

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Me 880123
Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES



ETUDE SUR L'ACCEPTABILITE DES TOURTEAUX
DE COLZA DOUBLE ZERO
CHEZ LES RUMINANTS DOMESTIQUES

par

Reyes MIGUEL

année universitaire 1987 - 1988



DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

ETUDE SUR L'ACCEPTABILITE DES TOURTEAUX
DE COLZA DOUBLE ZERO
CHEZ LES RUMINANTS DOMESTIQUES

par

Reyes MIGUEL

Lieu du stage : Station de nutrition et alimentation (I.N.R.A. de l'Institut
National Agronomique PARIS-GRIGNON)

Organisme d'accueil : I.N.R.A.

Période du stage : du 15 mai 1988 au 5 août 1988

Rapport présenté oralement le : 24 octobre 1988

REMERCIEMENTS

Dans le cadre du DESS de "Productions animales en régions chaudes" de l'IEMVT, nous avons effectué un stage à la Chèvrerie de la Station de Nutrition et d'Alimentation de l'INRA, INA-Paris-Grignon. Ce stage a donné lieu à la rédaction d'un rapport que nous présentons ci-après.

Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance à Mr.P.Morand-Fehr et à Mr.J.Hervieu qui nous ont accueilli à la Chèvrerie de Grignon et nous ont guidé tout au long de ce stage. Nous remercions aussi très chaleureusement l'ensemble du personnel de la Chèvrerie avec qui nous avons eu des contacts très cordiaux.

Que tous soient ici vivement remerciés !

Introduction

Les industries de l'alimentation animale tentent de plus en plus d'utiliser des matières premières qui n'entrent pas dans l'alimentation humaine. Elles transforment par exemple de façon croissante des sous-produits qui auparavant étaient délaissés et qui constituaient une source de pollution pour le milieu naturel. Parmi ces sous-produits l'on trouve les tourteaux des plantes oléoprotéagineuses. Après quelques transformations, ces tourteaux sont employés dans l'alimentation animale, constituant aujourd'hui l'une des principales sources de protéines pour les animaux; on les considère comme des co-produits à part entière d'un processus industriel.

L'un de ces tourteaux, le tourteau de colza, prend place peu à peu dans l'alimentation animale. Mais jusqu'à présent, sa faible acceptabilité a limité sa progression dans l'alimentation des ruminants domestiques. Des recherches ont été entreprises pour améliorer l'acceptabilité du tourteau de colza qui par ailleurs possède une valeur nutritive bien adaptée aux besoins alimentaires des ruminants. Ces recherches ont abouti à l'élaboration des variétés de colza double zéro qui donnent semble-t-il un tourteau mieux accepté par les animaux que ces prédécesseurs.

C'est ce que nous nous proposons de vérifier. Le compte rendu écrits de nos travaux s'organisera de la façon suivante:

-Nous évoquerons tout d'abord l'intérêt et les possibilités réelles au sein de la CEE d'utiliser le tourteau de colza dans l'alimentation des ruminants domestiques.

-Puis, nous décrirons la méthode expérimentale que nous avons suivi pour étudier l'acceptabilité des tourteaux de colza chez les ruminants domestiques.

-Enfin, nous analyserons et interprèterons les résultats obtenus concernant l'acceptabilité du tourteau de colza. Nous compléterons cette étude par l'essai de modification de la méthodologie (réduction de la durée des tests) et par une tentative d'adaptation de cette méthodologie à l'étude de l'acceptabilité des aliments concentrés sur les vaches.

PARTIE I

INTERET ET POSSIBILITE DE L'UTILISATION DU TOURTEAU
DE COLZA DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES.

Le tourteau de colza a souffert jusqu'au début des années 80 d'une mauvaise réputation, en raison de sa toxicité et de sa faible appétence. Etant cependant bien adapté aux besoins alimentaires des ruminants domestiques, des recherches ont été entreprises pour améliorer l'appétibilité du tourteau de colza et réduire sa toxicité. De nets progrès ont été accomplis et ont permis un véritable essor de la production et de la consommation de tourteau de colza dans la CEE(1).

Dans cette première partie, nous donnerons d'abord la mesure de l'essor de la production et de la consommation de tourteau de colza dans la CEE. Puis, le tourteau de colza occupant une part grandissante dans l'alimentation des ruminants domestiques, il apparaîtra légitime de s'interroger sur ses qualités nutritives, son appétibilité, et les possibilités de poursuivre l'amélioration qualitative déjà amorcée du tourteau de colza.

1-Production et consommation de tourteau de colza dans la CEE.

a-Production et consommation globale de tourteau de colza dans la CEE.

La CEE est le 2ème producteur mondial de tourteau de colza. Avec une production de 2,2 millions de tonnes en 1986, elle fournit 22% de la production mondiale (la production mondiale de tourteau de colza était de 11 millions de tonnes en 1986)(2). La CEE est devancée par la Chine qui a connu en 1985/1986 une campagne particulièrement intense au cours de laquelle elle a réalisé 31% de la production mondiale de tourteau de colza. Entre 1983 et 1986, la production de tourteau de colza dans la CEE est restée à peu près stable.

(1) Nous entendons par CEE, l'Europe des douze.

(2) Tous les chiffres avancés proviennent de la publication suivante: INRA, SIDO, CR. (1986)-Tourteaux et autres matières riches en protéines. Campagne 1985/1986.

En ce qui concerne la consommation de tourteau de colza, la CEE détient la 1ère place dans le monde. En 1986, la consommation de tourteau de colza dans la CEE s'élevait à 3 millions de tonnes, soit 28% de la consommation mondiale. Par ailleurs, la consommation de tourteau de colza y augmente à un rythme rapide: pour l'ensemble de la CEE, elle a augmenté de 23% entre 1985 et 1986. Cet accroissement de la consommation de tourteau de colza n'est pas sans posé quelque problème; il a accentué dans des proportions importantes le déficit entre la production et la consommation de tourteau de colza dans l'Europe des douze. Alors que le déficit n'était que de 285000 tonnes en 1985, il atteint 835000 tonnes en 1986, ce qui correspond à une hausse de 193% du déficit de la CEE entre 1985 et 1986.

Enfin, la comparaison des chiffres de production et de consommation du tourteau de colza dans la CEE avec ceux du tourteau de soja et du tourteau de tournesol est digne d'intérêt. (Tableau N°1). Le tourteau de soja domine largement les deux autres tourteaux, tant pour la production que pour la consommation: il représentait 68% du total de la production de tourteaux oléoprotéagineux de la CEE et 61,3% de la consommation de ces tourteaux dans la CEE en 1986. A la même date, le tourteau de colza et le tourteau de tournesol constituaient respectivement 14,7% et 11% de la production, et 9,5% et 9,4% de la consommation de la CEE.

Les données globales à l'échelle de la CEE de production et de consommation du tourteau de colza que nous venons d'évoquer, cachent de grandes différences régionales.

b- Les différences de production et de consommation de tourteau de colza à l'intérieur de la CEE.

Il existe une division très nette à l'intérieur de la CEE entre les pays producteurs et consommateurs de tourteau de colza et ceux qui ne participent que pour une faible part à la production et à la consommation de tourteau de colza. Les uns appartiennent à l'Europe du Nord-Ouest, les autres à l'Europe méditerranéenne. (Figure N°1 et N°2).

Les pays communautaires de l'Europe du Nord-Ouest sont à la fois les plus grands consommateurs et les plus grands producteurs de tourteau de colza de la CEE (il s'agit de

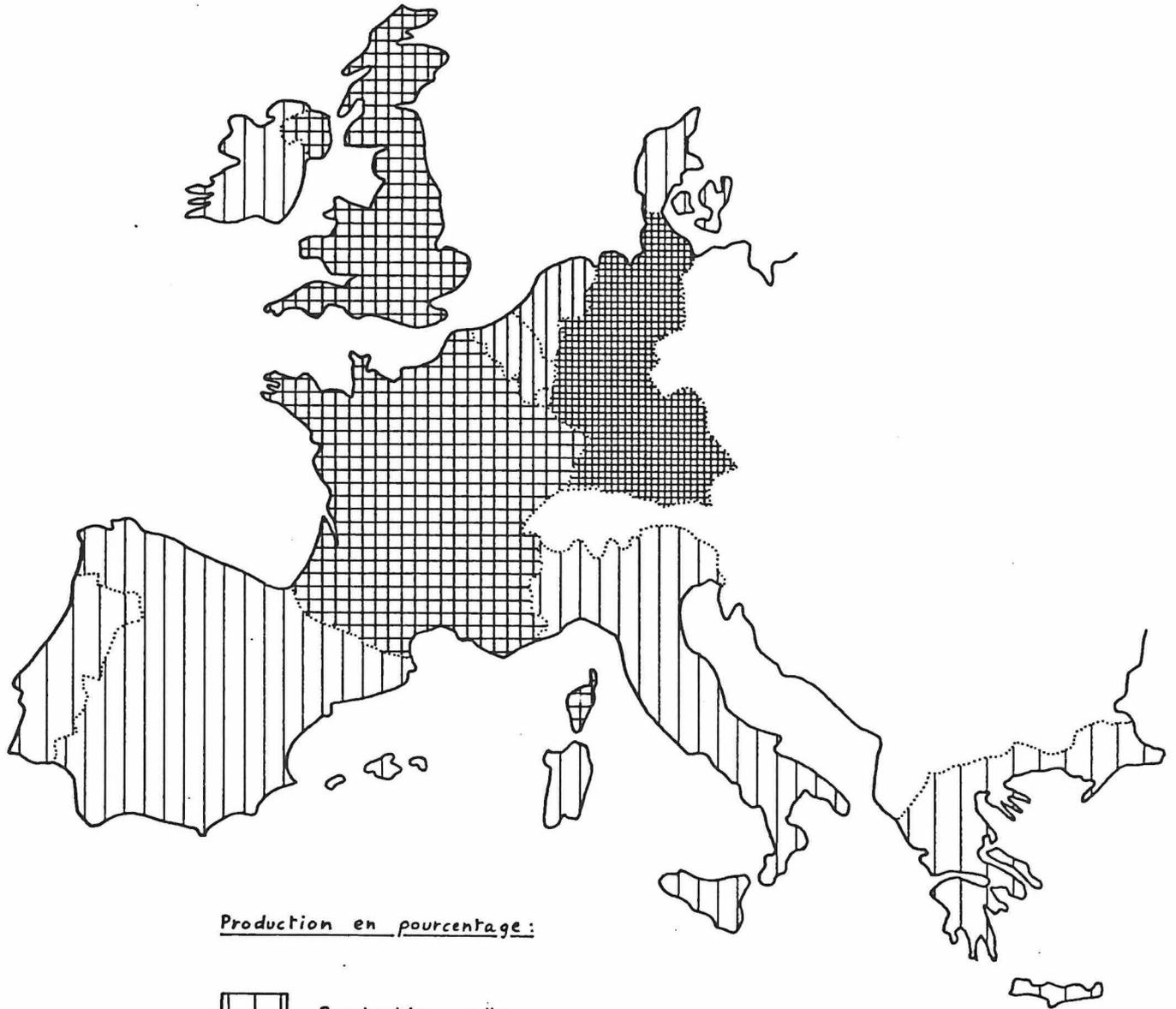
Tableaux N°1-Production et consommation des tourteaux de soja,
de colza et de tournesol dans la CEE en 1985 et 1986.

	<u>Production</u> (en milliers de tonnes)	<u>Consommation</u> (en milliers de tonnes)
T.de soja		
1985	10182	18943
1986	10254	19357
T.de colza		
1985	2236	2456
1986	2200	3014
T.de tournesol		
1985	1523	2629
1986	1641	2967

(d'après INRA, SIDO, CR. (1986))

4

PRODUCTION DE TOURTEAU DE COLZA
DANS LA CEE EN 1986.



Production en pourcentage :

-  Production nulle.
-  de 0,1 à 4,9%.
-  de 5 à 9,9%.
-  de 10 à 19,9%.
-  20% et plus.

0 200 400 600 800 km

Figure N° 1 .

CONSOMMATION DE TOURTEAU DE COLZA
DANS LA CEE EN 1986.

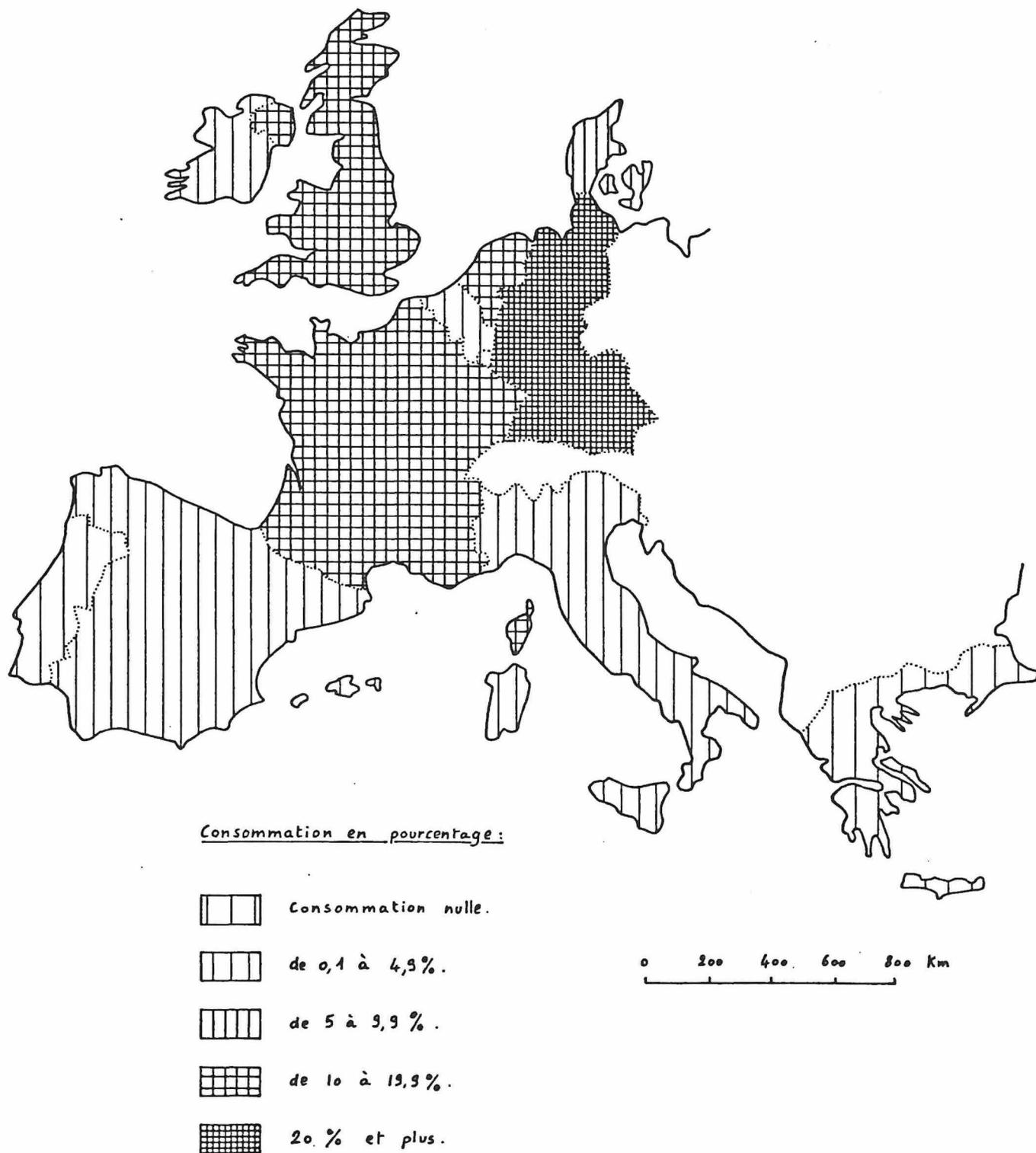


Figure N° 2 .

l'Allemagne, de la France, du Royaume-Uni, du Bénélux, du Danemark et de l'Irlande). Trois de ces pays ont réalisé en 1986 78% de la production de tourteau de colza de la CEE: Allemagne(47,5%), Royaume-Uni(16,5%) et France(14,3%). Pour la production de graine de colza, ce sont aussi ces trois pays qui ont dominé la production dans la Europe douze en 1985/86: France(36%), Royaume-Uni(25%), Allemagne(22%). Si l'on considère les pays de la CEE qui consomment le plus de tourteau de colza, on remarque que les pays de l'Europe du Nord-Ouest se détachent encore largement. Le plus grand consommateur est l'Allemagne(35,6%), suivi du Royaume-Uni(18,9%), des Pays-Bas(13,6%) et la France(13%). Notons que le cas de la France est assez singulier. La France, principal producteur de graine de colza dans la CEE en 1985/86 et 3ème producteur de tourteau de colza, ne participe que pour une part relativement modeste à la consommation globale de tourteau de colza dans la CEE. En 1984, la France a exporté vers les autres pays de la CEE 150000 tonnes de tourteau de colza, ce qui correspondait à 37% de sa production cette année-là.

A l'inverse, les pays communautaires méditerranéens (Espagne, Grèce, Italie, Portugal) ne participent que de façon très modeste à la production et à la consommation de tourteau de colza dans la CEE: moins de 2% de la production et 2,6% de la consommation de la CEE en 1986. De surcroît, cette faible participation n'est en réalité le fait que de l'Espagne et de l'Italie, car la production et la consommation de tourteau de colza en Grèce et au Portugal sont nulles.

Au total, cette approche succincte de la production et de la consommation de tourteau de colza dans la CEE nous a permis de mettre en évidence plusieurs faits importants. D'une part, la CEE a un besoin en tourteau de colza qui dépasse largement sa production. Elle souffre d'un déficit qui s'est accru dans de proportions considérables entre 1985 et 1986(hausse de 193% du déficit). D'autre part, la production et la consommation dans la CEE de tourteau de colza sont nettement inférieures à celles du tourteau de soja (respectivement 4,6 fois inférieure et 6,4 fois inférieure). Or, la production de tourteau de soja dans la CEE dépend dans une large mesure de l'importation de graines de soja provenant principalement des Etats-Unis et du Brésil.

Ainsi, la CEE apparaît comme étant doublement dépendante: dépendante par rapport aux pays fournisseurs de tourteau de colza (Chine, Inde, Canada), dépendante aussi par rapport aux pays fournisseurs de graine de soja. Favoriser la production de graine de colza au sein de la CEE permettrait semble-t-il de réduire cette dépendance.

