

A2402

# Synthèse Sur

## **LE CORN GLUTEN FEED**

COMITÉ DES SOUS-PRODUITS  
RNED BOVIN - JUILLET 1991

## **SYNTHESE SUR LE CORN GLUTEN FEED**

Document réalisé par :

**M. MOREL D'ARLEUX - INSTITUT DE L'ELEVAGE**

**M. WEISS - ITCF**

**M. CADOT - INSTITUT DE L'ELEVAGE**

**M, CHAPOUTOT - INA PG**

Avec la collaboration de :

**M. BOUSSEL - C.A. Haute Marne**

**M. CHAMPION - C.A. Sarthe**

**M. des MONSTIERS - Sté CERESTAR**

**Mme ROQUIGNY - CONTROLE LAITIER de Vendée**

**M. de la SAYETTE - Sté ROQUETTE**

**M. THIEULIN - AFTAA**

## SOMMAIRE

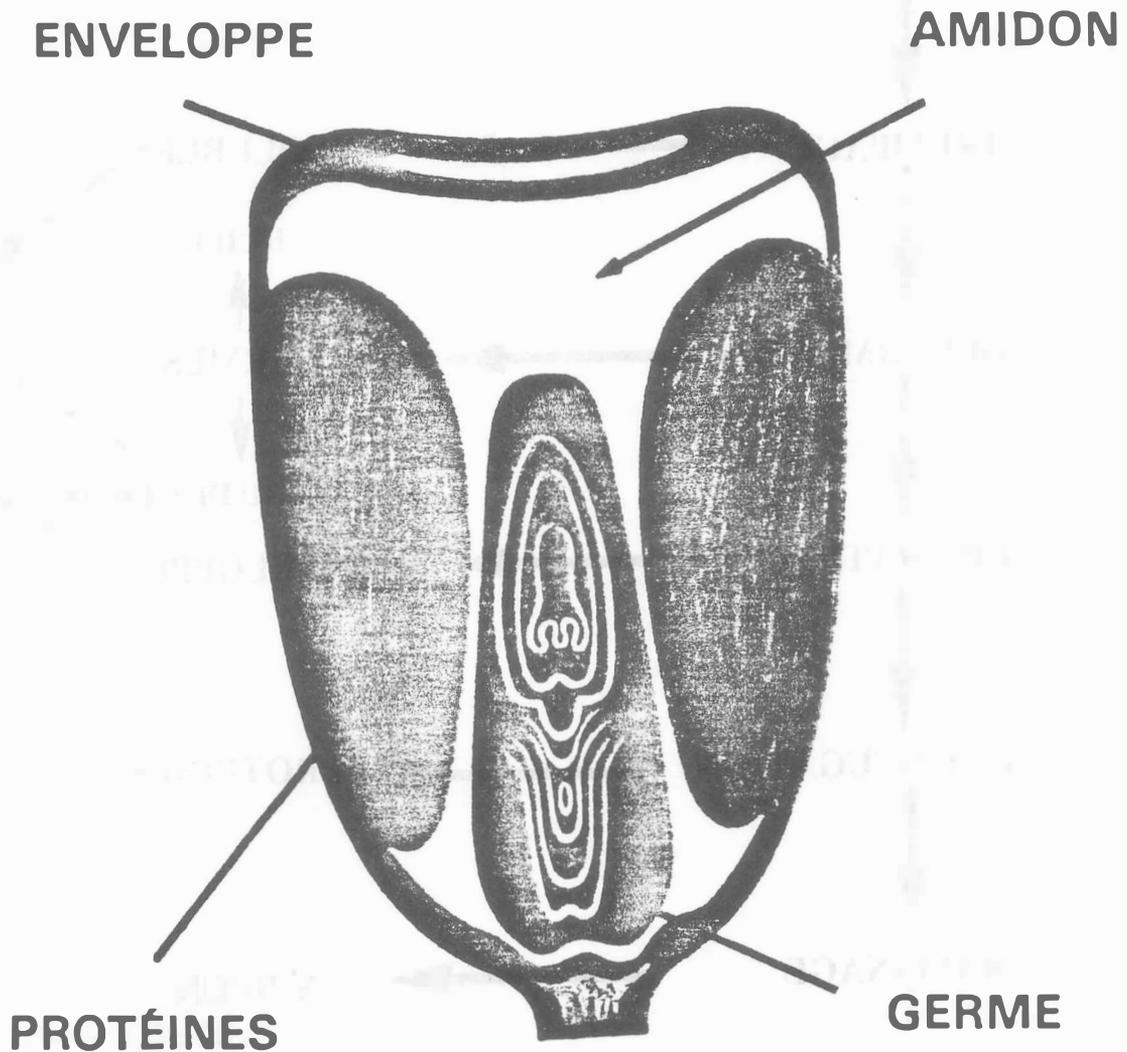
<b>I - DESCRIPTIF</b>	<b>1</b>
Quelques définitions	3
DISPONIBILITE ET MARCHE	3
<b>II - COMPOSITION CHIMIQUE - VALEUR ALIMENTAIRE</b>	<b>5</b>
a - valeur énergétique	5
b - valeur azotée	6
c - teneur en aflatoxine B1 - Règlementation	7
<b>III - UTILISATION PAR LES ANIMAUX</b>	<b>8</b>
• LES VACHES LAITIERES	8
Intérêt d'un apport de CGF sec dans la ration	8
La forme de présentation du CGF sec ou humide	12
Niveau d'apport du CGF	15
• LES GENISSES	25
Références bibliographiques	26
• LES ANIMAUX A VIANDE	27
Régime à base d'ensilage de maïs	27
Régime à base de concentré	29
Références bibliographiques	36
<b>IV - PRECAUTIONS D'EMPLOI ET QUANTITES RECOMMANDEES DU CFG SEC ET HUMIDE</b>	<b>37</b>
Caractéristiques particulières	37
Précautions d'emploi	37
Quantités recommandées	37
<b>V - STOCKAGE ET CONSERVATION DU CORN GLUTEN FEED</b>	<b>39</b>
Produit sec	39
Produit humide	39
<b>VI - EXEMPLES DE RATION</b>	<b>40</b>
<b>VII -INTERET ECONOMIQUE</b>	<b>41</b>

## I - DESCRIPTIF

Le corn gluten feed est le coproduit principal de l'amidonnerie humide de maïs.

Cette industrie particulièrement présente dans le nord de l'Europe, a pour objet d'extraire du grain de maïs son amidon (cf. dessin ci-dessous).

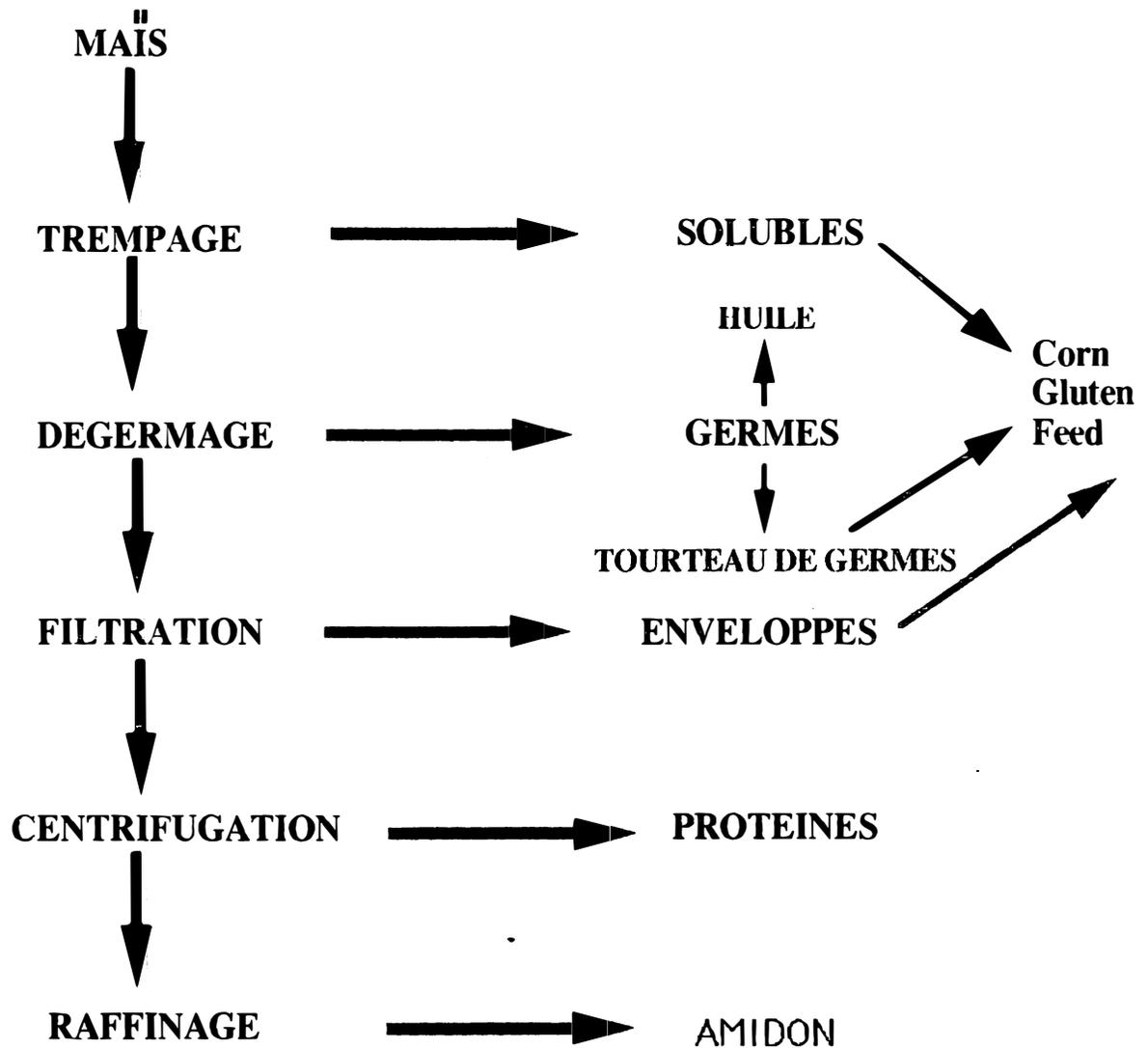
### STRUCTURE DU GRAIN DE MAÏS



L'amidon de maïs est, sous sa forme native ou transformée, employé dans de très nombreux secteurs d'activité comme l'industrie alimentaire : confiserie, chewing gum, aliment pour enfants, boisson.

Ou d'autres secteurs : papier carton, pharmacie, détergent ....

Le schéma traditionnel d'une amidonnerie de maïs par voie humide est le suivant :



## **Quelques définitions .....**

### **Corn Gluten Feed**

Coproduit de l'amidonnerie humide de maïs, constitué principalement d'enveloppes cellulosiques, de protéines solubles et insolubles et éventuellement de tourteaux de germes de maïs.

### **Extraits solubles de maïs (Corn Steep Liquor)**

Coproduit obtenu par concentration de l'eau de trempage du maïs.

### **Gluten de maïs**

Fraction protéique insoluble dans l'eau.

### **Tourteau de germe**

Produit obtenu après extraction de l'huile contenue dans le germe soit par solvant soit par pression

### **Drèche**

Fraction principalement cellulosique du grain de maïs.

## **DISPONIBILITE ET MARCHÉ**

La production Française de corn gluten feed s'est établie sur les dernières années autour de 250 000 T/an.

Des importations d'origine européenne américaine - Nord et Sud - ont représenté en 1990 550 000 T.

Les exportations de corn gluten feed étant restreintes, la France a utilisé en 1991 près de 750 à 800 000 T de corn gluten feed.

Depuis 1991, à la suite d'un accord douanier entre la Communauté Economique Européenne et les Etats Unis d'Amérique, la définition douanière du corn gluten feed a été précisée (règlement CEE du 29/11/91).

Le corn gluten feed ne peut excéder 28% d'amidon sur sec. La matière grasse doit rester inférieure à 4,5% sur matière sèche.

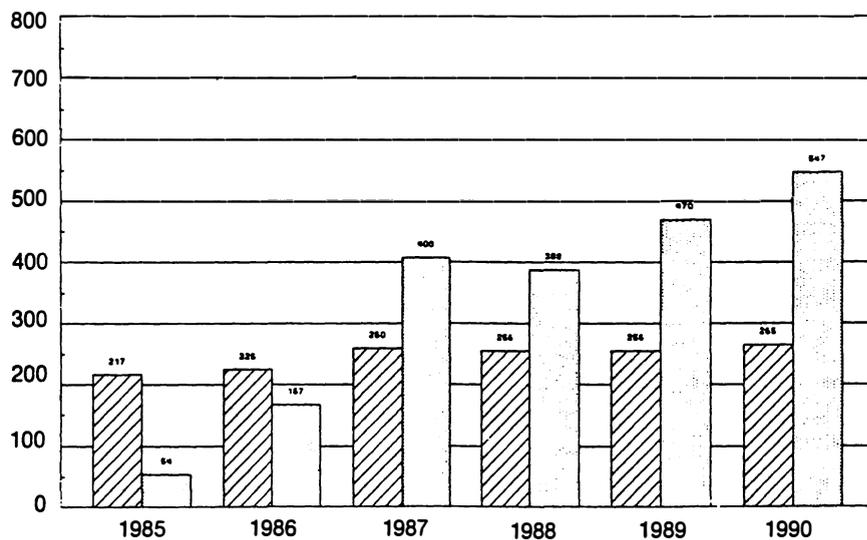
Le corn gluten feed doit, comme par le passé, continuer à respecter la norme 40 % maximum de protéines.

