

## *DONNEES RECENTES SUR L'ENSILAGE DES SOUS-PRODUITS DE LA BETTERAVE INDUSTRIELLE*

**D**EPUIS UNE DIZAINE D'ANNEES, LE LABORATOIRE DE RECHERCHES SUR LES PLANTES FOURRAGERES DE ROUEN A ETE AMENE A ETUDIER L'ENSILAGE DES PULPES ET celui des feuilles et collets de la betterave industrielle dont la culture joue un rôle important en Seine-Maritime. Ces recherches ont porté sur une analyse assez complète des produits ensilés et sur les techniques d'ensilage qu'il convenait de préconiser. Dans les quelques pages qui suivent, nous rappellerons quelques déterminations analytiques que nous avons réalisées au laboratoire et nous ferons état des essais auxquels nous nous sommes livrés. Nous terminerons en donnant quelques indications sur l'intérêt économique de ces ensilages (1).

### **DONNEES ANALYTIQUES**

Nous donnons ci-dessous un certain nombre d'indications concernant des ensilages de pulpes et des feuilles et collets de betteraves de bonne qualité.

TABLEAU N° 1

	Pulpes	Feuilles & Collets
pH	3,7	4,2
Acidité totale en SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> 0/00 mat. fraîche	2,1 — 10,0	5,0 — 12,0
Matière sèche % mat. fraîche	10	15 — 20
Mat. azotées totales % M.S.	11	13
% N total :		
N protéique	65,2	48
N soluble eau	34,8	52
N (NH <sub>3</sub> )	5,1	5,4
N (NO <sub>3</sub> )	1,4	2,5
N asparagine	1,6	2,5
N polypeptidique	0	0,5
N aminé total	15,3	13,2
N amidé total	1,6	2,5
Sucres solubles % M.S.	2	0,5
Glucides facilement hydrolysables % M.S.	25	14
Cellulose brute % M.S.	20	14
Acide lactique 0/00 Mat. fraîche	0,4 — 5	2 — 15
Acide acétique »	1 — 6	1 — 10
Acide butyrique »	0,2	0,5
Matières minérales % M.S.	6	12
P »	0,15	0,35
Ca »	0,95	1,20
K »	1,40	3,0
Na »	0,30	0,80

Les chiffres que nous présentons dans le tableau précédent peuvent être très variables. Pour des pH peu différents, on peut avoir des acidités totales plus ou moins élevées qui dans une certaine mesure permettent de se rendre compte du pouvoir tampon des ensilages examinés. Pour des ensilages de bonne qualité, notons que le pH observé dans les feuilles et collets est généralement plus élevé que celui des pulpes. On trouve des quantités de matières azotées totales plus importantes dans les feuilles et collets que dans les pulpes et ceci d'autant plus qu'ils sont plus riches en feuilles. Nous remarquerons que cet azote est pour moitié sous forme soluble dans les feuilles et collets alors que dans le cas des pulpes il n'atteint que 35 %.

La teneur des feuilles et collets en glucides est assez faible par suite de leur utilisation pour les fermentations. Quant à la concentration en cellulose brute, elle dépend des processus fermentaires au cours desquels une partie de l'azote et des sucres sont hydrolysés et se retrouvent dans les eaux de drainage.

Les quantités d'acide lactique peuvent être également très variables suivant le type de fermentation qui s'installe dans le silo et les teneurs en sucres du fourrage ensilé. C'est ainsi que dans les ensilages de pulpes de sucrerie moins épuisées, on a observé des taux d'acide lactique beaucoup plus élevés que dans les pulpes de distillerie.

En ce qui concerne les teneurs en acides acétique et butyrique, LIEBSCHER a défini les limites de tolérance des animaux à leur égard en 1931.