Les prix du marché du tourteau de colza, comparés à ceux du tourteau de soja, prêchent aussi en faveur de l'essor de la production de tourteau de colza.

c-Les prix du marché du tourteau de colza.

Les prix du tourteau de colza sur le marché sont souvent beaucoup plus attractifs que ceux du tourteau de soja. En 1985, le prix moyen du quintal de tourteau de colza était de 84F tandis que le prix du quintal de soja était de 173F, soit plus du double (Dedenon N., 1986). Certes, la valeur énergétique du tourteau de soja est supérieure à celle du tourteau de colza; pour le tourteau de soja 48, la proportion de substitution est: 1,3Kg de tourteau de colza = 1Kg de tourteau de soja. Toutefois, cette différence de qualité ne compense pas la différence de prix entre les deux tourteaux, et l'achat de tourteau de colza demeure avantageux pour l'éleveur; cela explique en partie que le tourteau de colza occupe une part de plus en plus importante dans l'alimentation des ruminants domestiques.

2-Le tourteau de colza dans l'alimentation des ruminants domestiques

Outre les facteurs économiques, la bonne adaptation des tourteaux de colza aux besoins alimentaires des ruminants domestiques justifie aussi son utilisation croissante. Toutefois, certains constituants du tourteau de colza limitent son emploi. Par ailleurs, l'acceptabilité du tourteau de colza est relativement faible.

a-Les caractéristiques du tourteau de colza.

Composition analytique. La composition analytique des tourteaux de colza dépend à la fois du cultivar considéré et des traitements subis par la graine et les tourteaux. Toutefois, il est possible de dégager une composition analytique moyenne, commune à l'ensemble des tourteaux de colza. (Tableau N°2).

-Protéines. Le tourteau de colza est classé dans la catégorie des tourteaux à moyenne teneur en protéines, il contient de 34% à 39% de protéine brute (la proportion varie de 48% à 54% pour le tourteau de soja). Cependant, les protéines du tourteau de colza sont bien équilibrées en acides aminés : elles sont riches en acides aminés soufrés, méthionine et cystine (4,9% pour le tourteau de colza contre 3% pour le tourteau de soja) et elles sont bien pourvues en lysine (5,6%). (Baudet, 1988), (Tableau N°4).

-Cellulose brute. La proportion de cellulose brute contenue dans le tourteau de colza oscille entre 13% et 16%, ce qui est considéré comme étant une proportion élevée (pour le tourteau de soja, elle oscille entre 5% et 8%). La cellulose provient en grande partie de l'enveloppe externe des graines de colza. Cette enveloppe représente 15 à 18% du poids de la graine. Riche en cellulose et en lignine, elle diminue la digestibilité de l'énergie et de l'azote (surtout chez les monogastriques).

-Matière grasse. Les différents traitements subis par les tourteaux de colza y font varier considérablement la teneur en matière grasse. Cette teneur oscille entre 2,1% et 14%. Généralement, pour le tourteau de colza cette teneur est supérieure à celle du tourteau de soja.

-Extraits non azotés. Les extraits non azotés (sauf cellulose) constituent 33,5% des tourteaux de colza. Ainsi, l'ensemble des ENA (cellulose comprise) représente environ 50% des tourteaux de colza.

-Matières minérales. Le tourteau de colza est riche en éléments minéraux : il est 1,5 fois plus riche en phosphore et 2,5 fois plus riche en calcium que le tourteau de soja. Par ailleurs, c'est l'un des tourteaux les mieux pourvus en magnésium.

Tableau N°2-Composition moyenne des tourteaux de soja 50 et de colza deshuilés. (en % MB)

	<u>T.de soja 50</u>	<u>T.de colza</u>
Humidité	11,4	9,4
Cellulose brute	3,5	12,7
Protéine brute	43,9	36,6
Extrait étheré	1,4	1,6
Cendres	5,8	7,0
P	0,68	1,12
Ca	0,21	0,84

(d'après Evrard J.,(1980))

Tableau N°3-Composition des constituants organiques et des constituants minéraux du tourteau de soja 50 et du tourteau de colza 35. (INRA,1988) (en g./Kg.MS)

	<u>Constituants organiques</u>						<u>Constituants minéraux</u>			
	<u>MO</u>	<u>MAT</u>	<u>CE</u>	<u>MC</u>	<u>Parois</u>	<u>LC</u>	<u>Li</u>	<u>Cendres</u>	<u>P</u>	<u>Ca</u>
<u>T.colza 35</u>	923	391	129	26	302	193	79	77	12,4	8,4
<u>T.soja 50</u>	925	544	47	28	102	59	6	75	7,8	3,0

Parois:teneur en parois cellulaire(neutral detergent fibre ou NDF,g/Kg.)

LC:teneur en lignocellulose(acid detergent fibre ou ADF,g/Kg.)

Li:teneur en lignine(g/Kg)

Tableau N°4-Comparaison de la composition en acides aminés
du tourteau de colza et du tourteau de soja 50.

<u>Acide Aminé</u>	<u>% Matière sèche</u>		<u>% Protéine(Nx 6,25)</u>	
	<u>T.colza</u>	<u>T.soja 50</u>	<u>T.colza</u>	<u>T.soja 50</u>
Arginine	2,50	3,26	6,11	6,44
Histidine	1,15	1,21	2,81	2,40
Isoleucine	1,63	2,37	3,98	4,69
Leucine	2,85	3,79	6,97	7,49
Lysine	2,45	3,14	5,98	6,22
Méthionine	0,73	0,71	2,15	1,40
Cystine	0,50	0,33	2,85	0,65
Tryptophane	0,48	0,61	1,16	1,20
Phénylalanine	1,64	2,43	4,01	4,80
Valine	2,09	2,53	5,11	5,00
Thréonine	1,84	1,92	4,50	3,80
Protéine (N x 6,25)	40,95	50,57	100	100

(d'après Bell M.,(1984))

Les composants antinutritionnels des tourteaux de colza.

Le tourteau de colza comporte différentes substances qui limitent son utilisation pour l'alimentation des animaux. En effet, les glucosinolates, la cellulose, les tanins, la sinapine et la saponine agissent de façon négative sur l'appétit, la morphologie de certains organes et sur la qualité des produits animaux obtenus.

Les glucosinolates sont des complexes glucidiques souffrés. La teneur en glucosinolates change selon les variétés de colza et, pour la même variété, selon les régions et les années. Toutefois, des valeurs moyennes ont été établies. Pour les variétés simple zéro, la teneur moyenne est de $160 \mu\text{moles/g.MS}$. Pour les variétés double zéro, elle n'est que de $50 \mu\text{moles/g.MS}$ seulement. Un progrès considérable a donc été réalisé avec l'élaboration du tourteau de colza double zéro. Les glucosinolates à l'état pur n'ont aucun effet néfaste sur les animaux. Par contre, en présence d'eau et sous l'action d'une enzyme, la myrosinase, contenue dans le tourteau, les glucosinolates se décomposent en différentes substances dont les effets sur les animaux sont indésirables. L'une de ces substances, la vinyl-thio-oxalidone (V.T.O.), agit sur la thyroïde ce qui entraîne une baisse de la croissance de certains animaux (cet effet a été démontré sur les rats, les porcs et les agneaux). D'autres substances, les isothiocyanates (I.S.T.), réduisent l'appétibilité des tourteaux de colza. Lorsque le tourteau de colza est humidifié, des émanations d'isothiocyanates (qui sont volatiles) se produisent et donnent une odeur caractéristique au tourteau de colza. Cette odeur est responsable en partie de l'inappétibilité du tourteau de colza (Baudet, 1988).

Nous avons déjà signalé le rôle négatif de la cellulose sur la digestibilité de l'énergie et de l'azote par les monogastriques. Par contre, cet effet négatif se produit dans une moindre mesure chez les ruminants qui, grâce à des micro-organismes spécialisés contenus dans la panse, transforment la cellulose.

Par ailleurs, les tanins qui proviennent de l'enveloppe des graines de colza, font diminuer l'efficacité digestive des substances azotées.

Enfin, la sinapine est un ester de l'acide sinapique et de la choline. Cette substance donne un mauvais goût de poisson au jaune d'oeuf des volailles, du fait de sa dégradation dans l'intestin en triméthylamine (Calet, 1982). Quant à la saponine, elle est responsable du tympanisme chez les bovins. (Laws et al. 1982).

Les améliorations du tourteau de colza réalisées ces dernières années permettent de réduire de façon notable la part des constituants antinutritionnels contenus dans les tourteaux. L'élaboration du tourteau de colza double zéro constitue un net progrès dans la mesure où ce tourteau a une faible teneur en glucosinolates. La culture de la graine de colza double zéro devrait s'étendre dans les prochaines années (jusqu'en 1991) et remplacer peu à peu les graines de colza simple zéro. La mise au point de la technique du dépelliculage est une autre amélioration sensible. Elle conduit à une baisse de la proportion de cellulose et à une augmentation de la proportion des protéines contenues dans les tourteaux de colza. Le dépelliculage a aussi pour conséquence de réduire la présence des tanins.

Valeur nutritive des tourteaux de colza.

-Valeur énergétique. La digestibilité de la matière sèche des tourteaux de colza varie de 67% à 77%, suivant les essais. Si l'on retient une digestibilité de 72,8% et une teneur en énergie brute de 4695 Kcal./KgMS, la valeur énergétique du tourteau de colza est de 0,94 UFL. et de 0,88 UFV. (Michalet-Doreau, 1985). La valeur énergétique du tourteau de colza est donc inférieure à celle du tourteau de soja 50 (Tableau N°5). Cette valeur énergétique plus faible du tourteau de colza par rapport au tourteau de soja est due à l'importance de la fraction pariétale et au degré de lignification des constituants pariétaux. (Tableau N°3).

On a cherché à améliorer la valeur énergétique du tourteau de colza, d'une part en adoptant le procédé du dépelliculage des graines avant trituration (en France), et d'autre part en utilisant des graines ayant une pellicule plus fine (variété "Candle" provenant du Canada). Dans le premier cas, l'augmentation

de la valeur énergétique est de +0,18 UFL et de +0,20 UFV; dans le second cas elle est de +0,07 UFL et de +0,07 UFV.

Ainsi, la moindre valeur énergétique du tourteau de colza constitue un handicap dans l'alimentation des ruminants domestiques. La recherche d'une plus grande utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation des ruminants domestiques ne peut être acquise que par la diminution de la proportion des constituants pariétaux, afin d'obtenir une valeur proche de celle du tourteau de soja.

Tableau N°5-Comparaison de la valeur nutritive du tourteau de colza 35 et du tourteau de soja 50. (INRA, 1988)

	<u>Valeur Énergétique</u> (g/Kg.MS)		<u>Valeur Azotée(g/Kg.MS)</u>			
	<u>UFL</u>	<u>UFV</u>	<u>MAD</u>	<u>PDIA</u>	<u>PDIN</u>	<u>PDIE</u>
T. Colza 35	0,95	0,89	325	101	253	154
T. Soja 50	1,18	1,17	491	207	388	263

-Valeur azotée du tourteau de colza. Chez les ruminants, les éléments qui conditionnent la valeur azotée d'un aliment sont non seulement sa teneur en matières azotées, mais aussi la résistance à la dégradation des matières azotées dans le rumen et son effet sur la synthèse microbienne, l'importance de la fraction réellement indigestible et la composition en acides aminés des protéines. (Verite, 1985)

Les mesures effectuées sur différents échantillons commerciaux de tourteau de colza ont montré que la fermentescibilité du tourteau de colza ($\bar{x}=30\%$, $n=5$) était en moyenne assez proche de celle du tourteau de soja ($\bar{x}=28\%$, $n=20$). Ainsi, lorsque l'on rapporte la teneur en PDI(3) des aliments non pas à leur teneur en matière sèche mais à leur richesse en matière azotée, la valeur en PDI apparaît proche de celle du tourteau de soja et supérieure à celle d'autres tourteaux (de tournesol

(3)PDI:Protéines vraies digestibles dans l'intestin.

PDIA: PDI d'origine alimentaire(g./Kg)

PDIN: PDIA+protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'azote de l'aliment dégradé dans le rumen(g/Kg)

PDIE: PDIA+protéines microbiennes digestibles dans l'intestin correspondant à l'énergie de l'aliment fermentée dans le rumen.

et d'arachide, notamment), (Verite, 1985).

La richesse en méthionine du tourteau de colza (2,1% des acides aminés) et la bonne proportion en lysine (5,6% des acides aminés) sont d'un grand intérêt pour les vaches laitières au début de la lactation et pour les fortes productrices, puisque le vêlage s'accompagne d'une chute importante du taux sanguin d'acides aminés indispensables (on sait que les acides aminés les plus limitatifs sont la méthionine et la lysine).

Au total, bien que la valeur nutritive du tourteau de colza soit inférieure à celle du tourteau de soja, le tourteau de colza n'en demeure pas moins un aliment bien adapté par sa composition analytique et sa valeur nutritive aux exigences alimentaires des ruminants domestiques. Toutefois, il apparaît nécessaire de savoir si son emploi dans l'alimentation des ruminants domestiques n'entraîne pas une diminution des productions animales.

b-Les performances zootechniques chez les ruminants domestiques dont l'alimentation est en partie constituée de tourteau de colza.

Les performances zootechniques des ruminants domestiques dont le tourteau de colza entre dans l'alimentation varient en fonction des animaux considérés.

Pour les vaches laitières, de nombreuses expériences ont été réalisées sur l'efficacité de l'utilisation du tourteau de colza et du tourteau de soja pour la production de lait, à différents taux d'incorporation. En général peu ou pas d'effets sont enregistrés sur la production de lait. Une expérience réalisée par l'ITEB (4) récemment en fournit un bon exemple. L'expérience a été réalisée dans deux exploitations différentes sur deux lots de vaches dans chaque exploitation. Dans chacune de ces deux exploitations, sur le premier lot, la seule source d'azote provenait de tourteau de colza, sur le deuxième lot elle provenait de tourteau de soja. Dans les deux exploitations, sur les quatre lots de vaches au total, la production de lait à 4% de matière grasse était à peu près égale (différences non significatives). Pour respecter les équivalences, il a été

(4) ITEB: Institut Technique de l'Élevage Bovin.

distribué une quantité de tourteau de colza supérieure de 33% à la quantité de tourteau de soja. (Dedenon, 1986)

Dans les études réalisées par l'ITEB (Cadot, 1985), portant sur l'engraissement des taurillons, le tourteau de colza a été comparé au tourteau de soja 50, comme source azotée complémentaire de régimes à base de maïs. On a remplacé 1Kg. par jour de tourteau de soja par 1,45Kg. de tourteau de colza, afin de respecter les équivalences énergétiques. Les essais réalisés démontrent que la substitution du tourteau de soja par le tourteau de colza n'entraîne pas de problèmes d'appétance particuliers, à condition d'effectuer une transition progressive. Et, aucun effet particulier sur la qualité des carcasses n'a été remarqué.

En ce qui concerne les ovins, les expériences ont montré que les brebis recevant quotidiennement une ration comportant plus de 10% de tourteau de colza donnent naissance à des agneaux plus légers (Struyven, 1982). Cependant, le tourteau de colza peut être incorporé aux rations quotidiennes de démarrage et de finition. Au même niveau énergétique et azoté, le remplacement du tourteau de soja par du tourteau de colza n'a pas d'influence chez l'agneau sur les résultats zootechniques ou les résultats d'abattage. Ceci lorsque le tourteau de colza simple zéro est incorporé au taux de 10% à 15% de l'aliment concentré, ou lorsque le tourteau de colza double zéro l'est aux taux de 10% à 25%. (Paruelle, 1985).

Aucune expérience concernant les performances zootechniques des caprins alimentés en partie par du tourteau de colza n'a été réalisée. Cependant, le tourteau de colza est incorporé depuis un certain temps à des concentrés destinés aux caprins. De même que chez les bovins, il ne semble pas avoir d'effets négatifs sur leurs productions.

Malgré cela, il reste à résoudre le problème de l'appétibilité du tourteau de colza. Dans la suite de notre exposé nous évoquerons ce problème et les efforts réalisés pour son amélioration.

c-L'appétibilité du tourteau de colza.

Afin d'éviter des confusions, il est nécessaire de rappeler les définitions de l'appétence, de l'appétibilité, de l'acceptabilité et du comportement alimentaire.

Le mot appétence provient de deux mots latins, *appetitus* et *appetere* qui signifient respectivement désir et convoiter. Le dictionnaire Larousse de la langue française (Lexis) donne du mot appétence la définition suivante: "Désir qui porte vers tout objet propre à satisfaire un penchant naturel, et en particulier qui porte à désirer un aliment". Il prend en compte les caractéristiques de l'aliment mais aussi l'environnement dans lequel l'aliment est proposé à l'animal.

L'appétibilité (ou palatibilité) désigne l'ensemble des caractéristiques physiques et chimiques d'un aliment qui provoquent le désir de l'ingérer.

L'acceptabilité est l'ingestion volontaire d'un aliment par un animal. Elle se mesure en quantités ingérées par unité de temps et par animal. Elle permet de classer les aliments en aliments appétibles ou peu appétibles.

Le comportement alimentaire désigne l'ensemble des actes réalisés par un animal pour se nourrir: la recherche, le choix, l'ingestion ou le refus de certains aliments. Ce concept intéresse donc les modalités selon lesquelles ces actes sont exécutés et non les motivations qui poussent l'animal à les réaliser.

Ces définitions ayant été rappelées, nous pouvons appréhender concrètement le problème de l'appétibilité du tourteau de colza.

L'appétibilité du tourteau de colza est une contrainte qui limite son incorporation aux aliments concentrés. Qu'il soit distribué pur ou en mélange, offert à volonté ou en temps limité, en farine ou granulé, le tourteau de colza ne permet pas d'atteindre les niveaux de consommation du tourteau de soja et cela quelles que soient les espèces animales considérées. (Pedenon, 1985).

Les substances responsables de l'inappétibilité du tourteau de colza sont assez mal connues. Les substances les plus fréquemment citées sont les glucosinolates, les tanins et la sinapine. Les glucosinolates ont été considérés comme étant les

principaux responsables de cette inappétibilité. Toutefois, d'après différentes études sur la teneur en glucosinolates et l'appétibilité du tourteau de colza (par dilution plus ou moins importante du tourteau de colza ou par incorporation de tourteau comportant des teneurs en glucosinolates différentes), il semble que la teneur en glucosinolates ne puisse pas être mise en relation directe avec l'appétibilité du concentré contrairement à l'idée couramment admise. (Dedenon, 1985).

