résidus de tonte laissés au sol ne contribuent pas à l'accumulation du feutre sur un gazon sain. Lorsque les bactéries du sol sont actives, les microorganismes décomposent rapidement les résidus de tonte.

Il peut avoir accumulation de feutre si la vie microbienne du sol est peu active. Une faible activité des microorganismes du sol peut-être attribuable à des conditions de sol acide, mal drainé ou compact.

2.1.4 Autres recommandations sur les bonnes pratiques de tonte

Conditions de tonte

- Ne pas tondre lorsque le feuillage de la pelouse est humide ou mouillé suite à une rosée, une pluie ou un arrosage. La distribution des résidus de tonte est beaucoup plus uniforme lorsque la pelouse est sèche;
- Éviter de tondre lorsque le sol est très humide afin de minimiser la compaction du sol;
- Ne pas tondre en périodes de stress hydrique ou de canicule;
- Lorsque trop abondants, disperser uniformément les amas de résidus de tonte sur la pelouse.

Direction de la tonte

La direction de la tonte doit préférablement être alternée d'une tonte à l'autre pour réduire les accumulations d'herbe coupée et pour éviter la compaction du sol lorsque la tondeuse passe constamment aux mêmes endroits sur le terrain. Il est recommandé de tondre à angle droit (90°) de la coupe précédente pour éviter que les brins d'herbe soient toujours placés dans la même direction.

Procédure de tonte dans les pentes escarpées

- La tonte est à proscrire sur des terrains trop abrupts (au-delà de 30° soit 58%);
- Dans les pentes dont le pourcentage d'inclinaison est inférieur à 58%, la hauteur de tonte doit être ajustée entre 9 et 10 cm afin d'éviter de raser la pelouse au sol dans le haut de la pente;
- Lorsque la tonte se fait sur des pentes, il convient d'être particulièrement prudent et de changer de direction avec beaucoup de précautions. Il est recommandé de remonter et descendre la pente plutôt que de la longer.

2.2 L'irrigation

L'objectif principal de l'irrigation d'une pelouse est de pouvoir maintenir cette dernière en santé lorsque les précipitations naturelles ne suffisent pas à subvenir à ses besoins. Le moment pour irriguer, la quantité d'eau nécessaire ainsi que les pratiques de conservation de l'eau pour une pelouse établie seront présentées dans cette section.

Tel que mentionné au Chapitre 1, la qualité du sol en place influera grandement sur les besoins ultérieurs en eau de la pelouse. Ainsi, le choix d'un bon sol lors de l'établissement est le premier facteur à considérer dans un objectif de conservation de l'eau. Le choix des graminées à gazon sera également un autre facteur important. Une plante établie dans de bonnes conditions de croissance (type de sol, degré d'ensoleillement, etc.) sera beaucoup plus tolérante aux stress hydriques.

Devons-nous arroser la pelouse ?⁵

Ceci dépendra de plusieurs facteurs tels que le sol en place (texture, structure et épaisseur), les pratiques d'entretien, la région, la pluviométrie et également les attentes du propriétaire du terrain. Par exemple, au Québec, les précipitations de pluie sont plus abondantes au printemps (avril et mai) et à l'automne (fin août, septembre et octobre). Toutefois, au courant de l'été (surtout en juillet et août), il peut survenir des périodes de canicule et de sécheresse pouvant parfois durer plusieurs semaines dans certaines régions. Lors de ces périodes, les pertes d'eau par évapotranspiration dépassent la capacité d'absorption en eau du système racinaire entraînant ainsi un flétrissement et un jaunissement de la plante. Lorsque ces périodes perdurent, la pelouse, particulièrement le pâturin du Kentucky, entre alors dans une phase de dormance. Durant cette phase, la pelouse est dans une condition lui permettant de préserver ses parties vitales en ralentissant ses fonctions métaboliques. La phase de dormance de la pelouse permet de réduire ses besoins en eau et peut ainsi concentrer l'humidité du sol encore disponible au niveau de la couronne, des rhizomes et des racines. Cette dormance permettra aux graminées à gazon de survivre aux conditions adverses durant une certaine période et ce, jusqu'à ce que les réserves en eau du sol soient à nouveau rétablies. L'irrigation d'une pelouse est particulièrement nécessaire lors de périodes de sécheresse prolongées (plusieurs semaines) afin de prévenir la déshydratation des parties vitales de la pelouse.

2.2.1 Les besoins en eau de la pelouse

La quantité d'eau nécessaire à une pelouse variera selon les espèces. Par exemple, la fétuque élevée, grâce à un système racinaire plus profond que les autres graminées des climats frais, a une très bonne tolérance aux stress hydriques¹⁰. De façon générale, les mélanges de pâturin, de fétuques et d'ivraie requièrent environ 2,5 cm d'eau par semaine (eau de pluie ou d'irrigation) en une seule fois afin que l'eau pénètre le sol jusqu'à une profondeur de 10 à 15 cm³³.

La quantité d'eau à appliquer varie également en fonction d'autres facteurs tels :

- Le type de sol;
- La température de l'air;
- L'exposition au vent;
- Le taux d'évaporation de l'eau;
- Le degré d'ensoleillement;
- L'humidité relative et l'humidité du sol;
- Le niveau de piétinement;
- La hauteur de tonte;
- La présence d'arbres et d'arbustes à proximité de la pelouse.

Selon Harivandi et Gibeault (1990)²⁵, le niveau de tolérance à la sécheresse de certaines espèces de graminées à gazon placées en ordre décroissant est:

Fétuque élevée>fétuque fine>pâturin du Kentucky>ivraie vivace.

Quelques particularités des besoins en eau des graminées à gazon :

- Le pâturin du Kentucky entre en dormance pour mieux résister à la sécheresse. Lorsque ces conditions persistent, 5 mm d'eau par semaine sont nécessaires afin d'hydrater les parties vitales (ex. : couronne) de la graminée;
- Les fétuques fines et l'ivraie vivace peuvent nécessiter une irrigation de 2,5 cm par semaine en période de sécheresse;
- La fétuque élevée est résistante à la sécheresse lorsque la hauteur de coupe est de 8 cm ou plus.

Comment vérifier la quantité d'eau apportée?

Dans le cadre d'une gestion durable de l'eau, il est important de vérifier la quantité d'eau apportée, de façon à éviter le gaspillage, mais également pour s'assurer d'apporter suffisamment d'eau à la pelouse afin de favoriser un développement du système racinaire en profondeur.

Voici une méthode simple que les propriétaires de pelouse peuvent utiliser afin de vérifier et d'ajuster la quantité d'eau apportée:

- Mesurer l'apport d'eau à l'aide d'un pluviomètre ou d'un contenant gradué :
 - Placer quatre à six boîtes de conserve de même diamètre entre l'arroseur et la périphérie du jet d'eau à différents endroits sur la pelouse pour récolter l'eau du système d'irrigation; faire fonctionner le système d'irrigation 30 minutes et mesurer l'eau dans le contenant.
 - Vérifier visuellement s'il y a du ruissellement d'eau pendant que le système fonctionne et pour connaître le débit à l'heure du système;
 - Vérifier sur quelle profondeur l'eau a pénétré dans le sol en utilisant une pelle ou en soulevant la tourbe peu après l'irrigation;
- Ajuster la quantité d'eau à apporter en fonction des précipitations reçues (calcul : 25 mm d'eau requis/semaine moins la quantité en mm de pluie reçue dans la semaine = la quantité à ajouter) et du degré d'humidification du sol.

Tel que mentionné précédemment, le sol en place sera déterminant dans la quantité en eau qui devra être apportée à une pelouse. Deux caractéristiques du sol détermineront la quantité d'eau à apporter à une pelouse ainsi que la fréquence d'irrigation : les capacités de rétention et d'infiltration de l'eau du sol.

L'eau ne devrait jamais être appliquée à un taux qui dépasse la capacité d'absorption d'un sol. La capacité d'un sol d'absorber l'eau à un certain taux dépendra de plusieurs facteurs lesquels sont les plus souvent associés directement ou indirectement à des problèmes physiques du sol. Les propriétés d'un sol qui gouvernent l'infiltration de l'eau sont : la texture, la structure et le degré de compaction d'un sol. La texture et la structure n'influent pas uniquement sur l'infiltration de l'eau, mais également sur la capacité de rétention de l'eau et de drainage d'un sol.

Un sol qui a une bonne agrégation (structure) permet une infiltration plus rapide qu'un sol ayant une structure inadéquate. La compaction, qui réfère à une réduction ou une perte d'agrégation (mauvaise structure), entraînera substantiellement une réduction du taux d'infiltration de l'eau.

Un autre facteur important qui exercera une influence sur la capacité d'un sol à absorber l'humidité est le taux auquel l'eau est appliquée. Il est donc important de déterminer d'abord la texture et la structure d'un sol afin d'éviter d'appliquer des volumes d'eau que le sol n'est pas en mesure d'absorber et ainsi de risquer d'entraîner des pertes d'eau.

Le tableau 1 indique le temps nécessaire pour la pénétration de l'eau dans différents types de sols. En effet, le temps de pénétration de l'eau dans la pelouse varie selon la texture du sol. En général, les sols lourds (de type argileux) absorbent l'eau lentement puisqu'ils sont composés de particules fines séparées par de petits espaces appelés micropores. Dans les sols sablonneux, l'eau pénètre beaucoup plus rapidement puisque les espaces entre les particules, les macropores, sont plus grands. Conséquemment, la texture du sol influera donc sur la réserve en eau d'un sol qui elle aussi variera d'un sol de type argileux à sablonneux.

Tableau 1. Le temps de pénétration de l'eau selon le type de sol (Adapté de Better Lawn & Turf Institute, 2007⁵)

Type de sol	Infiltration mm / heure	Durée / 2,5 cm Temps de pénétration / heure
Sable	50,00	0,50
Loam sableux	25,00	1,00
Loam	12,70	2,00
Loam limoneux*	10,00	2,25
Loam argileux	7,60	3,30
Argile	5,00	5,00

*Type de sol recommandé pour la pelouse

2.2.2 Quand faut-il irriguer ?

Le moment d'irrigation sera principalement établi en fonction des conditions climatiques et des besoins spécifiques de la pelouse¹¹. L'irrigation devrait se faire avant l'apparition de symptômes importants de stress hydrique afin d'éviter des dommages permanents et irréversibles à la pelouse.

Quels sont les symptômes d'un manque d'eau sur une pelouse?

Suite à une période prolongée de sécheresse, la pelouse présentera des symptômes de stress hydrique pouvant être décrits comme suit :

- Apparition d'une coloration vert bleuté sur les brins d'herbe du pâturin;
- Apparition de zones plus foncées sur la pelouse, résultant de l'enroulement des feuilles sur elles-mêmes;
- Après piétinement, la pelouse ne se redresse pas;
- Flétrissement des brins d'herbe et apparition d'une coloration vert grisâtre lorsque le stress hydrique perdure;
- Arrêt de croissance (dormance) et apparition d'une coloration jaune à brune des brins d'herbe.

Lorsqu'une irrigation est nécessaire, le moment idéal de la journée pour la réaliser est tôt le matin soit entre 4 heures et 10 heures^{4, 11, 18, 33}. À ce moment de la journée, les conditions climatiques, comme la température et le vent, sont adéquates pour réduire le taux d'évaporation de l'eau. De plus, durant cette période, la présence d'eau sur le feuillage de la pelouse s'assèchera rapidement et ainsi n'entraînera pas le développement de maladies fongiques.

La pelouse peut également être arrosée en début de soirée (entre 18 h et 20 h). Comme pour la période du matin, les conditions de température et de vent généralement retrouvées en début de soirée sont adéquates. Toutefois, le risque de développement de maladies est plus important car le feuillage s'assèchera moins rapidement que lorsqu'il est arrosé tôt le matin.

Quelles sont les périodes optimales pour arroser la pelouse?

- Arroser tôt le matin ou en début de soirée puisque le risque d'évaporation est plus faible. Ces périodes permettent d'assurer que l'eau se rend bien au sol;
- Arroser durant des périodes nuageuses ou lors de faibles précipitations puisque l'évaporation est à son minimum.

2.2.3 Fréquence d'irrigation

Tout comme la quantité d'eau à apporter à une pelouse, la fréquence d'irrigation sur une base hebdomadaire dépendra de différents facteurs tels que les caractéristiques du sol (capacité de rétention et taux de perméabilité) et du site, et la quantité des précipitations³³. Tel que mentionné précédemment, il est recommandé d'apporter généralement à la pelouse 2,5 cm d'eau par semaine en une seule application. Toutefois, sur des sols dont la capacité de rétention est faible (ex.: sols sablonneux sur base graveleuse), il sera préférable d'apporter cette quantité d'eau en deux applications par semaine, soit environ 1,3 cm d'eau par application.

Dans les sols argileux, à cause de la présence de micropores, une irrigation en une seule fois est possible, mais il faut d'abord s'assurer que le débit d'eau apportée ne sera pas supérieur au taux d'infiltration de l'eau dans le sol. Lorsqu'un problème d'infiltration d'eau dans ces sols est détecté, une aération à l'aide d'un appareil qui extrait des petites carottes de terre sur une profondeur de 10 à 15 cm permettra à l'eau de pénétrer plus facilement⁵. À l'inverse, les sols sablonneux qui sont des sols avec un taux d'infiltration élevé et une faible capacité de rétention sont plus difficiles à humidifier. Donc, les sols sablonneux nécessitent moins d'eau pour humidifier le sol à la profondeur souhaitée, mais s'assècheront plus rapidement que les sols argileux. Finalement, pour les sols de type loameux ayant une bonne structure, une seule application de 2,5 cm d'eau sera nécessaire pour obtenir une pelouse vigoureuse.

Pendant combien de temps doit-on irriguer une pelouse?

Le temps nécessaire pour l'irrigation d'une pelouse dépendra, dans un premier temps, du débit d'eau du système d'irrigation ou de l'arroseur manuel (ex. : oscillateur) et, dans un deuxième temps, de la capacité de rétention en eau du sol, tel que vu précédemment.

Généralement, et s'il n'y a pas eu de précipitations, le temps d'irrigation est de deux heures et demie par semaine dans un sol limono-sableux avec des gicleurs à débit de 1000 litres d'eau par heure pour chaque 100 mètres carrés de pelouse. L'irrigation prend cinq heures et demie pour un terrain de 225 mètres carrés avec un seul boyau d'une capacité de 1000 litres à l'heure.

2.2.4 Pratiques de conservation de l'eau

Bien que l'eau semble être la ressource la plus abondante sur la Terre, moins de 1% de cette eau est utilisable par les humains. Avec une population mondiale toujours en croissance, les besoins en eau des humains augmentent donc considérablement d'année en année. Tous les moyens permettant de conserver cette eau, qui est une eau potable, deviennent donc un enjeu capital et ce, même dans une province comme la nôtre où cette richesse peut sembler inépuisable.

Dans l'entretien d'une pelouse, les principales cause du gaspillage en eau sont reliées à de mauvaises pratiques d'irrigation et à la conception de terrains (ex. : talus, pente) augmentant les besoins en eau de la pelouse. Toutefois, pour une pelouse bien établie, plusieurs pratiques de conservation de l'eau peuvent être adoptées. En voici quelques-unes⁵:

1. Adopter de bonnes pratiques culturales

Déchaumage et aération

La pratique du déchaumage permettra de réduire la zone du feutre qui est une couche hydrophobe pouvant limiter le taux d'infiltration de l'eau dans le sol et ainsi entraîner des pertes par ruissellement. Idéalement, une pelouse devrait avoir un feutre d'un épaisseur ne dépassant pas 20 mm afin d'assurer une bonne infiltration de l'eau.

L'aération, en créant des ouvertures dans le sol, permettra également une meilleure infiltration de l'eau, plus particulièrement dans les sols argileux et dans les sols avec des problèmes de structure, notamment la compaction.

Tonte

Afin de favoriser un enracinement en profondeur et ainsi réduire les besoins en eau de la pelouse, la tonte devrait se faire à une hauteur minimale de 8 cm. Également, une pelouse plus longue diminuera l'évaporation de l'eau du sol et ainsi conservera plus efficacement l'humidité. Durant les périodes de sécheresse, il est préférable de ne pas tondre la pelouse afin d'éviter un stress supplémentaire à la plante. Lors de périodes chaudes mais avec précipitations, la tonte devrait être effectuée par temps plus frais durant la journée afin de limiter la perte d'humidité et ainsi conserver l'eau du sol. Enfin, un aiguisage de la lame de la tondeuse, plusieurs fois durant la saison de croissance, permettra une coupe franche des brins réduisant ainsi les pertes d'eau par la plante.

Herbicyclage

Il a été mentionné précédemment que l'herbicyclage est une pratique permettant d'apporter de la matière organique au sol et qu'elle contribue à l'apport de nutriments à la pelouse. Laisser les résidus de tonte sur place apporte un autre avantage non négligeable en augmentant l'humidité au sol en agissant comme un paillis, réduisant ainsi les besoins en eau de la pelouse.

