



PULPE DE BETTERAVE SURPRESSÉE

Définition

La pulpe de betterave surpressée est un des coproduits du surpressage des cossettes de betterave sucrière *Beta vulgaris* L. spp *vulgaris* var. *altissima* Doell, dont on a extrait le sucre par diffusion.

Le décret 86/1037 du 15 septembre 1986 modifié le 23 août 2000 (Annexe 1, Partie B) fixe sa teneur maximale en cendres insolubles dans HCl à 4,5 % de la matière sèche.

Sommaire

Partie 1 - Composition chimique de la pulpe de betterave surpressée

Partie 2 - Valeur alimentaire de la pulpe de betterave surpressée

Partie 3 - Processus industriel amenant à la production de pulpe de betterave surpressée

La fabrication de sucre par diffusion

Les adjuvants de surpressage utilisés

Effets nocifs des adjuvants de surpressage pour les animaux

Conduite à tenir en cas de rations excédentaires en soufre

Partie 4 - Conservation de la pulpe de betterave surpressée par ensilage

Règles à suivre pour réussir un ensilage de pulpe de betterave surpressée

Caractéristiques d'un bon ensilage de pulpe de betterave surpressée

Les risques sanitaires liés à l'utilisation de pulpe de betterave surpressée

Les spores butyriques

Autres micro-organismes présents dans l'ensilage de pulpe

Autres problèmes de conservation : les pulpes "grasses" ou "jaunes"

Les substances et produits indésirables

Les conservateurs d'ensilage

Partie 5 - La pulpe de betterave surpressée en alimentation des ruminants

Les atouts de la pulpe de betterave surpressée

Recommandations liées à l'utilisation de la pulpe de betterave surpressée

Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les vaches laitières

La pulpe de betterave surpressée : un aliment galactogène

Surveiller les quantités distribuées

Exemple de ration pour vaches laitières

Résultats d'essais zootechniques

Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les taurillons

Un aliment très énergétique qui autorise de bonnes croissances

Ne pas négliger la complémentation azotée et minérale

Exemples de rations pour taurillons

Résultats d'essais zootechniques

Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les vaches allaitantes

Un aliment énergétique à rationner

Exemples de rations pour vaches allaitantes

Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les ovins et les caprins

Alimentation des brebis allaitantes

Alimentation des agneaux

Alimentations des caprins

Exemples de rations pour ovins et caprins

Résultats d'un essai zootechnique sur ovins

Partie 6 - Disponibilités, approvisionnement de la pulpe de betterave surpressée et Prix

Pour en savoir plus (références bibliographiques)

Adresses utiles et Sites Internet

1 - Composition chimique de la pulpe de betterave surpressée

La pulpe de betterave surpressée du fait même de son origine, n'est pas de qualité constante et présente des variations de composition chimique.

Aucune spécification n'existe, en France ou au niveau communautaire, en ce qui concerne la teneur minimale en matière sèche ou des autres composants chimiques, exceptée la teneur en cendres insolubles dans HCL qui ne doit pas dépasser 4,5% de la MS. Néanmoins, il est possible de retenir des valeurs moyennes présentées dans le tableau 1, complétées par les variations couramment observées sur le terrain.

Tableau 1 : Composition chimique de la pulpe de betterave surpressée

	Moyenne	Extrêmes
Matière sèche (%)	22	16 - 33
Matières minérales (% MS)	9	6.5 - 13.5
Matières azotées totales (% MS)	10	8.1 - 12.4
Cellulose brute (% MS)	20	17.5 - 23
Matières grasses (% MS)	1.5	0.8 - 2.2
Calcium (g/kg MS)	15	7 40
Phosphore (g/kg MS)	1	0.8 - 1.2
Potassium (g/kg MS)	8	5 - 10
Sodium (g/kg MS)	1	0.5 - 1.5
Magnésium (g/kg MS)	1.5	1.2 - 1.7
Soufre (g/kg MS)	2	1 - 4
Manganèse (mg/kg MS)	50	35 - 60
Cuivre (mg/kg MS)	5	4 - 7
Zinc (mg/kg MS)	19	16 - 25
Aluminium (mg/kg MS)	700	Maxi 2500

La pulpe de betterave surpressées présente une **teneur en matière sèche moyenne de 22 à 23%** selon les années, mais cette valeur peut varier de 19 à 32% à la sortie des presses. Les teneurs faibles peuvent être dues à des accidents de fabrication, à des problèmes de qualité ou de maladies des betteraves.

Les teneurs élevées se rencontrent dans les usines qui surpressent au maximum en vue d'une déshydratation ultérieure

La **teneur en matières totales** se situe **autour de 10% de la MS** avec des variations limitées autour de cette valeur.

Les valeurs mesurées de **cellulose brute** présentent très peu de variations autour d'une **valeur moyenne d'environ 20 %**. Des analyses plus fines de fractionnement montrent que l'ensemble des parois végétales des pulpes surpressées correspondent à plus de la moitié de la MS (**NDF environ 52 %**), mais les **teneurs en lignine sont très faibles** (de 1,5 à 2,5 %) conférant à cette paroi une bonne digestibilité.

Le taux de sucres résiduels dans la pulpe de betterave surpressée avant l'ensilage est de 3 à 5 % de la MS. Ils disparaissent très rapidement dès le début de l'ensilage puisque consommés par les bactéries lactiques. La teneur en sucres d'origine peut être plus élevée s'il y a addition de feuilles de radicules de betteraves ou de mélasse aux pulpes. Cette technique ne se pratique que dans un nombre limité d'usines, les feuilles et radicules étant de préférence incorporées aux pulpes destinées au séchage. Certains essais montrent toutefois l'avantage que l'incorporation de verts et radicules peut présenter en provoquant une rapide fermentation lactique avec baisse consécutive du pH.

Les pulpes surpressées présentent couramment des **teneurs en matières grasses très faibles** (de l'ordre de 1 % de la MS).

La **teneur en matières minérales** des pulpes surpressées est un sujet de préoccupation. La valeur moyenne observée se situe **autour de 9 % de la MS**. Mais la **variation autour de cette teneur est extrêmement large** : d'une sucrerie à l'autre et d'une année à l'autre, les taux moyens s'échelonnent entre 6,5 et 13,5 % de la MS. Les valeurs élevées sont dues à un lavage insuffisant des betteraves ou des verts et radicules lorsque ceux-ci sont ajoutés aux pulpes. Ceci est confirmé par des teneurs très variables en silice dont certaines atteignent 5 %.

Remarque : Une nouvelle technique d'extraction en milieu basique du sucre donne des pulpes dont les teneurs en calcium et phosphore sont différentes de celles observées en diffusion classique (acide). Ainsi, la teneur en Ca peut être supérieure de 8 à 12 g et la teneur en P peut tripler.

Comparativement aux autres aliments disponibles pour le rationnement des ruminants, la pulpe de betterave apparaît comme un aliment riche en calcium. Ce **taux de calcium** est sujet à des variations importantes entre sucreries, mais aussi pour une même sucrerie : ils peuvent aller **de 10 à 30 g/kg de MS**.

En outre, le calcium présent dans les pulpes provient de la terre restée collée aux betteraves après lavage et surtout du sulfate de calcium utilisé comme adjuvant de pressage.

En revanche, les pulpes surpressées sont **très pauvres en phosphore, en zinc et cuivre** et **assez bien pourvues en potassium, sodium, manganèse et magnésium**.

Les teneurs en aluminium sont fortement influencées par l'addition de sulfate d'aluminium : 977 mg/kg de MS contre 617 mg pour les pulpes issues d'usines n'employant pas cet adjuvant. **C'est la forme soluble de l'aluminium qui est dangereuse** et qu'il convient de rechercher par analyse à défaut d'informations données par la sucrerie. On trouvera de 100 à 900 mg d'aluminium soluble par kg de MS de pulpe dans les usines utilisant le sulfate d'alumine et moins de 100 mg dans les autres.

La **teneur en soufre** des pulpes surpressées est **de l'ordre de 1 g/kg de MS** (0 à 2 g). L'utilisation de sulfate (de calcium ou d'alumine) comme adjuvant de surpressage n'entraîne pas, dans les conditions normales d'utilisation, d'augmentation sensible de cette teneur.

En cas d'incident à la sucrerie, la teneur en soufre des pulpes peut augmenter et atteindre de 2,5 à 3,5 g/kg de MS (8 à 10 g de sulfate), seuils qu'il est conseillé de ne pas dépasser sous peine de bloquer l'assimilation par le ruminant des oligo éléments Cu et Zn notamment (ce seuil de 3 g/kg de MS s'applique pour la ration totale mais par raison de sécurité, on conserve ce seuil pour les pulpes seules).

Les teneurs maximales souhaitées par kg de MS sont pour l'aluminium de 1000 mg et pour le soufre de 3 g.

2 - Valeur alimentaire de la pulpe de betterave surpressée

♦ Valeur énergétique de la pulpe de betterave surpressée

Malgré la forte teneur en cellulose brute de la pulpe de betterave surpressée, la digestibilité de la matière organique chez les ruminants est relativement élevée (de l'ordre de 82 à 83 %) du fait de sa faible teneur en lignine des parois, conférant à cet aliment une bonne valeur énergétique. Cette valeur énergétique est néanmoins fortement influencée par la teneur en matières minérales de la pulpe :

MM (% de la MS)	5	8.5	13
UFL (/kg MS)	1.06	1.01	0.95
UFV (/kg MS)	1.05	0.99	0.92

♦ Valeur azotée de la pulpe de betterave surpressée

PDIA : 28 g / kg MS

PDIN : 60 g / kg MS

PDIE : 84 g / kg MS

Lysine : 5 à 6,3 g / kg MS

Méthionine : 1,8 à 2,3 g / kg MS

Chez les ruminants, la digestibilité apparente des matières azotées de la pulpe de betterave surpressée est de 55 % (tables INRA 1988), ce qui lui confère une valeur MAD de 54 g / kg de MS.

Ces matières azotées sont assez peu dégradables dans le rumen : leur solubilité en solution tampon varie de 10 à 15 %, tandis que les mesures de fermentescibilité en rumen artificiel sont légèrement supérieures : de 16 à 25 %. Il est à noter que des pulpes surpressées mal conservées en ensilage peuvent présenter des valeurs de solubilité supérieures (18 à 20 %).

La digestibilité réelle des protéines alimentaires a été estimée à 75 % environ. Les matières azotées de la pulpe de betterave surpressée sont bien pourvues en acides aminés essentiels lysine et méthionine.

