



Ces pages permettent de comprendre la technique d'ensilage et la conservation en bags Certains tableaux et résultats d'analyse ne sont pas inclus dans ces pages mais peuvent être communiqués sur simple demande.

Ce livret date de 1993 date d'introduction de ce procédé de conservation en Italie.

Systeme d'ensilage

LUCLAR

# Manitoba Ensiler

*Riccardo Poli*  
*Gabriele Zola*

## SOMMAIRE

<b>1. GÉNÉRALITÉS SUR L'ENSILAGE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. FACTEURS CONDITIONNANT LE PROCESSUS D'ENSILAGE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. FACTEURS AGISSANT POSITIVEMENT SUR L'ENSILAGE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. PERTES D'ENSILAGE.....</b>	<b>5</b>
<b>5. SYMPTÔMES ET CAUSES D'ERREURS D'ENSILAGE .....</b>	<b>5</b>
<b>6. PRINCIPAUX ALIMENTS D'INTÉRÊT ZOOTECHNIQUE POUVANT ÊTRE CONSERVÉS PAR ENSILAGE.....</b>	<b>6</b>
<b>7. AVANTAGES DU SYSTÈME MANITOBA ENSILER.....</b>	<b>13</b>
<b>8. RÉSULTATS ET ANALYSES .....</b>	<b>16</b>

# 1. GÉNÉRALITÉS SUR L'ENSILAGE

L'ensilage est la conservation du fourrage par auto-fermentation.

Les phénomènes intervenant dans la conservation en silo peuvent se résumer à deux étapes principales : la RESPIRATION et l'ACIDIFICATION.

La **RESPIRATION** se produit immédiatement, dès l'entassement du produit, et se poursuit jusqu'à épuisement de l'oxygène contenu dans la masse.

Dans un silo contenant une matière hachée et comprimée, on calcule que l'air représente de 50 à 70% du volume. Si le silo est hermétique, cet air suffit à peine à consommer 0,1% de substance sèche avec un accroissement théorique de la température d'1° C (dans la pratique, on observe souvent des augmentations de température de 5-10° et davantage.)

La respiration cellulaire est un processus nuisible qui doit être réduit au minimum nécessaire. Une fois les phénomènes de respiration épuisés et après la mort des cellules végétales, les micro-organismes présents dans la masse fourragère poursuivent la digestion des principes nutritifs. Les premiers à se développer sont les coliformes, les clostridies et les levures : l'oxygène est nécessaire à leur croissance et, une fois ce dernier épuisé, ces micro-organismes cessent de se multiplier et meurent. Les métabolites acides produits entraînent le début de l'acidification de la masse de fourrage.

C'est alors que la deuxième étape commence, celle de l'**ACIDIFICATION**.

La flore lactique naturellement présente augmente grâce à l'absence d'oxygène et au milieu faiblement acide qui s'est créé.

La fermentation lactique consiste essentiellement en la transformation par les bactéries lactiques des sucres fermentescibles en acide lactique, ce qui entraîne une nouvelle augmentation de l'acidité de l'ensilage qui inhibe la multiplication de ces micro-organismes lactiques et surtout des micro-organismes nuisibles (butyriques).

L'abaissement du pH à la valeur-seuil de 4,5 crée les conditions nécessaires à la conservation de l'ensilage (aucun micro-organisme ne peut survivre à une valeur de pH inférieure.)

Une quantité inadéquate d'acide lactique provoque des fermentations indésirables – en particulier butyrique et putride – avec des conséquences négatives en termes de pertes et de qualité de l'ensilage.

Règles essentielles d'ensilage :

- **Chargement rapide du silo** : limitation des pertes de respiration.
- **Hachage court du fourrage** : les dimensions varient en fonction du pourcentage de substance sèche. Plus cette teneur est élevée, et plus le hachage doit être court pour assurer une meilleure compression.
- **Compression minutieuse** : réduction au minimum de la présence d'air dans la masse ensilée.
- **Couverture optimale et fermeture hermétique** : garantie des conditions d'anaérobiose nécessaires à un processus de fermentation correct.

## SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER

### 2. FACTEURS CONDITIONNANT LE PROCESSUS D'ENSILAGE

**Température.** Il est nécessaire d'établir une distinction entre température ambiante et température de la masse ensilée. Cette dernière est un indicateur de la progression de la conservation. Des températures trop élevées (supérieures à 35°C) indiquent un excès d'air et donc une respiration intense. Ce facteur négatif signifie des pertes de respiration accrues et réduit les coefficients de digestibilité des protéines.

**Humidité du fourrage.** Les pertes de conservation diminuent avec l'accroissement de la substance sèche, car la réduction des processus de respiration et de fermentation entrave l'action des micro-organismes butyriques. En revanche, l'augmentation de la substance sèche accroît les difficultés de compression en raison de l'"effet éponge" que l'on observe chez de nombreux fourrages, augmentant la quantité d'air présente dans la masse ensilée.

**Composition chimique du fourrage.** Il s'agit d'un facteur fondamental, car il est responsable du degré d'acidification de la masse. Plus un fourrage est fermentescible, et plus sa conservation avec la méthode d'ensilage est simple. L'élément déterminant est le rapport sucres/protéines : plus ce dernier est élevé, et meilleure est la conservation du produit. En effet, les produits de la dégradation des protéines (ammoniac, amines biogènes) agissent comme agents neutralisants des acides de fermentation.

Les fourrages de légumineuses ont une teneur élevée en protéines et sont relativement pauvres en sucres ; peu fermentescibles, leur conservation en silo est généralement plus difficile que celle des fourrages de graminées, riches en sucres et pauvres en protéines. Par ailleurs, les fourrages de légumineuses sont riches en ions de calcium et offrent un meilleur pouvoir tampon, contrecarrant l'abaissement du pH.

