

# CONSERVATION DES FOURRAGES PAR ENSILAGE\*

C. Demarquilly

Laboratoire des Aliments

C. R. Z. V. de Theix

63110 BEAUMONT

FRANCE

## 1 — INTRODUCTION

Le but de l'ensilage est la conservation des fourrages (mais aussi d'autres aliments tels les pulpes, drèches, marcs...) à l'état humide. Aussi l'ensilage est-il beaucoup moins dépendent des conditions climatiques que la fenaison. Il permet donc à l'éleveur de récolter les fourrages à leur stade optimum de croissance après avoir intensifié leur production. C'est ce qui explique en grande partie le développement important de l'ensilage durant ces dix dernières années; plus d'un million d'hectares de maïs et deux millions d'hectares d'herbe sont ensilés actuellement chaque année en France. La qualité de conservation des ensilages, ceux d'herbe notamment, peut cependant être très variable parce qu'il est nécessaire pour réussir les ensilages de respecter un certain nombre de règles. Pour mieux comprendre ce qu'il convient de faire, nous allons d'abord examiner ce qui se passe quand une plante est mise en silo.

---

\* Comunicação apresentada na V Reunião de Primavera da SPPF. Alvor, Abril 1984.

## 2 — L'ACTION DES ENZYMES DE LA PLANTE

### 2.1 — La respiration

La plante mise dans le silo est encore vivante et respire activement tant qu'elle dispose d'oxygène. Or la respiration est l'équivalent d'une combustion puisque



Il y a donc pertes de matière sèche et surtout diminution de la teneur en sucres, sucres qui seront nécessaires au développement de la flore lactique permettant une bonne conservation. Il faut donc limiter le plus possible la respiration et pour cela il faut remplir rapidement le silo et le fermer dès la fin du remplissage. En effet l'air emprisonné dans le silo est très rapidement épuisé de son oxygène et l'élévation de température qui en résulte est négligeable. Quand on constate qu'un silo chauffe, c'est donc que l'air extérieur vient renouveler l'air intérieur du silo. Ces entrées d'air dans le silo se font souvent par les parois et c'est pour cette raison que le film doit être descendu à l'intérieur des parois (cf. graphique 1). De même le film de couverture doit être étroitement plaqué à l'ensilage par de la terre, du sable... afin d'éviter qu'à partir du moindre trou, l'air puisse gagner tout le dessus du silo.

En silo hermétique ou très étanche, le tassement est inutile ou presque, notamment avec les fourrages hachés finement qui se tassent naturellement bien et son intérêt essentiel est de loger plus de fourrage au m<sup>3</sup>. En silo traditionnel le but du tassement n'est pas tant de chasser l'air emprisonné dans le silo que de limiter son renouvellement. Avant l'apparition des films plastiques un tassement énergique était donc indispensable. Actuellement il faut encore tasser car deux précautions valent mieux qu'une mais le tassement ne doit jamais se faire au détriment de la vitesse de remplissage.

### 2.2 — La transformation des glucides et des protéines de la plante

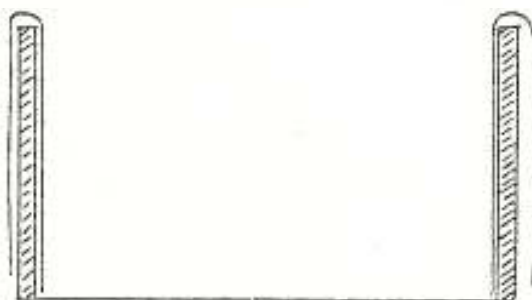
Les glucides solubles, qui représentent souvent de 5 à plus de 20% de la matière sèche des plantes fourragères sont très rapidement hydrolysés en glucose et fructose qui seront les principales sources d'énergie des microorganismes. En revanche, l'amidon des céréales n'est pas touché et n'est pas

utilisable par les ferments lactiques à moins qu'il n'ait été hydrolysé en maltose par l'addition de malt ou d'amylases.