♦ Valeur d'encombrement de la pulpe de betterave surpressée

UEL : 1,05 / kg MS

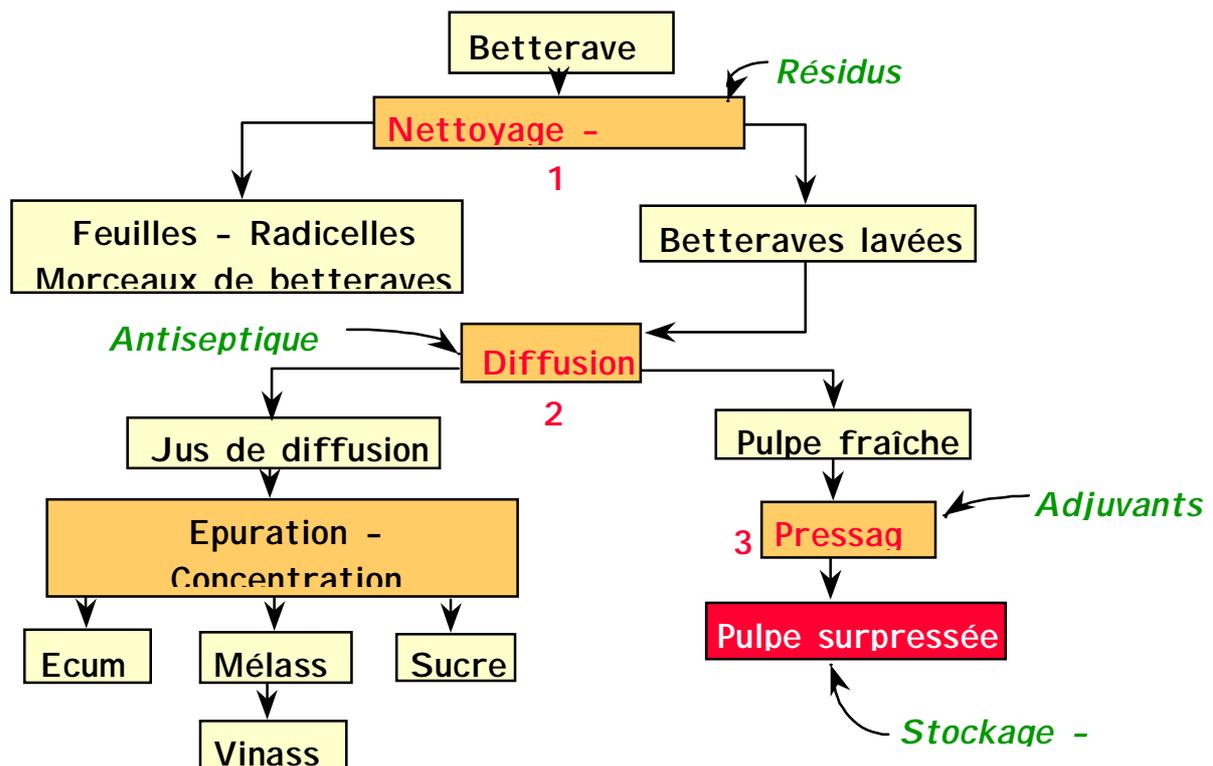
UEB : 1,05 / kg MS

UEM : 1,63 / kg MS

L'encombrement que la pulpe de betterave provoque dans le rumen est inférieur à celui de nombreux fourrages. La pulpe sèche est très bien consommée par tous les ruminants, même par de jeunes animaux.

3 - Processus de fabrication de la pulpe de betterave surpressée

3.1. - Processus de fabrication du sucre par diffusion



Au cours de la fabrication du sucre, puis du pressage de la pulpe, **plusieurs opérations de la technologie industrielle peuvent avoir une influence sur la qualité des pulpes surpressées**. A leur arrivée à l'usine, les betteraves sont lavées afin de les débarrasser de la terre. En effet, la présence de **résidus de terre** augmente la teneur en matières minérales de la pulpe et diminue sa qualité pour deux raisons :

- la concentration en matière organique est réduite, donc la valeur alimentaire baisse ;
- les risques de contamination butyrique sont accrus et peuvent entraîner une mauvaise conservation du produit.

Après le lavage, les betteraves sont découpées en cossettes (fines lanières). Le sucre contenu dans les cellules de la betterave est alors extrait à l'aide d'eau chaude selon le principe de "diffusion". Outre un jus brut contenant des sucres et des impuretés, il en résulte la pulpe fraîche qui ne contient que 2 à 4 % de sucre / kg MS.

La diffusion se réalise à température élevée (60 à 70 °C), ce qui peut favoriser le développement de micro-organismes indésirables. Il est alors parfois nécessaire d'apporter, au cours du processus de diffusion, un antiseptique. A des doses élevées d'incorporation, ce type de traitement peut perturber, par le développement de fermentations anarchiques, la conservation de la pulpe surpressée en silo.

3.2. - Les adjuvants de surpressage utilisés

Afin de favoriser le pressage des pulpes, il est pratique courante d'ajouter des adjuvants tels des sulfates d'aluminium et/ou de calcium qui, en se liant aux pectines, permettent de rigidifier les parois cellulaires et d'augmenter le rendement de l'opération.

A - Effets nocifs des adjuvants de surpressage pour les animaux

L'addition de sulfates de calcium et/ou d'aluminium en quantités excessives peut conduire à des teneurs de 3 à 5 g de soufre/kg MS des pulpes, ce qui est le double des besoins des ruminants. Or, des teneurs excessives en soufre sont nocives pour les animaux, et se traduisent par une baisse d'appétit et donc une baisse de production, des troubles digestifs et diverses manifestations résultant de carences secondaires en zinc, cuivre, sélénium, vitamine B1.

L'aluminium soluble provenant du sulfate d'aluminium forme, avec le phosphore, des phosphates particulièrement insolubles et non absorbables par l'animal qui induisent des carences en phosphore.

Le sulfate de calcium est absorbable mais augmente considérablement l'excrétion urinaire de calcium et de magnésium. L'excès de soufre interfère aussi avec l'absorption du zinc probablement après réduction des sulfates en sulfites et sulfures dans le rumen, avec formation de sulfures insolubles.

Plus connue est l'interférence des sulfates et du cuivre, surtout en cas de teneurs fortes en molybdène. Les risques de carence en cuivre sont alors augmentées par formation de thiomolybdates insolubles. Enfin, le soufre interfère dans l'absorption du sélénium et contribue, par les sulfites produits dans le rumen, à la destruction de la vitamine B1 conduisant à la nécrose du cortex cérébral.

Puisque le recours aux adjuvants demeure indispensable pour des raisons technologiques, et à défaut de solution alternative, il importe que les fabricants de pulpes surpressées disposent de moyens de contrôle et de régulation et informent les éleveurs utilisateurs de pulpes sur la qualité de leur production.

Plusieurs recommandations concernant l'addition des adjuvants de pressage ont été arrêtées :

- Il importe tout d'abord que l'apport d'adjuvants soit correctement ajusté au débit des pulpes.

- En ce qui concerne l'ion sulfate, il est recommandé de ne pas dépasser dans la matière sèche de la pulpe 10 g/kg de MS, ce qui, compte tenu de la présence du soufre constitutif de la betterave dans la pulpe et en supposant un taux de fixation maximum (de 30 %) limite l'addition d'acide sulfurique pur à 1300 g/tonne de betteraves. Tout apport complémentaire d'ions sulfates (par l'intermédiaire de mélasse, vinasse ou sulfate d'aluminium ou de calcium) réduira d'autant cette valeur maximale.

- En ce qui concerne plus particulièrement le sulfate d'aluminium, toute addition se traduit par la présence d'aluminium soluble dans la pulpe contraignant les utilisateurs de pulpe à accroître la complémentation minérale en phosphore. Les producteurs de pulpe doivent communiquer aux utilisateurs les résultats des dosages de sulfates d'aluminium soluble.

B - Conduite à tenir en cas de rations excédentaires en soufre

- **En cas de teneur excessive en sulfates**

Si par accident, la teneur en sulfates de la pulpe surpressée dépasse la teneur limite supérieure admise (de 10 g/kg de MS), l'éleveur doit absolument s'assurer que la teneur en sulfates de la ration totale distribuée reste inférieure à 10 g/kg de MS. Dans ces conditions, et par précaution, il sera préférable de réduire les quantités de pulpes distribuées quotidiennement et de les remplacer par un autre aliment riche en énergie (céréales ou ensilage de maïs). En cas d'incidents sanitaires imputable à une ration trop riche en sulfates, des apports d'oligo-éléments sont à réaliser rapidement.

- **En cas de teneur excessive en aluminium soluble**

Le principal inconvénient provoqué par un excès d'aluminium soluble dans les pulpes est un blocage de l'assimilation du phosphore. Cela conduit à réaliser un apport complémentaire de phosphore qui, pour des raisons pratiques, ne sera pris en compte qu'à partir de 3 g de P/jour environ (soit 15 g d'aliment minéral dosant 20 % de P). Cette complémentation spécifique pourra être calculée à partir du tableau suivant :

Apport complémentaire de phosphore

MS pulpe distribuée par jour et par animal (KG MS)	Teneur en aluminium soluble des pulpes de betteraves en mg/kg MS										
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
2							2.7	3.0	3.3	3.6	3.9
3				2.7	3.2	3.6	4.0	4.5	4.95	5.4	5.85
4			3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8
5		3.0	3.75	4.5	5.2	6.0	6.7	7.5	8.25	9.0	9.75
6	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0	9.9	10.8	11.7
7	3.15	4.2	5.25	6.3	7.3	8.4	9.4	10.5	11.55	12.6	13.6
8	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0	13.2	14.4	15.6

Exemple : Si l'éleveur distribue à ses vaches laitières 6 kg de MS de pulpe surpressée contenant 500 mg d'aluminium soluble, il devra ajouter à sa complémentation minérale 4,5 g de phosphore par jour et par animal. S'il utilise un aliment minéral de formule 20 % phosphore, 10 % calcium, il augmentera sa distribution quotidienne d'aliment minéral de $(4,5 / 20) \times 100 = 22$ g.

4 – Conservation de la pulpe de betterave surpressée par ensilage

A la sortie de l'usine, la pulpe de betterave surpressée est un produit instable.

La pulpe surpressée peut être consommée en l'état, **impérativement dans les 48 heures**. En effet, à la sortie des presses, la pulpe encore chaude est instable et commence à fermenter. Ces fermentations consomment d'abord les sucres solubles puis les matières cellulosiques, dégageant au bout de 2 à 3 jours, en milieu aérobie, des odeurs nauséabondes et entraînant un échauffement de la masse. Le produit est alors difficilement consommable.

En revanche, **ensilée, la pulpe surpressée se conserve très bien durant plusieurs mois**, à condition de respecter certaines règles.

Principe de l'ensilage

Ensiler la pulpe de betterave consiste à mettre le produit à l'abri de l'air de façon à permettre le développement des bactéries lactiques. En fermentant les sucres solubles contenus dans la pulpe, ces bactéries acidifient très rapidement le milieu et abaissent le pH vers une valeur de 4. Tant que l'air ne s'infiltré, cette acidité protège le silo de toute attaque microbienne, notamment de la multiplication des butyriques et des coliformes. La pulpe conserve ainsi sa valeur alimentaire et son appétence pendant plusieurs mois.

4.1 – Règles à suivre pour réussir un ensilage de pulpe de betterave surpressée

Règle n°1 - Ensiler une pulpe à taux de matière sèche élevée, au minimum 20 %, pour éviter les problèmes d'éboulement et favoriser la conservation du silo.

Règle n°2 - Ensiler tant que la pulpe est chaude. La pulpe doit arriver de la sucrerie à une température d'environ 45 - 50 °C avec un pH supérieur à 4,5, pour activer les fermentations acidifiantes en favorisant le développement des bactéries lactiques.

Si la pulpe attend trop longtemps à la sucrerie, sa température baisse. Ce milieu refroidi et pauvre en sucres solubles devient alors plus propice au développement des spores butyriques qu'à celui des bactéries lactiques. Pour limiter les pertes de températures de la pulpe, il faut réduire à leur strict minimum les manipulations. Il est donc impératif d'agir au plus vite, de prévoir les livraisons et d'ensiler dès la réception de la pulpe en évitant les coupures de plus de 12 heures. Le chantier doit être terminé (silo fermé) moins de 24 heures après le pressage de la pulpe.

Règle n° 3 - Utiliser un silo bien ventilé, aux bonnes dimensions et respectant les normes environnementales. Une fois l'acidification due aux fermentations lactiques terminée, le silo doit pouvoir se refroidir rapidement. Il est donc préférable d'exposer le silo au vent et d'éviter de l'accoler à un second silo.