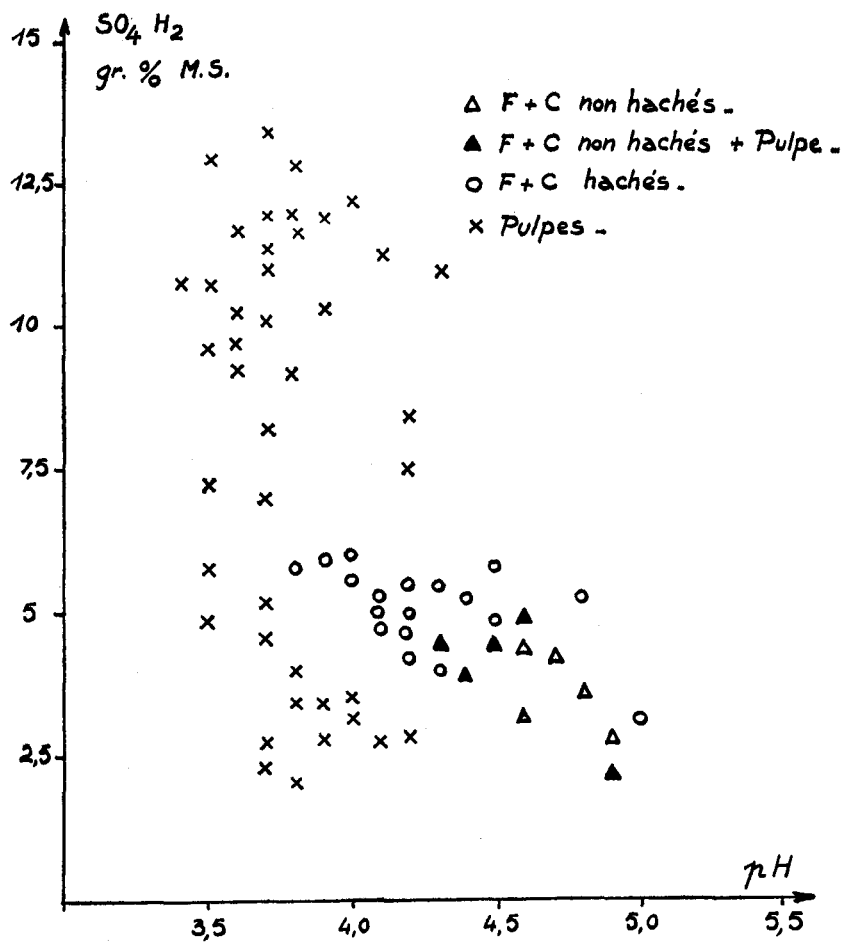
Des essais zootechniques effectués à Vaux-sur-Aure par M. COLEOU sous les auspices de la sucrerie de Courseulles (M. A. BOUCHON) ont montré qu'en réalité les bœufs à l'engrais semblaient supporter des quantités plus élevées que celles indiquées par LIEBSCHER (acide acétique : 0,25 g/kg poids vif ; acide butyrique : 0,42 g) allant jusqu'à quatre fois plus d'acide acétique et moitié plus d'acide butyrique.

On remarquera dans la composition de la matière minérale, les teneurs élevées des feuilles et collets en potassium et en sodium. D'autre part si les pourcentages de calcium sont suffisants, il n'en est pas de même pour le phosphore qui se trouve en quantité particulièrement faible dans la pulpe.

Afin de mettre en évidence des corrélations éventuelles entre les diverses déterminations effectuées, nous avons établi des graphiques faisant intervenir le pH, l'acidité totale, l'acide lactique, le rapport de dégradation de la matière azotée, les glucides, la cellulose brute, les pertes de matière sèche. Il est rare de pouvoir observer des relations étroites entre ces différentes données à cause de la complexité des processus fermentaires qui se produisent dans un silo et dont ne rendent qu'incomplètement compte les analyses relativement simples que nous faisons.

Le graphique que nous donnons ici porte en ordonnées les teneurs en acide sulfurique pour cent de matière sèche et en abscisses les pH correspondants des sous-produits de la betterave ensilée que nous avons analysés.

Ce graphique (voir p. 66) fait bien apparaître une relative stabilité du pH des ensilages de pulpes quelle que soit l'importance de leur évolution fermentaire. En ce qui concerne les verts de betteraves, leur pH semble dépendre plus étroitement de leur teneur en acides libres totaux. C'est peut-être l'intérêt du mélange des pulpes et des feuilles et collets de maintenir une stabilité du pH de la masse ensilée.