Le corn gluten feed peut contenir des tourteaux de germes de maïs obtenus par voie humide.

Les graphiques suivants présentent l'évolution des ressources et de l'utilisation du CGF en France selon les années.

## France : Ressources

milliers de tonnes

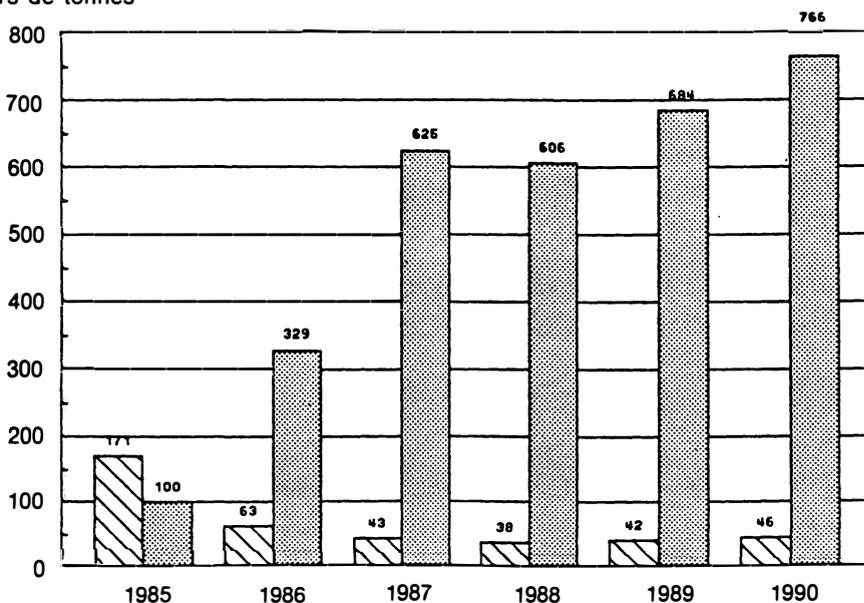


*Douanes*



## France : Utilisations

Milliers de tonnes



*Douanes*



## II - COMPOSITION CHIMIQUE - VALEUR NUTRITIVE

### • Valeur énergétique

Le corn gluten feed présente une valeur moyenne de digestibilité de la matière organique (dMO) d'environ 83% (cf. tables INRA, Tables Hollandaises). Cette valeur élevée peut s'expliquer d'une part par la fraction d'amidon résiduelle (de 15 à 30% MS) et d'autre part par le faible degré de lignification des parois végétales de ce sous produit (NDF : 34% MS, ADF : 10% MS, ADL : 1,3% MS) qui leur confrère une bonne digestibilité (dCB : 60 à 64%). Le corn gluten feed peut être classé parmi "les aliments à cellulose facilement digestible". Ainsi, une variation de la teneur en CB de ce sous produit n'aura qu'une incidence négative faible sur sa valeur énergétique en comparaison des sous produits d'autres céréales comme le blé ou l'orge.

Ainsi une variation de la teneur en CB de ce sous-produit n'aura qu'une incidence négative faible sur sa valeur énergétique (-0,021 UFL et -0,025 UFV/kg MS pour une variation de 1% de CB % MS). en comparaison des sous-produits du blé (-0,041 UFL et -0,051 UFV/kg MS)

A partir de cette valeur de dMO, il est possible d'estimer la digestibilité de l'énergie brute (dE : 84%) et de calculer les valeurs énergétiques de ce sous produit dans le système INRA 1988 à partir de la **composition chimique moyenne** précisée au tableau ci-dessous. Les valeurs moyennes UFL et UFV calculées sont d'environ 1,16 UFL/kg MS et 1,15 UFV/kg MS positionnant le corn gluten feed parmi les aliments à valeurs énergétiques très élevées.

### COMPOSITION CHIMIQUE - Référence : Moyenne INRA 1988 :

	Moyenne	Extrêmes
Matière sèche (%)		
Produit séché 87 - 90		
Produit frais, ensilé 40 - 50		
Matières minérales (% de la MS)	6,7	5 à 8
MAT (% de la MS)	21,6	20 à 24
Cellulose brute (% de la MS)	8,8	7,5 à 10
Matières grasses (% de la MS)	4,5	3 à 5
Amidon	23*	16 à 28
Calcium (g/kg de MS)	3	
Phosphore (g/kg de MS)	7,8	7 à 9
Potassium (g/kg de MS)	8*	
Sodium (g/kg de MS)	1,1*	
Magnésium (g/kg de MS)	4,0*	3 à 4,5
Cuivre (mg/kg de MS)	11,5*	jusqu'à 50
Manganèse (mg/kg de MS)	25,3	25 à 30
Zinc (mg/kg de MS)	50	50 à 90
Méthionine (mg/kg de MS)	4,5*	
Lysine (mg/kg de MS)	7,5*	

\* Source : CERESTAR à partir de 3000 analyses

## • Valeur azotée

La technologie d'obtention du corn gluten feed permet de comprendre le comportement dans le rumen des matières azotées de ce sous produit. En effet, les protéines des drèches de maïs (fraction résiduelle des enveloppes du grain) en partie associées aux parois végétales sont dégradées à vitesse lente.

L'incorporation à ces drèches de maïs de la fraction des eaux de trempage contenant les protéines solubles, entraîne une accélération des processus de dégradation des matières azotées totales du corn gluten feed

Ainsi la dégradabilité théorique (DT) de l'azote, calculée à partir des mesures de dégradation en sachets de nylon en tenant compte d'un renouvellement des particules du rumen de 6% par heure, atteint la valeur de 69% pour le corn gluten feed comparé à celle de 50% pour les drèches de maïs (INRA 1988).

Il est probable que les processus de séchage du corn gluten feed, surtout s'il est mal maîtrisé, puissent avoir une influence défavorable sur les paramètres de la digestion des protéines (diminution de la dégradabilité de l'azote, moindre digestibilité des protéines) comme le montre les résultats de solubilité in vitro de l'azote. Néanmoins, les résultats de la bibliographie comparant le corn gluten feed sec et humide ne sont pas tous homogènes et dans l'absence actuelle de précisions supplémentaires, il n'est pas possible de moduler cette valeur de DT suivant la forme de présentation de ce sous produit. En intégrant la valeur moyenne de digestibilité réelle des protéines alimentaires non dégradées proposée dans les tables INRA (dr : 0,85), les valeurs moyennes PDIA, PDIN et PDIE du corn gluten feed sont respectivement de 63, 145 et 125 g/kg MS (cf. ci-après).

### Valeur énergétique du corn gluten feed

dMO : 83 %  
 dE : 84 %  
 EB : 4,60 Mcal/kg MS  
 ED : 3,88 Mcal/kg MS  
 EM : 3,20 Mcal/kg MS  
 EN lait : 1,16 UFL/kg MS  
 EN viande : 1,15 UFV/kg MS

### Valeur azotée du corn gluten feed

DT : 69 %  
 dr : 85%  
 PDIA : 63 g/kg MS  
 PDIN : 145 g/kg MS  
 PDIE : 125 g/kg MS

## • Teneur en aflatoxine B1 - Règlementation

Cas du Corn gluten feed lorsqu'il est vendu directement à des éleveurs.

L'importateur comme le vendeur sont responsables de l'étiquetage. Lorsque le corn gluten feed est vendu directement à des éleveurs, il est considéré comme un aliment simple et sa teneur en aflatoxine B1 doit être au maximum de 0,02ppm (cf. tableau ci-dessous)

Selon Arrêté du 16 Mars 1989 (J.O./R.F. du 13 Avril 1989) Annexe I - B et Annexe II	Teneur maximale en mg/kg (ppm) d'aliment ramené à un taux d'humidité de 12%
Aliments simples (vendus directement aux éleveurs)	0,02 ppm (ou 20 ppb)
Matières premières (ingrédients) (1) arachide, coprah, palmiste, graines de coton, bagasse, maïs et les dérivés de leur trans- formation	0,2 ppm (ou 200 ppb)

(1) Par matières premières (ingrédients) on entend les différents produits d'origine végétale ou animale à l'état naturel, frais ou conservés et les dérivés de leur transformation industrielle ainsi que les substances organiques ou inorganiques comprenant ou non des additifs, qui sont destinés à être mis en circulation en tant qu'aliments simples ou pour la préparation d'aliments composés ou en tant que support de prémélanges.

Si la teneur est supérieure à 0,02 ppm la vente aux éleveurs est interdite. L'éleveur est en droit de demander à son vendeur une garantie de la teneur en aflatoxine B1.

Les mycotoxines sont des substances toxiques produites par de nombreuses espèces de moisissures, ce sont principalement les genres *aspergillus* et *penicillum*, qui comporte des espèces mycotoxigènes.

Le maïs est un substrat qui peut être contaminé par *aspergillus flavus* qui est capable de se multiplier dans des milieux solides à faible activité de l'eau. Des effets activateur de températures cycliques de 25 à 40° par rapport à une température constante moyenne équivalente de 30° sont favorables à la biosynthèse d'aflatoxine B1. Ceci explique que dans les conditions climatiques particulières des Etats Unis, du Brésil, de l'Argentine, certaines années les maïs produits dans ces pays soient riches en aflatoxine B1.

Le procédé d'amidonnerie humide de maïs risque de provoquer une concentration en aflatoxine au niveau des jus de trempage qui sont l'une des composantes du corn gluten feed.

Les amidonniers français contrôlent tous les lots de maïs achetés, et il est très rare de trouver des maïs métropolitains ayant une teneur significative en aflatoxine B1.

### III - UTILISATION DU CORN GLUTEN FEED PAR LES ANIMAUX

#### ► LES VACHES LAITIÈRES

En période de pénurie d'aliments consécutive à la sécheresse, les éleveurs sont tentés d'utiliser d'autres aliments à un prix le moins élevé possible, qu'ils soient produits ou non sur l'exploitation. Dans ce dernier cas, le prix des céréales achetées étant trop élevé, ils vont se reporter sur les aliments disponibles sur le marché au moindre prix. Le corn gluten feed produit en Europe ou importé fait partie de ces solutions.

Il est donc indispensable de connaître l'efficacité de cet aliment pour la production laitière. A défaut d'un nombre suffisant de références françaises, nous avons rassemblé les résultats d'essais anglo-saxons sur le sujet. Les conditions expérimentales ne sont pas toujours très homogènes d'un essai à l'autre et sont différentes du contexte français, notamment en ce qui concerne la méthode de rationnement des vaches (pour chaque essai ration complète intégrale); nous présentons donc pour chaque essai les conditions expérimentales et la composition des rations dans les annexes I et II.

*Les conclusions de cette étude bibliographique sur l'utilisation du corn gluten feed en production laitière doivent être utilisées avec précaution compte tenu du contexte très différent dans lequel elles ont été obtenues : nature des aliments utilisés, rationnement en ration complète, type d'animal, etc...*

#### • Intérêt d'un apport de corn gluten feed dans la ration

Pour mesurer l'intérêt de la présence de corn gluten feed (CGF) dans la ration nous avons retenu de comparer pour chaque essai la ration contenant moins de 20 % de corn gluten feed à la ration témoin n'en contenant pas. Pour cela nous avons utilisé les résultats des essais 1, 2, 7, 8, 10 et 12 qui sont présentés dans les tableaux 1 et 2 et sur le graphique 1.

#### La consommation

Dans une ration à base d'ensilage de maïs le remplacement d'une partie du concentré par du corn gluten feed sec augmente le niveau de consommation de la ration; l'augmentation varie de 12,8 % (essai 1 différence significative à  $P \leq 0,05$ ) à 2,4 % (essai 12), la moyenne se situant à 6 %.

#### La production laitière

La production laitière tend à augmenter si l'on incorpore du CGF dans la ration en moyenne de 2,5 % avec des extrêmes allant selon les essais de 0 à 4,3 %. Aucune différence n'est statistiquement significative.