Au delà de certaines dimensions, le refroidissement du silo est trop lent, ce qui favorise l'apparition de pulpes grasses qui fragilisent la tenue du silo, d'autant plus que sa hauteur est importante. Des éboulements se produisent alors, offrant ainsi de nouvelles portes d'entrée à des micro-organismes indésirables.

Pour dimensionner correctement un silo, il convient de tenir compte des contraintes suivantes :

- la hauteur ne doit pas dépasser 1,80 mètre pour les silos en libre-service ou 2 mètres pour les autres cas. Au-delà, des éboulements peuvent se produire. L'expérience montre que l'on peut monter jusqu'à une hauteur maximale de 9 cm / point de MS
- la largeur du silo sera limitée à 8 mètres pour favoriser le refroidissement
- près l'ouverture du silo, pour éviter de nouvelles fermentations et une baisse de la valeur alimentaire de la pulpe, le front d'attaque du silo doit avancer uniformément de 10 à 15 cm/jour en hiver et de 15 à 20 cm/jour en été

Sachant qu'une tonne de pulpe occupe 1,2 m³ et qu'on préconise un avancement de 20 cm/jour, il est possible de calculer la hauteur souhaitable du silo selon la formule : $h = 6 q/l$, où h est la hauteur du silo en mètres, q la quantité de pulpe nécessaire en tonnes/jour et l la largeur du silo en mètres.

Pour prévoir la distribution de pulpe surpressée et par conséquent les stocks et le volume du silo, il est important de connaître avec précision la teneur en MS du produit et la quantité à distribuer par jour à un animal. Ainsi, pour donner 6 kg de MS/jour/animal, il faut distribuer 30 kg de pulpe à 20 % de MS et seulement 20 kg de pulpe à 30 % de MS.

Règle n° 4 - Nettoyer les silos et leurs abords avant d'ensiler. Pour éviter la multiplication des spores butyriques, trois précautions concernant les abords des silos sont à prendre :

- prévoir un lieu de réception de la pulpe si possible bétonné, propre et assez grand pour permettre aux engins de manœuvrer
- nettoyer soigneusement le fond du silo (supprimer les restes d'ensilage et de terre)
- utiliser des matériels propres et exempts de terre pour manipuler la pulpe. Tasser la pulpe avec un tracteur propre restant en permanence sur le silo

Règle n° 5 - Tasser correctement et rendre étanche le silo de l'air et de l'eau. Le tassage est nécessaire et possible dès que la pulpe dépasse 22 à 23 % de MS, et doit être effectué par couches fines avec un tracteur restant en permanence sur le tas. La densité à rechercher est de 900 kg/m³.

Le silo doit être correctement couvert (bâche bien appliquée) et chargé avec des pneus jointifs ou boudins remplis de sable afin d'éviter les infiltrations d'air et d'eau. Au niveau du front d'attaque, lorsque le silo est ouvert, la bâche doit être correctement maintenue (voir schéma).

Une hauteur du tas inférieure à celle du mur du silo favorise la stagnation de l'eau sur les côtés du silo, voire son écoulement le long du mur et donc de provoquer une altération du produit et le développement de moisissures.

Règle n° 6 - Soigner le front d'attaque du silo. Pour limiter la reprise des fermentations due à l'aération du front d'attaque du silo, il convient :

- d'assurer une coupe nette, un avancement rapide et uniforme sur la largeur de 15 à 20 cm/jour
- de bien charger le front d'attaque du silo pour limiter les entrées d'air
- d'éviter d'ébranler le silo avec les engins de désilage pour limiter les risques de fissurations

L'aire de désilage doit être propre, non boueuse et dépourvue de résidus d'ensilage dégradés pour ne pas favoriser la contamination du fourrage lors de la reprise.

4.2 - Caractéristiques d'un bon ensilage de pulpe de betterave surpressée

Le pH d'un bon ensilage de pulpe au désilage devrait se situer aux alentours de 3,5 à 3,7.

Sa température 30 jours après la fermeture du silo devrait se situer aux alentours de 15 - 20 °C (- 1 °C par jour pendant les 20 jours suivant la fermeture du silo - voir graphique ci-dessous) et sa couleur doit être claire (gris à légèrement brun). Les cossettes doivent être fermes, signe qu'elles se sont refroidies dans de bonnes conditions et ne doivent pas être collantes.

Le processus de fermentation produit des acides gras volatils. Une teneur élevée de l'ensilage de pulpe en acide lactique (supérieure à 30 g/kg de MS) est le signe d'un bon développement des lactobacilles. Ces micro-organismes atteignent dès les premiers jours suivant la fermeture du silo leur activité maximum, se stabilisent pendant 30 jours puis décroissent lentement.

L'acide butyrique devrait être absent ou apparaître en faible quantité (moins de 2 g/kg MS) car il signale la présence de micro-organismes nuisibles, les clostridium qui sont contenus dans la terre, les matières organiques en décomposition ou les restes d'ensilage.

Peu actifs en sortie de pressage, ils se développent déjà au cours du stockage, puis de la livraison et enfin au cours de la confection du silo. La contamination butyrique peut ensuite continuer dans le silo, de façon plus importante en zone périphérique qu'en zone centrale.

Provenant de fermentations hétéro-lactiques, l'acide acétique doit rester limité (10 à 15 g/kg MS).

Les matières minérales devraient représenter moins de 6 % de la MS.

Les basses teneurs en azote ammoniacal (entre 5 et 7 % de la MS) et en azote soluble (20 %) indiquent une bonne conservation des matières azotées.

4.3 – Les risques sanitaires liés à l'utilisation de pulpe de betterave surpressée

A – Les spores butyriques

Les spores butyriques sont une forme de résistance des bactéries *clostridium*. On trouve naturellement ces bactéries et leurs spores dans la terre, les matières organiques en décomposition, les restes d'ensilage, etc... Ces germes se développent en absence d'air dans une plage de température comprise entre 10 et 50 °C et de pH de 4,6 à 5,5, c'est à dire lorsque la pulpe est acidifiée. C'est par ce processus d'ensilage que les butyriques peuvent se développer.

- **Origine de la contamination du lait par les spores butyriques**

Le cycle de contamination du lait par les spores butyriques est le suivant :

- le sol contient naturellement des spores butyriques ;
- lors de la récolte de l'ensilage, la terre contamine le fourrage ;
- les vaches ingèrent les spores contenues dans le fourrage contaminé et les rejettent concentrées dans les bouses ;
- lors de la traite, les résidus de bouse présents sur les mamelles insuffisamment lavées contaminent le lait ;
- l'épandage des fumiers enrichit le sol en spores.

- **Problèmes posés par les butyriques dans la transformation du lait en fromage : le gonflement tardif des fromages à pâte pressée cuite.**

Lors de la phase d'affinage des fromages à pâte pressée cuite (type Emmental, Gruyère, Beaufort...), l'acide lactique est fermenté en acide acétique, acide propionique et gaz carbonique, lequel forme les "trous" à forme régulière du fromage. Le fromage, qui constitue alors un milieu anaérobie riche en acide lactique et en acétate, présente les conditions favorables au développement des spores butyriques contenues dans le lait, et tout particulièrement de *Clostridium tyrobutyricum* qui est le principal responsable du gonflement du fromage, et la formation de trous irréguliers dans la pâte.

De plus, l'acide butyrique confère une odeur et un goût désagréable au fromage. Si les risques sont majeurs pour les fromages à pâte pressée cuite, les butyriques posent également des problèmes dans la transformation du lait en pâtes pressées non cuites (Tome, Mimolette...), en pâtes molles et en lait maternisé.

Du fait des problèmes que posent les butyriques en transformation fromagère, le mode de paiement actuel du lait tient compte de ce critère selon le barème suivant :

Si le lait a :	moins de 50 000 germes et moins de 250 000 cellules et moins de 800 spores butyriques	+ 3 cts/litre
	moins de 800 spores butyriques	+ 1 ct/litre
	de 800 à 4000 spores butyriques	-
	de 4000 à 8000 spores butyriques	- 3 cts/litre
	plus de 8000 spores butyriques	- 5 cts/litre

On constate donc un écart potentiel de 8 cts/litre de lait produit entre les deux cas extrêmes (ce qui correspond à un différentiel de 20 000 Francs/an pour un quota de 250 000 litres).

Le défi "butyriques" est donc réel.

- **Risque lié à l'ensilage de pulpe de betterave surpressée**

Plusieurs études ont montré que le risque de contamination butyrique était plus important pour les éleveurs utilisant des ensilages de pulpe de betterave surpressée. On considère qu'un ensilage de fourrage est bien conservé lorsque sa teneur en spores butyriques est inférieure à 100 spores/gramme de produit.

La contamination en spores butyriques et en acides butyriques est nettement plus élevée dans les ensilages de pulpe surpressée (3000 à 4000 spores/g en zone centrale) que dans les ensilages de maïs (100 à 200 spores/g) ou d'herbe (1000 à 2000 spores/g). C'est surtout vrai pour la périphérie des silos. Dans l'étude menée par Caussanel (1994), il apparaît que 85 % des périphéries de pulpes surpressées sont contaminées au delà de 1000 spores/g de fourrage contre 50 % des périphéries de maïs ensilage. Ces résultats sont observés bien qu'au niveau de la confection des silos toutes les précautions semblent avoir été prises. Ce fourrage requiert donc toutes les précautions durant sa confection.

La contamination en clostridium est très liée au pH et au taux d'acide butyrique. Un pH de 3,5 - 3,8 et un taux d'acide butyrique < 2 g/kg MS sont la garantie d'une faible contamination.

Le traitement subi par les betteraves au cours du procédé de fabrication du sucre permet d'obtenir des pulpes contenant très peu de butyriques en sortie de presse (moins de 100 spores par gramme). C'est donc au stockage à l'usine, au silo et pendant la traite des vaches laitières que le risque butyrique augmente. Quelques règles élémentaires et faciles à mettre en œuvre suffisent pourtant pour éliminer ce risque.

- **Règles à suivre pour limiter la contamination butyrique des ensilages de pulpe de betterave surpressée**

Plusieurs facteurs semblent avoir une influence sur les conditions de réalisation du silo et en conséquence sur la qualité de la pulpe en spores butyriques :

1 - Le stockage de la pulpe en sortie de presses, à l'usine, en trémie permet un plus faible refroidissement du produit par rapport à un stockage sur plate-forme et s'accompagne d'un raccourcissement du délai "sortie usine - livraison". Cela se traduit par une contamination butyrique 10 fois moindre.

2 - Le temps passé entre la sortie de diffusion et la mise en silo des pulpes ne doit pas dépasser 24 heures. Il apparaît cependant que plus il est court plus les résultats de contamination sont faibles. Les camions qui arrivent avant 10 heures du matin dans les exploitations présentent un pH de 4 à 4,5 donc des pulpes pratiquement fermentées qui ont donc épuisées leurs réserves de sucres solubles. En revanche, les camions qui arrivent après 10 heures du matin présentent des pulpes à pH élevé entre 5 et 5,5. Ces pulpes sont sorties des presses 2 à 3 heures maximum avant leur livraison sur l'exploitation.

3 - Le rythme d'arrivée des camions. La régularité d'arrivée des camions dans les exploitations contribue à la qualité de la réalisation des silos (1 camion toutes les 15 à 30 minutes). Un rythme trop rapide pousse les éleveurs à réaliser un tassement sommaire, par gros paquets. Seules les couches superficielles sont bien tassées. Inversement, si l'éleveur doit attendre 2 à 3 heures au cours d'un chantier, la couche supérieure du silo « respire » et les pulpes ne peuvent pas s'acidifier correctement dans cette zone.

