

3. Cultures fourragères

Les fourrages sont des plantes entières que l'on cultive pour nourrir le bétail. Ils constituent un élément important de la rotation des cultures dans de nombreuses exploitations agricoles. Ils procurent de nombreux avantages à cet égard, de même que sur le plan environnemental, puisqu'ils permettent de réduire l'érosion du sol et d'améliorer sa santé et sa teneur en matière organique. D'ailleurs, il a été démontré que lorsqu'une culture de luzerne précède une culture de maïs dans une rotation, elle lui apporte non seulement 100 lb/ac d'azote, mais aussi un gain de rendement de 10 à 15 %.

La production des cultures fourragères tient une grande place en Ontario, où elles sont utilisées pour nourrir le bétail. Le foin sec et le foin destiné à l'ensilage préfané sont cultivés sur 831 000 ha (2 000 000 ac), auxquels s'ajoutent 239 000 ha (600 000 ac) de pâturages ensemencés et 415 000 ha (1 037 000 ac) de pâturages naturels. Environ 104 000 ha (260 000 ac) sont consacrés à la production de maïs à ensilage. La production des cultures fourragères est évaluée à environ 10 % de la production agricole ontarienne.

La gestion des fourrages est plus complexe que celle de nombreuses autres cultures, et ce, pour plusieurs raisons :

- Ils sont généralement cultivés en association avec différentes espèces;
- On peut les utiliser sous forme de fourrages entreposés ou de pâturage;
- Il y a des espèces annuelles et des espèces vivaces;
- Ils sont soumis à de nombreuses méthodes de récolte et d'entreposage différentes;
- Pour survivre à l'hiver, les espèces vivaces doivent être gérées de manière particulière.

Pour en savoir plus sur la production de maïs à ensilage, voir la section *Choix des hybrides destinés à l'ensilage* du chapitre 1, *Maïs*. Dans la section *Ensilage préfané et ensilage de maïs* du présent chapitre, on trouvera également de l'information sur l'ensilage du maïs et son entreposage.

Pour plus d'information sur les pâturages, voir la publication 19F du MAAARO, *La culture des pâturages*, qui se trouve sur le site du ministère à l'adresse ontario.ca/cultures.

Espèces

Légumineuses vivaces

La plupart des légumineuses cultivées pour le fourrage ont des racines pivotantes ainsi que de larges feuilles composées (formées de plusieurs folioles) disposées en alternance sur la tige. Les nouvelles pousses naissent sur le collet de la plante, et le point végétatif de chacune des pousses se trouve à son extrémité. Dans l'ensemble, les légumineuses ont une teneur en protéines plus élevée que les graminées. Le tableau 3-1, *Caractéristiques des espèces fourragères vivaces cultivées en Ontario*, résume les points forts de ces espèces et les mises en garde à leur sujet.

Lorsqu'elles sont bien inoculées, les légumineuses utilisent l'azote atmosphérique, de sorte qu'elles n'ont pas besoin d'engrais azoté. De plus, les légumineuses fournissent une quantité considérable de cet élément aux graminées avec lesquelles elles sont en association.

Tableau 3-1 – Caractéristiques des espèces fourragères vivaces cultivées en Ontario

Espèce	Utilisation	Persistance (années)	Points forts	Mises en garde
Légumineuses				
Luzerne	Fourrage entreposé	3 à 4 (Sud de l'Ontario) 1 à 4 (Nord de l'Ontario)	<ul style="list-style-type: none"> • Excellente qualité • Excellent rendement 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible persistance en pâturage • Faible tolérance aux sols acides ou mal drainés • Utilise la période de repos pour reconstituer ses réserves racinaires • Peut être météorisante
Lotier corniculé	Pâturage Fourrage entreposé	5 et plus (peut se resemer)	<ul style="list-style-type: none"> • Grande qualité • Non météorisant • Bonne tolérance aux sols acides et à drainage variable 	<ul style="list-style-type: none"> • Lent à s'établir • Croissance printanière et repousse lentes • Inappétent pour les chevaux
Trèfle rouge	Pâturage Fourrage entreposé Culture couvre-sol	1 à 3	<ul style="list-style-type: none"> • Excellent rendement la première année • S'établit facilement • Grande qualité • Bonne tolérance aux sols acides et à drainage variable 	<ul style="list-style-type: none"> • Concurrence, en particulier avec les autres légumineuses • Difficile à sécher pour la production de foin • Peuplement s'éclaircissant rapidement • Peut être météorisant • Peut causer une infertilité temporaire des brebis au pacage
Trèfle blanc	Pâturage	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité et sapidité excellentes • Bonne tolérance au broutage à ras répété 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut être météorisant • Faible tolérance à la sécheresse
Graminées				
Fléole	Fourrage entreposé	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • S'établit facilement • Bonne tolérance aux variations de drainage du sol • Semences bon marché • Meilleure qualité nutritionnelle en raison de sa maturité tardive 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible capacité de repousse estivale
Brome inerme	Pâturage Fourrage entreposé	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation des rhizomes qui forment un gazon sur le sol dénudé • Garde mieux sa qualité à maturité 	<ul style="list-style-type: none"> • Grosses graines qui peuvent compliquer les semis • Faible persistance si on fait plusieurs coupes (il vaut mieux se limiter à deux coupes)
Brome des prés	Pâturage Fourrage entreposé	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance précoce au début du printemps • Repousse rapide après broutage ou coupe • Bonne résistance à l'hiver • Bonne sapidité 	<ul style="list-style-type: none"> • Grosses graines qui peuvent compliquer les semis • Sensible aux inondations • Se propage moins par ses rhizomes que le brome inerme
Dactyle pelotonné	Pâturage Fourrage entreposé	5	<ul style="list-style-type: none"> • Pâturage très précoce • Excellente repousse • Bonne tolérance à la sécheresse • Bonne tolérance au broutage à ras • Fortement stimulé par l'azote 	<ul style="list-style-type: none"> • Perd rapidement sa sapidité et sa qualité à maturité • Grands écarts de maturité entre les cultivars • Forte concurrence avec les autres espèces • Tolère mal les variations de drainage du sol et la présence de glace
Alpiste roseau	Pâturage Fourrage entreposé	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Excellent rendement sur des sols secs ou mal drainés • Bonne repousse • Fortement stimulé par l'azote 	<ul style="list-style-type: none"> • Lent à s'établir • Première coupe, perd rapidement sa sapidité et sa qualité à maturité • Faible tolérance au broutage à ras et aux coupes fréquentes
Fétuque des prés	Pâturage Fourrage entreposé	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Convient mieux au pâturage géré qu'à la production de fourrage entreposé • Pousse au début du printemps et à la fin de l'automne • Tolère bien les sols à drainage variable • Meilleure sapidité que la fétuque élevée • Prévention de l'érosion des voies d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Semence devant être enrobée • Forte concurrence avec les autres espèces • Faible tolérance à la sécheresse • Qualité médiocre à maturité • Moins persistante et rendement moindre que la fétuque élevée

Tableau 3-1 – Caractéristiques des espèces fourragères vivaces cultivées en Ontario

Espèce	Utilisation	Persistance (années)	Points forts	Mises en garde
Fétuque élevée	Pâturage Fourrage entreposé Voies d'eau engazonnées	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Rendement élevé • Bonne croissance estivale • Bonne qualité fourragère à l'automne pour le broutage des herbages mis en réserve • Bonne tolérance aux sols acides 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuillage épais et sapidité faible du foin sec • Nécessité d'utiliser des semences exemptes d'endophytes
Ray-grass vivace	Pâturage Fourrage entreposé	2 à 3 (Sud de l'Ontario)	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité nutritionnelle et sapidité excellentes • S'établit très rapidement • Bonne tolérance au broutage à ras 	<ul style="list-style-type: none"> • Tolère mal la sécheresse estivale et la chaleur • Tolère mal les variations de drainage du sol • Persistance variable
Pâturin des prés	Pâturage Voies d'eau engazonnées	5 et plus	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne qualité et sapidité • Bonne tolérance au broutage à ras 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible rendement saisonnier • Faible production estivale • Établissement très lent

Luzerne

En Ontario, la luzerne est la culture fourragère vivace qui donne le meilleur rendement, et la légumineuse fourragère la plus cultivée. Elle a un meilleur rendement et produit plus de protéines par unité de surface que les autres légumineuses fourragères. On peut la cultiver seule, mais on la cultive souvent en association avec diverses graminées. Pour que sa persistance et son rendement soient bons, il lui faut un sol bien drainé, un pH supérieur à 6,1, une fertilisation adéquate et une saine gestion de la récolte. Bien géré, un champ de luzerne peut normalement produire pendant trois ans ou plus. Les teneurs en énergie et en protéines des fourrages à base de luzerne varient en fonction du stade de croissance atteint au moment de la récolte. La survie de la luzerne en hiver dépend de plusieurs facteurs, soit la récolte automnale, le calendrier de fauche, la fertilité du sol, son drainage et l'âge des peuplements.

Lotier corniculé

Le lotier corniculé est une légumineuse non météorisante idéale pour les pâturages permanents. Comme il se resème spontanément, il constitue un excellent choix pour les terrains rocailleux ou en pente qui ne peuvent être travaillés. Bien que les plants individuels ne vivent que quelques années, les peuplements peuvent demeurer productifs pendant de nombreuses années si on les laisse monter en graine. De plus, cette espèce s'adapte bien aux sols mal drainés. Le lotier corniculé a un potentiel de rendement inférieur à celui de la luzerne et prend plus de temps à sécher; c'est pourquoi on le recommande pour la production de foin uniquement dans les zones où la culture de la luzerne est difficile. Comme les semis mettent beaucoup de temps à s'établir, il faut attendre au moins un an avant d'avoir un peuplement satisfaisant.

Trèfle rouge

Le trèfle rouge est une légumineuse vivace de courte durée. Ses rendements sont bons l'année qui suit son établissement, mais souvent médiocres l'année suivante, en particulier dans le Sud de l'Ontario. Il s'établit bien et peut être semé dans les champs trop humides ou trop acides pour la luzerne. De plus, il a une excellente qualité fourragère. On l'entrepose le plus souvent sous forme d'ensilage préfané ou d'ensilage en balles parce qu'il est difficile à sécher et produit souvent un foin poussiéreux ou moisi.

En Ontario, on en cultive surtout deux types : le trèfle rouge à deux coupes et le trèfle rouge à une coupe. Le premier fleurit pendant l'année de l'établissement et donne une repousse vigoureuse après la coupe. Le trèfle rouge à une coupe pousse plus lentement et arrive à maturité environ deux semaines après le trèfle rouge à deux coupes; il ne fleurit pas pendant l'année de l'établissement ni après la première coupe les années suivantes.

L'utilisation du trèfle rouge comme culture couvre-sol est maintenant très répandue. Pour en savoir plus à ce sujet, voir le chapitre 8, *Gestion assurant la santé du sol*.

Trèfle blanc

Le trèfle blanc est surtout cultivé dans les pâturages. C'est une espèce vivace de courte durée qui se resème. Il en existe trois grands types : le trèfle ladino, le trèfle rampant et le trèfle blanc sauvage. Ils se ressemblent tous, mais diffèrent par leur taille : le trèfle blanc sauvage est le plus petit et le trèfle ladino, le plus grand. Le trèfle blanc est doté de stolons, c'est-à-dire des tiges qui rampent sur le sol et dont les ramifications poussent bien droites ou un peu penchées. Les racines,

peu profondes et fasciculées, se développent à partir des nodosités des stolons rampants. Le trèfle blanc pousse mal par temps sec, mais il tolère relativement bien les broutages fréquents et a une bonne sapidité. On peut le semer sur le sol gelé ou en semis direct dans des pâturages de graminées pour améliorer la qualité du fourrage et son rendement.

Mélicot

Le mélicot est une légumineuse bisannuelle à croissance lente occasionnellement cultivée comme plante fourragère et parfois utilisée pour alléger le sol. Il ne fleurit pas pendant l'année de son établissement. Au printemps de la deuxième année, il croît rapidement et devient une plante haute à tige grossière. Comme il contient de la coumarine, le bétail l'apprécie moins. Il en existe deux espèces : le mélicot blanc (à fleurs blanches) et le mélicot officinal (à fleurs jaunes). Le mélicot blanc a une tige plus longue et plus grossière que le mélicot officinal, ainsi que des racines plus profondes; il se prête mieux à la production d'engrais vert que de cultures fourragères. Le mélicot officinal est meilleur au goût pour le bétail et attire davantage les abeilles; il convient donc mieux à la production de fourrage. **Un foin de mélicot qui est moisi peut contenir du dicoumarol, un anticoagulant qui peut causer la mort du bétail par hémorragie.**

Trèfle d'Alsike

Le trèfle d'Alsike est une plante vivace, parfois traitée comme plante bisannuelle. Il peut pousser sur des sols acides et mal drainés. Il ne donne qu'une coupe de foin par année et il constitue rarement un premier choix comme légumineuse fourragère. **Il peut causer la photosensibilité et des dommages au foie chez les chevaux; il ne faut donc pas l'inclure dans le foin ni dans les mélanges de pâturage qui leur sont destinés.**

Graminées vivaces

Les graminées possèdent de nombreuses feuilles longues et minces portées par une tige. Elles ont des racines très fasciculées qui retiennent le sol et réduisent ainsi l'érosion. Les graminées « gazonnantes » ont des rhizomes (ou tiges souterraines) qui produisent de nouvelles pousses à partir de chaque nœud. Elles peuvent se propager et rendre un peuplement plus dense. Les graminées « en touffe » ne peuvent pas se propager par des rhizomes, mais elles peuvent produire des talles à partir des bourgeons du collet, à la base du plant.

Les diverses espèces de graminées exercent une concurrence variable face aux légumineuses, ce qui se répercute sur le ratio légumineuse-graminée du peuplement établi. Le dactyle pelotonné et le ray-grass, par exemple, font souvent davantage concurrence à la luzerne que la fléole ou le brome. Les graminées sont moins riches en protéines que les légumineuses lorsqu'on les récolte au même stade de croissance. Toutefois, elles ont généralement une teneur en fibres plus élevée et une meilleure digestibilité des fibres.

Fléole

La fléole est la graminée fourragère la plus cultivée en Ontario, généralement en association avec la luzerne. Elle arrive à maturité plus tard que les autres graminées, ce qui facilite la gestion de la récolte. Les semences de fléole se mélangent bien aux semences de luzerne et peuvent passer par les petits trous des semoirs. C'est une graminée en touffe qui se prête peu au tallage; elle ne livre donc pas une concurrence intense aux autres espèces. Elle s'établit facilement au début du printemps ou à la fin de l'été et s'adapte bien aux sols lourds et à drainage variable. La fléole a une bonne sapidité et un rendement élevé à la première coupe. Bien que certains cultivars aient été créés pour favoriser une meilleure repousse, leur production est limitée après la première coupe et à la mi-saison, surtout si le temps est chaud et sec, car ils tolèrent mal la sécheresse. La fléole est la graminée à privilégier dans la production de foin pour chevaux.

Brome inerme

Le brome inerme se propage par des rhizomes et ses peuplements peuvent devenir denses avec le temps. Il arrive à maturité un peu plus tôt que la fléole. Il a une faible persistance face aux calendriers de fauche intensifs, mais il peut être coupé deux fois. Le brome inerme a une bonne sapidité et, à l'approche de la maturité, il conserve mieux sa valeur nutritionnelle que la plupart des autres graminées. Ses graines, grosses et légères, passent mal dans les petits trous des semoirs. Le brome inerme s'établit difficilement s'il est semé en surface ou à plus de 5 cm (2 po) de profondeur.

Brome des prés

Le brome des prés ressemble au brome inerme, mais il est plus utile pour les pâturages parce qu'il pousse rapidement au début du printemps et se rétablit sans tarder après le broutage.

Dactyle pelotonné

La plupart des cultivars de dactyle pelotonné arrivent à maturité avant toutes les autres graminées fourragères. Cette espèce perd rapidement sa sapidité et sa digestibilité après l'épiaison. On a créé de nouveaux cultivars dont l'arrivée à maturité, plus tardive, correspond mieux à celle des autres espèces du mélange. Le dactyle pelotonné pousse beaucoup plus vigoureusement à la mi-été, par temps chaud et sec, que la fléole ou le brome, ce qui se traduit par un rendement plus élevé et une plus forte proportion de graminées à la deuxième et à la troisième coupes des mélanges luzerne-graminée. Le dactyle pelotonné ne résiste pas aussi bien à l'hiver que la plupart des autres graminées fourragères et ne persiste pas bien dans les sols humides. Ses plantules sont agressives et s'établissent facilement. Compte tenu de sa précocité, c'est une espèce à privilégier dans les pâturages intensifs.

Alpiste roseau

L'alpiste roseau est connu pour sa capacité à tolérer des sols mal drainés, mais il peut aussi avoir un rendement élevé dans les sols bien drainés. Il a également un meilleur rendement que les autres espèces de graminées en cas de sécheresse. L'alpiste roseau se propage par des rhizomes. Il lui pousse une tige et des feuilles grossières après l'épiaison, et il perd vite sa sapidité et sa digestibilité. Sa repousse est purement végétative et ne produit pas de tiges porte-graines, si bien que les deuxième et troisième coupes peuvent être de très bonne qualité. Comme il s'établit lentement et que son rendement est généralement peu élevé les deux premières années, l'alpiste roseau convient mieux aux rotations plus longues.

Auparavant, les animaux nourris aux anciens cultivars d'alpiste roseau donnaient un rendement médiocre en raison des alcaloïdes qu'il contenait. En effet, ces derniers réduisaient la sapidité, la prise alimentaire et le rendement des animaux. Les cultivars actuellement recommandés sont exempts de tryptamine et de carboline, et certains contiennent également moins de graminées (toutes des substances de la famille des alcaloïdes).

Fétuque élevée

La fétuque élevée est une graminée en touffe au feuillage grossier et dense qui est utilisée dans les pâturages, dans les mélanges à base d'ensilage préfané de luzerne et comme outil de prévention de l'érosion. Toutefois, on ne l'utilise pas aussi fréquemment en association avec le foin sec. Elle s'adapte à la plupart

des types de sol, tolère les drainages imparfaits et supporte bien le passage des animaux. Le fait qu'elle conserve sa qualité fourragère tard à l'automne en fait une graminée utile dans les « pâturages de réserve » d'automne. Les problèmes de santé et la médiocrité du rendement des animaux nourris dans certains pâturages de fétuque élevée seraient dus à un champignon systémique transmis par les graines : l'endophyte. Les juments poulinières en gestation sont particulièrement touchées par ce phénomène. Une fois les graines infectées, il devient impossible d'enrayer la propagation de cet organisme dans un peuplement installé. Pour éviter que des endophytes se retrouvent dans la nourriture des animaux, il faut semer des cultivars qui en sont exempts.

Fétuque rouge traçante

La fétuque rouge traçante est une graminée gazonnante dense qui s'établit et se multiplie vigoureusement sur la plupart des sols, y compris les sous-sols bien fertilisés. Son système racinaire solide et ses pousses fines et denses en font une excellente graminée à semer pour protéger les berges et les voies d'eau engazonnées. Elle est parfois utilisée dans les pâturages à long terme, mais comme elle ne pousse pas très haut, elle est difficile à couper et convient mal à la production de foin.

Fétuque des prés

La fétuque des prés est une graminée rustique employée pour la production de foin et dans les mélanges de pâturage. Elle pousse mieux dans les sols fertiles et profonds, mais tolère également bien les sols à drainage variable et peu fertilisés. Elle donne un bon rendement en été et à l'automne et conserve sa qualité fourragère plus tard en saison que la plupart des autres graminées. La fétuque des prés possède plusieurs caractéristiques qui la distinguent de la fétuque élevée : elle a des feuilles plus effilées et un système racinaire moins profond, et elle est plus petite et moins persistante.

Ray-grass vivace

Il s'agit d'une plante vivace de courte durée; il existe des cultivars destinés à l'engazonnement, aux pâturages et à la production de foin. Les cultivars destinés aux pâturages produisent généralement des feuilles plus fines, ainsi que des talles plus petites et plus nombreuses que les cultivars utilisés pour la production de foin, et ils viennent à maturité plus tard en saison. Le ray-grass vivace destiné aux gazons contient des endophytes, si bien qu'on ne doit pas l'employer comme fourrage. Le ray-grass vivace est

précoce et vigoureux au printemps, et il continue de croître pendant une bonne partie de l'automne; sa croissance s'arrête toutefois pendant les mois chauds et secs de l'été. Il produit un fourrage d'excellente qualité. Dans les mélanges avec la luzerne qu'on laisse hiverner, la croissance excessive des parties aériennes peut entraîner la destruction du ray-grass vivace durant l'hiver. Cette graminée résiste mal dans les régions où le sol est couvert de glace pendant de longues périodes et où le froid est extrême et la neige peu abondante.

Festulolium

Festulolium est un croisement entre *Festuca* (fétuque des prés ou fétuque élevée) et *Lolium* (ray-grass d'Italie ou ray-grass vivace). Par sélection, cette espèce allie la grande qualité nutritionnelle du ray-grass aux qualités de la fétuque, à savoir sa résistance à l'hiver, sa persistance et sa tolérance au stress.

Pâturin

En Ontario, deux variétés fourragères communes sont cultivées sur environ 400 000 ha (un million d'acres) de pâturage permanent, soit le pâturin comprimé et le pâturin des prés. Dans le Sud, le pâturin a un système racinaire peu profond et donne une pousse riche avec une bonne sapidité au printemps; il est toutefois improductif pendant les mois chauds et secs de l'été. On peut accroître son rendement de façon importante par une bonne gestion et une fertilisation adéquate, en particulier dans les zones fraîches du Nord de l'Ontario. Dans les pâturages, ces espèces tolèrent le broutage à ras et le piétinement répétés et comblent les espaces laissés vides par les autres espèces.

Choix des espèces

Le choix des espèces fourragères dépend souvent de l'état du sol et des pratiques de gestion. Pour un mélange, il faut choisir les graminées après les légumineuses parce que celles-ci sont souvent plus sensibles au drainage et au pH. Une légumineuse qui persiste à long terme peut être préférable sur les sols rocailleux ou en pente. Pour connaître la tolérance des légumineuses à diverses qualités du sol, voir la figure 3-1, *Drainage du sol requis par les espèces fourragères*.

Espèce fourragère	Drainage du sol			
	Excellent	Bon	Passable à mauvais	Très mauvais
Luzerne	[Barre allant de Excellent à Bon]			
Lotier corniculé	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Trèfle rouge	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Trèfle blanc	[Barre allant de Excellent à Bon]			
Trèfle d'Alsike	[Barre allant de Excellent à Très mauvais]			
Méliilot	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Brome	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Fléole	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Alpiste roseau	[Barre allant de Excellent à Très mauvais]			
Dactyle pelotonné	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Ray-grass vivace	[Barre allant de Bon à Passable à mauvais]			
Ray-grass annuel	[Barre allant de Bon à Passable à mauvais]			
Fétuque élevée	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Fétuque des prés	[Barre allant de Bon à Passable à mauvais]			
Fétuque rouge traçante	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			
Vulpin des prés	[Barre allant de Bon à Très mauvais]			
Pâturin des prés	[Barre allant de Excellent à Passable à mauvais]			

Figure 3-1 – Drainage du sol requis par les espèces fourragères

Les légumineuses telles que la luzerne sont parfois cultivées sous forme de peuplement pur, notamment par les producteurs laitiers, qui donnent ainsi à leurs animaux un ensilage préfané riche en éléments nutritifs. Néanmoins, on cultive généralement les légumineuses en association avec au moins une graminée. Les principaux avantages d'un peuplement de légumineuses pur sont les suivants :

- Teneurs en protéines et en énergie alimentaire plus élevées;
- Déclin moins rapide de la qualité nutritionnelle à l'approche de la maturité;
- Peu de variation de la qualité d'une coupe à l'autre.