L'amélioration de l'appétibilité du tourteau de colza est devenue une priorité. Deux axes de recherche ont été retenus: le premier porte sur les traitements technologiques, le second sur la sélection des graines de colza à faible teneur en glucosinolates.

Les améliorations d'ordre technologiques concernent la cuisson et le toastage des graines, le dépelliculage, la granulation et l'apport de mélasse. Distribué pur et à volonté à des bovillons, le tourteau de colza est d'autant mieux consommé que la graine a été préalablement toastée. Lorsque le toastage est précédé d'une cuisson modérée, la consommation augmente de 35%; mais si le toastage est précédé d'une forte cuisson, la consommation s'accroît de 70%. (Beranger et Grenet, cités par Dedenon, 1985).

Par ailleurs, le dépelliculage des graines avant trituration présente plusieurs avantages. Cette technique permet de réduire de 50% la teneur en cellulose du tourteau de colza et d'augmenter de façon corrélative la teneur en protéines de 20%. La teneur en tanins diminue aussi sensiblement. D'autre part, la granulation des tourteaux améliore l'ingestion par rapport aux tourteaux sous forme de farine (Trocon, 1984; cité par Dedenon, 1985). L'effet est très marqué lorsque les particules constituant la farine sont fines. Enfin, un apport de mélasse engendre aussi une amélioration de l'ingestion. L'addition de 6% de mélasse à un aliment contenant 10% de tourteau de colza entraîne une augmentation de 17% environ de l'ingestion chez la chèvre laitière. (Morand-Fehr, Hervieu, 1983).

L'amélioration du tourteau de colza est aussi obtenue grâce à la sélection des graines de colza. Les variétés recherchées sont celles qui ont une faible teneur en glucosinolates. L'apparition sur le marché des variétés double zéro, fruit de ces recherches, a constitué un net progrès. Les variétés double zéro ont une teneur moyenne en glucosinolates de $50\mu\text{moles/g.MS}$ (5). Certaines variétés double zéro (Tapidor, Darmor, Santana, par exemple) ont une teneur en glucosinolates inférieure à $35\mu\text{moles/g.}$ de graine entière. Ces dernières ont d'ores et déjà une teneur en glucosinolates inférieure au seuil imposé par la commission de Bruxelles en 1988(6).

Les tourteaux obtenus à partir des graines de colza double zéro sont à la fois plus appétibles et moins toxiques que leurs homologues simple zéro. Les conséquences pratiques sont notables: d'une part le tourteau de colza obtenu peut s'employer à des taux plus élevés dans les aliments qui traditionnellement contenaient du colza, et d'autre part son domaine d'emploi peut être élargir. (Letrou, 1988)

Ainsi, bien que par la sélection et la technologie on ait réussi à améliorer l'appétibilité des tourteaux de colza, leurs niveaux d'ingestion demeurent inférieurs à ceux d'autres tourteaux (tourteau de soja, par exemple). Toutefois, ces deux voies apparaissent au plan nutritionnel comme étant les plus sûres et les plus prometteuses pour poursuivre les améliorations déjà obtenues.

Par ailleurs, une normalisation de la production des tourteaux de colza double zéro serait souhaitable. En effet, l'amélioration de la valeur nutritionnelle et de l'acceptabilité des tourteaux de colza que représente les tourteaux de variété double zéro, pâtit de l'absence d'une normalisation des conditions de trituration de la graine de colza. Ceci a pour conséquence une variation relativement importante de la

(5) Rappelons que la teneur moyenne en glucosinolates des variétés simple zéro est de $160\mu\text{moles/g.MS}$.

(6) La norme reconduite par la commission de Bruxelles pour les semis de l'été 1988 impose une teneur inférieure à $35\mu\text{moles/g.}$ de graines entières.

composition chimique des tourteaux double zéro. Un test chimique permettrait en outre de garantir une qualité constante des tourteaux double zéro.

Enfin, la poursuite des recherches sur des animaux est nécessaire pour déterminer, espèce par espèce, les conditions d'utilisation et l'acceptabilité des tourteaux de colza. Ainsi, dans la seconde partie de cet exposé, nous décrirons la méthodologie que nous avons utilisé pour étudier l'acceptabilité des tourteaux de colza, chez les ruminants domestiques.

PARTIE II

METHODE EXPERIMENTALE UTILISEE POUR ETUDIER L'ACCEPTABILITE
DES TOURTEAUX DE COLZA CHEZ LES RUMINANTS DOMESTIQUES.

Depuis 1982, nombre d'expériences sur l'acceptabilité des aliments composés contenant différents types de tourteaux de colza ont été menées à la ferme de la Station de Nutrition et d'Alimentation (INRA) de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon. La chèvre a été utilisée comme matériel animal en raison de son comportement alimentaire, et notamment de sa grande faculté à choisir ses aliments.

Durant ces années, une méthode d'étude a été élaborée pour tester l'acceptabilité des aliments; il s'agit de la méthode dite du "test de la cafétéria". Si aujourd'hui cette méthode semble assez simple dans son principe, elle est en réalité le fruit d'une perpétuelle adaptation au comportement alimentaire de la chèvre.

Après avoir rappeler les objectifs de notre étude, nous décrirons la méthodologie que nous avons suivi.

1- Les objectifs de l'étude expérimentale.

La présente étude a plusieurs objectifs. Tout d'abord, il nous appartient de vérifier si, effectivement, les tourteaux de colza double zéro améliorent l'acceptabilité des aliments concentrés dans lesquels ils sont incorporés, par rapport aux tourteaux simple zéro. La vérification doit être opérée à différents taux d'incorporation.

Ensuite, un autre problème se pose: le dépelliculage des graines de colza double zéro avant trituration a-t-il un effet positif sur l'acceptabilité des tourteaux double zéro?

Par ailleurs, il serait souhaitable d'obtenir plus rapidement des résultats. L'enjeu est double: d'une part tester un plus grand nombre d'aliments, et d'autre part, adapter rapidement la production de tourteau de colza en fonction des résultats obtenus sur l'acceptabilité.

Enfin, commencer de mettre au point une méthodologie pour étudier l'acceptabilité du tourteau de colza chez la vache est aussi l'un de nos objectifs. Cela permettra de vérifier s'il y a concordance entre l'acceptabilité du tourteau de colza chez la chèvre et chez la vache.

2-Description de la méthode dite du "test de cafétéria".

Les tests d'acceptabilité ont été réalisés sur 14 chèvres appartenant au troupeau expérimental de la Station de Nutrition et d'Alimentation (INRA) de l'Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon.

La méthode dite du "test de cafétéria" repose sur le principe de comparaison des aliments deux à deux et en temps limité, ce qui permet une discrimination maximale entre les aliments comparés.

a-Les raisons de l'utilisation des chèvres.

Plusieurs raisons ont amené les chercheurs de la chèvre-rie de l'INRA de Paris-Grignon à utiliser des chèvres pour étudier l'acceptabilité des tourteaux de colza.

D'une part, le comportement alimentaire des chèvres est bien adapté à ce type d'expérience. La chèvre choisit et discrimine fortement ses aliments, beaucoup plus que les moutons et les vaches. Or, le comportement de choix et de discrimination est fondamental pour créer une échelle d'acceptabilité des aliments. D'autre part, la chèvre s'adapte aisément aux changements successifs de régime. Par ailleurs, les goûts des caprins sont assez semblables à ceux des autres ruminants. Par conséquent, il est possible d'étendre les résultats obtenus sur les chèvres à d'autres espèces de ruminants domestiques. Enfin, la maniabilité, le format et le moindre coût d'entretien sont autant d'avantages que présentent les chèvres par rapport aux bovins.

b-La sélection des chèvres.

Les chèvres utilisées ont été sélectionnées parmi un lot de 24 chèvres, pour leur aptitude à discriminer les aliments concentrés suivant leur acceptabilité.

Les 24 chèvres sont toutes primipares; elles présentent donc l'avantage de ne pas avoir de passé alimentaire qui puisse influencer les résultats du test et elles sont plus enclines à goûter les nouveaux aliments proposés que les multipares.

La sélection s'est opérée de la façon suivante. Pendant quatre semaines, les 24 chèvres ont été soumises aux conditions du test. A l'issue de ces quatre semaines nous avons pu établir une typologie relative au comportement alimentaire de ce troupeau. On a pu distinguer trois groupes:

-un premier groupe de chèvres qui consomment sans refus tous les aliments proposés.

-un second groupe de chèvres qui refusent systématiquement, partiellement ou totalement, les aliments proposés.

-un troisième groupe de chèvres qui acceptent certains aliments et en refusent d'autres.

Ce sont les chèvres de ce dernier groupe qui ont été retenues pour réaliser les tests de cafétéria car elles ont un pouvoir discriminant supérieur à celui ^{des chèvres} du premier et du second groupe.

Au total, 14 chèvres ont été retenues cette année: 8 appartiennent à la race Alpine et 6 à la race Saanen. Le lot est assez homogène et, comme nous le verrons plus tard, les 14 chèvres qui le composent ont un grand pouvoir discriminant. Les 10 chèvres restantes ont été utilisées pour les tests de modification de la méthodologie.

Les caractéristiques du lot des 14 chèvres retenues pour les tests de cafétéria sont:

Age moyen: 15 mois.

Poids vif moyen: 60 Kg.

Nombre et stade de lactation: 1ère lactation, du 3ème au 6ème mois de lactation.

Production laitière contrôlée: 2,5 kg. de lait en moyenne produit par chèvre et par jour.

La ration journalière des chèvres était constituée de cossettes de haricot, de pulpe de betterave ensilée et de concentré. (Tableau N°6). Les jours du test (lundi, mardi, jeudi et vendredi), les chèvres recevoient 0,4 UFL en moins que les autres jours.

Tableau N°6-Ration journalière des chèvres. g/Kg. de MS

<u>Aliment</u>	<u>%MS</u>	<u>UFL</u>	<u>PDIN</u>	<u>PDIE</u>	<u>Ca</u>	<u>P</u>
Cossettes de haricot.	40	0,21	15	21	4,0	1,0
Pulpe de bet- terave.	32	0,32	19	27	4,2	0,32
Concentré(ST, H,C).	28	0,29	46	36	3,33	3,28
	<u>100</u>	<u>0,82</u>	<u>80</u>	<u>84</u>	<u>11,53</u>	<u>4,60</u>

c-Le test et son déroulement.

Le principe des tests repose sur la comparaison d'aliments deux à deux, dans toutes les combinaisons possibles. Chaque chèvre ne subit qu'un test par jour et quatre tests au maximum par semaine afin d'éviter les phénomènes d'accoutumance.

Le moment du test.

Le moment le plus favorable pour proposer aux chèvres le test de cafétéria est en fin de matinée (vers 11h.-11h.30), et ceci pour deux raisons. D'une part, le test ne peut être réalisé que sur des chèvres qui ont modérément faim. Des chèvres ayant une faim excessive ou, à l'inverse, des animaux repus discriminent mal, dans les deux cas, les aliments proposés. Les repas sont donnés aux chèvres quatre heures auparavant. D'autre part, à cette heure-ci, après la traite du matin, la chèvrerie est calme. Ceci est très important pour travailler sur les chèvres qui sont des animaux très distraits. Au moindre bruit, la curiosité des chèvres est en éveil, et leur distraction se communique rapidement à tout le lot. Ainsi, une fois distraites, il est presque impossible de les intéresser de nouveau au test.

Le déroulement du test.

De leur parc, les chèvres sont tout d'abord amenées dans un couloir d'attente. Ensuite, elles sont placées deux par deux dans des cages aménagées pour la réalisation du test d'acceptabilité, et auxquelles elles ont été accoutumées pendant au moins quatre semaines avant le début des tests. Les chèvres choisissent spontanément leur ordre de passage, en fonction de la hiérarchie existante à l'intérieur du troupeau. Cet ordre de passage sera d'ailleurs pratiquement le même chaque jour, tout au long des tests effectués.

Chaque cage a une superficie de 1,5m² et elle est munie d'un volet derrière lequel sont placées quatre coupelles dans des logettes en bois. Deux chèvres subissent en même temps le test, car il a été montré que les résultats sont plus hétérogènes lorsque les tests sont réalisés sur des chèvres isolées.

Pendant le test, deux aliments concentrés sont disposés dans quatre coupelles jaunes pour chèvre, à raison de deux coupelles par aliment. La quantité de chaque aliment proposé est de 400g., soit 200g. par coupelle. Le temps du test est fixé à 2 minutes, ce qui donne à chaque chèvre un temps égal d'ingestion. Le volet est ouvert pendant quatre intervalles de 30 secondes séparés d'une période de fermeture de 10 à 15 secondes pendant lesquelles les coupelles sont changées de place. Le changement de place des coupelles est effectué suivant le système rotatif du carré latin.

Disposition et rotation des coupelles.

A1	B1	A2	B2
B1	A1	B2	A1
A2	B2	A1	B1
B2	A1	B1	A2

Ainsi, la chèvre peut mieux exercer son choix entre les aliments. Un choix systématique selon la localisation dans une logette ne peut pas interférer sur les résultats.

Une fois que le test est achevé, les chèvres sont reconduites dans leur parc habituel.

Au cours du test, l'expérimentateur a plusieurs tâches à réaliser. Il doit peser avant le test les quantités des aliments qui seront proposés aux chèvres (400g. par aliment à répartir dans deux coupelles, soit 200g. par coupelle). Pendant le test, il doit contrôler le temps de 30 secondes correspondant à chaque tour de coupelles dans une position donnée. En même temps, il observe le comportement des animaux. A la fin du test, l'expérimentateur retire les coupelles des logettes où elles se trouvaient et procède à la pesée des quantités d'aliment restant dans chaque coupelle.

d-Les aliments testés.

Nous avons testé cinq tourteaux de colza. Leurs caractéristiques sont décrites dans le tableau N°7 et leur composition apparaît dans le tableau N°8.

Tableau N°7-Type de tourteaux testés.

<u>Nomenclature</u>	<u>BE</u>	<u>DE</u>	<u>DD</u>	<u>TE</u>	<u>TD</u>
Colza simple "O"	+	-	-	-	-
Colza double "OO"	-	+	+	+	+
Dépelliculé	-	-	+	-	+
Variété	Bienvenu	Darmor	Darmor	Tapidor	Tapidor

Ces tourteaux ont été testés à différents taux d'incorporation, afin de préciser à quel taux d'incorporation la discrimination entre les aliments apparaît et à quel taux la consommation diminue sensiblement.

Les tourteaux étudiés ont été incorporés à des aliments composés contenant une proportion respectivement constante de 80% d'orge et de 20% de tourteau de soja. L'incorporation des tourteaux étudiés s'est faite à des taux de 5%, 15%, 25% et 45% (Tableau N°9). Les aliments composés ainsi obtenus étaient présentés aux

Tableau N°8-Composition des tourteaux de colza expérimentaux.
(en g./Kg.MB)

Tourteau de colza	Humidité	CP	MAT	MG	Glucosinolates(μmoles/g.MB)		Acidité
					sans adjonction de myrosinase	après adjonction de myrosinase	
Bienvenue"BE"	105	125,3	339	9	1,95	34,55	0,25
Darmor "DE"	111,4	120,4	316,1	11,7	2,13	7,65	0,32
Darmor "DD" dépelliculé	94,2	60,36	389,7	13,4	1,44	3,23	0,32
Tapidor"TE"	106,4	121,4	311	13,7	1,56	2,07	0,32
Tapidor"TD" dépelliculé	95,8	75,5	383,8	12,2	1,70	2,24	0,29

(Analyses effectués par le "Laboratoire de Biochimie et Nutrition"
UFAC-Vigny)

Tableau N°9-Composition des aliments expérimentaux en fonction du taux d'incorporation du tourteau de colza. (en %)

<u>Aliment</u>	<u>Taux d'incorporation</u>			
Tourteau de colza	5	15	25	45
Tourteau de soja	19	17	15	11
Orge	76	68	60	44

Tableau N°10-Nomenclature des aliments testés selon le type de tourteau de colza et de son taux d'incorporation.

<u>Tourteau de colza testé</u>	<u>Taux d'incorporation</u>			
	5	15	25	45
Bienvenue "BE"	BE5	BE15	BE25	BE45
Darmor "DE"	DE5	DE15	DE25	DE45
Darmor dépelliculé "DD"	DD5	DD15	DD25	DD45
Tapidor "TE"	TE5	TE15	TE25	TE45
Tapidor dépelliculé "TD"	TD5	TD15	TD25	TD45

animaux sous forme de granulés, et chaque test était réalisé avec des aliments ayant le même taux d'incorporation de tourteau de colza.

Ainsi, nous avons testé au total 20 aliments se différenciant par la nature du tourteau de colza et son taux d'incorporation dans les aliments composés (Tableau N°10). Nous n'avons pas pu réaliser les tests avec des aliments à 100% de tourteau de colza. Nous le regrettons car il aurait été intéressant d'étudier la réaction des chèvres devant tels aliments. L'année dernière, ces tests ont été réalisés et la moyenne d'ingestion par test et par chèvre était très faible (45-50g.).

e-Traitement statistique des données recueillies.

Pour le traitement statistique des données recueillies lors de chaque test, nous avons calculé de façon systématique les outils statistiques suivants:

- Moyenne des quantités ingérées des aliments proposés par chèvre.
- Ecart type des quantités ingérées.
- Application d'un test de comparaison des moyennes afin de connaître si les différences d'ingestion entre les deux aliments comparés lors de chaque test étaient significativement différentes
- Nombre de chèvres qui ont préféré tel aliment par rapport à tel autre.

Ainsi, le test de cafétéria apparaît simple dans son principe et dans son application. Comme nous le verrons dans la troisième partie de notre exposé consacrée à l'interprétation des résultats obtenus lors des tests, les 14 chèvres retenues ont un grand pouvoir de discrimination.

PARTIE III

LES RESULTATS DES DIFFERENTES EXPERIENCES MENEES.

Les quatorze chèvres que nous avons retenu pour les tests de cafétéria, grâce à leur grande capacité à discriminer les aliments, nous ont permis d'obtenir des résultats très probants concernant l'acceptabilité des différents tourteaux étudiés. Les résultats concernant la modification de la méthodologie, sont moins convaincants; ils ont été obtenus avec les dix chèvres les moins aptes à la discrimination des aliments. Ils doivent donc être considérés comme une première approche plutôt que comme de résultats définitifs. Il en va de même de la tentative de mettre au point une méthodologie pour étudier l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache.