4 - La hauteur des silos. Plus la hauteur est élevée, plus les risques de contamination butyrique sont importants car le refroidissement du silo n'est pas optimum.

5 - La vitesse d'avancement du front d'attaque doit être suffisante (jamais inférieure à 10 cm/jour).

B - Autres micro-organismes présents dans l'ensilage de pulpe de betterave surpressée

- Les lactobacilles

Leur population varie de 10^2 à 10^9 unités par g de MS de pulpe le jour de la confection du silo. Quand ils sont très nombreux dans le milieu, la population se maintient au niveau de départ. En revanche, quand ces bactéries sont moins nombreuses, elles se multiplient très vite pour atteindre vers le 2ème ou le 9ème jour après l'ensilage leur maximum d'activité.

Les lactobacilles se stabilisent durant 30 jours puis décroissent ensuite lentement pour atteindre 10^5 à 10^6 / g MS à la fin de l'ensilage.

- Les levures et moisissures

Différentes colonies de levures se trouvent également dans l'ensilage de pulpe surpressée. Elles présentent la même courbe de croissance que les lactobacilles. Plusieurs espèces de moisissures ont été isolées mais elles se développent relativement peu. Dans de bonnes conditions, les levures et moisissures n'affectent pas la valeur alimentaire de l'ensilage. Mais leur développement important est susceptible de diminuer la valeur alimentaire de l'ensilage, son appétence, d'entraîner des troubles digestifs et de réduire les performances zootechniques.

Il s'agit le plus souvent de :

- *Byssochlamys nivea* : de couleur blanche et avec un aspect de feutrage dense, ce champignon peut produire de la patuline, matière toxique pour les animaux ;
- *Aspergillus fumigatus* : de couleur bleu-vert foncé, cette moisissure peut entraîner des avortements et des troubles respiratoires ;
- *Penicillium*, dont le plus fréquent *Penicillium roqueforti* de couleur bleu-vert clair est non toxique ;
- *Monascus*, de couleur blanche puis rouge, est assez spectaculaire mais non toxique.

Les levures présentent les mêmes courbes d'évolution que les lactobacilles : lorsqu'elles sont peu nombreuses, en 2 jours, les levures acidophiles et thermotolérantes se multiplient d'un facteur 10^3 à 10^4 . Elles se maintiennent à 10^6 - 10^7 /g de MS pendant 30 jours, puis leur nombre décroît (10^5 - 10^6) en fin d'ensilage.

142 colonies différentes de levures ont été isolées sur la pulpe de betterave surpressée, dont *Candida Krusei*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida tropicalis*, *Pichia fermentans*, *Pichia membranaefaciens*, *Saccharomyces cerevisia*.

Les moisissures sont très peu nombreuses : 16 espèces isolées seulement. La flore aérobie, présente les premiers jours de la confection du silo, disparaît ensuite (*fusarium* sp., *aspergillus flavus*, *cladosporium* sp., *aspergillus* gr., *epicoccum nigrum*). Les espèces tolérantes à l'anaérobiose comprennent : *absidia* sp., *aspergillus fumigatus*, *monascus purpurens*, *mucor* sp., *trichoderma viride*. Du fait de leur température de croissance supérieure à 30°C, ces espèces se maintiennent quelques semaines à quelques mois dans l'ensilage.

Les espèces micro-aérophiles ou indifférentes sont les suivantes : *byssochlamys nivea*, *neurospora sitophila*, *penicillium roqueforti*, *geotrichum candidum*, *mucor* sp., *trichoderma* sp. Ces espèces toujours présentes mais dont le développement est limité par l'absence d'air, reprennent leur activité à l'ouverture du silo.

Ces fermentations néfastes sont favorisées :

- lorsque la teneur en sucres solubles est inférieure à 2 %. Il est alors utile, pour faciliter le démarrage des fermentations lactiques d'ajouter en usine de la mélasse aux pulpes ;
- lorsque la pulpe s'est refroidie et que sa température est inférieure à 45 °C, suite à un stockage prolongé (plus de 24 heures) ou à un excès de manipulations avant sa mise en silo ;
- lorsque la pulpe a été plus ou moins stérilisée en sucrerie par de fortes doses d'antiseptiques.

Pour les 2 derniers cas, l'incorporation au silo de conservateur acide peut éventuellement améliorer la situation.

C - Autre problème de conservation : Les pulpes "jaunes" ou "grasses"

Dans certains silos, on peut observer, en partie inférieure, des amas de pulpes "jaunes" ou "grasses". Cette altération serait due à la prolifération des bactéries pectinolytiques qui, en détruisant partiellement les membranes cellulaires des pulpes, rendent la masse plus compacte, plus liquide et plus "grasse". Moins appétente, cette pulpe est malgré tout consommée sans problème par les animaux.

Ces amas de pulpe peuvent cependant entraîner des glissements, des éboulements et favoriser la prolifération de champignons (*Aspergillus fumigatus* et *Byssochlamys nivea*) dont on peut arrêter le développement en pulvérisant de l'acide propionique (4 à 5 litres dilués par moitié / tonne de pulpe).

La formation de ces pulpes "grasses" est liée au refroidissement trop lent du silo.

D - Les substances et produits indésirables

L'arrêté du 12 janvier 2001 modifiant celui du 16 mars 1989 fixe les teneurs maximales en substances et produits indésirables des matières premières entrant dans l'alimentation des animaux. L'USICA a procédé à des analyses concernant ces substances et produits indésirables sur ses livraisons de pulpe de betterave surpressée au cours de la campagne 2000-2001 (USICA, 2001).

En ce qui concerne les métaux lourds, les valeurs mesurées sont nettement inférieures aux maxima réglementaires.

Il en est de même pour les résidus de pesticides organochlorés, non décelés dans les trois analyses d'échantillon effectuées.

L'acide cyanhydrique n'a pas non plus été détecté, ni même le formaldéhyde et l'étain.

4.4 - Les conservateurs d'ensilage

En règle générale, si la pulpe de betterave surpressée a des caractéristiques physico-chimiques correctes au moment de la livraison et si les règles d'ensilage sont respectées, l'emploi d'un conservateur ne se justifie pas.

En revanche, dans les cas où la teneur en sucres de la pulpe est faible et lorsque toutes les précautions n'ont pas été prises lors de la confection du silo pour éviter le développement butyrique, la qualité fermentaire risque de s'en ressentir et l'ensilage risque d'être plus sensible aux postfermentations. Dans ces conditions, l'utilisation de conservateurs permet d'améliorer la qualité fermentaire. L'apport de sel lors de la confection du silo est ainsi recommandé à raison de 3 kg / m², en prenant soin de le mélanger aux dernières couches ensilées. L'addition de ferments lactiques ou d'acide formique est également préconisée.

Il a par ailleurs été montré qu'en réduisant la contamination des pulpes situées à la périphérie des silos (8 premiers centimètres), la contamination globale du silo pouvait être réduite de 50 % car la moitié de la contamination des silos est localisée dans la périphérie (Corrot, 1989).

Des essais menés dans le cadre du Comité National des Coproduits, ont été menés pour vérifier l'efficacité des conservateurs pour des ensilages de pulpes de betteraves surpressées. Leurs résultats confirment les conclusions précédemment énoncées.

A - Ensilage réalisé dans de bonnes conditions

Essai de Hervieu et Besancenot, 1995.

Conservation des pulpes surpressées ensilées avec adjonction en périphérie de conservateur EUROSIL-MAIS.

Compte-rendu d'essai INRA-INAPG, Maison de l'Elevage d'Ile de France : 21 pages.

Cet essai portait sur l'intérêt d'utiliser un conservateur de périphérie pour les ensilages de pulpes de betteraves surpressées. Le conservateur retenu a été l'EUROSIL-MAIS commercialisé par Timac. Il associe 3 agents conservateurs conférant au produit une activité antifongique (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Géotrichum*, *Trichoderma*, *Monascus*, *Mucor*, *Hansenula*...) mais également une action antibutyrique et, d'après le fabricant, une action également protectrice des protéines.

La dose employée a été de 3 kg d'EUROSIL/tonne de produit vert, soit environ 2 kg/m³ d'ensilage (ou encore 1 kg/m² et par couche de 50 cm). Le granulé doit être incorporé et mélangé intimement au fourrage à ensiler.

Les prélèvements faits en périphérie ne présentent pas de différences quant aux résultats d'analyses effectuées sur parties traitées ou non traitées par EUROSIL. Les pH sont comparables (3,8 - 3,9) et les spores butyriques présents le sont en nombre infime. En périphérie de surface, la partie non traitée présente un pH supérieur à la partie traitée (de 4,7 à 5 au lieu de 4,0).

Cet essai a eu pour support une pulpe d'excellente qualité et parfaitement ensilée et dessilée. Aucune différence notable à l'œil n'a été enregistrée entre les parties traitées à l'EUROSIL-MAIS et les parties non traitées. En revanche, il semble que le traitement (coûtant 7,20 F/m²) ait permis de maintenir immédiatement sous la bâche un pH voisin de 4 alors qu'il atteignait une valeur proche de 5 dans la partie non traitée.

On peut alors se demander si les résultats n'auraient pas été meilleurs en concentrant l'incorporation du conservateur dans les 10 ou 15 cm de la périphérie du silo et plus particulièrement en surface.

B - Essai de Caussanel, 1995.

Essai de deux conservateurs sur le dessus des silos pour réduire la contamination butyrique.

La maîtrise des butyriques dans le lait avec des rations contenant des pulpes surpressées. *Compte-rendu d'essai EDE du Bas-Rhin, SICAPulpes Erstein, USICA, Institut de l'Elevage, Timak, Henkel : 7 pages.*

Cette étude visait à tester l'efficacité de deux conservateurs sur la maîtrise des spores butyriques à la périphérie des silos de pulpes de betterave surpressée :

- un conservateur solide granulé : EUROSIL (produit par Timac) appliqué à raison de 2 kg/m² en surface suivi d'un enfouissement manuel à la fourche sur les 10 premiers centimètres.
- un conservateur liquide acide : FIXENSIL (produit par Henkel) appliqué à raison de 1 litre de conservateur + 1 litre d'eau/m² sur la surface du silo préalablement tassé.

L'efficacité des deux conservateurs paraît assez proche en terme de maîtrise de la contamination butyrique des pulpes en périphérie des silos. En revanche, la présentation sous forme granulée de l'EUROSIL n'est pas pratique : son incorporation à la pulpe est fastidieuse et constitue un moyen de relancer les fermentations indésirables dans cette zone fragile qu'est la périphérie.

Par contre l'application du produit liquide FIXENSIL permet une meilleure répartition que l'on constate sur l'état des couches superficielles (très homogènes de couleur et d'aspect).

5 - La pulpe de betterave surpressée en alimentation des ruminants

Intérêt zootechnique de la pulpe de betterave surpressée

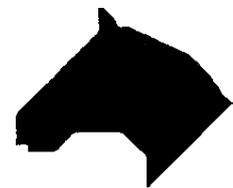
La pulpe de betterave surpressée est considérée par la grande majorité des éleveurs utilisateurs comme un excellent aliment du fait de son grand intérêt alimentaire (argument souvent mis en avant par les éleveurs laitiers), de sa bonne conservation par ensilage et de son appétence. Enfin, son effet galactogène est un atout indéniable. C'est un aliment qui a fait l'objet de nombreux travaux d'étude et d'essais zootechniques. Il est donc très bien connu, tant par sa composition, que par sa valeur alimentaire et son mode d'utilisation dans le rationnement des ruminants.