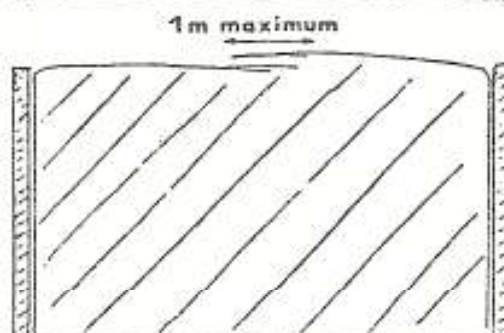
GRAPHIQUE 1

Pose des films en plastique pour assurer une bonne étanchéité des silos

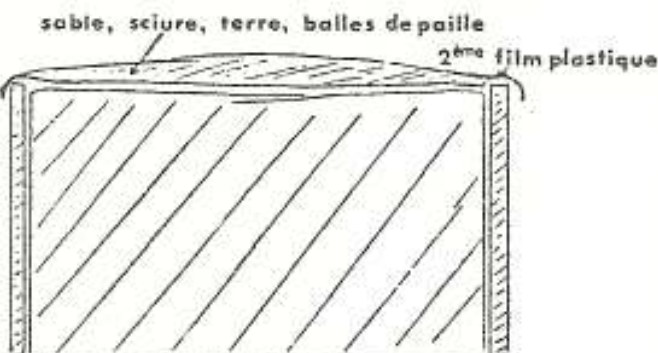
- ① Préparation du silo avant le remplissage. Les films descendent jusqu'au sol à l'intérieur et sont rejetés à l'extérieur. Les films existent en largeur de 6, 8, 10 et 12 m. Utilisez ceux portant l'estampille N.F. ensilage.



- ② Fermeture du silo dès la fin du remplissage. Les deux films doivent se recouvrir sur 1 m au minimum.



- ③ Chargement du silo après la fermeture et la pose d'un autre film plastique débordant à l'extérieur si



Les protéines qui constituent de 70 à 80% des matières azotées des plantes fourragères sont dégradées progressivement jusqu'au stade acides aminés. Cette protéolyse est heureusement lente mais ne s'arrête que lorsque le pH est descendu en dessous de 4,0. Cela explique que, même dans les ensilages très bien conservés, les protéines ne représentent plus que 50% des matières azotées.

### 3 — L'ACTION DES MICROORGANISMES

L'herbe verte porte à surface plusieurs millions de microorganismes par g de matière verte. Ceux-ci vont se développer dans le silo en employant comme substance nutritive le contenu (suc cellulaire) des cellules végétales qui est libéré par plasmolyse, ce phénomène étant d'autant plus rapide que les fourrages sont plus finement hachés.

Les microorganismes aérobies (c'est-à-dire qui ont besoin d'oxygène), qui sont en majorité au départ, disparaissent très vite par suite de manque d'oxygène, laissant la place aux bactéries anaérobies (qui n'ont pas besoin d'oxygène) caractéristiques de l'ensilage. Peu nombreuses au départ, celles-ci vont se développer très rapidement pour atteindre plusieurs milliards par g en quelques jours, pour diminuer ensuite progressivement.

Les premières à se développer sont les bactéries coliformes parce qu'elles sont anaérobies facultatives, c'est-à-dire qu'elles peuvent se développer en présence d'oxygène. Elles transforment les sucres en acide acétique et surtout en gaz carbonique. Elles contribuent donc à un début d'acidification mais avec un très mauvais rendement. Leur action est généralement de courte durée car elle est stoppée dès que le pH descend en dessous de 4,5, valeur rapidement atteinte si la flore lactique démarre vite.

Les bactéries lactiques sont des microorganismes non sporulés, pour la plupart anaérobies strictes. Très peu nombreuses au départ, elles constituent la quasi-totalité de la flore après 8 jours de fermentation si les conditions sont favorables à leur développement, à savoir:

- l'absence totale ou presque d'oxygène,
- la présence des sucres en quantité suffisante et libérée à temps.

Résistantes à l'acidité, elles transforment les sucres en acide lactique mais avec un rendement différent suivant la nature du sucre (fructose ou glucose) et suivant que ces bactéries sont:

|                          |            |   |  |
|--------------------------|------------|---|--|
| soit homofermentaires:   | 1 glucose  | → | 2 acide lactique                                     |
|                          | 1 fructose | → | 2 acide lactique                                     |
| soit hétérofermentaires: | 1 glucose  | → | 1 acide lactique + 1 alcool +<br>+ 1 gaz carbonique  |
|                          | 3 fructose | → | 1 acide lactique + 1 acide<br>acétique + 1 mannitol. |

Cela explique que la teneur en sucres minimum pour assurer une fermentation lactique suffisante pour abaisser le pH de l'ensilage à 4,0 est

difficile à prévoir (elle peut varier de 6 à 12% de la matière sèche) et cela d'autant plus qu'intervient aussi le pouvoir tampon de la plante. En effet la quantité d'acide lactique nécessaire pour amener le pH de l'ensilage à 4,0 est d'autant plus importante que la plante est riche en minéraux et en azote; elle est donc élevée pour la luzerne qui, étant par ailleurs très pauvre en sucres, s'ensile difficilement. Elle est en revanche faible pour la plante de maïs qui est en outre assez riche en sucres et donc s'ensile facilement.

