

## Informations sur l'agriculture

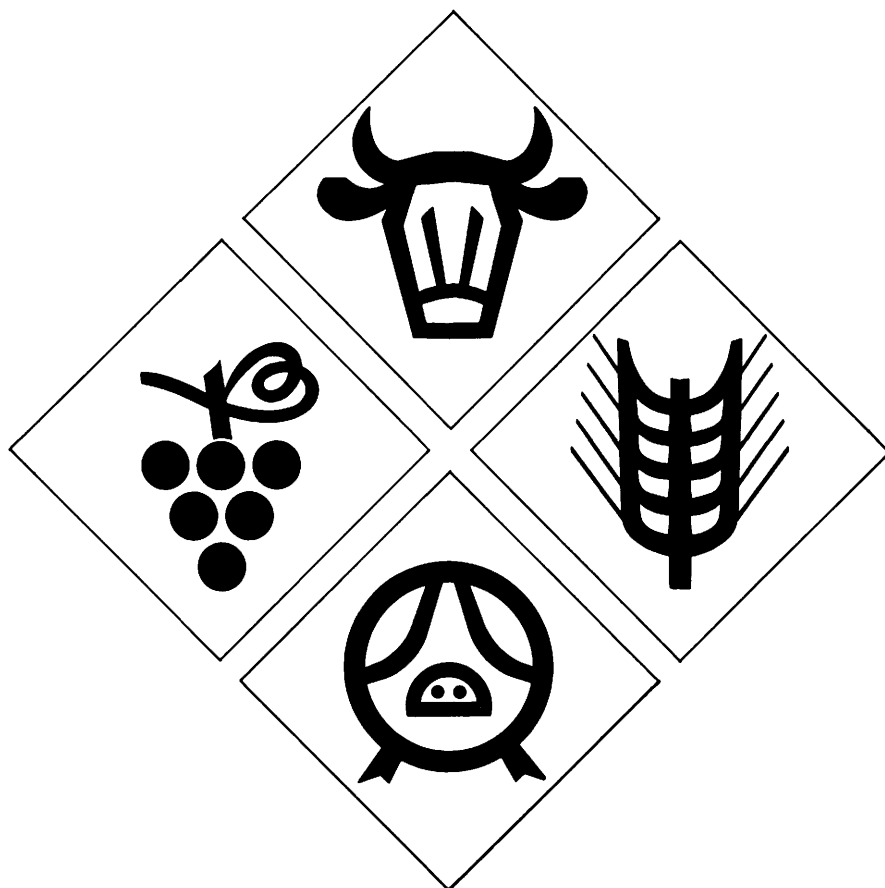
# La déshydratation des fourrages verts dans la CE — Etude technico-économique





**Informations sur l'agriculture:**

**La déshydratation  
des fourrages verts dans la CE –  
Etude technico-économique**



**COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES**  
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'AGRICULTURE  
Direction Affaires Générales — Division Rapports, études, informations statistiques et documentations

---

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage

© Copyright CECA — CEE — CEEA, Bruxelles-Luxembourg, 1980  
*Printed in Belgium*

Les articles et textes paraissant dans cette publication peuvent être reproduits librement,  
en entier ou en partie, avec citation de leur origine.

ISBN 92-825-1573-7

N° de catalogue : CB-NA-79-069-FR-C

## S O M M A I R E

	<u>Page</u>
Avant-propos . . . . .	9
Avertissement . . . . .	11
Introduction . . . . .	13
<u>1ère PARTIE</u> - La consommation - Bases d'une typologie de la déshydratation . . . . .	15
Chapitre I - La consommation de fourrages déshydratés dans la Communauté et les circuits d'approvisionnement . . .	17
I - La consommation . . . . .	17
A. Structure de la consommation . . . . .	17
B. La destination finale des produits déshydratés	21
II - Les échanges internationaux . . . . .	24
A. Le marché communautaire . . . . .	25
B. Les échanges avec les pays tiers . . . . .	25
III - Note sur l'aide communautaire aux fourrages verts déshydratés . . . . .	35
Chapitre II - Caractéristiques techniques essentielles Définitions et bases d'une typologie des installations de déshydratation . . . . .	36
I - Caractéristiques techniques majeures de la déshydratation . . . . .	36
A. La déshydratation des fourrages. Place parmi les autres méthodes de conservation . . . . .	36
B. Classement des fourrages déshydratés . . . . .	41
C. Mode de présentation et appellation des formes agglomérées . . . . .	44
II - Bases d'une typologie des installations de déshydratation . . . . .	44
A. Définition des termes courants employés dans l'étude . . . . .	44
B. Eléments pour une typologie des unités de déshydratation . . . . .	50

	<u>Page</u>
<u>2ème PARTIE</u> - Les structures actuelles de production et de commercialisation . . . . .	59
Introduction . . . . .	61
Chapitre III - Aperçu des structures de production pays par pays . .	62
I - La France . . . . .	62
A. Historique . . . . .	62
B. Répartition géographique . . . . .	65
C. Organisation de la production . . . . .	70
II - Le Danemark . . . . .	70
A. Historique . . . . .	70
B. Organisation de la production . . . . .	73
III - Le Royaume-Uni . . . . .	74
A. Développement de l'industrie de la déshydratation . . . . .	74
B. Organisation de la production . . . . .	76
IV - L'Italie . . . . .	79
V - Les Pays-Bas . . . . .	81
VI - La République Fédérale d'Allemagne . . . . .	83
VII - La Belgique, l'Irlande et le Luxembourg . . . . .	84
Chapitre IV - Les structures de la production dans la Communauté . .	85
I - Le développement de la production . . . . .	85
A. Historique . . . . .	85
B. Conditions et causes de l'accroissement de la production . . . . .	86
II - Importance actuelle des fourrages verts déshydratés dans la CEE. . . . .	89
III - Répartition géographique de la production et type de produit . . . . .	90
A. Répartition géographique . . . . .	90
B. Types de produits . . . . .	92
IV - Organisation de la production . . . . .	93
A. Equipement et taille des usines . . . . .	93
B. Capacité de traiter d'autres produits végétaux que les fourrages verts . . . . .	96
C. Statuts juridique et économique des unités . . . . .	96

	<u>Page</u>
Chapitre V - La commercialisation des fourrages verts déshydratés . . . . .	98
I - Description générale des circuits de commercialisation des fourrages verts déshydratés . . . . .	98
A. La répartition de la production entre ventes et autoconsommation . . . . .	98
B. Les structures de commercialisation . . . . .	100
II - Le fonctionnement du marché - Les prix . . . . .	103
A. Le fonctionnement du marché . . . . .	103
B. Les prix . . . . .	104
Conclusions sur la commercialisation . . . . .	109
<u>3ème PARTIE</u> - Les coûts de la déshydratation . . . . .	111
Introduction . . . . .	113
Chapitre VI - Les contraintes techniques majeures de la déshydratation . . . . .	114
I - Les contraintes relatives à la collecte des fourrages . . . . .	114
II - Contraintes relatives au fonctionnement de l'installation . . . . .	115
III - Contraintes inhérentes à la destination des produits déshydratés . . . . .	117
Chapitre VII - Analyse des prix de revient pays par pays . . . . .	118
I - Les coûts de la déshydratation en France . . . . .	118
A. La déshydratation agricole . . . . .	118
B. La déshydratation industrielle . . . . .	121
C. Analyse des résultats précédents . . . . .	124
II - Les coûts de la déshydratation au Royaume-Uni . . . . .	128
A. Estimation des coûts . . . . .	129
B. Evolution des coûts . . . . .	131
III - Les coûts de la déshydratation au Danemark . . . . .	132
IV - Les coûts de la déshydratation aux Pays-Bas . . . . .	133
V - Les coûts de la déshydratation en Italie . . . . .	135
VI - Les coûts de la déshydratation en République Fédérale d'Allemagne . . . . .	136
VII - Les coûts de la déshydratation en Belgique et en Irlande . . . . .	137

	<u>Page</u>
Chapitre VIII - Le prix de revient de la déshydratation des fourrages verts dans la Communauté . . . . .	138
I - L'incidence des structures de la déshydratation sur les coûts . . . . .	139
A. Déshydratation agricole et déshydratation industrielle en France . . . . .	139
B. Les économies d'échelle . . . . .	139
C. Les unités à la ferme . . . . .	139
II - La composition du coût de la déshydratation . . . . .	140
A. Les coûts des facteurs fixes . . . . .	140
B. Le coût des facteurs variables . . . . .	142
 <u>4ème PARTIE</u> - Rentabilité et valorisation des fourrages verts déshydratés . . . . .	 147
Introduction . . . . .	149
 Chapitre IX - Utilisation des fourrages verts déshydratés en alimentation animale . . . . .	 150
I - Importance accordée aux pigments caroténoïdes en alimentation animale . . . . .	150
A. Raisons de cette importance . . . . .	150
B. Garantie commerciale relative aux pigments caroténoïdes . . . . .	152
II - Valeur alimentaire des fourrages verts déshydratés	153
III - Conditions d'emploi des fourrages verts déshydratés dans les rations animales . . . . .	155
A. Fourrages verts déshydratés et monogastriques	155
B. Fourrages verts déshydratés et ruminants . . . . .	157
IV - Divergence d'intérêt portant sur les fourrages verts déshydratés selon l'usage technologique et zooteknique . . . . .	160
 Chapitre X - Difficultés techniques d'apprécier l'avantage de la déshydratation parmi les autres méthodes de conservation . . . . .	 162
I - Principes d'une estimation de l'efficacité com- parée des systèmes de conservation des fourrages	162

	<u>Page</u>
II - Evaluation des pertes engendrées par le procédé de conservation . . . . .	164
A. Pertes quantitatives . . . . .	164
B. Pertes qualitatives . . . . .	166
C. Conclusions . . . . .	167
III - Cas de la luzerne séchée par voie naturelle (séchée "soleil") . . . . .	167
Chapitre XI - Rentabilité et valorisation des fourrages déshydratés .	169
I - Le cas du producteur de fourrages verts . . . . .	171
A. Le Danemark . . . . .	171
B. La France . . . . .	172
C. Conclusions . . . . .	173
II - Le cas du producteur de fourrage vert - utilisateur du produit sec . . . . .	175
III - Cas des unités de déshydratation commercialisant le produit sec . . . . .	179
IV - Cas de l'utilisateur du fourrage déshydraté acheté .	182
Conclusion générale . . . . .	183
Chapitre XII - Résumé et Conclusions . . . . .	184
I - La situation actuelle de l'approvisionnement en produits déshydratés . . . . .	185
A. La Consommation . . . . .	185
B. La Production . . . . .	187
II - Structures et coûts de la déshydratation . . . . .	188
A. L'appareil de production . . . . .	188
B. Utilisation de la capacité de déshydratation .	189
C. Les coûts de la déshydratation . . . . .	189
D. Les coûts des cultures . . . . .	190
III - Facteurs et conditions du développement de la déshydratation dans l'avenir . . . . .	190
A. Les conditions techniques du développement .	190
B. Les conditions économiques du développement .	194
IV - Bilans et Perspectives . . . . .	199
A. Bilan de la substitution déshydratée tourteaux	199
B. Hypothèses prospectives . . . . .	202
Bibliographie . . . . .	207
Annexes . . . . .	215



## AVANT-PROPOS

Cette étude a été entreprise dans le cadre du programme d'études de la Direction générale de l'Agriculture des Communautés européennes.

Les travaux ont été réalisés par une équipe constituée de :

MM. Jean BARLOY  
Régis HOVELAQUE  
Daniel LE FLOCH  
Christian MOUCHET

enseignants à l'Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes, avec la collaboration de :

Melle Cathy BERNARD  
M. Jacquez BREGAND

Ingénieurs agronomes.

La rédaction de ce rapport a été assurée par M. J. BARLOY pour les parties techniques et par M. C. MOUCHET, pour la partie économique.

Ont participé aux travaux la Division "Oléagineux, matières grasses, plantes textiles" et la Division "Rapports, études, informations statistiques et documentations" de la Direction générale de l'Agriculture des Communautés européennes.

x  
x x

Langue originale : français

La présente étude ne reflète pas nécessairement les opinions de la Commission des Communautés européennes dans ce domaine et n'anticipe nullement sur l'attitude future de la Commission en ce domaine.



### AVERTISSEMENT

Cette étude sur la déshydratation des fourrages verts se présente sous la forme de deux documents séparés intitulés "Rapport" et "Annexes".

Les tableaux, schémas, graphes et cartes qui nous ont paru indispensables à la compréhension du texte de la partie "rapport", sont insérés dans celle-ci et numérotés de 1 à 68; les autres documents cités dans ce document "rapport" ont été regroupés dans la première partie du document "annexes" et sont numérotés de A-1 à A-64 sans interruption. Le lecteur pourra ainsi s'y reporter aisément. La seconde partie du document "annexes" est constituée par six études techniques particulières dont la référence figure également dans le texte du document "rapport".

Par ailleurs, nous avons été amenés à plusieurs reprises au cours de ce travail, à convertir des prix exprimés en monnaies nationales en d'autres unités (autre monnaie nationale ou unités de compte). Nous avons utilisé pour cela les taux de conversion en Eur dont les valeurs figurent dans le document suivant :

Prix de vente des produits agricoles  
EUROSTAT 11/12 - 1976.