**Hachage et compression.** La rupture des tissus végétaux favorise la dispersion des sucres cellulaires, éléments nutritifs pour les micro-organismes, et facilite la phase suivante de compression en réduisant la porosité de la masse et les pertes de respiration.

Il est difficile de fournir des indications précises sur la longueur de coupe. Pour des produits avec des valeurs de s.s. d'environ 30%, des longueurs de hachage de 1-2 cm et plus sont conseillées ; avec des valeurs supérieures à 35%, on passe à 0,5-1 cm. Ces données dépendent fortement du type de fourrage et, plus précisément, des dimensions de la tige et de la cavité plus ou moins importante de cette dernière.

La compression doit être effectuée correctement : énergique avec des s.s. supérieures à 35%, plus légère avec des s.s. inférieures à 25% pour éviter de provoquer toute percolation des sucres cellulaires, précieux du point de vue nutritionnel.

**Couverture.** Indispensable pour limiter ou empêcher les échanges gazeux avec le milieu extérieur ayant pour résultat une respiration pratiquement totale des sucres de la couche superficielle et une fermentation anormale, essentiellement de la part des micro-organismes putrides.

### 3. FACTEURS AGISSANT POSITIVEMENT SUR L'ENSILAGE

**Teneur élevée en substances sucrées** qui seront ensuite transformées en acides gras volatils, facilitant ainsi la diminution du pH, condition nécessaire à la conservation de la masse ensilée.

**Choix de l'époque optimale de coupe** pour conserver des caractéristiques nutritives et de digestibilité optimales.

**Choix de la teneur correcte en s.s.** selon le type de fourrage à destiner à l'ensilage.

**Faible pollution de la terre** fournissant surtout des micro-organismes sporulants.

**Réduction maximale de la quantité d'oxygène** dans la masse au moyen d'un hachage correct, d'une compression adéquate du fourrage et de la meilleure isolation possible avec le milieu extérieur.

**Abaissement du pH** à des valeurs permettant d'assurer la stabilité de la matière. Le niveau critique varie en position de la s.s. (pH = 4 avec des valeurs de s.s. inférieures à 20% ; pH = 4,8 avec des valeurs de s.s. supérieures à 40%.)

#### **4. PERTES D'ENSILAGE**

**Pertes de fermentation** : comprennent les pertes de fermentation proprement dites et les pertes de respiration, principalement dues aux sucres. La fermentation lactique – avec des pertes d'énergie pratiquement négligeables (2-3%) – est la plus efficace, tandis que la fermentation butyrique peut comporter des pertes de 50% de s.s. et de 20% d'énergie.

**Pertes de surface** : affectent la couche externe de la masse ; réduites ou inexistantes dans les silos verticaux à fermeture hermétique, les pertes de surface sont variables dans les silos horizontaux, et augmentent avec le niveau de sécheresse du fourrage et en fonction de la qualité de la compression et de la couverture.

**Pertes de percolation** : représentées par les substances nutritives contenues dans les sucres cellulaires qui filtrent à leur tour de la base des silos.

**Pertes de post-fermentation** : se produisent à l'ouverture du silo. Elles sont principalement dues aux levures qui détruisent les acides organiques en élevant le pH et en exposant l'ensilage aux processus de décomposition suivants. Ce type de pertes est indiqué par une élévation de la température du produit exposé à l'air.

Les pertes décrites ci-dessus peuvent être évitées en procédant correctement à l'ensilage et à la gestion du silo.

#### **5. SYMPTÔMES ET CAUSES D'ERREURS D'ENSILAGE**

**Symptôme : COULEUR FONCÉE ET ODEUR DE TABAC.**

**Causes** : dommage entraîné par des températures trop élevées (pouvant atteindre 43-48° C) dues à une présence élevée d'oxygène durant la fermentation. Causes probables : délai prolongé de remplissage du silo, présence de poches d'air dans la masse ensilée, récolte effectuée à un stade végétatif de la culture tardif, teneur en eau insuffisante dans le produit, coupe trop longue ou compression insuffisante lors du chargement du silo.

## **SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER**

### **Symptôme : ENSILAGE MOISI.**

**Causes :** les moisissures ne peuvent se développer qu'en présence d'oxygène. Voir causes cidessus.

### **Symptôme : ENSILÉ BOUILLANT.**

**Causes :** la chaleur est créée par la combustion d'oxygène et d'hydrates de carbone due à la respiration prolongée des parties végétales et/ou à la présence de populations importantes de moisissures et de levures. Le phénomène est renforcé par le renouvellement lent de la coupe, par une faible teneur en humidité, par une récolte effectuée à un stade de maturation tardif, par une longueur de coupe excessive et par une compression incorrecte.

### **Symptôme : ODEUR DE VINAIGRE.**

**Causes :** fermentation dominée par des bactéries provoquant la fermentation des sucres dans l'acide acétique. Phénomène renforcé par des temps de remplissage prolongés et par la présence de souches de bactéries lactiques nuisibles (hétérolactiques).

### **Symptôme : ODEUR D'ALCOOL.**

**Causes :** fermentation dominée par des levures provoquant la transformation des sucres en alcool. Phénomène favorisé par la pénétration d'air dans la masse ensilée et par des souches nuisibles de bactéries lactiques.

### **Symptôme : ODEUR DE RANCE.**

**Causes :** fermentation clostridienne avec production d'acide butyrique. Phénomène favorisé par une teneur élevée en humidité, une faible teneur en sucres du produit ensilé et la présence de souches nuisibles de bactéries lactiques.

### **Symptôme : PERCOLATION.**

**Causes :** produit récolté avec une humidité excessive ; utilisation d'une machine de hachage équipée de couteaux non affûtés ayant entraîné le déchirement et le broiement des tissus de la plante ; phénomènes de respiration prolongés ; fermentations incorrectes.