Sans une bonne gestion, les peuplements de légumineuses purs peuvent présenter les inconvénients suivants :

- Présence accrue de mauvaises herbes;
- Perte complète en cas de dommages graves causés par l'hiver;
- Séchage plus lent dans le champ;
- Risque accru de verse;
- Moins grande sapidité dans certaines conditions.

On cultive moins souvent les graminées en peuplements purs parce que leur rendement est faible en l'absence d'importants apports d'azote. Pour en savoir plus, voir la section *Gestion de la fertilisation* du présent chapitre. Même avec une fertilisation adéquate, certaines espèces de graminées donnent un rendement très faible par temps chaud et sec durant le milieu de l'été. Toutefois, si l'objectif est de produire du foin pour chevaux ou si l'état du sol (p. ex. mauvais drainage) empêche la culture de mélanges contenant des légumineuses, les peuplements de graminées purs peuvent être très productifs à condition que l'on choisisse les espèces et les programmes de fertilisation appropriés.

Choix des mélanges d'espèces

Maturité des graminées pour la récolte

Dans le choix d'une graminée, la maturité à la récolte est un facteur très important. Pour les espèces qui ont une épiaison précoce comme le dactyle pelotonné et l'alpiste roseau, il faut récolter tôt, sinon la sapidité et la qualité du produit en souffriront. Si la récolte doit se faire plus tard, on conseille de choisir plutôt une graminée à maturité plus tardive telle que la fléole. Il ne faut pas oublier que le moment de la maturité diffère souvent beaucoup parmi les cultivars de la même espèce.

Ratio légumineuse-graminée

Il faut prendre en compte le ratio légumineuse-graminée souhaité dans le mélange. Si l'on peut accepter une teneur en protéines plus faible, comme dans les fourrages destinés à des bovins de boucherie, à des génisses laitières ou à des chevaux, on peut opter pour une proportion de graminées plus élevée. Les mélanges contenant une plus forte proportion de graminées résistent généralement mieux aux invasions de mauvaises herbes, surtout de pissenlits. Si les conditions sont peu favorables à la survie des légumineuses, il faut utiliser une plus grande proportion de graminées pour garantir le peuplement. Les espèces les plus agressives, comme le dactyle pelotonné, donnent une plus grande proportion de graminées, même si leur part est à peu près égale dans le mélange de semences.

Nombre de coupes

La fléole n'envahit pas la luzerne; dans un régime à trois coupes, elle fournit généralement très peu de fourrage aux deuxième et troisième coupes. Mélangé à la luzerne, le dactyle pelotonné produit plus à la mi-été que la fléole. Pour obtenir une forte proportion de graminées dans le mélange, surtout aux deuxième

et troisième coupes, on peut opter pour le dactyle pelotonné, une graminée agressive qui envahit la luzerne à mesure que le peuplement vieillit. Le brome et l'alpiste roseau occupent une place intermédiaire entre la fléole et le dactyle pelotonné pour ce qui est de l'agressivité, et ils ne se prêtent pas bien aux régimes à trois et à quatre coupes.

Récolte précoce ou tardive

Le mode de gestion a un effet sur la concurrence entre les graminées et les légumineuses. Une récolte tardive, effectuée au moment de la floraison des graminées, favorise celles-ci par rapport aux légumineuses, notamment dans le cas de l'alpiste roseau. Coupé lors du gonflement, l'alpiste roseau n'envahit pas les légumineuses. Cependant, si on le laisse avoir une épiaison complète, il domine rapidement le peuplement. Il est important de récolter les graminées dès le stade de gonflement, surtout dans les mélanges de dactyle pelotonné et de brome ou d'alpiste roseau. Si cela n'est pas possible ou pratique, la fléole constitue alors un meilleur choix comme graminée.

Choix des cultivars

Toutes les semences fourragères vendues sous un nom de cultivar doivent être certifiées et porter l'étiquette bleue attestant le nom du cultivar. Les semences certifiées doivent répondre à certaines exigences concernant leur pouvoir germinatif et leur teneur en graines de mauvaises herbes.

Sur le marché, certaines semences fourragères sont vendues sans nom et d'autres sous une marque de commerce. Il peut s'agir de mélanges de lots différents. Elles doivent aussi répondre à des exigences relatives au pouvoir germinatif et à la teneur en graines de mauvaises herbes, ces exigences étant cependant moins rigoureuses que pour les semences certifiées. Les semences sans nom ne font l'objet d'aucune garantie sur la résistance aux maladies et la persistance. Le rendement des peuplements établis à partir de semences vendues sans nom ou sous une simple marque de commerce est donc imprévisible et varie souvent d'une année à l'autre. Par conséquent, on recommande fortement l'utilisation de semences certifiées, la seule option qui garantisse le rendement, la persistance, la résistance aux maladies et le délai de maturité voulus. Pour obtenir des précisions techniques sur les différents cultivars, il faut communiquer avec les fournisseurs de semences fourragères.

Le tableau 3-2, *Mélanges suggérés pour le fourrage entreposé et le pâturage*, résume les caractéristiques des espèces fourragères vivaces et des mélanges cultivés en Ontario.

Tableau 3-2 – Mélanges suggérés pour le fourrage entreposé et le pâturage

LÉGENDE : S = suggéré — = déconseillé				
Mélange : taux de semis¹	Usage			Directives particulières
	Fourrage entreposé	Pâturage	Pâturage intensif	
Luzerne (14 kg/ha)	S	—	—	Dans les sols bien drainés seulement. Plus facile à sécher comme ensilage que comme foin. Récolter au stade qui convient pour obtenir une meilleure qualité nutritionnelle.
Luzerne (13 kg/ha) + fléole (1 kg/ha)	S	—	—	Augmenter la quantité de semences de fléole jusqu'à 4 kg/ha pour obtenir une plus grande proportion de graminées et un meilleur fanage. La fléole assure la survie du peuplement là où la luzerne est vulnérable à la destruction par l'hiver. Récolter lorsque la fléole est au stade de gonflement pour obtenir une meilleure qualité nutritionnelle.
Luzerne (11 kg/ha) + brome (9 kg/ha)	S	—	—	Conserve mieux sa qualité à maturité que les mélanges contenant du dactyle pelotonné ou de la fléole. En raison de ses rhizomes, le peuplement de brome peut devenir plus dense avec le temps. Il a toutefois une faible persistance face aux calendriers de fauche intensifs.
Luzerne (11 kg/ha) + dactyle pelotonné (2 kg/ha)	S	—	S	Production de mi-été supérieure à celle du mélange luzerne-fléole. Choisir des cultivars tardifs de dactyle pelotonné et des cultivars précoces de luzerne. Couper ou faire paître tôt pour maintenir la qualité et la sapidité. Dans toutes les coupes, donne un pourcentage de graminées plus élevé que les mélanges à base de fléole ou de brome.
Luzerne (9 kg/ha) + fléole (4 kg/ha) + brome (9 kg/ha) + trèfle blanc (2 kg/ha)	S	—	S	Convient bien aux combinaisons foin-pâturage.
Lotier corniculé (9 kg/ha) + fléole (2 kg/ha)	S	S	—	Utiliser de la fléole à maturité tardive.
Lotier corniculé (9 kg/ha) + brome (4 kg/ha)	S	S	—	Pour des peuplements de longue durée et une production précoce. Faire paître tôt pour réduire la concurrence du brome. Bonne croissance du brome à l'automne.
Lotier corniculé (8 kg/ha) + dactyle pelotonné (4 kg/ha)	—	—	S	Bonne production précoce et en mi-saison. Faire paître le dactyle pelotonné pour réduire sa concurrence avec le lotier corniculé. De préférence, opter pour les cultivars de dactyle pelotonné à maturité tardive.
Lotier corniculé (8 kg/ha) + fétuque élevée ² (10 kg/ha)	S	S	S	Bonne production tout au long de la saison. Bonne croissance et bonne qualité de la fétuque élevée à l'automne.
Lotier corniculé (8 kg/ha) + fétuque rouge traçante (6 kg/ha)	—	S	—	Bonne production estivale et automnale. Excellente qualité à l'automne.
Trèfle rouge (11 kg/ha)	S	—	—	Production à court terme d'ensilage préfané ou d'engrais vert.
Trèfle rouge (7 kg/ha) + fléole (6 kg/ha)	S	—	—	Production d'ensilage préfané à court terme. Quand le trèfle disparaît, labourer ou fertiliser à l'azote pour maintenir la production.

Tableau 3-2 – Mélanges suggérés pour le fourrage entreposé et le pâturage

LÉGENDE : S = suggéré — = déconseillé				
Mélange : taux de semis¹	Usage			Directives particulières
	Fourrage entreposé	Pâturage	Pâturage intensif	
Trèfle blanc (2 kg/ha) + dactyle pelotonné (9 kg/ha)	—	—	S	À utiliser pour les pâturages convenant au trèfle blanc. Pour une production optimale, il faut une bonne fertilisation, une humidité adéquate et une bonne gestion du pâturage. Dans les régions sèches, ajouter de la luzerne.
100 kg/ha = 90 lb/ac				

¹ Dans d'excellentes conditions. Pour un semis précoce dans un lit de semence ferme et à texture fine, ces taux peuvent être réduits, sauf quand on emploie des semences enrobées.

² Utiliser des semences exemptes d'endophytes.

Fourrages annuels

Il existe de nombreux autres types de cultures fourragères annuelles qui peuvent être intégrées dans l'assolement régulier de l'exploitation ou utilisées en cas d'urgence, quand les fourrages vivaces ont été détruits par l'hiver ou deviennent rares sur le marché. Les fourrages annuels constituent une source précieuse de foin, de pâturage ou d'ensilage. En Ontario, la première culture fourragère annuelle est le maïs, que l'on récolte pour l'ensilage. Pour en savoir plus, voir la section *Ensilage préfané et ensilage de maïs* du présent chapitre.

Céréales d'automne (seigle, triticale)

Après la récolte de nombreux types de cultures, notamment après le maïs à ensilage, on peut semer du seigle ou du triticale d'automne pour obtenir plus de fourrages. Si ces céréales sont semées à la fin de l'été ou à l'automne, elles peuvent être récoltées sous forme d'ensilage préfané lors de la seconde quinzaine de mai, ou être broutées à l'automne et au début du printemps. Une fois complètement détruites avec un traitement au glyphosate ou par le travail du sol, les céréales peuvent être suivies de cultures plus tardives comme le soya ou le sorgho-Soudan. Étant donné que la qualité nutritionnelle, la sapidité et la prise alimentaire diminuent très rapidement à l'épiaison, la période de récolte est très restreinte. On conseille d'effectuer la récolte à la sortie de la feuille paniculaire ou au début du gonflement pour obtenir une qualité nutritionnelle élevée. Le seigle arrive à maturité environ sept à dix jours avant le triticale, ce qui permet de semer la culture suivante plus tôt. Il est recommandé d'épandre de l'azote au printemps lorsque la culture commence à verdifier pour accroître le rendement et la teneur en protéines brutes.

Céréales de printemps (avoine, orge, triticale, blé)

Les céréales de printemps se prêtent très bien à la production de fourrage sous forme d'ensilage préfané, d'ensilage en balles ou de pâturages. Elles sont toutefois difficiles à sécher pour la production de foin en Ontario. L'avoine, l'orge et le blé de printemps sont très employés comme cultures-abris dans les semis de plantes fourragères vivaces. Pour éviter toute concurrence et ainsi améliorer l'établissement de ces dernières, on conseille de récolter les céréales comme fourrages. Dans le cas d'une deuxième récolte, on peut semer des céréales de printemps en août après une culture de blé d'automne ou de céréales de printemps pour les récolter au début d'octobre sous forme d'ensilage préfané ou d'ensilage en balles.

Pour bon nombre de personnes, l'avoine fourragère est la céréale qui possède la plus grande sapidité. Pour maximiser le rendement, il faut semer au début du printemps. Comme un apport d'azote stimule la croissance végétative, le rendement et la teneur en protéines brutes, on suggère d'en épandre 55 kg/ha (50 lb/ac). En règle générale, l'avoine doit croître pendant 60 jours après la germination pour atteindre le stade de gonflement. Étant donné que la qualité fourragère baisse rapidement après l'épiaison, on conseille de récolter au stade de gonflement ou au début de l'épiaison. Le rendement augmente à mesure que le plant approche de la maturité, mais sa qualité fourragère diminue énormément. Généralement, au gonflement, les céréales ont une teneur en protéines brutes d'environ 16 %, et une teneur en fibres au détergent neutre (NDF) de 54 %, et digèrent très bien les fibres. Pour en savoir plus sur la production de fourrage à partir des céréales de printemps, visiter le site <http://fieldcropnews.com/>.

Mélanges céréales-pois

Les pois des champs, en association avec des céréales (avoine, triticales de printemps), améliorent la qualité nutritionnelle du mélange; ils permettent d'en accroître la teneur en protéines et la digestibilité s'ils représentent au moins 50 % (en poids) du total. Cependant, l'ajout de pois augmente le coût des semences, donc il faut choisir de préférence des cultivars de pois fourragers. Le mélange céréales-pois peut être utilisé comme culture-abri pour la luzerne et devrait être récolté pour l'ensilage. À la récolte, les pois sont habituellement plus abondants lorsqu'ils sont mélangés avec le triticales que lorsqu'ils sont mélangés avec l'avoine. Le produit obtenu est généralement de meilleure qualité, mais le flétrissement des plants est plus long, tout comme le temps de fanage avant l'ensilage. Il faut faucher lorsque la céréale commence à épier, lorsque le pois commence à peine à faire ses gousses. Si les semis sont effectués à la fin avril, ce stade de croissance se produit habituellement vers la dernière semaine de juin. Les mélanges céréales-pois se flétrissent lentement, et les plants peuvent verser si le peuplement est dense. Si un tel mélange est utilisé comme culture-abri, sa coupe, son flétrissement et son retrait du champ doivent avoir lieu rapidement pour que la luzerne puisse s'établir correctement.

Ray-grass de type Westerwold et ray-grass d'Italie (ray-grass annuel)

Le ray-grass est une graminée en touffe à croissance rapide qui pousse particulièrement bien dans les sols frais et humides, et qui donne de mauvais résultats par temps chaud et sec. Il a une qualité nutritionnelle plus élevée que les autres graminées de saison fraîche, au même niveau de maturité. Même si on les range parfois tous les deux dans la catégorie « ray-grass annuel », le ray-grass de type Westerwold et le ray-grass d'Italie diffèrent sur plusieurs points.

1. Le ray-grass de type Westerwold est une vraie graminée annuelle qui produit des tiges et des tiges porte-graines l'année des semis, et qui ne survit pas à l'hiver. Bon marché, il est le plus souvent utilisé comme culture couvre-sol. Les cultivars de Westerwold atteignent une bonne hauteur et produisent des tiges, ce qui facilite la production de foin sec. On conseille de le faucher à l'épiaison ou avant parce que la qualité fourragère diminue rapidement après ce stade.

2. Le ray-grass d'Italie est en fait une plante bisannuelle qui a besoin de vernalisation pour fleurir, c'est-à-dire une exposition au froid (comme le blé d'automne). L'année des semis, il demeure végétatif et ne produit pas de tige porte-graines, mais il donne un feuillage fourni qui constitue un fourrage de qualité exceptionnelle. S'il hiverne, il produit une tige porte-graines l'année suivante; il est donc important de le récolter au bon moment pour garantir la qualité du fourrage. Il peut être semé au printemps ou en août. Malgré les risques de destruction par l'hiver, le ray-grass d'Italie semé en août peut être récolté à la fin de l'automne et donner du fourrage en début de saison, le printemps suivant. On peut faire une coupe au mois de mai, puis ensemer le champ avec du maïs à ensilage, du soya, des haricots comestibles ou du sorgho-Soudan. On peut aussi effectuer des coupes toutes les quatre semaines, jusqu'à ce que la culture ne soit plus productive. Lorsque le ray-grass d'Italie est récolté correctement, sa valeur de digestibilité des fibres (dNDF), sa sapidité et sa prise alimentaire sont particulièrement élevées. On peut donc le donner aux vaches laitières très productives pour augmenter la part de fourrage de leur ration alimentaire.

Graminées annuelles de saison chaude

Les membres de la famille du sorgho, du sorgho herbacé et du millet sont des graminées annuelles tropicales, de saison chaude, qui poussent dans des zones semi-arides. Elles sont très sensibles au gel, aussi bien au printemps qu'à l'automne, et elles y succombent facilement. On utilise parfois les graminées annuelles de saison chaude comme fourrages dans les situations d'urgence lorsque la luzerne a été détruite par l'hiver ou lorsque les semis sont retardés. Elles présentent des avantages par rapport au maïs à ensilage, parce qu'elles permettent l'emploi du matériel de semis et de récolte traditionnel. En Ontario, on les utilise également pour l'ensilage (haché ou en balles), le fourrage vert ou le pâturage. Le sorgho et le sorgho herbacé ne sont pas recommandés pour la production de foin sec parce qu'ils sont difficiles à sécher. Le millet est généralement récolté comme fourrage, mais si les conditions de séchage sont bonnes, il peut être transformé en foin. On le préfère parfois au sorgho pour le pâturage ou le fourrage vert parce qu'il ne contient pas d'acide prussique. Le millet et le sorgho sont facilement endommagés par les animaux au pâturage, raison pour laquelle ils doivent être pâturés par bandes.

Millet

Le nom « millet » désigne de nombreuses espèces de graminées qui ont de petites graines comestibles. La plupart des espèces (notamment le millet du Japon, le millet commun, le millet d'Italie, le millet pied-de-coq, le millet kodo, le mil rouge et le teff) ont des tiges courtes (0,3 à 1,2 m, soit 1 à 4 pi) et minces. Chez le millet perlé, en revanche, la tige est épaisse et au moins deux fois plus longue (1,5 à 3 m, soit 5 à 10 pi). En Ontario, les espèces les plus utilisées pour le fourrage sont le millet perlé et le millet du Japon. Bien gérées, les prairies de millet peuvent donner un fourrage de très bonne qualité. Le millet a une plus petite tige que le sorgho et est légèrement plus riche en protéines et en unités nutritives totales que ce dernier.

Millet perlé

Le millet perlé produit une masse de talles et de racines secondaires très fines et fasciculées. Il résiste bien à la sécheresse et pousse particulièrement bien sur les sols légèrement sableux et les loams sableux. On sème le millet perlé lorsque les risques de gel sont passés et que la température du sol atteint 12 °C ou plus. Le meilleur moment pour semer est habituellement la dernière semaine de mai ou le début de juin, mais on peut aller jusqu'au début de juillet. On suggère de semer à raison de 8 à 10 kg/ha (7 à 9 lb/ac), à une profondeur de 0,5 à 1 cm (0,25 à 0,5 po). Le millet perlé a sensiblement le même type de croissance que les hybrides sorgho-Soudan.

La qualité du fourrage et sa quantité dépendent du stade de maturité au moment de la récolte. Pour obtenir une qualité fourragère optimale, il faut généralement faire la première coupe environ 55 à 60 jours après les semis, lorsque le millet est encore au stade végétatif. La deuxième coupe se fait environ 30 à 35 jours plus tard. Pour accélérer la repousse, il faut laisser un chaume d'environ 10 cm (4 po), et d'environ 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour le broutage.

Pour l'épandage d'azote, la même directive générale s'applique au millet perlé et aux hybrides sorgho-Soudan : on conseille d'épandre la première moitié au semis et la deuxième moitié après la première coupe si l'on prévoit d'effectuer une seconde coupe. L'épandage d'azote en deux fois permet d'optimiser le rendement et la qualité. Dans les cultures de millet perlé, les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes sont limitées. Voir la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*.

La famille du sorgho

Les membres de la famille du sorgho utilisés comme fourrages comptent le sorgho fourrager, le sorgho herbacé et divers hybrides. Les qualités agronomiques et nutritionnelles diffèrent considérablement entre les espèces, les hybrides et les cultivars.

Sorgho et sorgho-Soudan

Le sorgho fourrager et le sorgho-Soudan produisent de grands plants et peuvent donner un rendement élevé. Les anciens cultivars de sorgho fourrager étaient adaptés aux récoltes à une coupe produisant une qualité de fourrage faible, mais un rendement élevé. Le sorgho-grain, appelé aussi milo, n'est pas recommandé pour la production de fourrage en raison de son faible rendement.

De nouveaux types de sorgho fourrager ont été créés pour les fourrages de saison courte, à plusieurs coupes et de grande qualité. Les racines secondaires fines et fasciculées du sorgho fourrager et les talles qu'il forme lui confèrent une meilleure tolérance à la sécheresse. Le sorgho fourrager tolère mieux les sols lourds que le millet perlé. Il a une croissance optimale dans un milieu chaud et humide.

On conseille de semer le sorgho fourrager lorsque le risque de gel est passé et que la température du sol dépasse 12 °C, généralement pendant la dernière semaine de mai ou au début de juin, à raison de 22 à 44 kg/ha (20 à 40 lb/ac). De façon générale, on peut augmenter les taux de semis si les rangs sont plus rapprochés et si les conditions de semis sont médiocres. Pour un cultivar donné, les fournisseurs de semences indiquent parfois le taux recommandé. On conseille de semer à une profondeur de 2 à 4 cm (0,75 à 1,5 po). Le phosphore et la potasse doivent être épandus en fonction des résultats de l'analyse de sol. Pour le sorgho, la dose suggérée est de 23 kilogrammes par tonne (45 lb/t. c.) de matière sèche fourragère prévue par acre. Le fractionnement de l'application d'azote (la moitié au moment des semis et l'autre après la première coupe) permet d'optimiser le rendement et la qualité. Voir la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*.

Le stade de maturité au moment de la coupe est le facteur le plus déterminant en ce qui concerne la qualité et la quantité du fourrage. En général, le sorgho fourrager se récolte 60 à 65 jours après les semis (fin juillet ou début août), et il est prêt pour une deuxième coupe 30 à 35 jours plus tard. Pour favoriser une repousse plus rapide après la fauche, il faut laisser au

moins 10 cm (4 po) de chaume à la récolte, ou 15 à 20 cm (6 à 8 po) pour le broutage. Le régime à une coupe augmente considérablement le rendement, mais aux dépens de la qualité fourragère, et celle-ci baisse énormément après l'épiaison.

On a créé des cultivars de sorgho fourrager et de sorgho-Soudan à nervure principale brune possédant une bien meilleure qualité nutritionnelle. La nervure principale brune résulte d'une mutation génétique qui réduit la quantité de lignine, améliore la digestibilité des fibres, et augmente l'énergie digestible et la prise alimentaire. Toutefois, elle peut aussi nuire à la croissance vigoureuse et augmenter le risque de verse.

Sorgho herbacé

Le sorgho herbacé est utilisé pour le broutage. Il a des tiges de la grosseur d'un crayon et conserve sa sapidité même après l'épiaison. Il ne doit pas être brouté avant d'avoir atteint une hauteur de 45 cm (18 po). En pâturage tournant, la culture demeure productive et succulente toute la saison. Le sorgho herbacé tolère des sols légèrement plus humides que les autres espèces de sorgho, mais il préfère les endroits assez bien drainés ou bien drainés.