## INTRODUCTION

---

L'industrie de la déshydratation des fourrages verts constitue une source d'approvisionnement en matières premières relativement riches en protéines utilisables en alimentation animale, soit par distribution directe, soit par incorporation à des aliments composés. Du point de vue de la Communauté, cette activité apparaît donc a priori comme particulièrement intéressante, puisque les fourrages verts déshydratés peuvent se substituer à d'autres matières premières, telles que notamment le tourteau de soja, pour lesquelles le taux d'autoapprovisionnement de la Communauté est faible, voire quasi nul. On peut considérer la déshydratation comme une source de production européenne de protéines et en soulignant que la principale culture qui fait l'objet de ce traitement, la luzerne, offre un rendement en protéines à l'hectare très élevé par rapport aux cultures couramment rencontrées.

Par ailleurs, la déshydratation, qui consiste à éliminer rapidement l'eau contenue dans le fourrage vert, entraîne une consommation d'énergie importante pour la production de chaleur ; cette énergie est constituée pour sa plus grande part, de fuel et quelquefois de gaz naturel. Cette caractéristique de l'industrie de la déshydratation vient contrecarrer le principal avantage mis en évidence précédemment, dans la mesure où la Communauté est très dépendante des pays-tiers en matière d'approvisionnement énergétique.

Dans ces conditions, il paraît utile de tenter de dresser un bilan économique de cette activité qui permet de réduire la consommation communautaire de matières premières protéiques importées tout en consommant elle-même des matières premières énergétiques importées.

Dans une première partie, après une analyse de consommation de fourrages verts déshydratés dans les divers Etats-membres de la Communauté, nous nous attacherons à donner les caractéristiques techniques essentielles de la déshydratation et certaines définitions de base. Nous verrons ensuite successivement trois parties consacrées respectivement aux structures de production et de commercialisation, aux coûts de la déshydratation et enfin à la rentabilité de cette activité.

La conclusion s'appuiera sur une synthèse des différents éléments étudiés de façon à dresser le bilan dont les termes ont été définis ci-dessus, ce qui permettra de formuler différentes hypothèses quant à l'avenir de la déshydratation.



## 1ère PARTIE

### LA CONSOMMATION

### BASES d'UNE TYPOLOGIE DE LA DESHYDRATATION





## CHAPITRE I

### LA CONSOMMATION DE FOURRAGES DESHYDRATÉS DANS LA COMMUNAUTE ET LES CIRCUITS D'APPROVISIONNEMENT

#### I- LA CONSOMMATION

##### A- Structure de la consommation

L'évolution de la consommation des fourrages verts déshydratés depuis 1965 pour l'ensemble de la Communauté est décrite dans le tableau 1 (1).

Tableau 1 - Production et consommation de fourrages verts déshydratés dans la Communauté Economique Européenne (tonnes) herbe et luzerne

<i>année</i>	<i>production</i>	<i>consommation</i>	$\frac{\text{production}}{\text{consommation}}$ en %
(1) 1965	433 300	614 760	70,4
1966	475 000	642 750	73,9
1967	615 000	735 000	83,6
1968	739 000	853 500	86,6
1969	612 250	762 450	80,3
1970	748 377	997 430	75,0
1971	838 000	1 042 671	80,3
(2) 1972	1 438 600	1 479 300	97,2
(3) 1973	1 503 720	1 660 200	90,5
1974	1 670 183	1 900 000	87,9
1975	1 585 500	1 717 300	92,3
1976	1 227 500	1 630 500	75,3

(1) Europe des Six

(2) Europe des neuf

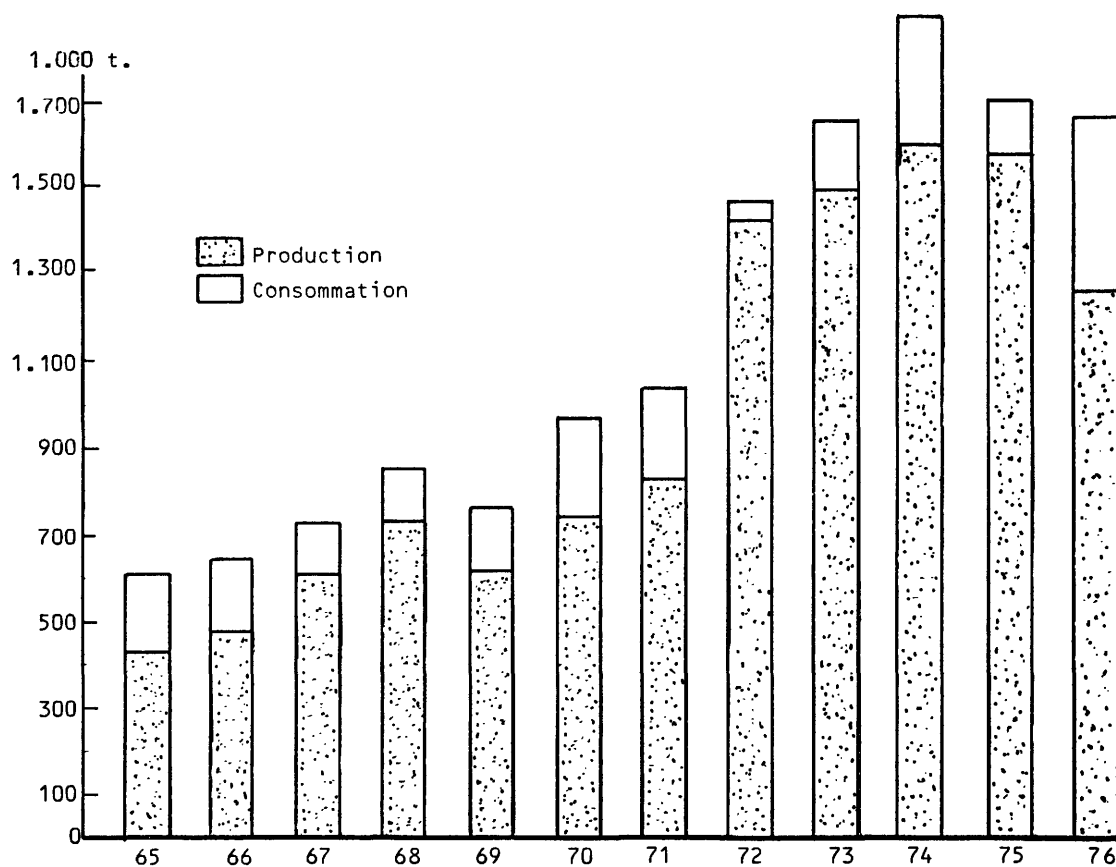
(3) Pour la France, l'herbe n'est prise en compte qu'à partir de 1972

(1) En ce qui concerne l'évaluation des consommations, qui repose sur les échanges internationaux, certaines différences faibles, pourront apparaître dans les données selon les sources statistiques utilisées. Ceci est dû au fait que la période de production (campagne) se déroule du 1er avril au 31 mars de l'année suivante, alors que les statistiques douanières portent sur l'année civile

On constate une augmentation importante de la consommation, à un rythme relativement régulier, puisque la consommation de l'Europe des six a été multipliée par 1,7 au cours de la période 1965-1971, et celle de l'Europe des neuf par 1,16 au cours de la période 1972-1975.

Les coefficients de multiplication de la production communautaire pour les mêmes périodes sont respectivement de 1,93 et 1,10, ce dernier taux étant abaissé du fait de la chute de production de 1975 par rapport à 1974. La consommation se caractérise donc, sur la période 1965-1975 et compte tenu de la présence de nouveaux Etats dans la Communauté, par une augmentation régulière d'une part et par un degré d'autofourniture, caractérisé par le rapport Production sur Consommation passant de 70 % en 1965 à 90 % environ en 1975 d'autre part. Ceci n'est évidemment pas valable pour l'année 1976, marquée par une diminution de la production pour des raisons climatiques (1 227 500 tonnes) et de la consommation, malgré les importations en provenance des pays tiers. Ces tendances d'ensemble sont illustrées par le graphe 2.

Graphe 2 - Production et consommation des fourrages verts (herbe et luzerne) de la Communauté Economique Européenne. (1)



(1) Pour la France, l'herbe n'est prise en compte qu'à partir de 1973

Le tableau 3 donne l'évolution de la consommation par Etat membre de la communauté, de 1965 à 1976 pour l'Europe des six, de 1972 à 1976 pour l'Europe des neuf. Du point de vue des taux de croissance de la consommation, la République Fédérale Allemande et la France connaissent les plus élevés ; la Belgique, l'Italie, le Royaume Uni et les Pays-Bas, jusqu'en 1973, connaissent une augmentation régulière mais moins rapide, tandis que la consommation en Irlande reste stable. Enfin, le Danemark depuis 1972 et les Pays-Bas depuis 1974 voient leur consommation diminuer de façon sensible.

Tableau 3 - Consommation des fourrages déshydratés (herbe et luzerne) dans la Communauté Economique Européenne (tonnes)

pays année	République Fédérale d'Allemagne	France	Belgique	Pays- Bas	Italie	Danemark	Royaume Uni	Irlande	Total
1965	160 200	100 000	54 560	214 000	86 000				614 760
1966	204 800	100 000	48 550	217 400	72 000				642 750
1967	186 300	150 000	65 000	224 000	110 000				735 000
1968	193 500	215 000	65 000	280 000	100 000				853 500
1969	225 950	181 000	71 500	184 000	100 000				762 450
1970	248 860	304 000	69 800	281 470	93 300				997 430
1971	266 171	340 000	74 430	258 770	103 300	105 000			1 042 671 **
1972	303 500	400 000	81 800	275 000	120 000	111 000	120 000	25 000 ***	1 328 300
1973	393 810	412 000	102 590	356 800	110 000	100 000	155 000	30 000	1 660 200
1974	410 000	550 000	99 000*	340 000*	145 000	180 000	165 000	25 000	1 914 000
1975	417 800	531 000	105 500	243 000	175 000	85 000	140 000	20 000	1 717 300
1976	470 000	507 000	77 500	225 000	165 000	71 000	105 000	10 000	1 630 500

\* Estimation

\*\* Sauf Danemark

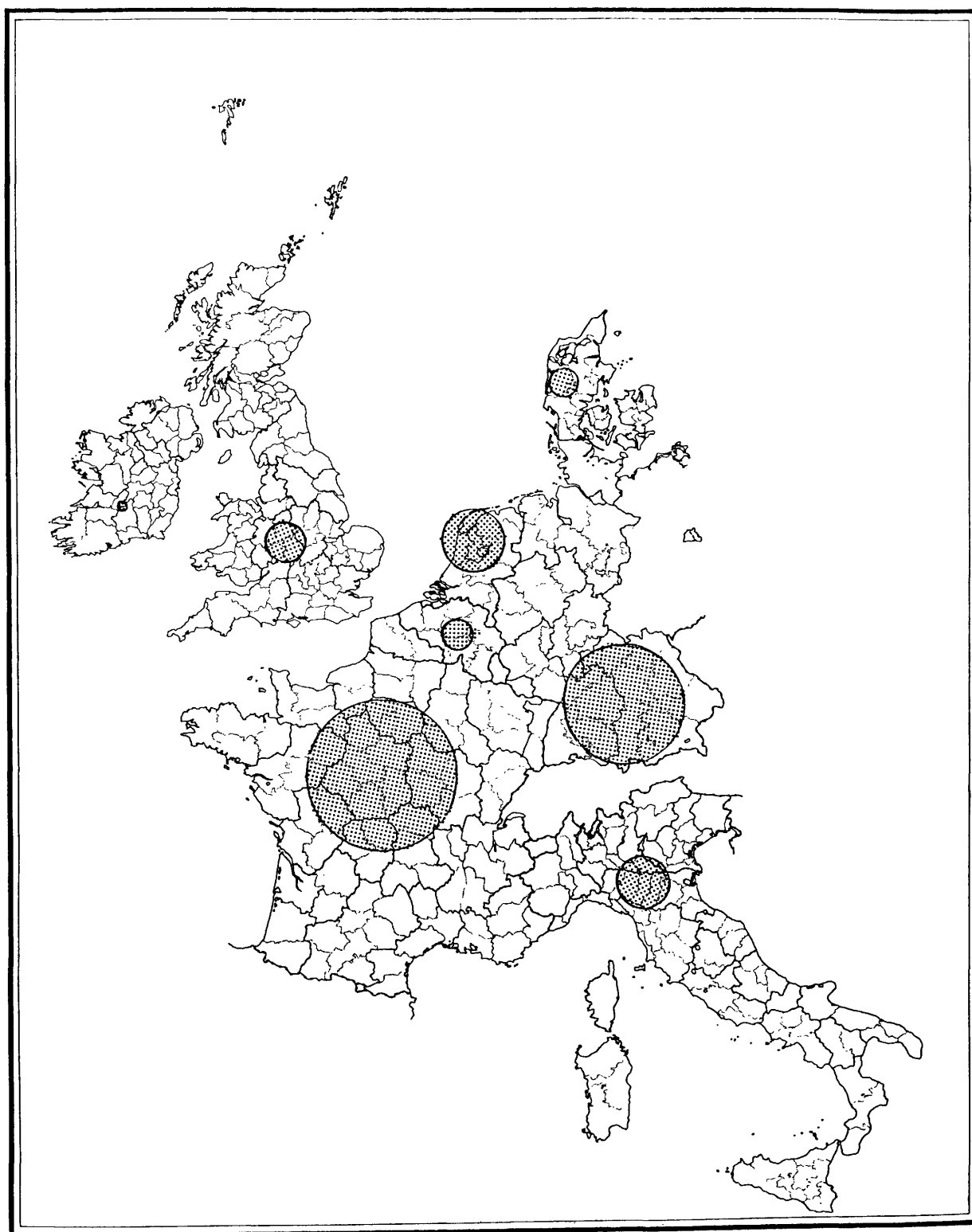
\*\*\* Estimation


Source : C.I.D.E.