### **Symptôme : FAIBLE STABILITÉ DURANT LA PÉRIODE D'OUVERTURE.**

**Causes :** renouvellement lent du front de coupe ; concentrations élevées de moisissures et de levures ; fermentation lente.

### **Symptôme : MANQUE D'APPÉTIBILITÉ.**

**Causes :** produit récolté à un stade végétatif tardif ou précoce ; renouvellement lent de la coupe ; fourrage trop sec ou trop humide ; ensilage chaud ou moisi ; fermentation incorrecte avec présence élevée d'acide butyrique dans la masse ; teneur excessive en azote soluble ; culture contaminée par des infestants.

## **6. PRINCIPAUX ALIMENTS D'INTÉRÊT ZOOTECHNIQUE POUVANT ÊTRE CONSERVÉS PAR ENSILAGE**

### **MAÏS ENSILAGE**

La plante entière de maïs est hachée et recueillie quand le grain a une teneur en s.s. d'environ 30-32%, correspondant au stade physiologique de maturation céréuse. C'est durant cette phase que le

maïs présente les caractéristiques les plus propices à l'ensilage. En effet, une teneur correcte en s.s., un contenu élevé d'hydrates de carbone solubles et un pouvoir tampon faible favorisent les fermentations de type lactique.

Il existe d'autres méthodes empiriques permettant de déterminer le moment de récolte optimal :

- 1) Le maïs se trouve dans la phase de maturation céréuse 35-40 jours en moyenne après la floraison.
- 2) Les bractées enveloppant l'épi et les feuilles basales commencent à jaunir. Le grain présente une bonne consistance mais se casse facilement du bout de l'ongle et montre une denture bien évidente.
- 3) Choisir 10 plantes au hasard. Les peser. Enlever tous les épis et les peser. Si le poids des épis correspond à 30-35% du total, le stade de maturation est correct. Dans le cas contraire, il est possible de déterminer le jour exact de la récolte, le maïs perdant chaque jour 0,7-0,8% d'humidité.

Un bon maïs ensilé présente les caractéristiques chimiques et organoleptiques suivantes :

- **couleur vert-brun**, ni onctueux, ni foncé.
- **parfum lactique** (odeur de pain sortant du four.)
- **pH** établi à des valeurs inférieures à 4,2.
- **teneur en acide lactique** autour de 5-6% (du sec.)
- **rapport acide lactique/acide acétique** supérieur à 3.
- **absence** ou présence en traces d'acide butyrique.
- **azote ammoniacal inférieur à 10% du total.**

À titre d'exemple, les paramètres analytiques moyens sur la substance sèche sont les suivants :

Substance sèche	32,0%
Protéine brute	8,3%
Lipides bruts	2,8%
Fibre brute	23,4%
Fibre neutre détergente	48,4%
Fibre acide détergente	25,0%
Extractifs non azotés	60,9%
Cendres	4,6%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,82

## ALIMENT HUMIDE GRAINS

Les grains de maïs sont récoltés quand la plante est en pleine maturation physiologique avec des teneurs en substance sèche d'environ 65-70%. Ces conditions se traduisent sur le terrain par la présence du "point noir", devant être recherché sur les caryopses du milieu de l'épi. La récolte est anticipée de 15 jours environ par rapport au moment de la récolte du grain "sec".

L'aliment humide grains doit, à l'ouverture du silo, être d'une couleur jaune mat avec une odeur acidulée peu persistante et une consistance cireuse.

Si l'on presse la farine de la main, des résidus de la pellicule extérieure des caryopses doivent coller aux doigts.

Caractéristiques analytiques moyennes sur la substance sèche :

Substance sèche	70,0%
Protéine brute	12,2%
Fibre brute	3,1%

## **SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER**

Lipides bruts	3,5%
Extractifs non azotés	79,8%
Cendres	1,8%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,98

Valeurs de pH : environ 4,5.

La présence d'azote ammoniacal doit être inférieure à 5%.

### **ALIMENT HUMIDE ÉPIS**

Produit du tranchage intégral de l'épi, rafle et bractées comprises. Le degré de substance sèche pour la récolte de la plante est le même que celui indiqué ci-dessus pour l'aliment grains, même s'il est préférable d'adopter des valeurs inférieures (65%).

Les caractéristiques analytiques moyennes d'un aliment humide épis ont des valeurs légèrement inférieures à l'aliment grains du fait d'une teneur en fibres supérieure apportée par les bractées et la rafle.

Valeurs moyennes sur la substance sèche :

Substance sèche	65,0%
Protéine brute	9,8%
Fibre brute	9,6%
Lipides bruts	3,5%
Extractifs non azotés	75,0%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,93

La conservation des aliments humides en silo est généralement plus facile que celle du maïs ensilage ; la masse est plus compacte et les processus de respiration (et donc les niveaux de perte) sensiblement inférieurs.

## **CÉRÉALES FOURRAGÈRES**

### **ORGE**

L'ensilage de l'orge est désormais une pratique courante. La plante destinée à l'ensilage doit être récoltée au moment de la maturation lacto-céreuse du grain : un stade facile à reconnaître sur le terrain si les caryopses de l'épi présentent une consistance cireuse vitreuse à l'écrasement. Des valeurs de substance sèche supérieures à 45% peuvent compliquer la phase de compression du produit dans le silo et compromettre le succès de l'ensilage. La maturation extrêmement rapide exige des temps de récolte réduits pour éviter d'ensiler un produit trop mûr. À l'heure actuelle, on essaie d'effectuer la récolte avec des teneurs en substance sèche inférieures à 30%. On assiste souvent à l'ensilage d'orge initialement destiné à la production de grains à la suite de la verse subie par le produit : on ne peut s'attendre dans ce cas à un ensilage de grande qualité ! L'ensilage de l'orge permet de gagner du temps pour les semailles de la seconde culture.