Intoxication à l'acide prussique

L'intoxication à l'acide prussique (acide cyanhydrique) peut survenir chez le bétail nourri au sorgho et au sorgho herbacé. Les plants jeunes ou immatures et ceux qui ont souffert du gel ou de sécheresse peuvent avoir une teneur en acide prussique plus élevée. Généralement, le sorgho présente un risque plus élevé en la matière que le sorgho herbacé, et le sorgho-Soudan occupe une place intermédiaire. Certains nouveaux hybrides de sorgho fourrager ont des teneurs moins élevées en acide prussique. Le millet ne présente pas de risques d'intoxication de ce type. L'ensilage peut contenir de l'acide prussique, qui peut être libéré dans l'air lorsqu'il fermente et lorsqu'on le déplace et qu'on le donne aux animaux. Si de nouvelles pousses se forment après un épisode de gel, le risque d'intoxication peut être élevé si le champ est destiné au pâturage. Voici quelques conseils pour réduire le risque d'intoxication à l'acide prussique :

- Ne pas pacager le sorgho ni en faire de fourrage vert avant qu'il atteigne 45 à 60 cm (18 à 24 po) de hauteur;
- Après une gelée meurtrière, attendre trois à cinq jours avant d'ensiler le sorgho de plus de 76 cm (30 po) de hauteur ou d'en faire du fourrage vert.

Il faut attendre que l'ensilage soit complètement fermenté (six à huit semaines) avant de le donner aux animaux.

- Immédiatement après une gelée, retirer le bétail du pâturage jusqu'à ce que ce dernier soit sec (généralement au bout de six à sept jours). Si de nouvelles pousses se forment, effectuer une récolte sous forme d'ensilage plutôt que de pâturage.
- Après une période de sécheresse suivie d'une pluie, ne pas faire paître la repousse.

Intoxication aux nitrates

Les fourrages ayant des teneurs anormalement élevées en nitrates (NO_3) peuvent provoquer des intoxications mortelles chez le bétail et, si le fourrage est ensilé, des émanations de gaz d'ensilage qui posent un risque très grave pour la santé humaine. Parmi les diverses espèces fourragères, ce sont le sorgho, le maïs et les céréales qui accumulent les plus fortes teneurs de nitrates; les légumineuses n'en contiennent que peu et sont rarement source de danger, alors que les graminées fourragères se situent entre ces deux groupes. La plupart du temps, le risque d'intoxication aux nitrates se pose lorsqu'on récolte du maïs à ensilage dans les journées qui suivent un épisode de pluie ayant mis fin à une sécheresse

Les teneurs élevées en nitrates deviennent dangereuses dans des conditions de croissance anormales, telles que les suivantes :

- Sols à très forte teneur en azote (apports excessifs d'engrais azotés ou de fumier, ou une combinaison de ces causes, avec l'enfouissement d'une légumineuse comme engrais vert);
- Longue période de sécheresse suivie de pluie; dans ces circonstances, attendre 10 jours après la pluie avant de récolter pour permettre la transformation des nitrates en protéines;
- Toutes les circonstances naturelles entraînant la destruction des feuilles pendant que les racines et les tiges sont encore actives et accumulent les nitrates (p. ex. gel, grêle et parfois sécheresse).

La fermentation réduit la teneur en nitrates des fourrages. Il faut qu'ils aient fermenté pendant au moins trois à cinq semaines avant d'être donnés aux animaux. On peut analyser les aliments douteux pour mesurer leur teneur en nitrates. À noter que l'ensilage de fourrage à forte teneur en nitrates peut produire un gaz mortel, le dioxyde d'azote (voir la section *Gaz d'ensilage* du présent chapitre).

Brassicacées fourragères : colza fourrager, chou fourrager et navet fourrager

Le colza fourrager, le chou fourrager et le navet fourrager font d'excellents pâturages de septembre à décembre. Pour en savoir plus, voir le tableau 8-5, *Caractéristiques des cultures couvre-sol cultivées en Ontario*, du chapitre 8, ou voir la publication 19F du MAAARO, *La culture des pâturages*.

Le tableau 3-3, *Caractéristiques des cultures fourragères annuelles en Ontario*, résume les particularités de toutes ces espèces cultivées dans la province.

Tableau 3-3 – Caractéristiques des cultures fourragères annuelles en Ontario

Culture annuelle	Utilisation	Date de semis	Taux de semis	Dose d'azote	Rendement prévu en matière sèche	Récolte
Avoine	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage	Avril à août	80 à 100 kg/ha	30 à 50 kg/ha	2,5 à 4,5 t/ha	De fin gonflement à début épiaison
					5,5 à 8,5 t/ha	D'épiaison à grain pâteux mou
Orge	Ensilage préfané Ensilage en balles	Avril à juin	100 à 125 kg/ha	40 à 70 kg/ha	2,5 à 5,5 t/ha	De fin gonflement à début épiaison
					5,5 à 9,5 t/ha	D'épiaison à grain pâteux mou
Avoine + pois ou triticale + pois	Ensilage préfané Ensilage en balles	Avril à juin	Avoine ou triticale : 80 à 100 kg/ha Pois : 50 à 75 kg/ha	20 à 30 kg/ha	2,5 à 5,0 t/ha	De fin gonflement à début épiaison
					6,0 à 9,0 t/ha	D'épiaison à grain pâteux mou
Seigle d'automne Triticale d'automne	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage	Août et septembre	90 kg/ha	55 à 80 kg/ha au printemps	5,0 à 9,0 t/ha	Sortie de la feuille paniculaire ou gonflement en mai
					1,0 à 1,5 t/ha	Faire paître 7 semaines après les semis ou au début du printemps
Soya	Ensilage préfané	Mai et juin	80 à 100 kg/ha	Aucun	6,0 à 9,0 t/ha	Jaunissement des feuilles du bas
Sorgho herbacé	Pâturage	1 ^{er} au 15 juin	15 à 20 kg/ha	30 à 50 kg/ha	5,0 à 7,0 t/ha	45 cm (18 po) de hauteur
Hybrides sorgho-Soudan	Pâturage Ensilage préfané Ensilage en balles	1 ^{er} au 15 juin	15 à 20 kg/ha	50 à 100 kg/ha	8,0 à 12,0 t/ha	Gonflement ou début épiaison
Sorgho fourrager	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage	1 ^{er} au 15 juin	10 à 30 kg/ha (régime à plusieurs coupes)	100 kg/ha	7,0 à 9,0 t/ha	Gonflement ou début épiaison, ou > 1 m (3,3 pi)
Millet perlé	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage foin	1 ^{er} au 15 juin	9 à 20 kg/ha	45 à 90 kg/ha	4,0 à 12,0 t/ha	Gonflement ou début épiaison
Colza fourrager	Pâturage	1 ^{er} au 15 juillet	2 à 6 kg/ha	45 à 70 kg/ha	7,0 à 9,0 t/ha	10 à 12 semaines après les semis

Suite à la page suivante

Suite de la page précédente

Tableau 3-3 – Caractéristiques des cultures fourragères annuelles en Ontario

Culture annuelle	Utilisation	Date de semis	Taux de semis	Dose d'azote	Rendement prévu en matière sèche	Récolte
Chou fourrager	Pâturage	Juin et juillet	2 à 6 kg/ha	45 à 70 kg/ha	9,0 à 12,0 t/ha	10 à 15 semaines après les semis
Navet fourrager	Pâturage	1 ^{er} au 15 juillet	2 à 6 kg/ha	80–100 kg/ha	6,0 à 9,0 t/ha	10 à 12 semaines après les semis
Ray-grass d'Italie	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage	Avril et mai Août	39 à 45 kg/ha	56 kg/ha par coupe	6,0 à 8,5 t/ha	8 semaines après les semis ou 35 à 45 cm (14 à 18 po) de hauteur
Ray-grass de type Westerwold	Ensilage préfané Ensilage en balles Pâturage Foin	Avril et mai	20 à 30 kg/ha	56 kg/ha par coupe	8,0 à 12,0 t/ha	Faucher ou faire paître 6 à 8 semaines après les semis

100 kg/ha = 90 lb/ac
1 t/ha (0,45 t. c./ac)

Établissement (semis)

Une culture fourragère doit s'établir selon un peuplement uniforme exempt de mauvaises herbes, qui aura une croissance rapide et vigoureuse et donnera un rendement élevé. Lorsqu'on choisit un champ, il faut déterminer s'il convient au mélange que l'on envisage de semer. Si le pH est faible, si le sol est mal drainé ou s'il y a des mauvaises herbes telles que le chiendent, il faut prendre des mesures correctives avant les semis. Dans l'idéal, les plantules devraient pouvoir sortir sans qu'il pleuve. Pour réussir les semis, il faut impérativement que le lit de semence soit ferme et que les semences soient correctement mises en terre.

Préparation du lit de semence

La préparation du lit de semence a quatre fonctions :

- Produire un lit de semence ferme, nivelé et à texture fine qui permet une bonne maîtrise de l'uniformité de la profondeur de semis;
- Produire un lit de semence bien tassé qui permet un bon contact entre la semence et le sol;
- Éliminer les résidus qui pourraient nuire à l'établissement;
- Produire une surface lisse en vue des travaux de récolte.

Les semences fourragères étant très petites, pour pouvoir germer, elles doivent absolument être bien en contact avec le sol, surtout si celui-ci est sec. Un lit de semence meuble et grumeleux s'assèche rapidement, et les mottes nuisent à la levée uniforme des plantules. Le lit de semence doit impérativement être ferme, nivelé et sans mottes pour que la profondeur de semis soit uniforme et qu'il y ait un bon contact entre la semence et le sol. Le travail du sol en profondeur est à éviter, car il ramollit et aère le lit de semence. Le passage d'une herse à dents rigides avant le passage du semoir aura pour effet d'ameublir le sol au lieu de le tasser. Au moment des semis, le sol doit être assez ferme pour qu'une empreinte de pied ne s'enfonce pas de plus de 9 mm (0,33 po). En plus du tassage après les semis, il peut être utile de tasser aussi le sol avant de semer.

Taux et profondeur de semis

Les taux de semis suggérés au tableau 3-2, *Mélanges suggérés pour le fourrage entreposé et le pâturage*, et au tableau 3-4, *Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs*, ont été calculés pour des conditions moyennes à bonnes. On peut réduire ces taux d'au plus 25 % lorsque la gestion est excellente et les conditions, favorables à l'établissement. Cependant, il ne faut pas réduire les taux de semis lorsqu'on utilise des semences enrobées, parce que celles-ci sont moins nombreuses

par unité de poids. Les conditions médiocres (p. ex. un lit de semence irrégulier, une culture-abri dense) ne peuvent être compensées par une augmentation des taux de semis.

La taille des semences peut varier entre les cultivars et les lots de semences d'un même cultivar. Il faut calibrer soigneusement le semoir pour éviter de semer trop ou pas assez de semences. Pour en savoir plus, voir le tableau 3-4, *Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs*.

En règle générale, on enfouit les semences de la plupart des cultures fourragères à 6 à 12 mm (0,25 à 0,5 po) de profondeur dans les sols argileux et loameux, et à 12 à 18 mm (0,5 à 0,75 po) dans les sols sableux. Le pourcentage de levée baisse rapidement si les semences fourragères sont enfouies à plus de 20 mm (0,75 po) de profondeur. Les semences de légumineuses déposées en surface peuvent s'établir si les conditions d'humidité sont idéales après le semis. Elles ont beaucoup plus de chances de s'établir si les semis ont lieu à la fin mars ou au début avril (y compris les semis sur sol gelé) qu'à la fin avril ou en mai.

Matériel de semis

Semoir à céréales

Pour les semis de cultures fourragères, le dispositif le plus employé est le semoir à céréales muni d'une trémie pour semences de petit calibre. On peut se servir d'une trémie de ce type pour semer les graines de légumineuses et les graines de graminées plus petites comme celles de la fléole et de l'alpiste roseau, et les graines de dactyle pelotonné et de *Festulolium* en petite quantité. Certains semoirs à céréales sont équipés d'une trémie supplémentaire et d'un agitateur conçus pour les graminées, comme le brome et le dactyle pelotonné, dont les graines plus grosses et plus légères ne passent pas bien dans une trémie standard.

La plupart des semoirs à céréales conventionnels devraient laisser quelques graines à la surface du sol. Si ce n'est pas le cas, il se peut que la mise en terre soit trop profonde.

Pour épandre un engrais phosphaté de démarrage par le semoir à céréales, il faut aligner les tubes de descente de façon à ce que les semences tombent alignées, par-dessus l'engrais mis en place par le disque ouvre-sillons. Il faut faire tomber les semences derrière le disque

Tableau 3-4 – Taux de semis recommandés pour les peuplements de légumineuses et les peuplements de graminées purs

LÉGENDE : — = aucune donnée disponible		
Espèce	Taux de semis	Nombre de graines
Légumineuses		
Luzerne	13 kg/ha (12 lb/ac)	440 000 graines/kg (200 000 graines/lb)
Trèfle rouge	11 kg/ha (10 lb/ac)	605 000 graines/kg (274 000 graines/lb)
Trèfle blanc	—	1 760 000 graines/kg (798 000 graines/lb)
Lotier corniculé	9 kg/ha (8 lb/ac)	935 000 graines/kg (424 000 graines/lb)
Mélicot	8 à 10 kg/ha (7 à 9 lb/ac)	572 000 graines/kg (259 000 graines/lb)
Trèfle d'Alsike	—	1 540 000 graines/kg (699 000 graines/lb)
Graminées (peuplements purs)¹		
Fléole	8 à 10 kg/ha (7 à 9 lb/ac)	2 706 000 graines/kg (1 227 000 graines/lb)
Dactyle pelotonné	8 à 10 kg/ha (7 à 9 lb/ac)	1 439 000 graines/kg (653 000 graines/lb)
Brome	10 à 14 kg/ha (9 à 12,5 lb/ac)	300 000 graines/kg (136 000 graines/lb)
Fétuque élevée et fétuque des prés	9 à 11 kg/ha (8 à 10 lb/ac)	506 000 graines/kg (230 000 graines/lb)
Fétuque des prés ²	10 à 12 kg/ha (9 à 11 lb/ac)	506 000 graines/kg (230 000 graines/lb)
Ray-grass vivace	10 à 15 kg/ha (9 à 13,5 lb/ac)	500 000 graines/kg (227 000 graines/lb)
Alpiste roseau	10 à 12 kg/ha (9 à 13,5 lb/ac)	1 173 000 graines/kg (532 000 graines/lb)
Pâturin	—	4 790 000 graines/kg (2 173 000 graines/lb)

¹ Pour un semis précoce dans un lit de semence ferme et à texture fine, ces taux peuvent être réduits de 25 %, sauf pour les semences enrobées.

² Utiliser des semences enrobées et semer avec la trémie du semoir.

ouvre-sillons pour qu'un peu de terre recouvre l'engrais avant l'arrivée de la semence. L'apport d'engrais de démarrage est particulièrement utile dans les sols dont la teneur en phosphore est faible ou moyenne.

Le tassage du sol après les semis peut se traduire par une germination plus rapide et plus uniforme, surtout si le temps est sec et le sol, léger. Les roues plumbeuses

permettent de mieux recouvrir les semences fourragères et d'affermir le sol autour d'elles. On peut aussi tirer un rouleau derrière le semoir, ou effectuer un tassage dès que possible après les semis pour prévenir la perte excessive d'humidité. Il est préférable d'utiliser un rouleau brise-mottes plutôt qu'un rouleau lisse pour éviter de provoquer un encroûtement du sol et pour enfoncer dans le sol les graines qui se trouvent à la surface. L'utilisation du rouleau n'est pas conseillée lorsque le sol est mouillé, surtout sur les loams argileux où il y a des risques d'encroûtement.

Avec un semoir pneumatique ou un semoir à céréales doté d'un dispositif de distribution et d'ouvre-sillons à air, on peut ensemercer rapidement de grandes superficies.

Semoirs cultitasseurs

Les semoirs cultitasseurs comme le Brillion peuvent très bien servir à semer des cultures fourragères; ils sont équipés de trémies pour les semences de petit et de gros calibre, et de deux rouleaux. Le premier rouleau affermit et nivelle le sol, et il ouvre un sillon à la surface duquel la semence est ensuite déposée. Le deuxième rouleau enterre les semences et affermit le sol autour d'elles. Les semoirs cultitasseurs permettent une excellente maîtrise de la profondeur de semis et affermissent bien le lit de semence. Toutefois, ils ne donnent pas de bons résultats sur les sols très durs ou sableux, et ne peuvent pas épandre l'engrais de démarrage en bandes comme le font certains semoirs à céréales. C'est un inconvénient, surtout là où le sol a une teneur en phosphore faible ou moyenne.

Semoirs à la volée

Le principal avantage des semoirs à la volée est qu'ils permettent d'augmenter la vitesse et la capacité de semis. Cependant, il peut s'avérer difficile de maîtriser la profondeur de semis, et il faut effectuer un tassage pour recouvrir les semences. Il est préférable d'utiliser un rouleau brise-mottes plutôt qu'un rouleau lisse pour enfoncer dans le sol les graines qui se trouvent à la surface.

Il existe deux types de semoirs à la volée :

1. Les semoirs à disques rotatifs peuvent donner une répartition inégale, surtout par temps venteux ou lorsque les mélanges sont composés de semences légères et de semences lourdes. Cette méthode de semis produit généralement des peuplements de moins bonne qualité.

2. Les unités de distribution à air évitent les problèmes de vent, de ségrégation des semences et de distribution non uniforme tout en étant très rapides. On peut aussi utiliser un épandeur d'engrais à air pour appliquer du phosphate monoammonique en même temps que les semences fourragères.

Semoirs pour semis direct

Le semis direct des cultures fourragères donne d'assez bons résultats lorsque le sol est lisse et nivelé après la culture précédente. La lutte contre les mauvaises herbes, la mise en place des semences à la bonne profondeur et le passage des roues tasseuses sont tous des aspects importants à prendre en compte. Là où il y a une épaisse couche de résidus en surface, les limaces peuvent endommager les plantules. Cependant une couche épaisse de résidus végétaux protège davantage les sols sujets à l'érosion. Quoi qu'il en soit, le matériel de semis doit pouvoir fonctionner malgré la quantité de résidus laissée en place après un travail réduit, sans compromettre la mise en place des semences et tout en assurant un contact suffisant entre celles-ci et le sol. Par ailleurs, si le sol est trop humide, les raies issues du semis direct pourraient ne pas se fermer correctement, ce qui nuirait au contact entre la semence et le sol.

Si l'on sème en semis direct ou en présence d'importantes quantités de résidus, il faut suivre quelques directives :

- Éliminer les mauvaises herbes vivaces comme le chiendent, les pissenlits et les annuelles hivernales avant les semis. Épandre de l'herbicide pour prévenir l'apparition de mauvaises herbes annuelles dicotylédones dans les nouveaux semis.
- Veiller à ce que les résidus de la culture précédente soient répartis de manière uniforme. Gérer le surplus de résidus pour améliorer la mise en place des semences et prévenir les dommages dus aux limaces. Pour optimiser les résultats, faire les semis de printemps par semis direct dans le chaume de soya, de céréales et de maïs à ensilage.
- Semer à 6 à 12 mm (0,25 à 0,5 po) de profondeur dans les sols argileux et loameux, et à 12 à 18 mm (0,5 à 0,75 po) dans les sols sableux. Vérifier que les ouvre-sillons placent les semences dans le sol et non dans les résidus de surface.

Semis direct ou semis avec culture-abri

Lorsqu'on sème une culture fourragère avec une culture-abri de céréales (avoine, triticale, orge), celle-ci exclut les mauvaises herbes annuelles et procure une protection relativement rapide contre l'érosion sur les terrains accidentés. L'inconvénient de la culture-abri, c'est qu'elle fait concurrence à la culture fourragère pour l'humidité, la lumière et les éléments nutritifs. Si l'un de ces facteurs fait défaut, la culture fourragère en souffre avant la culture de graminées.

Les semis de cultures fourragères sans culture-abri éliminent ce risque pour l'établissement. Les peuplements fourragers en semis direct sont souvent plus fournis et plus uniformes, notamment dans le cas de la luzerne, du lotier corniculé et de l'alpiste roseau, qui ne tolèrent pas les zones très ombragées. En l'absence d'une culture céréalière exerçant une concurrence pour l'humidité du sol, les semis directs sont moins vulnérables aux périodes sèches de juin et juillet.

Les semis directs effectués au début du printemps peuvent donner une ou deux coupes de fourrage pendant l'année du semis, soit de 50 à 65 % du rendement d'un peuplement établi. Si les conditions s'y prêtent, la première coupe peut avoir lieu 60 à 70 jours après les semis.

Les semis directs sont plus répandus en Ontario, pour les raisons suivantes :

- Le risque d'érosion est moindre;
- Les sols sont bien drainés, ce qui permet de faire les semis au début du printemps;
- La lutte contre les mauvaises herbes se fait efficacement dans le cadre des rotations;
- Il faut de l'ensilage préfané avec une qualité nutritionnelle constamment élevée, notamment dans les fermes laitières.

Les semis directs ne connaissent pas le succès sur toutes les exploitations agricoles. La concurrence des mauvaises herbes peut être plus intense avec les semis directs qu'avec une culture-abri contre-ensemencée. Une culture-abri de céréales peut protéger rapidement les champs qui sont plus menacés par l'érosion au début de l'établissement, par exemple les sols légers en pente. Les semis directs effectués sur des loams argileux lourds nécessitent plus de soins à la préparation du lit de semence et aux semis, surtout aux endroits plus vulnérables à l'encroûtement et aux problèmes de levée si les semis sont suivis de fortes pluies.

Récolte de la culture-abri pour l'ensilage

Il n'est pas conseillé de récolter la culture-abri de céréales sous forme de grains au moyen d'une moissonneuse-batteuse, car cette pratique réduit l'établissement de la culture fourragère pendant toute l'existence du peuplement. La récolte des céréales au stade du gonflement sous forme d'ensilage préfané ou d'ensilage en balles offre plusieurs avantages : réduire la concurrence, améliorer l'établissement de la culture fourragère, contribuer à éliminer les mauvaises herbes et à prévenir l'érosion, et offrir une source supplémentaire de fourrage. La culture-abri est enlevée avant d'être touchée par la verse et d'exercer une concurrence excessive pour la lumière et l'humidité. Si, après la coupe, on laisse la culture céréalière se flétrir dans l'andain étalé pendant un certain temps, elle peut endommager les nouveaux semis de la culture fourragère.

Certains producteurs choisissent un taux de semis correspondant à une culture céréalière complète et appliquent de l'azote pour maximiser le rendement de la culture fourragère, mais cette croissance plus soutenue peut nuire à l'établissement de cette dernière. Quand on opte pour un taux réduit (50 %) et qu'on évite d'épandre de l'azote, on obtient généralement un meilleur établissement de la culture fourragère.

L'avoine est la culture de céréales en herbe par excellence. Bien qu'elle puisse être touchée par la rouille, l'avoine fourragère donne généralement un meilleur rendement que l'orge (surtout dans de mauvaises conditions et avec des semis tardifs), produit moins de repousses et d'épis lors de la deuxième coupe, et ne produit pas de barbes. On ajoute parfois des pois aux céréales pour améliorer la qualité nutritionnelle du fourrage. Avec cette technique par contre, on ne peut pas lutter contre les mauvaises herbes au moyen d'un herbicide, et le flétrissement peut prendre plus de temps et ainsi endommager les semis de la culture fourragère.