La consommation par pays, reproduite sur la carte 4 pour l'année 1975, indique une structure intra-communautaire de la consommation très différente de celle de la production.

La France, premier pays producteur, est également le plus gros consommateur tout en présentant un large excédent disponible à l'exportation (en 1975, 870 000 tonnes produites, 530 000 tonnes consommées). Viennent ensuite la République Fédérale Allemande avec une production de 60 000 tonnes pour une consommation de 418 000 tonnes et les Pays-Bas (consommation 243 000 tonnes, production 126 000 tonnes). La consommation de l'Italie, du Royaume-Uni et de la Belgique se situe pour chacun d'entre eux à un niveau compris entre 100 000 et 200 000 tonnes; la Belgique importe la quasi-totalité de sa consommation, le Royaume-Uni est pratiquement autosuffisant, alors que l'Italie couvre environ 75 % de ses besoins. Enfin, le Danemark consomme environ 85 000 tonnes soit le tiers de sa production.

Carte 4- Carte des consommations des fourrages verts déshydratés dans la Communauté Economique Européenne (1975).



 100 000 t

## B- La destination finale des produits déshydratés

En alimentation animale, les produits déshydratés en provenance des fourrages verts ont deux destinations principales. Ils entrent :

- soit dans la fabrication d'aliments composés destinés principalement aux monogastriques (volailles, porc, lapin, cheval) mais parfois aux ruminants (bovins laitiers ou à l'engraissement, ovins, caprins...). Le choix des fabricants d'aliments du bétail pour cette matière première porte sur des aspects divers de sa composition : protéines, pigments caroténoïdes, cellulose...

- soit comme aliment concentré, dans les rations proposées aux bovins. Dans ce cas, le fourrage déshydraté est autoconsommé (1) ; il sera recherché en vertu de sa concentration énergétique (maïs plante entière) ou de son contenu en matières azotées (herbe récoltée jeune, luzerne...) ou des deux simultanément.

Les informations incomplètes fournies par les différents pays membres sur la destination animale précise ou estimée des produits déshydratés, interdisent toute vision d'ensemble (tableau 5).

Tableau 5 - Utilisation des fourrages verts déshydratés  
Répartition entre les différentes espèces animales

(Pourcentage de la consommation nationale pour les aliments du bétail  
Pourcentage de la production pour l'autoconsommation (1)).

	Aliments composés du bétail					Usage fermier (2)
	Monogastriques			Ruminants	Divers	
	Volailles	Porcs	Lapins			
Allemagne	50		-	50	-	90
Belgique	50		-	50	-	20
Danemark	-		-	-	-	10-15
France	15		28	56	1	34
Royaume Uni	21		-	78	-	10-15
Pays-Bas	51		-	49	-	50
Irlande	-		-	-	-	-
Italie (3)	60-65	15-20	5-10	1-2	5-10	0
TOTAL CEE	49			51		27

(1) Estimations

(2) Autoconsommation fermière (herbe principalement)

(3) Selon l'Association Nationale des Déshydrateurs de Fourrages Verts  
Italiens - Padova 1977

(1) Le produit autoconsommé est repris par l'éleveur à la sortie de l'usine sans être commercialisé, pour être distribué à son propre cheptel ; cette opération est également désignée par le terme "usage fermier"

L'usage fermier varie beaucoup selon les pays de la C.E.E. sans qu'il soit toujours certain que les tonnages séchés par les producteurs privés et les exploitations agricoles, se trouvent en totalité incorporés dans les rations animales de l'exploitation (vente active directe d'une fraction variable aux marchands et industriels, par exemple au Royaume-Uni, 30 à 35 %).

. L'introduction dans les divers types d'aliments composés semble aussi très diverse entre les Etats membres; l'aviculture au sens large (y compris la production du lapin...) paraît toutefois être la principale spéculation animale bénéficiaire parmi les monogastriques. Dans de nombreux pays, les ruminants consomment aussi une part notable mais difficilement chiffrable, englobant l'autoconsommation fermière et les aliments spécifiques.

Malgré cette insuffisance d'information, préjudiciable à toute vue prospective fondée sur la réalité, il faut constater que monogastriques et ruminants se partagent les aliments verts déshydratés, avec une importance variable au sein des Etats membres (au Royaume-Uni, les ruminants seront les principaux bénéficiaires, en Italie il s'agira des monogastriques). Néanmoins, dans la mesure où les ruminants consomment la quasi totalité de l'herbe déshydratée produite, la luzerne entre pour 65 % dans les régimes pour monogastrique et selon toute vraisemblance s'adresse essentiellement aux volailles (13 % aux lapins).

Compte tenu des tonnages importants d'aliments composés livrés au sein de la C.E.E. aux espèces monogastriques (porcs et volailles) correspondantes (cf. tableau 6) soit 66 % du tonnage total, chacun mesure l'importance de l'enjeu, même si le taux d'introduction dans ces rations reste modeste (cf. chapitre alimentation des monogastriques).

Tableau 6 - Production d'aliments composés dans la CEE en 1975  
(en 1000 tonnes).

catégorie d'aliment	Etats membres								Total CEE
	R F A	Belgique	Danemark	France	Royaume Uni	Irlande	Italie	Pays-Bas	
bovins	3 472	867	1 124	1 515	4 434	338	879	3 334	15 963
porcins	4 134	4 041	1 105	4 200	2 184	400	2 042	4 545	22 651
volailles	3 481	1 018	549	3 812	3 350	240	2 529	2 184	17 163
autres	386	152	75	874	222	16	297	202	2 224
aliments d'allaitem.	410	53	23	708	34	25	248	407	1 908
Total pays	11 883	4 735	2 876	11 109	10 224	1 019	5 995	10 672	59 909

Source : FEFAC

. Il faut également souligner le fait que les fourrages verts déshydratés assurent une part insignifiante (3,5 %) de l'approvisionnement protéique de la C.E.E. destiné à l'alimentation animale (cf. tableau 7). Leur contribution n'apparaît pas meilleure même dans un Pays membre fort consommateur comme la France (participation à raison de 6,8 % au bilan protéique 1975 (cf. tableau 8).

**Tableau 7 - Sources principales d'approvisionnement en protéines de la C.E.E. pour l'alimentation animale (1975)**

aliments protéiques	tonnage (1000 tonnes de protéines brutes)	contribution à l'approvisionnement en %
tourteaux	7 130	77,7
fraines animales	1 125	12,2
lait en poudre	4 459	5,0
fourrages déshydratés (1)	309	3,5
graines de légumineuses	150 (2)	1,6
	9 173	100,0

(1) sauf pulpes

(2) estimation

Source : Tourteaux et autres matières riches en protéines 1975-76

INRA et Charles Robert S.A. .

**Tableau 8 - Sources principales d'approvisionnement en protéines de la France pour l'alimentation animale (1975 et 1976)**

aliments protéiques	1975		1976	
	tonnage (1)	contribution en %	tonnage	contribution en %
tourteaux	1 098	70,1	1 388	71,2
farines animales	95	6,0	151	7,7
pulpes de betteraves	67	4,2	70	3,6
luzerne déshydratée	106	6,8	100	5,1
poudre de lait	134	8,6	165	8,5
urée	48	3,0	60	3,0
divers	18	1,3	16	0,9
Total	1 566	100	1 950	100

(1) poids de protéines brutes en 1000 tonnes

(2) coefficient 2,4 (1 tonne d'urée équivaut à 2,4 t de protéines)

(3) lactosérum, levures

Source : Tourteaux et autres matières riches en protéines 1975-76

INRA et Charles Robert S.A.

## II- LES ECHANGES INTERNATIONAUX

=====

L'étude de la consommation et du taux d'autofourniture par pays, présentée ci-dessus, dégage les bases des échanges internationaux :

- trois Etats membres sont fortement déficitaires : la République Fédérale Allemande, les Pays-Bas et la Belgique
- deux Etats membres présentent des productions excédentaires : la France et le Danemark, encore que les quantités disponibles à l'exportation dans ce dernier aient diminué depuis 1972
- le Royaume-Uni, l'Irlande et l'Italie sont presque auto-suffisants sauf l'Italie dont les importations en 1975 se sont élevées à 45 000 tonnes (40 000 tonnes pour 1976 selon les estimations italiennes) alors qu'elles n'avaient jamais dépassé 30 000 tonnes jusque là.

Le tableau 9 illustre cette classification. Globalement, les exportations des deux pays exportateurs nets, la France et le Danemark, qui avaient augmenté régulièrement jusqu'en 1973, ont connu une brusque chute en 1974, pour reprendre une croissance en 1975. Les importations des trois pays importateurs nets ont suivi le même mouvement. Parmi l'ensemble des causes ayant amené cette discontinuité, la baisse de la production danoise est probablement la plus importante, bien que d'autres aient pu jouer de façon non négligeable.

Tableau 9 - Importations nettes et exportations nettes des pays de la Communauté Economique Européenne (1) herbe et luzerne (tonnes)

	1972	1973	1974	1975	1976
<i>pays exportateurs nets</i>					
. France	227 000	310 000	271 000	339 000	75 000
. Danemark	<u>184 000</u>	<u>250 000</u>	<u>151 000</u>	<u>155 000</u>	<u>129 000</u>
<i>Total</i>	511 000	560 000	422 000	494 000	204 000
. Royaume Uni					<u>15 000</u>
					<u>219 000</u>
<i>pays importateurs nets</i>					
. R.F.A.	276 500	388 810	320 000 (2)	331 273	408 000
. Belgique	70 200	91 870	90 000 (2)	100 000	72 000
. Pays-Bas	167 000	256 800	150 000 (2)	123 000	112 000
. Italie	30 000	25 000	25 000	45 000	35 000
. Royaume-Uni	-	<u>5 000</u>	<u>5 000</u>	<u>5 000</u>	-
<i>Total</i>	543 700	767 480	590 000	604 273	627 000

(1) : Il semble que l'Irlande n'ait ni importations ni exportations de taille significative

(2) : Estimation

Source : CIDE.



## A- Le marché communautaire

Enfin, si l'on excepte le cas de l'Italie dont les importations proviennent surtout des Pays de l'Europe de l'Est (Hongrie notamment) le commerce intra-communautaire des fourrages verts déshydratés porte sur cinq Etats membres seulement. Les tableaux A.1, A.2 et A.3 montrent la répartition des volumes importés et exportés pour ces cinq pays. Les fluctuations du marché d'une année sur l'autre ne permettent pas de calculer des proportions fixes pour les différents flux, mais on peut préciser les points suivants :

- les importations belges proviennent uniquement de France
- les importations de la R.F.A. proviennent environ pour un tiers de France, un tiers du Danemark, un quart de Hongrie ; le reste est fourni en petites quantités par de nombreux pays, au rang desquels il faut citer la Yougoslavie (18 000 t en 1975), les Pays-Bas (14 350 t), la Chine Populaire (7 000 t).

Dès 1973, la part des importations provenant du Danemark tend à diminuer ; on peut faire la même constatation pour les quantités exportées par la France en 1976. Ces deux phénomènes sont liés à des déficits de production, déjà expliqués dans les deux pays considérés.

- les importations des Pays-Bas, au contraire, sont caractérisées par la prédominance des importations en provenance de la France, puisque là aussi celles qui proviennent du Danemark ont très fortement diminué.

Les exportateurs français et danois se trouvent donc en concurrence sur les marchés allemands et néerlandais, alors que la Belgique s'approvisionne seulement en France. Les transactions portent surtout sur la luzerne (uniquement sur la luzerne pour les exportations françaises) et la norme de qualité retenue en référence est en général la norme 18-125 (18 % de matière azotée totale, 125 mg de carotène/kg). Cependant la qualité effective du produit peut être inférieure ou supérieure ; dans ce cas, la différence se trouve prise en compte au niveau des prix. Enfin, la plus grande partie des exportations françaises est commercialisée par les groupements de vente de ce pays.

## B- Les échanges avec les pays tiers

Les exportations des Etats membres de la Communauté à destination des pays tiers sont très faibles et n'excèdent pas 10 à 20 000 tonnes. Par contre, les importations en provenance de ces pays tiers couvrent le déficit de production par rapport à la consommation et avoisine à 185 000 tonnes environ en 1975. Le tableau A.4 donne un aperçu de la production des principaux pays tiers producteurs, bien que les chiffres soient peu sûrs, surtout pour les pays de l'Europe de l'Est. Les importations proviennent surtout de deux de ces Etats, les U.S.A. et la Hongrie. Ce dernier exporte principalement en République Fédérale Allemande, ce qui est logique eu égard aux positions géographiques respectives des deux Etats. Les U.S.A. exportent à la fois en République Fédérale Allemande et aux Pays-Bas surtout, compte tenu des équipements et des structures d'accueil du port de Rotterdam.

Pour l'année 1976, marquée par un déficit de production important, surtout en France (1), on a également enregistré des importations françaises en provenance des U.S.A. (tableau A.5) ce qui est un phénomène nouveau dont on pouvait penser qu'il disparaîtrait avec le rétablissement en 1977 de la production à un niveau proche de celui de 1975. Ces importations par le premier Etat exportateur de la Communauté s'expliquent par la nécessité d'alimenter un marché intérieur où la demande se maintenait par rapport à 1975, alors qu'une bonne part de la production était engagée à l'exportation. En fait, au niveau de l'ensemble de la Communauté, loin de se résorber pour 1977, ces importations des pays tiers ont encore augmenté, en octobre de cette année, la C.I.D.E. les estimait à 250 000 - 300 000 tonnes en provenance des pays de l'Est (Hongrie notamment) et 200 000 tonnes en provenance des U.S.A.