2. Utiliser un système d'irrigation économe

Il existe sur le marché une grande diversité de systèmes d'irrigation. Les systèmes et les produits vont des arroseurs pressurisés à des programmeurs électroniques sophistiqués. Le système d'irrigation automatique est le meilleur outil pour une saine gestion de l'eau en aménagement paysager incluant les surfaces en pelouse. Trop souvent, on croit à tort que les systèmes automatiques consomment davantage d'eau que l'irrigation manuelle. En fait, cette perception vient souvent du fait que certains systèmes d'irrigation sont mal installés et/ou mal entretenus, entraînant des pertes d'eau.

Afin d'optimiser l'utilisation de l'eau, un système d'irrigation devrait :

- Être doté d'un détecteur de pluie ou d'humidité fonctionnel. Le détecteur de pluie est à privilégier puisqu'il tient aussi compte des irrigations subséquentes. Ainsi des économies d'eau de l'ordre de 15 à 20% peuvent être réalisées;
- Posséder une vanne maîtresse placée en aval des vannes de secteur afin d'arrêter l'irrigation à la fin des cycles en cas de bris sur une vanne de secteur;
- Respecter les normes de conception et d'installation des professionnels.

De plus, l'utilisation de programmeurs automatiques pour un système automatique d'irrigation, contribuera grandement aux économies d'eau. Parmi les fonctions disponibles des programmeurs destinées à la conservation de l'eau, il y a :

- Les heures de départs multiples qui permettent des cycles d'irrigation plus précis et plus courts;
- L'ajustement saisonnier;
Cycle et ressuyage permettant d'appliquer de l'eau à un débit qui permet au sol de l'absorber facilement et ainsi de réduire les pertes potentielles par ruissellement;
- La programmation ET qui permet au programmeur de calculer les valeurs d'évapotranspiration (ET) quotidienne et de régler automatiquement les heures de la station pour fournir uniquement l'eau nécessaire à la pelouse;
- L'ajustement pour chacune des zones particulières du terrain, d'un régime d'irrigation spécifique (création de zones d'irrigation).

Pour tout type de système d'irrigation, l'entretien régulier est également important pour la conservation de l'eau. L'irrigation excessive, une pression non uniforme, et des tuyaux endommagés viendront détruire tous les efforts pour une meilleure utilisation de l'eau. Il est donc essentiel de procéder à une inspection périodique du système d'irrigation afin de détecter rapidement ces irrégularités.

3. Éviter les pentes abruptes

Une pelouse sur un terrain en pente et sur des talus aura tendance à s'assécher plus rapidement et nécessitera alors un apport en eau plus important. De plus, si l'irrigation de la pelouse dans les pentes n'est pas effectuée adéquatement (voir encadré), cela pourrait entraîner le ruissellement de cette eau.

Comment irriguer les terrains en pente ?

Même les pentes les plus douces peuvent être difficiles à irriguer puisque la gravité favorise l'écoulement de l'eau vers le bas avant même que le sol ne puisse l'absorber. Voici quelques techniques qui pourront aider à diminuer ce problème :

- Utiliser un équipement qui distribue l'eau plus lentement comme un arroseur oscillant ou un boyau suintant;
- Utiliser un système par goutteur qui irrigue directement au niveau des racines dans le sol;
- Interrompre l'irrigation fréquemment pour permettre une meilleure pénétration de l'eau dans le sol.

4. Adapter le programme de fertilisation

Lors de périodes de canicule, réduire ou éliminer l'application d'engrais azoté car ce dernier aura pour effet de stimuler la croissance du feuillage au détriment du système racinaire, rendant ainsi la pelouse plus vulnérable au manque d'eau.

5. Limiter le piétinement sur la pelouse

En période de sécheresse, le piétinement peut endommager les graminées à gazon, plus particulièrement au niveau de la couronne et causer une déshydratation presque immédiate en plus de favoriser la compaction du sol.

6. Récupérer l'eau de pluie

Une autre façon d'économiser l'eau potable et de mieux conserver la ressource « eau », est la récupération et l'utilisation de l'eau de pluie pour arroser la pelouse. Il existe actuellement des systèmes permettant d'acheminer les eaux pluviales des gouttières des bâtiments disposées en bordure du toit au niveau d'une cuve de récupération d'eau de pluie. Ainsi, la pluie qui tombe sur le toit de la maison est canalisée dans des gouttières reliées à un baril, une citerne ou un bassin collecteur. Une pompe électrique achemine l'eau de la cuve vers le système d'irrigation ou le boyau d'irrigation.

2.3 La fertilisation

Comme pour tous les végétaux, la pelouse a besoin de certains éléments minéraux pour sa croissance. Ses besoins peuvent être en partie comblés par le milieu de vie dans lequel elle se trouve, c'est-à-dire le sol sur lequel elle est cultivée.

Pour croître et se développer, la pelouse a besoin d'eau, de lumière, de carbone, d'oxygène et d'éléments minéraux.

- L'air fournit le carbone et l'oxygène qui sont fixés grâce au processus de la photosynthèse ;
- Les éléments minéraux sont fournis par le sol et par l'apport de la fertilisation. Les principaux éléments minéraux absorbés sont l'azote, le phosphore, le potassium, le magnésium, le calcium et le fer. Des oligo-éléments sont également nécessaires mais en quantité moindre.

En plus du niveau de fertilité du sol, la pratique de l'herbicyclage ainsi que les espèces de graminées à gazon auront une incidence sur le programme annuel de fertilisation. Les éléments minéraux du sol sont prélevés au cours de la croissance de la pelouse. Cependant, lorsque les résidus de tonte sont laissés sur la pelouse, plusieurs éléments minéraux sont retournés au sol et seront éventuellement disponibles à nouveau. Dans un système cultural où les éléments nutritifs nécessaires sont équilibrés avec les éléments nutritifs retournés à la pelouse (par les résidus de tonte et autres), il se peut que la fertilisation soit réduite.

De plus, les besoins nutritifs de la pelouse évoluent au cours de son développement. Les éléments nutritifs doivent être disponibles au bon moment, à la bonne dose et sous une forme assimilable par la plante. Si les éléments ne sont pas assimilables au bon moment, la croissance de la pelouse sera limitée, sa densité sera plus faible et les éléments peuvent se retrouver dans l'environnement.

L'objectif de la fertilisation est donc d'apporter à la plante ce que le sol n'est pas en mesure de fournir en quantité suffisante. Ainsi, les principaux éléments minéraux qui seront apportés à la pelouse sont l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le fer et certains oligo-éléments. Afin de déterminer les besoins annuels de la pelouse en éléments nutritifs, il est essentiel de procéder à une analyse de sol. Cette analyse permettra de savoir si un apport supplémentaire d'éléments minéraux doit être envisagé ou si le sol contient déjà en quantité suffisante les éléments minéraux nécessaires à la croissance de la pelouse.

2.3.1 La fertilité du sol

Le sol joue un rôle essentiel dans la nutrition des plantes car il retient la solution du sol, il fixe certains éléments nutritifs, et il abrite les microorganismes qui contribueront à la transformation des éléments non assimilables en éléments directement assimilables par les plantes. Chaque type de sol a ses caractéristiques physiques et chimiques et ces caractéristiques exerceront une forte influence sur la disponibilité des éléments nutritifs.

Avant de développer un programme de fertilisation dans le but d'optimiser la croissance et le développement de la pelouse, la première démarche est de faire une analyse de sol. Une analyse aux deux ou trois à cinq ans est recommandée pour adapter de façon adéquate le programme de fertilisation et ainsi diminuer l'impact environnemental que pourrait avoir une fertilisation excessive^{11, 12, 18}. Selon les résultats d'analyse de sol, il peut être recommandé d'apporter un engrais ou un amendement afin de fournir les éléments qui sont déficients pour la croissance optimale de la plante. Une fertilisation adéquate et optimale n'ajoute que les éléments minéraux en quantité nécessaire à l'obtention d'un gazon en santé.

Un bon exemple de l'importance d'effectuer une analyse de sol est la teneur en phosphore des sols du Québec. Tous les sols du Québec sont riches en phosphore **total**, mais une grande majorité sont pauvres en phosphore assimilable²⁰. La grande réserve en phosphore des sols provient de la roche-mère (formes pratiquement insolubles) et représente plus de 80% de tout le phosphore. L'analyse de sol est spécialement utile avant l'implantation de la pelouse et lorsqu'un problème en particulier est observé. Ainsi, il sera possible d'ajuster, si nécessaire, le niveau du phosphore lors de la préparation du terrain.

Plusieurs paramètres sont mesurés lors de l'analyse de sol dont, entre autres, le pH du sol. La connaissance du pH du sol est à la base de tout bon programme de fertilisation puisque le pH influera sur l'assimilation des éléments nutritifs. Par exemple, un pH inadéquat nuit à la disponibilité des éléments nutritifs pour la plante, même si ceux-ci sont présents dans le sol. En présence d'un site qui semble démontrer des problèmes du niveau de pH, il est alors recommandé de faire une analyse de sol annuellement pour connaître à quel niveau ce pH doit être ajusté. Les informations détaillées sur le pH du sol se retrouvent à la section 1.1. *Analyse du site*, du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*.

Tel que mentionné à la section 1.3. *Préparation du sol*, du Chapitre 1, la présence d'un sol ayant les caractéristiques de culture adéquates avant l'implantation de la pelouse est essentielle pour obtenir et conserver une pelouse saine et durable. Les sols qui sont inappropriés pour la culture de la pelouse sont souvent déficients en éléments nutritifs. Dans ce cas, l'utilisateur devra sans cesse amender le sol et corriger les effets d'un mauvais sol (mauvais drainage, mauvaise structure ou texture inadéquate). C'est pourquoi l'utilisation d'un sol suffisamment riche en éléments nutritifs dès le début de l'implantation permettra d'éviter d'apporter plusieurs correctifs par la suite.

La texture du sol

Il est très important de connaître le type de sol du site qui sera utilisé pour la croissance de la pelouse. Les sols loameux sont constitués de sable, de limon et d'argile et ils sont généralement très fertiles. Ce type de sol est idéal pour la culture de la pelouse car il favorise un bon équilibre en ce qui a trait à la rétention en eau, à l'aération et aux éléments minéraux. Toutefois, au Québec, ce type de sol est plutôt rare puisqu'on rencontre surtout des sols de type sableux et argileux. Une analyse granulométrique du sol permet de connaître plus précisément la texture du sol.

La texture du sol exercera une influence directe sur le programme de fertilisation. Les sols sableux ont une faible capacité à retenir les éléments minéraux et ils doivent être fertilisés plus fréquemment et en plus petites quantités que les sols loameux et argileux. Les engrais appliqués en trop grande quantité en une seule fois, risquent d'être lessivés dans le sol. Ainsi, dans les sols sableux, il est recommandé de fractionner les apports afin de mieux répondre aux besoins en éléments nutritifs au cours de la saison. Quant aux sols argileux, ils sont riches et peuvent absorber et retenir plus d'éléments minéraux que les sols sableux. Toutefois, ce sont, en général, des sols qui sont mal aérés et mal drainés.

La matière organique joue un très grand rôle dans la fertilité des sols. Il est difficile de cultiver des plantes dans un sol ne contenant aucune matière organique. Celle-ci est importante puisqu'elle contribue à améliorer la structure du sol, l'aération, la rétention en eau et la disponibilité en éléments minéraux du sol. Le niveau de matière organique dans un sol dépend du taux d'accumulation de la matière organique et de sa décomposition⁴. La portion stable de la matière organique est appelée humus et c'est cette dernière qui aura un effet sur la structure du sol puisqu'elle lie les particules du sol entre elles et forme des agrégats stables.

La faune du sol (vers de terre, bactéries, collemboles, etc.) est le principal agent responsable de la décomposition des résidus végétaux qui deviendront éventuellement de la matière organique. La vitesse à laquelle cette décomposition se fait dépend des conditions environnementales telles la température, l'eau, l'aération, etc. Ainsi, la matière végétale sert de nourriture à plusieurs organismes du sol (vers de terre, bactéries, etc.) qui eux, la décomposent pour qu'elle devienne matière organique. Les éléments nutritifs essentiels pour la plante sont libérés suite à cette décomposition.

De façon générale, un taux minimal de 3% de matière organique (sur base sèche) doit être retrouvé dans un sol minéral⁷. Un taux de 4 à 8% de matière organique correspond à un sol en santé et permet de libérer davantage d'azote et de phosphore¹⁷. Également, à ce pourcentage de matière organique, les éléments minéraux sont davantage retenus aux particules de sol évitant ainsi leur lessivage, leur perte par érosion ou par ruissellement. Des sols contenant plus de 20% de matière organique sont considérés comme étant des sols organiques et ne sont pas souhaitables pour une pelouse.

2.3.2 Les besoins nutritifs de la pelouse

Les besoins nutritifs de la pelouse varient selon plusieurs facteurs tels que le climat, le type et la granulométrie du sol, l'utilisation du site, le type de graminées. L'implantation d'une pelouse sur un sol adéquat permet de diminuer de façon importante le niveau d'entretien s'inscrivant davantage dans une approche de développement durable.

L'implantation de la pelouse sur un sol possédant les caractéristiques culturelles optimales, qui peuvent combler les besoins de la plante, est essentielle et est même considérée comme un outil nécessaire pour minimiser l'entretien d'une pelouse. La fertilisation sera ensuite utile pour effectuer des correctifs si certains éléments minéraux sont tout de même déficients.

Trois éléments majeurs sont essentiels à la croissance du gazon, soit l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K). Ces éléments sont requis en plus grande quantité et sont donc appelés « éléments majeurs ». Également, trois éléments secondaires sont nécessaires à la croissance de la pelouse soit le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le soufre (S). Les éléments secondaires sont aussi requis en assez grandes quantités mais moins que les éléments majeurs²⁰. Les autres éléments, appelés oligo-éléments, sont aussi importants, mais sont nécessaires en moins grande quantité que les éléments majeurs et secondaires. Les oligo-éléments sont le bore (B), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le molybdène (Mo). La plupart des éléments mineurs et les oligo-éléments sont retrouvés en quantité suffisante dans le sol tandis qu'il est plus fréquent que, le phosphore ou le potassium y soient en quantité insuffisante.

Les éléments minéraux sont tous indispensables au bon développement de la pelouse. Ce qu'il faut cependant rechercher c'est l'équilibre dans leur concentration.

A) LE CYCLE DE CROISSANCE DES GRAMINÉES À GAZON

Le nombre, la fréquence et les doses d'application de fertilisants sont établis en fonction du cycle de croissance de la graminée à gazon. Ce cycle, pour sa part, dépend de plusieurs facteurs, mais la température est le facteur affectant le plus le taux de croissance des graminées.

Tôt au printemps, les graminées à gazon débutent leur croissance active tant en ce qui concerne le feuillage que le système racinaire. Cette croissance se poursuivra jusqu'à la fin du printemps. C'est à cette période que les besoins nutritifs de la plante sont les plus élevés. Au début de l'été, la graminée puisera dans ses réserves en vue de la floraison et de la production de semences laquelle atteint un pic au milieu de l'été. Durant l'été, la plante entrera en dormance à l'apparition de conditions climatiques particulières (périodes sans eau et températures chaudes). Son métabolisme est donc au ralenti et ses besoins nutritifs sont au minimum. À la fin de l'été, et ce jusqu'au début de l'automne, les bourgeons sur les racines débourent et de nouveaux plants apparaissent à la fin de l'été ou au début de l'automne. À mesure que les jeunes plants se développent, les racines et les rhizomes croissent en profondeur dans le sol. À l'automne, les graminées à gazon produisent de nouvelles feuilles, mais la croissance est beaucoup moins importante qu'au printemps. À cette période, la plante débute le processus d'endurcissement au froid qui consiste à produire et à emmagasiner des réserves carbonées et azotées qui lui permettront de survivre à l'hiver. Il est donc important d'apporter des éléments nutritifs à la plante en vue de cette période d'endurcissement.

Figure 3. Courbe de croissance de la pelouse durant la saison (Adapté de Carrow et al., 2001¹³) (voir page 133)

B) LA PÉRIODE DE FERTILISATION

Les graminées à gazon sont plus aptes à absorber les éléments minéraux à certaines phases de leur cycle de croissance. En appliquant les engrais au bon moment, il est possible de favoriser le développement de racines en profondeur et d'encourager la croissance optimale de la partie aérienne, surtout si l'objectif est de favoriser la récupération de la pelouse suite à des dommages subis. Si la fertilisation s'effectue lorsque la pelouse génère ses nouveaux points de croissance, au moment où les racines croissent en profondeur, elle produira plus de nœuds et développera encore plus de racines^{11, 18}.

Le taux de croissance de la pelouse est à son maximum en juin et en septembre ou tôt en octobre. Environ les deux tiers de la croissance se passent au printemps et le reste, à l'été et à l'automne. Toutefois, les besoins nutritifs peuvent varier selon le type de graminées, l'utilisation de la pelouse et les conditions environnementales. Il est recommandé de fournir une fertilisation équilibrée pendant les différentes périodes de la saison de croissance pour assurer à la pelouse une absorption efficace des éléments minéraux.

2.3.3 Les éléments minéraux et leur rôle¹

Pour bien se développer, la pelouse requiert entre autres, les trois principaux éléments nutritifs, soit l'azote, le phosphore et le potassium. Elle requiert aussi du calcium, du magnésium et du soufre qui sont des éléments secondaires, ainsi que des éléments mineurs tels le bore, le cuivre, le fer, le manganèse, le zinc et le molybdène.