Il faut couper les céréales au stade qui correspond le mieux aux besoins nutritionnels du bétail. Pour obtenir une qualité fourragère élevée, on conseille de récolter les céréales au stade du gonflement. Le report de la récolte au moment de l'épiaison complète augmente le rendement, mais réduit la qualité du fourrage. Les céréales peuvent atteindre le stade du gonflement en seulement 60 jours, donc si elles sont semées avant la première semaine de mai, elles peuvent être récoltées à la fin juin ou au début juillet. Lorsque le sol demeure raisonnablement humide après la récolte, on a de

bonnes chances de pouvoir faire une autre coupe de fourrage en août dans les zones recevant 2 800 unités thermiques de croissance ou plus.

Pour en savoir plus sur la production de fourrage à partir des céréales de printemps, visiter le site <http://fieldcropnews.com/>.

Récolte de la culture-abri sous forme de grains

Même si la récolte sous forme de grains d'une culture céréalière contre-ensemencée d'une culture fourragère permet d'obtenir des grains et de la paille pendant l'établissement de la culture fourragère, la concurrence exercée par les céréales peut nuire au peuplement de la culture fourragère et réduire les rendements. La verse de la culture céréalière et le retard de la mise en balles de la paille peuvent également poser problème. Il ne faut donc pas perdre de vue que l'objectif principal du semis est l'établissement de la culture fourragère, tandis que la production de grains et de paille est plutôt secondaire. Si l'on récolte une culture-abri sous forme de grains, il faut tenir compte des éléments suivants pour réduire les dommages qui pourraient toucher les nouveaux semis de la culture fourragère :

- Le blé de printemps et le triticale de printemps exercent habituellement moins de concurrence que l'avoine et l'orge à l'égard des semences fourragères. L'orge à six rangs est préférable à l'orge à deux rangs.
- En règle générale, pour réduire la concurrence au minimum, choisir le cultivar de céréale le plus précoce et avec la tige la plus courte et la plus forte.
- Réduire les taux de semis des céréales de printemps à 60 à 70 kg/ha (54 à 62 lb/ac).
- Réduire la dose d'engrais azoté (< 15 kg/ha ou 13 lb/ac) ou de fumier pour éviter de produire une culture de céréales dense et sensible à la verse.

Période des semis

Semis de printemps

La meilleure période pour faire les semis de fourrages est le début du printemps, qu'il s'agisse de semis directs ou avec une culture-abri. Lorsque les semis ont lieu au printemps, le sol est habituellement assez humide et les plants ont le temps de bien s'établir pour pouvoir survivre à l'hiver. Il faut semer dès que le lit de semence peut être prêt, pour accroître les probabilités que les plants bénéficient d'une humidité adéquate pendant la période cruciale que sont la germination et le début de la croissance.

Semis d'été

Les semis d'été peuvent être une solution de rechange viable aux semis de printemps. Ils ont l'avantage de donner un plein rendement l'année suivante. Des semis d'été peuvent normalement suivre une récolte de céréales d'automne ou de printemps. Les cultures-abris ne sont pas recommandées en semis d'été, parce qu'elles peuvent exercer une concurrence trop intense pour l'humidité disponible.

Date de semis

Si l'on effectue les semis trop tôt en été, on augmente les risques de chaleur et de sécheresse pendant la germination et le développement des plantules. Si l'on sème trop tard, on augmente les risques qu'une gelée meurtrière survienne avant que les plantules de légumineuses n'aient le temps de bien s'établir et d'accumuler suffisamment de réserves dans leurs racines pour pouvoir passer l'hiver. Les légumineuses semées après le début de septembre survivent rarement à l'hiver parce que dans ce cas, les jeunes plants sont plus sujets au déchaussement. Même s'ils ne meurent pas, ils sont moins précoces et leur rendement est moins élevé. La luzerne a besoin d'environ six semaines de croissance après la germination pour résister à l'hiver; en général, si le collet se développe avant la première gelée meurtrière, le plant survit.

Pour les mélanges avec la luzerne, il faut effectuer les semis d'été avant les dates suivantes :

- plus de 3 100 UTC – du 10 au 20 août;
- de 2 700 à 3 100 UTC – du 1^{er} au 10 août;
- moins de 2 700 UTC – du 20 au 30 juillet.

Dans le cas du lotier corniculé, le développement des plantules est lent et les semis d'été sont donc généralement voués à l'échec. Les graminées, elles, peuvent être semées plus tard; les graminées à tige dressée semées en septembre peuvent réussir à s'établir, sauf l'alpiste roseau, qui est trop lent.

Préparation du lit de semence

Le contact entre la semence et le sol revêt une importance particulière lorsque l'été est sec. Un lit de semence meuble et grumeleux s'assèche rapidement. Le tassage peut contribuer à conserver l'humidité. En août, il peut être plus difficile de préparer un lit de semence à texture fine sur des loams argileux que sur des loams, des loams sableux ou des loams limoneux. Il faut éviter de faire des semis d'été dans les sols lourds où la luzerne a déjà été touchée par le déchaussement.

Lutte contre les mauvaises herbes et repousse de céréales

Il est fréquent que la présence de mauvaises herbes annuelles hivernales après les semis d'été rende nécessaire l'épandage d'herbicides. Voir la publication 75F du MAAARO, *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*. Il faut toutefois éviter d'effectuer un traitement à l'herbicide qui retarderait la croissance de la culture.

Comme les repousses de céréales sont parfois denses et compétitives, elles peuvent poser de sérieuses difficultés lorsqu'un semis d'été suit une culture céréalière, notamment de blé d'automne. L'avoine et l'orge sont détruites par l'hiver en novembre, mais le blé d'automne résiste jusqu'à la première coupe de l'année suivante. On peut travailler le sol et épandre du glyphosate pour réduire les problèmes causés par les repousses de céréales, mais les semis seront alors retardés.

Semis direct

Les semis directs d'été peuvent réussir si l'on prête une attention suffisante à la gestion des résidus, à la mise en place des semences et à la lutte contre les mauvaises herbes. Toutefois, il n'est pas recommandé d'employer le semis direct pour réensemencer un champ de luzerne en août en raison de l'autotoxicité de la luzerne, ainsi que des limaces et des maladies qui peuvent être présentes dans l'ancienne prairie.

Autotoxicité de la luzerne

Il est très risqué de semer de la luzerne à la place d'un ancien peuplement de luzerne parce que celui-ci laisse une toxine qui inhibe la germination, le développement des racines et la croissance des nouvelles plantules de la même espèce. C'est ce qu'on appelle l'autotoxicité de la luzerne. Les racines des plants touchés sont gonflées, recourbées et décolorées, et elles n'ont pas de poils absorbants. Les effets ainsi produits sur la croissance des racines peuvent avoir des répercussions importantes sur les rendements pendant toute l'existence du peuplement.

Si l'on resème la luzerne deux ou trois semaines après avoir détruit un ancien peuplement, le nouveau peuplement germera mal et sera clairsemé. Un délai prolongé permet un établissement complet, mais les toxines peuvent persister pendant six mois et endommager de façon permanente les parties souterraines des nouveaux plants, ce qui limitera les

rendements pendant toute la vie du peuplement. Pour obtenir un rendement maximal, si la luzerne a deux ans ou plus, il faut semer un autre type de culture et attendre un an avant de semer à nouveau de la luzerne.

Les toxines issues de la culture de luzerne établie ne sont pas présentes la première année après les semis; les semis infructueux ou les nouveaux plants détruits par l'hiver peuvent donc être ressemés sans qu'il y ait risque d'autotoxicité. Cela est valable pour un semis d'été après l'échec d'un semis de printemps, ou un semis de printemps après l'échec d'un semis d'été ou d'un autre semis de printemps.

On ne recommande pas d'effectuer un semis sous couvert pour augmenter la densité d'un peuplement de luzerne établi, parce que les chances de succès sont très minces. Souvent, les nouveaux semis germent, semblent d'abord croître correctement, puis meurent au cours de l'été. En cas d'urgence, il est préférable de semer du trèfle rouge dans les zones clairsemées.

Semis sur sol gelé dans les pâturages

À la fin de l'hiver ou au début du printemps, on peut effectuer un semis à la volée de légumineuses (trèfles et lotier) dans un pâturage établi pour augmenter la teneur en légumineuses du peuplement. Il est préférable de procéder quand le sol est encore gelé, car le cycle de gel-dégel qui survient au début du printemps contribue à assurer un bon contact entre la semence et le sol. Il faut faire paître le pâturage à maintes reprises au cours de l'automne précédent pour réduire la concurrence exercée par l'espèce vivace qui y est établie. La luzerne et la plupart des graminées semées sur sol gelé donnent généralement de très mauvais résultats.

Inoculation

Pour croître normalement, toutes les légumineuses doivent avoir des nodosités productrices d'azote dans leur système racinaire. Ces nodosités sont formées par la bactérie *Rhizobium*.

Pour produire une nodulation adéquate, chaque espèce de légumineuse (luzerne, trèfle, lotier corniculé) a besoin d'une souche de *Rhizobium* qui lui est propre. Si on sème une légumineuse pour la première fois dans un champ, la semence doit être inoculée avec la souche correspondante de bactérie *Rhizobium* avant le semis. L'utilisation de semences préinoculées donne des résultats satisfaisants, à condition que

l'inoculant soit appliqué pendant la saison en cours. Comme l'inoculant doit être vivant, il faut vérifier la date d'expiration et suivre les avertissements relatifs à la manipulation qui figurent sur l'emballage pour s'assurer d'une fixation adéquate de l'azote. Lorsqu'une légumineuse fourragère est semée régulièrement dans un champ comme culture dans la rotation, ces bactéries sont habituellement présentes dans le sol et devraient permettre une bonne nodulation. Le coût de la bactérie *Rhizobium* est peu élevé si on le compare à celui des semences. En cas de doute sur la présence de la bactérie *Rhizobium* dans le sol, il est conseillé d'inoculer les semences.

Gestion de la fertilisation

Azote

Les engrais azotés ont un effet sur le rendement des peuplements de cultures fourragères qui contiennent moins de 50 % de légumineuses. Pour en savoir plus, voir le tableau 3-5, *Doses d'azote recommandées sur les cultures fourragères vivaces*.

Les peuplements de graminées contenant moins d'un tiers de légumineuses ont besoin d'azote pour donner un rendement optimal. Si les conditions le permettent, il est généralement plus économique de semer un mélange contenant des légumineuses. Il peut cependant être profitable d'ajouter de l'azote à des peuplements de graminées composés d'espèces fourragères productives; s'ils sont bien gérés, ces peuplements réagiront bien à l'ajout d'azote. Pour les peuplements de graminées (contenant moins d'un tiers de légumineuses), la dose suggérée est de 23 kilogrammes par tonne (45 lb/t. c.) de matière sèche fourragère prévue.

L'apport d'azote augmente aussi la teneur en protéines des graminées. Pour le foin ou les pâturages, faire la première application aussitôt que possible au printemps, lorsque la culture commence à verdifier, puis une deuxième après la première coupe et une troisième après la deuxième coupe. Pour éviter les risques de toxicité par les nitrates, une application d'azote ne peut pas dépasser un taux de 170 kg/ha (150 lb/ac).

Les signes de carence en azote dans les fourrages sont le jaunissement généralisé et le rabougrissement des plants. Ces signes peuvent apparaître d'abord sur les parties basses des plants. Chez les légumineuses, la carence en azote résulte généralement d'une mauvaise nodulation ou du faible pH du sol, ou des deux.

Tableau 3-5 – Doses d'azote recommandées sur les cultures fourragères vivaces

Cultures	Quantité d'azote suggérée
Semis de légumineuses ou d'un mélange légumineuse-graminée	
Sans culture-abri	0 kg/ha
Avec culture-abri	15 kg/ha
Pâturage non amélioré	50 kg/ha
Graminée de semence	90 kg/ha
Foin ou pâturage	
Plus de la moitié en légumineuses	0
Un tiers à un demi en légumineuses	60 kg/ha
Graminées (moins du tiers en légumineuses)	23 kg/t (45 lb/t. c.) de matière sèche prévue
100 kg/ha = 90 lb/ac	

Phosphate et potasse

Les directives pertinentes figurent au tableau 3-6, *Doses de phosphate (P_2O_5) recommandées pour les cultures fourragères*, et au tableau 3-7, *Doses de potasse (K_2O) recommandées pour les cultures fourragères*. Elles reposent sur des analyses de sol reconnues par le MAAARO, réalisées avec la méthode axée sur les concentrations convenables, qui consiste à épandre la dose d'éléments nutritifs la plus économique pour une année donnée. Pour plus d'information sur l'utilisation de ces tableaux ou en l'absence d'une analyse de sol reconnue par le MAAARO, voir la section *Directives relatives aux engrais* du chapitre 9, *Fertilité et éléments nutritifs*.

Dans le cas d'un semis direct sur un sol nécessitant un apport de phosphate, l'établissement de la culture peut être amélioré par l'épandage d'un engrais riche en cet élément à 5 cm (2 po) sous la semence. À cette fin, on utilise un semoir à céréales muni d'une trémie pour engrais et d'une autre pour les semences de graminées. L'engrais est déposé par les ouvre-sillons et les semences fourragères sont déposées sur un sol bien ferme, juste derrière les ouvre-sillons. Habituellement, on conseille de tasser la surface du sol immédiatement après le semis.

La potasse peut améliorer davantage la persistance des fourrages si elle est ajoutée dans les six semaines précédant le début de la période de repos d'automne. Chez la luzerne, une carence en potasse se manifeste par l'apparition de petits points pâles sur les folioles. Ces points peuvent se trouver n'importe où sur la foliole, mais ils sont habituellement regroupés près

du pourtour (voir photo 3-1). Chez les graminées et les trèfles, ces signes sont moins distinctifs mais se traduisent par un ralentissement de la croissance et une réduction du rendement. Toutefois, une concentration de potassium élevée peut entraîner l'absorption de quantités excessives de cet élément par la luzerne et, par la suite, des problèmes nutritionnels lorsque le fourrage est servi aux vaches laitières avant le vêlage. Dans les sols où la teneur est supérieure à 150 ppm, l'application de potassium n'est pas recommandée parce qu'elle n'améliore pas sensiblement la résistance de la luzerne à l'hiver.



Photo 3-1 – Chez les graminées et les trèfles, les signes de carence en potasse sont moins distinctifs mais se traduisent par un ralentissement de la croissance et une réduction du rendement

Le phosphate, si nécessaire, peut être appliqué en même temps que la potasse ou à un autre moment dans l'année. Les signes de carence en phosphate sont rares et non spécifiques chez les cultures fourragères, mais dans le cas des légumineuses, il peut s'agir d'un rabougrissement et d'une faible survie à l'hiver.

Tableau 3-6 – Doses de phosphate (P_2O_5) recommandées pour les cultures fourragères

D'après les analyses de sol reconnues par le MAAARO.

L'épandage d'éléments nutritifs est rentable lorsque l'accroissement de la valeur de la récolte créé par le gain de rendement ou de qualité dépasse le coût d'application de l'élément nutritif en question.

Si on utilise du fumier, il faut réduire les épandages d'engrais en fonction de la quantité et de la qualité du fumier (voir la section sur le fumier du chapitre 9).

LÉGENDE				
RE = réaction élevée	RM = réaction moyenne	RF = réaction faible	RTF = réaction très faible	RN = réaction nulle
Teneur en phosphore évaluée au bicarbonate de sodium	Au semis avec ou sans culture-abri	Semis en bandes sans culture-abri ¹	Peuplements établis	Pâturage non amélioré
0 à 3 ppm	130 kg/ha (RE)	130 kg/ha (RE)	180 kg/ha (RE)	70 kg/ha (RE)
4 à 5 ppm	110 kg/ha (RE)	110 kg/ha (RE)	120 kg/ha (RE)	60 kg/ha (RE)
6 à 7 ppm	90 kg/ha (RE)	90 kg/ha (RE)	90 kg/ha (RE)	50 kg/ha (RE)
8 à 9 ppm	70 kg/ha (RE)	70 kg/ha (RE)	60 kg/ha (RE)	30 kg/ha (RE)
10 à 12 ppm	50 kg/ha (RM)	50 kg/ha (RM)	30 kg/ha (RM)	20 kg/ha (RM)
13 à 15 ppm	30 kg/ha (RM)	40 kg/ha (RM)	20 kg/ha (RM)	20 kg/ha (RM)
16 à 20 ppm	20 kg/ha (RM)	30 kg/ha (RM)	0 (RF)	0 (RF)
21 à 25 ppm	20 kg/ha (RM)	20 kg/ha (RM)	0 (RF)	0 (RF)
26 à 30 ppm	0 (RF)	20 kg/ha (RF)	0 (RTF)	0 (RF)
31 à 40 ppm	0 (RF)	20 kg/ha (RF)	0 (RTF)	0 (RTF)
41 à 50 ppm	0 (RTF)	20 kg/ha (RF)	0 (RTF)	0 (RTF)
51 à 60 ppm	0 (RTF)	0 (RTF)	0 (RTF)	0 (RTF)
61 ppm et plus	0 (RN) ²	0 (RN) ²	0 (RN) ²	0 (RN) ²

100 kg/ha = 90 lb/ac

¹ Seulement pour les semis en bandes effectués directement au-dessus de l'engrais enfoui.

² Quand la cote est « RN », l'application du phosphore sous forme d'engrais ou de fumier risque de réduire le rendement ou la qualité des cultures fourragères et peut augmenter le risque de carence en magnésium.

Tableau 3-7 – Doses de potasse (K₂O) recommandées pour les cultures fourragères

D'après les analyses de sol reconnues par le MAAARO.

L'épandage d'éléments nutritifs est rentable lorsque l'accroissement de la valeur de la récolte créé par le gain de rendement ou de qualité dépasse le coût d'application de l'élément nutritif en question.

Si on utilise du fumier, il faut réduire les épandages d'engrais en fonction de la quantité et de la qualité du fumier (voir la section sur le fumier du chapitre 9).

LÉGENDE : RÉ = réaction élevée RM = réaction moyenne RF = réaction faible RTF = réaction très faible RN = réaction nulle

Teneur en potassium évaluée à l'acétate d'ammonium	Au semis avec ou sans culture-abri	Applications à l'été ou à l'automne sur de nouveaux semis et des peuplements établis
0 à 15 ppm	90 kg/ha (RÉ)	480 kg/ha (RÉ)
16 à 30 ppm	80 kg/ha (RÉ)	400 kg/ha (RÉ)
31 à 45 ppm	70 kg/ha (RÉ)	320 kg/ha (RÉ)
46 à 60 ppm	50 kg/ha (RÉ)	270 kg/ha (RÉ)
61 à 80 ppm	40 kg/ha (RÉ)	200 kg/ha (RÉ)
81 à 100 ppm	30 kg/ha (RM)	130 kg/ha (RÉ)
101 à 120 ppm	20 kg/ha (RM)	70 kg/ha (RM)
121 à 150 ppm	20 kg/ha (RM)	20 kg/ha (RM)
151 à 180 ppm	0 (RF)	0 (RF)
180 à 250 ppm	0 (RTF)	0 (RTF)
251 ppm et plus	0 (RN) ¹	0 (RN) ¹

100 kg/ha = 90 lb/ac

¹ Quand la cote est « RN », l'application du phosphore sous forme d'engrais ou de fumier risque de réduire le rendement ou la qualité des cultures fourragères et peut augmenter le risque de parésie post-partum chez les vaches laitières durant le tarissement. Par exemple, l'épandage de potasse dans des sols pauvres en magnésium peut provoquer une carence en magnésium.

Soufre

En Ontario, on observe davantage de carences en soufre (S) dans la luzerne, qui se traduisent par des pertes de rendement considérables. Les signes de carence en soufre sont semblables à ceux d'une carence en azote, soit un jaunissement général des plants. La biodisponibilité du soufre varie d'une année à l'autre, en fonction de la température et des précipitations. Tout comme les nitrates, il peut s'infiltrer sous la zone des racines. Dans le fumier, le soufre est présent sous sa forme élémentaire ou sous une forme lentement assimilable. Les carences en soufre risquent davantage de se manifester dans le Nord-Ouest de l'Ontario, dans les sols pauvres en matière organique et dans ceux qui n'ont pas reçu de fumier depuis quelques années. L'analyse des tissus de luzerne est une méthode diagnostique efficace pour prévoir si l'apport de soufre aura un effet ou non (voir tableau 3-8, *Interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux pour la luzerne*). Si besoin est, il faut appliquer 5 lb/ac de soufre par tonne de matière sèche prévue. Pour que les plants puissent l'assimiler, le soufre doit être appliqué sous forme de sulfate; c'est donc cette forme qui agit le plus

rapidement sur le rendement. L'application de soufre élémentaire mélangé en vrac avec un autre engrais représente la façon la plus économique à long terme d'apporter du soufre à une culture.

Oligo-éléments

Bore

Le bore est important pour la luzerne, mais il n'est pas nécessaire d'en épandre sur tous les sols. La carence en bore apparaît surtout dans les sols sableux à pH élevé. On conseille souvent d'épandre du bore sur les sols sableux, en particulier sur les loams et les loams sableux de la région située à l'est de l'escarpement du Niagara, jusqu'au comté de Frontenac inclus. La carence en bore est plus fréquente en cas de sécheresse, dans les sols qui s'assèchent rapidement.

À mesure que la carence s'accroît, les jeunes feuilles supérieures commencent à jaunir ou à rougir sur différents plants (voir photo 3-2). La croissance de la luzerne peut être gravement compromise, tout comme sa résistance à l'hiver.

Généralement, il est possible de corriger la carence en bore, ou encore de la prévenir, en épandant à la volée de 1 à 2 kg/ha (0,9 à 1,8 lb/ac) de bore avec un autre engrais (p. ex. de la potasse). Il ne faut pas épandre le bore en bandes au semis.



Photo 3-2 – À mesure que la carence s'accroît, les jeunes feuilles supérieures commencent à jaunir ou à rougir sur différents plants

Tableau 3-8 – Interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux pour la luzerne

Ces valeurs se rapportent à un plant fauché à une hauteur de coupe normale à la fin du stade du bouton.

LÉGENDE : — = aucune donnée disponible

Élément nutritif	Concentration critique ¹	Concentration normale maximale ²
Azote (N)	—	5,5 %
Phosphore (P)	0,20 %	0,5 %
Potassium (K)	1,70 %	3,5 %
Calcium (Ca)	—	4,0 %
Magnésium (Mg)	0,20 %	1,0 %
Soufre (S)	0,22 %	—
Bore (B)	20,0 ppm	90,0 ppm
Cuivre (Cu)	5,0 ppm	30,0 ppm
Manganèse (Mn)	20,0 ppm	100,0 ppm
Molybdène (Mo)	0,5 ppm	5,0 ppm
Zinc (Zn)	10,0 ppm	70,0 ppm

¹ Prévoir une baisse de rendement due à une carence en un élément nutritif donné lorsque la concentration de ce dernier tombe au niveau critique ou sous celui-ci.

² Les concentrations normales maximales sont plus que suffisantes, mais ne causent pas nécessairement de toxicité.

Autres oligo-éléments

Aucune carence en cuivre, en zinc ou en manganèse n'a jamais été observée dans les cultures fourragères en Ontario.

Analyse des tissus végétaux

Pour l'analyse des légumineuses fourragères, il est conseillé d'échantillonner chaque espèce séparément. Il faut couper le plant à la hauteur de coupe normale, à la fin du stade du bouton (voir tableau 3-8, *Interprétation des résultats d'analyse des tissus végétaux pour la luzerne*). Cependant les plants soupçonnés d'avoir une carence en éléments nutritifs devront être échantillonnés dès l'apparition des premiers signes. Si l'échantillonnage est effectué à un autre moment que l'épiaison et sur d'autres espèces que la luzerne, il faut prélever dans les zones carencées et dans des zones saines du champ pour permettre des comparaisons. À l'échantillon de tissu végétal, il faut joindre un échantillon de sol prélevé au même endroit et en même temps.