### PRATIQUE DE L'ENSILAGE

Les essais que nous avons poursuivis nous ont permis d'examiner l'influence de diverses techniques d'ensilage sur la qualité du produit obtenu. Nous allons maintenant rassembler les conclusions pratiques des observations

que nous avons faites au cours de nos expérimentations sur les sous-produits de la betterave.

#### **Hachage des feuilles et collets**

L'ensilage des verts est nettement amélioré par le hachage qui permet d'obtenir des pH plus bas, des acidités lactiques plus élevées et des teneurs plus faibles en bases volatiles. Les feuilles et collets non hachés ont donné des ensilages pratiquement inutilisables pour l'alimentation du bétail à cause de leur état de pourriture.

#### **Mélange des verts et des pulpes**

Voyons maintenant dans quelle mesure l'addition de pulpes à des feuilles et collets peut présenter de l'intérêt. L'ensilage peut être réalisé soit en disposant les verts et les pulpes en lits successifs, soit en plaçant la pulpe en couverture. D'après l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, le mélange est d'autant meilleur que la proportion de pulpe est plus élevée (75 % de pulpe pour 25 % de vert).

On peut reprocher à cette pulpe d'apporter une masse d'eau importante à l'intérieur du silo. Nous avons d'autre part remarqué que l'addition de pulpes à des feuilles et collets hachés entraîne des pertes plus importantes en U.F. et M.A.D.

Cette pulpe qui constitue un élément peu actif dans l'évolution des fermentations nous est apparue jouer un rôle mécanique non négligeable et il est incontestable que pour des verts de betteraves non hachés, la pulpe ajoutée a le grand mérite de pénétrer dans les vides et de permettre une meilleure protection contre l'air.

Les résultats portant sur l'analyse chimique et le bilan montrent que le mélange de pulpe à des feuilles et collets n'est indispensable que lorsque les verts sont ensilés non hachés. Cependant un argument en faveur du mélange de feuilles et collets hachés à de la pulpe nous est fourni par SIMON qui a observé que le bétail ne mange pas volontiers l'ensilage de feuilles et collets hachés malgré sa qualité, de telle manière que l'engraissement est alors moins rapide qu'avec l'ensilage de verts et pulpes.

#### **Tassement**

Un bon tassement est une condition essentielle à réaliser pour réussir un ensilage. En effet, il a pour but d'éliminer l'air qui favorise les réactions

d'oxydation élevant la température de la masse ensilée au détriment des sucres. Il est d'autant plus nécessaire que le fourrage est plus pauvre en eau. C'est le cas notamment des feuilles et collets ayant subi une certaine dessiccation. On peut attribuer aux difficultés de tassement le mauvais comportement des feuilles et collets non hachés.

Quant au tassement des pulpes, s'il s'impose lorsqu'elles sont sous forme de cossettes fermes et bien détachées, il ne nous apparaît pas facile quand elles sont très écrasées par suite du pourcentage élevé d'humidité qu'elles renferment.

Un indice qui permet de se rendre compte de l'efficacité du tassement initial est fourni par l'observation de la température maximum enregistrée dans le silo pendant les jours qui suivent l'ensilage. Nous avons obtenu les températures les plus élevées dans les silos de feuilles et collets non hachés (55° C). Le hachage a fait descendre cette température à 20° C.

### **Protection contre les intempéries**

Il ne semble pas qu'on puisse discuter l'avantage d'assurer au silo une protection contre les eaux de pluie. Le lessivage de l'ensilage a pour conséquence une perte importante de substances nutritives solubles, notamment des sucres et de l'acide lactique dont le départ favorise l'apparition de moisissures.

Des recherches anglaises récentes ont montré que dans des silos non couverts, l'infiltration par la partie supérieure arrive à faire perdre 12 à 35 % de la valeur fourragère des couches supérieures de l'ensilage.

Des essais que nous avons faits sur les sous-produits de la betterave, il ressort que la protection d'un silo contre les intempéries est une nécessité qui s'impose davantage pour les feuilles et collets que pour les pulpes. Cette constatation ne doit cependant pas nous conduire à encourager l'abandon des pulpes sur le sol, sans abri, dans la cour de ferme, comme on le voit trop souvent.