A) LES ÉLÉMENTS MAJEURS

Outre les éléments tirés directement de l'air ambiant tel le carbone, toutes les plantes, incluant la pelouse, sont constituées majoritairement d'azote, de phosphore, de potassium et d'eau.

i- L'azote (N)

L'azote est l'élément le plus important dans la gestion des pelouses et c'est l'élément qui est requis en plus grande quantité. L'azote favorise la croissance, augmente la densité de la pelouse et produit la coloration vert foncé. Un taux d'azote trop élevé ou trop bas peut entraîner des problèmes de croissance de la pelouse (ex. : développement de maladies, accumulation de feutre, problèmes d'insectes, etc.) et occasionner des problèmes à l'environnement. Il est donc important d'optimiser la fertilisation azotée.

¹. Pour plus de détails sur les symptômes causés aux plantes par des carences ou des excès des différents éléments nutritifs, consulter le tableau à l'Annexe 3.

Le rôle de l'azote (N)

- Stimule la division cellulaire et l'expansion du feuillage;
- Participe à la composition des protéines²⁰;
- Fait partie de la composition de plusieurs enzymes, vitamines et chlorophylle²⁰;
- Stimule la croissance;
- Augmente la densité du gazon;
- Est un élément contenu dans la molécule de chlorophylle, qui elle, donne la pigmentation verte des feuilles;
- Accélère le développement des racines, ce qui permet d'augmenter l'absorption de l'eau et des éléments minéraux;
- Sert de nourriture aux microorganismes du sol;
- Favorise la tolérance à la sécheresse, aux changements de température et au froid.

Conséquences d'une faible disponibilité de l'azote :

- Réduction de la croissance;
- Réduction de la surface foliaire;
- Augmentation des risques de développement de certaines maladies et d'implantation d'herbes indésirables;
- Décoloration rapide du gazon (jaunissement);
- Diminution de la densité.

ii- **Le phosphore (P)**

Des six éléments majeurs et mineurs que l'on retrouve dans la solution du sol (N, P, K, Ca, Mg, S), le phosphore est celui qui est généralement disponible en plus faible quantité. Cet élément, en formant des sels hautement insolubles qui s'incorporent rapidement dans la matière organique ou dans un certain nombre de complexes minéraux, devient moins disponible pour les plantes. Son assimilation par les plantes peut être diminuée dans des conditions de sol au pH élevé (plus de 7,0) ou acide (moins de 6,0). Le phosphore n'est pas facilement lessivé dans le sol puisqu'il est très peu mobile dans la solution du sol. Cependant, il se lie très bien aux particules de sol et lorsqu'il y a érosion des sols, le phosphore est également transporté.

Le phosphore est un élément essentiellement important pour la bonne implantation de la pelouse; toutefois, à cause de sa faible mobilité dans le sol, il doit se trouver près de la zone racinaire du gazon pour pouvoir être absorbé.

Le rôle du phosphore (P)

- Stimule la croissance des racines;
- Stimule la vigueur des plantes;
- Permet un meilleur équilibre entre la partie aérienne et la partie racinaire;
- Participe à la synthèse des protéines et à la respiration;
- Participe au processus de la division cellulaire;
- Favorise la reprise suite à un stress (froid et maladies). ^{4,18.}

Conséquences d'une carence en phosphore

- Réduction de la croissance foliaire;
- Apparition d'une couleur bourgogne à partir de la pointe en progressant vers la base du feuillage.

iii- **Le potassium (K)**

En général, les sols contiennent beaucoup de potassium, particulièrement les sols minéraux à texture fine. Cet élément est retenu à l'intérieur des colloïdes d'argile et les ions se libèrent très lentement avant d'être assimilables par la plante. Comme pour le phosphore, le cycle du potassium est dépendant des caractéristiques physiques et chimiques du sol. Dans les sols sableux, le potassium peut se perdre au-delà de la zone des racines dans les eaux de drainage car il n'est pas retenu par les colloïdes du sol.

Le rôle du potassium (K)

- Assure la rigidité des tissus (turgescence);
- Exerce une influence sur la transpiration de la pelouse;
- Augmente la résistance des plantes aux insectes, aux maladies, à la sécheresse, au froid et à la chaleur;
- Augmente la tolérance à l'usure de la pelouse.

Conséquences d'une carence en potassium

- Ralentissement de la croissance;
- Flétrissement plus rapide du feuillage en condition de sécheresse;
- Apparition d'une nécrose en bordure du limbe.

B) LES ÉLÉMENTS SECONDAIRES

i- **Le calcium (Ca)**

Le calcium est un élément qui est retrouvé en assez grande quantité dans les tissus du gazon et dans les sols dont le pH est supérieur à 5,0. La quantité de calcium présent dans le sol varie beaucoup selon la texture du sol et le degré de lessivage. Le lessivage du calcium est plus élevé dans les sols à texture grossière. Le calcium peut être déficient dans les sols acides et sableux. Dans ces conditions, si le pH est de 5,5 ou moins, il est recommandé d'utiliser de la chaux pour ajouter du calcium selon les recommandations de la section 1.1. *Analyse du site*, du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*.

Cet élément est nécessaire en quantité modérée pour la pelouse. L'absorption du calcium est diminuée lorsqu'il y a des quantités excessives de potassium, de magnésium, de manganèse et d'aluminium. Lorsque ces derniers sont présents en grande quantité, ils se retrouvent sur les sites d'échanges des racines au détriment des ions calcium¹³.

Le rôle du calcium (Ca)

- Joue un rôle dans la division des cellules;
- Joue un rôle majeur dans la structure des parois cellulaires;
- Stimule la transpiration;
- Favorise la croissance des jeunes racines;
- Diminue l'acidité du sol;
- Favorise l'activité microbienne du sol;
- Améliore la vigueur de la pelouse;
- Influe sur la structure du sol;
- Accroît la disponibilité du phosphore.

Conséquences d'une carence en calcium :

- Développement de nécrose sur les jeunes feuilles;
- Développement réduit des poils absorbants des racines;
- Développement réduit des jeunes racines;
- Élévation des risques de développement de maladies.

ii- **Le magnésium**

Le magnésium joue un rôle important en agissant dans plusieurs processus physiologiques à l'intérieur des plantes. Le taux de magnésium est généralement plus élevé dans les sols à texture fine que ceux à texture grossière.

Le rôle du magnésium (Mg)

- Impliqué dans la photosynthèse : donc, il maintient la pigmentation verte des feuilles;
- Impliqué dans la photosynthèse;
- Active plusieurs processus enzymatiques dont celui qui est lié au métabolisme des hydrates de carbone;
- Agit sur la stabilité de la membrane cellulaire et la régulation du transport ionique interne;
- Favorise la synthèse des protéines, des sucres et des lipides;
- Régularise la réduction des nitrates;
- A une incidence sur l'absorption du phosphore, de l'azote et du soufre par la plante;
- Joue un rôle important dans l'ajustement du pH du sol.

Conséquences d'une carence en magnésium :

- Diminution de la croissance;
- Développement de chlorose entre les nervures sur le vieux feuillage.

iii- **Le soufre (S)**

La plus grande partie du soufre présent dans le sol se trouve dans la matière organique.

La décomposition de cette matière en libère de grandes quantités.

Le rôle du soufre (S)

- Entre dans la composition de nombreuses protéines, enzymes et vitamines;
- Intervient dans la formation de la chlorophylle;
- Favorise le transport du potassium, du calcium et du magnésium dans la plante;
- Nécessaire dans le maintien de la coloration vert foncé;
- Favorise une croissance plus vigoureuse.

Conséquences d'une carence en soufre :

- Jaunissement des jeunes feuilles.

C) **LES ÉLÉMENTS MINEURS**

i- **Le fer (Fe)**

Cet élément est requis en très petite quantité pour la croissance des plantes, mais il est très important puisqu'il agit principalement sur la croissance et la couleur de la pelouse. Les carences en fer dans la pelouse sont peu courantes, mais elles peuvent être observées dans les sols dont le pH est supérieur à 6,0 ou dans les sols à faible teneur en matière organique. Sous ces conditions, le fer inorganique ne peut fournir suffisamment de fer soluble dans la solution du sol pour répondre aux besoins de la plante.

Le rôle du fer (Fe)

- Intervient dans la synthèse de la chlorophylle;
- Joue un rôle dans le métabolisme et la formation de certaines protéines végétales;
- Favorise le verdissement de la pelouse.

Conséquences d'une carence en fer :

- Jaunissement progressif du feuillage;
- Formation de taches blanches entre les nervures;
- Formation d'une bande vert pâle le long de la marge.

2.3.4 L'absorption des éléments minéraux par la plante

A) L'AZOTE

L'azote est l'élément nutritif qui ne fait pas partie de la substance minérale du sol²⁰. Bien que l'air que l'on respire contienne environ 78% d'azote moléculaire (N_2), certains types de plantes, telles les graminées, sont incapables d'absorber cet azote atmosphérique¹³. Pour le puiser, la plupart des espèces végétales utilisent l'azote du sol qui provient de la minéralisation de l'humus. Dans le sol, la plus grande partie de l'azote, soit 92 à 97%, se trouve sous forme organique et cet azote devient disponible au gazon lorsque les microorganismes du sol l'ont minéralisé, c'est-à-dire l'ont rendu sous forme minérale et assimilable par la plante. La qualité du sol et sa richesse en microorganismes jouent donc un rôle important sur la minéralisation de l'azote organique dans le sol et la quantité d'azote qu'ils peuvent libérer.

La décomposition des rognures de gazon, de rhizomes et autre matière organique fournit également de l'azote aux plantes. L'herbicyclage permet de combler une partie des besoins annuels en engrais requis pour obtenir une pelouse en santé³⁷. La minéralisation de l'azote organique dépend de la température et de l'humidité du sol et elle se produit graduellement au cours de la saison. La minéralisation est généralement plus faible au printemps et plus élevée à partir du mois de juin jusqu'à la fin du mois d'août. Les taux de minéralisation de l'azote sont plus élevés dans les sols ayant une bonne structure, une bonne aération et un bon drainage que dans les sols compactés. Une étude du CRAAQ a démontré que la minéralisation de la matière organique est estimée à 0,15 kg N/100 m² pour chaque 1% de matière organique au-dessus de 4%, et ce, jusqu'à 7%. Ces résultats démontrent qu'il est possible de réduire la dose d'azote nécessaire en fertilisants dans les sols contenant plus de matière organique¹⁷. Toutefois, il est important de savoir qu'une analyse de sol n'indique pas le taux d'azote du sol puisque ce dernier varie trop rapidement dans le temps.

Enfin, peu importe la source d'engrais que l'on utilise, la pelouse absorbera l'azote sous deux formes, soit sous forme de nitrates (NO_3^-) ou sous forme ammoniacale (NH_4^+). La figure 4 illustre le cycle de l'azote.

Figure 4. Le cycle de l'azote (Tiré de Bourque, 2004⁹) (voir page 134)

Voici les caractéristiques de ces deux formes d'azote assimilable par la plante :

- i- Les nitrates (NO_3^-)
 - Forme extrêmement soluble de l'azote;
 - Effet immédiat et de courte durée;
 - Ne se lie pas à la surface des minéraux argileux;
 - Les nitrates sont très mobiles dans le sol du fait qu'ils sont peu fixés aux colloïdes du sol. Ils sont facilement emportés par l'eau du sol vers les racines du gazon qui les assimilent;
 - Les pertes de nitrates peuvent être importantes dans les sols à texture grossière (sableux). Les nitrates sont facilement emportés par l'eau du sol et peuvent être lessivés dans les sources souterraines d'eau potable si les engrais ne sont pas appliqués aux bonnes doses au bon moment;
 - Les sources de nitrates peuvent provenir de la décomposition des végétaux et des rognures de pelouse.

- ii- L'azote ammoniacal (NH_4^+)
 - Se lie surtout à des particules d'argile et se fixe rapidement dès son application;
 - Est rapidement converti en nitrates sous des conditions propices à la minéralisation;
 - Une température froide, une faible activité microbienne du sol et les sols acides, froids et mal aérés peuvent retarder le processus;
 - Se volatilise plus facilement sous certaines conditions (ex. : température élevée, moment d'application).

B) LE PHOSPHORE

Le phosphore, avec l'azote et le potassium, est l'un des éléments nutritifs importants dans le développement de la pelouse. Bien que le phosphore ne se retrouve qu'en minime quantité dans le feuillage des graminées à gazon (de 0,3% à 0,4% de masse sèche foliaire)¹⁸, cet élément joue un rôle fondamental dans le développement de la plante. Contrairement à l'azote, le phosphore a un effet sur la croissance racinaire plutôt que foliaire.

Le phosphore est très peu mobile dans le sol car il se fixe aux fines particules du sol. En se liant aux particules d'argile, il migre peu en profondeur ou seulement très lentement. En conséquence, il peut être transporté par érosion du sol d'où l'importance d'implanter une bande végétale aux abords des cours d'eau pour réduire les apports en phosphore. Son déplacement dans le sol s'effectue plutôt de façon horizontale et est donc peu sujet au lessivage.

Le phosphore existe sous deux formes dans le sol : le phosphore soluble et non soluble. Le phosphore soluble, qui est disponible à la plante, est présent en très faible quantité puisqu'il s'associe très rapidement avec d'autres éléments dans le sol pour former des sels et devient ainsi non disponible. Les sols du Québec sont riches en phosphore total mais la plupart sont pauvres en phosphore assimilable²⁰. Moins de 5% du phosphore total du sol est disponible ou lentement assimilable par les plantes et ce, peu importe la période de l'année. Le phosphore est absorbé sous deux formes, soit H_2PO_4^- (pH < 7,0) et HPO_4^{2-} (pH > 7,0). À pH neutre, ces deux formes sont présentes en quantités presque égales dans les sols¹³. Le reste du phosphore est sous forme organique dans le sol et non-assimilable par les plantes car il est retenu dans la matière organique ou dans quelques complexes minéraux, et il est presque non assimilable par les plantes.

Le phosphore est libéré suite à la décomposition de la matière organique par les microorganismes du sol, et son taux de libération dépend essentiellement de la rapidité de décomposition de cette matière organique. Le processus de minéralisation du phosphore organique le transforme sous forme minérale et assimilable par la plante. C'est pourquoi une pelouse qui croît dans un sol ayant un bon contenu en matière organique et une importante activité des microorganismes n'aura généralement pas de carence en phosphore.

Certains facteurs affectent la disponibilité du phosphore. Le pH du sol est le facteur le plus influent, spécialement pour la précipitation et la solubilité du phosphore. Un pH entre 6,0 et 7,0 permet une assimilation maximale de cet élément par les plantes. Par contre, le type de sol, la teneur en calcium et le pourcentage en argile jouent aussi un rôle dans l'absorption du phosphore. Dans les sols acides, les phosphates réagissent avec l'aluminium et le fer et résultent en composés insolubles, ce qui réduit leur assimilabilité par les plantes³¹. De plus, la température et la teneur en eau du sol peuvent jouer un rôle sur la libération du phosphore suite à la minéralisation de la matière organique et sa disponibilité aux plantes. Le taux de minéralisation est plus élevé lorsque la température du sol augmente, permettant ainsi de libérer davantage de phosphore. C'est pourquoi plus de carences en phosphore peuvent être observées lors de températures plus fraîches.

Puisque le phosphore est peu mobile dans le sol et qu'il est présent en très faible quantité sous forme assimilable, les racines de la pelouse ont plus de difficultés à absorber cet élément comparativement à d'autres éléments, notamment l'azote. C'est pourquoi, une application de phosphore effectuée au bon moment, près de la zone racinaire et à la bonne dose favorise son absorption par la pelouse. De plus, la qualité du sol influe sur l'absorption des éléments minéraux par la plante. Les racines puisent naturellement plus d'éléments dans un sol loameux, avec un bon drainage et lorsque le pH, la température et l'humidité du sol sont adéquats.

Dans le cas des pelouses établies, un projet de recherche mené au Québec a démontré que l'ajout de phosphore dans un sol loameux ayant un niveau faible à moyen en phosphore, suite aux résultats d'analyse de sol, n'entraîne pas une amélioration de la densité, de la couleur et du développement racinaire du gazon³. Les auteurs expliquent ces résultats par la très grande capacité de la pelouse à prélever le phosphore dans le sol par le biais des racines. Par contre, dans un sol sableux, l'apport de phosphore en fonction de la dose d'azote fournie a entraîné des effets sur la couleur. Il est donc particulièrement important d'effectuer une analyse de sol pour ne fournir que le taux de phosphore nécessaire à la pelouse.

Le phosphore et les cyanobactéries ^{6, 31}

Également appelées « algues bleues » lorsque très abondantes, les cyanobactéries peuvent provoquer un « bloom » à la surface des lacs donnant à l'eau un aspect verdâtre, tel un déversement de peinture. Ces microorganismes se retrouvent naturellement partout sur la planète, mais généralement en très petite quantité. Le problème avec la prolifération des cyanobactéries dans un cours d'eau est la production de cyanotoxines par ces organismes, rendant l'eau impropre à la consommation et aux activités récréatives (au contact de ces toxines, il peut en résulter une irritation cutanée).