Épandage de fumier sur les cultures fourragères

L'épandage de fumier liquide sur les cultures fourragères permet d'apporter une grande quantité d'éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium et soufre) et d'oligo-éléments. Il est facile à épandre en saison et peut améliorer le rendement et la qualité des fourrages. C'est sur les vieux peuplements de luzerne-graminée que les épandages de fumier donnent les meilleurs résultats. Voici quelques principes généraux :

- Il faut épandre le fumier de manière uniforme aussitôt que possible après la récolte, avant la repousse. Le passage de machinerie sur les nouvelles pousses entraîne une perte de rendement. Si le sol est humide, il faut retarder l'épandage jusqu'à ce que la coupe suivante soit faite.
- L'épandage de fumier liquide de bovins laitiers en quantité idéale (de 33 à 45 m³/ha, soit de 3 000 à 4 000 gal/ac) apporte respectivement environ 56, 50 et 100 kg/ha (50, 45 et 90 lb/ac) d'azote, de phosphate et de potasse.
- Quand il fait beau et chaud, il faut éviter d'épandre du fumier liquide qui fournit plus de 85 kg/ha (75 lb/ac) d'azote ammoniacal, pour éviter de brûler les nouveaux tissus.
- La teneur en azote moyenne du fumier de bovins laitiers (8 % de matière sèche) se compose environ de 50 % d'ammoniac et de 50 % d'azote organique. Plus la matière sèche diminue, plus la quantité d'ammoniac augmente. Il est possible de perdre

deux tiers de l'ammoniac présent dans le fumier. Les pertes les plus importantes ont lieu dans les 24 heures qui suivent l'épandage, et aux endroits où le fumier a été épandu en trop grande quantité (là où des « flaques » se sont formées). S'il pleut après l'épandage, les pertes d'ammoniac seront réduites.

- À moins que sa consistance permette l'application d'une couche mince et uniforme, sans grosses mottes, le fumier solide peut étouffer une culture. En déplaçant le fumier solide de la litière accumulée de l'étable pour l'entreposer temporairement au champ au début du printemps, on peut en améliorer la composition et ainsi permettre un épandage plus uniforme.
- Il faut éviter d'épandre du fumier sur les cultures fourragères destinées à l'ensilage en balles, car il peut y avoir production d'acide butyrique en grande quantité. Le problème ne se pose pas dans le cas de l'ensilage préfané.
- Le foin sec provenant d'une culture fourragère qui a reçu du fumier peut transmettre la maladie de Johne. Il faut éviter d'épandre du fumier sur les peuplements dont les fourrages seront donnés à des jeunes bovins (moins d'un an) pendant la même saison de croissance. L'ensilage des fourrages peut réduire le risque de propagation de la maladie.
- Il faut prélever des échantillons du fumier épandu sur les cultures fourragères et les faire analyser pour calculer les apports en éléments nutritifs provenant du fumier.

Chaulage

Les légumineuses ne tolèrent généralement pas les sols acides. La luzerne donne un rendement très limité sur les sols ayant un pH faible, en partie car la nodulation est mauvaise. Il faut chauler les champs pour augmenter leur pH à au moins 6,7. En deçà de cette valeur, le rendement de la luzerne chute considérablement. La chaux agit lentement sur les sols acides; elle doit donc être appliquée et incorporée un an avant les semis, aux doses recommandées par les rapports d'analyse de sol (voir la section *Acidité du sol et chaulage* du chapitre 9, *Fertilité et éléments nutritifs*). L'application de chaux sur des peuplements établis est inefficace.

Récolte et entreposage

Gestion des pâturages

Un pâturage bien géré fournit un fourrage abondant à faible coût. Pour produire un bon pâturage, il faut lui accorder une période de repos pour qu'il se régénère après chaque broutage. Pour optimiser la quantité de fourrage et le rendement du bétail, il faut employer un système de rotation à plusieurs enclos. Idéalement, dans un pâturage, le peuplement consommé par le bétail devrait contenir au moins 35 % de légumineuses. Le choix des espèces fourragères dépend en partie du drainage du sol et de sa texture. Il est souhaitable d'épandre 50 à 75 kg/ha (45 à 67 lb/ac) d'azote sur les pâturages contenant moins de 35 % de légumineuses. L'épandage doit coïncider avec les bonnes conditions de croissance et avec le besoin de plus grandes quantités de pâturage. Pour dépasser cette quantité, il faut faire plusieurs épandages.

Pâturages tournants

Le moment de la mise à l'herbe de printemps doit être choisi en fonction de la croissance des graminées. Il est conseillé de faire paître les espèces précoces telles que le dactyle pelotonné assez tôt pour les empêcher d'atteindre un stade de maturité trop avancé. La rotation des pâturages doit se faire assez rapidement. Plus l'herbe pousse vite, plus la rotation doit être rapide. Dans les pâturages tournants, il est important d'estimer le moment où le bétail sera déplacé en fonction du dernier enclos de la rotation. Au début de la saison de croissance, une rotation complète peut durer 20 jours. Vers la fin de la saison, pour permettre une repousse et un rétablissement suffisants, on peut devoir attendre 40 jours ou plus avant de revenir au même enclos.

Prévention du ballonnement sur les pâturages

Les légumineuses peuvent provoquer le ballonnement chez les ruminants; plus les plants sont jeunes, plus le risque est élevé. Lorsque le pâturage contient plus de 50 % de légumineuses, il est recommandé de prendre certaines mesures pour prévenir le ballonnement :

- Faire en sorte que le bétail soit bien nourri avant d'arriver dans le pâturage;
- Amener le bétail au pâturage lorsque celui-ci est sec et non lorsqu'il est mouillé par la pluie ou par une rosée abondante au début de la matinée;
- Lui offrir du foin riche en tiges pour stimuler le rumen;

- Faire paître les légumineuses lorsqu'elles sont en fleurs;
- Penser à employer un additif alimentaire anti-ballonnement tel que le poloxalène.
- Faire paître de petites superficies à la fois (l'équivalent de la consommation d'une journée) pour inciter le bétail à manger les tiges en même temps que les feuilles météorisantes.

Pour en savoir plus sur la gestion des pâturages, voir la publication 19F du MAAARO, *La culture des pâturages*, qui se trouve à l'adresse ontario.ca/cultures.

Qualité du fourrage

Dans le cas des cultures fourragères récoltées pour l'entreposage, c'est le type de bétail à nourrir qui détermine la qualité du fourrage. Celle-ci doit correspondre aux besoins nutritionnels des animaux. Un troupeau de vaches laitières très productives a besoin d'un fourrage de qualité, c'est-à-dire à forte teneur en énergie et en protéines digestibles. Les valeurs repères pour la luzerne destinée à des vaches laitières très productives sont 20 % de protéines brutes, 30 % de fibres au détergent acide (ADF) et 40 % de fibres au détergent neutre (NDF). Le fourrage doit aussi avoir une valeur de digestibilité des fibres (dNDF) élevée. Pour les vaches de boucherie, le meilleur foin est plus mature et a un rendement plus élevé et, par conséquent, il a une teneur en protéines et une digestibilité plus faibles. Comme bon nombre de chevaux ont des besoins nutritionnels nettement moins élevés, les propriétaires préfèrent le foin plus mature qui renferme davantage de graminées que n'en contient normalement le foin destiné aux vaches laitières. Les chevaux étant sujets aux problèmes respiratoires et aux coliques, le foin qui leur est donné doit absolument être exempt de dommages dus à la pluie, de moisissures et de poussières. Par ailleurs, sur le marché de première qualité, le foin doit avoir une couleur verte et être exempt de mauvaises herbes. Plus loin dans cette section, le terme « qualité nutritionnelle élevée » désigne une teneur élevée en protéines et en énergie digestibles.

Les analyses de laboratoire sur les fourrages sont indispensables pour la mise au point d'une ration alimentaire précise. La teneur en éléments nutritifs varie considérablement selon le type de fourrage, le degré de maturité à la coupe et la bonne préservation.

La fiche technique du MAAARO intitulé *Terminologie de la fabrication des aliments pour animaux et de la nutrition animale* contient de plus amples renseignements sur l'interprétation des rapports d'analyse de fourrages. Pour en savoir plus, visiter le site ontario.ca/cultures.

Mesure de l'énergie digestible de l'ensilage de maïs

L'ensilage de maïs a la particularité d'allier deux composants très différents : les grains très humides et les épis débarrassés des grains. L'énergie digestible doit être élevée pour réduire le besoin en supplément de céréales. La teneur en NDF doit être faible et la valeur de digestibilité des fibres (dNDF) doit être plus élevée pour accroître la prise alimentaire; c'est également le cas de l'énergie.

L'énergie digestible de l'ensilage de maïs dépend principalement des quantités relatives d'amidon et de NDF, et de leur digestibilité. Par le passé, on évaluait l'énergie à partir d'ADF et la prise alimentaire à partir des NDF, mais à elles seules ces valeurs ne prennent pas en compte la digestibilité. De nouvelles méthodes permettent de calculer l'énergie digestible de l'ensilage de maïs avec plus de précision à partir des protéines brutes, des NDF, de la dNDF, de l'amidon, des cendres et des lipides. Il est également possible de calculer la digestibilité de l'amidon à partir de la teneur en eau, des cotes de conditionnement du grain et d'autres tests de digestibilité effectués en laboratoire.

Période de récolte du fourrage

La période de récolte est le facteur le plus important pour la production d'un fourrage de qualité nutritionnelle élevée. La valeur nutritive des cultures fourragères baisse au fur et à mesure qu'elles arrivent à maturité. Après le stade du bouton de la luzerne, la teneur en protéines diminue d'environ 0,2 % par jour et la digestibilité d'environ 0,4 % par jour (voir tableau 3-9, *Digestibilité et teneur en protéines de la luzerne et du brome à divers stades de maturité*). Chez la luzerne et les graminées, la maturité peut varier d'un cultivar à l'autre, ce qui permet d'échelonner la récolte. Un petit retard dans la coupe du fourrage entraîne une forte réduction de sa qualité nutritionnelle. Les choses se compliquent d'autant plus lorsqu'il faut attendre une période de temps sec.

Tableau 3-9 – Digestibilité et teneur en protéines de la luzerne et du brome à divers stades de maturité

Stade de maturité	Date	Digestibilité (%)		Teneur en protéines brutes (%)	
		Luzerne	Brome	Luzerne	Brome
Bouton moyen	4 juin	72,6	73,8	21,5	13,4
Début de floraison (sortie des épis)	20 juin	65,2	67,2	17,0	10,0
Floraison complète	30 juin	62,1	60,6	16,2	6,7
Premières graines	6 juillet	60,9	59,7	15,6	5,8

La période de récolte dépend des besoins nutritionnels du bétail. La coupe de la luzerne effectuée avant le stade du bouton ou au début de celui-ci réduit les rendements et peut affaiblir le peuplement. De plus, une extrême faiblesse des teneurs en fibres peut entraîner des problèmes nutritionnels. Pour ce qui est des graminées, on atteint habituellement un compromis entre le rendement et la qualité au stade du gonflement. Chez les graminées fourragères, la maturité varie d'un cultivar à l'autre. Le dactyle pelotonné précoce commence à épier en premier, généralement suivi de l'alpiste roseau, de la fétuque élevée, du brome inerme et de la fléole. Les cultivars de dactyle pelotonné à maturité tardive arrivent au stade de l'épiaison deux à trois semaines après les cultivars précoces. Les retards dans la récolte du fourrage se traduisent par un meilleur rendement et une plus grande persistance, mais réduisent la qualité du fourrage. Pour les grandes superficies de fourrage, il est conseillé de commencer la coupe plus tôt pour s'assurer de la qualité de ce qui est coupé en dernier.

La deuxième et la troisième coupes de luzerne peuvent se faire à intervalles d'environ 30 jours (milieu du stade du bouton) à 40 jours (début de floraison), voire plus, selon que l'on recherche une qualité élevée ou une persistance et un rendement maximums (voir *Destruction des cultures fourragères par l'hiver*).

Prévoir la qualité de la luzerne dans une culture sur pied

Les méthodes ci-dessous permettent de déterminer à quel moment on peut effectuer la première coupe de luzerne :

- Date du calendrier;
- Stade de développement (milieu du stade de bouton, stade du bouton complet, etc.);
- Hauteur des plants;

- Degrés-jours de croissance (DJ) (voir la section *Degrés-jours de croissance* du chapitre 10, *Dépistage*);
- Équations prédictives de la qualité de la luzerne (ÉPQL), à partir du stade de développement et de la hauteur des tiges;
- Échantillons coupés aux ciseaux;
- Analyse de laboratoire.

De nombreux producteurs laitiers prennent leurs décisions relatives à la coupe en se fondant sur la teneur en NDF comme principale variable de qualité. Pour les vaches laitières très productives, la teneur en NDF optimale de la luzerne pour la prise alimentaire et la fibre alimentaire est d'environ 40 %. Par temps chaud, la teneur en NDF peut augmenter d'environ 0,7 unité par jour, ce qui entraîne une diminution rapide de la qualité nutritionnelle. Si la récolte est effectuée trop tôt, le rendement est moindre, la quantité de fibres alimentaires, limitée, et la quantité de protéines brutes solubles, trop élevée. D'une année à l'autre, la teneur en NDF peut accuser des écarts atteignant 10 % à la même date de coupe. La relation entre le stade phénologique (début ou fin du stade du bouton) et la teneur en NDF peut aussi varier passablement. La méthode des ÉPQL consiste à calculer la teneur en NDF de la luzerne dans une culture sur pied à partir du stade de développement et de la hauteur des tiges. Les estimations de NDF par la méthode des ÉPQL sont inscrites sur une baguette à mesurer facile à lire et dont on peut se servir au champ pour prendre des décisions relatives à la coupe. Pour en savoir plus sur l'utilisation de cette méthode, voir la page *Prévisions de la qualité de la luzerne à l'aide de la méthode des ÉPQL* sur le site Web du MAAARO, à l'adresse ontario.ca/cultures. Certains laboratoires offrent des services d'analyse d'échantillons coupés aux ciseaux avec un temps de roulement court; c'est la méthode la plus précise pour contrôler la qualité des fourrages dans une culture sur pied, en particulier dans les peuplements luzerne-graminée.

Méthodes de récolte des céréales fourragères

On peut conserver un maximum de valeur nutritive en réduisant autant que possible les pertes au champ et à l'entreposage. L'entreposage de foin sec s'accompagne de pertes élevées au champ, mais de pertes relativement faibles à l'entreposage. Par contre, l'entreposage de fourrages pour l'ensilage préfané s'accompagne de pertes réduites au champ, mais de pertes plus importantes lors de la fermentation et de l'entreposage (voir figure 3-2, *Estimation des pertes de foin et d'ensilage préfané à la récolte et à l'entreposage*). Pour l'ensilage préfané et l'ensilage en balles, les conditions météorologiques propices à la récolte (temps sec sans pluie) doivent être réunies pendant un laps de temps beaucoup plus court. Le foin sec peut être facilement transporté et commercialisé, tandis que l'ensilage préfané haché doit être utilisé dans un lieu proche de l'endroit où il est entreposé. Avec l'ensilage en grosses balles, on a l'avantage de pouvoir employer du matériel de fenaison pour le récolter et l'utiliser, même s'il faut aussi disposer d'une enrubanneuse. De plus, les balles n'ont pas besoin d'être entreposées dans un lieu précis. L'ensilage préfané et l'ensilage en balles sont de plus en plus populaires. Pour les grandes superficies de cultures fourragères, il faut s'assurer d'avoir l'équipement adéquat à disposition pour couper, râtelier, mettre en balles ou hacher de grandes quantités de fourrages quand les conditions météorologiques sont réunies.

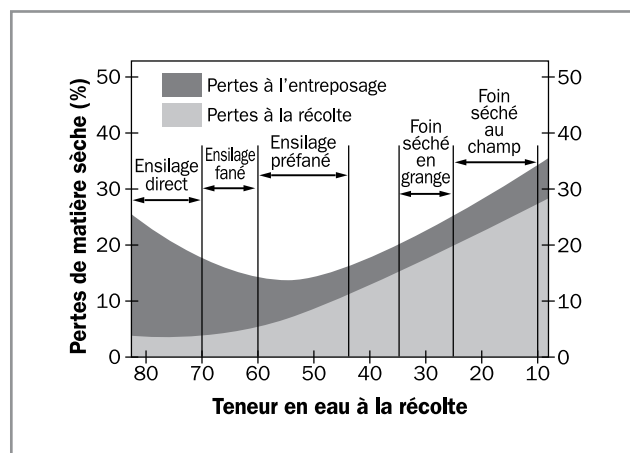


Figure 3-2 – Estimation des pertes de foin et d'ensilage préfané à la récolte et à l'entreposage

Adapté de Hoglund, 1964.

La rapidité du séchage et du fanage est un facteur essentiel dans la production de foin et d'ensilage préfané, car elle permet de diminuer les pertes de sucres dues à la respiration des fourrages et de réduire le risque de dommages dus à la pluie. En Ontario, les périodes sans pluie sont souvent très courtes; il faut donc toujours soit prendre le risque d'attendre que le foin soit assez sec pour faire les balles avant la prochaine pluie, soit faire les balles avant qu'il soit tout à fait assez sec et risquer d'obtenir un produit moisi et poussiéreux. Il faut peser le pour et le contre : dans le premier cas, le conditionnement et le râtelage peuvent entraîner une perte excessive de feuilles, et dans le deuxième, le foin possède une teneur en eau trop élevée et peut être endommagé par la pluie.

Coupe et conditionnement

Les faucheuses à disques sont plus fiables que les faucheuses à barre de coupe lorsque le fourrage est versé ou que les peuplements sont très denses. Elles sont plus rapides, ont une plus grande capacité et sont plus faciles à réparer au champ, mais elles coûtent généralement plus cher.

Les conditionneurs de fourrage broient, crèpent ou battent les tiges et en accélèrent ainsi le séchage. Un séchage plus rapide réduit les risques d'exposition à la pluie et synchronise le séchage des feuilles et des tiges, ce qui peut limiter l'effritement des feuilles. Généralement, les graminées sèchent plus rapidement que les légumineuses. Il faut entretenir et régler les conditionneurs de façon à assurer un conditionnement optimal (voir le manuel d'utilisation).

Après la coupe, il faut laisser des andains étalés aussi larges que possible pour accélérer le séchage et réduire ainsi la perte des sucres par respiration. Les andains étalés larges font baisser la densité des fourrages et l'humidité des andains groupés, et augmenter la surface d'évaporation exposée au soleil. Bon nombre des faucheuses-conditionneuses permettent d'élargir des andains étalés; si ce n'est pas le cas, on peut utiliser un système à ailettes. On peut aussi se servir d'une faneuse après la coupe pour étaler l'andain de façon à ce qu'il ait la même largeur que la faucheuse.



Photo 3-3 – Après la coupe, il faut laisser des andains étalés aussi larges que possible pour accélérer le séchage et réduire ainsi la perte des sucres par respiration

Foin sec

Pertes à la récolte

Plusieurs types de pertes se rapportent à la production de foin sec. Comme les feuilles contiennent environ la moitié de la matière sèche et les deux tiers des protéines, leur perte a un effet prononcé sur la qualité et le rendement.

Respiration

Même après la coupe, les fourrages continuent de respirer et de consommer des sucres jusqu'à ce que leur teneur en eau atteigne un niveau suffisamment bas. Lorsque les conditions permettent un séchage relativement rapide, ces pertes peuvent être réduites au minimum, soit 2 à 8 % de la matière sèche totale (voir photo 3-3). Dans le cas contraire (température basse, humidité élevée, etc.), les plants mettent plus de temps à sécher et les pertes de matière sèche peuvent atteindre 16 %.

Altération

Sur du foin coupé, la pluie stimule la respiration et ajoute considérablement aux pertes. Les éléments nutritifs comme les sucres solubles quittent les feuilles par lessivage, les pertes foliaires augmentent et la croissance microbienne commence. Les dommages dus à la pluie peuvent causer un préjudice plus grand que ce qui figure sur l'analyse de laboratoire. La teneur en sucres très assimilables est réduite, et la teneur en énergie et en protéines digestibles peut diminuer. L'altération a aussi pour effet de réduire la sapidité du foin et la quantité qui sera consommée par les animaux. Les dommages dus à la pluie font augmenter

la quantité de moisissures dans l'andain étalé, ce qui peut nuire à la sapidité du foin et le rendre impropre au marché des chevaux.

Pertes d'origine mécanique

À mesure que le fourrage sèche, les feuilles et les petites tiges deviennent plus cassantes. Toute opération mécanique, comme le râtelage et le fanage, effectuée sur un produit contenant moins de 40 % d'eau, entraîne des pertes de feuilles. Les quantités de feuilles ainsi perdues s'accroissent au fur et à mesure que la teneur en eau diminue. Si possible, il faut râteler le foin lorsqu'il est humide. Pour réduire les pertes de feuilles lorsque le foin contient peu d'humidité, il faut le râteler le matin pendant qu'il y a encore de la rosée, réduire la vitesse des râteaux rotatifs et retourner les andains groupés avec un vire-andains ou un regroupeur d'andains. Les faneuses sont plus souvent utilisées pour les prairies contenant plus de graminées et peuvent provoquer d'importantes pertes de feuilles sur la luzerne à faible teneur en eau. Pour réduire les pertes qui surviennent lors du passage de la ramasseuse-presse et dans la chambre de mise en balles, il est conseillé de rassembler les andains groupés qui sont légers à une teneur en eau plus élevée et d'avancer à la vitesse maximale.

Pertes potentielles à la fenaison

Le tableau 3-10, *Pertes potentielles à la fenaison*, résume les valeurs enregistrées lors de travaux de recherche.

Tableau 3-10 – Pertes potentielles à la fenaison

Source des pertes	Pertes de matière sèche
Respiration	2 à 16 %
Coupe et conditionnement	2 à 5 %
Râtelage	5 à 25 %
Mise en petites balles	3 à 8 %
Mise en grosses balles	1 à 15 %
Transport	1 à 10 %
Pertes potentielles totales	10 à 71 %

Râtelage et manipulation des andains étalés

Les râteaux rotatifs sont considérés comme les meilleurs outils pour accélérer le séchage, car ils laissent un andain étalé uniforme et aéré. Initialement conçus pour les cultures de graminées, ils peuvent provoquer des pertes de feuilles plus importantes sur la luzerne s'ils ne sont pas utilisés correctement. Leur vitesse de rotation doit être moins grande que la vitesse au sol.

Il faut régler la hauteur de façon à ce que les dents n'incorporent pas de terre dans l'andain groupé, sinon le foin contiendra beaucoup de cendres et de poussière. Les râteaux à roues ont tendance à « lier » l'andain groupé; ce dernier est donc moins aéré et uniforme qu'avec un râteau rotatif et peut contenir des bottes qui mettront plus de temps à sécher. Par contre, les grands râteaux à roues ont une grande capacité et peuvent former un seul andain groupé avec plusieurs andains étalés dans les champs où le rendement est moins élevé. Une fois groupés, les andains peuvent aussi être hachés et transformés en ensilage préfané.

