

**TECHNIQUES D'ENSILAGE DU MAIS**  
**SEMINAIRE ORGANISE PAR**  
**L'UTAP**



**ANNASSER ZAID**  
**Directeur des productions animales**  
**COOPERATIVE COPAG**  
**MAROC**

**Tunis, le 20 - juillet 2006**

## Introduction

De part le monde, les frais liés à l'alimentation constituent le poste qui pèse le plus sur les charges variables afférentes à l'élevage laitier. L'optimisation de la production laitière passe inéluctablement par la maîtrise de ce poste. Ceci sous entend bien sûr, la satisfaction à moindre coût des besoins nutritionnels aussi bien sur le quantitatif que qualitatif et ce dans les limites anatomiques et physiologiques de la vache laitière.

D'autre part, dans l'optique d'une production laitière plus économe et plus autonome, la diversification des ressources alimentaires et le choix de cultures fourragères à forte productivité sont déterminants.

De ce point de vue, le maïs fourrager demeure la culture privilégiée même dans les pays du Nord où les conditions climatiques sont plus favorables, d'autant plus qu'il est la culture qui se prête par excellence à la technique de conservation par ensilage.

Dans ce qui suit, on passera en revue les aspects liés à la place de l'ensilage de maïs dans les régimes alimentaires des bovins et on s'étalera beaucoup plus sur la conduite culturale et les techniques d'ensilage du maïs fourrager.



## PLACE DE L'ENSILAGE DE MAÏS DANS LE CALENDRIER FOURRAGER

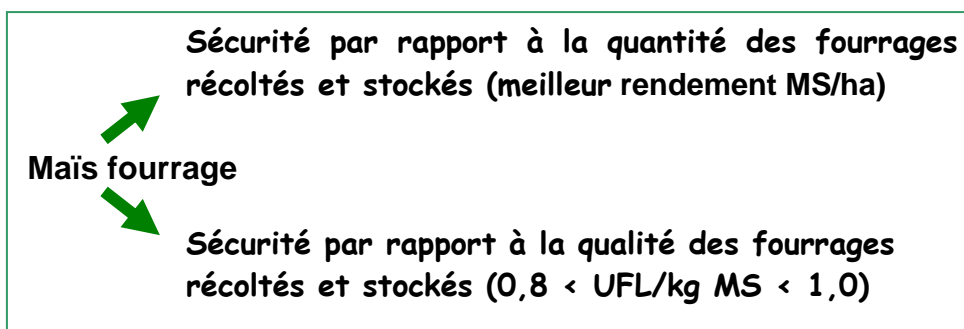
La culture du maïs fourrager connaît un développement fulgurant tant au niveau des superficies que des techniques employées (semences hybrides, techniques d'irrigation et de récolte...). Cette tendance, est confirmée par la place qu'occupe l'ensilage de maïs dans le calendrier fourrager étant donné qu'il contribue à plus de 50 % dans la satisfaction des besoins alimentaires des vaches laitières. Cette stratégie d'extension de l'ensilage de maïs trouve sa justification dans les points suivants :

- **La grande efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation** : dans les pays où la rareté de l'eau constitue l'une des préoccupations majeures (pays du Maghreb), le maïs fourrager se trouve plus compétitif par rapport à d'autres cultures telles que la luzerne.

- **Le statut nutritionnel** : la conservation par ensilage (s'il est bien fait) permet au maïs de préserver ses qualités nutritionnelles initiales. L'ensilage de maïs "plante entière" présente à la fois les qualités d'un fourrage grossier (par la présence des feuilles et des tiges) et celles d'un aliment concentré (par la présence des grains). Ces qualités nutritionnelles lui confèrent un support de choix de la ration de base en tant que pourvoyeur d'énergie et de fibres qu'on peut compléter avec des sources protéiques (tourteaux, luzerne déshydratée) sans difficultés.

- **Le report d'utilisation** : par son cycle relativement moyen (3 à 5 mois), le maïs fourrager libère le sol pour d'autres cultures ou voire même une deuxième culture de maïs pendant la même année et sur la même parcelle si les conditions climatiques le permettent.

D'autre part, sa conservation par ensilage permet une utilisation différée dans le temps ce qui donne plus de souplesse et de sécurité aux éleveurs de gérer leurs stocks alimentaires.



## LES TECHNIQUES CULTURALES

Le développement de l'ensilage de maïs s'est accompagné par l'amélioration et la maîtrise des techniques culturales en vue d'une rationalisation des facteurs de production et également dans le but d'augmenter la productivité et la qualité du maïs cultivé.