1-Résultats concernant le comportement alimentaire des chèvres vis-à-vis des aliments concentrés proposés.

Après la période d'adaptation au dispositif expérimental, les premiers tests réalisés sur les chèvres avaient pour objectif d'établir une échelle d'acceptabilité de référence, à partir de quatre aliments témoins (G5, C10, M6, L15). Ces aliments sont composés d'un mélange d'orge et de tourteau de soja en proportion relative constante, auquel sont ajoutés des aliments plus ou moins appétents (Tableau N°11). L'établissement de cette échelle d'acceptabilité de référence va nous permettre de situer le lot des chèvres par rapport aux années précédentes.

Mais qu'entendons-nous par échelle d'acceptabilité? Il s'agit d'une échelle variant de 0 à 10, sur laquelle on apprécie l'acceptabilité des aliments proposés en calculant l'indice d'acceptabilité. Le calcul de cet indice est basé sur les quantités ingérées des aliments: on divise la moyenne globale d'ingestion (moyenne des moyennes établies lors de chaque test) de chaque aliment par la quantité maximale proposée de cet aliment lors de chaque test, et on multiplie par 10. Ainsi, l'indice d'acceptabilité peut être exprimé de façon simple:

$$I_{ac} = \frac{M}{Q} \times 10$$

I_{ac} : indice d'acceptabilité

M : moyenne globale d'ingestion

Q : quantité maximale proposée

Tableau N°11-Composition des aliments témoins.(en %)

<u>Aliment</u>	<u>G5</u>	<u>C10</u>	<u>M6</u>	<u>L15</u>
Orge	76	72	75	68
Tourteau de soja	19	18	19	17
Tourteau de colza	0	10	0	0
Graisse "15"	5	0	0	0
Farine de luzerne	0	0	0	15
Melasse de betterave	0	0	6	0

L'interprétation de cet indice est aussi d'une grande simplicité. Plus l'indice calculé se rapproche de 0 et plus l'acceptabilité de l'aliment est médiocre, plus l'indice calculé se rapproche de 10 et plus l'acceptabilité de l'aliment est excellente.

A la fin de chaque test sur les tourteaux expérimentaux, nous calculerons l'indice d'acceptabilité de chaque aliment étudié. Cela nous permettra par la suite de comparer entre-eux ces aliments en utilisant directement le concept d'acceptabilité, et non plus indirectement à travers de la comparaison des quantités ingérées.

Pour comparer entre-eux les aliments témoins nous disposons d'une part des données globales et d'autre part de l'ensemble des données obtenus lors de chaque comparaison entre deux aliments.

Les données globales sont la quantité moyenne globale et son écart type (Tableau N°12). L'aliment G5 avec une moyenne globale de 48g. par chèvre réalise le plus mauvais résultat. La faiblesse de son écart type traduit l'homogénéité des réponses des chèvres soumises au test. Ensuite, l'aliment C10 a un niveau de consommation trois fois supérieur à G5, mais ce niveau est

Tableau N°12-Quantité ingérée moyenne globale et écart type
de G5, C10, M6, L15. (en g/chèvre/test)

	<u>G5</u>	<u>C10</u>	<u>M6</u>	<u>L15</u>
Moyenne	48	153	239	245
Ecart type	76	101	107	86

moyen par rapport à M6 et L15. Ces deux aliments, M6 et L15, ont un niveau de consommation satisfaisant; la petite différence existante entre leur niveau d'ingestion respectif est non significative.

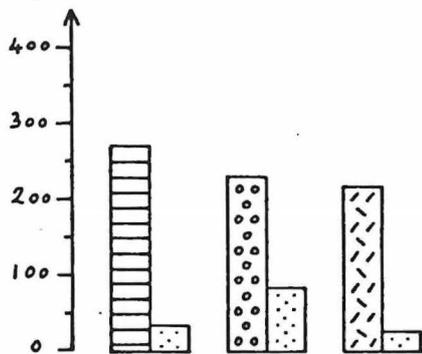
Grâce à l'étude des données recueillies lors de la comparaison des aliments deux à deux, nous allons préciser les différences de niveau d'ingestion existantes entre les aliments et les expliquer. (Tableau N°13 et N°14, Figure N° 3)

La figure N° a montre que G5 est de loin le moins consommé des quatre aliments témoins. C'est en comparant G5 à M6 que la plus grande différence de niveau d'ingestion est atteinte: 235g en faveur de M6; le faible écart type de G5 (67,5g) atteste de l'homogénéité des réponses des chèvres. La plus petite différence de niveau d'ingestion est obtenue en comparant G5 à C10 (146g en faveur de C10). Sur l'ensemble des tests, seulement trois chèvres ont préféré G5 à l'un des trois autres aliments proposés. Cette mauvaise performance de G5 s'explique aisément: d'une part G5 contient de la graisse (5%), or la graisse est très mal acceptée par les ruminants, d'autre part G5 a une consistance poussiéreuse ce qui le rend peu appétent.

L'aliment C10 est lui aussi relativement peu apprécié par les chèvres (Figure N° 3 b). Il ne devance par le niveau d'ingestion que G5, le plus mauvais des quatre aliments. Comparé à G5, l'aliment C10 atteint un niveau supérieur à 200g. Mais lorsqu'il est comparé à M6 et L15, C10 a un niveau de consommation réduit de moitié (autour de 100-120g). Lors de la comparaison entre C10 et M6, aucune chèvre a préféré C10. Lorsque l'on compare C10 à L15 une seule chèvre a préféré C10. La mauvaise acceptabilité de

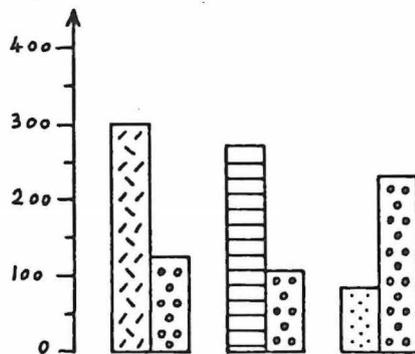
COMPARAISON DE CHAQUE ALIMENT (G5, C10, M6, L15) AVEC SUCCESSIVEMENT L'UN DES TROIS AUTRES ALIMENTS PROPOSES.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



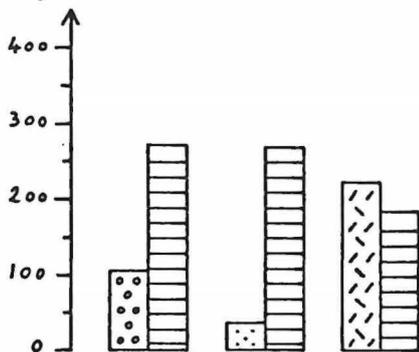
a-COMPARAISON DE G5
AVEC: M6, C10, L15.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



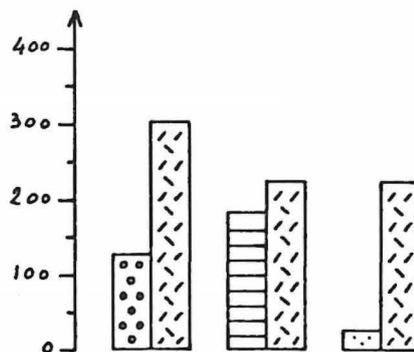
b-COMPARAISON DE C10
AVEC: L15, M6, G5.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



c-COMPARAISON DE M6
AVEC: C10, G5, L15.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



d-COMPARAISON DE L15
AVEC: C10, M6, G5.



Figure N° 3.

Tableau N°13-Quantités ingérées des aliments G5, C10, M6, L15, comparés deux à deux. (moyenne ingérée par chèvre et écart type, en g.)

Moyennes ingérées

	C10	M6	L15	
	230 ***	269 ***	218 ***	
	84	34	25	G5
C10	125	270 ***	298 ***	
	117	105	125	C10
M6	130	100	221 NS	
	67,5	91	179	M6
L15	92	81,8	101	
	53,8	90,4	117	
	G5	C10	M6	

Ecart type

* - significatif à $p \leq 0,05$
 ** - " " à $p \leq 0,02$
 *** - " " à $p \leq 0,01$
 **** - " " à $p \leq 0,001$
 NS - non significatif

Tableau N°14—Préférence des chèvres pour tel aliment témoin. (en nombre de chèvres)

C10	12 2		
M6	13 1	14 0	
L15	14 0	13 1	10 4
	G5	C10	M6

C10 est due au 10% de tourteau de colza simple zéro qu'il contient. De plus, cet aliment était friable ce qui le rendait peu appétent.

A l'inverse des deux aliments précédents, M6 et L15 ont un niveau de consommation satisfaisant. L'aliment M6 atteint à deux reprises un niveau de consommation de 270g. (lorsqu'il est comparé à C10 et G5, voir figure N°3 c). L'aliment L15 atteint presque un niveau de consommation de 300g. lorsqu'il est comparé à C10 (Figure N°3 d). Il domine aussi nettement G5. Le test de comparaison entre M6 et L15 a été légèrement favorable à L15, mais la différence de niveau de consommation entre les deux aliments est non significative. Remarquons toutefois que 10 chèvres sur 14 ont préféré L15. Les résultats satisfaisants de M6 et de L15 ont été obtenus grâce à l'absence dans ceux deux aliments de constituants ayant un effet négatif sur l'acceptabilité. Au contraire, M6 contient de la mélasse ce qui a pour conséquence d'accroître l'acceptabilité de cet aliment. Quant à la meilleure acceptabilité de L15 par rapport à M6, elle est due probablement à la présence de luzerne dans l'aliment L15. En effet, la luzerne entre normalement dans le régime alimentaire des chèvres de la Chèvrerie de Grignon. On peut donc voir dans la supériorité de L15 par rapport à M6, l'expression d'un phénomène d'accoutumance.

Les performances respectives de chacun de ces aliments se retrouvent dans leur indice d'acceptabilité. (Tableau N°15).

Tableau N°15 - Indice d'acceptabilité des aliments témoins.
en 1987 et en 1988.

<u>Année</u>	<u>G5</u>	<u>C10</u>	<u>M6</u>	<u>L15</u>
1987	0,9	4,4	5,4	5,6
1988	1,2	3,8	5,9	6,1

Les indices obtenus cette année sont très proches de ceux de 1987. Ils sont dans l'ensemble (sauf pour C10) un peu plus élevés qu'en 1987. Mais la hiérarchie d'acceptabilité s'est maintenue. L15 et M6 ont une acceptabilité satisfaisante, C10 est assez mal accepté par les chèvres et G5 a une très mauvaise acceptabilité.

Après avoir établi cette échelle de référence, il nous appartient maintenant de comparer entre-eux les aliments comportant différents tourteaux de colza à des taux d'incorporation variables. Nous commencerons par comparer entre-eux les aliments ayant un faible taux d'incorporation de tourteau de colza, puis, les aliments ayant un taux d'incorporation de plus en plus élevé.

Résultats concernant les aliments composés contenant 5% de tourteau de colza.

Intéressons-nous tout d'abord aux aliments contenant un taux d'incorporation de tourteau de colza de 5%. La réalisation d'un test sur les aliments ayant un taux d'incorporation aussi faible a pour but d'établir un seuil de discrimination. Signalons d'emblée que l'aliment DD5 n'a pas pu être testé, il été moisi.

Les données globales (Tableau N°16) indiquent dans l'ensemble des niveaux de consommation satisfaisants: pour trois aliments (BE5, TE5, TD5) le niveau d'ingestion global est supérieur

Tableau N°16- Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE5, DE5, TE5, TD5. (en g/chèvre/test)

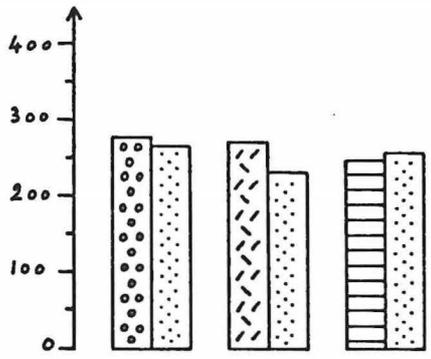
	<u>BE5</u>	<u>DE5</u>	<u>TE5</u>	<u>TD5</u>
Moyenne	255	237	276	273
Ecart type	81,4	102,4	76,3	77,2

à 250g. et l'aliment DE5 qui a le plus faible niveau d'ingestion dépasse tout de même les 230g. Les différences de niveaux d'ingestion globaux sont toutes non significatives. L'analyse des résultats obtenus lors de la comparaison des aliments deux à deux apporte quelques nuances. (Tableaux N°47 et N°48, Figure N°4)

En regardant la figure N°4 a, on est frappé d'emblée par le peu de différence de niveau d'ingestion existant entre les aliments étudiés, lorsqu'ils sont comparés à BE5. Lorsqu'il est

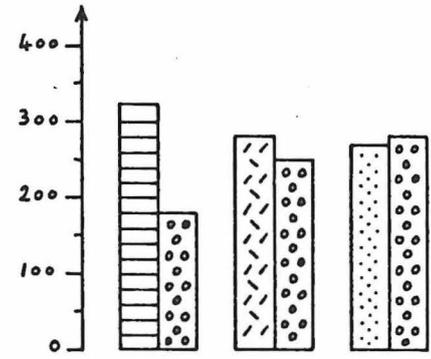
COMPARAISON DE CHAQUE ALIMENT
(BE5, DE5, TE5, TD5) AVEC SUCCESSIONNEMENT L'UN DES TROIS AUTRES ALIMENTS PROPOSES.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



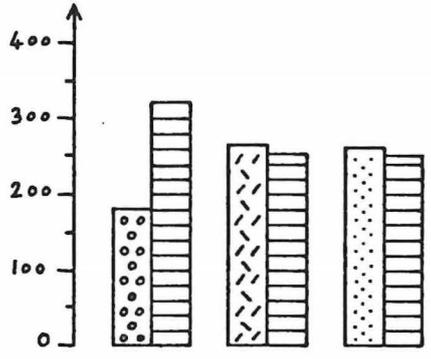
a-COMPARAISON DE BE5
AVEC: DE5, TD5, TE5.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



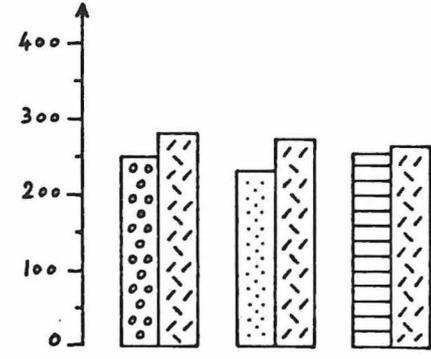
b-COMPARAISON DE DE5
AVEC: TE5, TD5, BE5.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



c-COMPARAISON DE TE5
AVEC: DE5, TD5, BE5.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



d-COMPARAISON DE TD5
AVEC: DE5, BE5, TE5.

BE5

DE5

TE5

TD5

Figure N° 4.

Tableau N°17-Quantités ingérées des aliments BE5, DE5, TE5, TD5 comparés deux à deux. (moyenne ingérée par chèvre et écart type, en g.)

Moyennes ingérées

		DE5	TE5	TD5	
		281 NS	250 NS	275 NS	
		269	260	236	BE5
DE5	80,5	79	322 ****	281 NS	DE5
TE5	87,60	51	180	251	
TE5	65,5	101	264 NS	258	TE5
TD5	66	83,8	80		
	93,8	94,4	81,8		
	BE5	DE5	TE5		

Ecart type

* - significatif à $p \leq 0,05$
 ** - " " à $p \leq 0,02$
 *** - " " à $p \leq 0,01$
 **** - " " à $p \leq 0,001$
 NS - non significatif

Tableau N°18-Préférence des chèvres pour tel aliment
comportant 5% de tourteau de colza.
(en nombre de chèvres)

DE5	9 5		
TE5	7 7	13 1	
TD5	11 3	10 4	8 6
	BE5	DE5	TE5

comparé à DE5 et à TE5, l'aliment BE5 a un niveau d'ingestion satisfaisant (égal ou supérieur à 260g.) et peu différent de celui de DE5 et de celui de TE5. Les différences sont non significatives. La plus grande différence de niveau de consommation est obtenue lorsque BE5 est comparé à TD5, mais là encore, la différence est non significative.

Les aliments DE5 et TE5 ont un niveau de consommation comparable à celui de TD5 et de BE5 lorsqu'ils sont comparés à l'un de ces deux aliments. (Figure N°4 b, c). Par contre, lorsque l'on compare DE5 à TE5, la différence de niveau de consommation de ces deux aliments est très nette: il y a une différence de 142g. en faveur de TE5; cette différence est significative. L'aliment TE5 atteint alors un niveau de consommation supérieur à 320g. Par ailleurs, sur 14 chèvres, 13 ont préféré TE5 à DE5.

Comment interpréter cette différence de niveau de consommation entre DE5 et TE5 ? Pour répondre à cette question, nous devons envisager tour à tour, toutes les hypothèses possibles. Cette différence est-elle due à l'état de fraîcheur douteux de l'un des aliments ? Non, lorsqu'ils ont été proposés aux chèvres, les aliments DE5 et TE5 étaient dans un état de fraîcheur convenable. L'aliment DE5 avait un aspect qui le rendait moins appétent que TE5 ? Non, les deux aliments avaient un aspect normal. Peut-on alors invoquer pour expliquer cette différence l'influence d'un effet jour ? Cette hypothèse est aussi à rejeter car les chèvres ont dans l'ensemble bien participé au test, la consommation moyenne a été de 500g. au total.

Il ne reste que deux hypothèses pouvant expliquer cette différence de niveau d'ingestion existante entre DE5 et TE5: d'une part le comportement aberrant de certaines chèvres et d'autre part une discrimination réelle réalisée par les chèvres malgré le faible taux d'incorporation des tourteaux de colza. Lors du test de comparaison entre DE5 et TE5, trois chèvres ont eu un comportement aberrant. Elles n'ont consommé de l'aliment DE5 que 76g., 30g. et 4g. respectivement. Elles ont ingéré une quantité de DE5 très inférieure à la consommation moyenne atteinte lors de la comparaison entre DE5 et TE5, 180g. En calculant la quantité moyenne ingérée de DE5 sans tenir compte des trois chèvres dont le comportement a été aberrant, on obtient une moyenne corrigée supérieure à la précédente: elle est alors de 219g. Mais bien que supérieure à la précédente, cette moyenne corrigée de DE5 demeure

très inférieure à la moyenne de consommation de TE5 (322g.). Par conséquent, expliquer la différence de niveau de consommation des aliments DE5 et TE5 par le comportement aberrant de ces trois chèvres semble peu convainquant. Les chèvres ont-elles discriminé les deux aliments, malgré le faible taux d'incorporation de tourteau de colza ? A la lecture des très bons résultats de TE5, il semblerait que les chèvres aient opéré une discrimination entre ces deux aliments. Mais, si les chèvres ont été capables de discriminer DE5 et TE5, pourquoi n'ont-elles pas discriminé BE5 des trois autres aliments, étant donné que BE5 est considéré théoriquement comme l'aliment le plus mauvais ? Il apparaît donc difficile d'apporter une réponse définitive au problème posé par la différence de niveau de consommation existante entre les aliments DE5 et TE5.