Cette concurrence vis-à-vis des fournisseurs communautaires traditionnels (France, Danemark) des Etats membres principaux importateurs (R.F.A., Pays-Bas, Belgique) explique en grande partie la baisse des cours pendant l'année 1977, alors qu'elle avait débuté avec une légère tendance à la hausse.

Pour compléter ce paragraphe consacré aux circuits d'approvisionnement, nous avons représenté dans des schémas établis pour chaque Etat membre, les quantités de fourrages vers déshydratés enregistrées à différents niveaux :

- production
- répartition entre autoconsommation et commercialisation
- répartition entre importation et exportation
- destination finale.

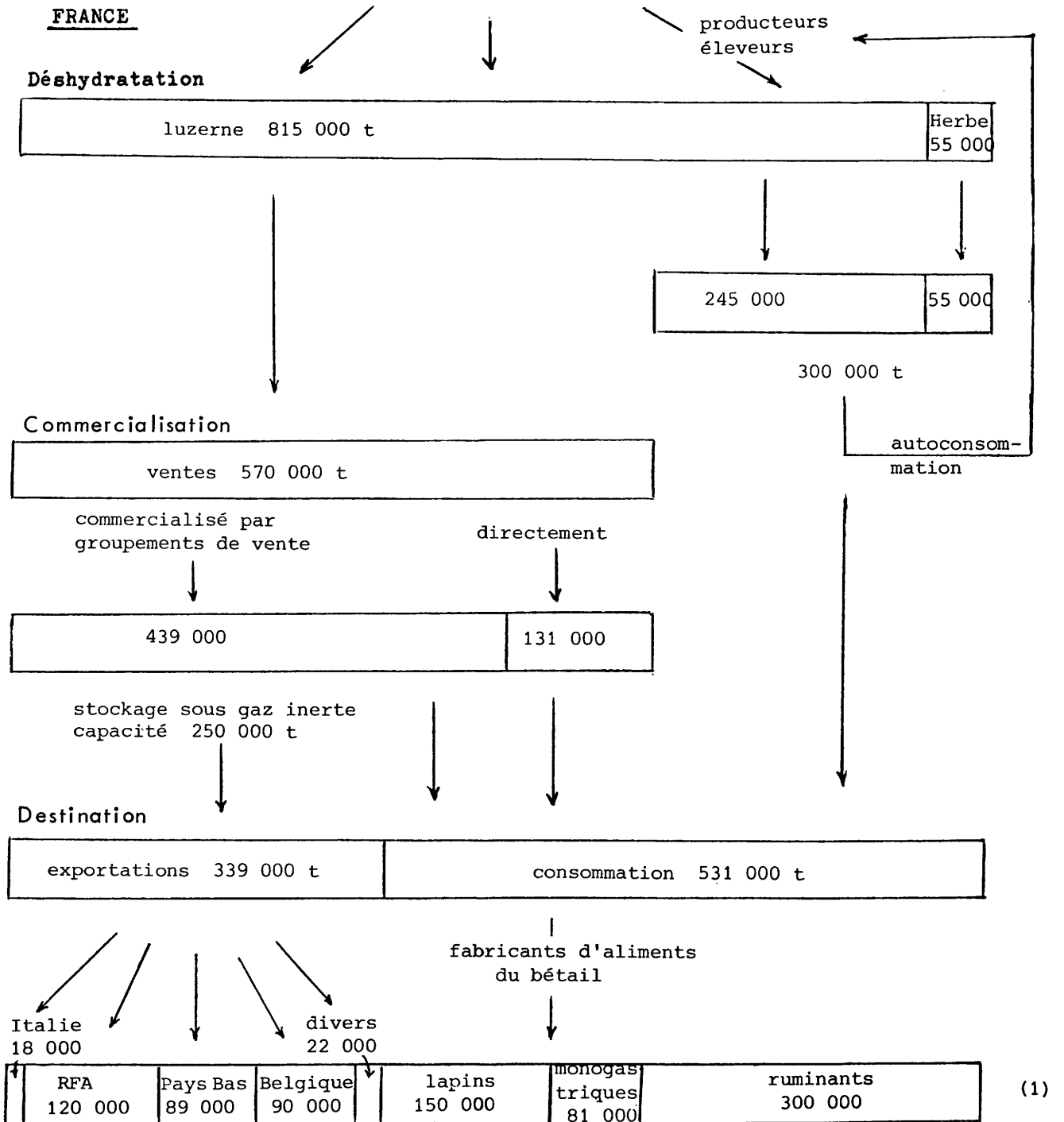
Ces schémas sont reproduits dans les pages suivantes, ainsi qu'un schéma récapitulatif simplifié pour l'ensemble de la Communauté.

---

(1) D'après les statistiques des Douanes Françaises, les importations totales de fourrages déshydratés pour l'année civile sont de 189 485 tonnes.

**SCHEMA RECAPITULATIF DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION DANS  
LES ETATS MEMBRES**

**Producteurs de fourrages verts**

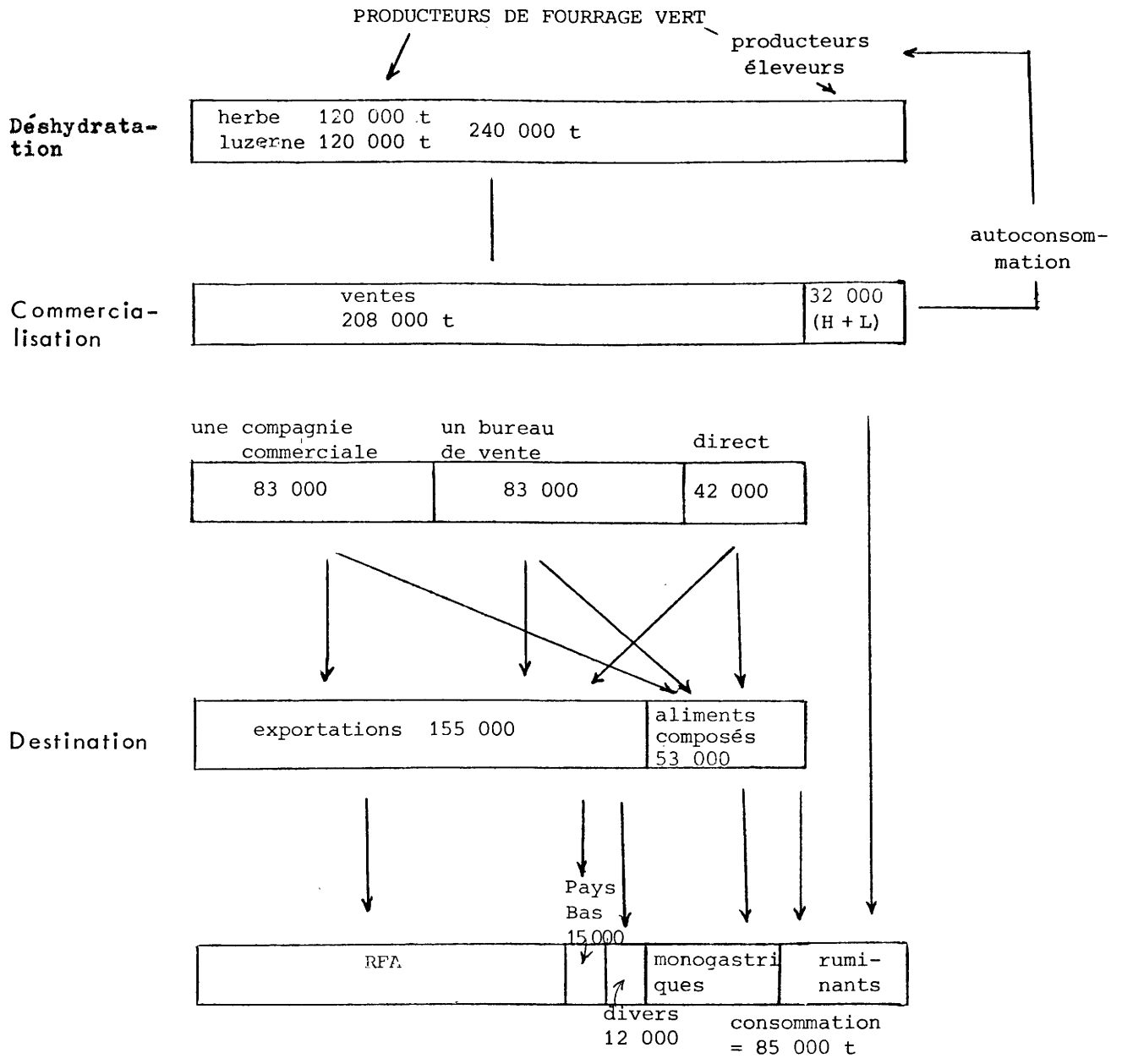


échelle

100 000 t

(1) il ne s'agit-là que d'estimations approximatives

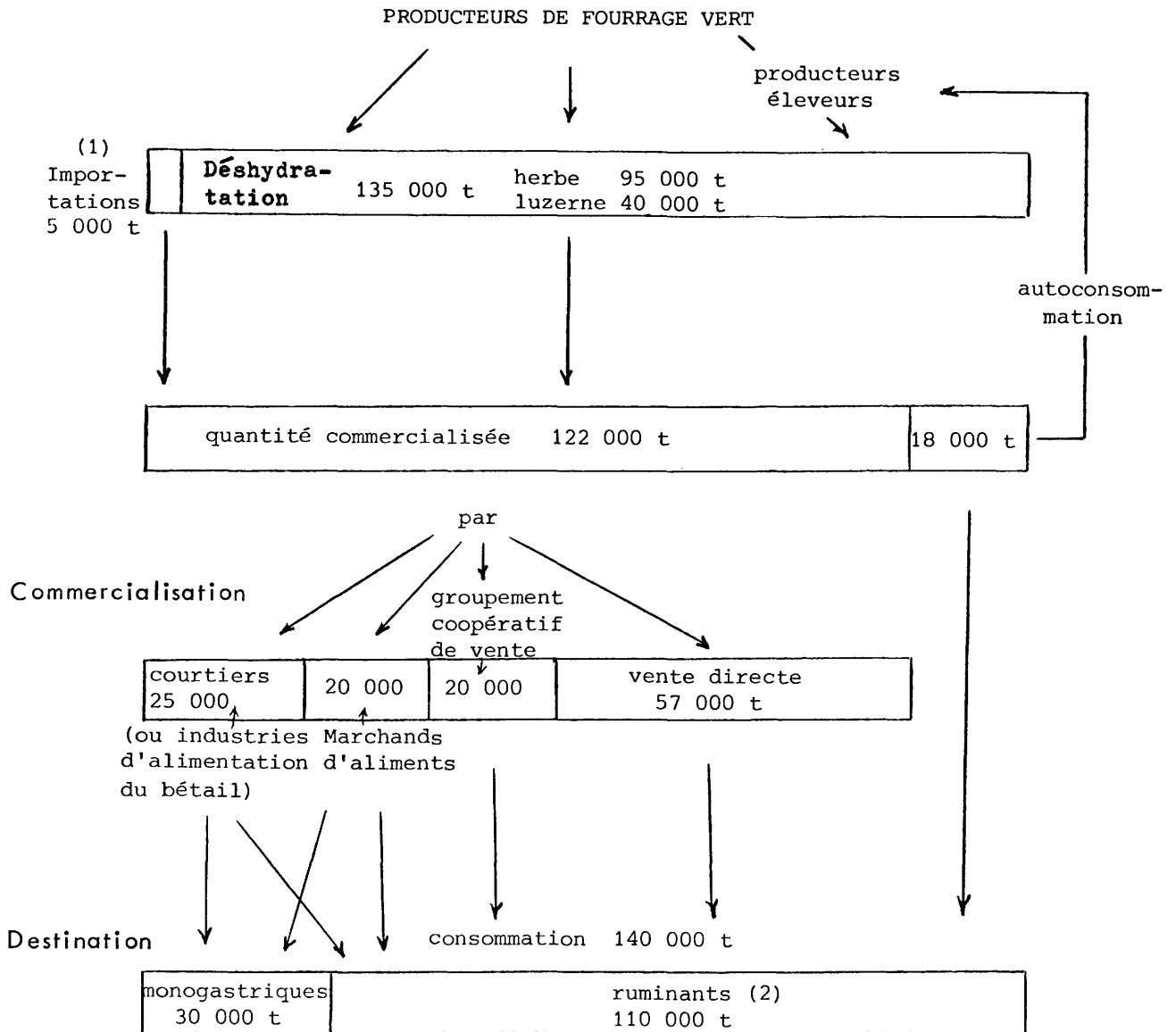
DANEMARK



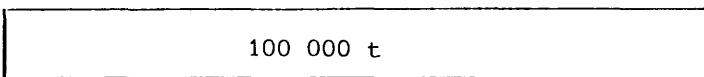
échelle

100 000 t
-----------

ROYAUME UNI



échelle



(1) en 1976, pour la première fois, le Royaume Uni a exporté une partie de sa production (15 000 t)

(2) estimation

ITALIE

Pays de l'Est Hongrie	France
--------------------------	--------

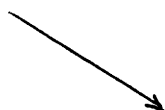
27 000 t    18 000 t



PRODUCTEURS DE FOURRAGE VERT



importations 45 000 t	Déshydratation luzerne seule 130 000 t
--------------------------	--