**a - choix variétal :** Logiquement, il doit être fait en fonction des résultats d'essais de comportement réalisés de préférence dans les petites régions englobant les exploitations laitières. Dans tous les cas de figures, il faut privilégier les semences hybrides ayant un rapport grain sur matière sèche totale plus intéressant avec une digestibilité élevée de la matière organique.

Dans les régions où les vents chauds d'été constituent un grand risque on doit privilégier les variétés semi tardives avec un indice de 350. Dans les régions à forte pluviométrie on peut cultiver des variétés tardives ayant un indice autour de 500.

**b - travail de sol :** la qualité du travail du sol conditionne tous les cycles de la culture (germination, levée, ...). Il faut utiliser le matériel adapté en fonction du type de sol. Le but recherché étant d'avoir un bon lit de semence avec moins de mottes et sans semelles de labour.

Dans certaines régions à faible pluviométrie, les outils à dents seront plus efficaces car ils permettent de travailler le sol sans le retourner ce qui permet d'éviter les pertes d'eau par évaporation.



**Tableau 1 - Comment obtenir un bon lit de semence**

Destruction des mottes Préparation de la zone Superficielle	+ Élimination des mottes + Préparation du lit superficielle de de 7 cm	Herse Rotavator/ Rouleau
2ème labour	+Préparation du lit en profondeur de 30 cm + Destruction des mottes + Bien mélanger le fumier avec le sol + Ameublir le sol	pulvérisateurs

**c - mode et dose de semis** : la densité de semis est un élément clef dans le comportement social du maïs et par conséquent de son développement phénologique ; raison pour laquelle on a de plus en plus recours au semoir de précision (pneumatique) car il permet une régularité de semis ( 70 cm entre les lignes et 14 cm entre les grains) et le respect de la profondeur de semis(4 à 5 cm) en plus de la rapidité d'exécution du travail avec une vitesse moyenne du tracteur de 4 à 5 km /heure.



En général, La dose de semis est fonction de la variété. Pour les variétés semi tardives on préconise une dose initiale de 95 -100 000 grains par hectare pour avoir une dose finale de 85- 90000 grains. Pour les variétés cycle long, la densité de semis est inférieure (85000 grains par hectare) en raison de la compétition entre les plantes pour l'ensoleillement.

**d - fertilisation** : L'apport du fumier (20 à 40 tonnes par hectare) est recommandé pour améliorer la texture du sol par les bienfaits de la matière organique qu'il renferme. La fertilisation minérale doit être raisonnée en tenant compte des analyses du sol qu'on peut faire tous les 5 - 6 ans dont le coût est estimé à 1 % du prix des engrais utilisés pendant cette période.

Les recommandations en éléments fertilisants sont comme suit :

**- Fertilisation azotée (N) :**

Besoins : 180 unités

Mode d'apport : 1/4 avant ou avec le semis (40unités) et le reste à partir du stade 4-6 feuilles

Engrais azotés :

- Urée 46 % d'azote.
- 14-28-14-s.
- Ammonitrate 33,5 % d'azote

**- Fertilisation phosphatée (P) :**

Besoins : 120 unités.

Mode d'apport : 2/3 avant ou avec le semis (70 unités).

1/3 à partir du stade 6-8 feuilles (30 unités)

Engrais phosphatés :

14-28-14-s.

Phosphate mono-ammoniaque (MAP) 55 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**- Fertilisation potassique (K)**

Besoins : 110 unités

Mode d'apport : 1/4 avant ou avec le semis

3/4 à partir du stade 6-8 feuilles

Engrais potassiques :

14-28-14

Sulfate de potassium (S) 48 % de K<sub>2</sub>O.



## Le programme de fertilisation (pour 1 ha)



**Engrais de fond :** 250 kg 14-28-14-s

**Engrais de couverture :**

200 kg d'ammonitrate 33.5%

150 kg d'urée 46%

100 kg MAP (11, 55, 0)

150 kg de sulfate de potassium (S) 48%

Dans le cas d'une fertigation, on peut retenir le programme suivant :

### Quantités en Kg /ha

Engrais	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ammonitrate 33.5 %	*	*	15	20	30	40	30	20	15	15	15
Urée 46 %	*	*	15	15	20	30	20	20	20	5	5
MAP ( 11- 55-0)	*	*	10	10	20	20	15	10	10	5	0
SKP (S)	*	*	10	15	20	30	20	20	15	10	10

D'autres oligoéléments : magnésium, soufre, zinc et le cuivre peuvent être apportés pour éviter certaines carences qui entraînent la diminution des rendements et de la qualité nutritionnelle avec l'apparition des symptômes spécifiques pour chaque éléments.