#### La composition du lait

Par rapport à un concentré à base de maïs et de tourteau l'apport de CGF :

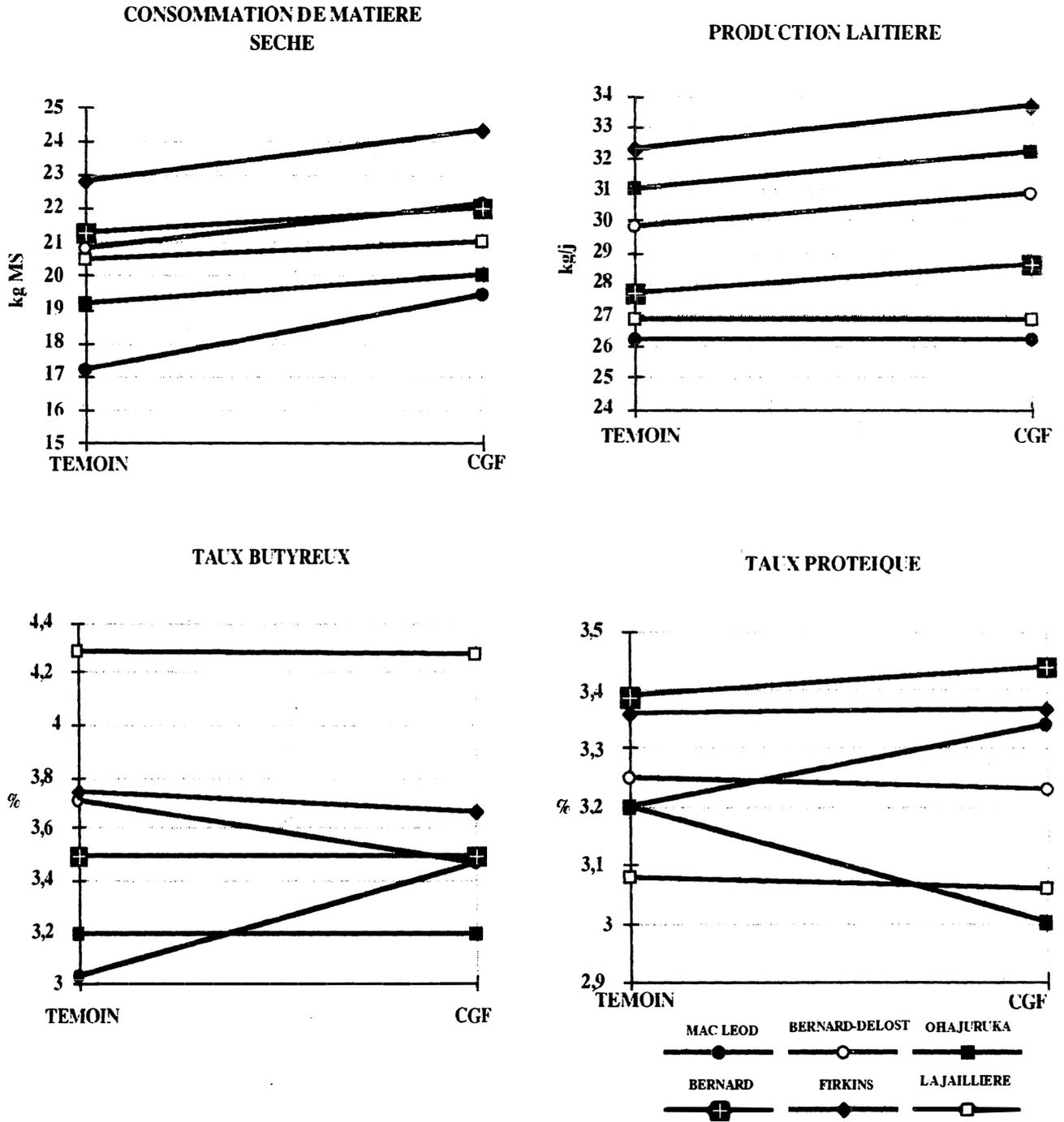
- modifie peu le **taux butyreux** en moyenne mais la réponse n'est pas homogène d'un essai à l'autre. Tantôt il y a augmentation du TB et celle-ci peut être élevée et significative (essai 1) ou faible, voire nulle. Parfois il y a une diminution du TB (essais 2 et 10), qui est provoquée par l'effet dilution, la production de matières grasses restant la même dans les 2 cas.

-ne modifie pas le **taux protéique** en moyenne. Cependant les écarts significatifs existent dans certains essais : de + 4,4 % (essai 1) à - 6,3 % (essai 7).

**Tableau 1 : Comparaison des formes sèche et humide du CGF (régime à base d'ensilage de maïs)**

Essai	Témoin (Tourteau + céréales)	Forme sèche du CGF	Forme humide du CGF
<b>Consommation (kg MS/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	17,2	19,4	16,3
2 - BERNARD, DELOST et al.	20,8	22,1	21,0
<b>Apport de C.G.F. (kg MS/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	-	5,0	4,2
2 - BERNARD, DELOST et al.	-	5,4	5,1
<b>Production laitière (kg/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	26,2	26,2	24,7
2 - BERNARD, DELOST et al.	29,8	30,9	29,7
<b>Lait 4 % par kg MS ingérée</b>			
1 - Mac LEOD et al.	1,30	1,24	1,42
2 - BERNARD, DELOST et al.	1,37	1,29	1,36
<b>Taux butyreux (en % et en g MG/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	3,03 (794)	3,47 (909)	3,60 (889)
2 - BERNARD, DELOST et al.	3,71 (1106)	3,47 (1072)	3,73 (1108)
<b>Taux protéique (en % et en g MP/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	3,20 (838)	3,34 (875)	3,20 (790)
2 - BERNARD, DELOST et al.	3,25 (969)	3,23 (998)	3,24 (962)
<b>Variation de poids vif (g/j)</b>			
1 - Mac LEOD et al.	124	246	99
2 - BERNARD, DELOST et al.	229	343	343

Graphique 1 : Intérêt du corn gluten feed dans la ration



## La variation de poids vif

Il ne semble pas que le CGF sec modifie la reprise de poids de façon significative les résultats sont très variables d'un essai à l'autre : la reprise de poids est positive dans les essais 1, 2 et 12 et négative dans les essais 7 et 10.

## L'efficacité alimentaire

On peut estimer l'efficacité de la ration par le rapport du lait 4 % produit à la MS ingérée de la ration; dans ce cas la valeur moyenne est de 1,34 kg de lait 4 % par kg MS dans le témoin et de 1,30 kg dans le lot recevant du CGF. On peut donc conclure que globalement il n'y a pas d'écart significatif entre les deux valeurs et que la ration est aussi bien valorisée pour la production laitière qu'elle contienne ou non du corn gluten feed.

Malgré l'imprécision sur la nature exacte et la qualité de certains aliments utilisés dans chacun des 6 essais de référence nous avons calculé les bilans alimentaires du régime témoin et du régime contenant du CGF à l'aide des valeurs INRA 1988. Ce calcul montre qu'en moyenne le régime contenant du CGF présente par rapport au témoin un excédent d'énergie (+ 1,1 UFL) et d'azote (+ 59 g de PDIN et + 15 g PDIE); cela doit expliquer le supplément moyen de production laitière observé avec ce régime : + 0,7 kg de lait à 4 %. On peut penser que, à même apport énergétique et azoté de la ration, le CGF a la même efficacité pour la production laitière que l'association maïs grain + tourteau de soja.

*Il ressort de ces comparaisons que l'on peut introduire du corn gluten feed jusqu'à 20 % dans la MS de la ration sans que cela n'entraîne une modification de l'efficacité globale de cette ration. Ce choix sera déterminé par les rapports de prix entre la céréale, le tourteau et le corn gluten feed et non par des considérations techniques.*

## • La forme de présentation du corn gluten feed sec ou humide

Le tableau 1 et le graphique 2 montrent les variations de performances observées entre les 2 formes du produit.

Les vaches recevant du CGF humide **consomment moins de matière sèche** : l'écart est de -16 % dans l'essai 1 (effet significatif au seuil de  $P \leq 0,05$ ) et de - 6,5 % dans l'essai 2 (effet NS). Cette baisse de consommation doit être reliée à la baisse de la teneur en MS de la ration qui se situe à 15 % en moyenne des 2 essais.

**La production laitière diminue avec la forme humide** du CGF par rapport à la forme sèche de - 1,5 kg de lait brut dans l'essai 1 ( $P \leq 0,05$ ) et de -1,2kg dans le 2.

La composition du lait est modifiée avec la forme humide :

- augmentation du **taux butyreux** de 0,13 point (N S) pour l'essai et de 0,26 point ( $P \leq 0,05$ ) pour l'essai 2.
- diminution du **taux protéique** de 0,14 point dans l'essai 1 ( $P \leq 0,05$ ); la variation est nulle pour le second essai.

Dans les 2 essais, le taux butyreux augmente quand la production diminue les quantités de matières grasses produites restant voisines avec le CGF qu'il soit sec ou humide.

Il semble bien que la forme humide soit défavorable à la production de protéines de du lait : moindre production et taux plus faible d'équivalent ce qui a pour conséquence de réduire la production globale de protéine : - 6,7 % en moyenne.

La forme humide du corn gluten feed présente une **efficacité plus grande** par rapport au régime témoin à base d'ensilage de maïs complétement par du tourteau et des céréales : + 0,06 kg de lait 4 % en plus par kg MS de ration ingérée. Par contre l'efficacité de la forme sèche est inférieure au témoin : 0,06 kg de lait 4 % produit en moins par kg MS ingérée.

Ces résultats sont la conclusion d'essais réalisés aux Etats Unis. Avec un produit d'origine métropolitaine les conclusions ne sont pas forcément transposables.

*Du point de vue technique l'utilisation du corn gluten feed sous forme humide semble donc préférable à l'utilisation de la forme sèche : l'efficacité de la ration avec CGF humide est supérieure puisque l'on produit 0,14 kg de lait à 4 % de plus par kg de MS ingérée, soit une amélioration de 10 %. La forme humide présente l'inconvénient de réduire la production de matières protéiques de 6,7 %*

*L'utilisation du CGF sous une forme ou sous une autre reste liée aux conditions d'approvisionnement. Si la forme humide est zootechniquement préférable, elle est d'un usage plus limité, la forme sèche se déplaçant plus facilement. Par rapport à une complémentation classique l'emploi du CGF peut être réalisé dès que les rapports de prix entre les aliments le justifient.*

Graphique 2 : Comparaison des formes sèche et humide

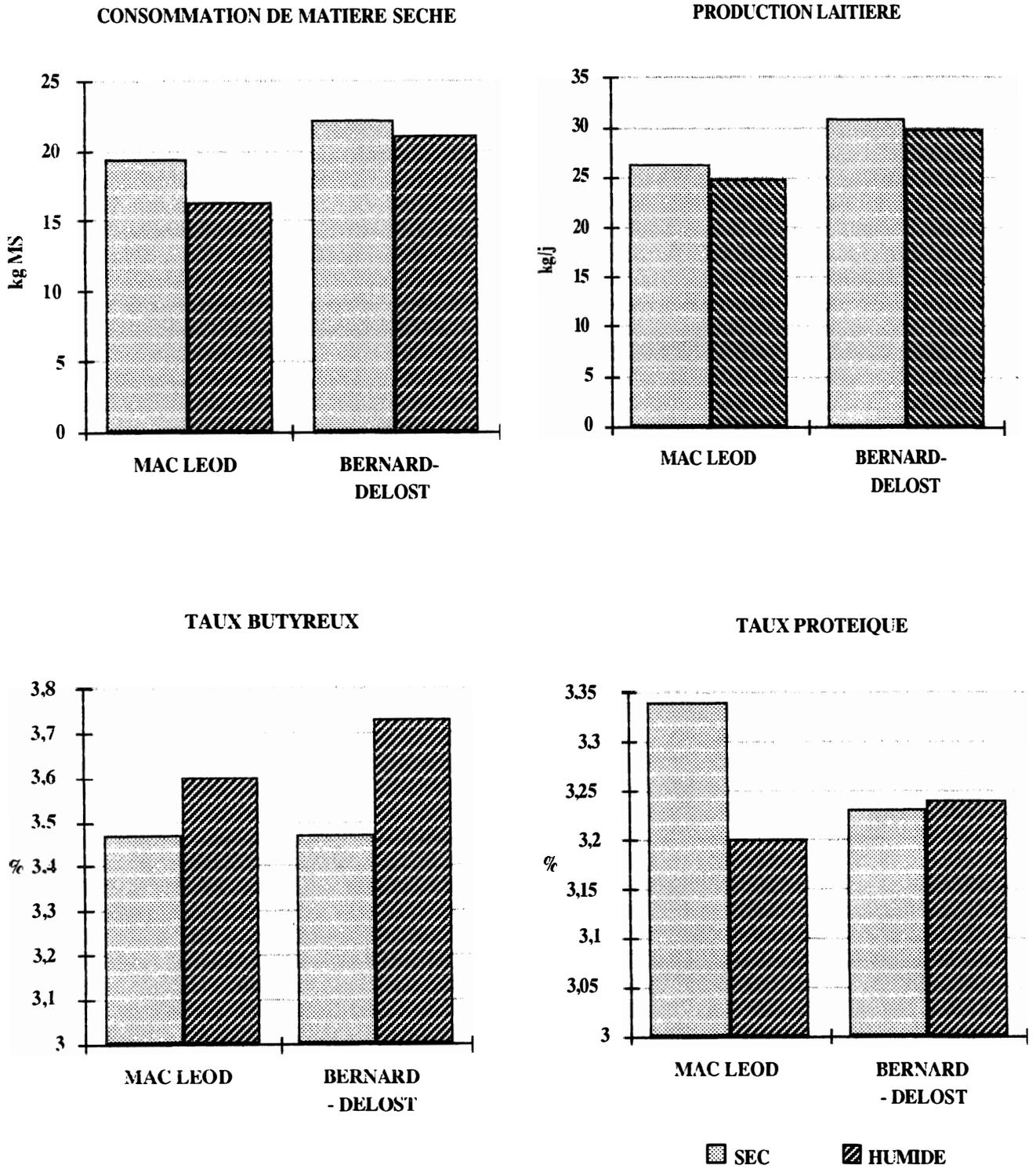


Tableau 2 : Effet du niveau de corn gluten feed dans la ration sur les performances