Commercialisation

vente directe sans organisme de vente aux fabricants d'aliment du bétail	175 000 t
---	-----------



Destination

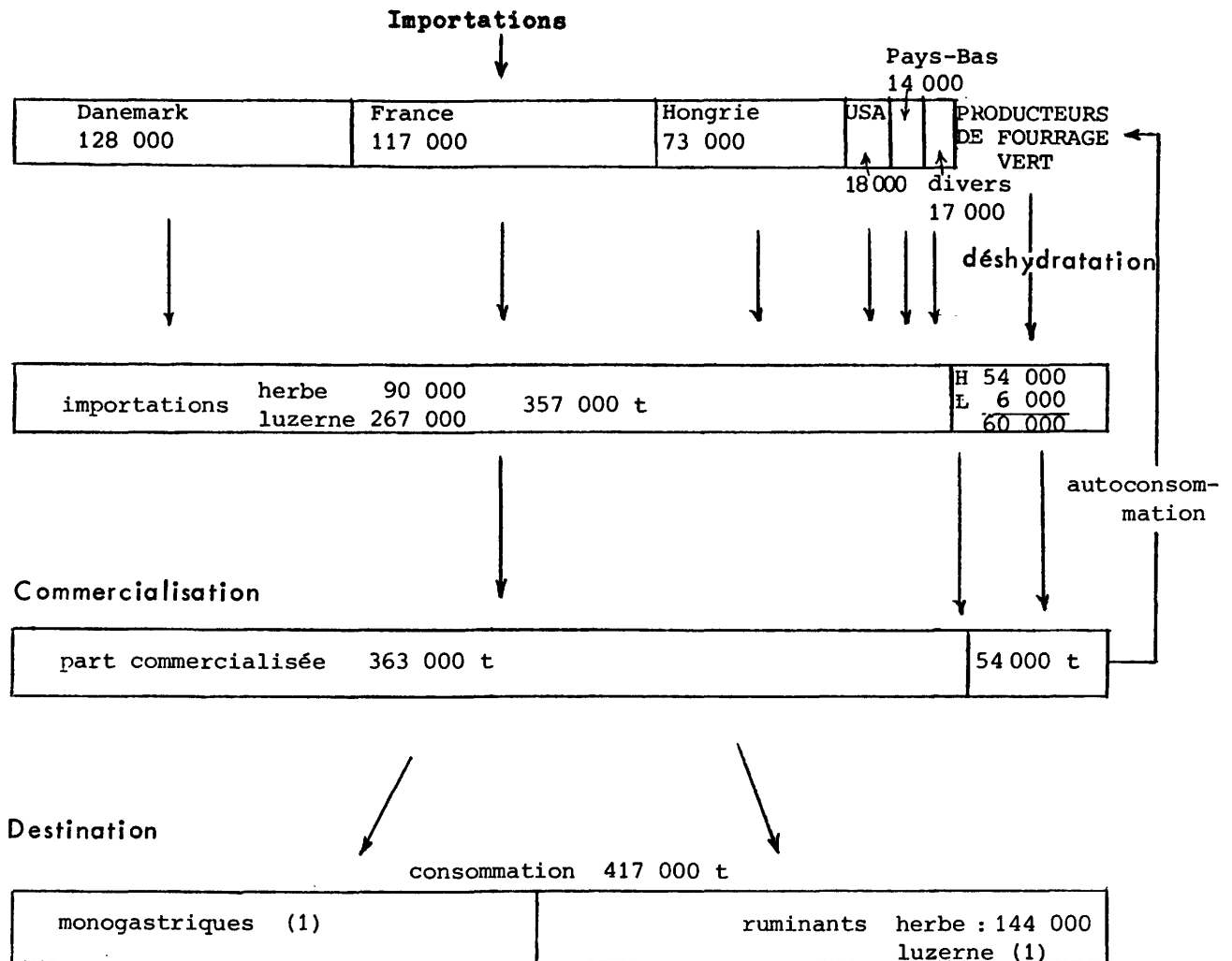
consommation 175 000 t dans les aliments pour :

aviculture 110 000 t	porcs 30 000 t	lapins 15 000 t	bovins
			2 500 t
			divers
			17 500 t

échelle

100 000 t
-----------

R.F. d'Allemagne

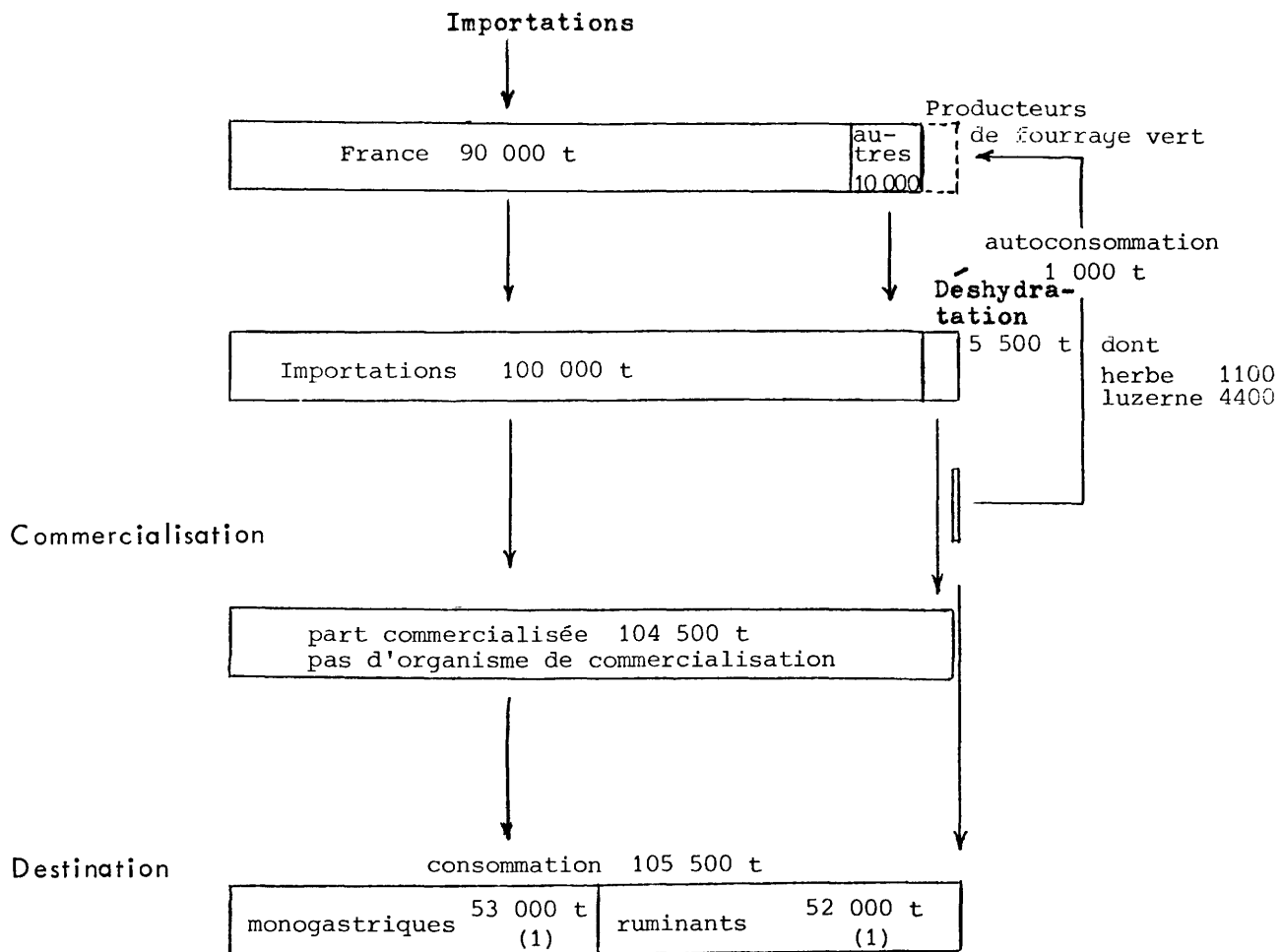


échelle

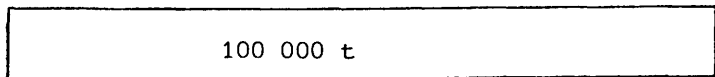
100 000 t
-----------

(1) Nous ne connaissons pas la répartition de la consommation de luzerne entre monogastriques et ruminants. On peut supposer que la consommation de cette dernière catégorie n'excède pas 75 000 t, ce qui laisserait 200 000 t pour les monogastriques.