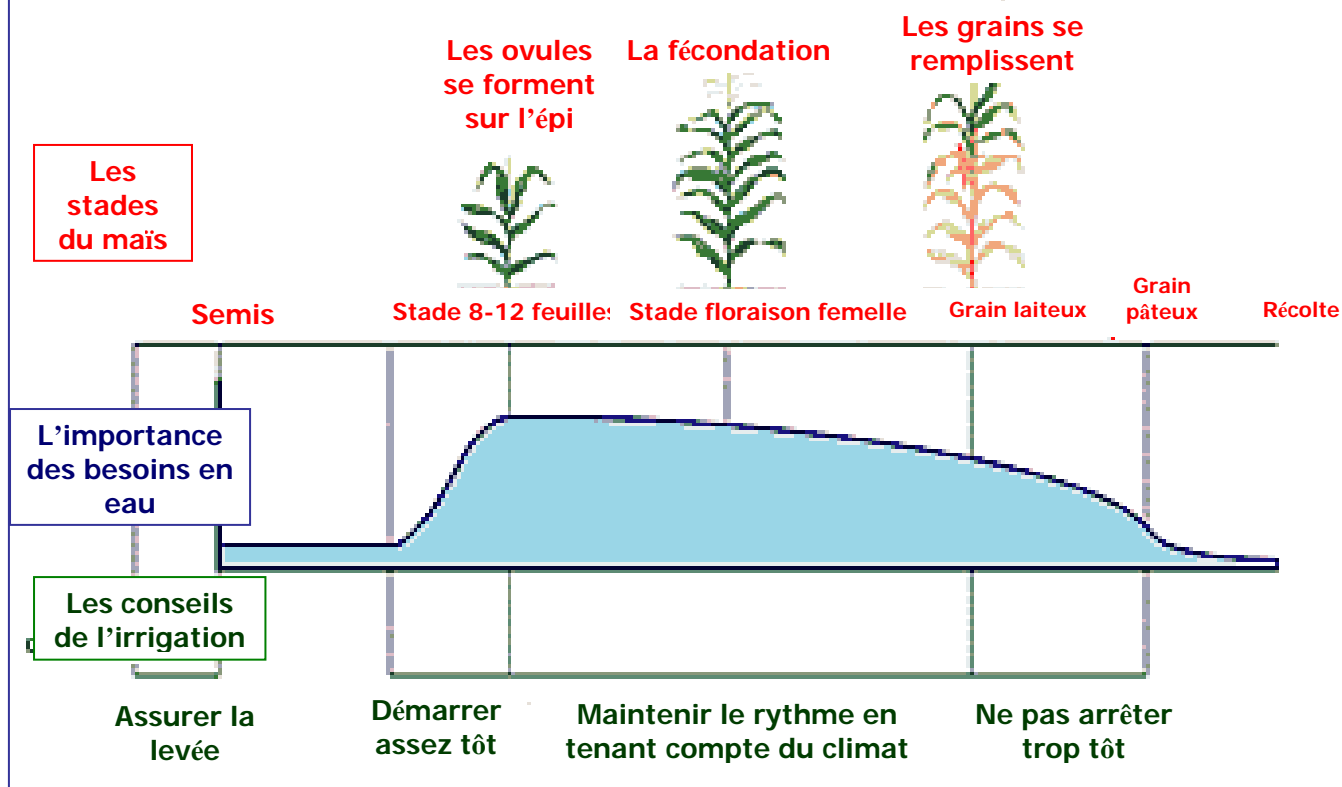
**e - irrigation :** les besoins en eau de la culture du maïs sont évalués à 5000 m<sup>3</sup>

Il faut souligner que le maïs est sensible au manque d'eau. Cette sensibilité entre 20 jours avant et 10 jours après la floraison.



L'irrigation localisée avec le goûte à goûte prend de plus en plus d'intérêt et offre des avantages en terme d'économie d'eau et de main d'œuvre associé avec de bons rendements. Ce système peut être jumelé avec la fertilisation (fertigation), et permet de maîtriser les quantités d'eau et de fertilisants rendues directement au niveau des racines.

## Répartition des besoins en eau du maïs



### f - désherbage :

La fumure organique favorise l'infestation du maïs par les adventices (amarantes, chénopodes, chardons, ...). Le maïs ne supporte pas la concurrence c'est la raison pour laquelle l'utilisation des herbicides sélectifs en pré ou post-levée est indispensable.

Notre expérience a montré que l'efficacité du désherbage chimique est nettement meilleure lorsqu'on intervient par temps frais, en prélevée et sur un sol bien humecté.