Auteur	Forme	Ration de base*	% CGF					
			0	10	20	30	40	60
			<b>CONSOMMATION (kg MS)</b>					
3 - STAPLES	Humide	MPEE	24,0		23,0	22,2	21,5	
4 - MAC LEOD	Humide	MPEE	17,8		17,5		17,0	
5 - GUNDERSON	Humide	MPEE	21,4	21,4	21,0	21,0		
6 - ARMENTANO	Humide	MPEE	21,7	21,0	22,5		21,5	
7 - OHAJURUKA	Sec	MPEE	19,2			20,0		20,9
8 - BERNARD	Sec	MPEE	21,3		22,0		-	
9 - FELLNER	Sec	MPEE			22,7		20,5	22,4
10 - FIRKINS	Sec	MPEE	22,8		24,3			
11 - GORDON	Sec	EH	14,8		14,7		14,4	
12 - LA JAILLIERE	Sec	MPEE	20,5	21,0				
			<b>PRODUCTION LAITIERE ((kg lait brut)</b>					
3 - STAPLES	Humide	MPEE	30,5		29,9	28,1	28,1	
4 - MAC LEOD	Humide	MPEE	26,9		25,8		25,2	
5 - GUNDERSON	Humide	MPEE	22,9	23,0	23,1	23,2		
6 - ARMENTANO	Humide	MPEE	30,5	30,8	31,2		30,8	
7 - OHAJURUKA	Sec	MPEE	31,0			32,2		32,6
8 - BERNARD	Sec	MPEE	27,7		28,6			
9 - FELLNER	Sec	MPEE			26,9		26,7	26,7
10 - FIRKINS	Sec	MPEE	32,3		33,7			
11 - GORDON	Sec	EH	22,0		21,8		21,7	
12 - LA JAILLIERE	Sec	MPEE	26,9	26,9				
			<b>TAUX BUTYREUX (%)</b>					
3 - STAPLES	Humide	MPEE	2,86		2,97	3,15	3,21	
4 - MAC LEOD	Humide	MPEE	3,59		3,61		3,80	
5 - GUNDERSON	Humide	MPEE	3,71	3,80	3,71	3,89		
6 - ARMENTANO	Humide	MPEE	3,64	3,62	3,77		3,89	
7 - OHAJURUKA	Sec	MPEE	3,20			3,20		3,30
8 - BERNARD	Sec	MPEE	3,50		3,50			
9 - FELLNER	Sec	MPEE			3,60		3,20	3,20
10 - FIRKINS	Sec	MPEE	3,74		3,66			
11 - GORDON	Sec	EH	3,72		3,76		3,68	
12 - LA JAILLIERE	Sec	MPEE	4,28	4,27				
			<b>TAUX PROTEIQUE (%)</b>					
3 - STAPLES	Humide	MPEE	3,19		3,14	3,14	3,08	
4 - MAC LEOD	Humide	MPEE	3,12		3,07		3,01	
5 - GUNDERSON	Humide	MPEE	3,36	3,28	3,23	3,28		
6 - ARMENTANO	Humide	MPEE	3,11	3,17	3,14		3,09	
7 - OHAJURUKA	Sec	MPEE	3,20			3,00		2,90
8 - BERNARD	Sec	MPEE	3,39		3,44			
9 - FELLNER	Sec	MPEE			3,20		3,30	3,30
10 - FIRKINS	Sec	MPEE	3,36		3,37			
11 - GORDON	Sec	EH	2,85		2,86		2,85	
12 - LA JAILLIERE	Sec	MPEE	3,08	3,06				
			<b>GMQ (g/l)</b>					
3 - STAPLES	Humide	MPEE	550		320	240	-80	
4 - MAC LEOD	Humide	MPEE	201		229		55	
7 - OHAJURUKA	Sec	MPEE	483			238		119
9 - FELLNER	Sec	MPEE			265		328	330
10 - FIRKINS	Sec	MPEE	550		520			
12 - LA JAILLIERE	Sec	MPEE	62	90				

\* MPEE : Ensilage de maïs plante entière - EH : Ensilage d'herbe

## • Niveau d'apport du corn gluten feed

Nous disposons des résultats de 10 essais réalisés soit avec du CGF humide (essais 3 à 6) soit avec du CGF sec (essais 7 à 12). Les résultats de ces essais sont présentés dans le tableau 2 et sur les graphiques 3 à 5. Dans tous les essais sauf un (11) la ration comprend de l'ensilage de maïs dans des proportions variables allant de 20 à 50 %; le régime utilisé dans l'essai 11 est à base d'ensilage d'herbe.

La discussion des résultats est développée en fonction de la forme de présentation du CGF, les animaux réagissant différemment à l'une ou l'autre forme de CGF.

### Le corn gluten feed sec

#### La consommation

L'introduction de corn gluten feed sec dans la ration se traduit par une augmentation de la consommation de MS de la ration. Entre 0 et 20 % de CGF dans la ration, l'augmentation est de 0,5 kg MS par 10 % de CGF en plus ; au delà de 20 % de CGF la consommation de MS continue d'augmenter mais beaucoup moins : augmentation moyenne de 0,15 kg MS. Pour l'essai réalisé avec de l'ensilage d'herbe (essai 11) l'apport CGF sec modifie très peu à la baisse la consommation.

#### La production laitière

Jusqu'à 20 % de CGF la production laitière tend à augmenter de 1,2 kg lait en moyenne ce qui représente une augmentation de 0,6 kg de lait par 10 points de CGF. Au delà il n'y plus d'effet sur la production laitière d'un accroissement du CGF dans la ration. Aucun effet sur la production de lait si l'on augmente l'apport de CGF dans une ration d'ensilage d'herbe (essai 11).

#### La composition du lait

Le **taux butyreux** n'évolue pas avec des apports croissants de CGF sec, que la ration soit à base de maïs ensilage ou d'ensilage d'herbe;

Pour le **taux protéique** les résultats sont très variables d'un essai à l'autre. Entre 0 et 20 % de CGF le taux protéique diminue dans 2 essais (7 et 12) alors qu'il reste stable dans les 3 autres essais; on peut dire qu'il n'y a pas en moyenne de modification du taux protéique quand la proportion de CGF sec augmente dans la ration, que la ration soit à base d'ensilage de maïs ou à base d'ensilage d'herbe.

#### La variation de poids vif

L'incorporation de quantité croissante de CGF sec augmente la reprise de poids vif dans 2 essais sur 4 (essais 9 et 12), c'est l'inverse pour les 2 autres.

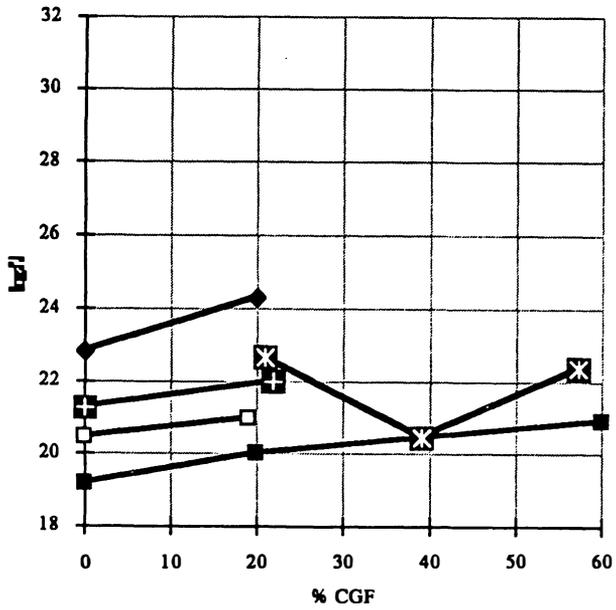
### **L'efficacité laitière de la ration**

L'efficacité laitière des rations contenant du CGF sec est variable selon les essais en plus ou en moins. En moyenne l'incorporation de CGF sec dans la ration réduit l'efficacité du 0,5 kg de lait chaque fois que la proportion de CGF sec augmente de 10 points. Cette détérioration de l'efficacité est principalement due à l'augmentation de l'ingestion avec l'incorporation de CGF sec.

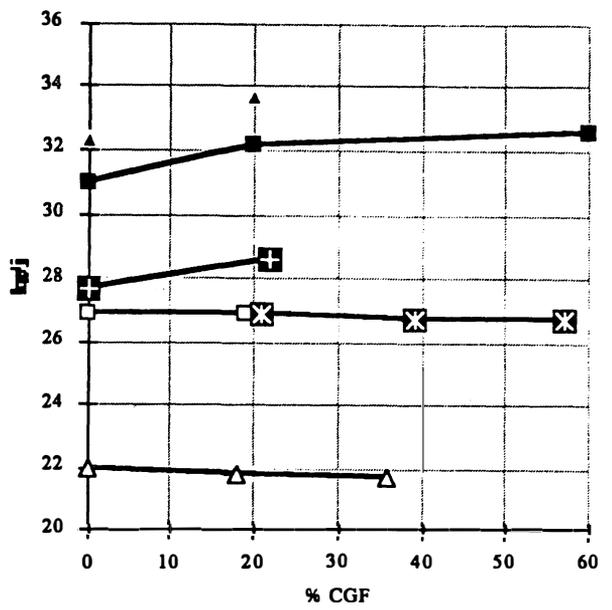
*En production laitière l'emploi de CGF sec en quantité croissante réduit l'efficacité globale de la ration. L'utilisation de ce produit est également lié au rapport de prix existant entre les aliments notamment entre les céréales et le tourteau d'une part, et le CGF sec d'autre part. Des considérations de facilité d'emploi (produit sec facilement transportable et manipulable) doivent également guider le choix.*

Graphique 3 : Niveau d'incorporation du corn gluten feed sec

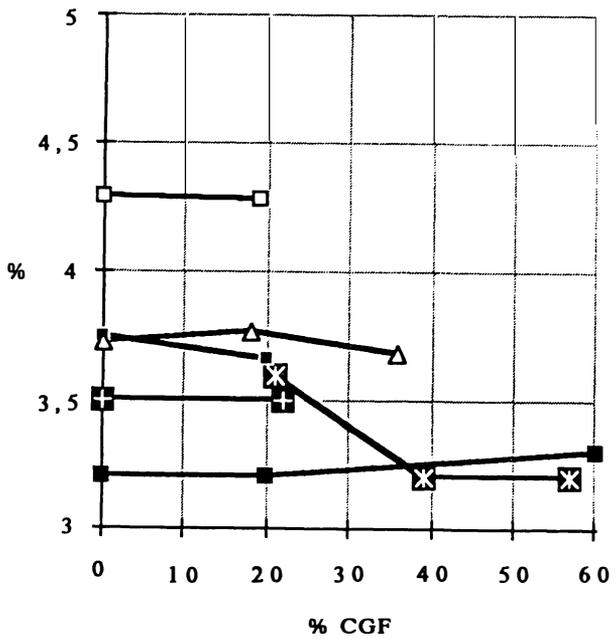
CONSOMMATION DE MS



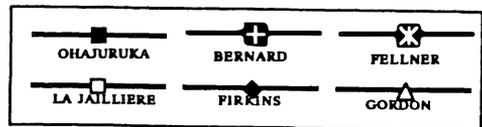
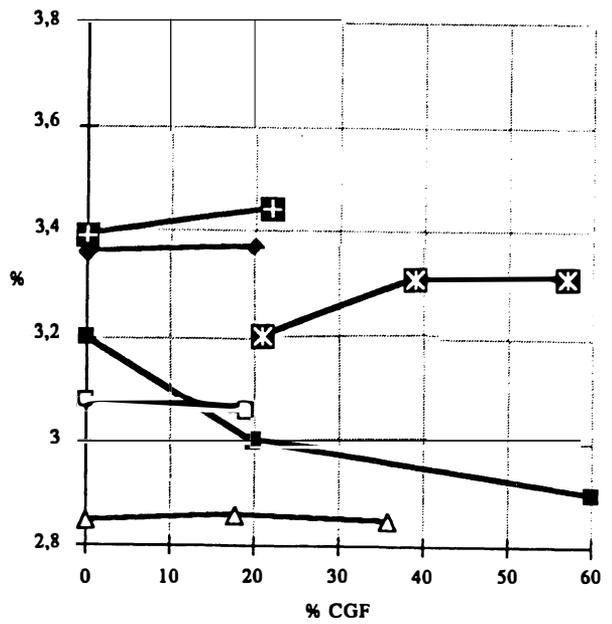
PRODUCTION LAITIERE EN LAIT BRUT