### **Drainage**

La bibliographie que nous avons consultée sur ce sujet comporte des indications contradictoires sur la nécessité de drainer les silos. Les résultats que nous avons tout d'abord obtenus ne nous permettant pas de nous prononcer d'une façon affirmative, nous avons été amenés après plusieurs années à expérimenter avec répétitions pour déterminer l'influence du drainage sur la qualité de l'ensilage et sur les pertes qu'il occasionne.

Dans les conditions dans lesquelles nous avons travaillé, c'est-à-dire en utilisant de petits silos bien tassés et couverts, renfermant 1 500 kg de pulpes ou 1 000 kg de feuilles et collets hachés, le drainage n'a fait apparaître aucun avantage marqué non seulement en ce qui concerne les pertes mais aussi au point de vue de la qualité du produit ensilé ; bien au contraire, pour les feuilles et collets, l'absence de drainage a permis de réduire significativement les pertes de matière sèche.

Des essais sur des ensilages de pulpes réalisés à Vaux-sur-Aure par la Sucrerie BOUCHON ont donné des résultats identiques en ce qui concerne le drainage. Les notes de qualité obtenues par les ensilages drainés sont toujours inférieures à celles qui correspondent aux silos non drainés. D'autre part, une comparaison qui a porté sur des pulpes à 8,10 et 12 % de matière sèche, a montré la supériorité de celles dont la teneur est la plus élevée.

### Conservateurs

Un certain nombre de nos essais ont eu pour but d'examiner l'intérêt qu'il peut y avoir à adjoindre des produits conservateurs à des feuilles et collets hachés ou à des pulpes. L'observation des rapports :

$$\frac{\text{acidité lactique}}{\text{acidité totale}} \quad \text{et} \quad \frac{\text{N des bases volatiles}}{\text{N total}}$$

qui permettent d'apprécier la qualité d'un ensilage ne fait pas apparaître la nécessité de l'emploi de « Sovilon », de « Norsil » ou de métabisulfite de soude. Quant à l'essai récent de la « Térachine » (sel d'ammonium quaternaire) avec répétitions, il a montré l'inefficacité de l'utilisation de ce bactéricide aux doses indiquées (100 cc dans 70 à 80 l d'eau par couche de 25 cm d'épaisseur de pulpes d'une surface de 12 m<sup>2</sup>).

A Vaux-sur-Aure, les notes de qualité des ensilages de pulpes ont été nettement améliorées par l'emploi d'acide formique ou sulfurique comme conservateur.

### Pertes et jus

Rappelons que selon A.J.G. BARNETT, les pertes de matière sèche occasionnées par l'écoulement des jus sont de l'ordre de 5 à 6 %. C'est l'ordre de grandeur que nous avons trouvé au cours de nos premiers essais. La composition moyenne des jus que nous donnons dans le tableau n° 2 montre sur quels constituants portent ces pertes.

TABLEAU N° 2

	Ensilage de feuilles et collets avec pulpe	Ensilage de feuilles et collets sans pulpe
pH	4,4	4,2
En g/l de jus :		
Matière sèche	36	52
Matière organique	24	36
Matière minérale	12	16
N total	1,0	1,4
% de N soluble :		
N (NH <sub>3</sub> )	9,2	11,0
N (NO <sub>3</sub> )	3,8	3,2
N des amides totales	7,5	7 — 12
N des amides instables	3,4	4,6
N asparagine	4,2	4,6
N aminé total	33,0	40,0
Sucres réducteurs	1,2 — 0,6	5,6 — 0,8
Sucres totaux	2 — 0,8	6 — 0,9
Acide lactique	9,5	13,5
Acide acétique	3 — 5	2
Acide butyrique	0 — 0,5	0,2 — 0,7
K	4,2 — 0,2	4,5 — 0,1

On remarque des pertes importantes de sucres solubles au début de l'ensilage et d'acide lactique pendant toute sa durée. La concentration des jus est plus élevée pour le silo de feuilles et collets sans pulpes.