Pour les bovins (Lait-Viande) :
Très Intéressant



Pour les ovins et les caprins :
Intéressant



Pour les Equins :
Peu intéressant

5.1. - Les atouts de la pulpe de betterave surpressée

Malgré l'élimination d'une forte proportion des éléments solubles de la betterave lors de la diffusion à 70-75 °C, **la pulpe surpressée présente encore une forte digestibilité** (d'environ 85 %) grâce à ses parois cellulaires peu lignifiées.

Son **coefficient d'encombrement est favorable** et sa **valeur énergétique forte** (supérieure à celle de l'ensilage de maïs et proche de celle de la betterave fourragère). Cette valeur élevée provient pour une bonne part de la richesse en composés glucidiques digestibles (cellulose, hémicellulose, pectines...). La pulpe convient parfaitement pour nourrir les ruminants.

La pulpe qui ne dégage aucune mauvaise odeur est **très appétente et ingestible** et se conserve bien en silo. Elle peut parfaitement remplacer un fourrage dans une ration.

Une **bonne partie des protéines** de la pulpe surpressée n'est **pas dégradée dans le rumen** et est directement absorbée par l'intestin. La pulpe surpressée s'associe donc bien avec des aliments riches en azote soluble comme l'urée, l'herbe jeune... Elle apporte également des acides aminés indispensables, en particulier de la **lysine** et de la **thréonine**.

Sa **teneur élevée en calcium** provient en grande partie de l'adjonction de sulfate de calcium (permettant un pressage plus efficace), mais on connaît encore mal sa disponibilité pour les animaux. Elle semblerait sensiblement plus faible (de l'ordre de 50 %) que celle des autres fourrages et du carbonate de Ca (Meschy *et al.*, 1993). Elle est également **bien pourvue en potassium, sodium et magnésium**.

Un **effet galactogène** de la pulpe surpressée a été mis en évidence par plusieurs essais avec une augmentation de 1 à 3 kg de lait/jour/vache. La pulpe aurait également pour effet de faire baisser le taux butyreux (de 1 à 2 g/kg) et d'augmenter le taux protéique (de 0,5 à 3 g/kg) avec des quantités importantes de pulpe (6 kg de MS/jour/vache).

Economiquement parlant, la pulpe représente **un aliment énergétique intéressant**. En effet, le prix de revient d'une UF de pulpe est de 61 centimes pour une pulpe achetée 100 F/tonne après déduction des frais de stockage (hors main d'œuvre et non distribuée), alors que l'UF de maïs ensilé et distribué est de 68 centimes pour un rendement de 13 tonnes/ha (hors main d'œuvre (UCALPI / OCEL, 1991).

5.2. - Recommandations liées à l'utilisation de la pulpe de betterave surpressée

Comme pour tout changement d'aliment, il convient, avant d'incorporer la pulpe de betterave surpressée en quantité substantielle dans la ration, de respecter une période de transition d'au moins 10 jours durant laquelle les quantités distribuées seront augmentées progressivement.

Certains compléments sont nécessaires :

- Si le taux de cellulose brute est importante dans les pulpes, la **teneur en lignine** est quant à elle **relativement faible** et varie entre 1,5 et 2,5 %. La ration doit impérativement comporter un minimum d'aliments à fibres longues pour assurer une bonne rumination et prévenir de possibles incidents métaboliques : foin ou paille de bonne qualité, certains ensilages d'herbe, ensilage de maïs : au minimum 1 à 2 kg/jour pour un bovin, soit 0,2 à 0,3 kg/100 kg de poids vif, mais plus généralement 4 à 5 kg de MS/bovin.
- La **teneur en matières azotées** de la pulpe surpressée est **faible** : 10 % par rapport à la MS, comparable à celle de l'ensilage de maïs. L'utilisation d'une source d'azote non protéique (urée...) est possible du fait de la pauvreté de la pulpe en azote soluble.
- La pulpe de betterave surpressée est riche en calcium mais **dépourvue de carotène et de vitamine A** et ses **teneurs en phosphore, cuivre, manganèse et zinc** sont **faibles**. Un complément minéral et vitaminique riche en phosphore, carotène et vitamine A est recommandé (préférer un CMV plus riche en phosphore qu'en calcium).

- Si la sucrerie pratique l'adjonction de sulfate d'alumine, il faut augmenter la complémentation en phosphore de 1,5 g de P/kg de MS de pulpe, pour un taux d'incorporation de 1 kg de sulfate d'alumine par tonne de betterave.
- La pulpe étant **pauvre en matières grasses** (1 %), ces dernières devront être apportées en complément si la part des pulpes dans la ration est importante (8 kg de MS et plus).
- Une ration riche en pulpe surpressée pourra être accompagnée d'une substance tampon type bicarbonate de soude plus magnésie (100 à 200 g) qui améliorera le fonctionnement du rumen.
- L'**effet laxatif** de la pulpe peut engendrer des bouses très liquides, ce qui a un effet négatif sur la propreté des litières et des animaux et accroît le risque de contamination butyrique du lait.
- La **contamination butyrique des silos** de la pulpe de betteraves surpressées est une réalité, ce qui en fait un produit fragile à surveiller.
- L'**incorporation excessive de certains adjuvants** (sulfate de calcium et dans une moindre mesure sulfate d'alumine) à la sucrerie peut entraîner des **désordres sanitaires** chez des animaux dont la ration est riche en pulpe. L'aluminium soluble perturbe l'assimilation du phosphore liée à celle du magnésium. Une trop forte ingestion de sulfates peut également perturber l'assimilation du cuivre et du zinc ainsi que la synthèse de précurseur de la vitamine B1.

Très appétente, la pulpe surpressée peut être consommée en grande quantité par les animaux mais il est **vivement recommandé de la distribuer en quantités limitées**, sauf pour les taurillons, si l'on veut se prémunir contre certains risques :

- Les risques d'acidose lorsque l'ingestion est forte et brutale
- Les risques de problèmes sanitaires liés à une trop forte incorporation possible de certains adjuvants à l'usine tels que le sulfate de calcium et dans une moindre mesure le sulfate d'alumine

De plus, une ingestion trop importante a pour effet d'augmenter la vitesse du transit digestif, et donc de limiter digestibilité de l'aliment.

Il est recommandé de **ne pas dépasser 1,5 kg de MS/ 100 kg de poids vif** (soit jusqu'à 8-10 kg de MS chez un bovin adulte), et de fractionner la distribution.

Niveau de distribution recommandé, pour une pulpe à 22 % de MS

Vaches laitières	25 à 40 kg brut maxi, soit 5,5 à 8,8 kg MS
Vaches allaitantes	14 à 23 kg brut maxi, soit 3,1 à 5,1 kg MS
Taurillons	à volonté (15 à 35 kg brut selon le poids vif, soit 3,3 à 7,7 kg MS)
Brebis	4,5 à 9 kg brut maxi, soit 1 à 2 kg MS
Agneaux de moins de 2 mois	0
Chèvres laitières	3,5 kg brut maxi, soit 0,8 kg MS
Chevaux	11 à 14 kg brut maxi, soit 2,4 à 3,1 kg MS

Pour les chevaux, la pulpe ensilée se consomme mal et présente des risques de troubles métaboliques du fait de sa faible teneur en matière sèche.

5.3. - Utilisation de la pulpe de betteraves surpressées par les vaches laitières

A - La pulpe de betterave surpressée : un aliment galactogène

De nombreux essais zootechniques (Dulphy *et al.*, 1978) et des observations en fermes indiquent que :

- la pulpe de betterave surpressée assure une bonne persistance de la production laitière, lorsque les quantités distribuées ne dépassent pas 8 kg de MS en association avec un ensilage de maïs (ou de graminées). Les observations en exploitations (Réseau ITEB - EDE) font ressortir des persistances dépassant toujours 90 % et souvent supérieures à 95 % ;

- la pulpe de betterave surpressée permet d'obtenir de bonnes performances laitières : Avec un régime contenant 7 à 8 kg de MS de pulpe, on constate généralement une légère augmentation de la production de lait brut et une baisse du taux butyreux de l'ordre de 2 à 3 points, par rapport à une ration sans pulpe. Le taux butyreux reste supérieur à 3,6 % lorsque l'ensilage de maïs représente au moins 50 % de la MS de la ration. Avec des apports dépassant 10 kg MS de pulpe, il n'est pas rare de voir le taux butyreux chuter à 3,0 % , voire en dessous.

Le taux protéique est généralement bon, de l'ordre de 3,3 à 3,4 %.

B - Surveiller les quantités distribuées

Même si de nombreuses observations font état de consommation par des vaches laitières supérieures à 10 kg de MS de pulpe de betterave surpressée/jour, mettant en évidence la bonne appétence de cet aliment, il est recommandé de limiter la distribution journalière à 1,5 kg de MS par 100 kg de poids vif.

En effet, lorsque les ingestions sont trop élevées, la valeur énergétique de la pulpe baisse fortement (jusqu'à une valeur de 0,62 UFL/kg de MS) du fait de la vitesse de transit trop rapide.

De fait, la distribution de la pulpe de betterave aux vaches laitières en libre service est déconseillée. Si malgré tout, ce mode de distribution est pratiqué, l'éleveur doit impérativement contrôler les quantités ingérées en limitant la vitesse d'avancement du front d'attaque du silo, en limitant son accès dans le temps (fil électrique) ou en disposant sur le cornadis mobile des chaînes de retenue, fixées aux parois du silo, qui bloquent l'avancement.

C - Exemple de ration pour vaches laitières

Les apports des différents aliments entrant dans la composition de la ration équilibrée pour une production laitière de 18 kg, sont exprimés en kg brut.

D - Résultats d'essais zootechniques

De manière à connaître les effets de la pulpe de betterave surpressée sur les performances zootechniques des vaches laitières, le Comité National des Coproduits a réalisé plusieurs essais dont les références bibliographiques et résumés sont proposés ci-après.

Essai 1 : Heuchel V., Besancenot J.-M., 1990.

Intérêt de l'association d'un ensilage de pulpes surpressées de betteraves sucrières à un ensilage de maïs dans un régime pour des vaches laitières.

Incidence sur le taux protéique du lait, sur la quantité de lait produite, sur la qualité butyrique du lait. Hiver 1988-1989.

Compte-rendu d'essai, Maison de l'Élevage d'Ile-de-France, CEZ de Rambouillet, ITEB RNED, USICA, UIL 77, DGER, ENV Alfort, SPL Ile-de-France, CLHN : 37 pages.

Résumé : En période expérimentale, sur des vaches en phase ascendante ou descendante de lactation, deux rations ont été comparées : une ration témoin composée d'ensilage de maïs à volonté + 1 kg de foin de prairie (+ complémentation concentrée énergétique et azotée) et une ration expérimentale composée d'ensilage de maïs à volonté + 1 kg de foin de prairie + 6 kg de MS de pulpe de betterave surpressée de bonne qualité et bien conservée.

En phase descendante de lactation, les vaches recevant la ration "ensilage de maïs + pulpe surpressée" ont produit 2,8 kg de lait en plus par jour (lait brut moyen = 23,6 kg/jour) avec un taux protéique moyen supérieur de 2,7 g/kg (TP moyen = 31,7 g/kg). Cet écart moyen sur le TP a été plus marqué pour les primipares que pour les multipares (respectivement 3,5 g/kg contre 2,0 g/kg).

La différence observée entre les taux butyreux moyens des deux lots (+ 2,1 g/kg pour les vaches recevant la ration "ensilage de maïs" avec un TB moyen = 37,8 g/kg) n'est pas statistiquement significative.

Essai 2 : Morel d'Arleux F., Besancenot J.-M., Galloo J.-B., Le Liboux P., 1993.