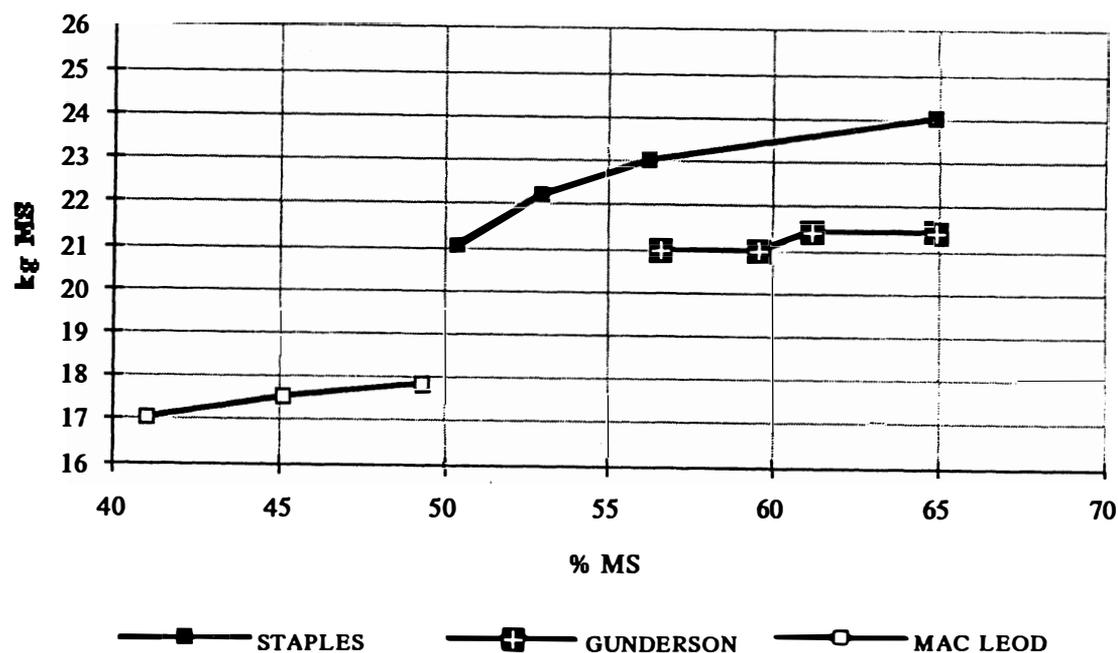
TAUX BUTYREUX



TAUX PROTEIQUE



**Graphique 4 : Liaison entre MS ingérée et teneur en MS de la ration (Corn Gluten Feed humide)**



**Tableau 3 - Efficacité laitière de la ration (kg lait 4 % par kg MS ingérée)**

		% CGF humide				Variation globale de l'efficacité entre 0 et 40 % (% témoin)
		0	20	30	40	
Essai 3	Lait 4 % (kg/j)	25,3	25,3	24,5	24,8	+ 9,5 %
	MSI (kg MS/j)	24,0	23,0	22,2	21,5	
	Efficacité (1)	1,05	1,10	1,10	1,15	
Essai 4	Lait 4 % (kg/j)	25,2	24,3		24,4	+ 1 %
	MSI (kg MS/j)	17,8	17,5		17,0	
		1,42	1,39		1,44	
Essai 5	Lait 4 % (kg/j)	21,9	22,1	22,8		+ 7 %
	MSI (kg MS/j)	21,4	21,0	21,0		
		1,02	1,05	1,09		
Essai 6	Lait 4 % (kg/j)	28,8	30,1		29,8	+ 5 %
	MSI (kg MS/j)	21,7	22,5		21,5	
		1,33	1,34		1,39	

(1) Efficacité laitière = kg lait 4 % par kg MS ingérée

## Le corn gluten feed humide

### La consommation

L'introduction du CGF dans la ration se traduit par une diminution assez régulière de la quantité ingérée (graphique 5). Celle-ci varie selon les essais entre 0,6 - 0,7 kg MS et 0,1 - 0,2 kg MS chaque fois que la proportion de CGF de la ration varie de 10 points. En fait le facteur principal de variation de la consommation est la teneur en matière sèche de la ration comme le montre le graphique 4. L'ingestion varie de 0,6 à 1,7 kg de MS par tranche de 10 points de teneur en MS de la ration, avec une valeur moyenne s'élevant à 1,1 kg Ms par 10 points.

### La production laitière

Dans 2 essais (5 et 6) la production laitière tend à augmenter légèrement, jusqu'à 20 - 30 % de CGF dans la ration soit en moyenne de 0,4 kg lait brut, elle diminue au delà. Les variations ne semblent pas suffisantes pour être significatives. Dans les 2 autres essais la production laitière diminue régulièrement entre 0 et 40 % de CGF dans la ration : - 1,7 kg (4) à - 2,4 kg (3), et ces écarts sont significatifs à  $P < 0,05$ . On peut retenir qu'en moyenne la variation de production laitière est de 0,5 kg de lait chaque fois que la proportion de CGF varie de 10 points.

### La composition du lait

**Le taux butyreux** a tendance à augmenter avec l'introduction du CGF. L'accroissement est faible jusqu'à 20 % de CGF : + 0,05 point de taux (en %); cette valeur est nettement inférieure à celle indiquée dans la première partie. Au delà de 20 % l'augmentation du taux butyreux est plus conséquente : elle est en moyenne de l'ordre de 0,11 point de TB (en %) par 10 % de CGF en plus ou en moins dans la ration.

**Le taux protéique** tend à diminuer avec l'introduction de CGF dans la ration : la variation moyenne par 10 points de CGF est de 0,02 point de taux protéique (%). La variation n'est pas très importante mais la tendance paraît systématique d'un essai à l'autre.

### La variation de poids vif

Les résultats montrent que plus il y a de CGF dans la ration plus les variations de poids vif sont faibles, on passe d'une croissance de + 550 g/j pour le témoin à - 80 g/j à 40 % de CGF soit un écart de 630 g/j (essai 3); de même on passe de 201 à 55 g/j dans l'essai 4, soit un écart de 146 g/j.

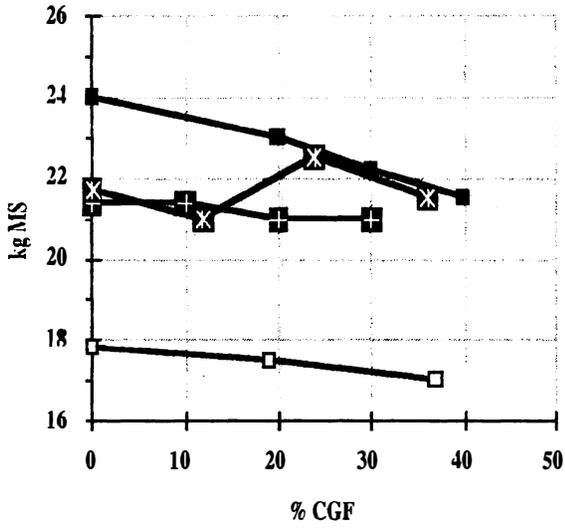
### L'efficacité laitière de la ration

L'efficacité laitière de la ration augmente avec la proportion de CGF qu'elle contient : elle augmente en moyenne de 5,6 % quand la proportion de CGF passe de 0 à 4 %; ceci correspond à une amélioration de 1,4 % chaque fois que la proportion de CGF de la ration augmente de 10 %.

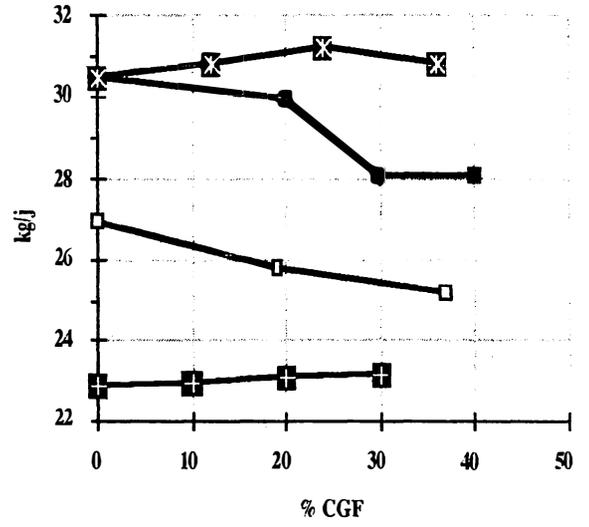
*Il ressort que l'introduction de CGF humide dans la ration présente des atouts : réduction de la consommation et de la production laitière; mais elle présente aussi des inconvénients non négligeables : réduction du taux protéique, de la reprise de poids vif des vaches et augmentation du taux butyreux ce qui est loin d'être intéressant dans la conjoncture actuelle du marché laitier.*

Graphique 5 : Niveau d'incorporation du corn gluten feed humide

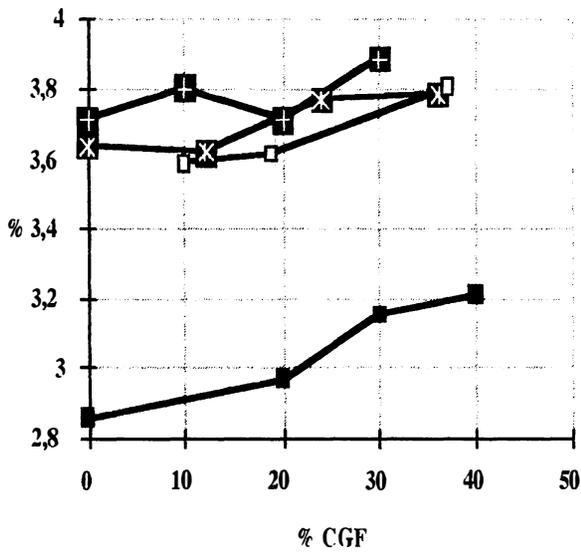
CONSOMMATION DE MATIERE SECHE



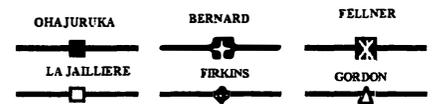
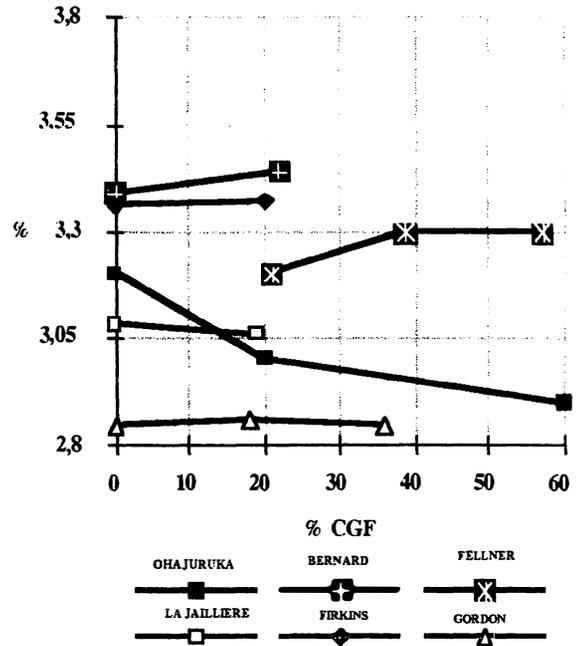
PRODUCTION LAITIERE EN LAIT BRUT



TAUX BUTYREUX



TAUX PROTEIQUE



## Annexe I - Conditions expérimentales et composition de la ration

AUTEURS	1 - MAC LEOD G.K. et al - 1985			2 - BERNARD J.K. - DELOST R.C. et al - 1991		
Effectif	3 x 14 VL dont 50 % Pp			3 x 16 VL dont 19 % Pp		
Rationnement	Ration complète à volonté			Ration complète à volonté		
Durée de l'Essai	10 semaines			22 semaines		
Stade lactation en début d'essai	5ème semaine après Vêlage.			3ème semaine après Vêlage		
Composition de la ration (%)	Témoin	CGFS	CGFH	Témoin	CGFS	CGFH
Ensilage de maïs	33	33	33	39,1	31,8	31,5
Foin	17	17	17	2,3 kg/j	2,3 kg/j	2,3 kg/j
Maïs grain	39,5	20,0	20,0	22,2	15,4	15,2
T. soja	10,5	4,0	4,0	-	-	-
Concentré (24 % MAT)	-	-	-	38,7	25,7	26,2
CGF %	-	26	26	-	27,1	27,1
Apport journalier de CGF (kg/ MS/j)	-	5,0	4,2	-	5,4	5,1
Composition chimique des rations (% MS)						
MS	54,9	57,3	47,6	41,9	45,6	39,6
MAT	15,2	16,2	15,8	14,1	14,8	15,1
ADF	19,5	20,0	20,1	20,6	20,4	20,9
NDF	-	-	-	41,0	44,9	43,5
Composition de l'azote (essais 1)						
AZOTE	N total (% MS)	N soluble % N total	N NH3 % N total	N non protéique soluble % N total		
T. soja	8,86	20,6	0,2	3,4		
CGF Sec	4,16	29,6	1,8	25,3		
CGF humide	4,15	71,1	5,0	61,7		