Enfin, l'aliment TD5 (Figure N°4 d) a un niveau de consommation supérieur à celui des trois autres aliments. Cependant, les différences de consommation moyenne entre ces aliments sont non significatives. La plus grande différence de niveau de consommation a été enregistrée lorsque TD5 a été comparé à BE5. Lors de cette comparaison, 11 chèvres ont préféré TD5 à BE5.

En conclusion, nous pouvons retenir qu'au taux d'incorporation de 5% de tourteau de colza, les différences de niveau d'ingestion entre les aliments sont mal exprimées et généralement non significatives. Cependant, la différence de niveau de consommation entre DE5 et TE5 semblerait indiquer une discrimination opérée par les chèvres entre ces deux aliments. De même, nous ne pouvons pas mettre sur le compte du hasard le fait que 11 chèvres sur 14 aient préféré TD5 à BE5. Ainsi, un taux d'incorporation légèrement supérieur à 5% constitue probablement le seuil de discrimination que nous recherchons. Des expériences complémentaires réalisées à des taux d'incorporation de tourteau de colza de 6%, 7%, 8%, 9%, et 10% permettraient de le définir avec précision.

Les indices d'acceptabilité (Tableau N°49) témoignent de la faible discrimination effectuée entre ces quatre aliments par les chèvres. Aucune hiérarchie n'apparaît clairement entre les aliments.

Tableau N°49--Indice d'acceptabilité des aliments BE5,DE5, TE5,TD5.

<u>BE5</u>	<u>DE5</u>	<u>TE5</u>	<u>TD5</u>
6,3	5,9	6,9	6,8

Résultats concernant les aliments composés contenant 15% de tourteau de colza.

Les données globales montrent que les aliments ayant un taux d'incorporation de 15% de tourteau de colza se différencient mieux que dans le cas précédent. (Tableau N°20)

Tableau N°20--Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE15,DE15,DD15,TE15,TD15. (en g/chèvre/test)

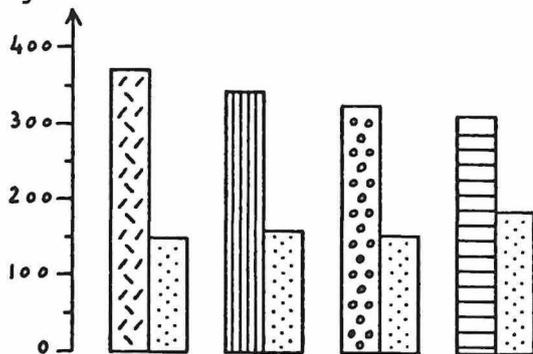
	<u>BE15</u>	<u>DE15</u>	<u>DD15</u>	<u>TE15</u>	<u>TD15</u>
Moyenne	163	268,4	282	294,4	327
Ecart type	91,5	88	99,5	77,7	60,8

L'aliment BE15 a le niveau d'ingestion global le plus mauvais et les différences avec les autres aliments sont significatives. DE15 atteint une consommation moyenne satisfaisante, mais la différence de niveau d'ingestion global entre DE15 et TD15 est significative. Les trois autres aliments DD15, TE15, TD15 ont un niveau de consommation moyen satisfaisant, voire très satisfaisant pour TD15, et les différences entre eux ne sont pas significatives. Toutefois, les résultats recueillis lors des comparaisons des aliments deux à deux, mettent en évidence des différences significatives entre les cinq aliments étudiés. (Tableaux N°21 et N°22, Figure N° 5).

Lorsque l'on compare BE15 aux quatre autres aliments (Figure N° 5 a), on constate que l'aliment BE15 a toujours un niveau de consommation inférieur à 200g., et que la différence avec les autres aliments est toujours d'au-moins 120g. La plus grande

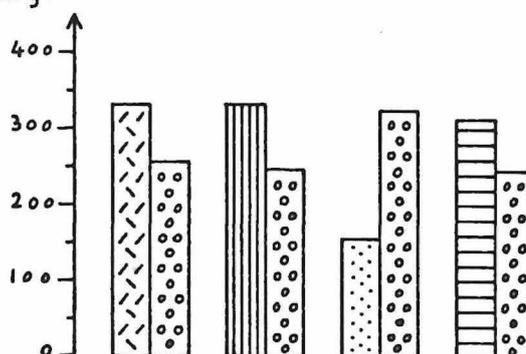
COMPARAISON DE CHAQUE ALIMENT
(BE15, DE15, DDIS, TE15, TD15) AVEC
SUCCESSIVEMENT L'UN DES QUATRE
AUTRES ALIMENTS PROPOSES.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



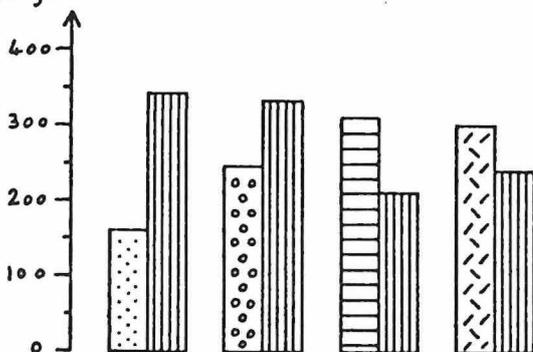
a - COMPARAISON DE BE15
AVEC: TD15, DDIS, DE15, TE15.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



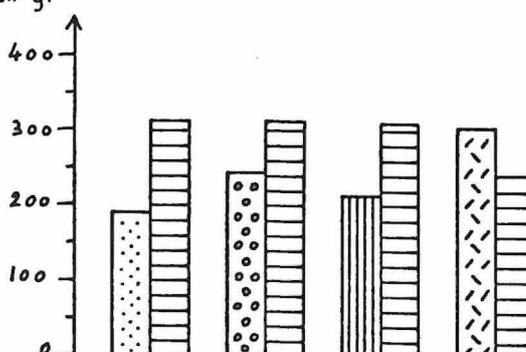
b - COMPARAISON DE DE15
AVEC: TD15, DDIS, BE15, TE15.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



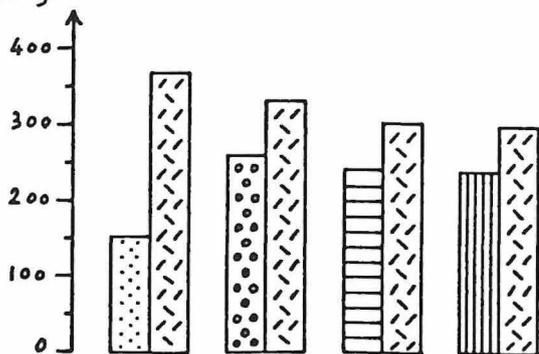
c - COMPARAISON DE DDIS
AVEC: BE15, DE15, TE15, TD15.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



d - COMPARAISON DE TE15
AVEC: BE15, DE15, DDIS, TD15.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



e - COMPARAISON DE TD15
AVEC: BE15, DE15, TE15, DDIS.

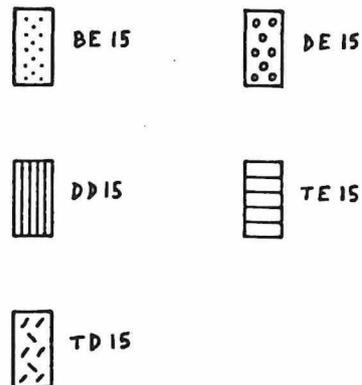


Figure N° 5.

Tableau N°21-Quantités ingérées des aliments BE15, DE15, TE15, DD15, TD15 comparés deux à deux. (moyenne ingérée par chèvre et écart type, en g.)

Moyenne ingérée

	DE15	DD15	TE15	TD15	
	327 ****	343 ****	312 ****	371 ****	BE15
	153,6	159	188	151	
DE15	71	322 ***	312 *	332 **	DE15
	94,8	246	243	258	
DD15	50,3	56	311 **	301 *	DD15
	77,6	91,3	212	239	
TE15	51,4	69,3	77,5	304 *	TE15
	103,7	90,2	108	242	
TD15	33,4	62,7	63	50,5	
	82,5	65	92,3	84	
	BE15	DE15	DD15	TE15	

Ecart type

* - significatif à $p \leq 0,05$
 ** - " " à $p \leq 0,02$
 *** - " " à $p \leq 0,01$
 **** - " " à $p \leq 0,001$
 NS - non significatif

Tableau N°22-Préférence des chèvres pour tel aliment
comportant 15% de tourteau de colza.
 (en nombre de chèvres)

DE15	13 1			
DD15	14 0	12 2		
TE15	12 2	10 4	11 3	
TD15	14 0	12 2	8 6	11 3
	BE15	DE15	DD15	TE15

différence de niveau de consommation est obtenue lorsque BE15 est comparé à TD15: la différence est alors de 220g. Sur l'ensemble des comparaisons, il n'y a que trois chèvres qui ont préféré BE15 aux autres aliments. Cette mauvaise performance de BE15 s'explique par le taux élevé de glucosinolates qu'il contient (34,55 μ moles/gMB). Les chèvres font donc une différenciation très nette entre le tourteau simple zéro et les tourteaux double zéro.

L'aliment DE15, (Figure N°5 b), a un niveau de consommation toujours supérieur à 240g., il réalise sa meilleure performance lorsqu'il est comparé à BE15; il atteint alors une consommation moyenne de 327g. Mais son niveau d'ingestion est inférieur à celui de DD15, TE15, TD15. La plus grande différence est atteinte lorsque DE15 est comparé à DD15 (86g. en faveur de DD15). La performance de DE15 est donc satisfaisante, mais moins bonne que celle de DD15, TE15, TD15. Cela est dû au taux de glucosinolates plus élevé de DE15 (7,65 μ moles/g.MB), par rapport à ces trois aliments, et aussi à la plus grande teneur en cellulose de DE15 (120,4g./Kg.MB) par rapport aux deux tourteaux dépelliculés (voir tableau N°8).

La quantité ingérée de l'aliment DD15 (Figure N°5 c) est plus importante que celle des aliments BE15 et DE15. Lorsqu'il est comparé à l'un de ces deux aliments, DD15 réalise deux très bonnes performances en dépassant dans les deux cas une consommation moyenne de 330g. La plus grande différence de consommation est obtenue lorsque DD15 est comparé à BE15 (184g. en faveur de DD15). La différence existante entre l'aliment DD15 et DE15 est certes plus modeste, mais 12 chèvres sur 14 ont préféré DD15 à DE15. De plus l'écart type de DD15 est alors de 56g. ce qui indique que les chèvres ont répondu de façon homogène en faveur de DD15. En revanche, lorsque l'on compare l'aliment DD15 aux aliments TE15 et TD15, d'une part le niveau de consommation de DD15 devient inférieur à 260g. et d'autre part la quantité moyenne ingérée de DD15 est alors inférieure à celle de TE15 et de TD15. Au total, l'aliment DD15 réalise une bonne performance par rapport à l'aliment contenant le tourteau simple zéro et à celui qui contient le tourteau Darmor non dépelliculé. Mais la performance de DD15 est inférieure à celle des aliments contenant les tourteaux Tapidor en raison probablement du taux de glucosinolates légèrement supérieur de l'aliment DD15 (3,23 μ moles/KgMB) par rapport à ces deux aliments.

Lorsqu'il est comparé aux aliments BE15, DE15, et DD15, l'aliment TE15 (Figure N° 5 d) a un niveau de consommation qui se maintient au-dessus de 310g. et qui est supérieur à celui de ces trois aliments. La plus grande différence de niveau d'ingestion est obtenue lorsque TE15 est comparé à BE15 (123g. en faveur de TE15); l'écart type de l'aliment TE15 n'est alors que de 51,4g. Par contre, la quantité ingérée de l'aliment TE15 est légèrement inférieure à celle de TD15 (62g. en faveur de TD15). Par ailleurs, 3 chèvres seulement sur 14 ont préféré TE15. Ainsi, l'aliment TE15 réalise une bonne performance grâce au faible taux de glucosinolates qu'il contient (2,07 μ moles/g.MB).

La consommation moyenne de l'aliment TD15 est toujours supérieure à 300g. (Figure N° 5 c) et domine celle des quatre autres aliments. La plus grande différence entre les quantités ingérées est enregistrée lorsque TD15 est comparé à BE15 (220g. en faveur de TD15). Par rapport aux autres aliments, cette différence est toujours inférieure à 80g., mais le nombre de chèvres qui ont préféré TD15 aux autres aliments est à chaque fois majoritaire (Tableau N° 22). Plusieurs faits y concourent: l'aliment TD15 contient un tourteau double zéro pauvre en glucosinolates et en graisse, ce tourteau contient peu de cellulose parce qu'il est dépelliculé, il est le moins acide des quatre tourteaux étudiés, et enfin il est riche en matière azotée (Tableau N° 8). Par conséquent, plutôt que de grandes différences par rapport aux aliments DD15 et TE15 notamment, c'est une conjonction de facteurs favorables qui fait la supériorité de l'aliment TD15 et donc du tourteau Tapidor dépelliculé sur les autres tourteaux.

Ainsi, au taux d'incorporation de 15% de tourteau de colza, les différences entre les aliments sont bien exprimées. Pour l'ensemble des aliments contenant l'un des tourteaux double zéro, le niveau de consommation est satisfaisant. A l'inverse, pour BE15 qui contient le tourteau simple zéro, il est assez mauvais. Les indices d'acceptabilité reflètent bien ces différentes performances. (Tableau N° 23)

Tableau N° 23 - Indice d'acceptabilité des aliments BE15, DE15, DD15, TE15, TD15.

<u>BE15</u>	<u>DE15</u>	<u>DD15</u>	<u>TE15</u>	<u>TD15</u>
4	6,7	7	7,36	8,17

L'aliment BE15, contenant le tourteau simple zéro, est le moins accepté, tandis que les aliments contenant les tourteaux double zéro ont une acceptabilité satisfaisante et même très satisfaisante pour l'aliment TD15 qui contient le tourteau Tapidor dépelliculé.

Résultats concernant les aliments composés contenant 25% de tourteau de colza.

Les tests effectués sur les aliments contenant 25% de tourteau de colza expriment avec plus de force encore les résultats obtenus lors des tests de comparaison entre les aliments ayant 15% de tourteau de colza incorporé. Par conséquent, afin de ne pas alourdir inutilement notre exposé, nous nous contenterons d'interpréter les données globales et d'apporter des précisions sur les comparaisons faites entre les aliments deux à deux, lorsque cela sera nécessaire.

Tableau N°24-Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE25, DF25, DE25, FE25, TD25. (en g/chèvre/test)

	<u>BE25</u>	<u>DF25</u>	<u>DE25</u>	<u>FE25</u>	<u>TD25</u>
Moyenne	163	268,4	232	294,4	327
Ecart type	91,5	88	99,5	77,7	60,8

Les résultats globaux concernant les aliments qui ont un taux d'incorporation de tourteau de colza de 25% traduisent avec plus de netteté encore que lors des tests précédents, les différences d'acceptabilité entre les aliments (Tableau N°24). La consommation moyenne de l'aliment BE25 est de loin la plus faible; elle dépasse légèrement les 100g., c'est la plus mauvaise performance. Les niveaux de consommation des aliments des aliments DE25, DD25, FE25 sont satisfaisants. Les différences enregistrées entre ces trois aliments sont non significatives. Quant à l'aliment TD25, il réalise la meilleure performance en devançant largement les autres aliments. Son faible écart type témoigne de l'homogénéité des réponses des chèvres en sa faveur.

L'explication de ces résultats est la même que lors des tests précédents. La faible performance de l'aliment BE25 est due au taux élevé de glucosinolates du tourteau simple zéro qu'il contient. Les aliments DE25, DD25, TE25 ont un niveau de consommation satisfaisant parce qu'ils ne comportent aucune substance qui atteigne un taux limitatif pour leur acceptabilité par les chèvres. Enfin, la très bonne performance de TD25 est liée à la conjonction de facteurs favorables à son acceptabilité. (Tableau N°8)

En analysant les données recueillies lors des comparaisons des aliments deux à deux (Tableaux N°25 et N°26, Figure N°6) on remarque d'une part que la différence entre les quantités ingérées de BE25 et de TE25 est relativement faible (Figure N°6 a), et d'autre part que DD25 est devancé par DE25 (Figure N°6 c). Dans le premier cas, la faiblesse relative de la supériorité de TE25 par rapport à BE25 est due au mauvais état de fraîcheur de TE25. Le jour du test en effet, l'aliment TE25 était fermenté. Malgré cela, 11 chèvres sur 14 ont préféré TE25 à BE25. C'est dire la faible acceptabilité de l'aliment BE25. Dans le second cas, la contre performance de l'aliment DD25 est la conséquence de la visite le jour du test de personnes étrangères à la chèvrerie; plusieurs chèvres ont alors refusé le test.

Ainsi, aux taux d'incorporation de 25% de tourteau de colza, les différences entre les quantités ingérées des aliments par les chèvres s'accroissent. Il en va de même pour les indices d'acceptabilité (Tableau N°27). L'aliment BE25 qui contient le

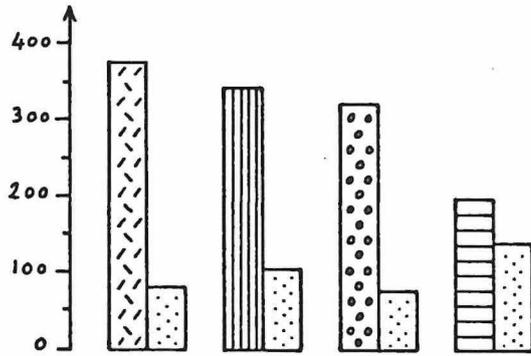
Tableau N°27 - Indice d'acceptabilité des aliments BE25, DE25, DD25, TE25, TD25.