BELGIQUE



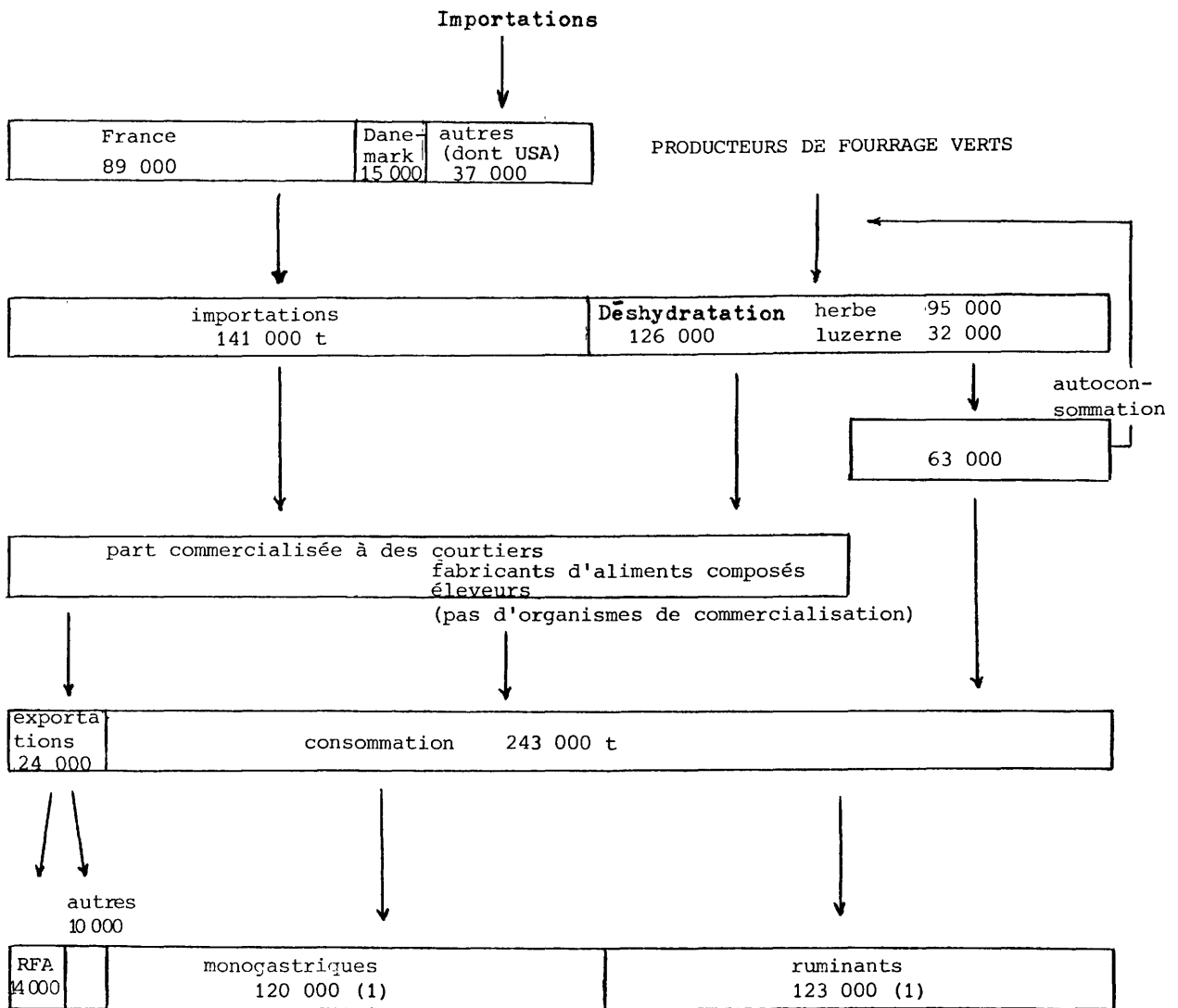
échelle



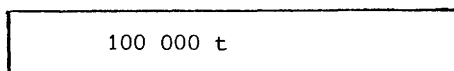
(1) estimation



PAYS-BAS

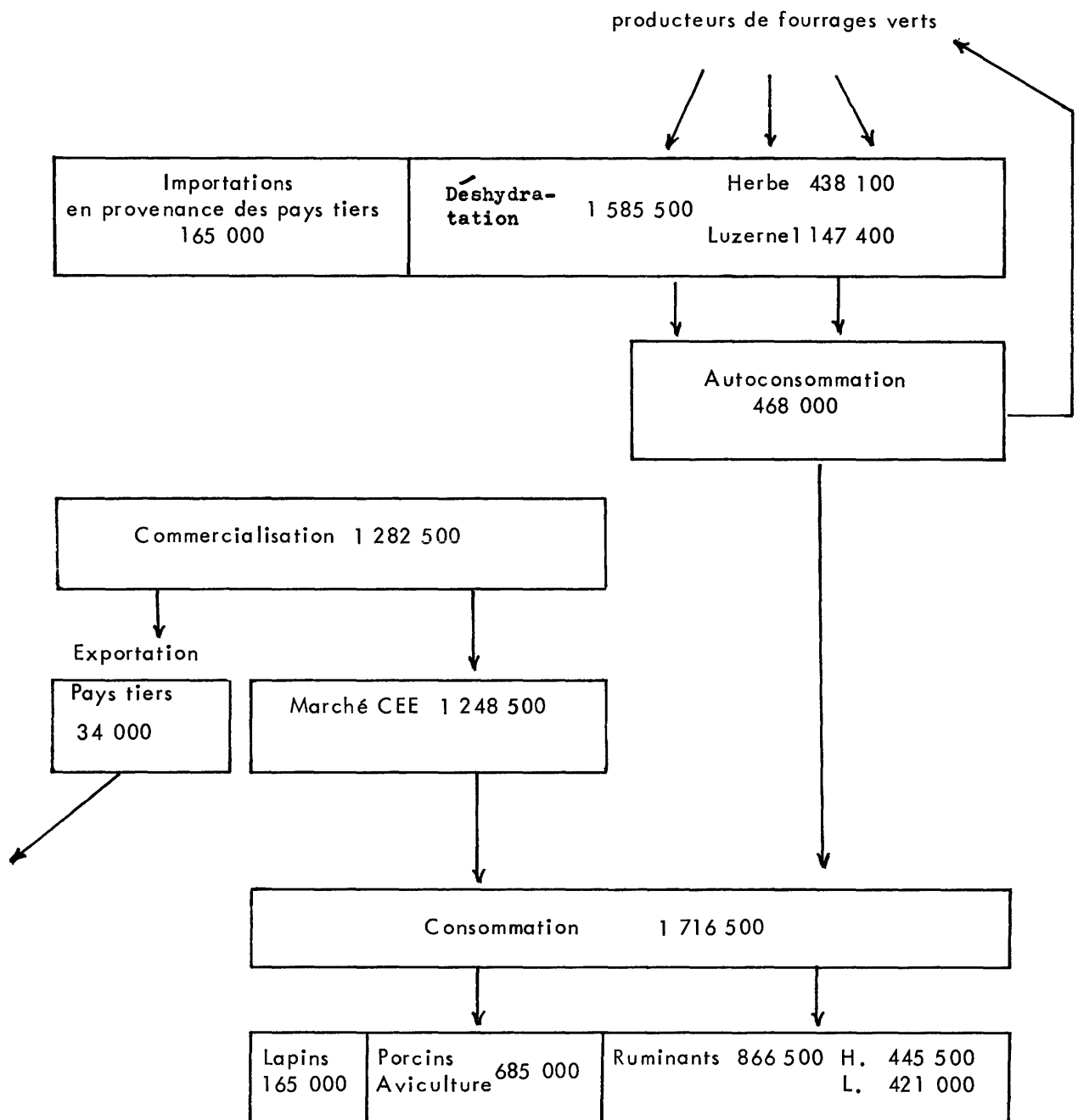


échelle



(1) estimation

SCHEMA RECAPITULATIF POUR L'ENSEMBLE DE LA C.E.E. (1975)



### III- NOTE SUR L'AIDE COMMUNAUTAIRE AUX FOURRAGES VERTS DESHYDRATES

Au début de l'année 1974, le Conseil des Communautés décidait d'attribuer une aide à la production de fourrages verts déshydratés ; cette aide était conçue comme une incitation au développement de cultures riches en protéines (luzerne et graminées fourragères essentiellement) et intervenait dans une conjoncture difficile pour les déshydrateurs, confrontés à une hausse brutale des prix de revient (cf. infra ). Nous aurons l'occasion dans le courant de l'étude de revenir sur les incidences de cette mesure ; nous nous contentons donc ici d'en préciser les modalités.

Le Règlement n° 1067/74 du Conseil prévoit l'octroi d'une aide au producteur de fourrages verts destinés à être déshydratés. Cette aide, fixée par tonne de produit sec, est réévaluée au début de chaque campagne (1er avril) et financée par la section garantie du FEOGA ; le versement est effectué aux producteurs par l'intermédiaire des administrations nationales. Ce régime d'aide était prévu pour quatre campagnes, de 1974-75 à 1977-78 et le montant de l'aide a été fixé ainsi :

campagne 1974-75	6 puis 6,5	unités de compte
" 1975-76	8	unités de compte
" 1976-77	9	"
" 1977-78	9,55	"

## CHAPITRE II -

---

### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ESSENTIELLES DEFINITIONS ET BASES D'UNE TYPOLOGIE DES INSTALLATIONS DE DESHYDRATATION

---

#### I- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES MAJEURES DE LA DESHYDRATATION

##### A - La déshydratation des fourrages. Place parmi les autres méthodes de conservation

###### 1- Méthodes de conservation des fourrages verts

Deux voies principales s'offrent en agriculture pour conserver les produits végétaux destinés à l'alimentation animale et récoltés à des stades très aqueux :

- . la voie sèche ou physique comportant trois procédés de dessiccation :  
le fanage ou fenaison naturelle, la dessiccation par ventilation sous abri et la déshydratation
- . la voie humide ou microbienne constituée par l'ensilage.

Il convient d'observer en premier lieu que les diverses espèces végétales susceptibles d'être soumises à la déshydratation ne se prêtent pas indifféremment aux autres techniques de conservation citées (cf. tableau 10). Certaines plantes (maïs, crucifères fourragères, espèces industrielles soumises à un traitement agroalimentaire préalable d'extraction, comme par exemple la betterave sucrière) ne peuvent être séchées par voie naturelle, y compris par ventilation, dans les conditions climatiques communes des pays de la Communauté. Par contre, si les graminées fourragères se prêtent bien aux divers procédés de conservation, les légumineuses prairiales supportent mal le fanage au sol (perte par effeuillage lors du bottelage). L'ensilage apparaît comme la méthode générale de conservations la plus régulièrement concurrente de la déshydratation.

**Tableau 10 : Procédés de conservation**

	<i>fenaïson naturelle</i>	<i>ventilation sous grange</i>	<i>ensilage</i>	<i>déshydratation</i>
1°) <u>Fourrages verts</u> :				
• <i>graminées fourragères (ray-grass d'Italie, fétuque élevée)</i>	++	++	++ à +	++
• <i>céréales fourragères (plantes entières)</i>				
- blé, orge, sorgho	0	0	+	+
- maïs	-	-	++	++
• <i>légumineuses fourragères</i>				
- luzerne, trèfle violet	0 à +	0 à +	0 à +	++
• <i>crucifères fourragères</i>	-	-	0 à +	+
2°) <u>Résidus agro-industriels</u> :				
• <i>pulpe de betteraves</i>	-	-	++	++
• <i>marc de pomme</i>	-	-	++	++
• <i>drèches de brasserie</i>	-	-	++	+

**Légende :** ++ opération facilement réalisable, courante et à réussite assurée  
 + opération possible mais à réussite médiocre (ou mode de conservation peu fréquent)  
 0 opération difficile, réussite aléatoire  
 - mode de conservation impossible.

En outre, il faut remarquer les différences offertes pour le transport ou la commercialisation selon les modes de conservation : la voie humide qui met en jeu des processus fermentaires d'origine microbienne, interdit tout transport à distance d'une quantité importante d'ensilage, en raison d'une stabilisation provisoire du produit. (nécessité d'une consommation sur place). Cet inconvénient disparaît avec les formes sèches qui se distinguent entre elles par leur facilité de manipulation et leur densité volumique (1), fonction du type de présentation des produits.

La plupart des produits déshydratés offrent de ce point de vue l'avantage de pouvoir être logés pour un tonnage important sous un faible volume tout en ayant recours à des procédés de manutention simples et fort répandus (voie pneumatique)

(1) La densité volumique s'exprime en kg/m<sup>3</sup> ; avec les formes sèches, cette valeur varie de 80 pour le foin en vrac à 850 pour les pellets de luzerne (tableau 13), soit pour cette dernière présentation un chiffre proche de celui du grain stocké en silo.

Par ailleurs, divers facteurs, d'ordre physique ou biologique, occasionnent des pertes quantitatives ou qualitatives des produits végétaux conservés (cf. annexe I); toutes les améliorations successives en matière de technologie fourragère visent à une réduction sans cesse plus poussée des déperditions tout en restreignant pour l'agriculteur, la pénibilité du travail. Ces diverses innovations ont malheureusement comme contre-partie fréquente, l'accroissement du coût du fourrage conservé et compte tenu de l'intensification de la mécanisation, un alourdissement du bilan énergétique.

Enfin, avant même de définir la déshydratation parmi les autres techniques de séchage citées, il faut insister sur le fait que dans la pratique agricole, chaque type de conservation englobe en plus du procédé de conservation proprement dit, diverses opérations placées tant en amont (récolte, transport du fourrage humide..) qu'en aval (conditionnement, stockage, reprise du produit conservé...). En conséquence, une étude technico-économique de la déshydratation ou de tout autre mode de conservation doit prendre en compte toute la chaîne technologique et l'ensemble des opérations indissociables qui la caractérise (nécessité d'étudier le "système de conservation").

On trouvera dans l'annexe I une description succincte de ces différents procédés de conservation.

## 2- Définition de la déshydratation et raisons techniques générales de son choix

### a) Définition de la déshydratation d'un fourrage

Celle-ci peut se fonder sur les modalités de dessiccation : la déshydratation consiste à sécher rapidement et à l'aide d'un courant d'air réchauffé à plus de 100° C par une source de chaleur artificielle, un produit végétal humide récemment récolté (fourrage vert), parfois stocké (tubercules de pommes de terre) ou ayant subi un traitement agro-industriel préalable (pulpes de betteraves, marc de pommes, drèches de brasserie...).

Les installations se classent en deux groupes selon la température de l'air insufflé dans le produit frais en vue du séchage :

- celles à basse température (entre 100 et 300°C) qui, peu nombreuses actuellement et parfois mobiles, assurent une dessiccation ordinairement lente surtout avec les matériels anciens (séchage en 1 à 4 heures),

- celles à forte température (entre 600 et 1100°C), qui, de loin les plus fréquentes et toujours fixes, sèchent le produit rapidement (10 à 30 minutes).

Ces deux options correspondent à du matériel, à des techniques et à des objectifs différents (cf. techniques de déshydratation).

En déshydratation et quel que soit le type de séchage usité, l'humidité origine, variable selon la nature des matières premières végétales à sécher (en général 75 à 85 %) est abaissée en un laps de temps court jusqu'à une valeur légèrement inférieure à celle garantissant une bonne conservation (12 à 13 %), soit en général vers 10 % d'eau.

La déshydratation se distingue nettement par sa brièveté et la dépense calorifique engagée (1), des deux autres systèmes possibles de dessiccation :

. le fanage au sol ou fenaison naturelle exploite la capacité évaporatoire du soleil, activée par diverses manipulations mécaniques (aplatissement du fourrage ou conditionnement, éparpillements et retournements journaliers des andains...).

. la ventilation sous abri ou en grange qui consiste à placer sur une aire spécialement aménagée, le fourrage partiellement séché au champ et à achever la dessiccation en soufflant dans la masse de l'air froid ou réchauffé (30 à 40° C au plus) pendant quelques heures.

#### b) Raisons techniques générales du choix de la déshydratation

Les motifs du recours à la déshydratation apparaissent très divers selon les pays, mais trouvent ordinairement une explication à travers l'évolution historique des productions animales et fourragères, la nature des structures agraires ou agro-industrielles et finalement les objectifs particuliers à chaque installation.

D'un point de vue très général, la recherche primitive de cette technique, vise en matière de fourrage, à stabiliser rapidement un produit végétal humide, non résorbé dans des délais courts pour la consommation animale (excédents fourragers saisonniers en zone d'élevage, culture de vente ailleurs). En outre, et comme nous l'avons déjà signalé, la compression et l'agglomération du fourrage sec conduisent à des présentations qui facilitent la manutention, le transport et restreignent les volumes de stockage (densité de 5 à 9 fois supérieure à celle du vrac).

Parmi tous les procédés de conservation des fourrages connus et praticables à l'échelle agricole, la déshydratation assure la meilleure préservation quantitative et qualitative du produit d'origine. En particulier, et ce fait reste particulièrement important à souligner en période de pénurie protéique, cette technique est la seule à conserver l'intégrité des matières azotées présentes chez les fourrages riches.

L'élimination de l'eau, et la condensation du fourrage sec, jointes à une excellente protection de la valeur alimentaire, se solde, pour certains fourrages coupés à un stade précoce, par l'obtention d'un produit concentré (cf. tableau 12) digne de figurer parmi les matières premières (2) employées pour fabriquer des aliments composés pour porcs et volailles, ou des formules fermières de concentrés pour bovins. Sans déshydratation artificielle, ces fourrages n'auraient jamais pu avoir cette destination (la richesse en eau pour l'ensilage, l'amointrissement de la qualité pour le foin ravalent les produits de ces procédés au rang des aliments constitutifs de la ration de base des bovins uniquement.

(1) Il s'agit ici de la dépense calorifique correspondant à la fourniture artificielle d'énergie et non de celle nécessitée pour l'évaporation physique de l'eau.

(2) Les aliments composés et les formulations concentrées ont en commun, pour des impératifs zootechniques, d'être, sous un faible volume sec, riches en énergie et en matières azotées. Cette caractéristique n'est possible qu'en mélangeant des matières premières déjà enrichies.