Les faneuses ressemblent aux râteaux rotatifs, mais elles élargissent les andains étalés au lieu de les rassembler pour en faire un andain groupé. On utilise souvent une faneuse peu après la coupe pour élargir l'andain étalé au maximum, sans toutefois rouler dessus, ce qui permet d'accélérer le séchage. Lorsque la teneur en eau est faible (moins de 50 %), la faneuse convient mieux aux graminées qu'à la luzerne, car elle risque de provoquer d'importantes pertes de feuilles.

On utilise parfois des conditionneurs pour manipuler l'andain étalé et accélérer le séchage. Lorsque le foin n'est pas tout à fait prêt à être mis en balles, la couche inférieure de l'andain étalé a souvent du mal à sécher. Pour prévenir les pertes de feuilles qui pourraient survenir avec le râtelage d'un fourrage à faible teneur en eau, on peut utiliser un vire-andains ou un regroupeur d'andains afin de retourner l'andain étalé de manière plus délicate pour qu'il puisse sécher au soleil.

Pertes liées à l'entreposage

Le foin qui est assez sec et qui est entreposé au-dessus du sol sous un couvert protecteur subit normalement un minimum de pertes à l'entreposage. Le foin qui est mis en balles avant d'être suffisamment sec présente des risques d'altération provoquée par la formation de moisissures et de bactéries. La croissance microbienne et le phénomène de respiration entraînent la métabolisation des sucres dans le foin, ce qui produit de la chaleur et davantage d'humidité. Au bout du compte, le foin est de mauvaise qualité, moisi, poussiéreux, et il perd de sa digestibilité et de sa sapidité. L'échauffement du foin augmente aussi les risques de combustion spontanée. L'importance des dommages subis dépend :

- de la teneur en eau du foin;
- de la densité des balles et de leur empilage plus ou moins serré à l'entreposage;
- de la ventilation des installations d'entreposage;
- de la température et de l'humidité de l'air ambiant.

Le tableau 3-11, *Guide des teneurs en eau à l'entreposage et poids approximatif des balles*, donne les valeurs à respecter pour l'entreposage de différents types de balles.

Il est très important d'assurer une bonne gestion du foin à l'entreposage pour qu'il sèche continuellement. Lorsqu'on met du foin en balles et qu'on l'entrepose, l'humidité des balles s'évapore; c'est ce qu'on appelle couramment la « transpiration » ou le fanage. Il faut assurer une bonne ventilation des installations d'entreposage pour que cette humidité se dissipe le plus rapidement possible. Pour ce faire, on peut placer les balles en rangées sur des plates-formes ou des palettes et les espacer. Au début, le métabolisme des plants se poursuit un peu, ce qui produit de la chaleur et de l'humidité. Dans du foin qui vient d'être mis en balles, il n'est pas rare de voir la teneur en eau grimper légèrement et la température gagner 5 °C par rapport à la température ambiante du jour de mise en balles. Au bout d'un moment, la teneur en eau et la température devraient commencer à baisser. Toutefois, si elles continuent à grimper, c'est qu'il y a une croissance microbienne importante dans le foin. Pour surveiller l'apparition d'un éventuel échauffement, il faut mesurer ces deux paramètres avec un humidimètre et une sonde thermométrique.

Échauffement du foin et combustion spontanée

Le phénomène d'échauffement et de combustion spontanée survient lorsqu'il y a suffisamment d'humidité, d'oxygène et de matière organique pour permettre la croissance de bactéries et de moisissures. Cette réaction peut être autonome. Il peut y avoir inflammation lorsque la température est suffisamment élevée. La combustion spontanée du foin survient habituellement pendant les deux premiers mois de l'entreposage.

Tableau 3-11 – Guide des teneurs en eau à l’entreposage et poids approximatif des balles

Type de balles	Taille	Teneur en eau à l’entreposage	Poids approximatif (lors de son utilisation) ¹
Petites balles rectangulaires	~ 0,9 x 0,38 x 0,45 m (~ 3 x 1,25 x 1,5 pi)	15 à 18 %	22 à 35 kg (50 à 75 lb)
Grosses balles rondes – centre moins dense	1,2 x 1,5 m (4 x 5 pi)	13 à 16 %	180 à 275 kg (400 à 600 lb)
Grosses balles rondes – centre plus dense	1,2 x 1,5 m (4 x 5 pi)	12 à 15 %	385 à 408 kg (~ 850 à 900 lb)
Grosses balles rondes – centre plus dense	1,5 x 1,8 m (5 x 6 pi)	12 à 15 %	690 à 910 kg (~ 1 500 à 2 000 lb)
Grosses balles rectangulaires	0,9 x 0,9 x 2,1 m (3 x 3 x 7 pi)	12 à 15 %	~ 50 kg/m linéaire (~ 110 lb/pi linéaire)
Grosses balles d’ensilage	1,2 x 1,2 m (4 x 4 pi)	55 %	545 kg (1 200 lb)
Grosses balles d’ensilage	1,2 x 1,5 m (4 x 5 pi)	55 %	690 à 910 kg (1 500 lb)

Source : Clarke et Stone, MAAARO, 2016.

¹ Le poids d’une balle varie selon sa teneur en eau, sa densité et sa proportion de graminée-luzerne.

Le premier signe d’échauffement du foin est généralement une odeur de tabac à pipe, et parfois un dégagement de vapeur provenant de la grange. On peut mesurer la température du foin avec une sonde thermométrique ou un humidimètre électronique. Voici quelques repères utiles :

- 65 °C – **Début de la zone dangereuse.** Mesurer la température tous les jours.
- 70 °C – **Danger!** Inspecter toutes les quatre heures pour voir si la température monte.
- 80 °C – **Possibilité de formation de poches de feu.** Appeler le service des incendies.
- 100 °C – **Situation critique!** Il y aura combustion en présence d’oxygène.

Pour en savoir plus, voir la publication 837F du MAAARO, *Réduction des risques d’incendie à la ferme*, à l’adresse ontario.ca/cultures.

Conservation du foin à l’aide de propionate

Le foin mis en balles avant d’être suffisamment sec présente des risques de dommages dus à la pluie et de formation de moisissures. Pour prévenir ces risques, de nombreux producteurs de foin ont recours à des produits tamponnés à base de propionate (acide propionique), en vente dans le commerce. Il est souvent difficile de parvenir à un séchage complet. Les agents de conservation sont particulièrement utiles dans le cas des balles plus denses, comme les grosses balles rectangulaires, qui sont plus sujettes à la formation de moisissures si elles ne sont pas sèches.

Le propionate empêche la croissance de moisissures aérobies et l’échauffement pendant que les balles « transpirent » et « sèchent » par dissipation et évaporation et descendent à des teneurs en eau sans danger. Il ne faut pas confondre les agents de conservation du foin à base de propionate avec les enzymes, les inoculants bactériens ou les additifs alimentaires, qui diffèrent par leur mode d’action et leur efficacité. Les agents de conservation du foin sont homologués par l’Agence canadienne d’inspection des aliments (ACIA). Il faut bien lire l’étiquette et respecter les doses et les instructions indiquées. Les produits à base de propionate sont désormais tamponnés à un pH d’environ 6,0. Ils sont donc plus sécuritaires à utiliser que les premiers produits, qui, eux, n’étaient pas tamponnés. Ils peuvent aussi contenir de l’acide acétique et citrique. Le foin traité au propionate peut être donné au bétail sans danger. Le propionate et l’acétate sont des acides organiques également produits par les micro-organismes du rumen (et dans le cæcum et le colon des chevaux) pendant la digestion.

Il faut pulvériser les agents de conservation à base de propionate sur le foin au moment où il entre dans la ramasseuse-presse. Les systèmes de pulvérisation simples sont constitués d’un réservoir, d’une pompe et de buses. Il faut appliquer la dose qui convient au type de balle et à la teneur en eau, et effectuer une pulvérisation uniforme. Comme la quantité d’agent de conservation à employer dépend de la teneur en eau du foin au moment de la mise en balles, il est essentiel de mesurer celle-ci avec précision. La teneur

en eau peut varier grandement dans un même andain étalé; il peut donc y avoir des zones humides qui ne seront pas traitées correctement. Il se peut que les humidimètres à main ne soient pas assez précis pour mesurer convenablement les variations de teneur en eau, et qu'ils ne permettent donc pas de calculer la dose d'agent de conservation requise. Dans ce cas, il vaut mieux ajuster la dose en fonction de la teneur en eau maximale mesurée, et non de la teneur moyenne. Il existe des systèmes informatisés comportant des capteurs d'humidité à l'intérieur de la chambre qui ajustent automatiquement les doses. Désormais, les ramasseuses-presses qui produisent des grosses balles rectangulaires en sont presque toujours équipées. Il faut impérativement entreposer correctement les balles (à l'intérieur, au-dessus du sol sur des palettes ou sur une couche de vieux foin, avec une bonne ventilation) pour que l'humidité s'évapore des balles traitées au propionate et se dissipe rapidement.

Entreposage du foin

Compte tenu de l'augmentation de la valeur des terres, des coûts de production du foin et du prix du foin, il est de plus en plus important de préserver la valeur du foin en l'entreposant correctement. L'entreposage de foin dehors, à même le sol, se traduit par des pertes impressionnantes. Si le coût d'investissements d'une structure d'entreposage de foin est amorti sur 15 à 20 ans, le coût de production supplémentaire est généralement nettement moins élevé que le coût des pertes qui peuvent survenir si le foin n'est pas correctement entreposé. Si les balles de foin sont entreposées à l'intérieur, mais qu'elles sont placées directement sur un plancher en béton ou en graviers, elles se détérioreront, car l'humidité se condensera dans la partie inférieure. Il faut entreposer les balles au-dessus du sol, par exemple sur des palettes ou sur une couche de vieux foin.

Si on entrepose de grosses balles rondes dehors, au-dessus du sol, il faut les recouvrir d'une bâche pour réduire les risques de détérioration. Dans une balle ronde de 1,5 m (5 pi) de diamètre, 19 % du foin se trouve dans la couche externe de 8 cm (3 po), et 36 %, dans la couche externe de 15 cm (6 po). Placées à même le sol, les balles absorbent l'humidité et s'abîment considérablement. Il faut donc les mettre au-dessus du sol, par exemple sur des palettes ou sur de la pierre concassée. L'entreposage à l'extérieur doit se faire dans un endroit bien drainé. C'est bien connu, en cas de tempête, les bâches qui enveloppent les balles restent difficilement en place. De plus, après

la mise en balles, il n'y a pas assez de ventilation sous la bâche pour permettre à l'humidité de s'échapper, ce qui peut ralentir et réduire le fanage. Quant aux balles rectangulaires, qu'elles soient petites ou grosses, il faut les entreposer à l'intérieur pour éviter qu'elles se détériorent.

Il faut retirer rapidement les balles du champ pour qu'elles ne soient pas endommagées par la pluie et qu'elles n'absorbent pas l'humidité du sol, et pour éviter d'abîmer les repousses fourragères par le passage de la machinerie. Pour maintenir leur qualité, il faudrait retirer les grosses balles rectangulaires du champ le jour même de la mise en balles.

Pertes à l'affouragement

Les pertes de foin sec à l'affouragement peuvent être assez importantes; elles peuvent atteindre 50 % lorsque des bovins sont affouragés sur le sol plutôt que dans une mangeoire. Les mangeoires coniques et circulaires produisent moins de pertes que les crèches ou les mangeoires mobiles. Les ramasseuses-presses équipées de couteaux qui coupent le foin avant son entrée dans la chambre permettent de réduire le gaspillage lors de l'affouragement, car la quantité de foin retirée de la mangeoire et piétinée est moins importante. Compte tenu de la hausse des coûts de production du foin, l'achat de mangeoires bien conçues est très vite amorti.

Foin pour chevaux

Les paramètres de qualité du foin pour chevaux ne sont pas tout à fait les mêmes que pour le bétail et les moutons. Bon nombre de propriétaires de chevaux jugent la qualité du foin principalement par sa couleur verte, qui indique qu'il a séché rapidement et est exempt de moisissure, de poussière et de mauvaises herbes. Le foin qui n'est pas assez sec au moment de la mise en balles moisit et devient poussiéreux, ce qui peut provoquer de graves problèmes respiratoires chez les chevaux, ainsi que des coliques. Un bon foin pour chevaux ne doit pas avoir été exposé à la pluie. La plupart des chevaux n'ont pas besoin de foin riche en protéines, et dans de nombreux cas les chevaux d'équitation n'ont pas de grands besoins énergétiques. On leur donne souvent un mélange de fléole-luzerne. Le foin pour chevaux peut généralement être récolté plus tard dans la saison de fenaison, à un degré de maturité plus avancé; cela permet de disposer d'une certaine latitude pour la fenaison et de réduire les risques d'exposition à la pluie.

Il y a une bonne demande pour le foin pour chevaux en petites balles rectangulaires, parce que de nombreux propriétaires ne disposent pas de l'équipement nécessaire à la manutention de grosses balles. Il existe également un marché national et d'exportation en forte croissance pour les grosses balles rectangulaires. Pour produire du foin pour chevaux de qualité en grosses balles rectangulaires, il faut être en mesure de le mettre en balles et de l'entreposer quand il est suffisamment sec, pour qu'il conserve sa couleur verte et qu'il ne moisisse pas. Mais avec les grosses balles, on peut produire nettement plus de foin quand le temps est au beau fixe. Pour en savoir plus sur le foin pour chevaux, visiter le site Web du MAAARO à l'adresse ontario.ca/cultures.

Ensilage en balles (grosses balles d'ensilage préfané)

L'ensilage en balles permet la mise en balles d'ensilage préfané à tige longue à des teneurs en eau plus élevées; on emballe alors les balles avec du plastique pour qu'elles deviennent anaérobies. Même si des précautions s'imposent pour éviter la formation de moisissures, il s'agit d'une solution simple pour entreposer un fourrage d'excellente qualité. Lorsqu'il est bien fait, l'ensilage en balles peut avoir une qualité nutritionnelle très élevée et une bonne sapidité. Cette méthode permet de procéder à des coupes de manière plus intensive et régulière, car elle réduit les risques de dommages dus à la pluie qui pourraient survenir lors des périodes de récolte plus courtes. De nombreux producteurs en font leur principal système d'entreposage, mais il peut aussi s'agir d'une solution de rechange souple lorsque les conditions météorologiques ne permettent pas un séchage adéquat ou lorsque les silos sont pleins. Avec cette méthode, on peut utiliser le matériel qui sert à la fenaison, à savoir les mangeoires ainsi que les ramasseuses-presses à grosses balles rondes et à grosses balles rectangulaires. Toutefois, des machines plus lourdes et des tracteurs à quatre roues motrices pourraient s'avérer nécessaires pour la manipulation des balles d'ensilage plus pesantes.

Par ailleurs, il faut absolument tenir compte du coût et de l'élimination des pellicules de plastique. Généralement, on peut justifier ces coûts dans la mesure où ils augmentent les teneurs en énergie et en protéines du fourrage entreposé, réduisent les pertes à la récolte et suppriment le besoin d'installations d'entreposage supplémentaires. De nombreuses municipalités offrent des programmes de recyclage

du plastique qui a servi à l'enrubannage des balles. Pour en savoir plus, voir la fiche technique du MAAARO intitulée *Le recyclage des films plastiques utilisés sur la ferme* à l'adresse ontario.ca/cultures.

Avec l'ensilage en balles, la fermentation est moins longue, voire incomplète, par rapport à l'ensilage préfané haché, et le pH n'est pas aussi bas (environnement moins acide). Pour prévenir la formation de moisissures et la détérioration du fourrage, le fourrage doit être davantage maintenu dans des conditions d'anaérobie (absence d'oxygène) et être enveloppé de plastique de qualité. Il en résulte un ensilage plus instable que l'ensilage préfané traditionnel. La durée de l'entreposage et le temps pendant lequel les balles sont exposées à l'oxygène avant d'être consommées doivent être ajustés en fonction des conditions.

Suivre les pratiques de gestion suivantes :

- Faire des balles denses, fermes et uniformes. Les grosses balles rectangulaires sont généralement plus denses que les rondes. Les ramasseuses-presses équipées de couteaux qui coupent le foin avant son entrée dans la chambre produisent des balles plus denses.
- Faire les balles quand leur teneur en eau s'élève entre 40 et 55 %. Il vaut mieux que le foin soit trop sec plutôt que trop humide. Les teneurs en eau plus faibles (25 à 35 %) peuvent donner de bons résultats, notamment avec les grosses balles rectangulaires, mais dans ce cas les risques d'altération sont plus grands. Il est primordial d'ajouter du plastique pour que l'enrubannage assure une protection hermétique.
- Ne pas lésiner sur le plastique! Les balles doivent être emballées hermétiquement avec au moins 6 mils de pellicule de plastique. Pour que la pellicule résiste aux déchirures, il est préférable de choisir une épaisseur d'au moins 8 mils, notamment dans le cas des balles plus sèches.
- Emballer les balles rondes dans les deux heures qui suivent leur confection par temps chaud et dans les quatre à douze heures lorsqu'il fait plus frais. Les grosses balles rectangulaires supportent mieux les retards d'emballage.
- Éviter d'emballer du foin qui a été sous la pluie.
- Ne pas mettre de terre dans l'andain groupé en passant le râteau sur le sol, sans quoi le fourrage pourrait être infecté par la bactérie *Clostridia*, ce qui nuira à sa fermentation. Éviter les champs où l'on a épandu du fumier depuis la coupe précédente.

- Éviter le foin mûr à faible teneur en sucres.
- Prendre en compte qu'il est généralement plus facile de faire de l'ensilage en balles avec des graminées précoces qu'avec de la luzerne.
- Bien vérifier qu'il n'y a pas de déchirures ou de perforations dans le plastique, et les réparer s'il y en a.

Ensilage préfané et ensilage de maïs

L'entreposage du fourrage sous forme d'ensilage préfané plutôt qu'en balles présente divers avantages, notamment :

- la réduction des pertes à la récolte;
- la capacité à récolter une superficie plus grande plus rapidement;
- la réduction de la dépendance à l'égard des bonnes conditions de séchage, ce qui permet de faucher la récolte au degré de maturité souhaité.

L'ensilage du maïs se pratique beaucoup du fait de son rendement, de la sapidité du produit et de sa teneur élevée en énergie, et parce qu'il peut être récolté en une seule fois.

Modes d'entreposage des ensilages

Voici les modes d'entreposage les plus courants pour les ensilages :

- silo vertical (silo-tour) – traditionnel, hermétique (limitant l'oxygène);
- silo horizontal – silo-couloir, silo-meule, silo-boudin;
- grosses balles d'ensilage préfané (ensilage en balles).

Moment de la récolte de l'ensilage de maïs

Pour obtenir un ensilage de maïs de qualité, il faut le récolter à la bonne teneur en eau. Pour le maïs plante entière, c'est généralement à une teneur en eau allant de 65 à 70 % que la fermentation de l'ensilage se fait dans les meilleures conditions et que le rendement de l'élevage est optimal. Cette teneur convient bien aux silos horizontaux et aux silos-boudins; cependant dans le cas des silos verticaux, l'ensilage doit être un peu plus sec si l'on veut prévenir le suintement (voir *Maintien de la bonne teneur en eau*).

Ligne d'amidon

On s'est souvent fondé sur la « ligne d'amidon » des grains pour évaluer le moment où il faut récolter le maïs à ensilage, mais cette méthode a ses limites. Pour

ce faire, il faut casser une rafle en deux et examiner les grains. Dès l'apparition de la dent (ligne d'amidon à 0 % de la hauteur du grain), il apparaît sur le grain une ligne blanchâtre qui constitue la démarcation entre la zone laiteuse et la zone pâteuse. Elle se déplace du pourtour du grain vers la rafle au fur et à mesure que celui-ci approche de la maturité et s'assèche. Lorsqu'elle atteint la rafle (ligne d'amidon à 100 % de la hauteur du grain), un point noir apparaît. Habituellement, on récolte le maïs quand la ligne d'amidon se situe entre la moitié et les deux tiers de la hauteur du grain.

Les plants de maïs durement touchés par le stress thermique et dépourvus de rafles n'ont pas de ligne d'amidon qui peut être utilisée pour obtenir des estimations; toutefois, ces plants présentent souvent des teneurs en eau plus élevées que l'interprétation qu'on en fait. De plus, il peut être parfois difficile d'estimer avec précision la teneur en eau des plants entiers à partir de la ligne d'amidon lorsque le maïs a subi des dommages dus au gel. Les différences entre hybrides faussent également les estimations de la teneur en eau à partir de la ligne d'amidon. Les hybrides de maïs possèdent des degrés variables de « tenue en vert ». Une bonne tenue en vert signifie que le grain s'assèche plus rapidement que les épis débarrassés des grains. Cette caractéristique est recherchée pour les hybrides de maïs-grain parce qu'à mesure que les grains sèchent, les tiges restent vertes et saines, et elles sont moins vulnérables aux cassures et à la verse en fin de saison. Les hybrides mis au point strictement pour l'ensilage affichent une moins bonne tenue en vert, de façon à ce que la teneur en eau du grain soit plus élevée que celle de la plante entière. En d'autres mots, les hybrides qui ont une bonne tenue en vert présentent des lignes d'amidon plus avancées que ne le laisseraient croire les teneurs en eau des plantes entières. Les hybrides destinés uniquement à l'ensilage possèdent une moins bonne tenue en vert et sont habituellement prêts à être récoltés quand la ligne d'amidon est moins avancée. Il est conseillé de s'adresser au représentant du fournisseur de semences pour lui demander quelles sont les recommandations d'usage relatives à la ligne d'amidon pour estimer la teneur en eau d'un hybride donné.

Mesure de la teneur en eau

La méthode la plus précise pour déterminer le moment de la récolte du maïs à ensilage est de mesurer directement sa teneur en eau.

1. Prélever au moins 10 plants du champ en évitant les tournières. Se méfier de la variabilité de l'humidité dans un même champ.
2. Hacher un échantillon au moyen d'une récolteuse ou d'une déchiqueteuse mobile. Plus l'échantillon est haché finement, plus il sèche facilement et plus le résultat est précis.
3. Utiliser un doseur d'humidité commercial pour fourrages et un four à micro-ondes ou faire appel à un laboratoire pour déterminer le pourcentage de matière sèche. Il se peut que les doseurs et les fours à micro-ondes n'enlèvent pas toute l'humidité résiduelle de l'échantillon, et ils peuvent même mener à une sous-estimation de la teneur en eau d'environ 2 à 3 %. La méthode la plus précise consiste à envoyer un échantillon par livraison express à un laboratoire d'analyse des fourrages pour que l'on en fasse le séchage au four.

Peu après l'apparition de la dent, lorsque la ligne d'amidon est à environ 20 %, il est possible de calculer la teneur en eau de la plante entière. Au cours d'une année normale, à ce stade, le maïs à ensilage perd environ 0,5 % d'humidité par jour. Ainsi, si l'échantillon a une teneur en eau de 70 % et que valeur cible est de 65 %, il faut récolter le maïs environ 10 jours après l'échantillonnage. Le séchage est plus rapide les années sèches et que les années humides. Au besoin, on peut vérifier la teneur en eau à nouveau avant la récolte.

Calcul du nombre approximatif de jours requis pour atteindre la teneur en eau souhaitée : $70 \% \text{ (teneur actuelle)} - 65 \% \text{ (teneur souhaitée)} = 5 \% \div 0,5 \% \text{ (diminution de la teneur par jour)} = 10 \text{ jours}$

Fermentation de l'ensilage

Lorsqu'on place des fourrages dans un silo, le milieu est aérobie (l'ensilage contient de l'oxygène). La respiration des plants et les bactéries aérobies convertissent les glucides en dioxyde de carbone, en eau et en chaleur, et consomment l'oxygène présent. Cette phrase doit être aussi courte que possible.