**Parcelle traitée contre les mauvaises herbes**

## g - lutte contre les prédateurs :

La protection du maïs contre les parasites (sésamie, pyrale, ...), permet de compléter les efforts déjà déployés par ailleurs. Le nombre et la nature des traitements dépendent du degré d'infestation qui, lui-même reste lié aux conditions climatiques. Généralement, les insecticides de contact sont utilisés pour des traitements préventifs, en revanche, les produits systémiques sont préconisés pour des traitements curatifs.



**Traitement préventif du maïs contre les prédateurs**



# TECHNIQUES D'ENSILAGE DU MAÏS

D'un côté, le champ de maïs est en mesure de fournir beaucoup d'énergie, de l'autre, le troupeau à haut potentiel est prêt à consommer et à valoriser en lait ou en viande cet ensilage. Entre les deux se situent deux opérations importantes : celle de récolte et celle de conservation qu'il faut bien maîtriser

## 1 - conception et préparation des silos

Un silo bien conçu et d'une parfaite propreté est un préalable à un bon ensilage de maïs. La qualité de stockage conditionne les résultats obtenus au niveau des parcelles cultivées et également les performances des animaux destinataires. L'ensilage bien fait est une nourriture saine et économique pour les animaux.

**a - conception des silos** : la dimension du silo doit être adaptée à la taille du troupeau. Elle doit être permettre une avancée régulière du front de façon à limiter le développement des moisissures. Le silo doit être légèrement incliné vers l'avant de façon à permettre l'écoulement des jus. De même, le silo doit être prolongé par une dalle bétonnée de manière à éviter que le tracteur qui tasse circule sur la terre qui contaminerait l'ensilage.

Quels types de silo choisir ?

Différents types de silos peuvent être envisagés : silo tranchée, silo tour silo taupinière, silo couloir. A vrai dire, les deux derniers types sont les plus répandus en raison de leur coût relativement bas comparé au silo tour et de bons résultats qu'ils donnent en matière de qualité d'ensilage et de souplesse d'exploitation.



**b - hygiène et préparation du silo** : avant d'entamer la récolte du maïs, le silo doit être nettoyé et décapé à haute pression. En effet, les moisissures, les germes butyriques, ... sont susceptibles de se multiplier et voie de conséquence contaminer le nouvel ensilage. D'autre part, une bâche propre dont la moitié doit être placée le long des murs pour parfaire l'étanchéité et protéger les murs des attaques acides et l'autre moitié déborde vers l'extérieur pour faciliter la couverture à la fermeture du silo (photo ci-contre)



## 2 - stade de récolte

Il faut viser le stade où les conditions de conservation et d'utilisation par les animaux seraient optimales. Le suivi de la maturité du grain permet d'apprécier l'évolution de la matière sèche de la plante entière qui demeure le critère le plus fiable pour décider le moment idéal de la récolte. Pratiquement, celui-ci est obtenu à partir du début du stade pâteux-vitreux (grain difficile à écraser mais se raye à l'ongle) qui correspond à une matière sèche comprise entre de 30 à 35 %. Sur les variétés "stay green" le dessèchement des feuilles du bas et des spathes correspondent généralement à ce stade d'environ 32 % de MS.

Il est hautement souhaitable de respecter cette fourchette car en dessous de 30 % le silo coule (production de jus, donc perte d'éléments nutritifs) et au dessus de 35 % l'ensilage devient difficile à tasser avec un risque important de développement de levures et de moisissures.



### Caractère stay-green : quelle influence sur la qualité de l'ensilage ?

Un maïs avec un caractère stay-green prononcé a la capacité de conserver un feuillage vert et sain tout en ayant une teneur MS plante entière à la récolte optimum.

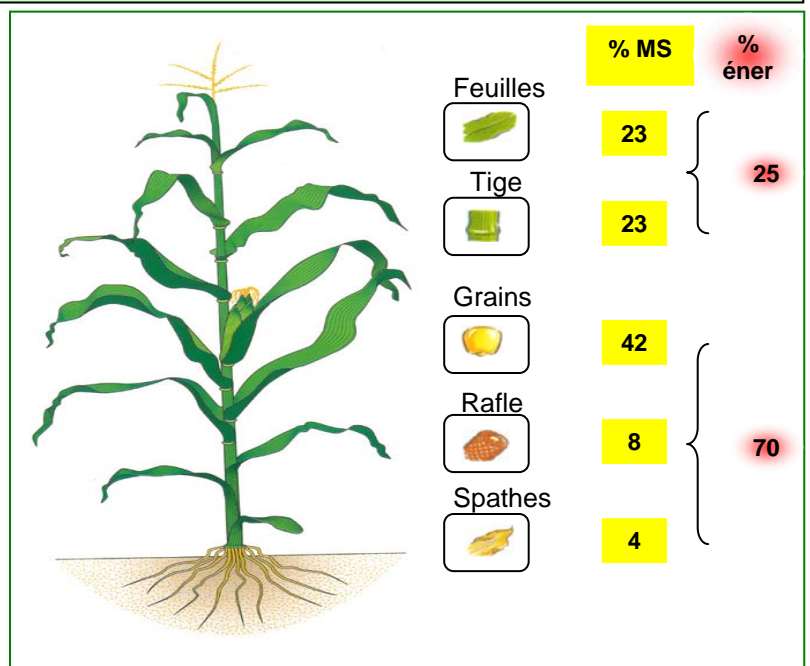
Concrètement, cela permet d'avoir :