Utilisation de pulpe de betterave surpressée par les vaches laitières en complément d'ensilage de maïs.

Compte-rendu n° 931010. Institut de l'Elevage, Maison de l'Elevage d'Ile-de-France, CEZ de Rambouillet : 23 pages.

Résumé : Cet essai a été réalisé au cours de l'hiver 1991-1992 au CEZ de Rambouillet (78) dans le cadre d'un programme de recherche visant à améliorer la composition du lait en réduisant l'écart taux butyreux - taux protéique.

L'objectif était de comparer les effets d'un apport de pulpe de betterave surpressée à environ 22 % de MS sur l'ingestion et les performances de vaches laitières en phase descendante de lactation. Le régime était à base d'ensilage de maïs de bonne qualité (34 % de MS) distribué avec ou sans pulpe.

Deux lots de 15 vaches Prim'Holstein ont été suivis pendant 105 jours.

L'apport de pulpe de betterave n'a pas modifié l'ingestion totale : 19,5 kg MS/j/vache pour le lot "Ensilage de maïs seul" vs. 19,7 kg MS/j/vache pour le lot "Ensilage de maïs + Pulpe".

La substitution ensilage de maïs / pulpe est presque totale (égale à 0,97).

La production laitière du lot recevant de la pulpe (26,4 kg/j/vache) est supérieure de 3 kg/j/vache à celle du lot "Ensilage de maïs seul".

En revanche, le taux butyreux (égal à 42,5 g/kg) du lot "Ensilage de maïs + Pulpe" est inférieur de 1,2 point et le taux protéique (de 33,2 g/kg) supérieur de 0,8 point.

Cet essai confirme l'intérêt d'utiliser en quantité limitée (6 à 8 kg de MS/j/vache) de la pulpe de betterave surpressée en complément d'un ensilage de maïs de bonne qualité (à environ 34 % de MS).

Essai 3 : Morel d'Arleux F., Besancenot J.-M., Galloo J.-B., Lecomte B., 1994.

Utilisation de pulpe de betterave surpressée ou déshydratée par les vaches laitières en complément de maïs - Effets sur la production laitière et les taux.

Compte-rendu d'essai n° 94091. Institut de l'Elevage, Maison de l'Elevage d'Ile-de-France, CEZ de Rambouillet : 16 pages.

Résumé : Cet essai a été réalisé au cours de l'hiver 1992-93 au CEZ de Rambouillet(78). L'objectif était de situer l'intérêt zootechnique de la pulpe de betterave sous forme déshydratée ou surpressée avec un régime à base d'ensilage de maïs avec un concentré adapté. Un peu de foin était apporté à tous les animaux. Chacun des 2 lots était constitué de 8 vaches primipares et de 11 multipares Prim'Holstein suivies en phase descendante de lactation durant 16 semaines.

En moyenne sur l'essai, les niveaux d'ingestion quotidiens de la ration totale ont été un peu supérieurs de + 1,5 kg de MS pour le lot "pulpe déshydratée" (ingestion moyenne de 23 kg MS/j/vache).

Pour les 2/3, cette augmentation est due à l'ensilage de maïs. Malgré cette ingestion supérieure, les vaches de ce lot ont eu une production, des taux et une reprise de poids inférieurs (- 0,9 kg de lait pour une production moyenne de 26,5 kg/j/vache, - 0,3 g/kg de TB avec un TB moyen de 37,2 g/kg, -0,5 g/kg de TP pour un TP moyen de 29,4 g/kg et - 45 g de variation de PV) à celles du lot "pulpe surpressée". Ces écarts, non significatifs, sont plus marqués chez les primipares.

En phase montante de lactation, les vaches du lot recevant une ration constituée d'ensilage de maïs + pulpes surpressées ont produit plus de lait en moyenne que les vaches du lot ne recevant que de l'ensilage de maïs : + 5,2 kg/jour (avec une production moyenne de 32,1 kg/jour).

Le taux protéique moyen obtenu par les vaches du lot "ensilage de maïs + pulpes surpressées" s'établit à 30,2 g/kg et est supérieur de + 0,7 g/kg à celui réalisé par le lot "ensilage de maïs" (différence non significative statistiquement). Le TB moyen obtenu par le lot "ensilage de maïs + pulpes surpressées" est inférieur à celui du lot "ensilage de maïs" (respectivement 32,8 g/kg et 36,6 g/kg).

En début d'expérimentation, les résultats d'ingestion montrent que les besoins énergétiques des vaches du lot "ensilage de maïs + pulpes surpressées" ont été correctement couverts alors que les animaux du lot "ensilage de maïs" ont subi en début d'expérimentation une sous-alimentation énergétique d'environ 2,5 UFL/jour (attribuable à un problème de transition entre les rations expérimentale et pré-expérimentale). Ces résultats peuvent expliquer les écarts de production laitière et de TP entre les deux lots.

Après le début de la période expérimentale, la valeur énergétique de la ration distribuée au lot "ensilage de maïs", inférieure de 1,5 à 3 UFL/jour à celle de la ration "ensilage de maïs + pulpes surpressée", attribuable à la qualité moyenne de l'ensilage de maïs, peut expliquer en partie le maintien des écarts de production laitière et de TP observés entre les deux lots jusqu'en fin de période expérimentale.

D'un point de vue sanitaire, le lait produit par le lot "ensilage de maïs + pulpes surpressées" est plus contaminé par des spores butyriques que le lait produit par les vaches du lot "ensilage de maïs". Ce résultat n'est pas le fait d'une mauvaise conservation de l'ensilage de pulpes mais provient du fait que les vaches recevant des pulpes étaient plus sales, que leur mamelle était souillée par des bouses plus liquides et qu'elles étaient de ce fait plus difficiles à nettoyer correctement.

5.4. - Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les taurillons

A - La pulpe de betterave surpressée : un aliment très énergétique qui autorise de bonnes croissances

La pulpe de betterave surpressée peut être distribuée à volonté aux taurillons, à condition de prévoir un apport de 1 à 1,5 kg/jour/animal de fibres longues (paille ou foin). Un apport journalier de 60 à 100 g/jour de bicarbonate de soude peut également être conseillé.

Compte tenu de sa valeur énergétique élevée (de l'ordre de 0,92 UFV), la complémentation énergétiques des rations destinées aux taurillons peut se limiter à 1,0 UFV/j (et même moins si on utilise de l'urée) tout en maintenant de bonnes croissances et en améliorant les marges par animal (essai sur taurillons Charolais ou Charolais x Salers).

Il semble cependant intéressant, pour réaliser une bonne finition, d'augmenter la complémentation énergétique durant les deux derniers mois à 2,0 UFV/jour.

B - Ne pas négliger la complémentation azotée et minérale

La pulpe de betterave surpressée doit être rééquilibrée en azote. De par sa composition chimique (surtout déficitaire en PDIN : 60 g/kg MS), elle se prête bien à une complémentation par de l'azote non protéique (urée).

Cependant, sa teneur en PDIE (84 g/kg MS) n'est pas suffisante pour des animaux de 300 à 400 kg en croissance rapide (broutards) : un apport de 0,5 à 1 kg/jour/animal de tourteau ou concentré azoté apparaît alors indiqué.

Une complémentation uniquement sous forme d'urée et minéraux permet d'obtenir des croissances sur taurillons Salers ou Charolais x Salers de 1200 g/j. L'apport d'urée augmente progressivement de 50 g/jour en début d'engraissement à 130 - 140 g/jour en fin d'engraissement, soit une quantité moyenne sur toute la période de 120 g/jour/animal.

L'urée se présente sous forme granulée, à mélanger soigneusement à la pulpe (soit avec une mélangeuse distributrice soit directement dans l'auge, à la main). Elle peut également être incorporée au concentré.

La distribution d'un complément minéral riche en phosphore, de type 18-8 et comprenant des oligo-éléments (principalement Cu, Zn et Mg) est indispensable. Les quantités distribuées atteindront progressivement 100 g/jour/animal en phase de finition.

C - Exemples de rations pour taurillons

	Régimes sans urée	Régimes avec urée
Phase d'adaptation (45 à 60 jours) 200/300 kg PV	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 1 kg/j de complément azoté à 47% de MAT• 100 g/j de CMV (18-8)	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 1 kg/j de tourteau au début puis diminution jusqu'à 0• 100 g/j de CMV (18-8)• 30 puis 60 g/j d'urée
Phase de croissance 350/550 kg PV	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 0.8 kg/j de complément azoté à 47% de MAT• 130 g/j de CMV (18-8)	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 120 g/j d'urée• 130 g/j de CMV (18-8)
Phase de finition (30 à 40 derniers jours)	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 0.8 kg/j de complément azoté à 47% de MAT• 130-150 g/j de CMV (18-8)	<ul style="list-style-type: none">• Pulpe de betterave à volonté• 120-130 g/j d'urée• 1.5 à 2 kg/j de céréales• 130 g/j de CMV (18-8)

+ 1 à 1.5 kg/jour de paille durant tout l'engraissement

D - Résultats d'essais zootechniques

De manière à connaître les effets de la pulpe de betterave surpressée sur les performances zootechniques des taurillons, le Comité National des Coproduits a réalisé plusieurs essais dont les références bibliographiques et résumés sont proposés ci-après.

Essai 1 : Besancenot J.-M., Latron J.-P., 1994.

Complémentation pour taurillons charolais d'un régime à base de pulpes surpressées de betteraves par des pois protéagineux. Hiver 93-94.

Compte-rendu d'essai, Gisements Co-Produits Ile-de-France et Lycée Bougainville de Brie Comte Robert, 4 pages.

Essai 2 : Besancenot J.-M., Latron J.-P., 1995.

Complémentation d'un régime à base de pulpes surpressées de betteraves par des pois protéagineux pour des taurillons charolais à l'engraissement.

Compte-rendu d'essai, Gisements Co-Produits Ile-de-France et Lycée Bougainville de Brie Comte Robert, 7 pages.

Essai 3 : Grebille B., Merklings F., Schockmel, 1994.

Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Août 1993 - Septembre 1994.

Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 10 pages.

Essai 4 : Grebille B., Merklings F., Schockmel, 1995.

Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Août 1994 - Juillet 1995.

Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 9 pages.

Essai 5 : Grebille B., Merklings F., Schockmel, 1996.

Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Mai 1995 - Mai 1996
Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 8 pages.

Résumé : Cet essai, mené sur 40 veaux sevrés Montbéliards et 40 broutards Charolais conduits jusqu'à leur abattage, compare un lot témoin alimenté à base d'ensilage de pulpe de betterave surpressée (21,8 à 23,4 % MS) à volonté et un lot expérimental rationné à 70 % par rapport au lot témoin pour les Montbéliards et à 80 % pour les Charolais. Les lots témoins et expérimentaux reçoivent la même complémentation classique à base de concentré azoté, CMV et céréales.

Pour les taurillons Montbéliards, les lots rationnés ont obtenu de bons niveaux de croissance, jusqu'à 500 kg puis ont été pénalisés en période de finition. Sur l'ensemble de l'essai, le GMQ moyen est de 1288 g/j contre 1340 g/j pour le lot témoin. Pour les taurillons Charolais, les résultats de croissance des deux lots témoin et expérimental sont comparables (respectivement 1540 et 1533 g de GMQ).

5.5. - Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les vaches allaitantes

A - Un aliment énergétique à rationner

La pulpe de betterave surpressée, riche en énergie et peu encombrant, est facilement surconsommée par les vaches allaitantes. Son ingestion doit être limitée à 5 kg MS/jour/vache. Sa distribution doit s'accompagner d'un apport de fourrage grossier distribué à volonté (paille) et d'un complément azoté (azote non protéique type urée), vitaminique et minéral.