L'ensilage devient alors anaérobie (sans oxygène). En se multipliant, les bactéries anaérobies transforment par fermentation les sucres en acides organiques

(principalement en acide lactique et acétique) et, entre autres, en dioxyde de carbone, en chaleur et en eau. Cette conversion biologique de plants frais en ensilage fermenté se traduit également par des pertes par fermentation (« tassement ») de matière sèche et d'énergie. Si la fermentation est rapide, efficace et caractérisée par la production d'acide lactique par les bactéries lactiques, ces pertes seront minimales. En deux à quatre semaines, le pH de l'ensilage se stabilise entre 3,8 et 4,5, et toute activité bactérienne et enzymatique cesse. Une fois le pH stabilisé, il n'y a plus aucun risque de dégradation des éléments nutritifs ou d'altération, de sorte que l'ensilage peut se conserver pendant de longues périodes à condition que l'air (plus précisément, l'oxygène) n'y pénètre pas.

Pertes d'ensilage liées à l'entreposage

Pertes dues à la respiration

Au moment de la récolte et de l'ensilage des plants, les cellules végétales continuent de respirer, ce qui entraîne une dégradation des sucres et autres glucides. Si le flétrissement des plants et le remplissage du silo se font rapidement, ces pertes sont réduites.

Pertes dues à la fermentation

On parle de bonne gestion du silo quand on vise à réduire au minimum cette perte de matière sèche et d'énergie, plus communément appelée « tassement », qui peut être considérable. Le tassement réduit aussi bien le rendement que la qualité nutritionnelle. Les facteurs suivants nuisent à la fermentation ou la prolongent, ce qui entraîne des pertes plus importantes :

- Remplissage du silo trop lent;
- Mauvais tassage;
- Mauvaise couverture;
- Mauvaise teneur en eau à la récolte;
- Présence insuffisante d'inoculants (bactéries lactiques).

Pertes par suintement

Lorsqu'on met du fourrage trop humide dans un silo, un liquide peut s'échapper du fourrage. Ces effluents entraînent des sucres et d'autres éléments nutritifs. De plus, ils peuvent provoquer une corrosion excessive des parois du silo, et même causer son effondrement. Les effluents d'ensilage peuvent aussi tuer les poissons s'ils s'écoulent dans un cours d'eau (voir la fiche technique du MAAARO, *Bien gérer les effluents d'ensilage*, à l'adresse ontario.ca/cultures).

Échauffement

L'échauffement des plants provoque la combinaison des sucres et des protéines en composés indigestibles; il en résulte une « torréfaction » (brunissement de l'ensilage) et une réduction de la digestibilité des protéines. Dans des cas extrêmes, quand l'ensilage est trop sec ou que de l'air y pénètre continuellement, il y a risque d'incendie du silo provoqué par une combustion spontanée. De tels incendies peuvent se déclarer à n'importe quel moment de l'année et sont pratiquement impossibles à éteindre.

Détérioration superficielle

Il importe de couvrir rapidement les silos horizontaux de manière hermétique pour réduire la détérioration et les pertes de matière sèche provoquées par l'exposition à l'oxygène (croissance des levures, des moisissures et des bactéries aérobies) et par les précipitations qui lessivent les acides organiques et les éléments nutritifs solubles de l'ensilage. Les pertes de matière sèche peuvent atteindre 30 % lorsque le silo n'est pas couvert.

Pertes à l'affouragement

Lorsqu'on ouvre le silo pour servir le produit aux animaux, l'ensilage peut diminuer considérablement en qualité et en valeur nutritionnelle, et se détériorer. Ces pertes sont dues aux levures et aux moisissures qui s'activent quand l'ensilage est de nouveau exposé à l'oxygène. Des pertes secondaires peuvent survenir à la surface du silo ou lors de l'affouragement. Il faut réduire au minimum la durée de l'exposition de l'ensilage à l'oxygène en assurant une bonne gestion du front d'attaque et de bons débits d'approvisionnement.

Pratiques recommandées en matière d'ensilage

Maintien de la bonne teneur en eau

- silo vertical traditionnel : 60 à 65 %;
- silo horizontal : 60 à 70 %;
- silo hermétique : 50 à 60 %;
- silo-boudin : 60 à 70 %;
- grosses balles d'ensilage préfané enveloppées : 40 à 55 %.

Remplissage rapide et tassage des silos horizontaux

Si l'ensilage est trop sec, il se tasse mal, l'air y pénètre, la fermentation se fait mal et il chauffe. Le produit récolté à une teneur en eau supérieure à 70 % peut donner lieu à un suintement et à une fermentation clostridiale indésirable qui produit de l'acide butyrique et provoque d'importantes pertes de matière sèche; il en résulte également une dégradation de la qualité fourragère, de la sapidité et de la prise alimentaire.

Longueurs de coupe conseillées

Le hachage fin facilite le tassage et l'expulsion de l'air, mais l'ensilage doit avoir une teneur en fibres au détergent neutre physiquement efficaces (peNDF) adéquate pour ne pas nuire au fonctionnement du rumen. La longueur réelle des particules diffère de la longueur de coupe théorique; elle peut être vérifiée au moyen d'un séparateur.

Pour l'ensilage préfané, on conseille généralement une longueur de coupe théorique de 10 mm (0,4 po). Par contre, un ensilage à faible teneur en eau pourrait nécessiter une longueur plus courte pour permettre un tassage adéquat. Bien qu'elle joue un rôle important dans le cas des silos verticaux et hermétiques, la longueur de coupe revêt souvent une importance encore plus grande dans les silos horizontaux. Les lames des récolteuses doivent être bien aiguisées et réglées convenablement. Un hachage trop fin n'améliore pas le tassage et nécessite plus d'énergie mécanique; par ailleurs, une faible teneur en peNDF peut entraîner des problèmes nutritionnels.

Les « éclateurs de grain » d'ensilage de maïs sont munis de rouleaux qui brisent les rafles, ouvrent les grains et hachent les tiges. On suggère une longueur de coupe théorique de 19 mm (0,75 po) avec un éclateur de grain, et de 100 mm (0,4 po) sans éclateur. Il est d'autant plus préférable d'utiliser un éclateur si le grain est relativement sec, dur et texturé, car il permet d'accroître la digestibilité de l'amidon.

Le tassage est généralement l'étape la plus négligée dans le remplissage des silos-couloirs. Un tassage dense réduit les pertes de matière sèche, la croissance des levures et des moisissures, les problèmes de chauffage et les coûts d'entreposage. L'objectif est d'arriver à une densité d'au moins 272 kg/m³ (17 lb/pi³) de matière sèche pour l'ensilage de maïs, et d'au moins 240 kg/m³ (15 lb/pi³) pour l'ensilage préfané.

En remplissant le silo le plus rapidement possible, on réduit l'exposition de l'ensilage à l'air et aux précipitations. Les silos-couloirs devraient être remplis de l'arrière vers l'avant de sorte à créer une sorte de rampe (pente de ratio 1:4), plutôt que de bas en haut. Pour éliminer le plus d'air possible et arriver à une densité d'ensilage élevée, il faut tasser l'ensilage en couches minces d'au plus 15 cm (6 po). On doit impérativement utiliser un tracteur assez lourd et prendre le temps de bien tasser l'ensilage. Il faudra peut-être utiliser un tracteur plus gros ou plusieurs tracteurs pour augmenter le temps de tassage par

tonne. Enfin, il faut prendre les précautions qui s'imposent pour éviter que le tracteur ne renverse.

Herméticité

Il est crucial de couvrir hermétiquement les silos horizontaux avec une toile de plastique blanche opaque aux rayons UV de 6 à 8 mils pour ensilage, qui doit être solidement maintenue en place pour éviter que de l'air pénètre dans l'ensilage. Il faut bien fixer la toile pour éviter qu'elle ne flotte au vent et n'agisse comme un soufflet en augmentant la circulation d'air à la surface de l'ensilage. On peut obtenir de très bons résultats en y plaçant de vieux pneus découpés, rapprochés les uns des autres. On peut aussi se procurer des sacs de nylon remplis de sable ou de gravier. Pour sceller les bords de la toile, il est possible d'utiliser de la terre, de la chaux agricole ou des sacs de sable. Il ne faut pas que les sacs reposent contre les parois du silo, car l'effet de tassement crée des poches d'air sous la toile.



Photo 3-4 – En couvrant hermétiquement l'ensilage pour empêcher l'air et l'eau d'y pénétrer, on réduit les risques d'altération

Il est important d'empêcher la pluie de s'introduire entre l'ensilage et les parois du silo-couloir. L'ensilage qui se trouve dans les angles inférieurs du tas, contre la paroi, devient généralement trop humide. Un taux d'humidité trop élevé entraîne la production d'acide butyrique, ce qui réduit la sapidité du fourrage, accroît les pertes et peut provoquer une cétose subclinique chez les vaches laitières. Il faut former le tas et placer la toile de plastique de façon à éloigner l'eau de pluie de l'ensilage et de l'empêcher de couler le long des parois.

Fermentation complète

La fermentation de l'ensilage dure au moins trois semaines. Pour garantir la stabilité de l'ensilage et maximiser la durée de conservation pour l'alimentation du bétail, il ne faut pas prélever le contenu du silo avant que la fermentation soit achevée.

Enlèvement rapide pour limiter la détérioration

La nouvelle exposition de l'ensilage à l'air lors de l'affouragement peut provoquer la croissance de moisissures, de levures et de bactéries aérobies. Si le débit d'approvisionnement est lent, les risques d'altération due aux organismes aérobies sont accrus. Par temps chaud et humide, il faut des débits d'approvisionnement plus grands pour éviter l'altération. La taille des silos doit être calculée en conséquence. Il faut vider les silos verticaux à raison d'au moins 5 cm (2 po) par jour en hiver et de 7 à 10 cm (2,75 à 4 po) par jour en été. Les silos horizontaux doivent être vidés d'au moins 10 à 15 cm (4 à 6 po) par jour selon la saison. Lors des chaudes journées d'été, il peut être nécessaire de multiplier ce chiffre par deux pour éviter de trop grosses pertes. L'affouragement d'ensilage moisi n'est pas recommandé parce qu'il réduit la prise alimentaire et peut causer des problèmes nutritionnels.

Prévention de l'altération par la gestion de la surface de l'ensilage

La surface de l'ensilage doit rester compacte et lisse pour limiter la pénétration de l'air. On peut aussi se servir d'une tranche et d'un godet désileur, tous deux d'excellents outils. Il faut éviter de briser la surface en l'attaquant de face avec la chargeuse frontale et en soulevant. Au lieu de cela, il faut racler de haut en bas avec la chargeuse pour faire tomber le fourrage sur le sol. Il est conseillé de découvrir et de décompacter uniquement la quantité d'ensilage nécessaire.

Inoculants pour ensilage

Les inoculants pour ensilage permettent d'améliorer la fermentation de l'ensilage préfané (luzerne, graminées, céréales), de l'ensilage de maïs et du maïs-grain humide. Ils contiennent des bactéries homofermentaires qui produisent de l'acide lactique, et d'autres bactéries telles que *Lactobacillus buchneri*. Avec ces inoculants, les objectifs sont les suivants : accroître l'efficacité et la rapidité de la fermentation, réduire les pertes par fermentation, améliorer la qualité et la sapidité du fourrage, augmenter la durée de conservation en silo et améliorer le rendement des animaux.

Les espèces et les souches de bactéries dans les inoculants commerciaux ont été sélectionnées pour leur croissance rapide et efficace, et parce qu'elles font augmenter le taux de fermentation et provoquent une chute plus rapide du pH. Si les pertes par fermentation sont réduites, c'est parce qu'il y a une meilleure fermentation avec l'acide lactique, et moins d'acide acétique, d'éthanol et de dioxyde de carbone qui se dissipent dans l'environnement. En tablant sur une réduction modeste de 3 % des pertes de matière sèche par fermentation, on constate que l'achat d'un inoculant est facilement amorti si l'on tient seulement compte de la réduction du tassement, avant même de regarder la possible amélioration du rendement des animaux et de la durée de conservation en silo.

Les inoculants de bactéries lactiques donnent généralement de meilleurs résultats dans l'ensilage de luzerne et de graminées que dans l'ensilage de maïs. L'ensilage de maïs a une teneur en sucres plus élevée et un pouvoir tampon plus faible, ce qui favorise la fermentation. Au moment de la récolte, la plupart des plants de maïs sont naturellement recouverts de bactéries lactiques. Mais si une gelée meurtrière vient de survenir, il est bon d'appliquer un inoculant.

Les inoculants pour ensilage de maïs qui contiennent des bactéries lactiques et *Lactobacillus buchneri* sont dits « hétérofermentaires ». Ils produisent de l'acide lactique au début pour réduire les pertes par fermentation, et de l'acide acétique par la suite pour améliorer la stabilité aérobie, ce qui permet à l'ensilage de rester frais plus longtemps lors de l'affouragement. L'acide acétique réduit la croissance des levures et rend l'ensilage plus résistant à l'altération et à la chaleur à la sortie. Dans les cas où l'altération à la sortie pose problème, l'utilisation de l'inoculant *Lactobacillus buchneri* pour l'ensilage de maïs peut entraîner la diminution des moisissures et des mycotoxines, l'amélioration de la sapidité et de la prise alimentaire, et la réduction des pertes totales de matière sèche.

Les inoculants contiennent parfois des additifs enzymatiques, tels que les cellulases, les hémicellulases et les amylases, qui contribuent à la décomposition de la cellulose, de l'hémicellulose et de l'amidon. Le bilan des recherches est mitigé, et les additifs doivent être présents en quantité suffisante pour donner les résultats escomptés. Certains inoculants plus récents contiennent des bactéries qui produisent leurs propres enzymes, lesquelles améliorent la digestibilité des fibres et donc l'énergie digestible et la prise alimentaire.

Tous les additifs destinés à la vente au Canada, y compris les inoculants pour ensilage, doivent être homologués par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Il faut demander aux représentants des fabricants de fournir des résultats de recherches indépendantes pour étayer leurs allégations concernant leurs produits aux fins d'assurance de la qualité. Il est important que le produit soit étiqueté en fonction de la culture à traiter et que les instructions d'entreposage soient suivies. L'application d'un inoculant pour ensilage ne compense pas les effets d'une mauvaise gestion de l'ensilage ou de conditions météorologiques défavorables.

Problèmes d'ensilage fréquents, causes et diagnostics

Problèmes d'ensilage fréquents

- Odeur rance ou odeur de poisson
Une odeur rance ou de poisson révèle la présence d'acide butyrique résultant de la contamination de l'ensilage par les clostridies provenant du sol. Ce problème peut se produire lorsqu'on coupe ou qu'on racle le fourrage trop près du sol. Les clostridies peuvent aussi être introduites dans l'ensilage par les pneus du tracteur utilisé pour le tassage, par les éclaboussures de pluie au champ et par l'épandage de fumier trop longtemps après la coupe précédente. L'acide butyrique se développe aussi fréquemment lorsque l'ensilage est trop riche en eau (teneur en eau supérieure à 70 %). Non seulement l'ensilage dégage une mauvaise odeur, mais il présente aussi parfois une texture poisseuse et collante et des particules agglomérées caractéristiques de l'acide butyrique. Les pertes par fermentation sont élevées, ce qui fait que la teneur en fibres au détergent acide (ADF) est élevée elle aussi, et la qualité des protéines est réduite. Avec une sapidité réduite et un faible niveau d'énergie digestible, les animaux consomment moins d'ensilage et sont moins productifs.
- Moisissure et odeur de moisi
La présence de moisissure dans l'ensilage provoque d'importantes pertes de matière sèche ainsi qu'une baisse de la sapidité et donc du rendement des animaux. Cette détérioration est due à la présence de conditions aérobies (oxygène) résultant d'un mauvais tassage de l'ensilage, de la longueur du processus de remplissage du silo, d'une faible teneur en eau, d'une mauvaise herméticité, d'un affouragement lent ou d'une mauvaise gestion du front d'attaque de l'ensilage. Si l'ensilage est encore chaud, cela signifie que l'activité microbienne se poursuit et que le produit continue de se dégrader.

- Odeur de vinaigre
Une odeur de vinaigre témoigne de la présence d'acide acétique. Un excédent d'acide acétique par rapport à l'acide lactique indique que la fermentation n'était pas optimale et qu'il aurait peut-être fallu ajouter un inoculant commercial de bactéries lactiques.
- Odeur sucrée
Une odeur sucrée est indicatrice de hautes concentrations en éthanol produit par les levures issues de la dégradation de l'ensilage, en mélange avec de l'acide acétique. Dans ce cas, les pertes par fermentation sont souvent élevées, et l'ensilage risque de chauffer et de se détériorer dans le silo. L'acide lactique que l'on souhaite obtenir dégage peu d'odeur.
- Odeur d'ammoniac
Une odeur d'ammoniac est révélatrice de la dégradation excessive des protéines en ammoniac et en amines, qui pourrait être due à une fermentation clostridiale ou à un pH élevé.
- Odeur caramélisée
Une odeur caramélisée indique la présence d'un ensilage préfané endommagé par la chaleur qui présente une couleur foncée et une odeur de tabac. Dans les cas les plus graves, il peut dégager une odeur de brûlé. Ces dégâts surviennent lorsque le fourrage est trop sec. Les protéines sont emprisonnées dans les fibres et sont donc moins digestibles. Il est possible de mesurer la teneur en azote dans les fibres au détergent acide (ADF-N, azote non disponible) en laboratoire.

Analyse de la fermentation

La technologie permet maintenant d'analyser la fermentation pour résoudre les problèmes liés à la production de l'ensilage. Cette analyse permet de quantifier objectivement ce qu'on réussit à déterminer subjectivement à la vue et à l'odeur. Elle peut s'avérer particulièrement utile lorsque les animaux présentent un rendement faible que l'analyse des éléments nutritifs ne permet d'expliquer. Voir le tableau 3-12, *Concentrations typiques des produits dérivés de la fermentation de l'ensilage (matière sèche)*.

La concentration des produits dérivés de la fermentation suivants varie d'un ensilage à l'autre :

1. pH élevé
Un pH élevé indique une fermentation défaillante ou insuffisante, qui sera instable et qui donnera un ensilage non durable et davantage gaspillé par les animaux. L'ensilage préfané de légumineuses présente un pouvoir tampon plus élevé que l'ensilage préfané de graminées et l'ensilage de maïs, et son pH est généralement plus élevé.
2. Faible teneur en acide lactique
L'acide lactique doit représenter plus de 65 à 70 % de tous les acides contenus dans l'ensilage. On vise habituellement un ratio acide lactique-acide acétique d'au moins 3:1. L'acide lactique est l'acide le plus efficace pour abaisser le pH.
3. Haute teneur en acide acétique
Au-delà de 3 ou 4 %, la teneur en acide acétique peut nuire à la fermentation, surtout si la teneur en acide lactique est très faible. Les inoculants Buchneri sont parfois ajoutés à l'ensilage de maïs et à l'ensilage de maïs-grain humide pour produire de l'acide acétique en fin de fermentation, et accroître ainsi la durée de conservation en silo. On pourrait penser que la fermentation est déficiente, mais ce n'est pas le cas.
4. Haute teneur en éthanol
Une haute teneur en éthanol indique la présence de levures, qui réduisent la récupération de matière sèche et favorisent la formation de moisissures et les pertes à l'affouragement.
5. Haute teneur en azote ammoniacal
Une haute teneur en azote ammoniacal indique une dégradation excessive des protéines et peut entraîner un excès de protéines dégradées dans le rumen. Les teneurs de plus de 12 à 15 % peuvent poser problème.
6. Acide butyrique
L'acide butyrique nuit à la qualité des fourrages. Sa présence conjuguée à une haute teneur en eau ou en cendres indique quels sont les aspects du processus de production d'ensilage qui doivent être améliorés. Dans le silo, l'acide butyrique

Tableau 3-12 – Concentrations typiques des produits dérivés de la fermentation de l'ensilage (matière sèche)

Produits dérivés de la fermentation	Ensilage de maïs	Ensilage préfané de légumineuses Teneur en eau > 65 %	Ensilage préfané de légumineuses Teneur en eau < 55 %	Ensilage préfané de graminées
pH	3,7 à 4,2	4,3 à 4,5	4,7 à 5,0	4,3 à 4,7
Acide lactique (%)	4 à 7	7 à 8	2 à 4	6 à 10
Acide acétique (%)	1 à 3	2 à 3	0,5 à 2,0	1 à 3
Acide propionique (%)	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,1
Acide butyrique (%)	0	< 0,5	0	0,5 à 1,0
Éthanol (%)	1 à 3	0,5 à 1,0	0,5	0,5 à 1,0
Azote ammoniacal (% des protéines brutes)	5 à 7	10 à 15	< 12	8 à 12

Source : Limin Kung, Université du Delaware.

provoque d'importantes pertes de matière sèche et d'énergie digestible. Chez les ruminants, il provoque une diminution de la prise alimentaire et nuit au métabolisme. Si l'ensilage est riche en acide butyrique, il vaut mieux s'en débarrasser dans la mesure du possible. Le Dr Gary Oetzel, de l'Université du Wisconsin, recommande les limites maximales quotidiennes suivantes pour l'ingestion d'acide butyrique, afin de prévenir la perte d'appétit et la cétose chez les vaches laitières :

- vaches fraîches : < 50 grammes;
- début de lactation : < 150 grammes;
- toutes les autres vaches en lactation : < 250 grammes.

Gaz d'ensilage

L'exposition au gaz d'ensilage (dioxyde d'azote, NO₂) peut occasionner chez les producteurs une détresse respiratoire grave et des dommages permanents aux poumons, et même une mort subite. Étant donné qu'il est difficile de prévoir la présence de gaz d'ensilage, la prudence est toujours de mise après la récolte. Les conditions météorologiques et les pratiques agronomiques ont une incidence sur la teneur en nitrates des matières végétales, qui détermine la production de NO₂ dans le silo. Par exemple, lorsqu'une pluie abondante suit une période de sécheresse pendant la saison de croissance, la culture de maïs a tendance à absorber de grandes quantités de nitrates dissous. S'il est récolté avant la transformation des nitrates en protéines, l'ensilage de maïs dégage du dioxyde d'azote.

La production de gaz d'ensilage survient presque immédiatement après le remplissage d'un silo. Le danger est plus grand dans les 12 à 60 heures qui suivent le remplissage, puis les risques diminuent pendant 4 à 6 semaines jusqu'à ce que l'ensilage ait terminé sa fermentation. Le gaz d'ensilage est reconnaissable à son odeur d'agent de blanchiment. Il peut apparaître sous la forme d'un brouillard brun rougeâtre, mais il n'est pas toujours visible. Comme le dioxyde d'azote est plus lourd que l'air, il a tendance à s'accumuler juste au-dessus de l'ensilage. Il peut aussi pénétrer dans la chute des silos-tours et se répandre dans les salles de préparation des aliments. Les silos-tours sont plus à risque parce que le gaz reste à la surface du maïs et les travailleurs entrent souvent dans le silo après le remplissage pour étaler l'ensilage et régler la désileuse.

Inhalé, le dioxyde d'azote se combine à l'humidité du corps pour former de l'acide nitrique et causer des brûlures graves aux poumons et au reste de l'appareil respiratoire. S'ensuit alors généralement un œdème pulmonaire s'ensuit chez les personnes touchées, qui s'écroulent. Celles et ceux qui tentent de leur porter secours peuvent eux aussi être terrassés. Les producteurs exposés au gaz d'ensilage doivent consulter un médecin immédiatement.