- Une plus grande souplesse de récolte et donc une gestion aisée des chantiers d'ensilage,
- Un fourrage facile à conserver puisque les parties vertes libèrent des sucres solubles favorisant un bon démarrage des processus fermentaires du silo,
- Un ensilage plus appétant et donc mieux consommé.

• Dans un maïs prêt d'être récolté pour l'ensilage, la tige et la feuille ne contiennent que 20 % de matière sèche, alors que le grain à un taux de matière sèche supérieur à 45 %.

• 2/3 de la matière sèche totale provient de l'épi d'où l'importance du stade de récolte.

### REPARTITION DE LA MATIERE SECHE A MATURETE



### 3 - la récolte proprement dite

Les progrès du machinisme (ensileuse automotrice avec Kemper), permettent des vitesses de chantier de plus en plus élevées. Ceci ne doit pas se faire au détriment de la qualité et quelques règles de base être respectées.

- **la hauteur de coupe** : plus la hauteur de la coupe est haute, plus la quantité récoltée est faible et plus la qualité élevée. En effet, la base de la plante du maïs est plus lignifiée et de plus faible valeur nutritive que la partie supérieure.

Le meilleur compromis rendement/qualité est obtenu pour une hauteur de coupe d'environ 25 centimètres.

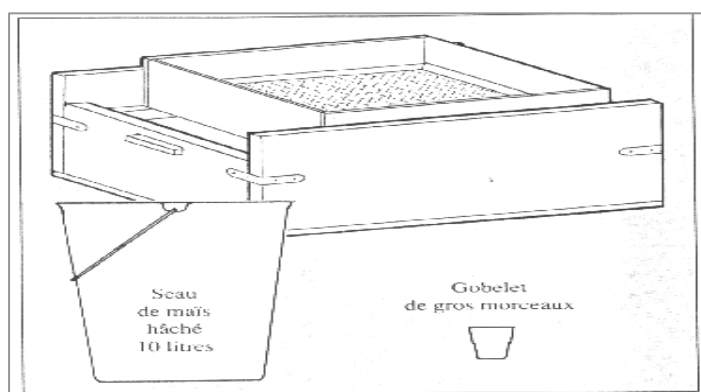
- **le hachage** : la finesse du hachage conditionne la qualité de l'ensilage et les performances des animaux (ingestibilité, digestibilité).



En effet, les particules fines du maïs favorisent le tassement et donc la qualité de conservation du silo. Des particules plus longues favorisent la rumination mais augmentent le risque de moisissures. La taille des particules est généralement comprise entre 1.0 et 1.5 cm pour une MS inférieure à 35 % et 0.5 à 1.0 cm pour une MS supérieure à 35 %.

C'est pour l'ensemble de ces raisons que le réglage de l'ensileuse et la vérification des mécanismes de coupe et de hachage (affûtage des couteaux, réglage de l'écartement couteaux et contre couteaux) sont préalables à toute opération d'ensilage.

La qualité de hachage peut être appréciée au moyen d'un tamis secoueur.



Les proportions recherchées sont :

**Morceaux de grande taille : 0.5 à 1 %**  
**Morceaux de taille moyenne : 5 à 10 %**  
**Morceaux de taille réduite : +90 %.**