Plusieurs facteurs environnementaux tendent à favoriser la prolifération de cyanobactéries:

1. une concentration importante en phosphore (pouvant provenir de tributaires agricoles, d'effluents municipaux d'eaux usées, de fosses septiques, etc.);
2. une température élevée de l'eau;
3. une faible vitesse d'écoulement de l'eau (eaux stagnantes);
4. un apport en sédiments provenant de l'érosion des sols.

Certains moyens peuvent être adoptés pour réduire l'apport en phosphore dans les lacs. En voici quelques exemples :

- Respecter une zone tampon de 10 mètres à partir de la ligne des hautes eaux sans engrais et pesticides;
- Au-delà de la zone de 10 mètres, appliquer des engrais sans phosphore;
- Maintenir la pelouse à une hauteur de 8 cm;
- Pratiquer l'herbicyclage.

C) LE POTASSIUM

Le potassium fait partie des trois macroéléments essentiels à la croissance de la pelouse. Il joue plusieurs rôles tels l'augmentation de la résistance aux maladies et la survie à l'hiver¹⁸.

La teneur du sol en potassium total peut être très élevée. Par contre, sa concentration dans la solution du sol peut être inférieure à 2%. Le potassium échangeable dépend beaucoup de la capacité d'échange cationique (CEC) du sol. La CEC mesure la capacité d'un sol à retenir les ions positifs (cations) (voir la section 1.1.5, *L'analyse du sol*, Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*). En général, le potassium présente des valeurs élevées dans les sols à texture fine (argileux) et plus basses dans les sols grossiers (sablonneux) et pauvres en matière organique. Les sols à texture fine ont une CEC élevée et ainsi plus de potassium échangeable, bien que la relation soit assez complexe. Les sols argileux ne maintiennent pas autant de potassium en solution que les sols sablonneux. Par contre, ces sols argileux ont la capacité de mieux réapprovisionner la solution du sol en potassium. Le potassium non-échangeable est fixé entre les feuillets des argiles³². Alors, plus le sol est argileux, plus le potassium disponible pour la plante est important.

Les sols qui maintiennent une bonne humidité favorisent la diffusion du potassium vers les racines puisqu'une plus grande partie du potassium du sol se fixe entre les couches d'argile. Les sols froids ralentissent la diffusion du potassium vers les racines des plantes et son absorption. L'absorption du potassium est aussi réduite dans les sols qui sont mal aérés, l'oxygène étant essentiel à la respiration racinaire et à l'absorption active des éléments nutritifs.

2.3.5 Les facteurs exerçant une influence sur l'absorption des minéraux

A) LE pH DU SOL

Le pH est l'un des paramètres les plus importants à considérer lors de l'analyse du site pour l'implantation ou l'entretien de la pelouse. La mesure du pH constitue en fait une unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes, permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu. Le pH joue un rôle très important dans la dynamique du sol. Il peut avoir un effet sur la disponibilité des éléments nutritifs, les toxicités possibles en magnésium et en aluminium, la quantité de chaux ou de soufre nécessaire pour augmenter son niveau, la vitalité de la pelouse, etc.¹³. Une analyse de sol aux trois à cinq (3 à 5) ans après l'établissement de la pelouse permettra de connaître l'état du sol et de s'assurer, entre autres, qu'il n'y a pas de problème d'acidité. La Section 1.1.4, *Analyse du sol*, du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*, fournit davantage d'information sur la définition du pH.

Les éléments nutritifs essentiels à la croissance du gazon sont plus facilement disponibles dans un sol, lorsque le pH est optimal, soit près de la neutralité (voir section 1.1.3, *Le sol*, du Chapitre 1). Le pH du sol intervient directement sur la disponibilité des minéraux pour les plantes et sur l'activité des microorganismes du sol. La plupart des graminées à gazon requièrent un pH moyen de 6,5 pour bien se développer. Il est donc recommandé d'ajuster le pH tampon du sol à 6,5 puisque l'assimilation des éléments nutritifs sera optimale à cette valeur.

B) LA DENSITÉ RACINAIRE

Une absorption efficace et optimale des éléments nutritifs du sol et de ceux qui seront ajoutés par la fertilisation dépend d'un système racinaire profond, bien développé, étendu et en bonne santé. Un programme de fertilisation peut être très bien adapté, mais si le système racinaire de la pelouse est réduit, cette fertilisation ne donnera pas des résultats optimaux. Le développement en profondeur du système racinaire est facilité, entre autres, dans les sols qui ont une bonne structure.

C) LE TYPE DE SOL

Le type de sol sur lequel la pelouse a été établie exercera une forte influence sur l'absorption des éléments minéraux. Les sols très lourds (comme les sols argileux) retiennent davantage les éléments minéraux et comme ils sont souvent très compacts, l'aération est insuffisante, réduisant ainsi l'accès des racines à l'oxygène. Les racines, comme le reste de la plante, effectuent des échanges gazeux et pour respirer, elles ont besoin d'un sol bien oxygéné.

L'humidité du sol influe de façon importante sur le taux de diffusion des ions autour des racines. L'absorption des minéraux est diminuée dans des conditions de sol saturé en eau ou en conditions de sécheresse.

Les sols sableux sont davantage sujets au lessivage (eau et nutriments) et sont plutôt acides et pauvres en éléments minéraux.

D) AUTRES FACTEURS

- i- Concentration des éléments minéraux dans la solution du sol
Les différentes compositions du sol agissent, à divers niveaux, sur l'efficacité d'absorption des éléments minéraux. Afin que les racines puissent absorber de façon optimale les éléments minéraux, il est important que leur concentration dans la solution du sol soit adéquate et non en trop faible ou trop forte quantité. Tel que mentionné précédemment, la concentration de certains éléments diminue ou augmente, selon le niveau de pH du sol (acide ou alcalin).

- ii) Pourcentage de matière organique
Les sols dont le taux de matière organique est inférieur à 3% ne favorisent pas l'absorption des minéraux par la plante.
- iii- Température du sol
La plupart des éléments peuvent être absorbés de façon optimale lorsque la température du sol se situe entre (10°C et 15°C)¹³. Ainsi, l'absorption des éléments sera diminuée lorsque les sols sont frais ou froids.

2.3.6 Interactions entre les éléments minéraux

Les différents éléments minéraux du sol interagissent entre eux, et ainsi favorisent ou défavorisent l'absorption de l'un ou de l'autre. Un élément chargé négativement, c'est-à-dire un anion (ion-), attirera un élément chargé positivement, un cation (ion+) ou vice et versa. Il peut y avoir une synergie entre deux éléments si la présence de l'un favorise l'absorption de l'autre. À l'inverse, il peut y avoir un effet antagoniste lorsque des ions sont en compétition pour un même site d'absorption ou lorsqu'un ion inhibe l'absorption d'un autre ion. Voici quelques exemples d'interactions entre certains éléments minéraux :

- Certains équilibres favorables entre différents éléments sont connus. Par exemple, il est recommandé de tenir compte de l'équilibre entre le magnésium, le calcium et le potassium pour maintenir un pH favorable à l'entretien de la pelouse (6,0 à 7,0). Un sol qui est riche en calcium gêne l'absorption du magnésium, du potassium et du fer. Par exemple, un rapport Ca/Mg faible, peut signifier un excès de magnésium, ce qui rend difficile l'absorption du potassium par la pelouse. Dans ce cas, il est recommandé d'ajouter du potassium au sol;
- L'absorption du phosphore augmente au fur et à mesure que le taux d'azote augmente dans la solution du sol³²;
- Les excès de potassium, de magnésium, de manganèse et d'aluminium et la présence d'azote sous forme ammonium diminuent l'absorption du calcium³²;
- Les excès d'aluminium diminuent l'absorption du phosphore puisque l'aluminium le rend insoluble.

2.3.7 Les différents engrais

Un engrais se définit comme étant toute substance organique ou minérale qui est destinée à la fertilisation et à l'amélioration du sol¹⁶.

Les engrais pour pelouse ont beaucoup évolué au cours des dernières années. Plusieurs caractéristiques sont généralement utilisées pour classer les engrais^{13, 24}. Il y a, entre autres, leur origine (minérale ou organique), leur composition (engrais simple ou engrais composé), leur forme physique (engrais solide, engrais liquide) et leur mode de libération (engrais soluble, solubilisation lente ou libération lente).

On remarque, par exemple, que plusieurs engrais peuvent contenir de une à trois sources d'azote à libération lente, de une à trois sources d'azote à libération rapide, en plus d'éléments secondaires et mineurs. La sélection des engrais doit être avant tout basée sur les besoins de la pelouse et les résultats d'analyse de sol.

A) ORIGINE DES ENGRAIS

Les engrais disponibles sur le marché proviennent de différentes sources. Ils sont soit d'origine minérale ou d'origine organique. Les engrais peuvent également provenir de source naturelle ou synthétique.

- i- Origine minérale : Ces types d'engrais proviennent de substances inorganiques. Ces substances inorganiques peuvent être soit naturelles (comme la pierre et d'autres types de minéraux) ou de synthèse (fabriquées chimiquement).

- a) Engrais naturels : engrais entièrement composés de sources naturelles, de substances organiques ou de minéraux provenant de gisements naturels. Les matériaux qui sont extraits des gîtes minéraux ne doivent avoir subi aucun autre traitement que des traitements mécaniques tels le concassage et le séchage²⁶.

Ils sont souvent composés à partir d'apatite et de phosphate de roche, de borax, de farine de gluten de maïs, de nitrate de sodium ou de gypse. Les éléments peuvent prendre plus d'une année pour se libérer. L'azote contenu dans les engrais naturels n'est pas sous une forme disponible pour la plante. Ces formes d'azote doivent passer par le processus de minéralisation avant de devenir disponibles aux plantes.

Principales caractéristiques des engrais de sources naturelles :

- Faible risque de brûlure sur les plantes;
- Riche en matière organique;
- Ne procure pas un verdissement rapide de la pelouse.

- b) Engrais de synthèse : engrais fabriqués à l'aide de processus industriels, c'est-à-dire fabriqués chimiquement. Ils contiennent les éléments fertilisants qui sont initialement solubles et disponibles. Ils sont donc assimilés rapidement. Lorsqu'ils sont appliqués en trop fortes concentrations, ils peuvent brûler le feuillage.

Les engrais de synthèse sont parfois appelés engrais inorganiques, chimiques ou artificiels.

- ii) Origine organique : Engrais provenant de substances organiques soit d'origine animale ou végétale, comme la farine de plume et le sang séché.

- a) Les engrais organiques : engrais provenant de la transformation de déchets végétaux et/ou animaux¹⁶. Ils doivent être dérivés à 100% de source organique, soit animale ou végétale¹⁹.

Puisqu'ils doivent être minéralisés par les organismes du sol avant d'être disponibles aux plantes, leur action est plus lente que celle des engrais de synthèse. Ils stimulent la vie microbienne du sol. Ces engrais libèrent progressivement des éléments minéraux, moins susceptibles au lessivage.

La Loi canadienne sur les engrais spécifie que seuls les produits provenant de matière organique peuvent être désignés ou présentés comme « organiques ».

Ils sont souvent composés de farine d'os, de farine de sang, de farine de plumes, d'algues marines, de biosolides (boue d'égout), de fumier desséché, etc.

Principales caractéristiques des engrais de sources naturelles :

- Agissent lentement et leur action dure longtemps;
- Augmentent la résistance à la sécheresse, aux insectes et aux maladies;
- Présente un faible risque de brûler le gazon;
- Ajoutent de la matière organique au sol;
- Ne libèrent pas leurs éléments dans les sols trop acides ou mal drainés;
- Libèrent leurs éléments nutritifs sur une période de plusieurs mois si une température froide persiste.

- b) Les engrais à base organique : engrais composés d'engrais organiques d'origine naturelle et d'engrais synthétiques. Selon la Loi canadienne sur les engrais chimiques et le Règlement sur les engrais chimiques, le contenu d'engrais à base organique doit contenir un minimum de 15% de matière organique d'origine animale ou végétale¹⁹.

Principales caractéristiques des engrais à base organique :

- Agissent lentement;
- Augmentent la résistance à la sécheresse, aux insectes et aux maladies;
- Présentent un faible risque de brûler le gazon;
- Ajoutent de la matière organique au sol;
- Entraînent moins rapidement le verdissement qu'un engrais à dégagement rapide.

Les composts, la chaux, la terre noire et la mousse de tourbe sont, quant à eux, des amendements. Toutefois, en se décomposant, la matière organique qu'ils contiennent libérera certains éléments nutritifs. Les amendements sont utilisés pour améliorer les propriétés physiques du sol (matière organique, porosité, structure, etc.), chimiques (pH, etc.) et biologiques (faunes microbiennes, etc.). Les amendements, comme les composts, peuvent améliorer la formation de l'humus dans le sol lequel servira à retenir les éléments minéraux ultérieurement disponibles aux plantes.

B) LA COMPOSITION DES ENGRAIS

Les engrais sont composés d'un ou de plusieurs éléments essentiels aux plantes. On retrouve sur le marché des engrais simples ou composés.

i- Engrais simple

Les engrais simples sont composés d'un des cinq éléments majeurs, soit l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca) ou le magnésium (Mg). Un engrais simple peut également être composé d'un seul oligo-élément.

ii- Engrais composé

Un engrais composé doit contenir au moins deux des éléments majeurs. Les engrais composés contiennent généralement des oligo-éléments. Un engrais complet contiendra quant à lui les trois éléments nutritifs suivants : azote, phosphore, potassium.

C) LES FORMES PHYSIQUES DES ENGRAIS

Il existe deux formes physiques des engrais : les formes solides et les formes liquides. L'utilisation d'un engrais solide ou liquide dépendra davantage du choix de l'utilisateur de travailler avec une forme plutôt qu'une autre. Ce choix est généralement basé sur les avantages propres aux différentes formes physiques, mais aussi sur des considérations de manutention et d'entreposage.

i- Les engrais granulaires

Un engrais granulaire est un engrais dont au moins 95% de ses granules font entre 0,85 à 4,75 mm de diamètre. Les engrais granulaires peuvent être des produits mélangés ou homogènes (chaque granule contient les différents nutriments). En général, les engrais granulaires se solubilisent de façon plus ou moins lente. Comme les engrais granulaires, les engrais à dissoudre sont également solides, mais se retrouvent plutôt sous forme de poudre. Ils sont plus facilement dissous dans l'eau que les engrais granulaires. Ces engrais sont appliqués avec un épandeur rotatif, oscillant ou par gravité.

Pour le calcul de la quantité d'engrais granulaire nécessaire pour couvrir une superficie, voir l'Annexe 1 à la fin du présent chapitre.

ii- Engrais liquides

Les engrais liquides sont fréquemment confondus avec les engrais solubles. On utilise l'expression «un engrais liquide» pour décrire sa forme physique tandis que l'on dit d'un engrais qu'il est soluble pour parler de son mode de libération.

L'engrais liquide est généralement absorbé plus rapidement par la pelouse que l'engrais granulaire. Les engrais liquides peuvent être retrouvés soit en solution ou en suspension. Un engrais liquide en suspension demandera d'être continuellement agité dans le réservoir afin d'éviter la formation de dépôts ce qui pourrait causer des variations d'efficacité de la pompe et de l'application du produit.

Pour le calcul des engrais liquides, voir l'Annexe 2.

Application des engrais

Le choix de la méthode d'application des engrais ainsi que la calibration de l'épandeur à engrais sont des actions importantes pour optimiser la fertilisation de la pelouse et aussi afin d'éviter les risques environnementaux. Il est important de s'assurer de toujours appliquer la dose appropriée et de façon uniforme.

Les recommandations de réglage peuvent varier selon le fabricant de l'épandeur. Il est essentiel de toujours calibrer l'épandeur selon le mode d'emploi du modèle d'épandeur. De plus, la vitesse de marche de l'applicateur, l'âge de l'épandeur et le type d'engrais utilisé (dimension des granules) peuvent avoir un impact sur le calibrage de l'appareil.

2.3.8 Les différents modes de libération des engrais¹³

A) ENGRAIS SOLUBLES

Les engrais solubles peuvent être sous forme de cristaux ou de poudre. Comme son nom l'indique, c'est un engrais qui est soluble dans l'eau. La solution qui en résulte est donc appliquée sous forme liquide.

B) ENGRAIS À LIBÉRATION RAPIDE

Un engrais à libération rapide est un produit dont l'azote est hautement soluble dans l'eau. L'azote est rapidement dissous et les éléments deviennent rapidement disponibles à la plante. De l'azote, sous forme de sulfate d'ammonium, d'urée-ammonium, de nitrate liquide ou d'urée, est généralement retrouvé dans ce type d'engrais. Son effet dure environ 30 jours suivant son application.

Ce type d'engrais fournit un verdissement rapide et permet à la pelouse de croître rapidement suivant une application. Cependant, il requiert plusieurs applications durant la saison pour obtenir une croissance uniforme et il y a risque de brûlure en cas d'excès (si plus de 0,5 kg/100m² en une seule application) ou d'utilisations non conformes.