Quoiqu'il en soit, si le pH descend rapidement à 4,0 ou en dessous il y a inhibition complète de tout développement ou activité microbienne y compris de la flore lactique. De même la protéolyse des protéines s'arrête. On atteint donc un état stable permettant une excellente conservation pendant une durée presque illimitée, du moins tant que le silo reste fermé c'est-à-dire à l'abri de l'oxygène.

En revanche, si le pH ne descend pas suffisamment bas, ou s'il descend trop lentement, un troisième type de bactéries, les bactéries butyriques (clostridies) vont pouvoir se développer. Ces bactéries butyriques sont, comme les bactéries lactiques, anaérobies mais elles sont beaucoup plus sensibles à l'acidité et se présentent sous forme de spores. Celles-ci sont apportées essentiellement par la terre (d'où l'intérêt de souiller le moins possible les fourrages de terre lors de la récolte ou du remplissage du silo) et se développent beaucoup moins rapidement que les bactéries lactiques car elles ont besoin de germer avant de rentrer en activité. La réussite de l'ensilage est par conséquent conditionnée par le fait que le pH doit être descendu suffisamment bas durant le temps nécessaire à la germination des spores butyriques pour que l'acidité inhibe alors le développement de la flore butyrique. Si ce n'est pas le cas, la flore butyrique saccharolytique s'attaque à l'acide lactique déjà formé et transforme 2 acides lactiques en un seul acide butyrique. Il en résulte une remontée du pH et le développement butyrique s'accélère. Quant à la flore butyrique protéolytique, elle s'attaque aux acides aminés pour les transformer soit en ammoniac et acides gras volatils (acides acétique, propionique et butyrique...) soit en amines (histamine, putrescine, cadaverine...) dont certaines sont toxiques.

L'ensilage est dans ce cas instable et se dégrade de plus en plus en se putréfiant progressivement. La flore butyrique est d'autant plus sensible à l'acidité que la teneur en matière sèche est élevée. La fermentation butyrique a donc d'autant plus de difficulté à se développer que la teneur en matière sèche est elle-même plus élevée. Cette particularité est utilisée dans le préfanage.

Les ensilages correctement réussis sont stables tant qu'ils sont à l'abri de l'oxygène. Cependant, dès l'ouverture du silo, une dégradation aérobie ou "post

fermentation" (Woolford, 1972) se produit. Cette dégradation peut être particulièrement importante et rapide dans les ensilages peu fermentés ayant conservé une teneur élevée en sucres: c'est le cas des ensilages très préfanés ou conservés avec les produits à base de bactériostatiques (formol). De même les ensilages bien conservés sont beaucoup plus instables à l'ouverture du silo que les ensilages mal conservés qui contiennent de l'acide butyrique et (ou) de l'acide propionique.

La dégradation aérobie se caractérise par une élévation de la température et du pH de l'ensilage, et par des pertes de matière sèche. En outre l'ensilage devient peu appétible et son ingestion peut entraîner des diarrhées. Les levures et les moisissures ont été accusées d'être les agents principaux de cette dégradation (Beck, 1963; Beck et Gross, 1964; Ohyama et Hara, 1975). On ne peut agir sur ces microorganismes par l'intermédiaire du pH car ils résistent encore à pH 2,0.

La solution la moins coûteuse pour lutter contre les reprises en fermentation est donc jusqu'ici de ne pas faire de silos trop grands et restant ouverts trop longtemps, surtout en été, et de calculer la section du silo pour avoir une vitesse d'avancement de 10 à 20 cm par jour.

## 4 — LA REUSSITE DE L'ENSILAGE

### 4.1 — Conditions minima

En définitive, pour réussir un ensilage de qualité, il faut employer un silo étanche ou le rendre tel par un film plastique descendu à l'intérieur des parois jusqu'au sol et remplir le silo rapidement (si possible dans la journée et au maximum en 3 ou 4 jours) d'un forrage non souillé de terre. A cet égard il est souhaitable que les remorques ne roulent pas sur le silo et il est préférable que le fourrage soit déversé sur une aire bétonnée au pied du silo et repris par la fouche d'un tracteur qui assurera à la fois sa répartition sur le silo et son tassement. Une fois remplis, le silo sera fermé tout de suite par un film de plastique étroitement plaqué à l'ensilage par une couche de terre, sable... Mettre quelques vieux pneus pour empêcher le film de s'envoler est tout à fait insuffisant sauf si on est sûr qu'il n'y a pas, ou qu'il n'y aura pas de trou dans le film. Enfin pour les fourrages ensilés à une teneur en eau élevée, un

drainage du silo pour l'évacuation des jus en excès est nécessaire. Un hachage fin du forrage est aussi primordial car il facilite le tassement du forrage et la libération des sucres cellulaires.