B - Exemple de ration pour vaches allaitantes

Les rations proposées sont calculées pour des vaches allaitantes de 600 -650 kg rentrées en bon état d'engraissement à l'automne, vêlant de décembre à avril et donnant des veaux de 45 kg en moyenne à la naissance. La lactation hivernale est en moyenne inférieure à 2 mois.

	Rentrée étable 1/3 vêlages réalisé	1/3 à 2/3 des vêlages réalisés	2/3 des vêlages réalisés Sortie pâturage
Ensilage de pulpe surpressée à 22% de MS	16	20	22
Foin de pré moyen	2.5	3	3
Paille	2.5	3	3
Urée	0.1	0.15	0.15
CMV type 20-5 P-Ca	0.15	0.15	0.15

+ 1 à 1.5 kg/jour de paille durant tout l'engraissement

5.6. - Utilisation de la pulpe de betterave surpressée par les ovins et les caprins

A - Alimentation des brebis allaitantes

- **Brebis en gestation ou à l'entretien**

Si les brebis sont à l'entretien, l'objectif est d'apporter environ 0,75 à 0,80 UFL/jour et 60 à 65 g de PDI, ce qui peut être satisfait par un apport de 2,5 kg de pulpe surpressée et 0,4 - 0,5 kg de foin de luzerne.

En fin de gestation, les recommandations alimentaires s'élèvent à 1 à 1,2 UFL/jour et 100 à 130 g de PDI, suivant le format des brebis et leur prolificité.

Les consommations journalières de pulpe de betterave surpressée sont rationnées à 1 kg de MS.

Pour apporter des fibres, du foin ou de la paille doivent également être distribués à raison de 0,5 kg/jour environ. On préférera un foin de luzerne qui contribuera à la complémentation azotée de ce type de ration. La distribution de 0,4 à 0,5 kg de concentré contenant 0,1 à 0,3 kg de tourteau suivant la prolificité est conseillée.

- **Brebis en lactation**

Les besoins des brebis en lactation sont beaucoup plus élevés : entre 1, 5 et 2,3 UFL/jour et 200 à 270 g de PDI /jour suivant le mode d'allaitement.

Les consommations de pulpe de betterave surpressée sont généralement comprises entre 1 et 1,2 kg de MS/jour, soit 5 à 6 kg brut/jour. Au cours du second mois, lorsque l'appétit de la brebis est maximum, des distributions de plus de 6 kg brut de pulpe sont possibles.

Ces rations doivent être complémentées avec du foin (de luzerne de préférence) à raison de 1 à 1,5 kg/j. Un apport de concentré au cours du second mois est conseillé : 0,5 à 0,8 kg/j dont 0,1 à 0,3 kg de tourteau en fonction du nombre d'agneaux allaités.

- **Complémentation minérale**

La pulpe de betterave surpressée est riche en calcium mais pauvre en phosphore. Dans une moindre mesure, la luzerne présente la même caractéristique. En conséquence, la complémentation minérale doit apporter environ 3 g/jour de phosphore en fin de gestation, puis jusqu'à 5 à 6 g/jour pendant la lactation. Elle est en général constituée par 15 à 35 g/jour d'un complément minéral vitaminisé de type P-Ca 20 - 10.

B - Alimentation des agneaux

L'introduction d'ensilage de pulpe de betterave surpressée dans l'alimentation des agneaux a fait l'objet de peu d'expérimentations.

- **Agneaux non sevrés ou âgés de moins de 2 mois**

Il est déconseillé de distribuer de l'ensilage de pulpe de betterave à des agneaux de moins de deux mois d'âge. Lorsque leurs mères reçoivent une alimentation à base de pulpe, les agneaux ne doivent pas avoir accès à l'auge.

- **Agneaux sevrés ou âgés de plus de 2 mois**

Les essais réalisés au cours de la période d'engraissement des agneaux sont assez satisfaisants sous réserve de distribuer un concentré riche en tourteau.

Le plan de rationnement suivant peut être retenu :

- 600 - 700 g/jour d'un concentré de base (70 % de céréales orge maïs blé, 28 % de tourteau de soja 50, 2 % d'un CMV correcteur de la pulpe)
- foin de luzerne, de trèfle ou de pré (de très bonne qualité)
- 3,5 à 4 kg de pulpe de betterave surpressée de parfaite qualité

C - Alimentation des caprins

La pulpe de betterave surpressée peut représenter 30 % de la MS totale ingérée, quel que soit l'état physiologique des chèvres.

D - Exemples de rations pour ovins et caprins

	BREBIS Entretien	BREBIS Début lactation	AGNEAUX Milieu engrais	CHEVRES Pleine lactation
Ensilage de pulpe de betterave surpressée à 22% de MS	3	3	1.5	5
Foin de luzerne	0.6	0.35	0.6	0.5
Concentré (70% céréales-30% tourteau de soja)	-	0.8	-	0.8
Céréales	-	-	0.3	-
CMV spécial ovin type 20-10 P-Ca	0.15	0.35	0.10	0.20

Données exprimées en kg brut

E - Résultats d'un essai zootechnique sur ovins

Essai 1 : Lemaire M., Hardy A., Wagny J.-C., 1995.

Utilisation de pulpe surpressée ou de pulpe déshydratée par les brebis allaitantes et les agneaux de bergerie.

Compte-rendu d'essai Maison de l'Elevage d'Ile-de-France, Comité National des Co-Produits, Coopérative Régionale d'Elevage de l'Ile-de-France, Lycée Professionnel Agricole de la Bretonnière : 13 pages.

Résumé : Cette expérimentation avait pour but de mesurer les conséquences techniques et économiques du remplacement dans l'alimentation des agneaux de bergerie et de leurs mères des pulpes déshydratées par des pulpes surpressées.

Pour cela, 4 lots de brebis ont été constitués : 2 lots de brebis allaitant 1 agneau et 2 lots de brebis allaitant 2 agneaux. Les rations distribuées ont été calculées pour permettre un GMQ moyen de la portée de 350 g/j (1 agneau) et 550 g/j (2 agneaux).

Deux lots ont été constitués : un lot recevant une ration à base de pulpe déshydratée et un lot recevant de la pulpe surpressée.

Les lots de brebis ont reçu successivement 2 rations couvrant leurs besoins : une première ration de l'agnelage (en octobre) à début décembre et une seconde ration de début décembre au sevrage (mi-janvier). La pulpe surpressée a été distribuée à raison de 4 kg brut (pour les brebis allaitant 1 agneau) et de 4,5 kg brut pour les brebis ayant 2 agneaux durant la première période et à raison de 3,5 kg brut ensuite, tandis que la pulpe déshydratée était distribuée à raison de 1,08 kg brut et 1,22 kg brut respectivement pour les deux types de brebis en première période et à raison de 0,95 kg brut par la suite.

Au sein des lots "Pulpe déshydraté" et "Pulpe surpressée", les agneaux simples et doubles ont d'abord reçu la même alimentation puis à partir de mi-décembre jusqu'à début janvier pour une première période, et de début janvier jusqu'à l'abattage pour la seconde période, ont reçu soit un régime à base de pulpe déshydratée (0,14 kg brut en période 1 et 0,45 kg brut en période 2) ou de pulpe surpressée (0,5 kg brut en période 1 et 2 kg brut en période 2).

L'évolution des courbes de croissance des deux lots d'agneaux est parallèle (pas de différence significative entre les croissances des agneaux). La consommation de MS "pulpes" est plus élevée dans le lot "pulpe déshydratée" : 17,1 kg contre 15,3 kg pour la pulpe surpressée pour les agneaux simples, et 26 kg contre 22,6 kg pour les agneaux doubles. En ce qui concerne les résultats d'abattage, 85,3 % des agneaux sont classés dans la catégorie E - U3, et ce quel que soit le lot. Il n'y a donc pas d'effet de la nature de la pulpe sur la conformation et l'état d'engraissement des agneaux. Il en va de même pour les notes d'état corporel des brebis des deux lots.

L'élément important à prendre en considération est le coût de l'alimentation, plus élevé avec la pulpe déshydratée.

6 – Disponibilités, approvisionnement en pulpe de betterave surpressée et Prix

Disponibilités

La pulpe de betterave surpressée est le premier coproduit disponible en France en terme de quantités disponibles. Pour la campagne 1999/2000, 1,55 million de tonnes a été mis à la disposition des éleveurs français (correspondant à une production de 29 millions de tonnes de betteraves cultivées sur 439 000 ha) (USICA, 2000). L'approvisionnement est surtout possible de fin septembre à fin décembre. La pulpe est propriété des planteurs. Si ceux-ci n'en n'ont pas l'utilisation, la pulpe est commercialisées par l'intermédiaire d'usines, de coopératives ou de SICA auxquelles les planteurs ont cédé leurs droits.

Comme l'indique la Figure 1, la pulpe surpressée est produite par les sucreries qui se situent principalement dans les régions Nord-Picardie, Champagne, Ile-de-France, Normandie et Beauce. Quelques unités industrielles se trouvent aussi en Alsace, Bourgogne et Auvergne.

Disponible auprès des usines, la pulpe surpressée est consommée dans plus de 30 départements regroupant le tiers du cheptel français.

Approvisionnement

Une étroite collaboration doit s'établir entre le fournisseur de pulpe et l'éleveur pour que l'approvisionnement se fasse dans les meilleures conditions.

1 - Réserver tôt.

Il est important de connaître très tôt les besoins en pulpe surpressée pour ensilage (dès le printemps). Pour cela, les sucreries, les SICA de surpressage ou certaines organisations professionnelles (syndicats betteraviers, EDE, groupements) réalisent une enquête auprès des éleveurs pour qu'ils fassent les réservations nécessaires.

2 - Réserver à un certain prix.

De plus en plus de fournisseurs de pulpe surpressée fixent leurs prix de vente parfois dès le printemps, bien qu'ils ne connaissent pas encore leurs coûts de fabrication. Ces prix peuvent être négociés de façon contractuelle entre le fournisseur, le syndicat betteravier et un groupe d'éleveurs et dépendent du prix de la matière première pulpe, du coût de surpressage et des frais de transport (distance sucrerie-élevage).

3 - Réserver pour une qualité donnée.

Les prix pratiqués font de plus en plus référence à un taux de matière sèche. On rencontre deux méthodes de facturation.

L'une est basée sur un prix au quintal de MS. Ainsi, pour un prix de 50 F/ql de MS, la pulpe livrée à 23 % de MS sera facturée $50 \times 23/100 \times 10 = 115$ F/tonne.

L'autre méthode est basée sur un prix à la tonne de produit pour une teneur en MS de base déterminée. Ainsi, pour un prix de 110 F/tonne de produit de base à 22 % de MS, la pulpe livrée à 23 % de MS sera facturée $110/22 \times 23 = 115$ F/tonne.

Certains contrats d'approvisionnement tiennent également compte de la teneur en matières minérales de la pulpe surpressée : lorsque cette teneur dépasse un seuil (en général 8 % de la MS), des réfections de prix sont pratiquées.

A chaque livraison, le fournisseur se doit de délivrer à l'éleveur un bon de livraison sur lequel figurent les indications suivantes : la dénomination de l'aliment, le taux de matière sèche, les teneurs en cendres brutes, en protéines, en matières grasses et en cellulose.

4 - Organiser les livraisons.

Avant la récolte des betteraves, il est nécessaire d'établir le planning des livraisons : compte tenu de ses souhaits, l'éleveur est informé des dates prévues pour ses livraisons. Deux jours avant, les livraisons sont confirmées à l'éleveur.