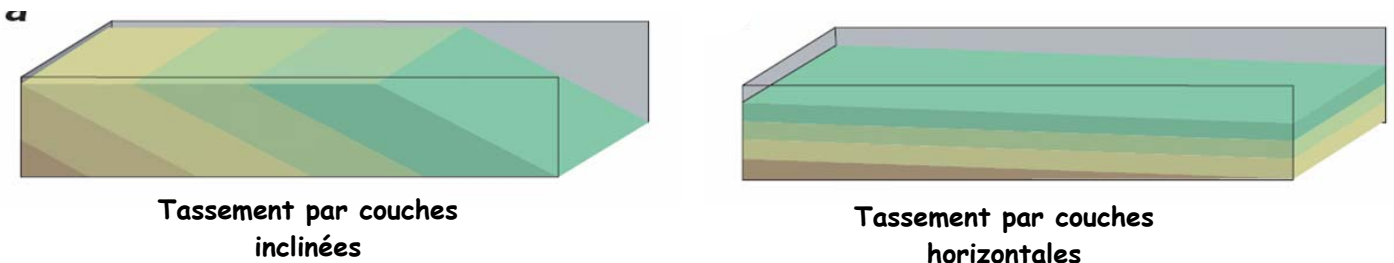


- **l'heure de coupe** : il a été démontré que l'intensité lumineuse et la température influencent la teneur en sucres des fourrages. Les bactéries utilisant ces sucres pour acidifier l'ensilage, il est recommandé de commencer à faucher en fin de matinée (vers 11 heures). Une fauche 'tardive' permet de gagner jusqu'à 4 points de sucres solubles par rapport à une coupe matinale.

#### 4 - Opération ensilage

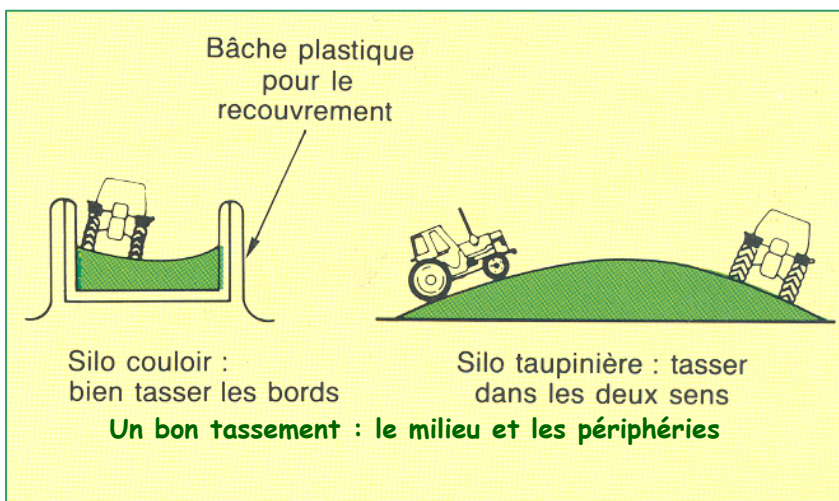
Le lancement de l'opération d'ensilage en plus des préparatifs ci-dessus rapportés (propreté du silo, réglage de l'ensileuse, stade optimum de coupe), exige à vrai dire l'organisation du chantier d'ensilage de manière à synchroniser toutes les opérations de récolte, de transport, de mise en silo, de tassement, addition de conservateurs, etc.. En effet, c'est le respect de la suite logique de ces actions en terme de temps et de délai d'exécution qui conditionne le succès de cette opération.

**a - technique de remplissage** : pour maximiser le tassement de la masse fourragère à ensiler ; la technique de remplissage par couches inclinées de 50 cm d'épaisseur est à privilégier. Dans le cas où l'hétérogénéité de MS est importante entre les parcelles, il faut privilégier le remplissage par couches horizontales en entamant les parcelles les plus sèches et en ensilant par MS décroissantes. Les couches supérieures plus lourdes favoriseront le tassement et l'eau diffusera par capillarité jusqu'au bas du silo et de cette façon la MS finale du silo sera plus homogène.



**b - tassement** : l'ensilage étant une technique de conservation des fourrages humides (verts) en absence d'oxygène. Cette anaérobiose rapide et complète, suppose une bonne compaction de l'ensilage qui permet aussi de diminuer les pertes de matières sèches.

Cependant, les chantiers d'ensilage étant de plus en plus rapides, il est souvent difficile de consacrer suffisamment de temps au tassement entre deux remorques successives.



Toutefois, il est important de noter que plus la surface de contact du tracteur au sol (largeur des pneus) est faible, plus la pression exercée (à poids de tracteur égal) est élevée.

**c - addition d'agents conservateurs:** désormais, on utilise de plus en plus des agents microbiologiques (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, ...) qui visent entre autres :

- l'optimisation de la valeur alimentaire à travers la baisse rapide du PH à partir duquel les bactéries dégradant les protéines sont inhibées.
- l'optimisation de l'ingestion en limitant la production des facteurs d'inappétence (amines biogènes).
- amélioration de la sécurité en inhibant le développement des micro-organismes tels que *Listeria* et butyriques sensibles aux PH bas.

Dans le commerce on trouve une gamme assez large de conservateurs biologiques dont il faut respecter les doses et le mode d'application.