Toutes ces conditions sont nécessaires mais encore insuffisantes à la réussite des ensilages de fourrages riches en eau, en minéraux et en azote (pouvoir tampon élevé) et/ou pauvres en sucres; c'est toujours le cas de la luzerne mais c'est aussi souvent le cas des graminées récoltées à un stade jeune après avoir reçu une fertilisation azotée importante. Il faut alors avoir recours au préfanage ou aux conservateurs.

#### 4.2 — Intérêt du préfanage ou de l'emploi des conservateurs

Le préfanage améliore la qualité de conservation des fourrages car il diminue la quantité d'acide lactique nécessaire à l'inhibition de la fermentation butyrique. Il diminue d'ailleurs l'ensemble des fermentations et permet par là une augmentation des qualités ingérées par comparaison aux ensilages directs sans conservateur. Il supprime en outre toute perte sous forme de jus. Pour être réellement efficace le préfanage doit cependant amener la teneur en matière sèche du fourrage vers 35% environ, ce qui n'est pas toujours possible compte tenu des conditions climatiques du printemps et pour le moins, complique beaucoup la réalisation et l'organisation des chantiers d'ensilage, d'où l'intérêt du recours aux conservateurs qui permettent d'améliorer la qualité de conservation des ensilages en coupe directe. Il s'agit essentiellement:

- soit d'acides qui abaissent artificiellement le pH de la masse ensilée,
- soit des produits favorisant la fermentation lactique naturelle.

Dans le premier cas, ce sont les conservateurs les plus efficaces quand ils sont utilisés en quantité suffisante. Ils sont de plus en plus souvent associés à une petite quantité de formol qui a l'avantage de renforcer l'action bactériostatique de l'acide vis à vis de la flore butyrique et, en tannant les protéines, de diminuer la protéolyse.

Dans le second cas, il s'agit essentiellement de produits apportant des sucres (mélasse, lactosérum, mélange d'amidon et de malt...) le plus souvent associés à des ferments lactiques cultivés. Ces conservateurs sont surtout efficaces pour les fourrages pauvres en sucres, comme la luzerne par exemple.

## 5 — MODIFICATION DE COMPOSITION CHIMIQUE ENTRAINEE PAR L'ENSILAGE

### 5.1 — Modifications de la composition chimique

La composition chimique classique est peu modifiée par l'ensilage, du moins quand l'analyse est correctement effectuée (dosage de l'azote sur l'échantillon frais) et les teneurs exprimées sur la base de la matière sèche corrigée pour la perte des produits volatils lors du séchage à l'étuve. Dans une étude portant sur 264 ensilages de graminées et de légumineuses préparés avec ou sans addition de conservateur et étudiés dans notre laboratoire, B. Michalet-Doreau et Demarquilly (1981) observent les modifications suivantes, respectivement pour les cendres, matières azotées et cellulose brute en g par kg de matière sèche:

-1,4; +1,4 et +24,0 g.

Les modifications de composition chimique les plus importantes entraînées par l'ensilage concernent les glucides solubles, les acides organiques (acides citrique et malique essentiellement) et la nature des matières azotées. Les glucides solubles et les glucides organiques disparaissent en totalité ou presque parce qu'ils sont transformés en acide lactique, acides gras volatils et alcools. Une fraction plus ou moins importante des protéines est dégradée en acides aminés qui peuvent eux mêmes être transformés en ammoniac et acides gras volatils ou en amines. Les caractéristiques fermentaires (pH, teneurs en ammoniac, acide lactique, acides gras volatils) rendent compte de ces transformations et permettent de juger de la qualité de conservation de l'ensilage.

Les caractéristiques d'un ensilage d'excellente qualité sont les suivantes:

N-NH<sub>3</sub>%                    ≤ 5% de l'azote total

N soluble                    ≤ 50% de l'azote total

Acide acétique              ≤ 25 g kg MS

Acides propionique et butyrique: absence totale ou presque.

Ces caractéristiques sont généralement réunies (mais pas toujours) quand la qualité d'acide lactique formée a été suffisante pour amener le pH de l'ensilage à une valeur inférieure à 4,0 sauf si la teneur en matière sèche est supérieure à 35%.