Caractéristiques analytiques moyennes sur la substance sèche d'un orge ensilé :

Substance sèche	42,00%
Protéine brute	7,50%
Fibre brute	27,10%
Extractifs non azotés	55,40%

Cendres	6,90%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,66

Valeur de pH : environ 4,5.

## AVOINE

La maturation de l'avoine est encore plus rapide que celle de l'orge. Tout retard de récolte comporte donc des conséquences considérables.

L'ensilage est plus pauvre à cause d'une teneur en grains inférieure à l'orge.

Le moment optimal de récolte coïncide avec la maturation lacto-céreuse du grain, avec des teneurs en substance sèche d'environ 30%.

L'avoine est généralement peu utilisée comme fourrage destiné à l'ensilage. Les agriculteurs les plus avisés, conformément aux indications américaines, produisent du foin d'avoine destiné aux vaches taries.

## TRITICALE

Céréale hybride du blé et du seigle offrant les qualités des deux espèces de départ : productivité, rusticité, résistance aux maladies et au froid. Son emploi comme ensilage dans l'alimentation du bétail s'est diffusé ces dernières années. Les caractéristiques intrinsèques de la plante (tige grosse et creuse) font conseiller le fauchage et le hachage du grain offrant des valeurs de substance sèche non supérieures à 35%, pour éviter une compression en silo difficile. La tendance est de faucher avec des teneurs en substance sèche autour de 28-30%. Le triticale ensilé est un aliment de bonne qualité, apprécié des animaux et offrant une excellente valeur nutritionnelle, à condition que l'ensilage soit réalisé correctement.

Composition chimique moyenne sur la substance sèche d'un ensilé de triticale :

Substance sèche	34-32%
Protéine brute	7,2%
Fibre brute	25,4%
Lipides bruts	2,2%
Extractifs non azotés	58,1%
Cendres	6,2%
Fibre neutre détergente	56,5%
Fibre acide détergente	36,5%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,72

## HERBES À FOURRAGE

### RAYGRASS D'ITALIE

Parmi les herbes à fourrage, il s'agit de la qualité se prêtant le mieux à l'ensilage du fait de sa teneur élevée en sucres fermentescibles.

La valeur optimale de substance sèche pour sa récolte s'étend sur une large fourchette et dépend essentiellement de la méthode de conservation utilisée. Pour l'ensilage comme ensilage d'herbe dans des silos de type horizontal, des valeurs de substance sèche peu élevées sont conseillées (autour de 30%), pour favoriser la compression de la masse même en cas de longueurs de hachage moyennes supérieures à 2 cm.

## SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER

Pour la conservation comme ensilage de foin avec la technique des balles rondes enrubannées, les valeurs de substance sèche se situent normalement autour de 40-50%, en raison notamment des énormes difficultés pratiques que comporte un emballage du fourrage plus humide. Dans les deux cas, ces valeurs peuvent être obtenues sans difficulté avec la technique de la pré-fanaison au champ. Le fourrage doit être fauché durant la phase de pré-épiage afin de garantir une valeur nutritive élevée.

Les critères les plus utilisés pour déterminer le moment optimal de récolte pour l'ensilage sont empiriques et se basent sur l'estimation de la teneur en substance sèche du fourrage en fonction du temps passé au champ. Au mois de mai, une fois le fourrage fauché, conditionné et andainé, 1824 heures de séjour au champ en moyenne suffisent (avec des conditions météorologiques et climatiques favorables) pour obtenir des teneurs en substance sèche de l'ordre de 30% (27-33%).

Pour conserver le produit comme ensilage de foin (45-50% de substance sèche), le temps de séjour au champ est d'environ 36-48 heures.

Pour réduire les temps de fermentation et d'acidification de la masse de fourrage ensilé et donc anticiper l'ouverture du silo (comportant selon certains une amélioration de la qualité), on recourt souvent à l'utilisation de micro-organismes lactiques distribués au moment de l'ensilage et permettant d'accélérer et de contrôler les fermentations microbiennes naturelles. Le produit ensilé présente des caractéristiques différentes en fonction de la méthode adoptée pour sa conservation, qui dépend à son tour de la teneur en substance sèche.

La valeur de pH est extrêmement variable, de 3,5-3,8 pour le fourrage ensilé avec une substance sèche de l'ordre de 30%, tandis que l'ensilage de foin en balles rondes enrubannées atteint des valeurs supérieures à 5.

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche d'un ensilage de raygrass d'Italie non préfané :

Substance sèche	15,0%
Protéine brute	16,0%
Fibre brute	23,0%
Fibre neutre détergente	38,0%
Fibre acide détergente	26,0%
Lignine acide détergente	3,2%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,92

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche d'un ensilage de raygrass d'Italie préfané au champ :

Substance sèche	35,7%
Protéine brute	8,8%
Lipides bruts	2,7%
Fibre brute	36,7%
Extractifs non azotés	37,4%
Cendres	14,4%
Fibre neutre détergente	64,5%
Fibre acide détergente	47,9%
Lignine acide détergente	6,8%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,78

## LUZERNE

La luzerne appartient à la famille des légumineuses et, en tant que telle (moindre teneur en sucres, pouvoir tampon plus élevé), se prête moins bien à l'ensilage que les graminées. Ces difficultés peuvent être aujourd'hui surmontées en adoptant quelques précautions simples :

- 1) pré-fanaison au champ.
- 2) emploi de lactobacilles.
- 3) emploi de substances riches en sucres fermentescibles (mélasse, cossettes déshydratées de betterave, farine de maïs, etc.) au moment de l'ensilage.

Ces systèmes peuvent être adoptés seuls ou simultanément. En effet, la luzerne a une teneur en sucres fermentescibles de 7% environ correspondant, en valeur absolue, à la moitié des sucres du raygrass d'Italie.