C) ENGRAIS À LIBÉRATION LENTE

Dans ce type d'engrais, les éléments minéraux sont enrobés ou encapsulés à l'intérieur d'une membrane afin d'être libérés graduellement. Par exemple, un engrais à libération contrôlée peut être composé d'une membrane semi-perméable qui entoure l'azote soluble à l'eau et d'autres éléments minéraux. La membrane se brise sous la pression de l'urée dissoute et libère les éléments. Étant donné que l'épaisseur de l'enrobage varie d'une particule à une autre, leur libération se produit à différents moments. La libération des éléments de ce type d'engrais dépend donc principalement de l'humidité du sol et de la température. Ces engrais libèrent de petites quantités d'azote de manière contrôlée tout au long de la saison de croissance.

Les facteurs qui contrôlent le dégagement lent et régulier de l'azote sont :

- La perméabilité et l'intégrité de l'enrobage qui entoure les formes solubles de l'azote;
- L'activité microbienne qui brise les liaisons chimiques entre les molécules de façon à rendre l'azote disponible;
- La solubilité de la molécule qui contient l'azote.

2.3.9 Les différentes sources d'éléments minéraux et nutritifs pouvant composer les engrais^{4, 13, 18}

A) LES SOURCES D'AZOTE

On retrouve trois sources d'azote de base sur le marché.

i- Soluble :

- Urée : 46-0-0;
- Sulfate d'ammoniaque 21-0-0;
- Nitrate de potasse 13-0-46;
- Nitrate de calcium 15,5-0-0 + 19 % Ca.

ii- Naturel:

- Nitrate du Chili 16-0-0.

iii- Organique :

- Boue d'épuration;
- Farine de sang;
- Os moulu;
- Farine de poisson et de crustacés;
- Farine de plumes;
- Fumier de poule;
- Extrait de plante.

L'azote peut également être retrouvé dans un engrais sous forme de produits de réaction (ex. : diméthylène triméthylurée, isobutylidène diurée) ou enrobé (ex. : urée enrobée de soufre).

B) AZOTE ENROBÉ ET PRODUITS DE RÉACTION

i- L'isobutylidène diurée (IBDU)

Ce produit est issu de la condensation de l'urée et de l'isobutyraldéhyde.

- 90% de l'azote est insoluble dans l'eau;
- Son dégagement dépend directement de l'eau et de la grosseur de la particule. Étant donné que sa libération est basée sur l'humidité, il est recommandé d'utiliser cet engrais lorsque la pelouse est irriguée;
- La température n'est pas un facteur influent tandis qu'un pH bas augmente la vitesse d'hydrolyse de l'engrais;
- Le temps de libération maximal est de cinq à six (5-6) mois¹³;
- Le potentiel de lessivage des engrais à libération lente à base d'IBDU est faible.

- ii- L'urée de méthylène
Ce produit est issu de la condensation de l'urée et du méthylène. Cet engrais est présenté en microgranules
 - Les deux tiers de l'azote sont insolubles dans l'eau;
 - L'urée de méthylène assure une fertilisation soutenue et uniforme, même après de fortes pluies;
 - Les éléments nutritifs sont libérés sous l'action des microorganismes présents dans le sol et de la solubilisation des molécules;
 - Le dégagement n'est pas dépendant de l'enrobage ou de la dimension des particules;
 - L'urée de méthylène stimule l'activité microbienne du sol et accroît la croissance des racines;
 - La durée d'action est de 100 jours;
 - Le potentiel de lessivage et de volatilisation des engrais à libération lente à base de méthylène urée est faible.

- iii- Le diméthylène triméthylurée
 - Il se dégage de trois façons;
 - a) 15% d'urée à dégagement rapide (durant les quatre (4) premières semaines);
 - b) 50% à dégagement moyen (entre 3 à 10 semaines suivant l'application);
 - c) 35% à dégagement lent (après 10 à 16 semaines suivant l'application).
 - Le dégagement dépend de l'humidité du sol et de l'activité microbienne. L'azote se libère uniformément sur une période de 12 à 16 semaines selon les conditions environnementales.
 - Le dégagement ne dépend pas de la grosseur de la particule ou de l'enrobage.
 - Il procure une fertilisation uniforme et soutenue, même après de fortes pluies et même s'il est appliqué avec de l'équipement qui peut briser les particules.
 - La pelouse a une excellente réponse au diméthylène triméthylurée durant la saison de croissance, incluant tard à l'automne et tôt au printemps.
 - Des applications régulières assurent une libération constante.

- iv- Le pentaméthylène hexaméthylurée
 - Deux tiers de l'azote sont insolubles dans l'eau et un tiers est soluble dans l'eau;
 - Les microorganismes du sol jouent un rôle dans la libération de l'azote. Le tiers de l'azote total se libère dans les quatre à six premières semaines suivant l'application. Généralement 70% de l'azote est libéré par l'action des microorganismes du sol après six mois suivant l'application. Le dernier 30% agira durant une autre période de six ou douze semaines, dépendamment de l'activité microbienne. Les conditions extrêmes de température (chaude ou froide) provoquent la diminution de l'activité microbienne;
 - Le potentiel de lessivage et de volatilisation des engrais à libération lente à base d'urée de méthylène est faible. Il peut être utilisé dans les sols sablonneux ou sous des conditions de fortes pluies ou d'irrigation;
 - Stimule l'activité microbienne du sol et favorise la croissance des racines;
 - La durée d'action s'échelonne sur toute la période de croissance.

- v- L'urée formaldéhyde
Cette forme d'azote est le produit d'une condensation d'urée et de formaldéhyde.
 - La libération des éléments sous une forme assimilable pour la plante est fonction de l'activité microbienne. L'effet résiduel s'échelonne donc d'une période qui varie de modérée à longue selon la température. En effet, plus la température est basse, plus l'effet résiduel de cette forme d'azote sera long ;

- Le tiers de l'azote est libéré dans les premières semaines après l'application sur la pelouse parce qu'il est soluble et il peut être assimilé immédiatement par la plante. Les deux autres tiers sont libérés graduellement sous l'action des microorganismes présents dans le sol. En fait, le deuxième tiers se libère en quelques mois et le dernier tiers, sur une période de 26 semaines ;
- Le potentiel de lessivage des engrais à libération lente à base d'urée formaldéhyde est faible.

Des facteurs environnementaux tels que la disponibilité en oxygène (nécessaire pour les bactéries), le pH, l'humidité et la température ont un effet sur la vitesse de libération¹³. Les températures extrêmes ralentissent le processus de libération.

vi- L'urée enrobée de soufre

Dans ce type d'engrais, on retrouve l'azote enrobé de soufre. Un produit scellant, comme la paraffine ou une huile de polyéthylène, est aussi fréquemment ajouté pour augmenter la résistance au bris des granules au cours de la manipulation. Cette forme d'engrais est très populaire en raison de son faible coût.

- Il contient 37% d'azote. On considère qu'environ 30% de l'azote est libéré en 7 jours^{13,18};
- L'eau pénètre l'enrobage pour dissoudre l'urée. La membrane se brise alors sous la pression de l'urée dissoute et libère les éléments;
- L'épaisseur de la couche de soufre, le nombre et l'importance des imperfections sur la membrane et l'humidité du sol sont les principaux facteurs qui régissent la vitesse de libération des éléments;
- L'activité microbienne peut influencer sur le dégagement de ce type d'engrais;
- Sa durée d'action est de six à huit (6 à 8) semaines selon les conditions environnementales. En mélange avec le Méthydure (40-0-0), la durée d'action s'échelonne sur une période de 16 semaines¹⁸;
- Le potentiel de lessivage des engrais à libération lente à base d'urée enrobée de soufre est faible et leur réponse aux températures basses est modérée;
- Le dégagement de l'urée enrobée de soufre est plus rapide sous des conditions de température chaude et dans des sols secs;
- L'urée enrobée de soufre convient parfaitement aux pelouses qui requièrent des applications fréquentes comme pour les sols sablonneux ou lorsque des conditions de fortes précipitations ou d'irrigation prévalent.

vii- L'urée enrobée de plastique et de résine

Cette technologie est similaire à celle de l'urée enrobée de soufre.

- L'eau pénètre l'enrobage pour dissoudre l'urée. La membrane se brise alors sous la pression de l'urée dissoute et libère les éléments;
- L'épaisseur de la membrane et la température sont les facteurs qui régissent la vitesse de libération des éléments;
- Le contenu de l'azote est insoluble à l'eau ou lentement soluble à l'eau.

Selon la source ou la forme de l'azote, le patron de libération de cet élément variera beaucoup. Idéalement, la libération de l'engrais doit être uniforme et régulière tout au long de la saison en libérant de petites quantités d'azote à la fois.

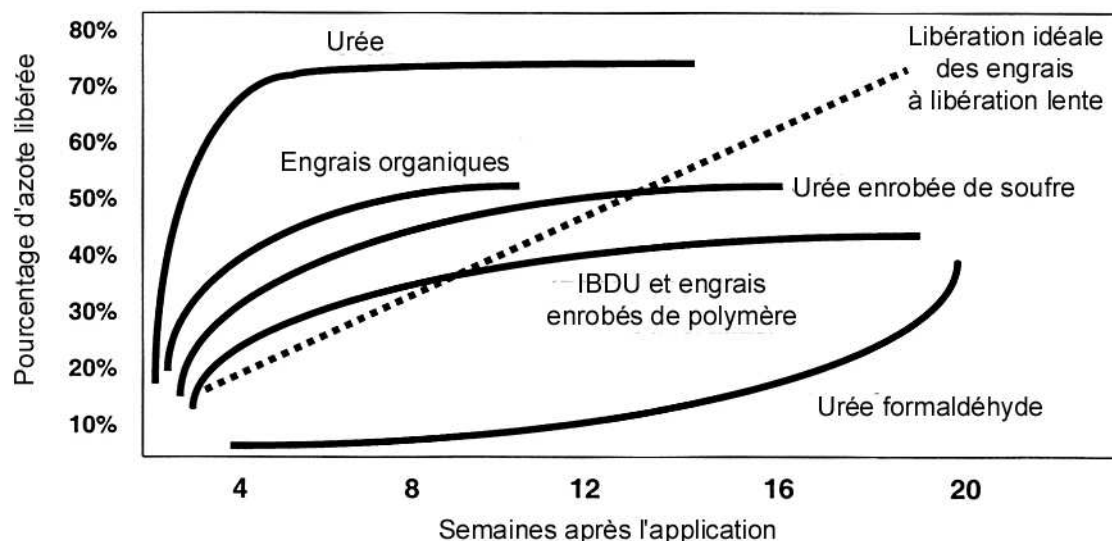


Figure 5. Patron de libération de l'azote selon le type d'engrais azoté utilisé (Tiré de Brede, 2000¹¹)

C) LES SOURCES DE PHOSPHORE

- Superphosphate simple : 0-20-0;
- Superphosphate triple : 0-46-0;
- MAP (Phosphate monoammoniacal): 11-52-0;
- DAP (Phosphate diammoniacal) : 18-46-0.

D) LES SOURCES DE POTASSIUM

- Muriate de potassium ou chlorure de potassium (KCl): 0-0-60;
- Sulfate de potassium (K₂SO₄) : 0-0-50;
- Sulfate de potasse et magnésie (SPM) : 0-0-22 et 11% de magnésium.

2.3.10 Le programme de fertilisation

Avant d'établir un programme de fertilisation d'un site, il faut s'assurer de donner à la pelouse, dès son implantation, les conditions de croissance dont elle a besoin pour être durable, et ceci débute par la qualité du sol. Il est donc recommandé de faire une analyse chimique complète du sol avant son implantation et de la répéter ensuite à tous les trois à cinq ans¹² (voir la section 1.1 *Analyse du site*, du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*).

Le programme de fertilisation sera élaboré en tenant compte des besoins de la plante, des résultats de l'analyse de sol, du fractionnement des applications, de l'utilisation du terrain, etc.

A) TAUX RECOMMANDÉS ET FRÉQUENCE D'APPLICATION

La fertilisation d'entretien doit être basée sur les résultats d'analyse de sol et ne doit fournir à la pelouse que ce que la plante a prélevé au sol, en n'appliquant que les quantités nécessaires dans une saison de croissance. Il est important de tenir compte des besoins spécifiques de la pelouse durant la saison (voir la fig. 3 à la section 2.3.2 du présent chapitre). Il faut également éviter de fertiliser en période de canicule lorsque la pelouse entre en dormance ou que sa croissance ralentit.

L'azote est le premier élément à considérer lors de la planification d'un programme de fertilisation. Le taux d'azote nécessaire à la bonne croissance du gazon dépend du type de graminée, de la composition du sol, du pH, du taux de phosphore et de potassium et des habitudes d'entretien du gazon incluant l'herbicyclage. De plus, la dose d'azote qui sera appliquée dépend du niveau d'entretien désiré et de la densité de la pelouse.

Dans le cadre d'une gestion durable de la pelouse, les programmes de fertilisation devraient être orientés dans le but d'obtenir une pelouse en santé plutôt que de viser uniquement l'obtention d'une couleur vert foncé. Cette approche est plus englobante et plus environnementale car elle tient compte non seulement de la quantité de fertilisants à apporter en fonction des besoins de la plante, mais aussi d'autres paramètres pouvant exercer une influence sur la disponibilité des éléments nutritifs.

Pour connaître les doses d'azote, de phosphore et de potassium à appliquer annuellement selon les résultats de l'analyse de sol, il est suggéré de consulter le guide de référence en fertilisation du CRAAQ (www.craaq.qc.ca).

B) LE FRACTIONNEMENT DES APPLICATIONS D'ENGRAIS

Il est généralement suggéré de faire plus d'une application d'engrais par saison, lorsque le taux d'azote à appliquer est supérieur à 0,5 kg/100 m². Cette pratique qui s'appelle le fractionnement des applications, permet de n'appliquer que la quantité d'engrais pouvant être absorbée par la plante au moment de l'application. La pelouse n'absorbe qu'un maximum d'éléments minéraux dans un certain délai. Or, si tout l'apport annuel en élément minéraux était appliqué en une seule fois, le surplus pourrait alors être perdu dans l'environnement. Il est recommandé de diviser en plusieurs applications (trois ou quatre) le taux d'application annuel selon la courbe de croissance de la pelouse.

L'application d'engrais en période de canicule et de sécheresse prolongée n'est pas recommandée et peut causer des brûlures car la plante peut être en dormance et donc avoir un métabolisme réduit, ce qui limite l'absorption de l'azote et des autres minéraux.

2.3.11 Résumé des bonnes pratiques de fertilisation

Dans une gestion durable de la pelouse, seule la quantité nécessaire d'engrais devrait être appliquée. Cette application doit être faite au bon moment et ce, en fonction de la croissance de la plante. Les conditions météorologiques optimales pour l'application de l'engrais doivent être respectées en plus du mode d'emploi sur l'étiquette du produit. Un sol adéquat et adapté à la pelouse permet d'obtenir une végétation dense et en santé, ce qui contribue à diminuer le lessivage des éléments minéraux dans l'environnement²¹. De plus, une épaisseur de feutre se situant entre 12 et 19 mm peut prévenir le lessivage des éléments minéraux car le feutre a la capacité de les fixer et de limiter leur migration dans le sol¹¹.

Voici d'autres pratiques concernant la fertilisation :

- Pratiquer l'herbicycalge : une action à entreprendre pour maintenir une pelouse durable est de pratiquer le recyclage des rognures de gazon puisque cette pratique permet de réduire de façon importante les besoins en engrais (25 à 35%)^{4, 21, 37};
- Respecter les doses recommandées : pour bien se développer, la pelouse absorbe les éléments nutritifs dans la réserve du sol. Lorsque le taux d'éléments nutritifs est insuffisant dans le sol, un engrais doit être appliqué pour combler les besoins annuels de la pelouse. Il est recommandé de vérifier les résultats d'analyse de sol et de respecter les recommandations de la grille de fertilisation du CRAAQ. Des doses trop élevées d'engrais seront en surplus et susceptibles d'être perdues dans l'environnement (lessivage, percolation, etc.). De plus, un élément minéral se retrouvant en trop grande quantité dans un sol peut créer des antagonismes et ainsi empêcher l'assimilation d'un autre élément (voir la figure 4 du Chapitre 1, *Implantation d'une pelouse*);
- Appliquer les engrais lorsque les conditions climatiques sont adéquates : éviter les applications d'engrais en période de canicule et lors de printemps froids et pluvieux car durant ces périodes les risques de lessivage dans l'environnement augmentent;
- Connaître le type de sol et son pH : ces deux paramètres auront une influence sur l'absorption des minéraux par la plante. Il est donc important d'en tenir compte avant de planifier le programme de fertilisation;
- Éviter de fertiliser lorsqu'un arrêt de croissance de la pelouse est observé à l'automne : l'azote soluble ou les engrais à libération rapide ne seront pas absorbés par la plante et peuvent être lessivés;

- Respecter une zone tampon ou construire un talus près des cours d'eau : ces mesures permettront de prévenir et de réduire le lessivage des engrais;
- Favoriser l'utilisation d'engrais à libération lente sur les sols sablonneux : ce type d'engrais sera moins sujet au lessivage sur les sols à faible capacité de rétention en eau;
- Réduire les doses d'application sur les sols à faible capacité de rétention : lorsqu'un engrais à dégagement rapide doit être utilisé sur ces sols, réduire le taux d'azote entre 0,12 et 0,24 kg/100 m² afin de minimiser les pertes par lessivage;
- Procéder au fractionnement des engrais en suivant le cycle de croissance de la pelouse.