Pour juger la qualité de conservation on peut proposer le barème d'appréciation provisoire suivant:

| Classe       | g/kg MS  |           | en % N total      |           |
|--------------|----------|-----------|-------------------|-----------|
|              | acétique | butyrique | N-NH <sub>3</sub> | N soluble |
| Excellent    | 20       | 0         | 5 ≤               | 50 <      |
| Bon          | 20-40    | < 5       | 5-10              | 50-60     |
| Satisfaisant | 40-55    | > 5       | 10-15             | 60-70     |
| Médiocre     | 55-75    | > 5       | 15-20             | > 65      |
| Très mauvais | > 75     | > 5       | > 20              | > 75      |

L'ammoniac est toujours présent dans les ensilages de fourrage en proportion supérieure à 3,5% de l'azote total. Sa présence en proportion supérieure à 7 - 8% indique cependant un développement de la flore butyrique avec parallèlement une augmentation de la teneur en azote soluble.

L'acide acétique est lui aussi toujours présent puisqu'il résulte de l'activité des coliformes et des lactiques hétérofermentaires (et aussi des homofermentaires sur les pentoses et certains acides organiques). Sa teneur varie généralement en sens inverse de la teneur en matière sèche du fourrage lors de la mise en silo. Une teneur élevée en acide acétique résulte cependant presque toujours de l'activité de la flore butyrique sauf parfois dans les ensilages préparés à partir de fourrages riches en glucides fermentescibles et très pauvres en matière sèche (ray-grass italien récolté à un stade précoce). Elle réduit l'ingestibilité des ensilages.

La présence d'acide butyrique indique bien évidemment un développement de la flore butyrique. Il en est de même de l'acide propionique, de l'acide isobutyrique et des acides supérieurs à C<sub>4</sub> qui proviennent de la désamination des acides aminés par la flore butyrique protéolytique.

Enfin les ensilages contiennent toujours des alcools (essentiellement constitués par de l'éthanol). La teneur en alcools varie généralement d'un peu moins de 10 g à plus de 60 g par kg de MS. La teneur est particulièrement élevée dans les ensilages préparés à partir des fourrages riches en eau et en glucides solubles (maïs laiteux, ray-grass italien ou anglais récoltés à un stade précoce). On connaît mal les intérêts ou inconvénients nutritionnels des alcools.

## 5.2 — Autres modifications

La plante change de couleur durant l'ensilage. Une couleur brune prononcée est souvent l'indice d'une élévation de température (ensilage préfané mal étanchéifié). Dans les ensilages non chauffés, la couleur brun clair ou

jaunâtre est due à l'action des acides organiques sur la chlorophylle. Le carotène peut être presque complètement détruit par oxydation dans les ensilages mal étanchéifiés et qui ont chauffé

## 6 — LA VALEUR ALIMENTAIRE DES ENSILAGES

La valeur énergétique des ensilages est pratiquement identique à celle des fourrages verts sur pied correspondants (tableau 1). La teneur en matières azotées digestibles (MAD) est elle-même identique à celle des fourrages verts mais la valeur azotée réelle d'un ensilage est souvent bien inférieure à ce que laisse supposer sa teneur en MAD. La valeur azotée réelle d'un ensilage très bien conservé est en effet presque équivalente à celle du forrage vert de départ mais elle diminue rapidement quand les teneurs en ammoniac et en azote soluble (exprimées en p.100 de l'azote total) de l'ensilage augmentent, c'est-à-dire quand la qualité de conservation diminue.

TABLEAU 1 — Modifications de composition chimique et de valeur nutritive entre fourrages verts et fourrages conservés (d'après INRA, 1981).

|  | Composition<br>g/kg MS |                    | Valeur nutritive<br>fourrage vert = 100 |         |       |
|--|------------------------|--------------------|---|---------|-------|
|  | M.A.T.                 | Cellulose<br>brute | Digestibilité<br>de la M.O.             | UFL (1) |       |
| Foins de graminées<br>et de prairie naturelle        | Ventilés               | - 6                | +27                                     | 93,9    | 92,3  |
|  | Séchés au sol          |                    |   |         |       |
|  | - beau temps           | - 6                | +16                                     | 93,9    | 92,1  |
|  | - <10 jours avec pluie | -10                | +39                                     | 91,6    | 88,3  |
|  | - >10 jours avec pluie | -15                | +53                                     | 86,9    | 83,3  |
| Foins de<br>luzerne                                  | Ventilés               | -16                | +33                                     | 94,4    | 89,3  |
|  | Séchés au sol          | -42                | +91                                     | 87,8    | 81,3  |
| Ensilages de graminées<br>et de prairie<br>naturelle | Directs                | + 4                | +32                                     | 98,9    | 102,0 |
|  | Directs+acide formique | + 2                | +24                                     | 100,4   | 104,0 |
|  | Préfanés (30-35% MS)   | - 3                | + 9                                     | 96,9    | 98,0  |
| Ensilages de luzerne                                 | Directs                | - 6                | +31                                     | 98,6    | 103,0 |
|  | Directs+acide formique | - 7                | +19                                     | 98,5    | 101,0 |
| Ensilages de maïs                                    | Sans urée              | - 3                | +20                                     | 101,3   | 99,8  |
|  | Avec urée              | +37                | +13                                     | 103,9   | 101,4 |