L'époque optimale pour le fauchage est lorsque la plante se trouve dans sa phase végétative de préfloraison, ou bouton floral, car elle offre des valeurs nutritives et de digestibilité très élevées. Avec l'avancement de la maturation, les caractéristiques qualitatives se dégradent progressivement. Dans le cas de la luzerne et des légumineuses de fourrage en général, il est particulièrement important de faire attention à la teneur en substance sèche du fourrage à ensiler.

Il est conseillé de privilégier des valeurs de substance sèche supérieures à celles indiquées pour les graminées pour faciliter la création de fermentations microbiennes favorables dans la masse ensilée.

En effet, une teneur en substance sèche plus élevée permet une concentration majeure des sucres.

Si possible, les valeurs de substance sèche ne doivent pas être inférieures à 35%.

Pour l'ensilage de foin en balles rondes enrubannées, une teneur en substance sèche non inférieure à 45-50% est même conseillée.

Une méthode pratique pour tester la substance sèche du fourrage après la fauche consiste à prendre en main un échantillon de fourrage et à le presser avec force : si les mains restent pratiquement sèches, cela signifie que le fourrage offre une teneur en substance sèche de 50% ou plus, valeur optimale pour un ensilage de foin ou un foin ventilé.

Le temps de séjour au champ permettant d'obtenir une teneur en substance sèche de 35-40%, dans le cas d'une première coupe de luzerne fauchée et conditionnée, varie entre 24 et 30 heures avec des conditions climatiques favorables. Lors des fauchages successifs, les temps seront sensiblement différents. En plein été, une demi-journée de soleil est souvent largement suffisante pour obtenir des teneurs en substance sèche proches de 50%. Il n'existe donc pas d'indication valable en termes absolus ; le moment optimal pour la récolte doit être apprécié cas par cas en tenant compte des conditions climatiques et météorologiques ambiantes.

Un ensilage de luzerne ne doit comporter aucune odeur désagréable, mais une odeur délicate et légèrement acide, et sa couleur doit être similaire à celle de la plante lors de l'ensilage.

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche d'un ensilage de luzerne :

Substance sèche	40,0%
Protéine brute	20,0%
Fibre brute	34,0%
Lipides bruts	2,7%
Cendres	10,0%
Fibre neutre détergente	42,0%
Fibre acide détergente	30,0%
Lignine acide détergente	6,6%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,75

Valeur de pH : environ 4,5-4,8.

## PRAIRIES PERMANENTES

## SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER

**Dactylis** (herbe des vergers) et **Festuca** présentent une aptitude à l'ensilage légèrement inférieure au raygrass d'Italie en raison de leur teneur inférieure en sucres fermentescibles. Les critères pour la détermination du moment optimal de la récolte sont les mêmes que pour le raygrass d'Italie.

En cas d'ensilage de fourrages provenant de prairies permanentes riches en variétés de la famille des légumineuses, il est opportun de prévoir des valeurs de substance sèche moyennes supérieures (6 à 8%) à celles qui ont été indiquées pour cette famille.

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche d'un ensilage de luzerne :

Substance sèche	40,0%
Protéine brute	13,9%
Lipides bruts	2,6%
Fibre brute	21,2%
Cendres	10,4%
Fibre neutre détergente	42,6%
Fibre acide détergente	34,2%
Lignine acide détergente	6,6%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,72

Valeur de pH : environ 5,5-5,7.

## SOUS-PRODUITS DE PROCÉDÉS INDUSTRIELS

### PULPES DE BETTERAVE

Les cossettes intégrales sont déconseillées en raison d'une teneur en eau considérable (85-90%) entraînant 25-30% de pertes de percolation à elle seule, et d'une valeur nutritive réduite par rapport à la pulpe surpressée.

Les cossettes surpressées ont une teneur moyenne en substance sèche supérieure ou égale à 22% et se conservent facilement par ensilage.

La fermentation est cependant très variable et, malgré des valeurs de pH convenant à la conservation, les fermentations ne sont pas toujours du type lactique, d'où des pourcentages parfois non négligeables d'acide butyrique. C'est sans doute pour cette raison que, malgré leur valeur nutritive élevée, leur utilisation sous forme ensilée est surtout destinée à l'alimentation du veau de boucherie.

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche d'un ensilé de cossettes de betterave surpressées :

Substance sèche	21,0%
Protéine brute	11,4%
Fibre brute	20,0%
Lipides bruts	1,4%
Extractifs non azotés	62,8%
Cendres	4,2%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,90

### DRÊCHE FRAÎCHE DE BIÈRE

Sous-produit de l'industrie de la bière contenant des résidus insolubles de brasserie.

La drêche à l'état frais contient en moyenne 20-26% de substance sèche ; elle présente une couleur jaune brunâtre et une odeur agréable de pain frais et s'altère rapidement du fait de l'apparition de fermentations lactiques et butyriques.

Une conservation efficace et durable est possible au moyen de l'ensilage, en particulier avec l'ajout de 2-2,5% de mélasse à la masse.

Les drêches sont surtout appréciées pour le type de protéine apporté, une protéine se dégradant très légèrement au niveau ruminal, avant de "contourner" le rumen et de pouvoir être directement utilisée dans le duodénum.

L'administration de ce type de sous-produit dans la ration peut permettre d'augmenter la quantité d'azote d'origine alimentaire atteignant l'intestin.

Les drêches fraîches de bière contiennent de nombreux résidus de saccharomyces (levures) avec une bonne valeur probiotique (vitamines du groupe B), aspect assurément intéressant du point de vue alimentaire.