2.4 Autres pratiques culturales

2.4.1 Le terreautage

Plusieurs pelouses au Québec ont malheureusement été établies sur des sols de piètre qualité, rendant ainsi l'implantation et la croissance de la pelouse plus difficiles. En effet, à cause d'un sol dont la texture et/ou la structure sont inadéquates, la pelouse sera, entre autres, plus vulnérable aux problèmes d'herbes indésirables, d'insectes et de maladies. Cette lacune au niveau du sol peut être graduellement améliorée par le terreautage, mais temps et investissement seront nécessaires. La présence d'un sol inadéquat ou d'un manque de bonne terre peut également entraîner des problèmes de compaction, d'acidité et par le fait même, peut réduire l'efficacité des fertilisants.

Lorsque la pelouse est bien établie et que par la suite elle est bien entretenue, la qualité et la quantité de sol ne devraient pas être déficientes. Cependant sur les pelouses établies depuis plusieurs années et celles ayant subi des dommages causés par des insectes par exemple, il est possible que l'ajout de terreau, par l'opération de terreautage, soit nécessaire. Cette opération favorise la décomposition d'un feutre excessif, améliore la structure du sol, restaure la fertilité d'un sol épuisé et peut compenser pour l'épaisseur inadéquate de sol.

Qu'est-ce que le terreautage?

Le terreautage consiste à ajouter directement sur la pelouse établie, une mince couche de terreau que l'on fait pénétrer à travers la pelouse afin que le terreau ajouté se mélange avec le sol déjà existant.

A) LES SITUATIONS NÉCESSITANT UN TERREAUTAGE

Le terreautage peut être effectué pour corriger plusieurs problèmes. Il est souvent pratiqué suite à une aération du sol, précédant un ensemencement, pour régénérer la pelouse ou pour corriger les dommages provoqués par les insectes, maladies, plantes indésirables, problèmes abiotiques, etc. Le terreautage, utilisé comme amendement, peut aussi être fait dans le seul but d'améliorer les propriétés du sol. Dans certains cas, comme lorsqu'il y a un manque de bonne terre, le terreautage permet d'augmenter la quantité de sol nécessaire à la croissance de la plante lorsqu'il est fait en compensation de l'épaisseur de sol trop faible.

Pour que le terreautage soit optimal, il est recommandé de procéder d'abord à une aération. Dans ce cas, le terreautage permet de :

- Ajouter de la matière organique;
- Améliorer la fertilité du sol;
- Améliorer la structure du sol;
- Alléger les sols argileux;
- Augmenter la rétention en eau des sols sableux;
- Améliorer les caractéristiques du sol;
- Augmenter la quantité de bonne terre;
- Stimuler l'activité microbienne;
- Accélérer la décomposition du chaume;
- Rénover une partie endommagée de la pelouse;
- Faire un réensemencement;
- Stimuler le développement racinaire;
- Égaliser ou niveler le terrain;
- Favoriser la décomposition du feutre.

B) LA PÉRIODE IDÉALE POUR PRATIQUER LE TERREAUTAGE

La période idéale pour terreauter la pelouse est au début du printemps et à la fin de l'été, puisqu'à ce moment, l'activité des racines et des microorganismes est à son maximum. Lorsqu'il y a aération d'abord, les précipitations peuvent faciliter la pénétration du terreau dans le sol. Le terreautage peut être effectué plusieurs fois dans une même année, selon les besoins et les quantités de terreau à ajouter^{4, 11, 30}.

À quel moment doit-on éviter de pratiquer le terreautage?

- Lorsque le sol est gelé ou détrempé;
- En période de sécheresse puisque la plante entre généralement en dormance.

C) L'ÉPAISSEUR ET LA COMPOSITION DU TERREAU RECOMMANDÉES

L'épaisseur de la couche de terreau nécessaire peut varier selon l'objectif visé:

- Une épaisseur maximale de 1 cm de terreau peut être ajoutée sans nuire à la croissance du gazon. Cet apport de 1 cm combiné à un semis est effectué principalement pour couvrir les plaques dénudées, réparer des dommages antérieurs et aussi pour augmenter la densité de la pelouse. En plus du terreautage, un sursemis peut être effectué pour rendre la pelouse plus dense. Une quantité supérieure à 1 cm aura pour effet d'étouffer la pelouse existante.
- Sur une pelouse dense, une épaisseur de terreau de 0,6 cm est suffisante pour maintenir la qualité du sol et favoriser la décomposition d'un feutre excessif²². Lorsqu'on applique un terreau à la surface du sol, il est préférable d'épandre une mince couche à la fois (environ 0,6 cm) car des applications successives de plusieurs couches de terreau peuvent résulter en l'asphyxie des couronnes de la pelouse.

Pour terreauter une pelouse de 100 m², l'épaisseur désirée de terreau en centimètres correspond au volume en m³ de terreau à appliquer dans un rapport 1:1. Par exemple, si l'épaisseur souhaitée est de 0,6 cm, 0,6 m³ de terreau seront nécessaires pour couvrir une surface de 100 m².

La meilleure façon d'incorporer le terreau dans le sol est de pratiquer préalablement une aération.

D) LA COMPOSITION DU TERREAU

Différents matériaux tels le sable, la terre noire, la mousse de tourbe et le compost peuvent être utilisés seuls ou en mélange⁸. La proportion des différents matériaux variera dans un mélange selon les caractéristiques du sol à être modifié.

- Sur les sols sableux et pauvres en matière organique : Un terreau riche en matière organique composé de 75 % de compost, de terre noire ou de mousse de tourbe et 25 % de sable peut être utilisé afin d'améliorer la rétention d'eau et des éléments minéraux. Cette opération doit être jumelée à une aération et le terreau doit être incorporé par la suite.
- Sur les sols argileux : Pour améliorer l'aération dans les situations où l'argile cause des problèmes de compaction, il est préférable d'utiliser un terreau composé de 60 % à 70 % de sable et près de 30 % de compost et de terre noire. Cette opération doit obligatoirement être jumelée à une aération et le terreau doit être incorporé.
- Sur les sols de qualité moyenne : Un terreau standard utilisé dans les cas où il n'y a pas de corrections majeures à effectuer ou de carence en minéraux, doit être composé de terre organique, de sable et de compost mélangés dans des proportions équilibrées, c'est-à-dire près de 1/3, 1/3, 1/3. Les proportions peuvent varier selon l'analyse de sol.

Les composts sont généralement acides; c'est pour cette raison qu'ils doivent être utilisés modérément pour ne pas modifier le pH du sol existant, en particulier si le sol possède déjà un pH acide. Il est donc important de consulter l'analyse de sol avant de sélectionner le terreau. L'analyse du terreau peut aussi être demandée au fournisseur pour s'assurer qu'il est bien adapté aux différentes caractéristiques du sol existant.

Des expériences en gazonnière ont démontré que l'apport de compost à des sols argileux permettait d'améliorer l'agrégation des particules de sol (augmente la macroporosité), en plus d'assurer un apport constant en azote (nitrate) à la plante. Ces mêmes recherches ont démontré une fois de plus qu'un apport de sable permet d'améliorer la capacité de drainage du sol¹⁸.

Le terreau utilisé doit être finement granulé et exempt de semences et de racines de plantes indésirables.

E) L'APPLICATION DU TERREAU

Pour les terrains de golf et les grandes surfaces, il existe des instruments spécialisés qui servent à épandre le terreau de façon efficace. Le compost est plus difficile à épandre, étant donné son taux d'humidité élevé, lequel peut provoquer le blocage des équipements. C'est pour cette raison que le sable ou la mousse de tourbe sont ajoutés au mélange. Ils permettent d'alléger et assécher le terreau. Pour les plus petits terrains, la méthode la plus simple est d'utiliser une pelle et un râteau à feuilles pour étendre et égaliser le terreau uniformément jusqu'à ce que les brins d'herbe puissent en ressortir. Il est plus facile de commencer par le centre du terrain pour éviter de piétiner les brins d'herbe, ce qui aurait pour effet de les laisser couchés au sol et de nuire à leur croissance. Depuis quelques années, il existe sur le marché de petits épandeurs mécaniques à terreau, permettant de réaliser cette opération sur des terrains résidentiels (Fig. 6).

Figure 6. Application d'un terreau à l'aide d'un épandeur mécanisé (voir page 134)

2.4.2 L'aération du sol

La structure du sol est très importante puisqu'elle influe directement sur le rapport qui existe entre le sol, l'air et l'eau (voir la section 1.1 *Analyse du site*, Chapitre 1). La structure du sol se définit comme étant l'agrégation ou l'assemblage des différentes particules de sols²⁰. La disposition de ces agrégats forme différents types de pores servant à retenir l'air et l'eau dans le sol. Les macropores retiennent l'eau tandis que les micropores retiennent l'air.

Un tassement naturel du sol peut se faire avec les pluies. Cependant un piétinement répétitif ou quelques passages d'équipements d'entretien sur la pelouse favorisent la compaction du sol par l'écrasement des agrégats. Ceci a pour effet de réduire les espaces entre les particules de sol, les micropores et les macropores, lesquelles contiennent l'eau et l'air dont les racines dépendent.

Le compactage du sol augmente également avec le niveau de saturation en eau. Les risques de compactage sont d'ailleurs très élevés lorsque 80 % des macropores sont saturées en eau²⁰. Les sols qui sont compactés ne favorisent donc pas les échanges gazeux et le mouvement de l'eau, ni les échanges gazeux dans les micropores, et ceci a pour effet de diminuer l'activité microbienne du sol. De plus, la présence d'une couche de compaction limite le développement des racines dans le sol, ce qui nuit à l'absorption des éléments nutritifs.

A) LES SIGNES ET LES CAUSES D'UN SOL COMPACTÉ

La compaction d'un sol ne se manifeste généralement pas de façon uniforme. Pour repérer les endroits susceptibles de compactage ou qui ont subi du compactage, voici quelques signes :

- **Une mauvaise infiltration de l'eau** : Dans les sols compactés, les pores entre les particules de sol sont réduites empêchant ainsi que l'eau s'infilte et s'emmagasine. Il pourra donc y avoir un surplus d'eau qui demeure plus longtemps sur la surface de la pelouse;
- **L'apparition de plantes indésirables** : La présence de certaines plantes indésirables, telles le pâturin annuel, le plantain majeur, la matricaire odorante et la renouée des oiseaux, peut indiquer une compaction du sol puisque ces plantes se retrouvent souvent sur les terrains dont le sol est compacté (ex. : terrains sportifs);
- **Une pelouse clairsemée** : La pelouse devient clairsemée malgré un bon entretien;
- **L'absence de vers de terre** : L'absence de vers de terre dans le sol peut être un signe de manque d'air et de dureté du sol.

Les sols qui ont une texture fine comme les sols à haute teneur en argile ou les sols à faible teneur en matière organique sont plus sujets à la compaction, que les sols à texture plus grossière (sableux).

Le piétinement ou les passages répétés de machinerie sur des sols trop humides favorisent la compaction. Les traces de piétinement intense sont généralement visibles par une diminution de la qualité de la pelouse et parfois même jusqu'à ce que celle-ci se dégarnisse complètement.

ATTENTION : Le passage du rouleau au printemps peut aggraver les problèmes de compaction du sol. Le sol doit être humide mais non détrempé ou sec afin que le rouleau n'affecte pas la structure du sol³⁴.

Quels sont les tests utiles pour déterminer la compaction du sol ?¹¹

Méthode 1 :

- Prendre un couteau de poche et le faire pénétrer dans le sol afin de vérifier la résistance à la pénétration;
- Si vous devez forcer pour entrer le couteau de poche dans le sol, c'est qu'il y a probablement un problème de compactage ou vous avez simplement touché une roche; Dans les sols meubles, le couteau devrait pénétrer facilement;
- Ce test doit être effectué plusieurs fois pour se familiariser avec la technique et pour déceler les endroits les plus compactés.

Méthode 2 :

- Cette méthode plus précise permet d'évaluer le degré de compaction du sol grâce à l'utilisation d'un pénétromètre. Cet appareil permet de mesurer les variations de résistance à la pénétration d'une sonde dans le sol dans le sens vertical;
- Cette méthode mesure la résistance de l'appareil à pénétrer le sol;
- Une attention particulière doit être portée puisque les résultats sont variables selon l'humidité du sol;
- La sonde doit être enfoncée lentement dans le sol;
- Les profondeurs du sol où l'on enregistre une augmentation de pression et un relâchement, constituent le début et la fin de la couche compactée.

B) MÉTHODES POUR CORRIGER UN PROBLÈME DE COMPACTION DU SOL

Afin de corriger un problème de compaction, il faut d'abord en connaître la cause et ensuite apporter la mesure corrective la plus appropriée.

Une des techniques les plus efficaces pour diminuer la compaction du sol est de pratiquer une aération. Cette technique, qui peut être réalisée avec divers types d'équipement, permet de fournir de l'oxygène aux racines. L'aération est une technique qui consiste à extraire de petites carottes (Fig. 7) de terre à une profondeur égale ou supérieure à celle des racines.

Les effets d'une aération du sol :

- Améliore la structure;
- Favorise les échanges d'air et d'eau;
- Favorise la pénétration de l'eau;
- Favorise la pénétration en profondeur du phosphore et du calcium puisque ces deux éléments sont très peu mobiles;
- Améliore le drainage;
- Favorise l'activité des populations de microorganismes (certains jouent un rôle dans la décomposition du feutre);
- Favorise la dégradation du feutre;
- Stimule le développement racinaire;
- Favorise l'enracinement en profondeur.

Lorsque la texture du sol favorise le compactage, par exemple les sols argileux, il est plus avantageux d'effectuer une aération suivie d'un terreautage pour en améliorer peu à peu la texture. Le terreautage consiste à épandre sur la pelouse une mince couche de terreau (voir la section 2.4.1, *Le terreautage*, du présent chapitre). Il est possible d'utiliser différents amendements, seuls ou en mélange pour améliorer la texture du sol. Les matériaux utilisés sont le sable, le compost, la terre noire et la mousse de tourbe⁸.

Si la cause de la compaction est le piétinement répétitif, il est alors important de limiter l'accès à la pelouse en déviant le passage par une clôture, une plate-bande ou en installant un sentier permanent.

C) LES APPAREILS D'AÉRATION DU SOL

Il existe sur le marché différents types d'aérateurs, mais dont le principe reste le même pour tous. Ces appareils pénètrent dans le sol pour y retirer les carottes de terre et les relâcher sur le terrain tout en laissant un petit trou dans la pelouse. La profondeur minimale recommandée est de 60 à 100 mm et la densité d'aération minimale est de 50 trous d'aération par mètre carré, par passage⁸. Lorsque le sol est très compact, on recommande de passer l'aérateur une deuxième fois en croisé.

Voici certains types d'aérateurs :

i- Aérateur à louchets creux (Fig.7)

Les louchets pénètrent dans le sol à une profondeur variant selon l'appareil utilisé et retirent une carotte de terre d'un diamètre de 0,6 à 1,9 cm. Les ajustements de l'appareil sont faits en fonction des caractéristiques du terrain et en fonction de l'humidité du sol. La distance séparant les louchets peut varier selon le modèle de l'appareil. Il existe sur le marché deux types d'aérateur à louchets.

Appareil à huit (8) louchets creux boulonnés sur des disques :

L'appareil à huit louchets est boulonné sur des disques d'environ 30 cm de diamètre. Les louchets sont légèrement coudés afin de limiter les déformations de la pelouse. La largeur de l'appareil peut varier de un à deux mètres de large. Il effectue environ 80 trous par mètre carré. Il n'existe pas de contrôle de profondeur sur ce type d'aérateur puisqu'il s'enfonce par lui-même sous son propre poids. Il est donc nécessaire de passer cet aérateur lorsque le sol est humide pour faciliter la pénétration des louchets.

Appareil à louchets montés sur un arbre à vilebrequin :

Cet appareil contient des louchets montés sur un arbre à vilebrequin. De cette façon, les louchets pénètrent dans le sol perpendiculairement sans le déformer. Sur cet appareil, la densité des trous par surface peut varier entre 300 et 600 trous par mètre carré. Cet aérateur est généralement utilisé pour les terrains de golf.

Figure 7. Aération de la pelouse à l'aide d'un aérateur à louchets (a) et carottes de sol laissées par l'aérateur (b) (voir page 134)

iii- Aérateur manuel

Il est utilisé pour les petites surfaces. Il s'enfonce dans le sol avec le poids de l'utilisateur.

iii- Trancheuse-piqueuse

Ce type d'appareil ne retire aucune particule de sol lors de son passage. Il peut être muni de disques et tiges solides, de lames triangulaires ou de broches. Ce type d'appareil est moins efficace pour corriger un problème de compaction puisque qu'il pousse le sol au lieu d'en retirer une carotte. De cette façon, une certaine pression s'effectue dans le sol ce qui peut causer un autre type de compaction.