Pp : primipares

CGFQ : corn gluten feed sec ; CGFH : corn gluten feed humide

**Annexe II<sup>a</sup> - Conditions expérimentales et composition des rations du Corn Gluten Feed sec**

<b>AUTEURS</b>	<b>7 - Ohajuruka et al 1989</b>				<b>8 - Bernard et al 1991</b>		<b>10 - Firkins et al 1991</b>	
Nature	Sec				Sec		Sec	
Effectif	24 VL				16 VL		2 x 8 Mp	
Durée	12 sem.				3 sem (2 sem. + 1 sem.)		15 sem.	
Stade de lactation début essai	3 sem. de lactation				150 jours après vêlage		28 jours après vêlage	
Dispositif	Blocs				Carré latin 4 x 4		Blocs	
Ration	Ration complète				Ration complète - contrôle individuel		Ration complète à volonté	
<b>Composition (%)</b>								
CGF (% ration totale))	0	30	60	0	0	22	0	20
Kg MS/j	-	6	12,5	-	-	4,9	-	4,9
					<b>MPEE</b>			
<b>Ration de base (% ration totale)</b>	<b>Total 45 % (MPEE* : 20 % + ensilage de luzerne : 25 %)</b>				<b>46 %</b>	<b>40 %</b>	<b>Total : 35 % (MPEE : 20 % + ensilage de luzerne : 15 %)</b>	
<b>Concentré (% ration totale)</b>	<b>Total 55 % (Luzerne : 10 % + Mat. grass . 3 % + CMV : 4 %)</b>						<b>Total : 65 %</b>	
Maïs grain broyé	58	38	17	6	35	26	46	36
Tourteau soja	25	15	6	25	16	9	15	7
Maïs épis broyé				52				
CMV	-	-	-	-	3	3	4	2
<b>Composition chimique de la ration (% MS)</b>								
MAT	16,6	16,4	16,5	16,4	15,8	16,0	18,2	17,6
ADF	-	-	-	-	15,8	15,8	-	-
NDF	30,0	35,6	41,3	35,9	33,0	35,9	36,7	37,4

**Annexe II<sup>b</sup> - Conditions expérimentales et composition des rations du Corn Gluten Feed sec**

AUTEURS	9 - Fellner et al 1991			12 - Rivière et al 1988				11 - Gordon d'après Pehlps A. 1988			
Nature	Sec							Sec			
Effectif	72 VL			2 x 15 VL				48 VL			
Durée	16 sem.			17 sem.				4 sem..			
Stade de lactation début essai	150 j après vêlage			28 j après vêlage							
Dispositif	Blocs			Blocs							
Ration	Ration complète à volonté			Ration complète à volonté							
<b>Composition (%)</b>											
CGF (% ration totale)	21	39	57	0	10		0	18	36		
Kg MS/j	4,8	7,9	12,8	-	2,0		2,5	5,0			
<b>Ration de base (% ration totale)</b>	<b>Total 32 % (MPEE* : 23 % + foin luzerne 9 %)</b>			<b>2 kg MS/j (MPEE à vol. + foin 1 kg/j)</b>				<b>Ensilage herbe à volonté</b>			
<b>Concentré (% ration totale)</b>	<b>Total 68 %</b>							<b>Total : 5 kg MS/j</b>			
Céréales ou alim. conc.(2) (25 % blé - 75 % maïs)	18	13	0	24	15		Conc (1)	100 %	50 %		
Coques de soja	10	9	9	-	-		CGF	-	50 %	100 %	
Tourteau de soja	15	6	0	6	6						
CMV	2	2	2	3	3						
<b>Composition chimique de la ration (% MS)</b>											
MAT	16,0	16,0	14,9								
ADF	21,1	20,6	22,8								
NDF	42,1	44,1	46,6								

\* MPEE : ensilage de maïs plante entière

(1) Concentré du commerce pour VL

(2) Mélange de manioc, de pulpe d'agrumes et de betterave et de blé

**Annexe II<sup>C</sup> - Conditions expérimentales et composition des rations contenant du Corn Gluten Feed humide**

AUTEURS	3 - Staples et al 1983				4 - MacLeod et al 1985			5 - Gunderson et al 1988				6 - Armentano et al 1988			
Nature du CGF	Humide (43,9 % MS)				Humide (~ 50 % MS)			Humide (56,9 % MS)				Humide (44,7 % MS)			
Effectif	2 x 10 VL				57 VL dont 30 Mp			12 VL				12 MP et 4 Pp			
Durée	4 sem. (2 + 2 sem.)				10 sem.			3 sem.(2 + 1 sem.)				3 sem.			
Stade de lactation début essai	après pic de lactation				28 jours après vêlage			après 90 j de lactation				51 à 91 j après vêlage			
Dispositif	Carré latin 7 x 4 (2 sem.)				Blocs			Carré latin la 4 x 4 (7 j)				Carré latin 4 x 4 (21 j)			
Ration	Ration complète à volonté				Contrôle individuel à volonté Ration complète			Ration complète à volonté				Ration complète à volonté			
<b>Composition (%)</b>															
CGF(% ration tol.)	0	20	30	40	0	19	37	0	10	20	30	0	12	24	36
Kg MS/j	-	4,7	6,7	8,6	-	3,6	6,7	-	2,1	4,1	6,4	-	2,6	5,3	7,9
Ration de base (% ration totale)	MPEE : 50 % (MPEE = ensilage de maïs)				Total : 50 % (MPEE : 40 % + haylage : 10 %)			Total : 59 % (MPEE : 19 % + grain coton : 9 % + luzerne : 18 % + Foin d'avoine 13 %)				à volonté (MPEE : 62 % + ensilage de luzerne : 33 % + CMV : 5 %)			
<b>Concentré (% ration totale)</b>															
Epi broyé	32	17	10	3	-	-	-	-	-	-	-	10 à 12,5 kg MS/VL (65 % maïs grain + 35 % T. soja)			
Maïs grain	-	-	-	-	35	23	11	32	25	19	12				
Tourteau soja	16	11	8	6	13	7	-	8	5	2	0				
CMV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1				
<b>Composition chimique des rations (% MS)</b>															
MS	64,9	56,3	53,0	50,4	49,3	45,1	41,0	63,7	61,2	59,6	56,6				
MAT	14,0	14,5	15,0	15,4	15,6	15,5	15,3	15,3	15,8	15,4	16,0				
ADF	16,9	19,0	19,9	20,7	17,9	18,2	19,1	19,6	22,0	21,9	19,6				
NDF	30,9	39,2	42,4	45,2	-	-	-	47,2	50,5	48,7	48,5				

**► LES GENISSES**

Un essai sur génisses laitières a été réalisé en 1988 à l'Université du Wisconsin pendant 30 semaines. 2 lots de 20 génisses Holstein (pesant en moyenne 285 kg au début de l'essai et 360 kg à la fin) ont reçu 4,6 kg de MS de maïs plante entière ensilé. Le lot témoin a consommé 2 kg de MS de concentré 2,15 kg MS et le lot humide, ensilé sans conservateur. Les GMQ ont été les mêmes dans les deux lots soit 0,820 kg.

Le CGF était donné séparément de l'ensilage de maïs tandis que la ration témoin étant mélangée. Les animaux du lot témoin consommaient plus rapidement leur ration que ceux recevant du CGF et les auteurs conseillent de mélanger le CGF humide peu appétent à un autre fourrage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARMENTANO, L.E., DENTINE, M.R. 1988. Wet corn gluten feed as a supplement for lactating dairy cattle and growing heifers. *J. Dairy Sci.* 71 : 990-995.
- BERNARD, J.K., DELOST, R.C., MUELLER, F.J., MILLER, J.K., MILLER, W.M., 1991. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74 : 3913 - 3919.
- BERNARD, J.K., Mc NEILL, W.W., 1991. Effect of high fiber energy supplements on nutrients digestibility and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74 : 991 - 995.
- FELLNER, V ., BELEYA, R.L., 1991. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74 : 996 - 1005.
- FIRKINS, J.L., EASTRIDGE, M.L., PALMQUIST, D.L., 1991. Replacement of corn silage with corn gluten feed and sodium bicarbonate for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74 : 1944 - 1952.
- GUNDERSON, S.L., AGUILAR, A.A. JOHNSON, D.E., 1988. Nutritional value of wet corn gluten feed for sheep and lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71 : 1204 - 1210.
- MAC LEOD, G.K, DROPPA, T.E , GRIEVE, D.G., BARNEY, D.J., RAFALOWSKI, W., 1985. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *Can. J..Anim. Sci.* 65 : 125 - 134.
- OHAJURUKA, O.A., PALMQUIST, D.L., 1988. Response of high producing dairy cows to high levels of dried corn gluten feed. *Animal Feed Science and Technology.* 24 : 191-200.
- PHELPS, A., 1988. U.K. scientist (GORDON F.J.) examines corn gluten as silage supplément. *Feedstuffs*, May 2, 1988.
- RIVIERE, F., SOULARD, J. 1988. La complémentation des rations à base d'ensilage de maïs pour vaches laitières : comparaison de 3 concentrés. CR essai La Jaillière 8806.
- STAPLES, C.R., DAVIS, C.L., Mc COY, G.C., CLARK, J.H., 1984. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67 : 1214 - 1220.

## ► LES ANIMAUX A VIANDE

Dans les essais américains les rations sont toujours mélangées préalablement à la distribution et ensuite offertes à volonté. Dans ce mélange le corn gluten feed peut remplacer suivant les cas du concentré, de l'ensilage ou du concentré et de l'ensilage. Les essais ont été regroupés en fonction de deux grands types de ration : celles à base d'ensilage de maïs et celles à base de concentré.

### Régime à base d'ensilage de maïs (tableau 4)

Les essais portent sur des boeufs et ne durent que 90 à 130 jours.

- Si le corn gluten feed remplace uniquement le concentré : **l'efficacité de la ration est diminuée** par suite d'une légère diminution des croissances, avec des consommations voisines ou légèrement augmentées,
- Si le corn gluten remplace le concentré et une petite partie de l'ensilage (25 à 30%) : **l'efficacité de la ration est identique** ou très légèrement améliorée, par suite d'une amélioration des croissances (15%) et des consommations (11%),
- Si le corn gluten feed remplace le concentré et une part importante de l'ensilage (50 à 70%), **l'efficacité de la ration est nettement diminuée** (13%) par suite d'une augmentation très importante des consommations (+ 22%) et d'une petite amélioration des croissances.

**Tableau 4 : Utilisation du CGF avec des rations à base d'ensilage de maïs**

Réf. (1)	Animaux	Régime témoin (% en MS)	Forme de CGF	Apport de CGF en % MS			Ecart par rapport au témoin					
				Total	dont conc.	dont MPEE	GQM (g/l)		Consommations		Efficacité alim.	
							Sens	%	Sens	%	Sens	%
7	Boeufs de 250 kg	EM 80% - MG 20% + 0.4 kg/l conc.	sec	20	20	0	≈	-2,5	≈	-1,0	≈	-1,5
			sec	50	20	30	↗↗	+15,5	↗↗	+16,5	=	0
			sec	80	20	60	↗	+11,5	↗↗	+20,5	↘	-8,0
11	Boeufs de 266 kg	EM 80% - MG 9% - TS 10%	sec	40	10 (TS)	30	↗	+6,5	↗	+8,5	≈	-2,0
			sec	60	10 (TS)	50	↗↗	+13,5	↗↗	+25,5	↘↘	-10,5
			sec	80	10 (TS)	70	=	0	↗↗	+21,5	↘↘	-21,5
11	Boeufs de 275 kg	EM 70% - MGH 20% - TS 9%	sec	20	20 (TS/MG)	0	↘	-8,5	≈	-1,5	↘	-8,0
11	Boeufs de 275 kg	EM 45% - MGH 40% - TS 14%	sec	40	40 (TS/MG)	0	↘	-3,0	↗	+6,5	↘	-10,0
5	Boeufs charolais de 275 kg	EM 60% - Blé 31% - TS 8%	sec	35	8 (TS)	27	↗↗	+22,5	↗	+8,5	↗	+11,5
			humide	35	8(TS)	27	↗↗	+17,5	=	-1,0	↗↗	+16,0

(1) les numéros de référence renvoient aux numéros d'essais signalés dans les Références Bibliographiques

**Régime à base de concentré (tableau 5)**

L'efficacité de la ration est toujours diminuée avec l'apport de corn gluten feed sec :

- De 17% s'il remplace une petite part de concentré (30-40%) par suite d'une petite augmentation des consommations (7%) et d'une petite baisse des croissances (8%) très variable.
- De 22% s'il remplace 50 à 60% du concentré, par suite d'une augmentation importante des consommations (14%) avec une baisse ou stagnation des croissances.
- De 25% s'il remplace plus de 65% du concentré, par suite d'une augmentation des consommations (12%) et d'une baisse des croissances (10-11%).