Caractéristiques moyennes sur la substance sèche des drêches ensilées :

Substance sèche	25,0%
Protéine brute	21,2%
Lipides bruts	1,2%
Fibre brute	16,0%
Extractifs non azotés	46,0%
Cendres	5,6%
Unités fourragères lait par kg de substance sèche	0,84

## DÉCHETS D'AGRUME

Résidus de pressurage ou de centrifugation des pulpes d'orange et de citron, zeste exclu.

Avec 20-25% de substance sèche et des quantités modérées d'acide butyrique, ces déchets se prêtent très bien à l'ensilage.

Ils sont appréciés pour la digestibilité particulière de la fibre, constituée principalement d'hémicelluloses et de pectines – des fractions de fibre très digestibles au niveau ruminal constituant une source d'énergie pour les fermentations microbiennes.

## 7. AVANTAGES DU SYSTÈME MANITOBA ENSILER

Dans le cadre général de la recherche d'une réduction des frais de production, le choix de la méthode de conservation des aliments d'intérêt zootechnique, et en particulier des fourrages, est absolument déterminant.

La nécessité d'optimiser le rendement quantitatif de la production d'entreprise ne coïncide pas toujours avec l'exigence d'obtenir simultanément une qualité optimale.

La technique de l'ensilage des fourrages s'affirme chaque jour davantage grâce aux nombreux avantages qu'elle comporte, tant au niveau de l'organisation de l'entreprise – simplification des opérations culturales, réduction de la main d'œuvre et des équipements, production supérieure d'UFL à parité de surface cultivée – qu'en ce qui concerne la qualité des fourrages, pouvant être récoltés et conservés à des stades de maturation précoces avec des pertes inférieures et une digestibilité et valeur nutritive supérieures.

Malgré le fait que toutes les techniques d'ensilage présentent des niveaux moyens d'efficacité supérieurs aux autres méthodes de conservation, il existe des différences en termes de qualité de produits obtenus, pourcentage de pertes et incidence des coûts.

## SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER

Parmi les méthodes proposées pour l'ensilage des aliments d'intérêt zootechnique, le système d'ensilage tubulaire, dont la technique et les matériaux ont été modernisés et perfectionnés par rapport au début des années 70, est l'un des plus intéressants du fait de la remarquable **rapidité** et **simplicité** des opérations, du **haut niveau de qualité** des produits conservés, de ses **faibles coûts** et de **pertes extrêmement réduites**.

Le système d'ensilage tubulaire MANITOBA ENSILER se base sur l'utilisation d'une machine actionnée par la prise de force du tracteur pour l'acheminement, au moyen d'une trémie de chargement, du fourrage récolté et haché à l'intérieur d'un silo tubulaire en matière plastique, tout en le comprimant mécaniquement afin de limiter au minimum le contenu d'air résiduel dans la masse fourragère.

Les **valeurs moyennes de masse volumique** (kg de substance sèche par m<sup>3</sup>) atteintes sont **très élevées**, presque le double des valeurs pouvant par exemple être obtenues avec le système des balles rondes enrubannées.

Le fourrage haché, récolté et comprimé mécaniquement, est enfoncé dans une sorte de long sac constitué de trois couches de PVC (chlorure de polyvinyle) extrudé.

La **matière plastique** utilisée offre une **résistance mécanique remarquable** (jusqu'à 10 atmosphères), **aucune perméabilité** à la lumière et à l'oxygène, et une **résistance optimale aux radiations ultraviolettes et aux acides organiques**.

En outre, le plastique opaque dissimule son contenu aux oiseaux et autres animaux, prévenant les dégâts pouvant être causés par ces derniers.

Ce matériau offre également une grande résistance à l'action calorifique et oxydante des rayons solaires pouvant compromettre la qualité de la couche superficielle (plus ou moins importante) de matière ensilée, problème fréquent avec les plastiques de polyéthylène généralement utilisés pour les toiles de couverture des fosses et les balles rondes enrubannées.

Ces caractéristiques physico-mécaniques permettent au silo tubulaire de maintenir une compression adéquate sur la masse ensilée et d'empêcher les échanges gazeux avec le milieu extérieur, garantissant ainsi des conditions extrêmement favorables à la fermentation et à la conservation.

Les conséquences sur la compression immédiate du fourrage et sur l'herméticité du silo en plastique permettent d'obtenir des résultats comportant **une efficacité maximale de l'économie de conservation**.

L'ensilage tubulaire est en outre une technologie **n'exigeant aucun investissement de capital en structures fixes**.

La conjoncture économique actuelle, associée à l'incertitude régnant au sujet de l'avenir de la zootechnique et à l'exigence de produits de bonne qualité, fait de cette méthode une **excellente alternative** aux systèmes de conservation en silos horizontaux (en fosse) et verticaux (Samarani, Harvestore), car elle élimine le fardeau représenté par l'investissement en capital fixe et garantit des **pertes de conservation extrêmement réduites** (comparables aux valeurs offertes par les silos verticaux.)

Il s'agit par ailleurs d'une **technologie flexible** s'adaptant à la conservation de nombreux types d'aliments : maïs haché classique, aliments humides grains et épis, herbes de fourrage (raygrass d'Italie, etc. et autres graminées, luzerne, herbages et prairies permanentes, etc.), céréales fourragères (orge, triticale, etc.) ainsi que les sous-produits de procédés industriels (drêches de bière, pulpe de betterave, etc.)

Cette technique présente l'avantage supplémentaire d'échapper aux restrictions imposées par les structures fixes, en particulier en termes de dimensions.

Ce système se révèle donc **extrêmement utile pour l'ensilage des herbes fourragères** (en particulier la luzerne) car il permet d'ensiler correctement des fauchées isolées ou des quantités réduites de fourrage sans avoir recours à l'utilisation d'amoncellements de dimensions variées ou à des fermetures et réouvertures partielles entraînant généralement de fortes pertes de produit et des problèmes sanitaires.