Pour obtenir de meilleurs résultats lors de l'aération

- Le choix de l'équipement à utiliser doit être fait selon la profondeur désirée des trous et l'état de compaction du sol. Plus un sol est compacté, plus il est avantageux de faire des trous profonds. Toutefois, plus un sol est compacté et sec, plus il est difficile pour la machinerie de pénétrer dans le sol et de faire des trous en profondeur. Les appareils qui pénètrent dans le sol en fonction de leur poids sont dépendants du niveau de compaction et d'humidité du sol. La majorité des appareils pénètrent entre 7,6 à 10 cm de profondeur;
- L'efficacité de l'aération est généralement liée au nombre de trous effectués. La quantité minimale de trous doit être de 50 par mètres carré⁸. Pour obtenir les effets bénéfiques de l'aération, il est recommandé d'avoir une moyenne de 200 trous par mètre carré en repassant plusieurs fois l'appareil afin d'obtenir la quantité de trous désirée¹⁸.

D) PÉRIODES OPTIMALES POUR PRATIQUER L'AÉRATION DU SOL

L'aération du sol provoque un stress pour la plante, c'est pour cette raison qu'il est recommandé d'effectuer cette opération lorsque les racines sont en croissance active. Cette période se situe au printemps ou à l'automne. L'aération doit être effectuée sur un sol non détrempé et non gelé. Lorsque la température est plus fraîche et que les précipitations sont plus importantes, la plante peut récupérer beaucoup plus rapidement. Cependant, l'aération doit être faite au moins 30 jours avant les premières gelées du sol pour que la plante puisse bien se préparer à l'hiver.

Le sol doit également présenter un certain niveau d'humidité (près du point de saturation) pour favoriser la pénétration de l'appareil dans le sol et permettre d'enlever complètement les carottes⁴. L'aération est donc plus efficace suite à une pluie ou à un arrosage. Cependant la pelouse ne doit pas être détrempée puisqu'un sol gorgé d'eau est sensible au compactage.

E) LE TERREAUTAGE SUITE À UNE AÉRATION

L'aération du sol provoque un stress pour la plante. De plus, les petites cavités restant à nu sur la surface de la pelouse peuvent endommager les racines en périphérie lorsque les températures sont chaudes et sèches. Le terreautage effectué conjointement à l'aération permet de remplir de terreau ces petits trous et de protéger les racines. Le terreautage permet aussi de limiter l'implantation des plantes indésirables et d'améliorer la structure et la texture du sol (voir la section 1.3 *Préparation du sol*, du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*). Lors du terreautage, un réensemencement des zones dégarnies ou clairsemées de la pelouse peut aussi être réalisé (voir la section 4.1 *Réensemencement*, du Chapitre 4).

Que doit-on faire avec les carottes de terre?

Les carottes de terre peuvent être laissées sur le sol et servir de terreautage pour la pelouse. Il est recommandé de les désagréger et de les distribuer uniformément à la surface du sol en ratissant la surface du gazon à l'aide d'un râteau ou avec un tapis de métal. Lorsque laissées en surface, elles se décomposent sous l'action du piétinement, de la tonte et des pluies. Si certaines carottes persistent, elles peuvent être ramassées avec un râteau à feuilles après quelques semaines et mises au compostage.

2.4.3 Le défeutrage

Le défeutrage est une technique culturale consistant à enlever l'excès de feutre sur une pelouse.

Le feutre constitue une couche composée de matière organique non décomposée ou partiellement décomposée et qui est située juste au-dessus du sol³³. Ces matières organiques peuvent provenir du feuillage, des stolons, des rhizomes ou des racines en décomposition.

Feutre ou chaume?

Le feutre est le terme utilisé dans la majorité des ouvrages de référence sur les pelouses^{4, 14, 18}. Cependant, dans notre langage populaire le feutre est souvent appelé « chaume ». Le chaume constitue plutôt l'accumulation des brins d'herbes mortes qui se retrouvent à la base de la pelouse⁴. Le chaume peut être constitué de feuilles mortes non décomposées, mais souvent il résulte de l'accumulation d'une masse racinaire aérienne que certaines variétés ou espèces de graminées produisent en plus grande quantité. Dans ces cas, une intervention périodique de déchaumage est nécessaire.

A) LES RÔLES DU FEUTRE

Le feutre est un milieu vivant où croissent les racines des graminées à gazon et où vit une importante microflore. Il contribue également en un apport en matière organique, laquelle, une fois décomposée, apportera certains éléments minéraux à la pelouse. Il permet également de protéger le point de croissance de la pelouse (la couronne) des grandes variations de température. De plus, la couche de feutre assure une tolérance au piétinement et au déchirement, et permet d'amortir les chocs lors d'activités sportives. Enfin, la présence de feutre protège le sol contre l'érosion et réduit les pertes d'eau et de fertilisants par ruissellement.

B) L'ÉPAISSEUR DU FEUTRE

Pour déterminer l'épaisseur du feutre, il suffit de découper un morceau triangulaire dans la pelouse à l'aide d'un couteau ou d'une pelle carrée bien affilée, de le soulever et de mesurer avec une règle l'épaisseur de feutre.

Un feutre de plus de 2,5 cm est trop épais et peut nuire à la pelouse¹¹. Un feutre de moins de 1,2 cm n'est pas suffisant pour apporter les bienfaits que procure le feutre à la pelouse. L'épaisseur idéale de feutre se situe entre 1,2 et 2 cm¹¹.

Une pelouse avec une épaisseur adéquate de feutre a comme avantages :

- D'être plus résistante au déchirement et au piétinement;
- D'être plus souple et de mieux amortir les chocs;
- De protéger le sol contre l'érosion et le ruissellement de l'eau et des fertilisants;
- D'agir comme paillis en protégeant le sol contre les variations extrêmes de température.

C) L'ACCUMULATION DE FEUTRE

Le problème du feutre dans les pelouses survient lorsque son accumulation est excessive. L'accumulation du feutre semble se faire lorsque le taux de décomposition des résidus organiques est inférieur à leur production¹⁸. Toutefois, lorsque l'épaisseur du feutre est adéquate, il n'est pas nécessaire de défeutrer à chaque année.

L'accumulation du feutre est un processus qui arrive parfois naturellement dans les pelouses. Toutefois, certaines situations peuvent accentuer ou accélérer cette accumulation telles que:

- **Les espèces de graminées** : Certaines espèces et cultivars de graminées, à cause de leur croissance vigoureuse et de leur niveau d'entretien, ont tendance à accumuler du feutre. C'est le cas particulièrement de l'agrostide stolonifère⁴;
- **La compaction du sol** : Un sol compacté est généralement moins bien aéré. Par conséquent, les microorganismes du sol ont moins accès à l'oxygène dont ils ont besoin pour effectuer la décomposition des débris végétaux¹¹;
- **Le pH du sol** : L'activité des microorganismes est optimale à un pH de 6,2 à 7^{4, 11}. Un pH du sol inférieur à 6,5 ou supérieur à 7 aura pour effet de ralentir l'activité microbienne, de réduire la décomposition de la matière organique et de favoriser l'accumulation de feutre;
- **L'arrosage excessif** : Un arrosage excessif de la pelouse aura les mêmes effets que la compaction, c'est-à-dire que cela créera un environnement anaérobique très peu favorable à l'activité des microorganismes du sol¹¹;
- **L'apport de débris végétaux** : Lors de la tonte, les résidus de tonte peuvent causer une accumulation du feutre sous certaines conditions. Ainsi, il est important que les débris végétaux soient bien déchiquetés et répartis uniformément sur la pelouse afin de faciliter la décomposition de la matière organique;
- **La fertilisation azotée** : Une surfertilisation azotée serait l'une des principales causes de l'accumulation excessive du feutre¹⁵. Comme cet élément fertilisant favorise la croissance rapide des graminées et des rhizomes, il en résulte une augmentation des débris végétaux retournés au sol¹⁸.

Ainsi pour éviter un excès de feutre, il faut favoriser l'équilibre entre l'apport de débris végétaux et leur taux de décomposition. Les microorganismes jouent un rôle essentiel dans la dégradation de la matière organique et, par le fait même, dans le contrôle de l'accumulation du feutre. Le niveau de décomposition des débris végétaux est directement relié au niveau d'activité des microorganismes du sol.

Les problèmes causés par un excès de feutre sont nombreux. Voici les principaux : ^{11, 15, 18}

- Diminue le taux d'absorption de l'eau dans le sol. Le feutre est une zone hydrophobe : il est donc très difficile de l'humecter. Un excès de feutre entraîne la formation de zones sèches localisées;
- Contribue à la vulnérabilité de la pelouse face aux insectes et aux maladies. Il crée un environnement idéal pour certains insectes et certaines maladies;
- Augmente le risque de scalpage lors de la tonte, et ainsi, augmente le risque d'invasion par les plantes indésirables;
- Empêche certains éléments fertilisants d'atteindre le sol où ils sont nécessaires, en particulier les éléments peu mobiles tel le phosphore qui restera dans la couche de feutre. L'épaisseur de feutre peut également faire en sorte que l'azote appliqué demeure davantage en surface et soit plus susceptible d'être perdu par volatilisation;
- Augmente la sensibilité de la pelouse aux gels hivernaux et aux canicules d'été. L'excès de feutre entraîne une croissance de la pelouse au-dessus de la zone abri du sol, laquelle permet de protéger la couronne des graminées (zone de croissance) des grandes variations de température.

D) LES MÉTHODES POUR PRÉVENIR ET CORRIGER UN EXCÈS DE FEUTRE

Si possible, déterminer la ou les causes de l'accumulation du feutre avant d'apporter une mesure corrective. Tel que mentionné précédemment, l'accumulation de feutre peut être causée par différents facteurs, notamment un excès de fertilisants combiné à un pH légèrement acide (< 6,5)¹¹. Il est donc essentiel d'avoir un sol en santé pour réduire l'accumulation de feutre.

Voici des méthodes permettant de prévenir l'accumulation de feutre :

- Corriger le pH (ex. : avec un chaulage);
- Ajuster le programme de fertilisation en fonction des besoins de la plante et de l'analyse de sol;
- Utiliser les tondeuses déchiqueteuses de façon à réduire au maximum la longueur des brins de gazon;
- Éviter les irrigations excessives et/ou superficielles;
- Évaluer et corriger les problèmes de compaction du sol.

Pour plus de détails, voir les sections du Chapitre 1, *IMPLANTATION D'UNE PELOUSE*, et du présent chapitre, se référant à l'analyse du site, la tonte, l'aération, le terreautage, l'irrigation, la fertilisation.

Lorsque le feutre est excessif, en plus des méthodes préventives, il faut parfois avoir recours à des méthodes plus directes de correction.

i- Par le terreautage et l'aération

L'aération et le terreautage sont deux méthodes physiques qui contribuent à réduire l'accumulation de feutre. L'aération permet une bonne circulation de l'air, ce qui favorise l'activité des microorganismes. Ensuite le terreautage permet le remplissage des espaces libres afin d'obtenir un meilleur contact entre les microorganismes et le feutre. Le terreau apportera aussi sa microflore qui contribuera à favoriser l'activité microbienne du sol. Lorsque l'aération est suivie du terreautage, la dégradation du feutre est considérablement accélérée¹⁸. Un surensemencement pourrait être nécessaire à la suite de ces opérations.

ii- Par la tonte verticale

La tonte verticale est une méthode mécanique qui permet directement de diminuer le feutre. C'est une correction temporaire, c'est-à-dire que si aucune autre modification n'est apportée (ex. : ajustement du pH, aération, etc.), le feutre pourrait s'accumuler de nouveau. La tonte verticale consiste à réduire une quantité de feutre grâce à des lames perpendiculaires au sol qui coupent la partie supérieure du feutre et qui ramènent les résidus en surface. L'équipement utilisé est aussi appelé déchaumeuse. La tonte verticale doit être effectuée par plusieurs passages répétitifs dans différents sens. Les résidus de feutre à la surface du gazon doivent être récoltés à l'aide d'équipements adaptés à la superficie du terrain. Il est recommandé de ne pas enlever plus de 1 cm de feutre à la fois⁸. Si plus de 1 cm doit être enlevé, il est préférable d'effectuer une deuxième tonte verticale l'année suivante, tôt au printemps ou à l'automne. Il est possible d'effectuer l'aération et le terreautage deux fois par année; cependant, la tonte verticale ne devrait être faite qu'une fois par année. Pour effectuer un travail manuel sur des petites surfaces, il existe des râeaux à déchaumer, mais leur action n'est que superficielle.

La coupe verticale expose la couronne de la graminée qui devient ainsi plus sensible aux variations de température et la pelouse sera plus sujette à l'invasion par des plantes indésirables¹⁵. Le terreautage est recommandé afin d'augmenter l'activité microbienne bénéfique et de permettre à la plante de récupérer plus rapidement (voir la section 2.4.1, *Le terreautage*, du présent chapitre).

E) LA PÉRIODE IDÉALE POUR DIMINUER L'EXCÈS DE FEUTRE

La période idéale pour diminuer l'excès de feutre par une tonte verticale mécanique est lors des périodes de croissance de la pelouse, soit au printemps et au début de l'automne^{11, 33}. Ces périodes permettent à la pelouse de récupérer le plus rapidement possible. Il est recommandé d'effectuer la coupe verticale après une légère pluie, lorsque le sol est humide mais non détrempé.

Au printemps : La tonte verticale ne devrait pas être faite trop tôt en saison, pour éviter d'arracher la pelouse ni trop tard pour éviter le stress provoqué par les températures élevées.

À l'automne : La tonte verticale ne devrait pas être effectuée à moins de 30 jours avant les premières gelées pour que la pelouse puisse bien se préparer avant l'hiver.

Une pelouse jaune au printemps nous indique-t-elle qu'il y a un problème d'accumulation de feutre ?

Suite à la fonte des neiges, la présence de gazon jaune ne signifie pas un problème d'accumulation de feutre. Le gazon est tout simplement en dormance et verdira dès que les conditions favorables seront présentes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Association des Horticulteurs du Nouveau-Brunswick. 2001. Compost evaluation trials, 2001. Données non publiées.
- (2) Ash, T. 2007. Homeowners can conserve water with low-tech and high-tech solutions alike – Case Study 8. TPI Turfgrass Producers International. 3 pages. <http://www.turfgrassod.org/>
Date de consultation: 5 février 2007.
- (3) Badra, A., L.-E. Parent, Y. Desjardins, G. Allard et N. Tremblay. 2005. Réponses quantitative et qualitative de gazon établi en pâturin des prés (*Poa pratensis* L.) aux ajouts de N, P et K. *Canadian Journal of Plant Science* 85: 193-204
- (4) Beard, J. B. 1973. *Turfgrass Science and Culture*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, NJ. 658 pages.
- (5) Better Lawn & Turf Institute. 2007. What you need to know about proper watering practices. How to select the best grass seed for northern lawns. Report on effective Turf Maintenance. 2 pages.
http://www.turfgrassod.org/lawninstitute/lawn_watering.htm
Date de consultation: 5 février 2007.
- (6) Blais, S. 2006. Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries. Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs, ISBN-13. 52 pages.
- (7) BNQ. 2001a. Norme – Aménagement paysager à l'aide de végétaux. Bureau de normalisation du Québec. NQ 0605-100. 160 pages.
- (8) BNQ. 2001b. Norme – Entretien Arboricole et Horticulture. Bureau de normalisation du Québec. NQ 0605-200. 153 pages.
- (9) Bourque, P.-A. 2006. Le cycle de l'azote. Planète Terre. Chapitre 3.4.4. Université Laval. 2 pages.
<http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/cycle.azote.html>
Date de consultation: 5 mars 2007.
- (10) Branham, B. 1989. 1988 turf weed control, PGR, and management studies: II. Turfgrass performance under low maintenance. Proc. 59th Annual Michigan Turfgrass Conf., Est Lansing, MI: 4-5.
- (11) Brede, D. 2000. *Turfgrass Maintenance Reduction Handbook: Sports, Lawns, and Golf*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan. 359 pages.
- (12) Brunelle, A. et A. Vanasse. 2004. Le chaulage des sols. Centre de référence en agriculture du Québec. CRAAQ. 41 pages.
- (13) Carrow, R.N., D.V. Waddington et P.E. Rieke. 2001. *Turfgrass Soil Fertility and Chemical Problems / Assessment and Management*. John Wiley & Sons, Inc. 400 pages.
- (14) Charbonneau, P. et J. L. Eggens. 2003. *Lawn Maintenance*. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario. Publication 03-059. 14 pages.
- (15) Charbonneau, P. 2003. La lutte contre le chaume. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). Communiqués. Série sur les pelouses. 4 pages.
<http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/thatchcn.htm>
Date de consultation: 15 mai 2007.
- (16) CILF. 1999. *Dictionnaire d'agriculture*. Conseil international de la langue française. Service édition Pauline Journeau et Abdelouhab Ayadi, Paris, France. 1011 pages.