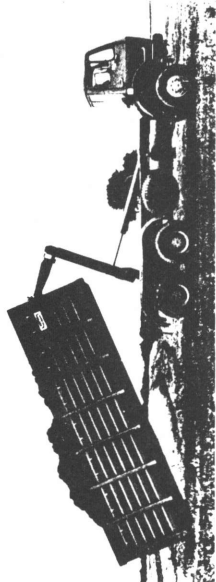
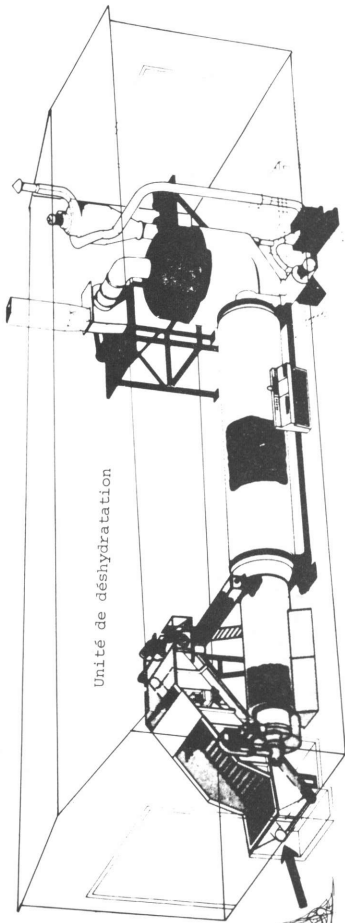
(3) Exception faite de certains foins de luzerne "séchée soleil" dans d'excellentes conditions et conditionnés par la suite.

# Schéma 11

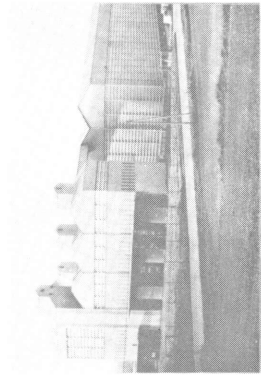
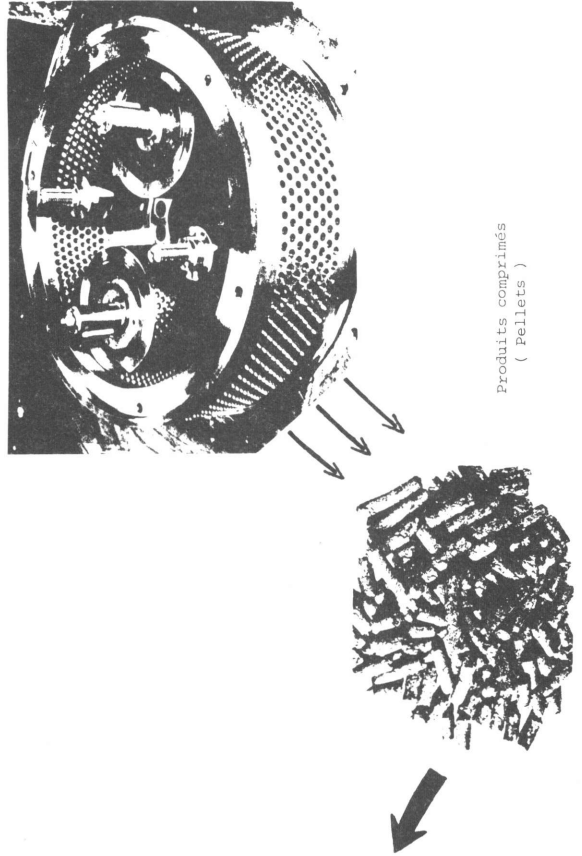
## SYSTEME DE CONSERVATION PAR DESHYDRATATION

Transport

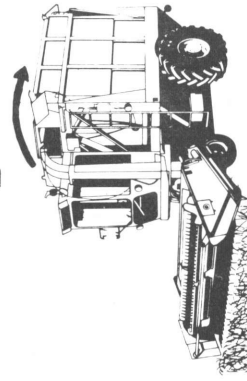
Reprise des bennes et transport à l'unité de déshydratation



Presse conditionneuse



Déversement dans des bennes placées en bout de champ





### 3- Description succincte du système de conservation par déshydratation

De façon simplifiée, la chaîne complète comporte (cf. schéma 11) :

- des cultures réservées à la déshydratation et souvent produites sous contrat,
- des opérations de récolte et de transport du fourrage frais jusqu'au carreau de l'usine,
- le séchage proprement dit dans une déshydrateuse (tambour sécheur pour le dispositif à haute température) et le conditionnement (compactage éventuellement précédé d'un broyage du fourrage sec),
- le stockage éventuel du produit en cellules avant commercialisation (conservation possible sous gaz inerte pour la luzerne) ou sa restitution au producteur en cas d'autoconsommation (stockage à la ferme avant distribution aux animaux).

Cette chaîne de conservation se trouve décrite de façon plus précise, opération après opération dans l'annexe II .

### B- Classement des fourrages déshydratés

Des produits végétaux assez nombreux sont soumis à une déshydratation ; certains, malgré un faible tonnage, ont une forte valeur marchande mais n'intéressent pas cette étude (plantes médicinales et capsules de pavot destinées à l'industrie pharmaceutique, espèces condimentaires diverses, tabac...).

Les caractéristiques élémentaires des principales espèces déshydratées en vue d'un usage alimentaire animal se trouvent rassemblées dans le tableau 12.

La distinction peut porter :

. soit sur la teneur en matière sèche avant déshydratation, variable selon la plante, le cultivar, les conditions culturales et climatiques mais principalement fonction de l'âge du végétal (stade de récolte) ou du traitement subi, conditionnement (1), hachage pour les fourrages verts ou préfanage (2), procédés de traitement, pour les résidus agro-industriels (pulpes de betteraves...). Ce critère est particulièrement important à prendre en compte car le taux de matière sèche du fourrage détermine directement la quantité de combustible nécessaire au séchage.

. soit sur le taux de matières cellulosiques brutes. Toutes les espèces mentionnées, sauf la pomme de terre, se rangent dans la catégorie des fourrages grossiers (au moins 15% de cellulose brute par rapport au poids sec).

---

(1) Le terme de conditionnement désigne ici une opération d'aplatissement généralisé ou de compression localisée du fourrage vert sitôt la coupe. Cette opération réduit le contenu immédiat en eau et facilite son départ.

(2) Le préfanage consiste à laisser séjourner sur le sol pendant quelques heures au plus, un fourrage préalablement préfané afin de réduire son humidité (évaporation d'eau sous l'action du vent et du soleil).

**Tableau 12 : Caractéristiques principales des produits  
fourragers déshydratés**

Catégorie fourragère	Teneur initiale en matière sèche (1)	Taux de MAT (2) en % MS (1)	Taux de cellu- lose brute en % MS (1)	Valeur énergétique UF/kg/MS	Production (1) MS t/ha (5)
1° Graminées fourragères					
- gr. prairiales (3)	16-22	22-13 *	18-28 *	0,65-0,80 *	8-14
- céréales fourragères	12-30	12-7 (8)	20-33	0,55-0,65	4-9
. seigle, avoine, orge	20-30	10-8 (9)	18-24	0,75-0,80 *	7-12
. maïs					
2° Légumineuses fourragères					
- lég. prairiales					
. trèfle violet	13-21	24-16 *	20-38 *	0,65-0,70 *	6-8
. luzerne	14-24	24-18 *	23-33 *	0,55-0,65 *	8-13
- lég. fourragères					
. lupin jaune	9-15	23-19	18-28	-	
. vesce, pois	16-20	24-16 (18)	24-33	0,55-0,65	5-7
. haricot	18-22	18-13		0,60-0,65	
3° Crucifères fourragères					
- colza	9-14	20-14 (15)	16-24	0,65-0,75 *	3-7
- chou moëllier	10-15	22-15 (16)	16-23	0,75-0,85	4-10
4° Résidus agro-industriels					
- pulpes de betteraves (4)	6-20	7-11 (10)	16-20	0,90-1,10	2-3
- marc de pommes	17-18	4-5	18-21	0,65-0,70	
5° Divers					
- pommes de terre	17-26	1-6	1-3	1,10 -1,20	5-8

(1) Selon le stade de récolte, la date de coupe ou le cycle de production \* et (5) date de semis

(2) MAT = matières azotées totales (N Kjeldahl x 6,25)

Entre parenthèses : valeurs les plus courantes pour la teneur en MAT.

(3) Graminées prairiales : prairies temporaires : ray grass italien, dactyle, fétique élevée, etc...  
prairies permanentes

(4) Pulpes préalablement surpressées (17 à 23 % de matière sèche)

1 t de betteraves donne 250 kg de pulpes surpressées à 20 % de MS (rendement/ha : 11 à 14 t. de pulpes surpressées).

. soit sur le contenu en matières azotées totales (MAT), dépendant de l'espèce, de la variété, des conditions climatiques et culturales (fertilisation azotée, irrigation...) et de l'âge de la plante (stade de coupe). Un fourrage jeune sera en général plus riche en matières azotées, en conséquence, une exploitation précoce livre un produit de meilleure qualité protéique (par exemple, une luzerne de première pousse coupée au stade végétatif 30 cm, contient 22 à 25 % de MAT ; exploitée au début floraison, le taux tombe à 17-19 %).

. soit sur la valeur énergétique exprimée par exemple en unités fourragères (U.F.). Ce critère permet de classer les produits déshydratés en deux catégories :

- celle à teneur énergétique moyenne (0,60 - 0,70 UF/kg/MS en moyenne) regroupant la majorité des fourrages verts sauf le maïs plante entière et le chou au contenu légèrement supérieur ;
- celle à forte teneur énergétique (égale ou supérieure à 1 UF/kg de MS en moyenne) et apparentée aux grains de céréales (1) (pulpes et pommes de terre déshydratées).

En se basant sur la richesse en MAT des produits secs et en choisissant un seuil de 13 à 14 %, on ventile les aliments déshydratés en deux groupes :

- ceux moyennement riches en protéines (14 à 20 % de MAT) comparativement aux tourteaux (2). Il s'agit de fourrages verts regroupant plusieurs espèces de légumineuses, de crucifères et de graminées fourragères à l'exception des céréales récoltées comme plante entière (maïs fourrage déshydraté principalement);
- ceux pauvres en protéines et à considérer comme aliments énergétiques (pulpe sèche de betterave, pomme de terre déshydratée, maïs et autres céréales récoltées en plante entière...).

Comme les produits déshydratés constituent des matières premières destinées à entrer dans les rations animales, il est possible de les ranger de façon conventionnelle soit parmi les aliments principalement fournisseurs d'énergie, soit parmi ceux capables de rehausser le taux protéique (tableau 12 et annexe IV). La priorité à accorder selon ce type de classement au choix de l'une ou de l'autre des sources énergétiques ou protéique, dépend de l'intérêt porté par l'utilisateur (éleveur, fabricant d'aliments du bétail...) ou l'autorité chargée de veiller à la valeur des importations eu égard à leur coût en devises.

Dans le cas de la C.E.E. comme l'inquiétude majeure concerne semble-t-il, d'abord la fourniture d'aliments azotés destinés à l'alimentation animale (3), nous excluons dans la suite du document et chaque fois que cela est possible, toute considération relative au groupe de fourrages déshydratés principalement fournisseurs d'énergie (plantes racines, fruits, céréales, plantes entières...).

---

(1) A titre de comparaison, les grains de céréales contiennent 1,10 à 1,30 UF/kg de MS.

(2) Teneur en MAT des tourteaux courants : en pour cent du produit à l'humidité de conservation : arachide = 49, soja = 50 et 44 ; coton = 39, tournesol = 37, colza = 36, lin = 34, coprah-palmiste = 20.

(3) Rapport sur l'approvisionnement de la Communauté en matière de protéines. Commission des Communautés Européennes (COM, 1973, 1850).

## C- Mode de présentation et appellation des formes agglomérées

Les produits secs soumis à un conditionnement à la sortie de la déshydrateuse, se présentent sous des formes qui font l'objet d'une désignation conventionnelle. Le mode de présentation et l'appellation d'un fourrage déshydraté résultent tout à la fois de la combinaison réalisée entre le broyage et les diverses possibilités d'agglomération (cf. tableau 13 ).

Portent le nom de :

- compactés ou cobs, les produits obtenus sans broyage après passage dans une presse à filières,
- condensés ou pellets, ceux agglomérés par une presse à filière mais préalablement broyés,
- comprimés ou wafers, les galettes fabriquées sans broyage à partir de presse à piston (50 à 100 mm de diamètre, épaisseur 20 à 50 mm en général),
- comprimés ou briquettes, les parallélépipèdes à section rectangle issus des presses à compression variable (section 30 x 40 mm par exemple).

Les formes comprimées, assez rares, semblent plutôt inféodées aux unités mobiles de déshydratation. En conséquence, dans la pratique se rencontrent principalement des présentations granulées d'un diamètre variable selon la dimension des ouvertures de la filière utilisée, citons :

- . les pellets ou condensés de luzerne (5 à 10 mm de diamètre)
- . les cobs ou compactés d'herbe ou de maïs (12 à 18 mm en général, parfois jusqu'à 25-30 mm).

## II- BASES D'UNE TYPOLOGIE DES INSTALLATIONS DE DESHYDRATATION

### A- Définition des termes courants employés dans l'étude

#### 1- Producteur

Nous appelons producteur, l'agriculteur ayant sur son exploitation une culture de fourrages destinés à être déshydratés.

Par opposition, le propriétaire d'une usine de déshydratation sera nommé déshydrateur.

Nous avons bien conscience du caractère conventionnel, et donc arbitraire, que peut présenter cette division, d'autant plus que les différences entre pays risquent de rendre son application plutôt malaisée.