Cette technique peut trouver une application optimale **dans les élevages de dimensions réduites** et dans les cas fréquents de **récoltes différenciées**.

À titre d'exemple, dans le cas de l'ensilage de la luzerne, après analyse chimique du produit à l'ouverture d'un tunnel, on peut (en tenant compte de ses caractéristiques spécifiques) introduire le produit dans la ration durant une période facilement calculable (correspondant à la durée prévue du tunnel), et le rationner lors de l'ouverture du tunnel contenant la coupe suivante.

Chacun sait que les différentes coupes de luzerne peuvent offrir des valeurs nutritives très différentes, et le fait de connaître les différentes caractéristiques qualitatives et la durée dans la ration constitue donc un avantage incontestable.

**Les capacités opérationnelles sont très élevées.** La machine ensile de **1 800 kg à 2 500 kg de fourrage tel quel par minute**.

**Aucun temps supplémentaire pour la fermeture du silo n'est nécessaire.**

Une fois les opérations de chargement terminées, aucun besoin de personnel ou de machines pour fermer le silo et le couvrir de poids variés (terre, pneus usagés, dalles en béton, etc.) comme c'est le cas avec les silos horizontaux pour assurer également la compression des couches superficielles du produit.

Le travail s'achève à la fin du chargement et la fermeture du silo plastique, ce qui n'est pas le cas pour l'ensilage en fosse où le temps s'écoulant entre la fin des opérations de chargement, la compression de la masse ensilée et sa fermeture totale et correcte est relativement long et compromet souvent l'efficacité de la conservation.

Les pauses forcées durant les opérations d'ensilage dues à de mauvaises conditions atmosphériques, à la pause nocturne ou autres motifs, ont une répercussion tout à fait négligeable sur la qualité finale du produit ensilé, car le produit déjà ensaché est comprimé et fermé hermétiquement par l'effet de sa propre compression.

Cette technique **n'exige aucune condition de travail particulière**. Il suffit de disposer d'une surface dégagée et plane (ou en pente modérée), non nécessairement cimentée ou goudronnée, pour permettre l'avancement de la machine et l'étalement du tunnel.

**Une main d'œuvre réduite est suffisante.** Un seul opérateur suffit à gérer toutes les opérations de chargement.

Les interventions d'actionnement de plusieurs leviers, de réglage du degré de compression de la masse à ensiler et d'avancement de la machine peuvent en effet être effectuées par une seule personne.

La **possibilité de régler la compression du produit** est un aspect non négligeable, en particulier dans le cas de fourrages très humides pouvant comporter des pertes considérables de liquides cellulaires durant la compression.

## SYSTÈME D'ENSILAGE MANITOBA ENSILER

Contrairement aux systèmes d'ensilage en structures fixes (silos verticaux et horizontaux en béton ou préfabriqués), ce système ne comporte aucune contrainte de type **temporel** liée à la période d'amortissement des capitaux investis dans ce type d'équipement. Si, pour une raison quelconque, un agriculteur devait modifier son organisation de production ou fermer son élevage, il ne devra pas supporter le poids d'un investissement pour des structures désormais inutiles.

Les **coûts sont extrêmement contenus**. Actuellement, les sous-traitants demandent **1000 Lit./100 kg**, prix comprenant **la totalité des opérations d'ensilage**, c'est-à-dire la préparation de la machine et du silo, le prix du silo en plastique, le personnel chargé de la gestion du chargement, et la fermeture du silo à la fin des travaux.

Une donnée intéressante pour établir une comparaison (même si quelque peu restrictive car le silo tubulaire permet d'ensiler une vaste gamme de produits outre le fourrage) est celle du prix de l'ensilage du fourrage en **balles rondes enrubannées**, oscillant de **2100 à 2800 Lit./100 kg** (considérant que le poids moyen d'une balle est de 700 kg, aux prix actuels des sous-traitants oscillant entre 15 000 et 20 000 Lit. par balle ronde.)

La raison principale en est l'incidence considérable du coût du matériau plastique par rapport à la quantité de fourrage ensilé.

Nos données non publiées (tenant compte dans les deux cas des quantités maximales théoriques de substance sèche pouvant être conservées par m<sup>3</sup>), permettent ainsi d'arriver à des prix de l'ordre de 1400-1900 Lit./100 kg de substance sèche pour les balles rondes enrubannées, contre les 890 Lit. du silo tubulaire.

En reportant les valeurs précédentes sur le fourrage ensilé "tel quel" (pour les rendre plus immédiates), on obtient une incidence du "coût plastique" sur un fourrage ensilé à 40% de substance sèche de 560-760 Lit. environ pour 100 kg de produit dans le cas des balles rondes enrubannées contre les 356 Lit./100 kg dans le cas du système tubulaire.

En passant des valeurs d'efficacité théorique aux valeurs réelles (que l'on peut considérer inférieures de 30% en moyenne pour les deux méthodes), le coût du matériel plastique pour 100 kg de fourrage ensilé "tel quel" est respectivement de 728-988 Lit. pour les balles rondes enrubannées et de 462 Lit. pour le silo tubulaire.

Ces valeurs sont brutes des pertes de conservation, nettement supérieures en moyenne dans le cas des balles rondes enrubannées, en particulier pour les balles rondes enrubannées avec des plastiques de mauvaise qualité, qui contribue à accroître encore les coûts de ce système d'ensilage.

Avec cette description très synthétique, les nombreux aspects positifs de l'application de cette technique donnent une idée de son potentiel réel et des avantages qu'elle offre pour la conservation par ensilage des aliments.

Il nous semble important de souligner son intérêt économique et ses résultats qualitatifs dans un contexte où l'exigence de qualité et de réduction des frais de production se fait chaque jour plus pressante.