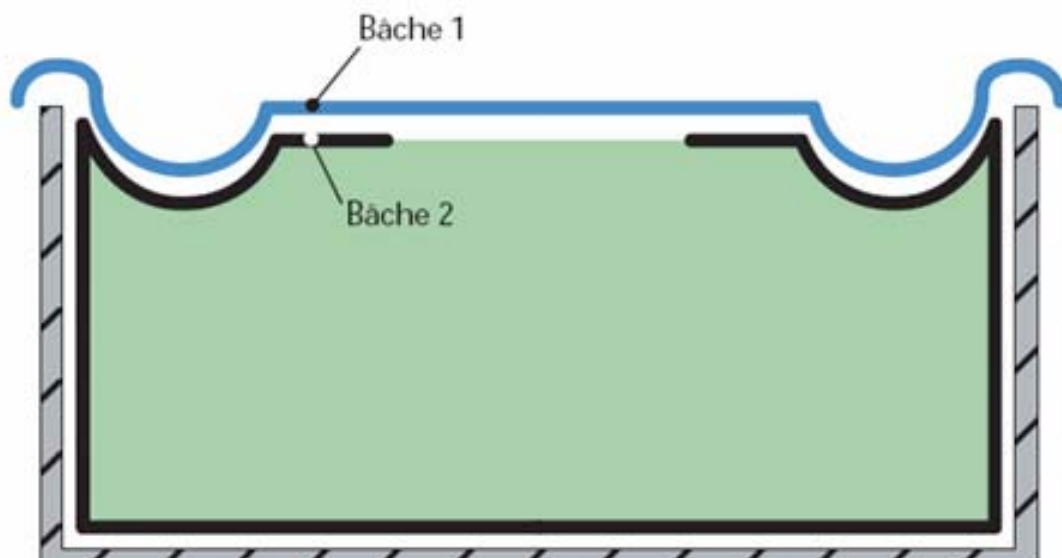
**d - couverture et fermeture des silos :** l'efficacité de l'acidification est liée à l'activité des bactéries anaérobies. La vitesse de fermeture et l'étanchéité de la couverture conditionnent donc la qualité de conservation des ensilages.

➤ La vitesse de fermeture : le silo doit être fermé dès la fin du chantier. Lorsque le chantier dure plusieurs jours consécutifs (2à3), il n'est pas utile de bâcher chaque soir. Il convient cependant de tasser plus longtemps la couche supérieure.

Si le chantier est interrompu pendant un ou plusieurs jours (cas d'intempéries), il est nécessaire de tasser soigneusement et de couvrir le silo en attendant la reprise du chantier.

➤ La couverture : la bâche au contact direct avec l'ensilage doit être neuve. Les bâches des années précédentes peuvent être utilisées comme protection complémentaire. La disposition de la bâche doit garantir l'étanchéité à l'air et l'eau.

Le lestage doit être important ( $150 \text{ kg/m}^2$ ) et homogène sur toute la surface du silo. Les sacs remplis au 2/3 de graviers ou de sable doivent être préférés et aux pneus et à la terre (risque d'altération de l'ensilage).



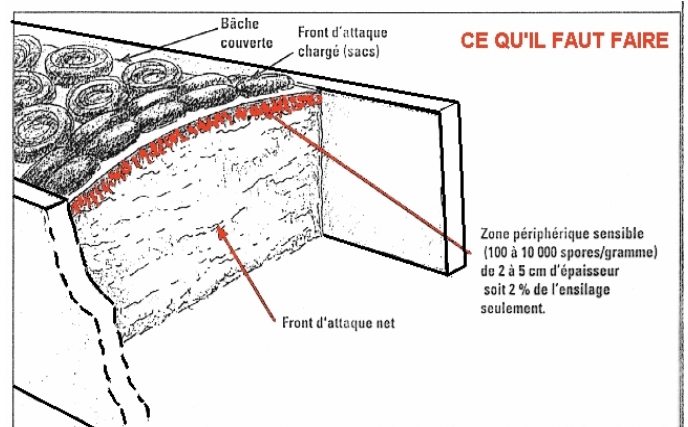


**e - ouverture du silo** : il faut attendre en moyenne 30 jours (temps nécessaire à la stabilisation du processus fermentation de l'ensilage) pour ouvrir le silo.

A l'ouverture, le silo se trouve en présence d'oxygène et le processus de dégradation (remontée du pH, développement de levures, moisissures ....). Le respect de certaines règles permet de bien gérer le front d'attaque et de limiter cette dégradation.