(1) Calculée pour les ensilages de graminées et de légumineuses en supposant une augmentation de la teneur en énergie brute 7,5 et 3% respectivement pour les ensilages directs, les ensilages directs + acide formique et les ensilages préfanés.

La quantité d'ensilage est, quant à elle, généralement plus faible que celle des fourrages verts de départ, la différence étant d'autant plus grande que la

qualité de conservation de l'ensilage diminue et que la longueur des brins d'ensilage augmente. La finesse de hachage de l'ensilage a en effet une action bénéfique spécifique sur la quantité d'ensilage ingérée, indépendamment de son action par l'intermédiaire de la qualité de conservation. Aussi peut-on estimer que la quantité d'ensilage ingérée par un bovin ne représente que 70% de quantité ingérée en vert dans le cas des graminées si l'ensilage est récolté en coupe directe avec une ensileuse à fléaux et préparé sans addition de conservateur alors qu'elle est presque équivalente à celle ingérée en vert pour les ensilages hachés finement et d'excellente qualité parce que préparés avec addition d'acide formique. Ce n'est donc qu'avec ces derniers ensilages que les performances animales seront très voisines de celles permises par les fourrages verts de départ; c'est ainsi que les ensilages de graminées, récoltés à l'apparition des premiers épis, et offerts à volonté aux animaux, couvrent, s'ils sont hachés finement et d'excellente qualité, les besoins énergétiques de 12 à 16 kg de lait (selon les espèces végétales) chez la vache (cf. tableau 2) et permettent des gains de poids vif de 600 à 800 g par jour chez la génisse de 1 an ne recevant pas d'autre complémentation que minérale (cf. tableau 3) et de 1000 à 1200g par jour chez le taurillon à l'engrais recevant par ailleurs 1,5 à 2 kg d'aliment concentré. L'économie d'aliment concentré est donc importante par rapport à des régimes à base de foin (cf. tableau 4 où on notera aussi que l'ensilage préfané a une valeur laitière inférieure à l'ensilage direct bien conservé: la production laitière est plus faible malgré des quantités ingérées plus élevées).

## 7 — CONCLUSION

La réussite des ensilages d'herbe a été considérée pendant longtemps comme très aléatoire. Il n'en est plus de même aujourd'hui. L'ensilage n'est pas plus un mal nécessaire qu'on subissait pour régulariser l'exploitation du pâturage mais une technique très valable de conservation, permettant de récolter les fourrages à leur stade optimal après avoir intensifié leur production.

Pour réussir les ensilages, encore faut-il appliquer les principes nécessaires à leur réussite et pour cela il faut d'abord les avoir bien compris. Actuellement l'utilisation des ensileuses à coupe fine et des films plastiques permet déjà une amélioration considérable de la qualité de conservation et par là des performances animales permises. Cependant un préfanage à 35% ou l'emploi d'un conservateur efficace sont indispensables pour certains fourrages tels que la luzerne ou dès lors qu'on veut obtenir une excellente qualité de conservation avec des graminées riches en eau, parce que récoltées à un stade jeune ou lors de mauvaises conditions climatiques.

TABLEAU 2 — Quantités d'ensilage ingérées et performances des vaches laitières recevant à volonté des ensilages d'herbe récoltés en coupe directe avec une ensileuse à tambour-hacheur et préparés avec addition d'acide formique. (INRA d'Orival — 1972-1982).