- (17) CRAAQ. 2003. Guide de référence en fertilisation. 1re édition. Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 294 pages.
- (18) Desjardins, Y. 2003. Gestion et entretien des gazons - Guide d'étude et manuel de formation. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université Laval. 590 pages.
- (19) Division de la production des végétaux. 2005. T-4-106 - ENGRAIS ORGANIQUES - LOI SUR LES ENGRAIS. Agence canadienne d'inspection des aliments, Canada. Circulaire T-4-106. 4 pages.
- (20) Doucet, R. 1992. La Science Agricole – Climat, sols et productions végétales du Québec. Cégep Joliette – De Lanaudière. Éditions Berger, Qc. 655 pages.
- (21) Eggens, J. L. 1998. Turf Management – Principles and Practices. Study Guide. Eleventh Edition, Department of Horticulture, University of Guelph. Guelph ONT.
- (22) Endo, R. M. 1967. Why Nitrogen Fertilization Controls the Dollar Spot? Disease of Turfgrass. California Turfgrass Culture. Volume 17 –No. 2:11.
- (23) Gresham, C.W. et T.M. Schettini. 1995. 1994 Annual Report and Three Year project Summary 1992-1994. Rodale/Troy-Built Cooperative Project. Rodale Institute Research Center, Kurtztown PA. 21 pages.
- (24) Hamel, A., J-F Goulet, C. Vallée, S. Goudreault, J-A. Gagnon, A. Couillard, M-C. Lavoie et J. Chauvette. 1995. Clinique sur la fertilisation. Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO). 213 pages.
- (25) Harvidi, M.A. et V.A Gibeault. 1990. Managing turfgrass during drought. Calif. Turfgrass Culture 40 : 1-2.
- (26) Laverdière, C., F. Gauthier et B. Gingras, 2004. Pesticides et entretien des espaces verts – Bon sens, bonnes pratiques, Édition 2004, Québec, ministère de l'Environnement, Envirodoq : no ENV/2004/0280, 100 pages.
- (27) Lyman, G.T. et P.E. Rieke. 1999. Turf Tips: Managing Yard Waste to Preserve Water Quality. Department of Crop and Soil Science, Michigan State University Extension. 2 pages.
www.turf.msu.edu.
Date de consultation: 8 février 2007.
- (28) Lyman, G.T. et P.E. Rieke. 2002. Turf Tips for the Homeowners : Mowing Lawn Turf. Michigan State University Extension. Turfgrass Sciences. Bulletin E13TURF. 2 pages.
- (29) McDonald, D. K. 1999. Ecologically Sound Lawn Care for the Pacific Northwest. Scientific Literature and Recommendations from Turf Professionals. Seattle Public Utilities. Community Services Division. Resource Conservation Section. 89 pages.
- (30) McInnes, J. 2004. La culture écologique. Édition Broquet. 191 pages.
- (31) Robert, C., H. Tremblay et C. Deblois. 2005. Cyanobactéries et cyanotoxines au Québec : suivi à six stations de production d'eau potable (2001-2003). Direction générale des politiques, ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs,envirodoq : ENV/2005/0099. 58 pages.
- (32) The Fertilizer Institute of Ontario Inc. 1998. Manuel sur la fertilité du sol. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. 161 pages.
- (33) Throssel, C. et Z. Reicher. 2007. Irrigation Practices for Homelawns. Purdue Turfgrass Science Program. 2 pages. <http://www.agry.purdue.edu/turf/pubs/ay7.htm>
Date de consultation: 9 février 2007.
- (34) Turgeon, A.J. 1991. Turfgrass Management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 407 pages.

(35) Voigt, T. 2003. The Lawn Problem Solver - Mowing. General Lawn Maintenance. University of Illinois Turfgrass Program. 6 pages. http://www.turf.uiuc.edu/lawn_problem_solver/maintenance/mowing.html
Date de consultation: 28 février 2007.

(36) Wetmore J. et K. Browne. 2003. Sustainable Turf – Establishment, Maintenance, and IPM Guidelines for Turf in Atlantic Canada. The New Brunswick Horticultural Trades Association, NB Canada. 155 pages.

(37) Wilhelm, S.J. et A.J. Koski. 1993. Effects of clipping return vs. clipping removal on Kentucky bluegrass turf. 85th Ann. ASA Meetings : 165.

ANNEXE 1

Calcul de la quantité d'engrais granulaire à appliquer

1. Vérifier sur le sac d'engrais la surface à couvrir selon le taux d'azote recommandé :

$$\frac{\text{Poids du sac} \times \text{le \% d'azote}}{\text{Taux d'azote désiré}} = \text{Superficie couverte par le sac d'engrais}$$

Par exemple, si 0,5 kg N/100 m² doit être apporté, que le sac d'engrais pèse 14 kg et que la formulation est du 28-3-6 (28% N) :

$$\frac{14 \text{ kg} \times 0,28}{0,5 \text{ kg N/100 m}^2} = 392 \text{ m}^2$$

Dans ce cas-ci, un sac d'engrais de 14 kg couvrira une surface de gazon de 392 m².

2. Déterminer la quantité d'engrais nécessaire pour couvrir une superficie inférieure à 392 m² et à un taux de 0,5 kg/100m²

$$\frac{\text{Poids du sac} \times \text{superficie à couvrir}}{\text{Superficie que le sac peut couvrir}} = \text{quantité d'engrais nécessaire}$$

Par exemple, si nous voulons appliquer de l'engrais sur une superficie de 232 m² et en sachant qu'un sac de 14 kg couvre 392 m².

$$\frac{14 \text{ kg} \times 232 \text{ m}^2}{392 \text{ m}^2/\text{sac}} = 8 \text{ kg}$$

ANNEXE 2

Calcul de la quantité d'engrais liquide nécessaire selon une surface donnée

1. On doit connaître le poids d'un litre du produit liquide pour déterminer le taux d'azote, de phosphore et de potassium à épandre sur 100 mètres carrés de surface. Le poids de chaque engrais liquide diffère selon le pourcentage des éléments nutritifs et en fonction des matériaux utilisés dans la fabrication du produit.

Pour connaître le poids d'un litre d'engrais on doit :

- Peser un litre exact de l'engrais liquide.

En général, les engrais liquides disponibles sur le marché pèsent entre 1,18 kg et 1,3 kg / litre du produit.

Par exemple, si un litre d'engrais liquide 20-3-3 pèse 1,3 kg, combien de litres doit-on appliquer sur 100 m² pour fournir à la pelouse 0,5 kg N/100 m²?

Poids / litre x % N = nombre de litres à appliquer sur 100 m²

$$1,3 \text{ kg} \times 0,20 = 0,26 \text{ kg d'azote}$$

2. Déterminer le nombre de litres nécessaires pour fournir 0,5 kg N/100 m².

kg d'N nécessaire / 100 m²

Nombre de litres / 100 m²

$$\frac{0,50 \text{ (kg N/100 m}^2\text{)}}{0,26 \text{ (kg d'N)}} = 1,9 \text{ litres d'engrais liquide / 100 m}^2$$

3. Déterminer le nombre de litres de 20-3-3 qui doivent être appliqués par 100 mètres carrés par saison.

Le taux d'azote recommandé pour une saison de croissance est de 1,8 kg/100m² alors que le litre d'engrais 20-3-3 pèse 0,26 kg.

$$\frac{1,8 \text{ (kg N/100 m}^2\text{/saison)}}{0,26 \text{ (kg de N)}} = 6,9 \text{ litres de 20-3-3 / 100 m}^2 \text{ / saison}$$

4. Déterminer le nombre d'applications qui doivent être faites par saison pour fournir à la pelouse 1,8 kg d'azote, en considérant un maximum de 0,5 kg d'azote par application pour éviter les brûlures.

$$6,9 \text{ litres} / 1,9 \text{ litres} = 3,6 \text{ applications de 20-3-3 / saison}$$

Il est recommandé de faire trois (3) applications par saison à l'aide du 20-3-3 puisque le taux d'azote le plus élevé a été utilisé.

ÉLÉMENTS	CARENANCES	EXCÈS
Azote (N)	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorose¹ des feuilles • Jaunissement et perte des vieilles feuilles • Jaunissement à partir de la pointe des feuilles vers la gaine • Diminution du taux de croissance • Diminution de la densité du couvert végétal • Diminution du tallage 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaunissement à la base des feuilles de la pelouse • Très forte croissance de la pelouse
Phosphore (P)	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition des symptômes d'abord sur les vieilles feuilles • Apparition graduelle de la couleur rouge-pourpre du feuillage, débutant par la pointe jusqu'à la base • Diminution de la croissance foliaire • Faible taux de croissance racinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Entraîne une carence en fer
Potassium (K)	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition des symptômes d'abord sur les vieilles feuilles • Jaunissement entre les nervures des feuilles • Nécrose² de la pointe et de la marge des feuilles • Par la suite, jaunissement des feuilles incluant les nervures • Diminution de la résistance aux conditions de sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure du feuillage, des racines et de la couronne⁷⁶ • Diminution de l'absorption du magnésium, du calcium et du manganèse
Calcium (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> • Malformation des jeunes feuilles ou feuillage rabougrri • Apparition graduelle de la couleur rouge-brunâtre sur la marge des jeunes feuilles • Marges des jeunes feuilles deviennent nécrosées • Brunissement et/ou mort du système racinaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure du feuillage • Diminution de la disponibilité du magnésium et du potassium
Magnésium (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition des symptômes d'abord sur les vieilles feuilles • Disparition de la couleur verte des vieilles feuilles en débutant par une couleur vert pâle jusqu'à un rouge foncé • Marges des vieilles feuilles présentent des marbrures rouges • Les nervures des feuilles restent vertes • Mort du feuillage 	<ul style="list-style-type: none"> • Déséquilibré par une absorption insuffisante du potassium et du calcium
Soufre (S)	<ul style="list-style-type: none"> • Symptômes semblables aux carences en azote mais d'abord présents sur les jeunes feuilles • Les nervures des feuilles restent vertes • Carence plus rare 	
Fer (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition des premiers symptômes sur les jeunes feuilles • Brunissement de la pointe des feuilles et du limbe • Chlorose entre les nervures • En cas de carence importante, couleur blanchâtre des feuilles • Pelouse d'apparence marbrée 	<ul style="list-style-type: none"> • Carence en manganèse • Dommages au système racinaire • Développement de rayures ou de taches très foncées, noircies, sur le feuillage⁷⁶

Figures de l'introduction

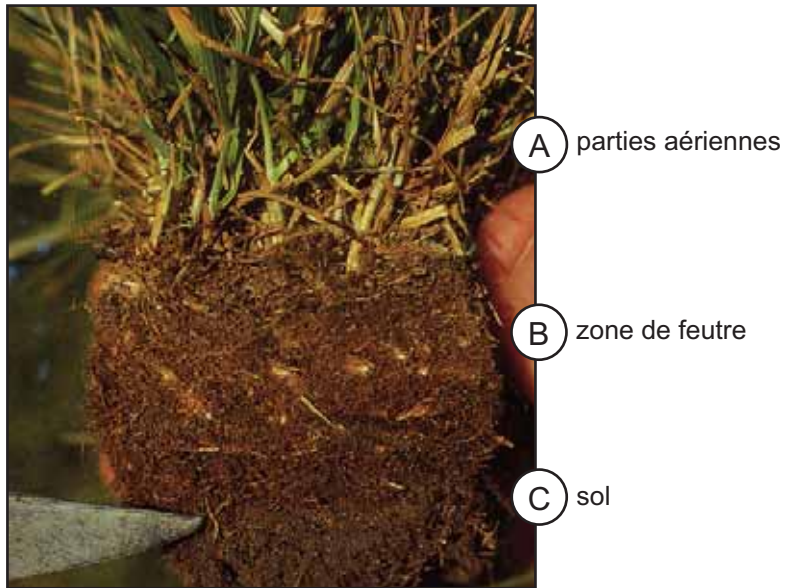


Figure 1. Les différentes strates de la pelouse (photo : OMAFRA)

Figures du Chapitre 2

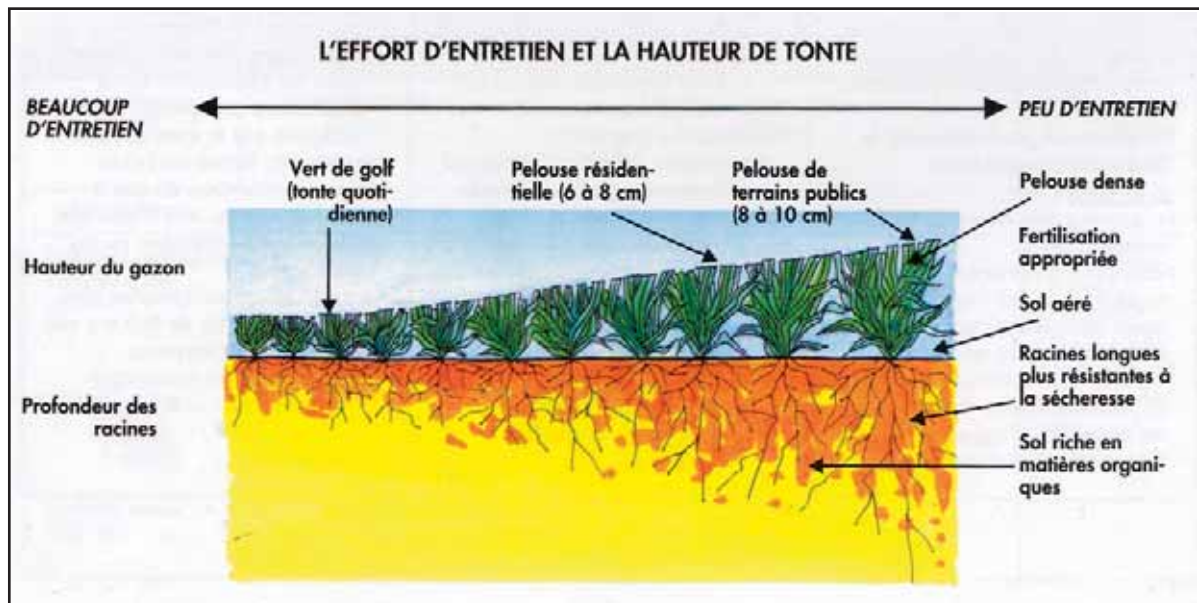
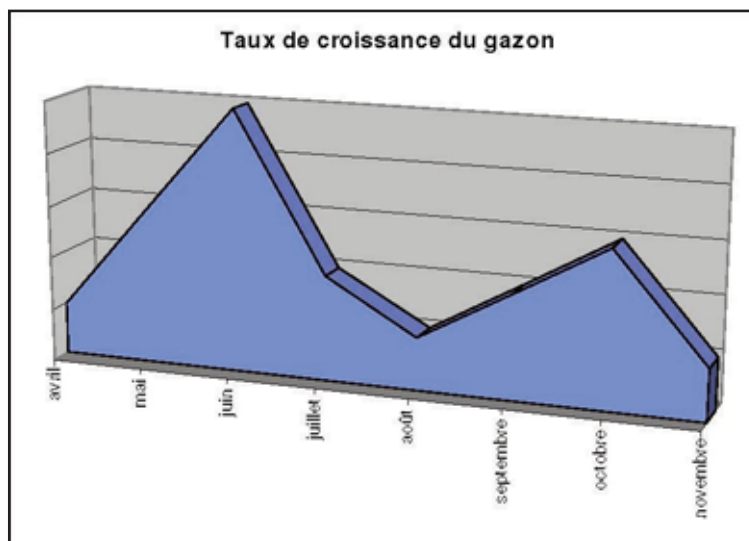


Figure 1. Impact de la hauteur de tonte sur la croissance des racines (Tiré de MDDEP, 2004²⁶)



Figures 2 et 3. Courbe de croissance de la pelouse durant la saison (Adapté de Carrow et al., 2001¹³)

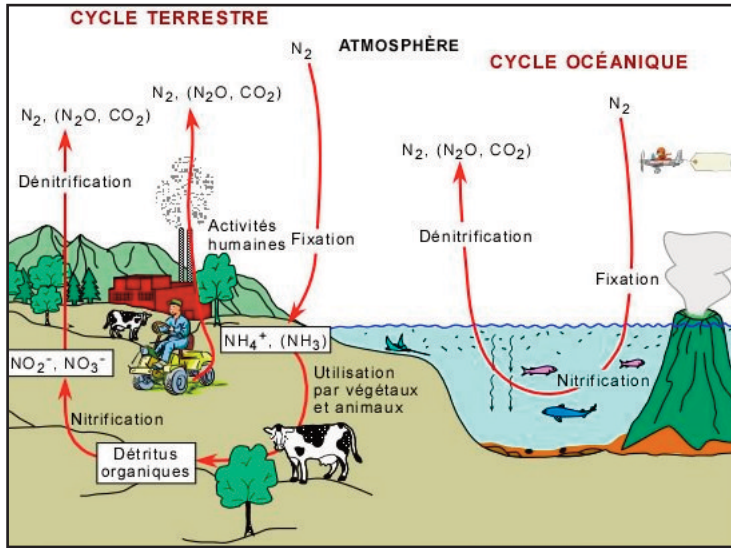


Figure 4. Le cycle de l'azote (Tiré de Bourque, 2004⁹)



Figure 6. Application d'un terreau à l'aide d'un épandeur mécanisé (photo : L. Roberge, Fertil Plus)



Figure 7a. Aération de la pelouse à l'aide d'un aérateur (photo : S. Rochefort)



Figure 7b. Carottes de sol laissées par l'aérateur (photo : S. Rochefort)