L'entreprise qui assure le transport doit vérifier que des camions de grande capacité peuvent manœuvrer sans risques sur les lieux de livraison.

L'éleveur doit signaler immédiatement toute anomalie dans les livraisons : rythme d'arrivée des camions, variation de teneur en MS, aspect de la pulpe, etc... De même, toute anomalie de fonctionnement de l'usine entraînant une baisse de qualité des pulpes doit être indiquée à l'éleveur, ce qui peut parfois, d'un commun accord, mettre fin aux livraisons.

Pour en savoir plus

Publication du Comité National des Coproduits

- **Andries J.I., De Brabander D.L., De Boever J.L., Buysse F.X., 1984.** Pulpes surpressées ensilées à volonté pour le bétail laitier. Revue de l'Agriculture : 37 (4) : 1011-1023.
- **Besancenot J.-M., 1990.** Ensilage de pulpes de betteraves sucrières saccharatées et surpressées. Suivi de la conservation et de l'utilisation par les animaux. Compte-rendu d'essai Maison de l'Elevage d'Ile-de-France : 26 pages.
- **Besancenot J.-M., Latron J.-P., 1994.** Complémentation pour taurillons charolais d'un régime à base de pulpes surpressées de betteraves par des pois protéagineux. Hiver 93-94. Compte-rendu d'essai, Gisements Co-Produits Ile-de-France et Lycée Bougainville de Brie Comte Robert, 4 pages.
- **Besancenot J.-M., Latron J.-P., 1995.** Complémentation d'un régime à base de pulpes surpressées de betteraves par des pois protéagineux pour des taurillons charolais à l'engraissement. Compte-rendu d'essai, Gisements Co-Produits Ile-de-France et Lycée Bougainville de Brie Comte Robert, 7 pages.
- **Besancenot J.-M., Morel d'Arleux F., 1994.** Ensilage de pulpes surpressées de betteraves sucrières avec la technique ROTO-PRESS. Compte-rendu d'expérimentation Maison de l'Elevage d'Ile-de-France, Comité National des Coproduits, USICA, Institut de l'Elevage : 7 pages.
- **Bouedo A., 1990.** Conservation des pulpes de betteraves surpressées. Suivi dans une usine - Campagne 1989-1990. Compte-rendu d'étude USICA.
- **Caussanel P., 1994.** La maîtrise des butyriques dans le lait avec des rations contenant des pulpes surpressées. SICA-Pulpes Erstein, USICA, EDE du Bas-Rhin, Octobre : 16 pages.
- **Caussanel P., 1995.** La maîtrise des butyriques dans le lait avec des rations contenant des pulpes surpressées. Essai de deux conservateurs sur le dessus des silos pour réduire la contamination butyrique. Compte-rendu d'essai EDE du Bas-Rhin, SICA-Pulpes Erstein, USICA, Institut de l'Elevage, Timak, Henkel : 7 pages.
- **Cotto G., 1979.** L'ensilage de pulpes surpressées : un aliment intéressant pour l'élevage des zones betteravières. Bulletin Technique d'Information, 343 : 395-410.
- **Corrot G., 1989.** Pulpes surpressées ensilées - Etude de la contamination butyrique. Compte-rendu d'étude ITEB, SCL 21, Laiterie BEL, GIAL 52.

- **Corrot G., 1989.** Pulpes surpressées ensilées : étude de la contamination butyrique, essai d'amélioration de la qualité. Compte-rendu n° 89041 I TEB Paris : 67 pages.
- **Corrot G., 1990.** Quel risque butyrique quand on incorpore de la pulpe de betterave surpressée dans les rations des vaches laitières ? Annuel pour l'Éleveur de Bovins : 143-151.
- **De Brabander D.L., Aerts J.V., 1980.** Influence des pulpes surpressées ensilées sur l'ingestion de fourrages grossiers, la production et la composition du lait chez la vache laitière. Revue de l'Agriculture, 33 (5) : 941-952.
- **De Brabander D.L., De Boever J.L., De Smet A.M., Vanacker J.M., Boucqué C.V., 1999.** Evaluation of the physical structure of fodder beets, potatoes, pressed beet pulp, brewers grains, and corn cob silage. Journal of dairy science, 82 : 110-121.
- **Demarquilly C., Grenet E., Lamand M., Barlet J.-P., Le Du J., 1978.** Qualité de conservation et valeur alimentaire des ensilages de pulpes. Bulletin Technique C.R.Z.V. Theix-INRA, 32 : 5-12.
- **Devillers P., 1983.** Ensilage de pulpes surpressées, conditions optimales de conservation. Sucrierie Française, 75 : 297-312.
- **De Visser H., Hindle V.A., 1990.** Dried beet pulp, pressed beet pulp and maize silage as substitutes for concentrates in the dairy cow rations. 1 - Feeding value, feed intake, milk production and milk composition. Netherlands Journal of Agricultural Science, 38 : 77 - 88.
- **De Visser H., Huisert H., Ketelaar R.S., 1991.** Dried beet pulp, pressed beet pulp and maize silage as substitutes for concentrates in dairy cow rations. 2 - Feed intake, fermentation pattern and ruminal degradation characteristics. Netherlands Journal of Agricultural Science, 39 : 21 - 30.
- **Dulphy J.-P., BONY J., ANDRIEU J.-P., 1978.** Utilisation des pulpes de betteraves surpressées par les vaches laitières. Bulletin Technique CRZV de Theix - INRA, 34 : 15 - 21.
- **Grebille B., Merkling F., Schockmel, 1994.** Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Août 1993 - Septembre 1994. Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 10 pages.
- **Grebille B., Merkling F., Schockmel, 1995.** Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Août 1994 - Juillet 1995. Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 9 pages.

- **Grebille B., Merklings F., Schockmel, 1996.** Essai réduction des coûts alimentaires en engraissement de taurillons. Mai 1995 - Mai 1996. Compte-rendu d'essai, LEGTA d'Obernai : 8 pages.
- **Hervieu J., Besancenot J.-M., 1995.** Conservation des pulpes surpressées ensilées avec adjonction en périphérie de conservateur EUROSIL-MAIS. Compte-rendu d'essai INRA-INAPG, Maison de l'Elevage d'Ile-de-France : 21 pages.
- **Heuchel V., Besancenot J.-M., 1990.** Intérêt de l'association d'un ensilage de pulpes surpressées de betteraves sucrières à un ensilage de maïs dans un régime pour vaches laitières. Incidence sur le taux protéique du lait, sur la quantité de lait produite et sur la qualité butyrique du lait. Compte-rendu d'essai hiver 1988-1989. Maison de l'Elevage d'Ile de France, CEZ Rambouillet, USICA, ITEB : 37 pages.
- **Istasse L., Marcq A., Van Eenaeme C., Baldwin P., Romme E., Gislen M., Bienfait J.-M., 1990.** Pressed sugar beet pulp enriched with Limix as a major component of a diet for growing fattening bulls. Journal of Animal Production, XXV (1) : 47-52.
- **ITEB RNED, 1985.** La contamination du lait par les spores butyriques. Collection "Le Point sur", Editions Technipel.
- **Leroy M., 1990.** Conservation des pulpes surpressées dans l'Aisne. Chambre d'Agriculture de l'Aisne.
- **Meschy F., Duval S., 1988.** Effets d'une surcharge en aluminium sur les bilans minéraux (Ca, P et Mg) chez l'agneau. INRA Productions Animales, 4 (5) : 339-343.
- **Morel d'Arleux F., Besancenot J.-M., Galloo J.-B., Le Liboux P., 1993.** Utilisation de pulpes de betteraves surpressées par les vaches laitières en complément d'ensilage de maïs. Institut de l'Elevage, Maison de l'Elevage d'Ile de France, C.E.Z. de Rambouillet.
- **Murphy J.J., 1986.** A note on the use of presses sugar-beet pulp in the diet of lactating dairy cows.. Animal Production, 43 : 561 - 564.
- **Parkins J.J., Hemingway R.G., Fraser J., 1986.** A note on dried, molassed sugar-beet pulp and unmolassed, pressed sugar-beet pulp as comparative foods for dairy cows. Animal Production, 43 : 351 - 354.
- **Pilard J.-L., 1998.** Contamination butyrique des pulpes surpressées. Etude de l'évolution de la qualité des pulpes, de la sortie des presses à l'auge - Campagne 1997. Compte-rendu d'étude Chambre d'Agriculture de la Somme, Laiterie Senoble, Laiterie VPM, USICA, Conseil Régional de Picardie, Comité National des Coproduits, GIE Lait-Viande Picardie : 20 pages.

- **Pilard J.-L., 1999.** Contamination butyrique des pulpes surpressées. Etude de l'évolution de la qualité des pulpes, de la sortie des presses à l'auge - Campagne 1998. Compte-rendu d'étude Chambre d'Agriculture de la Somme, Laiterie Elnor/Ressons, Laiterie VPM, USICA, ASBS : 13 pages.

- **Ratier F., Petit E., Malvoisin Y., Coupey I., 1998.** La pulpe de betteraves surpressées en Haute-Normandie. Aptitude à la conservation et influence sur la contamination du lait en spores butyriques. Compte-rendu d'étude ARGDS (Action Top Lait), Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime et Chambre d'Agriculture de l'Eure : 66 pages.

- **Sheehan W., Quirke J.F., 1982.** A comparative study of the feeding value of dried molassed beet pulp and ensiled wet pulp for sheep. Irish Journal of Agricultural Research, 21 (2 et 3) : 129-134.

- **UCALPI / OCEL, 1991.** Document de synthèse des travaux réalisés par le groupe de travail UCALPI / OCEL, juin : 16 pages.

- **USICA, 2000.** La production et l'utilisation des pulpes de betteraves en France durant la campagne 1999-2000. Rapport d'enquête USICA : 9 pages.

- **USICA, 2001.** La qualité des pulpes à l'USICA. Campagne 2000 - 2001. Rapport USICA : 8 pages

- **Wyss U., Fivian R., 2000.** Influence du moment de l'ensilage sur la qualité des conserves de pulpe de betterave. Revue suisse Agricole, 32 (4) : 178-182.

- **Wyss U., Fivian R., 2000 a.** Utilisation d'agents conservateurs pour les ensilages de pulpe de betterave. Revue suisse Agricole, 32 (4) : 173-177.

- **Sheehan W., Quirke J.F., 1982.** A comparative study of the feeding value of dried molassed beet pulp and ensiled wet pulp for sheep. Irish Journal of Agricultural Research, 21 (2 et 3) : 129-134.

Adresses utiles et Sites Internet

ADEME

2, Square Lafayette – BP 406 – 49004 Angers Cedex 01

Tel : 02 41 20 41 20

Fax : 02 41 87 23 50

<http://www.ademe.fr>

Comité National des Coproduits

Institut de l'Élevage

149, Rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12

Secrétaires : Marie-Catherine LECLERC et François MOREL d'ARLEUX

Tel : 01 40 04 49 81 ou 01 40 04 52 24

Fax : 01 40 04 49 60

Email : marie-catherine.leclerc@inst-elevage.asso.fr

francois.morel-d-arleux@inst-elevage.asso.fr

USICA – Union des SICA de transformation des pulpes de betteraves

43 – 45, Rue de Naples – 75008 Paris

Tel : 01 42 94 41 80

Fax : 01 42 93 42 37

<http://www.labetterave.com>

CEDIP – Centre d'Etude et d'Information sur la pulpe de betterave française

43 – 45, Rue de Naples – 75008 Paris

<http://www.la-pulpe.com>

ITB – Institut technique français de la betterave industrielle

43 – 45, Rue de Naples – 75008 Paris

Tel : 01 42 93 13 38

<http://www.institut-betterave.asso.fr>