|                            | Teneur en MS (%) | pH          | N-NH <sub>3</sub> |             | Acide acétique (g/kg MS) | Dig. MO %   | Matière sèche ingérée (kg) en % du poids vif |             | kg/vache/jour |             | Persistance mensuelle de la production de lait (%) | Gain de poids vif (g/jour) | Lait 4 % permis par l'ensilage (énergie) |
|----------------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|--------------------------|-------------|--|-------------|---------------|-------------|--|----------------------------|--|
|                            |                  |             | N total (%)       | Ensilage    |                          |             | Concentré                                    | Lait brut   | Lait 4 %      |             |  |                            |  |
|                            |                  |             |                   |             |                          |             |  |             |               |             |  |                            |  |
| Fléole (1°C)               | 21,5             | 3,67        | 3,8               | ND          | 12,0                     | 73,4        | 2,24   | 0,42        | 17,8          | 18,5        | 90,1   | + 213                      | 14,2                                     |
| RGA (1°C)                  | 22,0             | 3,90        | 7,0               | ND          | 23,2                     | 78,7        | 2,31   | 0,16        | 19,5          | 18,9        | 85,9   | + 160                      | 17,9                                     |
| Trèfle violet (1°C)        | 23,0             | 3,87        | 5,8               | ND          | 16,0                     | 65,6        | 2,16   | 0,44        | 20,1          | 17,9        | 92,9   | + 150                      | 11,0                                     |
| Trèfle violet-Fléole (1°C) | 22,4             | 3,74        | 5,0               | 52,8        | 12,8                     | 69,1        | 2,04   | 0,49        | 18,2          | 17,2        | 93,7   | + 111                      | 9,7                                      |
| " " (2°C)                  | 24,1             | 4,10        | 7,0               | 37,4        | 16,6                     | 66,3        | 2,29   | 0,42        | 20,0          | 18,4        | 93,7   | + 114                      | 11,4                                     |
| RGA (1°C)                  | 22,0             | 3,75        | 7,1               | 64,0        | 21,0                     | 76,3        | 2,22   | 0,38        | 20,4          | 19,2        | 90,3   | + 54                       | 13,9                                     |
| Trèfle violet-Fléole (2°C) | 22,4             | 3,83        | 3,8               | 28,8        | 10,2                     | 61,4        | 2,30   | 0,50        | 21,2          | 19,5        | 95,6   | + 10                       | 10,8                                     |
| RGA (2°C)                  | 20,2             | 4,24        | 8,2               | 66,2        | 27,4                     | 74,7        | 1,71   | 0,97*       | 23,1          | 22,4        | 91,0   | + 70                       | 8,8                                      |
| RGA (1°C)                  | 22,3             | 3,94        | 4,2               | 41,2        | 14,8                     | 71,8        | 2,16   | 0,61        | 23,6          | 22,6        | 89,9   | + 194                      | 15,0                                     |
| Prairie naturelle (1°C)    | 21,9             | 4,06        | 5,3               | 48,6        | 12,9                     | 70,1        | 2,40   | 0,58        | 22,0          | 21,2        | 86,7   | + 269                      | 14,1                                     |
| RGA (1°C)                  | 21,9             | 3,94        | 5,3               | 46,0        | 20,5                     | 73,6        | 2,21   | 0,69        | 23,0          | 22,0        | 87,5   | + 120                      | 13,2                                     |
| Dactyle (1°C)              | 21,1             | 4,03        | 6,5               | 50,6        | 19,0                     | 72,6        | 2,13   | 0,73        | 23,7          | 22,8        | 86,4   | + 115                      | 12,6                                     |
| RGA (1°C)                  | 22,5             | 3,97        | 5,5               | 50,3        | 16,5                     | 74,5        | 2,21   | 0,70        | 24,9          | 24,7        | 90,1   | + 300                      | 14,5                                     |
| <i>Moyenne</i>             | <i>22,1</i>      | <i>3,93</i> | <i>5,73</i>       | <i>48,6</i> | <i>17,1</i>              | <i>71,4</i> | <i>2,18</i>                                  | <i>0,55</i> | <i>21,3</i>   | <i>20,4</i> | <i>90,3</i>  | <i>+ 145</i>               | <i>12,9</i>                              |

\* à base des pulpes déshydratées

TABLEAU 3 — Quantités d'ensilage ingérées et croissance hivernale des génisses laitières de 1 an recevant à volonté des ensilages d'herbe récoltés en coupe directe avec une ensileuse à tambour hacheur et préparés avec addition d'acide formique. (INRA d'Orci-val — 1973 - 1982).