Précisons que l'écoulement total des jus de drainage a été de 320 l pour le silo de feuilles et collets avec pulpes (590 kg F et C + 900 kg pulpes) et de 250 l pour le silo rempli uniquement de verts de betteraves (1 430 kg de F et C).

Certains auteurs ont proposé de récupérer ces jus pour la nourriture des porcs. Les teneurs de ces jus en matière azotée, en sucre et en acide lactique nous ont amenés à comparer dans un précédent mémoire, leur valeur alimentaire à celle du petit lait couramment utilisé en porcherie. L'observation de leurs compositions respectives montre la pauvreté relative des jus d'ensilage en matière organique et la mauvaise qualité de leur matière azotée qui comporte une forte proportion de formes dégradées de l'azote alors que celle du petit lait est de la caséine.

Ceci conduirait à donner aux porcs 4 à 5 fois plus de jus d'ensilage que de petit lait, or on ne peut en donner plus de 5 litres.



En ce qui concerne les pertes totales occasionnées par l'ensilage, les derniers essais que nous avons effectués sur des pulpes de betteraves nous ont permis de mettre en évidence les pertes de matière sèche importantes qui se produisent dans les silos drainés quand on prolonge la durée de l'ensilage. C'est ainsi que dans les mêmes conditions expérimentales, elles ont atteint 65 % de la matière sèche en effectuant le désilage au début du mois d'octobre alors qu'elles étaient de 33 % à la mi-mai. Cette différence est due à la reprise des fermentations et des hydrolyses sous l'influence des chaleurs de l'été. Ces résultats nous conduisent à conseiller aux agriculteurs d'utiliser leurs ensilages pendant l'hiver et le printemps qui suivent la mise en silo.

### **DONNEES ECONOMIQUES**

L'utilisation des sous-produits de la betterave industrielle comme aliments du bétail pose tout naturellement le problème de la valeur fourragère de ces ensilages mais aussi celui du prix auquel revient l'unité fourragère des pulpes et des verts.

1°) *En ce qui concerne les pulpes*, elles sont généralement la propriété des cultivateurs qui ont livré les racines à la sucrerie et il a été tenu compte de leur valeur dans le prix fixé par l'usine pour la betterave. Comment estimer cette valeur ? La pulpe ensilée, comparée à des poids égaux de betterave fourragère, a donné des résultats supérieurs pour l'engraissement des bovins : il semble que l'état de division des pulpes et leur richesse en bactéries favorisent la digestibilité de cet aliment riche en eau et pauvre en matière azotée totale. Les pulpes ensilées sont pauvres en matière sèche ; il est souvent nécessaire d'en apporter une douzaine de kg aux animaux pour leur fournir l'équivalent énergétique d'une unité fourragère. Dans de telles conditions, comme les pertes au cours de l'ensilage sont fréquemment voisines de 40 %, on peut estimer qu'il faut ensiler une vingtaine de kg de pulpes pour retrouver une unité fourragère. Eu égard au transport et aux frais de main-d'œuvre pour la réalisation du silo, il semble que le prix des pulpes au départ de l'usine doive se situer aux environs de 0,01 N.F. le kg.

2°) *En ce qui concerne les feuilles et collets*, on peut envisager de les utiliser de trois façons différentes : enfouissement comme engrais vert, consommation sur place ou à l'herbage, ensilage. Dans tous les cas, l'agriculteur aura à décider de l'utilisation la plus avantageuse. L'apport des feuilles et collets à l'herbage, quand ils sont distribués çà et là, peut avoir de graves inconvénients pour l'herbe qu'ils détériorent.

L'ensilage des verts de betteraves exige du travail et comporte des pertes importantes ; nous avons vu qu'il importait qu'ils ne soient pas souillés de terre.

La valeur fertilisante de la tonne de feuilles et collets peut être estimée à 15 N.F. On peut considérer que c'est le prix que vaut une tonne de verts lorsqu'elle est consommée sur place.

Dans de telles conditions, l'ensilage de feuilles et collets aurait une valeur voisine de 0,03 N.F. par kg.

L'unité fourragère ressortirait ainsi à 0,20 — 0,25 N.F., prix relativement élevé, qui n'est acceptable que pour une nourriture d'hiver.

L. HEDIN, Mlle E. DUVAL