Le corn gluten feed humide (41% de MS) semble moins appétent que le corn gluten feed sec : les niveaux de consommations sont moins élevés aussi bien en complément d'ensilage qu'en remplacement du concentré; l'efficacité alimentaire du corn gluten humide apparaît donc meilleure que celle du corn gluten feed sec.

**Tableau 5 : Utilisation du CGF avec des rations à base de concentré**

Réf. (1)	Animaux	Régime témoin (% en MS)	Forme de CGF	Apport de CGF en % MS			Ecart par rapport au témoin					
				Total	dont conc.	dont MPEE	GQM (g/j)		Consommations		Efficacité alim.	
							Sens	%	Sens	%	Sens	%
3	Boeufs de 350 kg	92 % orge - 6% TS - 1,5 % CMV + 0,5 kg d'EM	sec	31	31	0	=	0	↔	+2,0	↔	-2,0
			sec	65	65	0	↗	+5,0	↗	+14,5	↘	-9,0
			sec	98	98	0	↔	-1,0	↗	+13,5	↘	-14,5
5	Boeufs de 328 kg	80% blé - 8% TS - 10% conc.	sec	50	50	0	↔	+1,5	↗	+17,0	↘	-15,5
			humide	50	50	0	↗	+3,5	↗	+8,5	↘	-4,5
5	Boeufs de 310 kg	81% blé - 6% TS - EM 10%	humide	50	50	0	↗	+8,0	↗	+11,5	↘	-3,0
			humide	50	40	10	↗	+6,5	↗	+7,5	↔	-1,0
			humide	70	70	0	↘	-3,5	↗	+11,5	↗	-15,0
			humide	70	60	10	↗	+6,5	↗	+9,0	↔	-2,0
			humide	90	80	10	↔	-1,5	↗	+2,5	↘	-4,0
7	Boeufs de 365 kg	85% MG - 15% EM + 0,4kg/j conc.	sec	30	30 (MG)	0	↘	-3,5	↗	+7,5	↘	-11,5
			sec	50	35 (MG)	15	↘	+5,0	↗	+4,5	↔	+1,0
			sec	75	60 (MG)	15	↔	-2,0	↗	+7,5	↘	-10,0
11	Boeufs de 370 kg	75% MGH - 2% MG - 6% TS - 15 % EM	sec	40	40	0	↘	-21,0	↗	+10,5	↘	-39,5
			sec	60	60	0	↘	-23,0	↗	+16,5	↘	-51,0
			sec	80	80	0	↘	-19,5	↗	+9,5	↘	-36,0
11	Boeufs de 355 kg	80% MGH - 7% TS - 11% EM 60% MGH - 8% TS - 31% EM	sec	80	80	0	↘	-10,5	↗	+12,5	↘	-25,5
			sec	60	60	0	↘	-5,5	↗	+8,0	↘	-14,5

(1) les numéros de référence renvoient aux numéros d'essais signalés dans les Références Bibliographiques

En résumé dans les rations mélangées, offertes à volonté, et sur courte période (3 à 4 mois), qu'il s'agisse d'ensilage de maïs plus concentré ou uniquement de concentré, l'introduction de corn gluten feed sec **augmente l'appétit** (un peu moins s'il s'agit de corn gluten feed humide); il peut y avoir une amélioration des croissances lorsque le corn gluten feed remplace une partie de l'ensilage, mais s'il remplace le concentré et une part importante de l'ensilage il y a baisse de l'efficacité alimentaire. Dans les régimes concentré il y a toujours baisse de l'efficacité alimentaire, d'autant plus que la part de concentré remplacé est plus élevée.

Par rapport à une complémentation à base de blé, le CGF permet de réaliser des performances de croissance comparables mais a tendance à augmenter la consommation et à pénaliser de ce fait l'efficacité alimentaire de la ration. Avec la complémentation au CGF, les animaux consomment davantage en début d'expérience où ils réalisent une croissance supérieure. En revanche, pendant la deuxième partie de l'expérience, leur appétit diminue davantage et s'accompagne d'un gain de poids inférieur. Economiquement, le prix de parité du CGF, en-dessous duquel son emploi est plus intéressant que le blé, est pratiquement équivalent à celui du blé.

Un essai récent (HAUREZ et al 1991) réalisé dans le cadre du RNED BOVIN à la Station Expérimentale des Etablères de la Chambre d'Agriculture de Vendée avait pour objectif de comparer du corn gluten feed métropolitain à du blé en complémentation de l'ensilage de maïs pour la finition de taurillons charolais âgés de 13 mois en moyenne. Les principaux résultats sont présentés dans le tableau. 6.

Tableau 6 : Résultats techniques :

LOT	BLE	CGF
Effectif	24	23
Date début	18/03/91	18/03/91
Date fin	03/09/91	28/08/91
Durée (jours)	169	163
Poids début (kg)	494,5 ± 47,1	498,1 ± 50,4
Poids fin (kg)	717,1 ± 38,5	710,3 ± 35,6
<b>Croissance (g/j)</b>	<b>1317 ± 175</b>	<b>1302 ± 257</b>
dont croissance début essai (84 jours)	1295	1462
croissance fin essai	1339	1132
<b>Consommation : kg MS/jour</b>		
Ensilage maïs	5,17	5,29
Ensilage herbe	0,45	0,37
CGF	0,00	3,34
Blé	2,72	0,01
Soja	1,05	0,56
CMV	0,18	0,18
Foin	0,26	0,28
<b>Total MS/jour</b>	<b>9,83</b>	<b>10,03</b>
<b>Kg MS/kg gain poids vif 7,46</b>	<b>7,70</b>	
<b>Appétit Kg MS % poids vif</b>	<b>1,62</b>	<b>1,66</b>
dont appétit début essai (84 jours)	1,76	1,81
appétit fin essai	1,52	1,49
UFV/jour	8,90	8,88
PDIN (g/j)	971	1009
PDIE (g/j)	975	959
<b>Bilan alimentaire</b>		
Ensilage maïs (kg MS)	874	863
Ensilage herbe (kg MS)	75	61
CGF (kg brut)	0	612
Blé (kg brut)	528	2
Soja (kg brut)	200	102
CMV (kg brut)	34	32
Foin (kg brut)	52	53
<b>Résultats abattage</b>		
Poids vif abattage	717,8 [1]	710,3
Poids carcasse froide (kg)	425,5 [1]	422,8
Rendement %	59,3 [1]	59,5
Conformation	U-/U= [1]	U-/U=
Etat d'engraissement	3= [1]	3=

[1] moyenne 23 animaux

• Le CGF sec peut être utilisé sur des jeunes veaux après le sevrage [7], recevant une ration concentré (85% céréales, 15% tourteau de soja), en remplaçant 20 à 44% de ce concentré par la même quantité de CGF (soit des apports journaliers de 0,8 ou 1,6 kg MS de CGF), ce qui entraîne une légère amélioration des croissances : +50 à +70 g/j, mais également des consommations (+10 à 13%), et donc une légère détérioration de l'indice de consommation (5%).

• En complément d'ensilage de maïs et sur génisses de 285 kg [2] et avec le même niveau d'apport d'ensilage, le remplacement de 2,0 kg de MS concentré (70% blé, 30% soja) par 2,15 kg de MS de CGF humide, ne modifie pas les croissances ni le niveau de consommation.

• Dans de nombreux essais sur boeufs, les rations à base d'ensilage de maïs sont prémélangées et distribuées à volonté et le CGF peut remplacer à la fois du concentré et de l'ensilage de maïs (sur la base de la MS); ainsi :

- Sur des jeunes boeufs de 250 kg [7] recevant une ration composée de 80% d'ensilage, 20% de maïs grain et une quantité fixe de soja/CMV (0,4 kg/j)

- 20% de CGF peuvent remplacer 20% de maïs grain : les croissances ne sont pas modifiées, ni l'appétit ni l'indice de consommation

- 50% de CGF peuvent remplacer le maïs grain et 30% d'ensilage, les croissances (+ 200 g/j) et les consommations (+ 16%) sont augmentées mais l'indice de consommation ne varie pas

- 80% de CGF peuvent remplacer le maïs grain et 60% d'ensilage, les croissances sont améliorées (+ 140 g/j) ainsi que les consommations (+20%) et l'indice de consommation est légèrement détérioré (7%)

- De même sur des boeufs de 266 kg [11] recevant une ration composée de 80% d'ensilage, 10% de maïs grain, 10% de soja :

- 40% de CGF remplacent le soja et 30% d'ensilage : les croissances sont légèrement améliorées (+70 g/j) ainsi que les consommations (+8%) et l'indice de consommation n'est pas modifié

- 60% de CGF remplacent le soja et 50% d'ensilage : il y a augmentation des croissances (+ 150g/j), des consommations (+ 25%) et détérioration de l'indice de consommation (9%)

- 80% de CGF remplacent le soja et 70% d'ensilage : les croissances ne sont pas modifiées avec augmentation des consommation (21%) et donc détérioration de l'indice de consommation (20%)

- Sur des rations pour boeufs [11] dans lesquelles l'ensilage de maïs représente 45% du total, le restant étant un mélange maïs grain humide et soja, l'apport de 40% de CGF pour remplacer du maïs grain et le soja entraîne une petite baisse de croissance (-40 g/j) et une augmentation de consommation (+ 6,5%) et donc une détérioration d'indice (10%); de même sur une ration à 70% d'ensilage de maïs, un apport de 20% de CGF pour remplacer tourteau de soja et maïs grain humide, l'indice de consommation (6,5%).

- Sur des boeufs [5] recevant une ration à base d'ensilage de maïs (60%) soja (8%) et blé (21%), le remplacement du soja et 27% d'ensilage par **35% de CGF sec** entraîne une amélioration importante des croissances (+ 280 g/j), une augmentation des consommations (8%) et une amélioration de l'indice de consommation (10%), le même apport, sous forme de **CGF humide** améliore un peu moins les croissances (+ 220 g/j), mais n'augmente pas les consommations et l'indice de consommation est plus nettement amélioré (16%).

• Dans des régimes à **base de concentré**, l'introduction de CGF pour remplacer une partie plus ou moins importante de ce concentré a été étudiée dans plusieurs essais, principalement en finition de jeunes boeufs.

- Sur des **boeufs de 350 kg** engraisés jusqu'à 610 kg [3] avec une ration concentré (92% orge, 6% soja) et 0,5 kg MS/j d'ensilage comme lest digestif, qui implantés réalisent des croissances très élevées (1850 g/j), le **CGF sec** a pu remplacer :

- **31%** de ce concentré (tout le soja et le reste en orge) : mêmes croissances, même niveau de consommation, même indice de consommation

- **65%** de ce concentré (soit 7,8 kg MS/j) : amélioration des croissances (+100 g/j), augmentation des consommations (+ 14%), détérioration de l'indice de consommation (9%)

- **98%** de ce concentré (soit 11,6 kg MS/j) : mêmes croissances, augmentation des consommations (+ 13%), détérioration de l'indice de consommation (16%)

- Sur des **boeufs en croissance de 328 kg** [5] réalisant des croissances de 1330 g/j sur 4 mois, avec un régime 80% blé, 8% soja, 10% granulé, le **CGF sec** peut remplacer :

- **50%** de ce concentré (tout le soja et le reste en blé) : mêmes croissances avec augmentation des consommations (+ 17%) et détérioration de l'indice de consommation (15%). Le même apport de CGF sous forme **humide** entraîne une légère amélioration des croissances (+ 50g/j), avec une augmentation des consommations moindre qu'avec le CGF sec (+8,5%) et donc une très légère détérioration de l'indice de consommation. (5%)

- Sur des **boeufs en finition de 300 kg** [5] et abattus vers 500 kg, recevant un régime surtout concentré : 81% blé, 8% soja et ensilage maïs 10% (lest), le **CGF humide** peut remplacer (sur la base de la MS) :

- **50%** du concentré (soja et le reste en blé) en réalisant de meilleures croissances (+ 100 g/j), avec des consommations plus élevées (+ 11%) et un indice de consommation voisin

- **70%** du concentré : croissances inférieures (- 40 g/j), avec augmentation des consommations (+ 11%) et donc détérioration de l'indice de consommation (9%)

- **90%** du concentré et l'ensilage maïs : croissances voisines (- 20 g/j) consommations légèrement supérieures (+ 2,5%) et indice de consommation voisin

- Sur des boeufs en finition de 366 kg [7] abattus vers 525 kg et recevant en plus d'une quantité fixe de tourteau et CMV (0,4 kg/j), du maïs grain (85%) et un peu d'ensilage de maïs (15%), le CGF sec peut remplacer :

- 30% du maïs grain : croissances : - 50 g/j, consommations plus élevées (+ 7,5%) et indice de consommation détérioré (13%)

- 35% du maïs grain et les 15% d'ensilage (soit 50% de la ration pour le CGF) : croissances plus élevées (+ 70 g/j), consommations plus élevées (+ 4%) et finalement même indice de consommation