|   | Matière sèche de l'ensilage | pH   | N-NH <sub>3</sub> | N soluble dans l'eau |    | Acide acétique (g/kg MS) | Digestibilité du la matière organique de l'ensilage (%) | Matière sèche ingérée (kg) en % du poids vif |                        | Gain de poids vif (g/jour) |
|---|-----------------------------|------|-------------------|----------------------|----|--------------------------|---|--|------------------------|----------------------------|
|   |                             |      |                   | % de N total         |    |                          |   | Ensilage                                     | Concentré + minéraux   |                            |
| Ray-grass anglais 1 <sup>er</sup> cycle                   | 23,3                        | 3,95 | 14,8              | ND                   | ND | 22,1                     | 77,5  | { 1,87<br>1,81                               | { 0,13<br>0,39         | 980<br>1040                |
| Prairie naturelle 1 <sup>er</sup> cycle                   | 22,4                        | 3,92 | 6,6               | ND                   | ND | 31,1                     | 68,0  | { 1,86<br>1,78                               | { 0,15<br>0,47         | 807<br>917                 |
| Ray-grass anglais 1 <sup>er</sup> cycle                   | 21,1                        | 3,86 | 5,4               | 56,0                 |    | 19,2                     | 74,8  | { 1,85<br>1,69                               | { 0,05<br>0,33         | 781<br>828                 |
| Ray-grass anglais 2 <sup>ème</sup> cycle                  | 22,5                        | 3,86 | 7,4               | 48,6                 |    | 13,1                     | 65,0  | { 1,75<br>1,69                               | { 0,06<br>0,33         | 611<br>827                 |
| Ray-grass anglais 1 <sup>er</sup> cycle                   | 22,5                        | 3,93 | 6,1               | 48,6                 |    | 25,5                     | 68,9  | { 1,98<br>1,92                               | { 0,06<br>0,35         | 906<br>890                 |
| Ray-grass anglais 1 <sup>er</sup> cycle                   | 21,6                        | 4,12 | 10,1              | 62,1                 |    | 34,7                     | 65,8  | { 1,53<br>1,37                               | { 0,18<br>0,43         | 613<br>676                 |
| Ray-grass anglais 2 <sup>ème</sup> cycle                  | 20,9                        | 3,86 | 6,4               | 49,8                 |    | 23,4                     | 69,0  | { 1,85<br>1,74                               | { 0,09<br>0,35         | 813<br>779                 |
| Dactyle 1 <sup>er</sup> cycle                             | 19,6                        | 4,29 | 8,0               | 41,9                 |    | 14,2                     | 67,3  | { 2,15<br>2,05<br>1,97                       | { 0,05<br>0,19<br>0,33 | 813<br>901<br>892          |
| Prairie naturelle 1 <sup>er</sup> cycle (après déprimage) | 21,9                        | 4,14 | 7,6               | 49,8                 |    | 21,8                     | 71,3  | 1,94   | 0,02                   | 890                        |
| Dactyle 1 <sup>er</sup> cycle                             | 22,7                        | 4,38 | 9,0               | 40,0                 |    | 30,0                     | 65,7  | 1,92   | 0,03                   | 787                        |
| Moyenne   | 21,9                        | 4,03 | 7,1               | 49,6                 |    | 23,5                     | 69,3  | 1,87<br>1,75                                 | 0,08<br>0,37           | 800<br>856                 |

TABLEAU 4 — Comparaison entre l'ensilage direct et l'ensilage préfané sur les quantités ingérées et les performances des vaches laitières. (Andrieu *et al.*, INRA d'Orcival — hiver 1981-1982).

|   | Ray-grass anglais 1 <sup>er</sup> cycle             |   | Fléole<br>1 <sup>er</sup> cycle<br>Foin <sup>(1)</sup> |
|---|---|---|--|
|   | Ensilage direct<br>coupe fine +<br>+ acide formique | Ensilage préfané<br>coupe fine<br>Sans conservateur |  |
| Longuer moyenne des brins (cm)            | 2,5   | 4,7   |  |
| Teneur en matière sèche                   | 22,5  | 31,6  | 84,3   |
| pH de l'ensilage                          | 3,97  | 4,74  |  |
| N-NH <sub>3</sub> % N total               | 5,5   | 12,1  |  |
| N soluble % N total                       | 50,3  | 60,8  |  |
| Acide acétique                            | 16,5  | 17,4  |  |
| Acide butyrique                           |   |   |  |
|   | 1,3   | 20,0  |  |
| Matière sèche ingérée (kg/jour/vache)     |   |   |  |
| . ensilage ou foin                        | 13,0  | 13,5  | 11,7   |
| . concentré                               | 4,1   | 4,2   | 6,2  |
| . totale                                  | 17,1  | 17,7  | 17,9   |
| Lait 4% produit (kg/jour/vache)           | 24,7  | 23,3  | 20,9   |
| Taux butyreux (g p.1000)                  | 38,9  | 39,0  | 38,3   |
| Taux matières azotées (g p.1000)          | 31,0  | 30,8  | 29,7   |
| Variations de poids vif (g/jour)          | + 300   | + 290   | + 220  |
| Lait 4% permis par la ration de base (kg) | 14,5  | 13,3  | 6,1  |

<sup>(1)</sup> Le foin n'est pas comparable aux ensilages mais les 3 lots de vaches sont comparables entre eux.