Des précautions s'imposent :

- Ne pas entrer dans un silo pendant la période à risque sans porter un appareil de protection respiratoire autonome.

- Aérer le silo au préalable en actionnant l'ensileuse-souffleuse pendant 30 minutes et la laisser tourner tant que quelqu'un est à l'intérieur.
- Ventiler aussi la salle de préparation des aliments et la chute.
- Placer des panneaux d'avertissement.
- Ne jamais laisser des personnes ou des animaux s'approcher.

Pour en savoir plus sur la prévention des blessures et des décès dus au gaz d'ensilage, consulter :

Silo Safety – Workplace Safety & Prevention Services (en anglais seulement) sur le site www.wsps.ca.

Voir la fiche technique du MAAARO intitulée *Les gaz dangereux dans les exploitations agricoles* à l'adresse ontario.ca/cultures.

Autres problèmes liés aux cultures

Insectes et maladies

Après des maladies et des infestations graves d'insectes qui nuisent à la vigueur du peuplement, réduisent les réserves racinaires et ralentissent la repousse, les chances de survie à l'hiver sont réduites. La lutte contre la cicadelle de la pomme de terre peut contribuer de façon importante à la réduction des dommages dus à l'hiver, en particulier l'année des semis (voir la section *Cicadelle de la pomme de terre* du chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*).

La figure 3-3, *Calendrier de dépistage des ennemis des cultures fourragères*, indique quels sont les insectes et les maladies qui peuvent être à l'origine des signes observés dans le champ. Les descriptions de chacun des insectes et maladies et des stratégies de dépistage et de lutte se trouvent au chapitre 15, *Insectes et animaux nuisibles aux grandes cultures*, et au chapitre 16, *Maladies des grandes cultures*.

Les traitements de lutte contre les insectes et animaux nuisibles et les maladies sont présentés dans la publication 812F du MAAARO, *Guide de protection des grandes cultures*.

Destruction des cultures fourragères par l'hiver

La destruction des peuplements de fourrages par l'hiver peut avoir des répercussions graves sur les exploitations d'élevage et devenir un facteur limitant pour la production de luzerne. En effet, elle peut réduire la qualité des aliments pour le bétail, provoquer des pénuries, interrompre la rotation des cultures, et entraîner des coûts supplémentaires au chapitre de la reprise des semis. Dans la production de fourrages, il est parfois difficile de concilier les exigences contradictoires liées à la qualité, au rendement et à la persistance. Il faut déterminer la persistance souhaitée des fourrages et gérer les risques en conséquence.

Voici plusieurs facteurs qui contribuent à la destruction hivernale des cultures fourragères :

- L'étouffement dû aux inondations ou à la formation d'une couche de glace;
- Le déchaussement dû au cycle de gel-dégel et à une déficience du drainage;
- Les dommages au collet causés par le froid;
- Une fertilité médiocre;
- La présence d'anciens peuplements;
- Une mauvaise gestion des coupes;
- Les maladies et les insectes.

Certaines espèces fourragères sont plus résistantes que d'autres. Les risques de destruction par l'hiver concernent surtout la luzerne. Les légumineuses telles que le lotier corniculé, le trèfle rouge, le trèfle blanc sauvage et le trèfle d'Alsike tolèrent mieux les conditions hivernales difficiles que la luzerne et le trèfle ladino. Les graminées telles que la fléole, l'alpiste roseau, le pâturin et le brome sont rarement détruites par l'hiver; par conséquent, l'emploi de mélanges contenant ces espèces constitue une sorte d'assurance sur le peuplement. Le dactyle pelotonné et le ray-grass vivace sont plus susceptibles d'être tués par le froid ou les accumulations de glace.

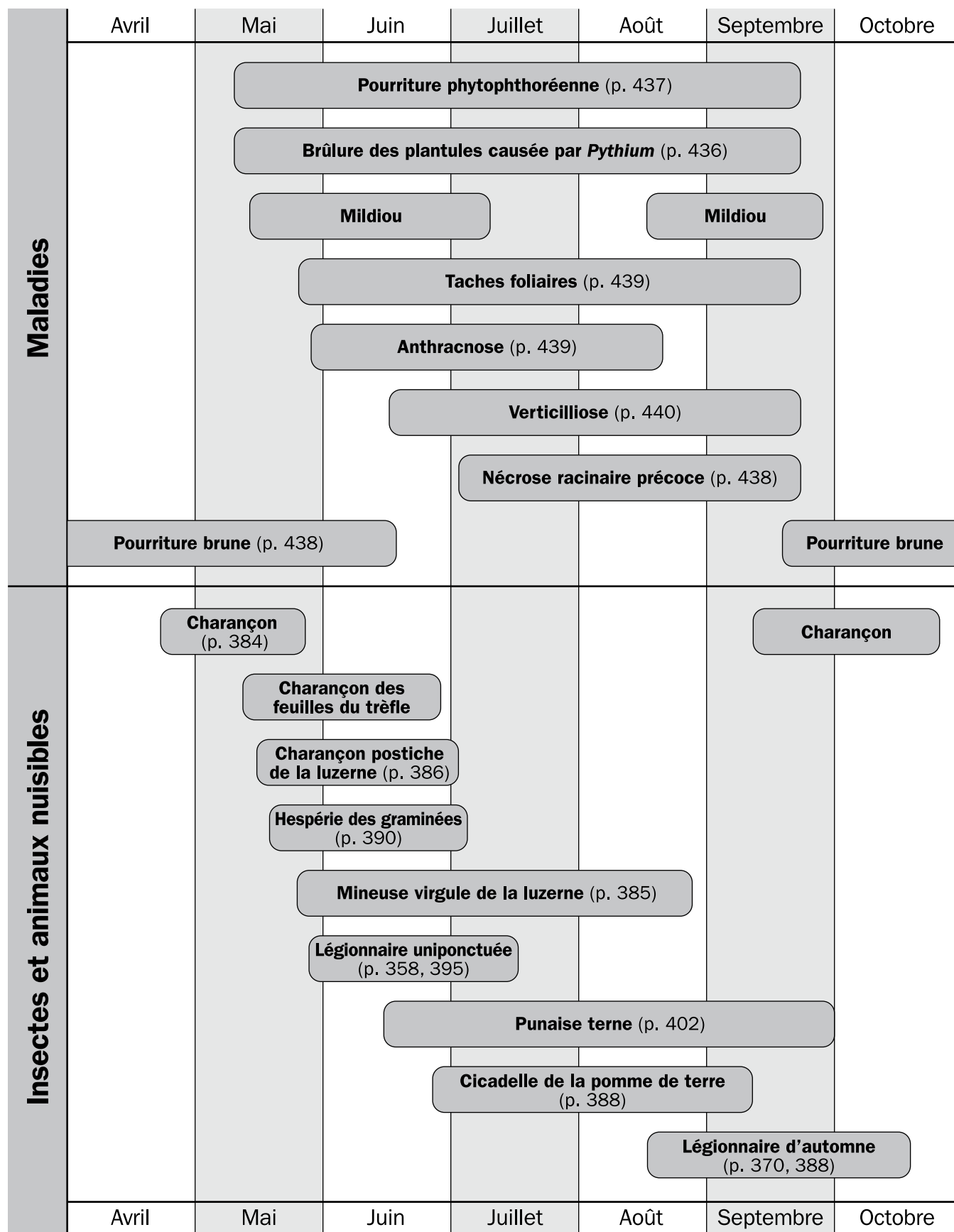


Figure 3-3 – Calendrier de dépistage des ennemis des cultures fourragères

L'endurcissement est le processus d'acquisition de la tolérance au froid qui est provoqué par la baisse des températures et le raccourcissement des jours en automne. À ce moment-là, les plants emmagasinent des glucides dans leur collet et leur racine pivotante, l'amidon est converti en sucres et les plants perdent de l'eau cellulaire, ce qui les protège quelque peu de la gelée. En automne, les longues périodes de temps frais, sec et ensoleillé sont propices à l'endurcissement des plants avant l'hiver.

Facteurs influençant la survie à l'hiver

Période critique de récolte d'automne pour la luzerne

Même si la coupe de la luzerne à l'automne est une pratique courante en Ontario, elle peut nuire à la santé du peuplement, dépendamment de plusieurs facteurs tels que le lieu, l'âge du peuplement et la fréquence des récoltes. Avant d'effectuer une coupe à l'automne, il faut évaluer si ces facteurs et les besoins immédiats en fourrages l'emportent sur le risque accru de destruction hivernale et la réduction des rendements l'année suivante.

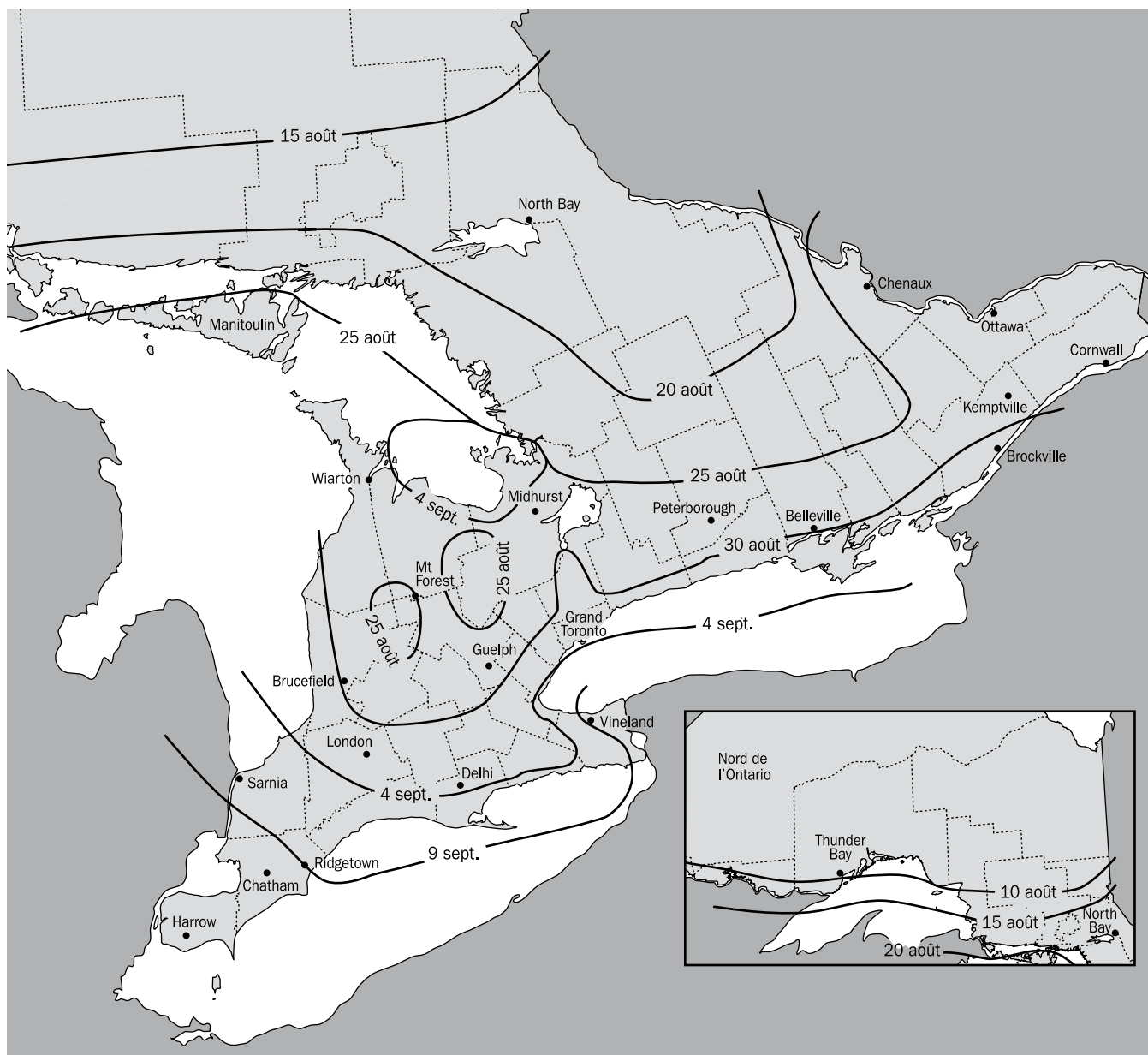


Figure 3-4 – Début de la période critique de récolte d'automne pour la luzerne

Lorsque la récolte a lieu avant la période critique de récolte d'automne (ou période de repos automnal), elle laisse aux plants le temps de repousser et d'emmagasiner suffisamment d'énergie dans leurs racines. La luzerne a besoin de ces réserves pour résister à l'hiver, pour accroître sa persistance, ainsi que pour connaître une croissance vigoureuse au printemps et un bon rendement à la première coupe. La période critique de récolte d'automne de la luzerne dure six semaines avant la date moyenne de la première gelée meurtrière. Il est toutefois difficile de prévoir quand celle-ci surviendra. Comme la date réelle de la première gelée meurtrière correspond rarement à la date moyenne, ces dates ne sont données qu'à titre indicatif. Quand la culture est coupée tôt pendant cette période, les plants de luzerne utilisent leurs réserves racinaires pour repousser, vidant ainsi le « réservoir ». Plus tard, au cours de cette même période, ils emmagasinent dans les racines des glucides produits par la photosynthèse, pour remplir à nouveau le « réservoir ». Les risques sont plus élevés lorsqu'on coupe au milieu de la période critique (troisième ou quatrième semaine) qu'au début ou à la fin. Voir la figure 3-4, *Début de la période critique de récolte d'automne pour la luzerne*, pour savoir quand commence cette période dans chaque région de l'Ontario. Voir la fiche technique du MAAARO, *Risques de destruction hivernale de la luzerne*, à l'adresse ontario.ca/cultures. Comme la luzerne, le lotier corniculé doit également être récolté à l'automne, la période critique commençant environ 10 jours avant celle de la luzerne.

Gestion des facteurs de risque

Certaines régions de la province, comme la vallée de l'Outaouais et le New Liskeard, sont plus susceptibles de voir leurs cultures de luzerne détruites en hiver. Sont particulièrement à risque les sols plats et lourds sur lesquels l'eau gelée s'accumule au lieu de s'infiltrer dans les drains en hiver. Les sols humides et saturés en automne réduisent l'endurcissement à l'hiver et contribuent à la destruction hivernale. Des intervalles de coupe de moins de 30 jours augmentent également les risques de destruction, alors que des intervalles de plus de 40 jours (qui permettent la floraison) les réduisent. On constate parfois des rendements décevants à la première coupe dans les champs où une quatrième coupe a été effectuée l'automne précédent.

Par ailleurs, les cultures qui réunissent les conditions suivantes sont sujettes à la destruction hivernale et sont celles qu'il vaut mieux éviter de récolter à l'automne (à moins qu'une autre culture doive prendre sa place) :

- Présence d'anciens peuplements (trois ans ou plus);
- Sols à faible teneur en potassium (< 100 ppm);
- pH faible (< 6,5);
- Sol mal drainé;
- Pression exercée par les insectes (cicadelle de la pomme de terre);
- Pression exercée par les maladies (pourriture des racines et du collet).

Coupes automnales tardives à la fin de la période critique de récolte

Si une récolte a lieu à l'automne, on peut réduire les risques de destruction hivernale, sans toutefois les éliminer, en coupant la luzerne vers la fin de sa période de croissance, aussi près que possible d'une gelée meurtrière. La situation devient difficile si les faibles réserves des racines sont épuisées par la repousse et qu'il n'y a pas suffisamment de chaume pour retenir la neige et isoler du froid les collets des plants, qui sont alors endommagés par le temps froid et subissent un déchaussement. Le fait de laisser au moins 15 cm (6 pouces) de chaume peut aider. Si de la glace se forme pendant l'hiver, les chaumes font saillie, permettant à l'air de pénétrer sous la couche de glace. Il faut limiter les coupes tardives aux champs qui, à d'autres égards, présentent moins de risques, par exemple les champs fertiles et bien drainés où les racines et le collet des plants sont en santé. Une gelée est dite meurtrière lorsque les températures atteignent -4 °C ou moins pendant plusieurs heures. Après une gelée meurtrière, la valeur nutritive de la luzerne diminue rapidement puisqu'il y a des pertes de feuillage et que la pluie lessive les éléments nutritifs. On observe parfois l'étouffement des plants ou leur destruction par les maladies après l'hiver dans des peuplements très denses de graminées ou de trèfle rouge, en raison de l'épaisseur du couvert végétal des parties supérieures. En revanche, la luzerne perd la majeure partie de son feuillage dès la première gelée à pierre fendre, et les tiges restantes demeurent dressées et présentent rarement un risque d'étouffement.

Conditions météorologiques

Une couverture de neige suffisante, c'est-à-dire d'au moins 15 cm (6 po), isole le collet et les racines de la luzerne aux températures modérées. Lorsqu'il n'y a pas suffisamment de neige, le collet de la luzerne peut être exposé à des températures inférieures à -15 °C; les cellules végétatives sont alors endommagées et le plant finit par mourir. L'effet isolant de la neige réduit également les fluctuations de température et les

risques de déchaussement. L'hiver, en l'absence d'une couverture de neige, ces fluctuations (températures minimales sous le point de congélation et températures maximales durablement supérieures à 5 °C) peuvent interrompre la dormance et rendre les plants encore plus vulnérables au gel.

La fonte rapide des neiges suivie de températures froides peut entraîner la formation de couches de glace qui étouffent les plants en les privant d'oxygène. Comme elle est peu isolante, la glace ne protège pas le collet de la luzerne, qui peut alors être endommagé par le gel.

Déchaussement de la luzerne par le gel

La répétition du cycle de gel-dégel fait sortir la racine pivotante du sol (voir photo 3-5). Au début, les plants touchés peuvent verdir et avoir l'air indemnes, mais, en général, les racines pivotantes qui sont déchaussées de plus de 2,5 cm (1 po) sont cassées et incapables d'absorber des éléments nutritifs et de l'humidité en quantité suffisante. À la longue, les peuplements meurent ou sont gravement rabougris. Les plants qui sont légèrement déchaussés peuvent survivre, mais leur longévité et leur productivité seront réduites. Il faut remplacer les peuplements très touchés par le déchaussement par une culture différente, en effectuant de nouveaux semis dans la rotation.



Photo 3-5 – Déchaussement de plants de luzerne occasionné par les cycles de gel-dégel en début de printemps qui ont pour effet de soulever le collet

Évaluation des chances de survie à l'hiver d'un peuplement de luzerne

Bien qu'il soit possible d'évaluer le rendement potentiel en comptant les plants ou les tiges sur une superficie donnée, il est extrêmement important de prendre en compte la santé du collet et des racines. Les comptes de tiges sont plus précis que les comptes de plants, mais au début du printemps, on ne peut parfois que compter les collets. Il faut se préparer à remplacer un vieux peuplement s'il contient moins de 43 plants/m² (4 plants/pi²); voir le tableau 3-13, *Densités souhaitables des peuplements de luzerne*, et les photos 3-6 et 3-7.

On conseille de déterrer plusieurs plants pour évaluer la santé du collet et des racines. Les collets sains sont gros et symétriques et portent de nombreuses pousses. Il faut ouvrir une racine en la coupant dans le sens de la longueur. Les racines saines sont blanches ou couleur crème à l'intérieur, et elles sont fermes et dures à peler quand on les gratte avec l'ongle. Les racines et le collet des plants mourants sont décolorés et leur texture est spongieuse. Il faut vérifier la vigueur des nouvelles pousses ou des bourgeons.

Quand la luzerne mesure environ 15 cm (6 po) de hauteur, on peut mesurer la densité du peuplement en nombre de tiges par mètre carré (ou par pied carré). Une densité de 590 tiges/m² (55 tiges/pi²) présente un bon potentiel de rendement (voir figure 3-5, *Rendement potentiel de la luzerne selon le nombre de tiges par unité de surface*). Il pourrait y avoir des pertes de rendement si la densité se situe entre 431 et 539 tiges/m² (entre 40 et 50 tiges/pi²).



Photo 3-6 – Peuplement qui contient moins de cinq plants par mètre carré à cause de la destruction hivernale



Photo 3-7 – Peuplement de culture fourragère qui contient assez de plants après une destruction hivernale pour que l'on poursuive sa production

Tableau 3-13 – Densités souhaitables des peuplements de luzerne

Âge du peuplement	Nombre de plants
Nouveau semis	215 plants/m ² (20 plants et plus/pi ²)
1 ^{re} année	129 à 215 plants/m ² (12 à 20 plants/pi ²)
2 ^e année	86 à 129 plants/m ² (8 à 12 plants/pi ²)
3 ^e année et plus	54 plants/m ² (5 plants/pi ²)

Il faut penser à remplacer le peuplement s'il y a moins de 430 tiges/m² (40 tiges/pi²) et si le collet et les racines sont en piètre état.

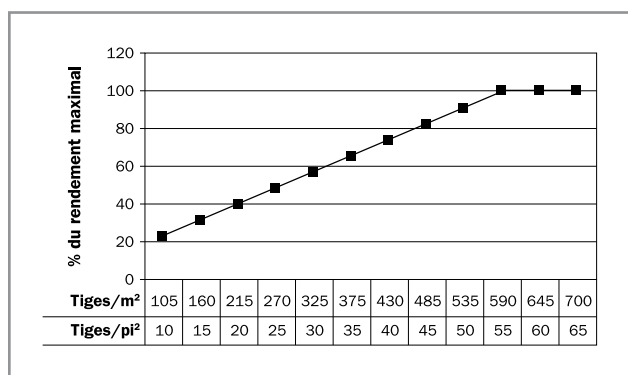


Figure 3-5 – Rendement potentiel de la luzerne selon le nombre de tiges par unité de surface

Source : Undersander et Cosgrove, Université du Wisconsin, 1992.

Que faire après la destruction hivernale de la luzerne

Si la destruction hivernale de la luzerne est rapidement décelée, la meilleure chose à faire est généralement de remplacer le peuplement touché en semant un nouveau peuplement de culture fourragère dans un autre champ de la rotation des cultures. Si l'on cultive du maïs dans le champ de luzerne détruit, on lui permet non seulement d'obtenir un gain de rendement de 10 à 15 %, mais aussi d'absorber 110 kg/ha (100 lb/ac) d'azote. Les céréales et les mélanges céréales-pois peuvent être cultivés pour le fourrage ou l'ensilage, soit comme culture-abri d'une culture fourragère, soit comme culture indépendante. Si elles sont semées au début du printemps et qu'elles reçoivent suffisamment de pluie, ces cultures de saison fraîche poussent rapidement et peuvent compenser la perte de luzerne à la première coupe. Si un peuplement de luzerne est clairsemé ou affaibli de manière uniforme, mais qu'il a une bonne proportion de graminées, l'épandage d'azote peut avoir pour effet d'augmenter considérablement le rendement de ces graminées ainsi que la teneur en protéines du fourrage. Lorsque les zones touchées par la destruction hivernale sont grandes et dispersées, certains producteurs préfèrent tenter de les rétablir en effectuant un semis direct de trèfle rouge ou de ray-grass d'Italie. Si on ne décelé la destruction que plus tard au cours du printemps, on peut semer des cultures fourragères annuelles de saison chaude, comme le sorgho, le sorgho-Soudan, le sorgho à nervure principale brune et le millet perlé, car elles peuvent donner un très bon rendement et fournir du fourrage avant le maïs à ensilage, même si leur rendement est inférieur à celui du maïs à ensilage.