<u>BE25</u>	<u>DE25</u>	<u>DD25</u>	<u>TE25</u>	<u>TD25</u>
2,6	5,5	6,15	6,3	8,6

tourteau simple zéro a le plus faible indice, son acceptabilité est très mauvaise. Les indices d'acceptabilité des aliments DE25 DD25, TE25 sont moyens. Ils indiquent une acceptabilité satisfaisante des tourteaux double zéro Darmor et du tourteau double zéro Tapidor non dépelliculé. Enfin, l'indice de l'aliment TD25 est très élevé; le tourteau Tapidor dépelliculé a donc une très bonne acceptabilité.

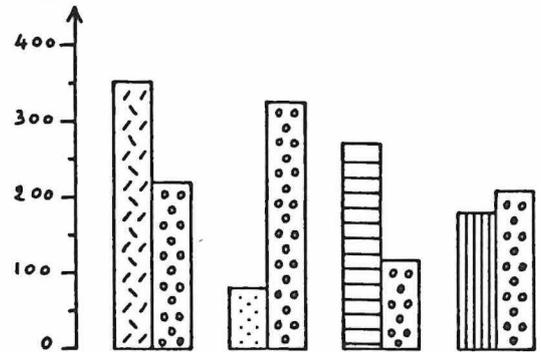
COMPARAISON DE CHAQUE ALIMENT (BE25, DE25, DD25, TE25, TD25) AVEC SUCCESSIVEMENT L'UN DES QUATRE AUTRES ALIMENTS PROPOSES.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



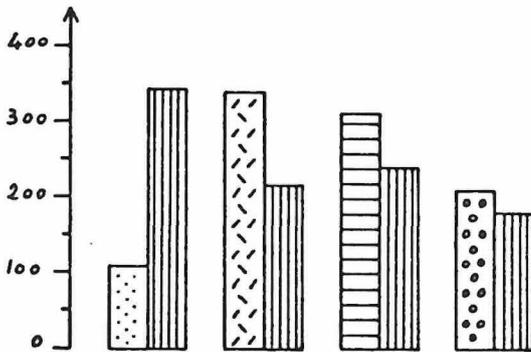
a- COMPARAISON DE BE 25
AVEC: TD25, DD25, DE25, TE 25.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



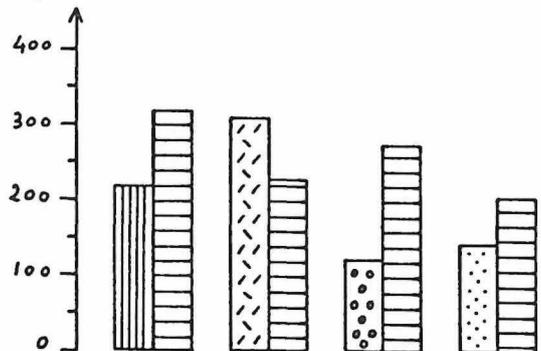
b- COMPARAISON DE DE 25
AVEC: TD25, BE25, TE25, DD25.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



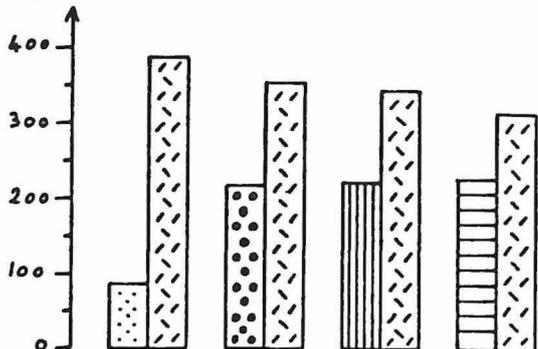
c- COMPARAISON DE DD 25
AVEC: BE25, TD25, TE25, DE 25.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



d- COMPARAISON DE TE 25
AVEC: DD25, TD25, DE25, BE25.

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.



e- COMPARAISON DE TD 25
AVEC: BE25, DE25, DD25, TE25.

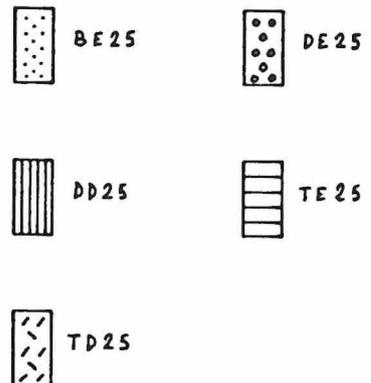


Figure N° 6.

Tableau N°25-Quantités ingérées des aliments BE25,DE25,DD25, TE25,TD25 comparés deux à deux.(moyenne ingérée par chèvre et écart type, en g.)

Moyennes ingérées

	DE25	DD25	TE25	TD25	
	326 ****	343 ****	201 NS	382 ****	
	78	112	142	86	DE25
DE25	73,5	181 NS	269 ****	350 ****	
	40,7	212	118	222	DE25
DD25	56,2	100	316 **	339 ****	
	73,4	92,5	241	218	DD25
TE25	141,2	110	79,5	308 *	
	83,5	67,7	79,5	226	TE25
TD25	15,3	37,8	70,2	75,5	
	77,3	98,3	97	100	TD25
	BE25	DE25	DD25	TE25	

Ecart type

* - significatif à $p \leq 0,05$
 ** - " " à $p \leq 0,02$
 *** - " " à $p \leq 0,01$
 **** - " " à $p \leq 0,001$
 NS - non significatif

Tableau N°26-Préférence des chèvres pour tel aliment
comportant 25% de tourteau de colza.
 (en nombre de chèvres)

DE25	14 0			
DD25	14 0	3 11		
TE25	11 3	10 4	10 4	
TD25	14 0	14 0	13 1	12 2
	BE25	DE25	DD25	TE25

Résultats concernant les aliments composés contenant 45% de tourteau de colza.

Pour les mêmes raisons que précédemment, nous n'évoquerons d'une part que les résultats globaux concernant les aliments ayant un taux d'incorporation de 45% de tourteau de colza et d'autre part que les faits les plus remarquables enregistrés lors des comparaisons des aliments deux à deux.

Au taux d'incorporation de 45% de tourteau de colza, les différences entre les aliments sont encore plus prononcées que lors des tests précédents (Tableau N°28). L'aliment BE45

Tableau N°28-Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE45, DE45, DD45, TE45, TD45. (en g/chèvre/test)

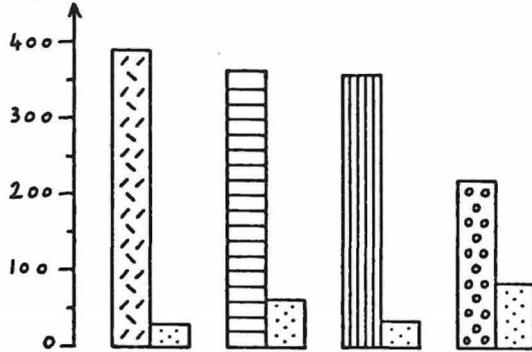
	<u>BE45</u>	<u>DE45</u>	<u>DD45</u>	<u>TE45</u>	<u>TD45</u>
Moyenne	53	191	233	361	331
Ecart type	59,5	112	130	36,5	82,4

atteint un niveau de consommation moyen très bas: 53g. Il réalise le plus mauvais résultat. Les aliments DE45 et DD45 ont des quantités moyennes se situant autour de 200g., la différence entre ces deux aliments est non significative. La performance des aliments DE45 et DD45 est donc assez moyenne. En revanche, les aliments TE45 et TD45 effectuent une très bonne performance. En effet, leur niveau d'ingestion moyen est supérieur à 300g. Par ailleurs, il s'est produit un fait singulier: la consommation moyenne de TE45 est supérieure à celle de l'aliment TD45. Ceci, pour la consommation moyenne globale, mais qu'observe-t-on lorsque ces deux aliments sont comparés entre-eux. Les données recueillies lors des comparaisons des aliments deux à deux nous fournissent de précieux renseignements. (Tableaux N°29 et N°30, Figure N°7)

La figure N°7 nous montre que la quantité ingérée de TE45 lorsqu'il est comparé à TD45, est supérieure à celle de TD45. Ce test a été effectué à deux reprises et à chaque fois la supériorité de l'aliment TE45 est nettement apparue. La différence entre ces deux aliments est significative (92g. en faveur de TE45). L'écart type

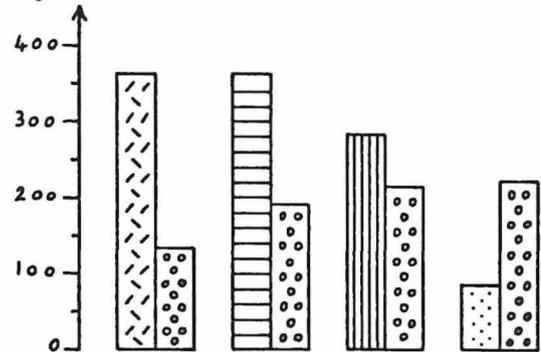
COMPARAISON DE CHAQUE ALIMENT
(BE45, DE45, DD45, TE45, TD45) AVEC
SUCCESSIVEMENT L'UN DES QUATRE
AUTRES ALIMENTS PROPOSES.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



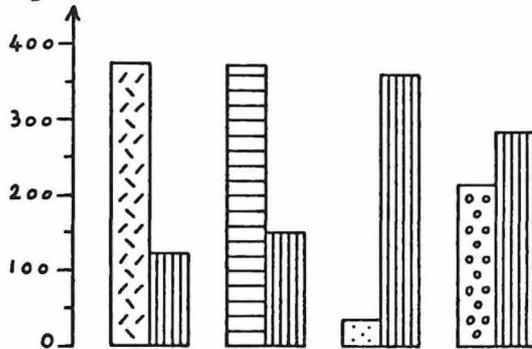
a - COMPARAISON DE BE45
AVEC : TD45, TE45, DD45, DE45.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



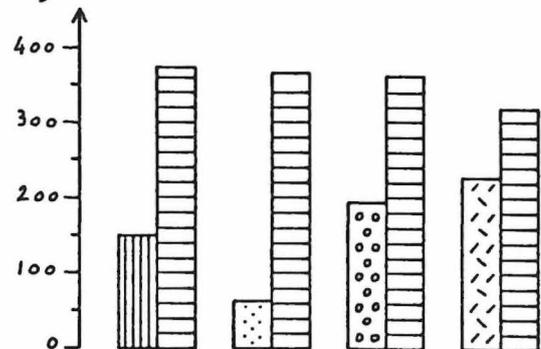
b - COMPARAISON DE DE45
AVEC : TD45, TE45, DD45, BE45.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



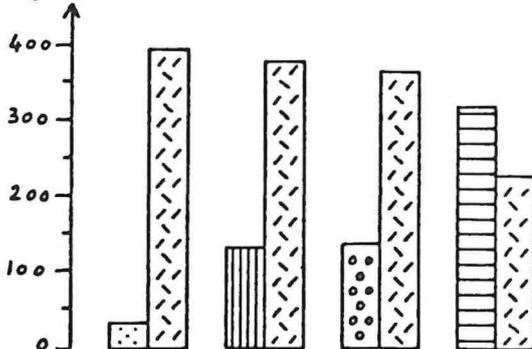
c - COMPARAISON DE DD45
AVEC : TD45, TE45, BE45, DE45.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



d - COMPARAISON DE TE45
AVEC : DD45, BE45, DE45, TD45.

Quantité moyenne
ingérée par chèvre
en g.



e - COMPARAISON DE TD45
AVEC : BE45, DD45, DE45, TE45.

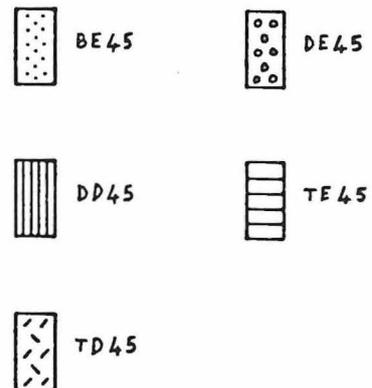


Figure N° 7.

Tableau N°29-Quantités ingérées des aliments BE45, DE45, DD45, TE45, TD45 comparés deux à deux. (moyenne ingérée par chèvre et écart type, en g.)

Moyennes: ingérées

	DE45	DD45	TE45	TD45	
	221 ****	360 ****	367 ****	392 ****	
	84	33	64	31	BE45
DE45	117,5	283 NS	363 ****	364 ****	
	87,6	214	193	136	DE45
DD45	50,6	78,2	373 ****	374 ****	
	28,6	103,8	150	131	DD45
TE45	51	39,4	28	226 ****	
	56	96,3	107	318	TE45
TD45	9	55,7	22,8	80	
	19,8	111	100	40	
	BE45	DE45	DD45	TE45	

Ecart type

* - significatif à $p \leq 0,05$
 ** - " " à $p \leq 0,02$
 *** - " " à $p \leq 0,01$
 **** - " " à $p \leq 0,001$
 NS - non significatif

Tableau N°30-Préférence des chèvres pour tel aliment
comportant 45% de tourteau de colza
 (en nombre de chèvres)

DE45	12 2			
DD45	14 0	11 3		
TE45	14 0	13 1	13 1	
TD45	14 0	13 1	14 0	4 10
	BE45	DE45	DD45	TE45

n'est alors que de 40g., ce qui atteste de l'homogénéité des réponses des chèvres en faveur de l'aliment TE45. Par ailleurs, sur 14 chèvres, 10 chèvres ont préféré TE45 à TD45. La supériorité de l'aliment TE45 sur l'aliment TD45 est donc incontestable.

Comment interpréter ces résultats? Pour l'aliment BE45, sa très mauvaise performance est due au tourteau simple zéro qu'il contient et qui est riche en glucosinolates. Pour le DE45 et DD45, on remarque que leur performance est moins bonne que celle des aliments DE25 et DD25 étudiés précédemment. Le taux élevé d'incorporation joue ici contre les aliments contenant les tourteaux Darmor qui ont un taux plus élevé en glucosinolates que les tourteaux Tapidor. Les aliments TE45 et TD45 réalisent de loin les meilleures performances grâce à l'excellente composition des tourteaux Tapidor qu'ils contiennent. La supériorité de l'aliment TE45 montre qu'à ce taux d'incorporation élevé, les chèvres ont discriminé la faible différence existante entre la teneur en glucosinolates de ces deux tourteaux. ($2,07 \mu\text{moles/gMB}$ pour TE contre $2,24 \mu\text{moles/gMB}$ pour TD).

Ainsi, au taux d'incorporation de 45% de tourteau de colza, la différence de niveau de consommation entre l'aliment BE45 qui contient le tourteau simple zéro et les autres aliments est exacerbée; les chèvres font donc une discrimination bien tranchée entre le tourteau simple zéro et les double zéro. Les aliments DE45 et DD45 qui contiennent les tourteaux Darmor réalisent des performances inférieures aux aliments contenant les tourteaux Tapidor. Par ailleurs, la supériorité de l'aliment TE45 sur l'aliment TD45 montre qu'à ce taux d'incorporation élevé, le facteur prédominant ayant une incidence sur l'acceptabilité des aliments est la teneur en glucosinolates. Dans le cas contraire, comment pourrions-nous expliquer que l'aliment TD45 qui contient moins de cellulose, moins de graisse, plus de protéine et qui est moins acide par rapport à l'aliment TE45 (voir tableau N°3) puisse être devancé par ce dernier?

Les indices d'acceptabilité traduisent les différences importantes enregistrées entre les aliments (Tableau N°34). L'aliment BE45 a un indice d'acceptabilité très faible. Le tourteau simple zéro a donc une acceptabilité assez médiocre. Les aliments DE45 et DD45 ont des indices se situant aux alentours de 5, par conséquent les tourteaux double zéro Darmor ont une acceptabilité moyenne.

Enfin, les aliments TE45 et TD45 ont des indices bien supérieurs aux autres aliments testés, les valeurs élevées de ces indices témoignent de l'excellente acceptabilité des tourteaux double zéro Tapidor.

Tableau N°31 - Indice d'acceptabilité des aliments BF45, DF45, DD45, TE45, TD45.

<u>BE45</u>	<u>DE45</u>	<u>DD45</u>	<u>TE45</u>	<u>TD45</u>
1,3	4,7	5,8	9	8,2

L'excellent résultat de TE45 nous a conduit à réaliser un test complémentaire de comparaison entre un aliment contenant 25% de tourteau de soja et un autre contenant 25% tourteau de colza Tapidor non dépelliculé.

Résultats concernant le test complémentaire de comparaison entre un aliment contenant 25% de tourteau de soja et un aliment contenant 25% de tourteau de colza.

Après l'excellent résultat de l'aliment TE45, nous avons décidé de comparer le tourteau Tapidor non dépelliculé à un tourteau de soja. Le taux d'incorporation choisi pour réaliser cette expérience est de 25%; il correspond au taux normalement utilisé pour l'alimentation des ruminants.

La composition des aliments est indiquée dans le tableau N°32. Lors de la comparaison entre ces deux aliments (Tableau N°33),

Tableau N°32 - Composition des aliments OS25 et OC25

	<u>OS25</u>	<u>OC25</u>
Orge	75	75
T. soja	25	0
T. colza	0	25

le niveau de consommation de l'aliment OC25 a été supérieur de 37g. à celui de l'aliment OS25. Certes, la différence est ici non significative. Cependant 9 chèvres sur 14 ont préféré l'aliment OC25 à l'aliment OS25. La supériorité de l'aliment contenant le tourteau de colza Tapidor peut être due à un phénomène d'accoutumance des chèvres au colza, depuis que nous avons commencé les tests. Mais cette ultime comparaison montre que le tourteau de colza Tapidor non dépelliculé a une acceptabilité au moins égale à celle du tourteau de soja, et ceci à un taux d'incorporation utilisé dans l'alimentation des ruminants de façon habituelle. Ce résultat est donc très encourageant.

Tableau N°33-Test de comparaison des aliments OS25 et OC25.

	(en g./chèvre/tost)	
	<u>OS25</u>	<u>OC25</u>
Moyenne ingérée	234	271
Ecart type	85	86

Pour résumer l'ensemble des résultats que nous avons obtenu sur l'acceptabilité du tourteau de colza, aidons nous de la figure N°8. Cette image synthétique représente la variation de l'indice d'acceptabilité des aliments en fonction du taux d'incorporation des tourteaux de colza soumis aux tests.