## 8. RÉSULTATS ET ANALYSES

Avant de lancer le système d'ensilage **MANITOBA ENSILER** sur le marché italien, LUCLAR INTERNATIONAL, malgré les résultats extrêmement satisfaisants obtenus avec l'emploi du silo tubulaire durant dix ans sur le marché canadien, a voulu réaliser une série d'essais expérimentaux

afin de valider et de confirmer les qualités de cette méthode appliquée à la réalité agro-zootecnique et aux conditions ambiantes de la plaine du Pô.

Dans cet objectif, une série d'essais d'ensilage avec une vaste gamme de produits et le système **MANITOBA ENSILER** a été effectuée dans la deuxième moitié de l'année agricole 1992.

Fourrages : raygrass d'Italie, luzerne, prairie permanente polyphite.

Céréales fourragères : orge, maïs haché intégral, avoine, triticales, maïs en aliment humide grains, maïs en aliment humide épis.

Sous-produits : pulpes surpressées de betterave, drêches de bière.

Les produits obtenus après ensilage avec le système **MANITOBA** ont démontré un niveau de qualité considérablement supérieur et un niveau de pertes nettement inférieur à la moyenne des produits ensilés au moyen des systèmes traditionnels.

Une augmentation de l'ingestion de substance sèche par le bétail, de la quantité et – dans certains cas – de la qualité du lait produit a été notée.

Par souci de correction, nous devons cependant faire remarquer que le nombre des données expérimentales obtenues ne nous permet pas de donner à ces résultats une valeur statistique.

Nous avons donc l'intention, la prochaine année agricole, de collecter une quantité de données suffisante à donner à nos résultats une valeur statistique.

En faisant uniquement référence aux aspects d'analyse correspondant à la technique d'ensilage (en excluant les aspects liés aux différents produits : substance sèche, protéine sèche, lipides bruts, cendres, etc.), les principales considérations formulées sont les suivantes :

- les niveaux de concentration du **pH** sont toujours adéquats par rapport à la substance sèche.
- parmi les **A.G.V.**, on remarque une concentration d'acide acétique toujours très basse, le degré élevé de compression de la masse ensilée et l'exclusion immédiate de l'air réduisant la respiration cellulaire à des temps extrêmement brefs. Les teneurs élevées en acide lactique le confirment, ce dernier étant, comme chacun sait, le conservateur privilégié des ensilés : " l'acide lactique conserve les ensilés comme l'alcool le vin."
- la **teneur en azote ammoniacal de l'azote total** est toujours réduite, ce qui confirme que les fermentations se produisant dans des conditions optimales n'opèrent qu'une dégradation protéique négligeable du produit ensilé (alors que la dégradation est maximale en cas de fermentation butyrique.)
- la méthode d'évaluation **Flieg** a toujours classé les produits obtenus comme excellents et leur a souvent attribué des valeurs maximales, nouvelle confirmation de la qualité globale extrêmement élevée des ensilages obtenus.

Le lecteur trouvera en annexe plusieurs photocopies d'analyses des produits ensilés avec le système **MANITOBA ENSILER**.

ANALYSE	V. MESURE	VALEURS
ÉTIQUETTE		
VITESSE		
PROTÉINES		
CENDRES		
FIBRE BRUTE (VERTE)		
LIPIDES		
EXTRACTIFS NON AZOTÉS		
PH		
FIBRE À L'ACIDE DÉTERGENT (ADF)		
FIBRE AU DÉTERGENT NEUTRE (NDF)		
LIGNINE À L'ACIDE DÉTERGENT (ADL)		
AMIDON		
ACIDES VOLATILES		
Acide acétique		
Acide propionique		
Acide lactique		
Acide butyrique		
Acide isobutyrique		
Acide caproïque		
Acide valérianique		

N° protocole 604	N° de série	Identification de l'échantillon SORGHO EN GRAINS 28 (TURELLI BS) Système MANITOBA
N° protocole 645	N° de série	Identification de l'échantillon SORGHO EN GRAINS ENSILÉ (TURELLI)
N° protocole 549	N° de série	Identification de l'échantillon RAYGRASS D'ITALIE SILO SYSTÈME MANITOBA
N° protocole 549	N° de série	Identification de l'échantillon RAYGRASS D'ITALIE SILO SYSTÈME MANITOBA
N° protocole 606	N° de série	Identification de l'échantillon SILOS LUZERNE 5T (AMBROSINI BS)
N° protocole 606	N° de série	Identification de l'échantillon SILOS LUZERNE 5T (AMBROSINI BS)
N° protocole 605	N° de série	Identification de l'échantillon MAÏS ENSILAGE 2R COUPE 80 cm (TURELLI BS)
N° protocole 605	N° de série	Identification de l'échantillon MAÏS ENSILAGE 2R COUPE 80 cm (TURELLI BS)
N° protocole 609	N° de série	Identification de l'échantillon ALIMENT HUMIDE GRAINS MAÏS (NEGRINI BS)
N° protocole 609	N° de série	Identification de l'échantillon ALIMENT HUMIDE GRAINS MAÏS (NEGRINI BS)

## **PLANÈTE LUCLAR**

Pour la zootechnique qui mérite ce qu'il y a de mieux

## **L'ENSILAGE AVEC LE SYSTÈME MANITOBA ENSILER**

**Riccardo Poli**  
**Gabriele Zola**

**LUCLAR INTERNATIONAL**, entreprise de production consacrant toute l'étendue de son expérience à la construction d'équipements innovateurs pour l'élevage zootechnique, propose avec ce nouveau système d'ensilage une solution extrêmement avancée et efficace pour "une zootechnie qui mérite ce qu'il y a de mieux".

Ce système est distribué en France par CADIS ( 85190 Aizenay)

Fini d'imprimer en mars 1993

Projet graphique Clerici & Associati – Brescia

Imprimé par Novalito - Carpenedolo