✓ La vitesse de désilage : qui est plutôt liée à l'adéquation entre la largeur du silo et la taille du troupeau. Il faut retenir un avancement en ligne du front d'attaque d'au moins 20 cm par jour en été et de 10 cm par jour en hiver. Le désilage doit être fait d'une coupe nette sur tout le front et en évitant surtout l'arrachage.

✓ Maintenir toujours un chargement convenable sur le front d'attaque pour éviter les entrées d'air. Aussi, la protection du front d'attaque avec un filet dense permet de garder l'ensilage à l'ombre tout en laissant circuler.







**f - contrôle de la qualité** : à l'ouverture du silo un contrôle est nécessaire pour juger la qualité de l'ensilage. Un bon ensilage se caractérise par :

- ❖ **Couleur** : doit être jaune verdâtre, si le stade de coupe (32 % MS) précédemment signalé a été bien respecté.
- ❖ **Odeur** : agréable signe d'une bonne fermentation. Les ensilages pauvres en grains donnent une odeur de vinaigre en raison d'une forte teneur en acide acétique.
- ❖ **Présence de moisissures** : surtout sur les côtés, et la partie superficielle du silo où il est toujours difficile d'éviter les poches d'air.
- ❖ **Analyse de laboratoire** : on peut compléter ces observations, si les moyens le permettent par des analyses pour évaluer la qualité de l'ensilage. Les normes retenues pour un bon ensilage sont comme suit :
  - pH : < 4.0 pour 25 % MS ; < 4.5 pour 35 % MS
  - Acide lactique : > 60 g /kg MS
  - Acide acétique : < 20 g / kg MS
  - Acide butyrique : < 2.5 g /kg MS

- Alcools totaux : < 10 g /kg MS
- Azote ammoniacal : < 10 % de l'azote total
- Azote soluble : < 40 % de l'azote total

❖ **Analyse de la valeur nutritive** : la détermination des critères nutritionnels permet de juger de la qualité alimentaire de l'ensilage de maïs et de bien optimiser le calcul de la ration. Ainsi, le calcul de la valeur énergétique (UFL/UFV), la teneur en amidon, la digestibilité de la matière organique et la teneur en azote, sont des éléments qui permettent de conclure sur le succès de l'opération de l'ensilage de maïs.

Le tableau suivant résume les différents types de moisissures et leurs conséquences sur la santé des animaux.

	ASPECT	CONSEQUENCE	TOXINE	
	<b>Blanc :</b> <i>Geotrichum</i>	aspect poudreux	inappétence	non ▲
	<i>Byssochlamys</i>	aspect compact	arrêt rumination météorisation	patuline ●
	Mucorales	piqueté de noir	inappétence	non ▲
	<b>De Blanc à Bleu-vert :</b> <i>Penicillium</i>	verdit à l'air	nappétence	toxine non connue neurotoxique ●
	<b>Rouge :</b> <i>Fusarium</i> (œstrogène)	aspect cotonneux	inappétence	zéaralénone ●
	(vomitoxine) <i>Monascus</i>	blanc au départ rouge « sang »	diarrhées perturbation ruminale	DON citrinine (rare) ▲
	<b>Bleu/Gris :</b> <i>Aspergillus fumigatus</i>	aspect diffus mycose pulmonaire (chez l'éleveur)	avortement	toxine non connue neurotoxique ●

▲ Forte contamination : trier, Faible contamination : utiliser en diluant dans la ration.

● Tri systématique en enterrant les refus loin du silo pour éviter une nouvelle contamination.

En cas de doute, s'adresser à un laboratoire spécialisé pour identification et recherche de toxines

## CONCLUSION

De nos jours, l'ensilage de maïs constitue la pierre angulaire des systèmes alimentaires des troupeaux bovins notamment au niveau des pays où les possibilités de pâturages sont inexistantes. Ceci est d'autant plus vrai que les animaux détiennent de plus en plus un potentiel génétique plus élevé exigeant une alimentation de qualité leur permettant d'extérioriser leurs performances.

D'autre part, la contribution de l'ensilage de maïs dans les rations de base dépasse généralement les 50 %. De ce fait, la maîtrise des coûts de production passe impérativement par la maîtrise de la culture du maïs et le perfectionnement des techniques d'ensilage dans ses moindres détails.

Notre expérience en matière d'ensilage de maïs a démontré qu'il est possible de faire beaucoup de progrès même à l'échelle des petits producteurs pourvu que les différentes séquences de la technique d'ensilage soient scrupuleusement respectées.

Aujourd'hui, nos éleveurs se demandent comment il faisaient avant l'avènement de l'ensilage de maïs et personne n'osera s'aventurer dans l'élevage bovin du moins laitier sans une assise fourragère correcte du maïs ensilage.