Plusieurs faits de portée générale apparaissent. D'une part, plus le taux d'incorporation de tourteau de colza est élevé et plus les différences d'acceptabilité entre tourteaux sont importantes. Au taux d'incorporation de 5%, les différences d'acceptabilité entre les tourteaux sont peu marquées et peu fiables; le tourteau BE semble avoir une acceptabilité légèrement supérieure à DE ce qui est assez suprenant. En revanche, au taux d'incorporation de 45%, les différences d'acceptabilité entre les tourteaux de colza étudiés sont fortement prononcées: il y a 7,7 points d'écart entre l'indice d'acceptabilité de TE et celui de BE, tandis qu'au taux de 5% l'écart entre les indices de ces deux tourteaux n'est que de 0,6 point. D'autre part, mise à part le tourteau TE, lorsque le taux d'incorporation dépasse un certain seuil, l'acceptabilité des tourteaux diminue. Ce seuil varie selon les tourteaux

VARIATION DE L'INDICE D'ACCEPTABILITE
DES ALIMENTS TESTES EN FONCTION
DU TAUX D'INCORPORATION DE TOURTEAU
DE COLZA.

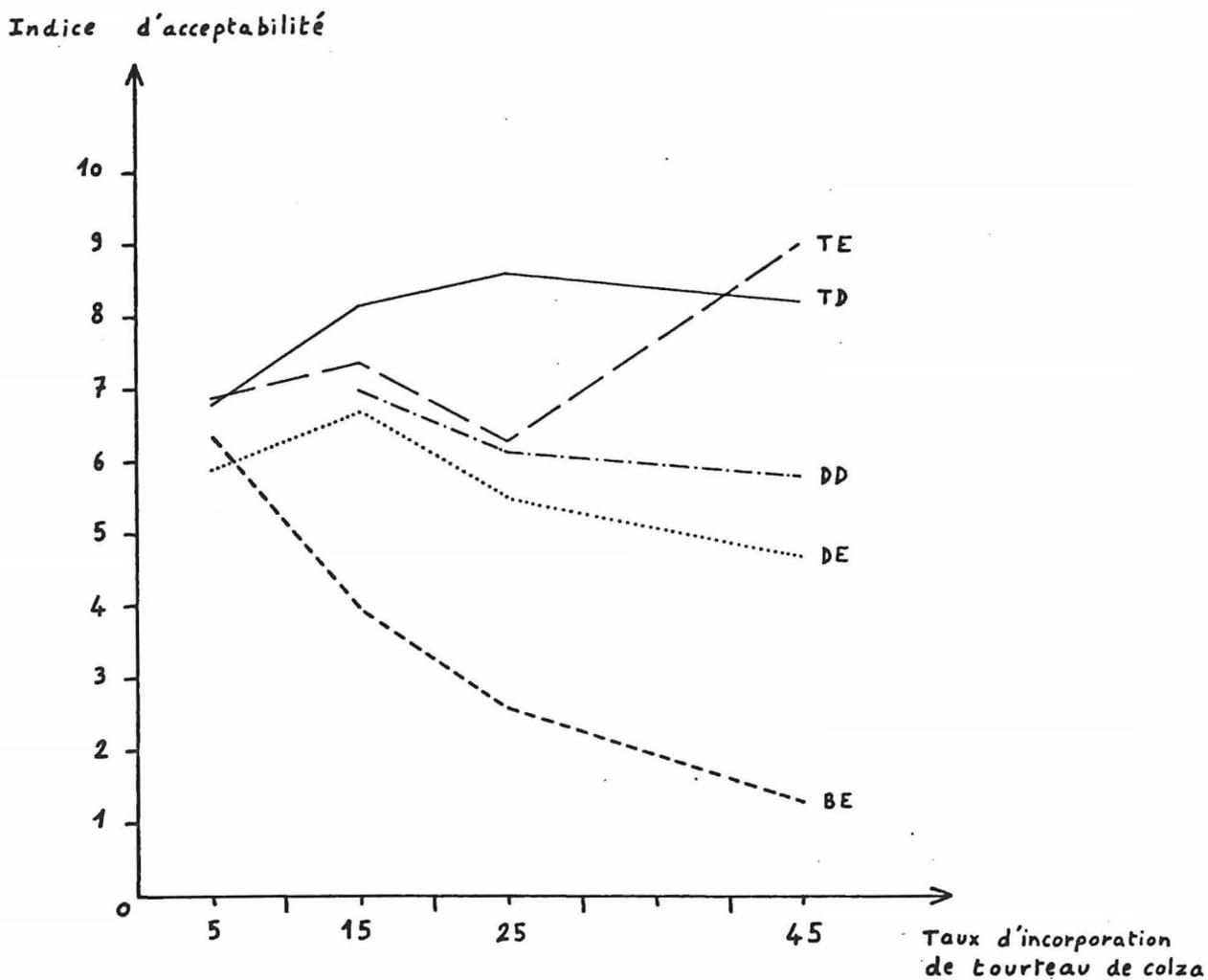


Fig. N° 8.

considéré. Intéressons-nous par conséquent aux spécificités de chaque type de tourteau.

Le tourteau BE, simple zéro, se distingue nettement des tourteaux double zéro; il est de loin celui dont l'acceptabilité est la plus mauvaise. Dès que le taux d'incorporation est supérieur à 5%, donc dès que les chèvres sont capables de discriminer les tourteaux, l'indice d'acceptabilité de BE décroît. La chute de l'indice de BE est très accusée; entre les taux de 5% et de 45%, il passe d'une valeur supérieure à 6 à la valeur de 1,3. Les tourteaux double zéro Darmor (DD et DE) ont un indice d'acceptabilité qui augmente jusqu'au taux d'incorporation de 15% où ils atteignent leur indice le plus élevé. Entre 15% et 45% de taux d'incorporation, l'indice d'acceptabilité de ces deux tourteaux diminue, mais demeure toutefois supérieur à 5. L'acceptabilité des tourteaux Darmor est donc satisfaisante, quelque soit leur taux d'incorporation. Enfin, les tourteaux double zéro Tapidor (TE et TD) ont à tous les taux d'incorporation des indices d'acceptabilité supérieurs à ceux des autres tourteaux. L'allure de la courbe du tourteau TE a été faussée par la contre performance de l'aliment TE25 lorsqu'il a été comparé à BE25, car l'aliment TE25 était fermenté lors de cette comparaison. La chute de l'indice du tourteau TE au taux de 25% ne correspond donc ^{pas} à la réalité. L'indice du tourteau TD augmente jusqu'au taux de 25% où il atteint sa valeur optimale (3,6). Ensuite, entre le taux d'incorporation de 25% et de 45%, l'indice de TD diminue faiblement, mais reste supérieur à 3. Au ^{calcul de} taux d'incorporation de 45%, l'indice de TE est supérieur à TD. Cela pose le problème de l'influence réelle du dépelliculage sur l'acceptabilité des tourteaux.

Le dépelliculage a-t-il un effet positif sur l'acceptabilité des tourteaux de colza? En comparant les résultats obtenus par les tourteaux DE et DD, on remarque que le tourteau Darmor dépelliculé (DD), indépendamment du taux d'incorporation considéré, a un indice d'acceptabilité supérieur à celui du tourteau Darmor non dépelliculé (DE). Par ailleurs, plus le taux d'incorporation augmente et plus la différence entre les indices de DE et DD s'accroît. L'écart entre les deux indices de ces deux tourteaux demeure assez faible; au taux de 45%, là où l'écart est le plus important entre leurs indices, l'indice de DD n'est supérieur que de 1,1 points à celui de DE. La comparaison des résultats

obtenus pour les tourteaux Tapidor sont un peu différents. Jusqu'au taux d'incorporation de 25% le tourteau Tapidor dépelliculé(TD) a un indice d'acceptabilité supérieur à celui du tourteau Tapidor^{non}dépelliculé(TE). Mais au taux d'incorporation de 45%, l'indice d'acceptabilité du tourteau Tapidor non dépelliculé devient supérieur à celui du tourteau Tapidor dépelliculé. Ainsi, d'une part le dépelliculage améliore l'acceptabilité des tourteaux de colza mais de façon assez modeste; d'autre part, lorsque le taux d'incorporation est élevé, le dépelliculage peut avoir un effet négatif sur l'acceptabilité (comme dans le cas des tourteaux Tapidor); en raison de l'augmentation relative de la teneur en glucosinolates des tourteaux dépelliculés (cette augmentation est provoquée par la disparition de l'enveloppe de la graine).

2- Essai de réduction de la durée des tests de cafétéria.

La modification de la méthodologie a pour objectif d'obtenir des résultats plus rapidement concernant l'acceptabilité des tourteaux de colza (ou d'autres aliments), en essayant de diminuer la durée du test de cafétéria.

Des tests ont donc été réalisés; ils consistent à diminuer le temps pendant lequel l'aliment est proposé aux chèvres, afin de savoir si cela a une influence sur la discrimination qu'opèrent les chèvres entre aliments. Les tests ont ainsi été réalisés tout d'abord pendant 2 minutes (divisées en 4 intervalles de 30 secondes), puis pendant 1 minute (divisée en 4 intervalles de 15 secondes), et enfin pendant 40 secondes (divisées en 4 intervalles de 10 secondes). Dix chèvres ont été utilisées; ce sont celles qui n'ont pas été sélectionnées parmi le lot initial de 24 chèvres, pour étudier l'acceptabilité des différents tourteaux de colza. Quatre aliments ont été utilisés: V4, C20, C30, C30V8. Leur composition figure dans le tableau N°34.

En examinant les résultats globaux obtenus (Tableau N°35 et Figure N°9) l'on remarque qu'au fur et à mesure que l'on diminue la durée du test, les moyennes des quantités ingérées et les écarts

Tableau N°34-Composition des aliments V4, C20, C30, C30V8. (en %)

<u>Aliment</u>	<u>V4</u>	<u>C20</u>	<u>C30</u>	<u>C30V8</u>
Orge	76,8	64	56	49,6
T.desoja	19,2	16	14	12,4
T.de colza"0"	—	20	30	30
Farine de viande	4	—	—	8

Tableau N°35-Quantité ingérée moyenne globale et écart type de
V4, C20, C30, C30V8 à 2minutes, 1minute et 40 secondes.
(en g./chèvre/test)

	<u>V4</u>	<u>C20</u>	<u>C30</u>	<u>C30V8</u>
<u>2 minutes</u>				
Moyenne	287	232	193	161
Ecart type	73,3	80,6	103,9	105,4
<u>1 minute</u>				
Moyenne	248	162	149	120
Ecart type	61,7	78,9	71,2	74,9
<u>40 secondes</u>				
Moyenne	200	147	137,7	104,6
Ecart type	46	54,3	69,6	68,6

VARIATION DE LA QUANTITE MOYENNE INGÉREE PAR CHEVRE EN FONCTION DE LA DURÉE DU TEST .

Quantité moyenne ingérée par chèvre en g.

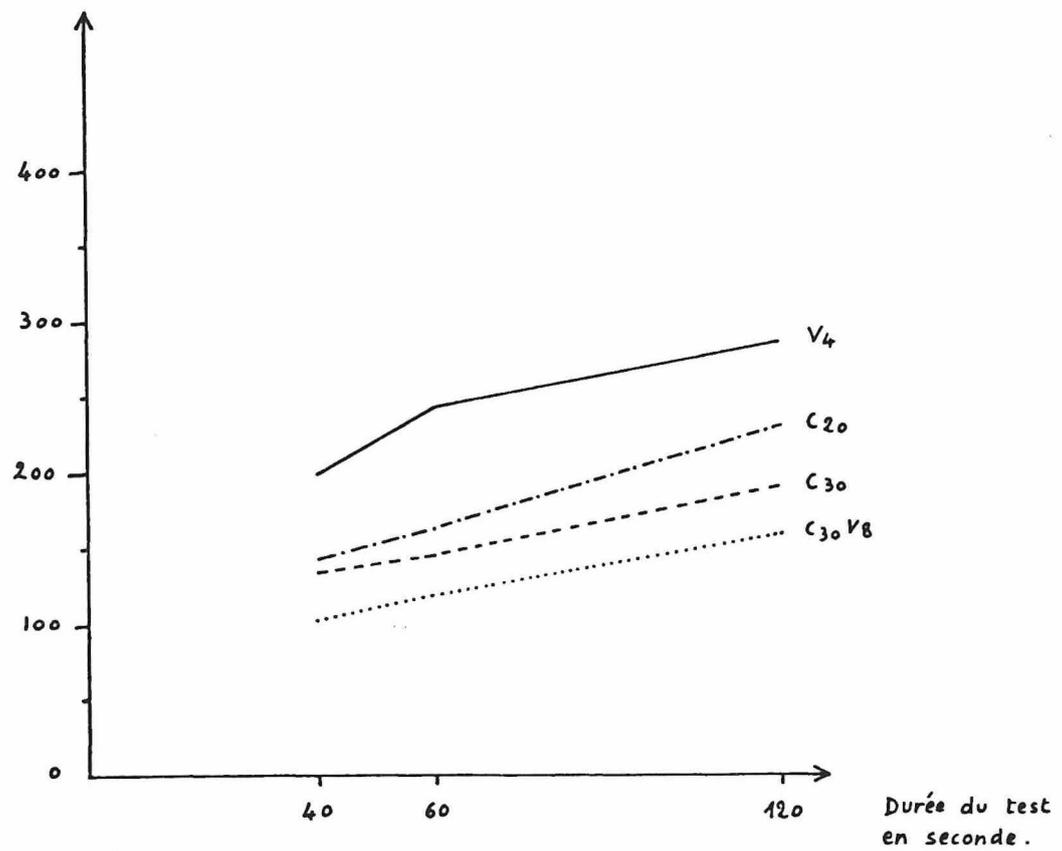


Figure N° 9 .

type diminuent aussi. De même, plus la durée du test diminue et plus les écarts entre les quantités ingérées sont réduits. Indépendamment de la durée du test, les chèvres discriminent les aliments de façon identique: l'aliment V4 est toujours le plus apprécié puis C20, C30, C30V8. L'aliment V4 se différencie d'ailleurs significativement des autres aliments à 40 secondes, 1 minute et 2 minutes (sauf par rapport à C20 à 2 minutes). Par contre, entre les aliments C20, C30, C30V8, les différences sont non significatives quelque soit la durée du test. Ainsi, il apparaît que plus la durée du test diminue et moins les chèvres discriminent les aliments.

Par ailleurs, le comportement des chèvres est différent lorsque le test est réalisé pendant 40 secondes avec des intervalles de 10 secondes et lorsqu'il est réalisé pendant 2 minutes avec des intervalles de 30 secondes. En fait, les intervalles de 10 secondes ne semblent pas convenir aux chèvres. Quand on ouvre le volet, elles ne font pas de choix et restent pendant les 10 secondes sur la même coupelle. Au moment où les 10 secondes s'achèvent, il est très difficile de retirer la tête des chèvres de la coupelle où elles mangent et de fermer le volet. Elles veulent continuer de manger et le temps de 10 secondes est souvent dépassé de 2 à 3 secondes. Enfin, lorsque le test réalisé en 40 secondes est terminé et que l'on fait sortir les chèvres de la cage elles manifestent leur mécontentement et leur désir de rentrer de nouveau dans la cage, car elles ne sont pas rassasiées. Les conditions et la réalisation du test pendant 40 secondes seulement s'avèrent donc assez difficiles.

Ainsi, à la vue de ces résultats, la réduction de la durée des tests semble ne pas pouvoir être obtenue. Toutefois, rappelons que les 10 chèvres utilisées pour cette expérience ont un faible pouvoir de discrimination et constituent un lot très hétérogène. Les résultats obtenus ne sont pas donc très fiables. Il serait souhaitable de renouveler cette expérience avec le lot des 14 chèvres sélectionnées pour l'étude de l'acceptabilité des différents tourteaux de colza.

3-Mise au point d'une méthodologie pour étudier l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache.

Cette année nous avons commencé de mettre au point une méthodologie sur l'acceptabilité des aliments concentrés qui puisse être appliquée aux vaches. Pour cela, trois vaches ont été utilisées; nous n'avons pas eu la possibilité de les sélectionner parmi un lot plus important de vaches.

Dans un premier temps, nous avons appliqué aux vaches la même méthodologie que celle utilisée pour les chèvres, en changeant seulement les quantités offertes par animal. La quantité d'aliment par test et par vache a été portée à 2kg. Pendant cette période nous avons proposé aux vaches les aliments témoins G5, C10, M6, L15. Les premiers jours, les animaux étaient craintifs; les quantités moyennes ingérées étaient alors de l'ordre de 500g. par aliment et par vache. A la fin de cette période qui a duré 8 jours, les vaches, habituées aux tests, mangeaient en moyenne 1Kg. d'aliment chacune.

Dans un second temps, nous avons poursuivi les tests avec les aliments concentrés contenant 25% de tourteau de colza sans modifier la méthodologie. Les résultats globaux obtenus (Tableau N°36) montrent qu'aucune différence significative ne s'établit entre les tourteaux. Nous avons donc décidé de renouveler le test

Tableau N°36-Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE25, DE25, DD25, TE25, TD25. (en g/vache/test)

	<u>BE25</u>	<u>DE25</u>	<u>DD25</u>	<u>TE25</u>	<u>TD25</u>
Moyenne	946	1023	1106	989	1071
Ecart type	248	466	342,6	450,8	175,6

(Différences non significatives)

avec deux aliments ayant un taux d'incorporation plus élevé et donc la médiocrité de l'acceptabilité de l'un et l'excellente acceptabilité de l'autre avaient été démontrées sur les chèvres. Ces deux aliments sont BE45 et TD45. Les quantités moyennes ingérées de chaque aliment ont été les suivantes:

	<u>BE45</u>	<u>TD45</u>
Moyenne	1142	1000
Ecart type	130	138

(en g./vache)

Ces résultats indiqueraient que les vaches n'ont pas fait de discrimination entre ces deux aliments. La différence de niveau de consommation entre les deux aliments n'est pas significative. Ces résultats sont donc assez surprenants. Pour les chèvres, les résultats obtenus étaient très différents, et la supériorité de TD45 sur BE45 était considérable.

Le même jour, un second test a été effectué avec les mêmes tourteaux de colza, mais incorporés à 25% dans les aliments composés (BE25 et TD25).

	<u>BE25</u>	<u>TD25</u>
Moyenne	930	1028
Ecart type	200	86

(en g./vache)

Bien que les différences entre les quantités ingérées de chaque aliment ne soient pas significatives non plus, l'aliment TD25 a tout de même été préféré par les vaches. Le faible écart type de l'aliment TD25 témoigne d'une certaine homogénéité des réponses des vaches en faveur de TD25.