- 60% du maïs grain et de 15% d'ensilage : croissances voisines (- 30g/j), consommations supérieures (+ 7,5%) et détérioration de l'indice de consommation (11%)

- Sur des boeufs en finition de 370 kg [11] abattus vers 490 kg, recevant du maïs grain humide (75%), du soja 6% et un peu d'ensilage maïs (15%) comme lest, le CGF sec peut remplacer :

- 40% du concentré (le soja et 34% du maïs grain humide) : croissances nettement inférieures : - 310 kg/j avec des consommations supérieures (+ 10%) et donc indice de consommation détérioré (40%)

- 60% du concentré (soja et 54% du maïs grain humide) : croissances inférieures -340g/j, consommations supérieures (+ 17%) et indice de consommation très détérioré (+ 51%)

- 80% du concentré (le soja et tout le maïs grain humide) : croissances inférieures - 290g/j, consommations augmentées (+ 9,5%) et indice de consommation détérioré (+ 37%)

• Un essai réalisé en Belgique [9] a porté sur l'incorporation de CGF sec à raison de 15%, à des pulpes surpressées à 22% de MS. Le produit final titre 32% de MS et constitue la ration de base de taurillons, avec un apport complémentaire de 1,5 kg/j de foin (lest digestif), des oligo éléments et des vitamines. Avec ce régime les taurillons de 380 kg en début d'essai réalisent des croissances de 1580 g/j sur 105 jours en consommant 7,6 kg/j de MS d'ensilage de 1,3 kg/j de MS foin.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Valeur du C.G.F. humide ensilé, des ensilages d'avoine, de sorgho-soja, de luzerne pour des génisses laitières. Jaster, Staples, Mc Coy - J. of Dairy Science - sept. 1984
- 2 C.G.F. humide comme supplément pour des vaches laitières et des génisses en croissance - L.E. Armentano, M.R. Dentine - Université du Wisconsin - J. of Dairy Science 1988-71.
- 3 Comparaison de C.G.F. et d'orge dans des régimes concentré, sur les performances de boeufs en finition - Irish Journal of Agricultural Research n°1 - 1988.
- 4 Composition et estimation de la valeur alimentaire par les techniques "in sacco" et "in vitro" de l'amyfeed et du gluten feed. L. Istasse, Kameni Djiele, Rollin, Van Eenaeme - An. de Médec. Vét. 1988-12
- 5 Valeurs pour les ruminants des drèches humides et sèches de distillerie et des C.G.F. humides et secs. J.L.Firkins, L. Berger, C. Fabey - Université de l'Illinois - J. of An. Science - Vol. 60 - Mars 1985.
- 6 C.G.F. un produit de remplacement efficace pour l'alimentation des bovins (vaches allaitantes) d'après A.T. Fleck et K.S. Lusby - Feedstuffs 10-1987.
- 7 Valeur énergétique du C.G.F. sec dans des régimes pour veaux d'élevage, pour boeufs en croissance et finition. A. de Constanzo, H. Chester Jones - Université du Minnesota - An. Production 1990-51.
- 9 Ensilage de pulpes surpressées mélangées au C.G.F. pour l'engraissement de taurillons précoces. C. Van Eenaeme Faculté de Médecine Vétérinaire - Université de Liège - Annales de Médec. Véter. 1986-130.
- 10 Utilisation de l'ensilage de maïs et du blé pour l'engraissement de taurillons charolais - CR d'essai - La Jaillière 1988 - ITCF.
- 11 Effet du C.G.F. sec sur les performances d'engraissement et la digestibilité des fibres - K.A. Kampman - Sc Poerch - J. of An. Science - Vol. 67 - Février 1989.

## **IV - PRECAUTION D'EMPLOI ET QUANTITES RECOMMANDEES DU CORN GLUTEN FEED SEC ET HUMIDE**

### **• Caractéristiques particulières**

De par ses valeurs nutritives le corn gluten feed peut être considéré comme un concentré de production de type 2,5 litres. Mais, le corn gluten feed doit être utilisé de préférence en ration mélangée plutôt qu'en distribution séparée du fait :

- de sa dégradabilité théorique dans la panse à 6 H (DT6) de 70% (comparable à l'orge : 68%),
- de son indice de fibrosité (mn de mastication/kg de MS) égale à 15 (comparable aux drèches de brasserie),
- de la libération plus rapide de l'azote que de l'énergie dans la panse (comparable à l'ensilage d'herbe jeune).

### **• Précautions d'emploi**

Le corn gluten feed ne présente pas à priori de problèmes nutritionnels majeurs. Il faut néanmoins, lors de son utilisation, prendre quelques précautions :

Il convient de pratiquer une transition de 8 à 10 jours progressive et apporter le corn gluten feed à raison d'un kg supplémentaire chaque semaine,

Avec le produit séché la distribution individuelle, au distributeur automatique de concentrés (DAC) ou en salle de traite, est déconseillée. Elle peut entraîner des problèmes de poussières et d'inappétence du produit.

Pour le corn gluten feed humide ensilé, l'apport ne doit pas se faire en libre service. L' idéal est de l'utiliser en ration mélangée complète ou semi-complète pour éviter les problèmes de troubles digestifs et de non consommation du produit.

L' indice de fibrosité et la vitesse de dégradation de l'azote du corn gluten feed ont tendance à accélérer la vitesse de transit, et ce d'autant plus que le mélange proposé est pauvre en matière sèche (en dessous de 35%) avec des composants ayant un indice de fibrosité modeste.

Par ailleurs, la richesse en phosphore et en cuivre nécessite d'avoir recours à un composé minéral adapté. Attention, les ovins sont sensibles aux déséquilibres minéraux.

Normalement de couleur clair (light); une couleur sombre (dark) peut éventuellement correspondre à un produit de qualité inférieure à cause, en particulier, d'un séchage mal maîtrisé.

### **• Quantités recommandées**

Cette matière première peut s'employer comme concentré aux génisses, aux bovins d'engraissement et surtout aux vaches laitières.. Son rapport énergie/protéines est particulièrement adapté aux formules pour ruminants.

Dans la pratique, il existe, sur vaches laitières, trois stratégies d'utilisation du corn gluten feed humide :

**1 - Combler un déficit de fourrage grossier suite à des problèmes de sécheresse. Dans cette situation, il est difficile de faire des préconisations supérieures à 4 voir 5 kg de MS par jour par vache laitière,**

**2 - En ration complète ou semi complète :**

- soit pour améliorer la concentration énergétique de la ration
- soit pour palier un déficit d'amidon de certains régimes

En règle générale, les consommations restent limitées à 2 voire 3 kg de MS de corn gluten feed.

**3 - Enfin, dans certains cas particuliers, le corn gluten feed permet de faire la "soudure" entre deux silos de maïs grain humide, par exemple. Dans ce cas, les régimes varient entre 1,5 et 3,5 kg de matière sèche de corn gluten feed.**

Bien que la bibliographie fasse état d'expérimentation avec près de 13 kg de MS de corn gluten feed, soit près de 57% de la matière sèche totale de la ration, nous ne saurions recommander plus de 25% de la matière sèche totale, soit approximativement 5 à 7 kg de MS pour les vaches laitières; de 1 à 5 kg de matière sèche pour les animaux à viande en complémentation, soit 0,6 à 0,7 kg de MS par 100 kg de poids vif et de l'ordre de 1 à 3 kg de MS pour les génisses.

## V - STOCKAGE ET CONSERVATION DU CORN GLUTEN FEED

### • Produit sec

Les recommandations sont celles, généralement appliquées à tous les déshydratés :

- stocker dans un endroit sec sans chaleur excessive,
- limiter au maximum les manipulations et transferts responsables de la délitescence du produit entraînant une mauvaise appétence pour les animaux.

### • Produit humide

Le corn gluten feed humide est riche en acide lactique ce qui facilite sa conservation sous forme d'ensilage. L'adjonction d'un conservateur n'est donc pas nécessaire.

Le produit frais est livré entre 40 et 50% de matière sèche, ce qui n'entraîne pas d'écoulement de jus. Il est possible de l'ensiler avec d'autres produits humides (pulpe surpressée).

Le produit se stocke de préférence dans un silo couloir aux dimensions adaptées à une vitesse d'avancement journalière du front d'attaque d'au moins 15 cm, afin d'éviter les reprises en fermentations.

Le silo béton sera toujours préféré à tout autre matériau (paille, planche de bois). L'appétence du produit attire les rongeurs.

Dans ces conditions, le stockage se réalise sur 1,20 m de haut en général. Un tassement minimum est obligatoire soit au pied, soit au tracteur.

Le stockage peut être également envisagé en silo taupinières sur dalle bétonnée. Cette technique limite la hauteur de stockage à 80 cm environ, le tassement mécanique est impossible. Seul un nivellement à la pelle et un tassement au pied sont envisageables. Le double bâchage et le chargement efficace de la bâche sont obligatoires pour limiter les pertes. Le front d'attaque au dessilage reste stable, la reprise se faisant à la pelle à grains ou au godet frontal.

Comme tout autre ensilage, un double bâchage et un chargement efficace s'avèrent indispensables pour garantir une conservation sans perte et un front d'attaque très stable à la reprise.

Cas particulier des silos de report utilisés en été. Le produit se conserve parfaitement si on évite de recouvrir le front d'attaque avec la bâche entre les dessilages journaliers. Cette protection provoque une condensation responsable de reprises en fermentation.

**VI - EXEMPLES DE RATION (en kg de produit brut)****VACHES LAITIÈRES**

Ensilage de maïs à 30 % de MS	30
Ensilage de Ray Grass d'Italie à 28% de MS	10
Foin de pré	1
<b>Corn gluten feed sec</b>	3
Complément azoté à 46% de MAT	1,3
CMV - type 8-24 - P - Ca	0,25
Ration équilibrée à 22 litres de lait	

Ensilage de maïs à 28% de MS	39
<b>Corn gluten feed humide</b>	6
Paille	2,2
Complément azoté à 46% de MAT	3,2
CMV Type 10-20 - P. Ca	0,20
Ration équilibrée à 25 kg de lait	

**TAURILLONS CHAROLAIS - 500 kg (GMQ 1450)**

Ensilage de maïs à 30% MS	20
<b>Corn gluten feed sec</b>	3,3
Complément azoté à 46% de MAT	0,3
CMV type 8-20 - P - Ca	0,2

## VII - INTERET ECONOMIQUE

Le Corn Gluten Feed sec a parfois présenté dans les mêmes conditions une efficacité alimentaire légèrement inférieure. On peut supposer que la mise en oeuvre de techniques de séchage différentes, variables selon les pays, parfois mal adaptées, puisse l'expliquer.

Le Corn Gluten Feed humide, disponible de façon moins régulière que le sec, semble être, selon les conclusions d'essais réalisés aux USA, la forme la plus adaptée en utilisAtion telle quelle à la ferme avec toutefois les contraintes habituelles de stockage du produit humide par rapport à la forme sèche.

Avec ce produit appéent, pour assurer de bons résultats zootechniques, il convient d'être attentif à sa qualité (composition, valeur nutritive, couleur, présentation ...) ainsi qu' à sa régularité d'une livraison à l' autre.

Dans la mesure où l' ensemble des précautions d'emploi du corn gluten feed est respecté, cette matière première peut constituer un apport énergétique et protéique intéressant en ration complète ou la ration semi-complète des vaches laitières ou des bovins.

Cet apport se justifiera plus particulièrement lorsque certaines conditions économiques sont rassemblées puisque 1 kg de corn gluten feed peut être remplacé par 900 g de céréale et 100 g de tourteau de soja.

A partir de cette hypothèse et sur la base de 1,10 F le kg de céréale transformée et 1,50 F le kg de soja, le CGF ne doit pas coûter plus de 1,14 F le kg brut arrivé sur l'exploitation. Si la céréale transformée est à 1,20 F le CGF ne doit pas coûter plus de 1,29 F.

## LISTE DES AUTRES DOCUMENTS DISPONIBLES DANS LA MEME COLLECTION

---

- **Guide de l'Utilisation des Sous Produits en Alimentation Animale**
  
- **Guide Pratique :**
  - de la conservation et de l'utilisation des pulpes surpressées
  - de l'utilisation de la pomme de terre dans l'alimentation animale
  
- **Point Sur :**
  - le lactosérum - aliment des bovins
  - la pulpe surpressée
  - la paille - un aliment pour les ruminants
  
- **Document de synthèse :**
  - cannes de maïs
  - corn gluten feed
  - déchets de maïs doux
  - drêches de brasserie
  - mélasse
  - paille de céréales
  - pomme de terre et ses dérivés
  - pulpe de betterave surpressée
  - racine d'endive
  - vinasse de mélasse

Pour tous renseignements complémentaires contacter :

- François MOREL D'ARLEUX - ITEB - 149, rue de Bercy - 75595 PARIS Cédex 12  
Tél : (16) 1 40 04 52 24 ou 52 25
  
- Jacques WIART - ANRED LES TRANSFORMEURS - 2, Square Lafayette - BP 406 -  
49009 ANGERS Cédex - Tél : 41 20 41 28