Ainsi, le second test réalisé dans la même journée offre de résultats plus probants que le premier test. Nous avons pris en compte cette donnée nouvelle dans la suite des expériences.

Dans un troisième temps, nous avons réalisé une série de deux tests par jour et par vache. Seuls les résultats du second test sont à prendre en considération. Le premier test a lieu le matin vers 10h., et le second l'après-midi vers 14h. La durée du test et les quantités proposées aux vaches demeurent inchangées.

Les tests ont été réalisés sur les aliments à 25% de tourteau de colza. D'après les résultats obtenus (Tableau N°37), il semble qu'à chaque test, les vaches consomment d'avantage l'aliment qui a la meilleure acceptabilité (d'après les résultats obtenus sur les chèvres). La plus grande différence de niveau de consommation est atteinte lorsque l'on compare BE25 à DF25.

Tableau N°37 - Résultats obtenus en comparant: BE25/DE25, DE25/DD25, DE25/TD25, DD25/TD25. (en g./vache/test)

	<u>BE25</u>	<u>DE25</u>
Moyenne	653	1223
Ecart type	183	257
	<u>DE25</u>	<u>DD25</u>
Moyenne	909	1053
Ecart type	339	215
	<u>DE25</u>	<u>TD25</u>
Moyenne	1053	1105
Ecart type	431	168,7
	<u>DD25</u>	<u>TD25</u>
Moyenne	1068	1247
Ecart type	424	24

Des tests avec les aliments à 45% de tourteau de colza ont été réalisés (Tableau N°38). Ils donnent des résultats peu différents de ceux des tests précédents. Les différences de niveau de consommation obtenues lorsque l'on compare l'aliment contenant 45% de tourteau de colza simple zéro (BF45) aux aliments qui contiennent 45% de tourteau de colza double zéro (DF45, DD45, TF45) sont toujours significatives. Ainsi, à l'instar des chèvres, les vaches semblent faire une différence très nette entre le tourteau

de colza simple zéro et les tourteaux de colza double zéro. Les différences entre les tourteaux double zéro sont toutes non significatives.

Tableau N° 38 - Quantité ingérée moyenne globale et écart type de BE45, DE45, DD45, TE45. (en g/vache/test)

	<u>BE45</u>	<u>DE45</u>	<u>DD45</u>	<u>TE45</u>
Moyenne	406	1307	1152	1141
Ecart type	343	259	342	398

La faible discrimination exercée par les vaches entre les tourteaux double zéro nous a conduit à mettre en place un dernier dispositif expérimental. Il nous a semblé qu'en multipliant les intervalles pendant lesquels les aliments sont offerts aux vaches, nous pouvions "forcer" la discrimination effectuée par les vaches. Pour cela, tout en conservant le temps de 2 minutes pour la réalisation d'un test, les aliments ont été proposés aux vaches pendant 8 intervalles de 45 secondes au lieu de 4 intervalles de 30 secondes auparavant. Par ailleurs, deux coupelles au lieu de quatre ont été utilisées; elles comportent 2Kg. d'aliment chacune.

Faute de temps, nous n'avons pas pu mener cette expérience jusqu'à sa fin. Cependant, ce dispositif expérimental paraît mieux approprié pour l'étude de l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache que les dispositifs précédents.

Dans les années à venir, la poursuite de la mise au point d'une méthodologie pour étudier l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache supposera la révision de la durée des tests, des quantités et de la taille des granulés proposés. Cette révision devra s'effectuer en prenant en compte le comportement alimentaire des vaches. Par ailleurs, il faudra sélectionner les vaches soumises aux tests et en retenir un lot plus important (au moins 10 à 15 vaches).

Discussion et conclusion générales.

Tout au long de l'analyse des résultats des expériences menées sur l'acceptabilité des tourteaux de colza, nous avons constaté que les tourteaux de colza double zéro ont une acceptabilité bien supérieure à celle des tourteaux de colza simple zéro. Cette supériorité s'affirme dès le taux d'incorporation de 15%, et elle ne cesse de s'accroître au fur et à mesure que l'on augmente le taux d'incorporation des tourteaux de colza dans les aliments testés. Au taux d'incorporation de 45%, la supériorité des tourteaux de colza double zéro par rapport au tourteau de colza simple zéro est exacerbée: il y a 7,7 points d'écart entre l'indice d'acceptabilité du tourteau de colza double zéro Tapidor non dépelliculé ($I_{ac}=9$) et l'indice d'acceptabilité du tourteau de colza simple zéro Bienvenue ($I_{ac}=1,3$). Nous pouvons donc conclure sans ambages que les tourteaux de colza double zéro améliorent considérablement l'acceptabilité du tourteau de colza. Soulignons cependant les différences enregistrées entre l'acceptabilité des tourteaux de colza double zéro Tapidor et Darmor. Les tourteaux de la variété Tapidor ont des indices d'acceptabilité supérieurs à ceux de la variété Darmor.

L'excellente acceptabilité des tourteaux de colza double zéro Tapidor nous ont amené à les comparer avec un tourteau de soja. Un test réalisé au taux d'incorporation de 25% a montré que le tourteau de colza double zéro Tapidor non dépelliculé a une acceptabilité au moins équivalente à celle du tourteau de soja. Ce résultat est d'une grande portée. En effet, l'un des grands obstacles qui s'opposait au développement de l'utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation animale disparaît.

La toxicité du tourteau de colza constituait un autre obstacle important à son utilisation. La réduction très nette de la teneur en glucosinolates dans les tourteaux double zéro a contribué à le minimiser. Contrairement aux idées avancées par Dedenon (1985), les résultats des tests nous ont montré que la teneur en glucosinolates est le facteur principal agissant sur l'acceptabilité des tourteaux de colza. La teneur en cellulose, bien que non

négligeable a une moindre importance. Les tourteaux dépelliculés ont dans l'ensemble une meilleure acceptabilité que les tourteaux non dépelliculés. Mais les différences entre les indices d'acceptabilité des tourteaux de colza double zéro dépelliculés et non dépelliculés d'une même variété sont modestes (différences inférieures à 1,2 points). Par ailleurs, lorsque le taux d'incorporation est élevé, le dépelliculage a un effet négatif sur l'acceptabilité, car il engendre une augmentation relative de la teneur en glucosinolates. Par exemple, au taux d'incorporation de 45%, le tourteau Tapidor non dépelliculé a une acceptabilité supérieure à celle du tourteau Tapidor dépelliculé. Ainsi, la diminution de la teneur en glucosinolates des tourteaux de colza obtenus par l'adoption des tourteaux double zéro et surtout des tourteaux Tapidor, permet de réduire notablement la toxicité des tourteaux de colza et d'en accroître l'acceptabilité. Quant au dépelliculage, il semble améliorer modestement l'acceptabilité des tourteaux de colza lorsque le taux d'incorporation est moyen.

Outre l'étude sur l'acceptabilité des tourteaux de colza chez les ruminants domestiques, nous avons aussi pour objectif d'une part d'essayer de diminuer la durée des tests et d'autre part de tenter de mettre au point une méthodologie pour tester l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache.

Force est de reconnaître que les tests effectués pour essayer de diminuer la durée du test de cafétéria ont donné des résultats contraires à nos espérances. Lorsque l'on diminue la durée du test, les chèvres discriminent moins bien les aliments proposés, et ne réalisent pas véritablement de choix. Par ailleurs, elles supportent assez mal les réductions du temps pendant lequel les aliments leur sont proposés (elles empêchent la fermeture du volet, et ne veulent pas quitter la cage à la fin du test). Ainsi, les résultats obtenus concernant l'acceptabilité des aliments sont peu fiables. Toutefois, rappelons que nous avons réalisé ces tests avec un lot de chèvres hétérogène, ayant un faible pouvoir de discrimination.

La tentative de mettre au point une méthodologie pour tester l'acceptabilité des aliments concentrés chez la vache doit être considérée comme une première approche. Pour l'heure, les résultats obtenus sont peu probants. La poursuite de cette tentative devra s'effectuer en révisant les quantités d'aliments offertes, la durée des test et le format des granulés. De plus, il faudra tenir compte du comportement alimentaire des vaches: réaction plus lente, pouvoir de discrimination plus faible, vitesse d'ingestion plus réduite que chez la chèvre. Enfin, seul un effectif plus important (10 à 15 vaches) composé de vaches sélectionnées pour leur pouvoir discriminant permettra d'obtenir des résultats plus fiables.

TABLE DES FIGURES

1-Production de tourteau de colza dans la CEE en 1986.....7

2-Consommation de tourteau de colza dans la CEE en 1986.....8

3-Comparaison de chaque aliment (G5,C10,M6,L15) avec succesivement
l'un des trois autres aliments proposés.....38

4-Comparaison de chaque aliment(BF5,DE5,TE5,TD5) avec succesivement
l'un des trois autres aliments proposés.....43

5-Comparaison de chaque aliment(BE15,DE15,DD15,TE15,TD15) avec
succesivement l'un des quatre aliments proposés.....49

6-Comparaison de chaque aliment(BE25,DE25,DD25,TE25,TD25) avec
succesivement l'un des quatre aliments proposés.....56

7-Comparaison de chaque aliment(BE45,DE45,DD45,TE45,TD45) avec
succesivement l'un des quatre aliments proposés.....60

8-Variation de l'indice d'acceptabilité des aliments testés
en fonction du taux d'incorporation de tourteau de colza.....65

9-Variation de la quantité moyenne ingérée par chèvre en fonction
de la durée du test.....69

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDET(J.), EVRARD(J.), (1982)-Le tourteau de colza, caractéristiques et technologie. Rev. Alim. Anim. (352):33-41
- BAUDET(J.), (1988)-Colza:le tourteau nouveau est arrivé. France Agricole. (Mai 88):24-27
- BELL (J.M.), (1984)-Nutrients and toxicants in rapeseed meal:a review. J. Anim. Sci. 58(4):996-1010.
- BOUKAR (AM), COLLEVILLE(C.), (1985)-Acceptabilité des aliments concentrés par les ruminants. Mémoire de 3ème année. Chaire de Zootechnie, INA-Paris-Grignon. 107p.
- CADOT(M.), (1985)-Utilisation du tourteau de colza pour l'engraissement de taurillons. In ONIDOL, Tourteau de colza:l'enjeu; 1985, 277:172-189.
- CAILLEZ(B.), CHAMROUX(J.), CHANSIAUX(M.), (1988)-Colza double zéro, appuyez sur l'accélérateur. Cultivar 2000(234):71-72.
- CALET(C.), (1982)-Que faut-il penser des constituants indésirables du tourteau de colza? Données récentes et conséquences de son utilisation. Rev. Alim. Anim. (352):9-18.
- COUDERC (M.), (1988)-Oléoprotéagineux:la nouvelle donnée. Rev. Alim. Anim (Janv.-Fev.):36-41.
- COUDERT(G.), (1984)-Besoins en huile et protéines. Cultivar(173):12-14
- COLEU(J.), (1988)-Les lipides en alimentation animale. Rev. Alim. Anim. (Janv.-Fev.):42-49.
- DEDENON(N.), (1985)-Appétibilité du tourteau de colza. In ONIDOL, Tourteau de colza:l'enjeu; 1985, 277:76-96.
- DEDENON(N.), (1986)-Du tourteau de colza pour les bovins:c'est possible. J. ITEB(Mars).

- DEROUINEAU(C), (1985)-Le colza nouveau est arrivé. RFL Elevage(13):38-41
- EVRAARD(J.), (1980)-Le tourteau de colza. Cetiom 80(7):21-28
- EVRAARD(J.), (1984)-Protéines en alimentation animale. Cultivar(173):140-143.
- FADILI(M.), (1983)-Etude de l'acceptabilité des aliments concentrés chez la chèvre. Mémoire de 3ème année. Chaire de Zootechnie, INA-Paris-Grignon. 134p.
- FLAMBARD(M), (1985)-Du tourteau de colza pour un concentré économique. Production laitière moderne(140):105-108.
- GARNIER(F.), (1987)-Appétence des aliments concentrés chez la chèvre. Application au colza, la farine de viande et l'urée. Utilisation de saveurs. Mémoire de 3ème année. Chaire de Zootechnie, INA-Paris-Grignon. 96p.
- GURTLER(JL), DRONNE(PR), (1984)-Evolution des prix du complexe oléo-protéagineux. Cultivar(173):24-27.
- GUTTER(A), LEGENDRE(D), (1984)-Appétence des aliments concentrés: Prévision et mesure; application aux graisses. Mémoire de 3ème année. Chaire de Zootechnie, INA-Paris-Grignon. 103p.
- INRA, (1988)-Alimentation des bovins, ovins et caprins. 471p.
- INRA, SIDO, CR., (1986)-Tourteaux et autres matières riches en protéines. Campagne 1985-86.
- ITOVIC, INRA, INAP, (1986)-Pratique de l'alimentation des caprins. Nouvelles recommandations alimentaires. 104p.
- LAWS(B), STEDMAN(JA), HILL(R), (1982)-Rapeseed meal in animal feeds. Agri-trade (February):27-32.
- LETROU(JC), (1988)-Tourteaux de colza double zéro: l'alimentation légère. Agroperformances(5):45-46.

MAURICE(J.), (1984)-Sélection du colza. Cultivar(173):39-43.

MINNESSIER(M.), (1986)-A l'usine de Chalon-Sur-Saône:des tourteaux de colza new-look. La France Agricole(Juillet):28-31.

MORAND-FEHR(P.), (1980)-Influence de la composition et des caractéristiques des aliments concentrés sur leur appétibilité et leur niveau d'ingestion chez le ruminant. Les industries de l'alimentation animale (337):11-25.

MORAND-FEHR(P.), (1981)-Caractéristiques comportementales et digestives des chèvres. In MORAND-FEHR(P.), SIMIANE(M.), BOURBOUZE(A.), Nutrition et systèmes d'alimentation de la chèvre. Symposium international, Tours (France), 12-15 mai 1981. INRA-ITOVIC, 761:21-45.

MORAND-FEHR(P.), SAUVANT(D.), de SIMIANE(M.), (1981)-L'alimentation de la chèvre. World Rev. Anim. Prod., 17(1):45-77.

MORAND-FEHR(P.), HERVIEU(J.), (1983)-Essai d'appréciation de l'acceptabilité du tourteau de colza par tests sur caprins. In 6ème Symposium International sur le colza. Paris, mai 1983; 1637-1643.

MORAND-FEHR(P.), (1986)-Acceptabilité des tourteaux de colza traités ou non et dépelliculés ou non par tests sur chèvres. Station de Nutrition et Alimentation (INRA)-INA Paris-Grignon. (Non publié).

MORAND-FEHR(P.), (1987)-Etude à l'aide de tests sur chèvres de l'influence de l'incorporation d'arômes sur l'acceptabilité d'aliments composés faiblement appétents. Station de Nutrition et Alimentation (INRA)-INA Paris-Grignon. (Non publié).

MORAND-FEHR(P.), (1988)-Acceptabilité du tourteau de colza "00" dépelliculé ou non par rapport à un tourteau de colza "0" non dépelliculé par de tests sur chèvres. Station de Nutrition et Alimentation (INRA)-INA Paris-Grignon. (Non publié).

OUKELMOUN(M.), (1982)-Acceptabilité des aliments concentrés chez la chèvre laitière. Mémoire de 3ème année. Chaire de Zootechnie, INA-Paris-Grignon. 126p.

PARUELLE(J.L.), (1985)-Utilisation du tourteau de colza par les jeunes ruminants. In ONIDOL, Tourteau de colza: l'enjeu; 1985, 277: 172-189

QUEHEILLE(C.), (1988)-Variétés de colza: pas d'élue pour 1988. France Agricole(Juillet): 32-33.

SANCHEZ(J.M.), CLAYPOL(D.W.), (1983)-Canola meal as a protein supplement in dairy rations. J. Dairy Sci. (66): 80-85.

STRUJYVEN(J.P.), (1982)-Les tourteaux de colza et les problèmes de leur utilisation. Entreprise Agricole(Fev.): 19-27.

UZZAN(A.), (1982)-La technologie du colza: de la graine à l'huile et au tourteau. Rev. Alim. Anim. (352): 29-32.

VERMEERSCH(G.), (1982)-Que fait l'industrie des corps gras pour fournir un tourteau de qualité. Rev. française des corps gras(8-9): 311-318.

VERITE(R.), (1985)-Valeur azotée du tourteau de colza pour les ruminants. In ONIDOL, Tourteau de colza: l'enjeu; 1985, 277: 109-114.

WILKINSON(J.M.), STARK(B.A.); (1987)-The nutrition of goats. In MAFESTON(W.) COLE(D.J.A.), Recent advances in animal nutrition. 91-106.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....2

I-INTERET ET POSSIBILITE DE L'UTILISATION DU TOURTEAU DE COLZA
DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES.....3

1-Production et consommation de tourteau de colza dans
la CEE.....4

 a-Production et consommation globale de tourteau de
 colza dans la CEE.....4

 b-Les différences de production et de consommation
 de tourteau de colza à l'intérieur de la CEE.....5

 c-Les prix du marché du tourteau de colza.....10

2-Le tourteau de colza dans l'alimentation des ruminants
domestiques.....10

 a-Les caractéristiques du tourteau de colza.....11

 b-Les performances zootechniques chez les ruminants
 domestiques dont l'alimentation est en partie
 constituée de tourteau de colza.....17

 c-L'appétibilité du tourteau de colza.....19

II-METHODE EXPERIMENTALE UTILISEE POUR ETUDIER L'ACCEPTABILITE
DES TOURTEAUX DE COLZA CHEZ LES RUMINANTS DOMESTIQUES.....23

1-Les objectifs de l'étude expérimentale.....24

2-Description de la méthode dite du"test de cafétéria".....25

 a-Les raisons de l'utilisation des chèvres.....25

 b-La sélection des chèvres.....25

 c-Le test et son déroulement.....26

 d-Les aliments testés.....30

 e-Traitement statistique des données recueillies.....33

III-LES RESULTATS DES DIFFERENTES EXPERIENCES MENEES.....34

1-Résultats concernant le comportement alimentaire des chèvres
vis-à-vis des aliments proposés.....35

2-Essai de réduction de la durée du test de cafétéria.....67

3-Mise au point d'une méthodologie pour étudier l'acceptabilité
des aliments concentrés chez la vaches.....72

DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALES.....75

TABLE DE FIGURES.....79

BIBLIOGRAPHIE.....80

TABLE DE MATIERES..... 84