Etant dans l'obligation de choisir, nous avons préféré utiliser les définitions les plus couramment admises en France.

**Tableau 13 : Appellations, présentations et caractéristiques physiques des fourrages agglomérés**

Appellations		Présentations	Traitements technologiques		Poids spécifiques moyens (1)	Manutention
Anglo-saxonnes	Françaises	(Forme du produit)	broyage	nature de la presse	kg/m <sup>3</sup>	
<i>Pellets</i>	<i>condensés</i>	<i>granulés (ϕ 5-10 mm)</i>	+	<i>filières (2)</i>	650-850	<i>pneumatique</i>
<i>Cobs</i>	<i>compactés</i>	<i>granulés (ϕ 12-30 mm)</i>	-	<i>filières (2)</i>	550-700	<i>pneumatique</i>
<i>Wafers</i>	<i>comprimés</i>	<i>galettes (ϕ 50-100 mm)</i>	-	<i>piston</i>	250-400	<i>mécanique</i>
<i>Briquettes (3)</i>	<i>briquettes</i>	<i>parallélépipèdes à section rectangle (30 x 40 mm)</i>	-	<i>piston à compression variable</i>	450-550	<i>pneumatique</i>

(1) Poids spécifique en cellule de stockage. A titre de comparaison, un fourrage sec stocké en vrac pèse 80 kg/m<sup>3</sup> ; le pressage en balles à moyenne ou haute densité porte cette valeur à 120-150 kg/m<sup>3</sup>.

(2) Presses filières à matrice couronne ou à matrice plateau. (cf. Annexe II)

(3) Parfois aussi appelées cubes.

## 2- Produits

### Produit frais de l'espèce cultivée

Le fourrage récolté et présenté à l'état brut, à l'entrée de l'usine est nommé produit vert ou produit frais. Le taux de matière sèche de ce produit frais varie, comme nous l'avons déjà indiqué, en fonction de l'âge de la culture (stade de coupe), de la variété, des caractéristiques climatiques, des conditions et des méthodes de récolte, de la nature du produit etc... Ce taux oscille entre les limites assez larges pour les fourrages verts (10 à 30 % - voir tableau 12).

### Produit sec

Le produit obtenu à la sortie des dispositifs de séchage s'appelle produit sec ou produit fini. La norme commerciale prévoit pour celui-ci une teneur en matière sèche de 90 %. Cette norme étant reconnue par tous les pays en Europe, se livrant à la déshydratation, nous considérons que le produit sec détient toujours 90 % de matière sèche soit 10 % d'humidité résiduelle.

Par ailleurs, les formes condensées et compactées (pellets et cobs) de loin les plus courantes, sont fréquemment désignées dans la pratique agricole et commerciale, par le terme unique de "bouchons".

### Nature du produit

Pour ce qui concerne les fourrages verts, on distingue classiquement au plan commercial et statistique, deux catégories :

- . la luzerne,
- . l'herbe, terme qui recouvre l'ensemble des graminées fourragères et des mélanges prairiaux divers à graminées dominantes (prairies avec trèfle blanc, prairies permanentes à flore complexe).

Cependant, il existe des cas où le produit déshydraté issu d'un fourrage vert est classé dans la catégorie "herbe" tout en appartenant à des espèces fourragères différentes des graminées (trèfle violet, colza...). L'absence de rubrique particulière dans le récapitulatif statistique interdit, pour ces espèces, la connaissance des tonnages traités. De même, certaines usines traitent des produits n'appartenant pas à la catégorie générale des fourrages verts, tels que le maïs, la pulpe de betterave, l'oeillette etc...). Comme la distinction est en général opérée, nous désignerons alors le produit par son appellation agricole exacte (précisons toutefois que pour le maïs, il s'agit surtout du maïs-fourrage plante entière).

## 3- Caractéristiques et fonctionnement des installations

Divers paramètres caractérisent les unités de déshydratation et conditionnent le coût du séchage. Nous mentionnons ci-dessous les éléments qui nous paraissent importants pour la compréhension générale, renvoyant pour plus de détails aux annexes spécialisées (annexe 1.A).

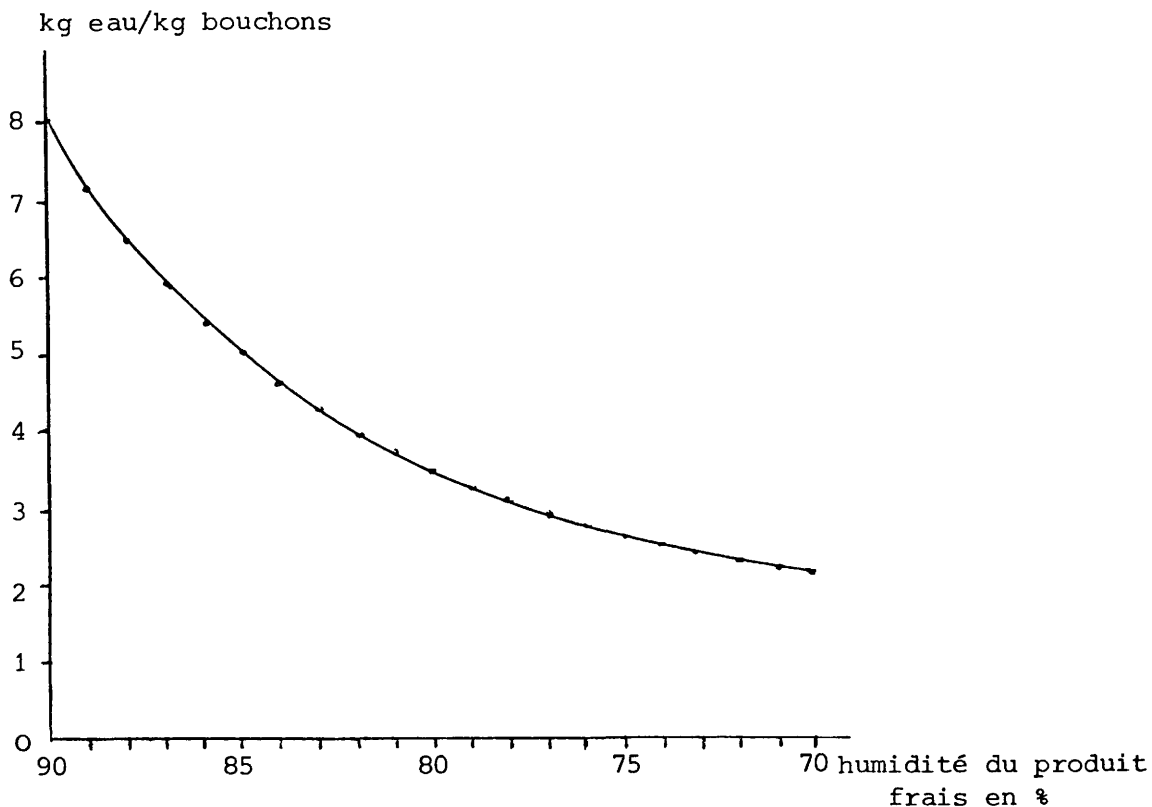
a) Estimation de la taille d'une installation - notion de capacité évaporatoire et de capacité de production

Les constructeurs caractérisent la taille de leur matériel par une grandeur physique : la capacité évaporatoire. Il s'agit de la quantité d'eau que peut évaporer un certain dispositif de séchage au cours d'une période de temps donnée ; elle s'exprime habituellement en litres (ou kg) d'eau évaporable par heure.

La capacité évaporatoire ne peut à elle seule suffir à définir la capacité journalière de production exprimée par exemple en produit sec, car elle n'est pas la seule composante du débit horaire d'une installation. En effet, la technique de déshydratation consiste à livrer un produit fini à 10 % d'humidité résiduelle, en partant d'un produit frais dont le taux d'humidité varie selon l'espèce, les conditions climatiques, etc... La quantité d'eau à évaporer par tonne de produit sec obtenu sera différente selon la teneur en eau origine du fourrage vert (cf. graphe 14) et pour une installation de capacité évaporatoire donnée, le débit variera (cf. graphe 14 ). Par exemple, entre un fourrage à 75 % d'eau et un autre à 90 %, la quantité d'eau à enlever, pour obtenir un kg de bouchon à 90 % de matière sèche varie de 2,6 à 8,0 kg d'eau. Avec une installation à capacité évaporatoire de 10 000 l/heure, le débit variera de 3 846 kg/h à 1 250 kg/h.

De plus, selon la région considérée, la technicité du personnel, les conditions économiques, la durée de fonctionnement, ainsi que le nombre de jours annuels de fonctionnement peuvent varier et influencer de façon déterminante sur le niveau de production.

Graphe 14. : Poids d'eau évaporée par kg de bouchon à 10 % d'eau.



En résumé, la capacité de production de l'unité, exprimée en tonnes de produit sec par an, dépendra donc à la fois des conditions de la production et de la capacité évaporatoire. La relation entre la capacité évaporatoire et la capacité de production reste délicate et la première caractéristique sera retenue surtout pour les unités d'une même région homogène traitant les mêmes produits frais (espèces et pourcentages voisins).

Enfin, précisons que la durée annuelle du fonctionnement en période de production sera exprimée en heures par an.

#### b) Nature des combustibles et consommation énergétique

. Les combustibles les plus employés sont le fuel oil dont il existe plusieurs qualités (fuel oil domestique ou FOD, fuel lourd n° 1, 2.. ou FO1, FO2...) et le gaz naturel (gisement de Hollande, de Lacq en France...). Ces carburants se distinguent les uns des autres par leur facilité de mise en oeuvre (transport, stockage, utilisation) et par leur pouvoir calorifique (cf. tableau 15).

Tableau 15 - Caractéristiques de quelques combustibles employés en déshydratation

type de combustible (1)	pouvoir calorifique
	kcal/m <sup>3</sup>
gaz de Hollande	8 700
gaz de Lacq	7 600
	kcal/kg
Fuel oil domestique (FOD)	10 200
lourd n° 1 (FO 1)	9 800
lourd n° 2 (FO 2)	9 700

(1) appellations françaises

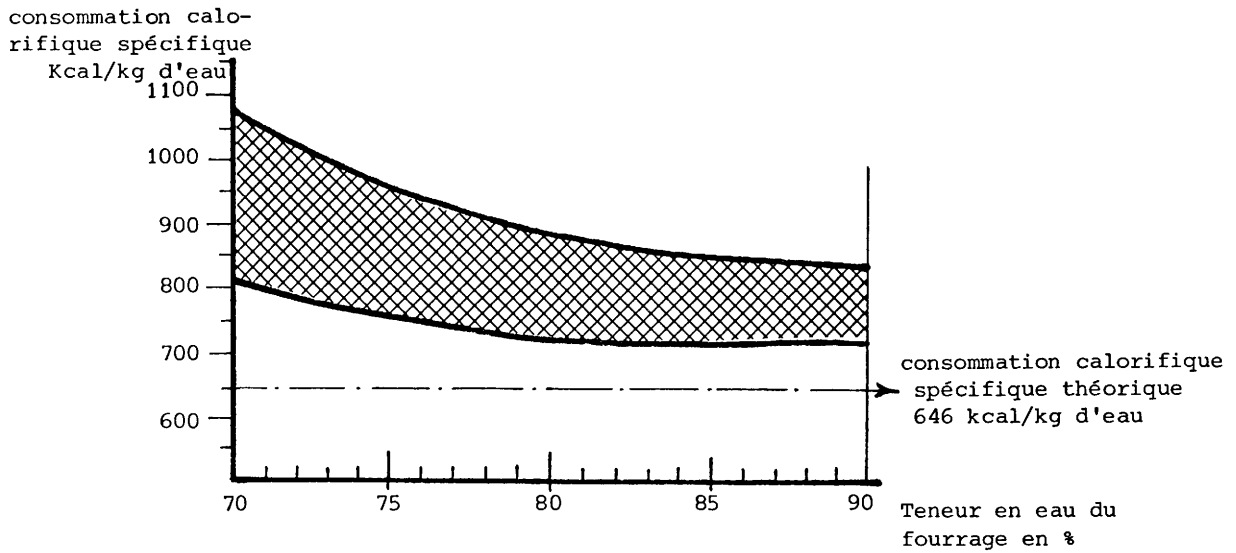
. La consommation d'énergie d'une unité de déshydratation se répartit entre trois postes principaux, soit respectivement les dépenses énergétiques sous forme de carburants pour les machines de récolte des fourrages verts et le transport du produit frais, sous forme de combustibles pour le séchage proprement dit et sous forme d'énergie électrique pour le fonctionnement général ou particulier (broyage-agglomération) de l'installation. En raison de l'importance dévolue au plan énergétique à la consommation de chaleur et par voie de conséquence au combustible nécessaire pour sécher le produit frais, le fonctionnement évaporatoire d'une installation de déshydratation se définit par les critères de consommation thermique spécifique et de consommation spécifique en combustible.

. La consommation thermique (ou calorifique) spécifique s'apprécie en mesurant la quantité d'énergie requise pour évaporer 1 kg d'eau du produit frais, de l'humidité à l'entrée du séchoir à celle recherchée pour la conservation (10 % en principe). Théoriquement, elle devrait être fixe puisque l'évaporation d'un litre d'eau libre requiert 630 kcal sous la pression atmosphérique. Elle dépend en fait :

- de l'énergie avec laquelle l'eau est retenue par le végétal (enthalpie) fonction de l'espèce végétale mais principalement de l'humidité du fourrage vert, étant plus faible aux fortes teneurs en eau (cf. schéma 15).

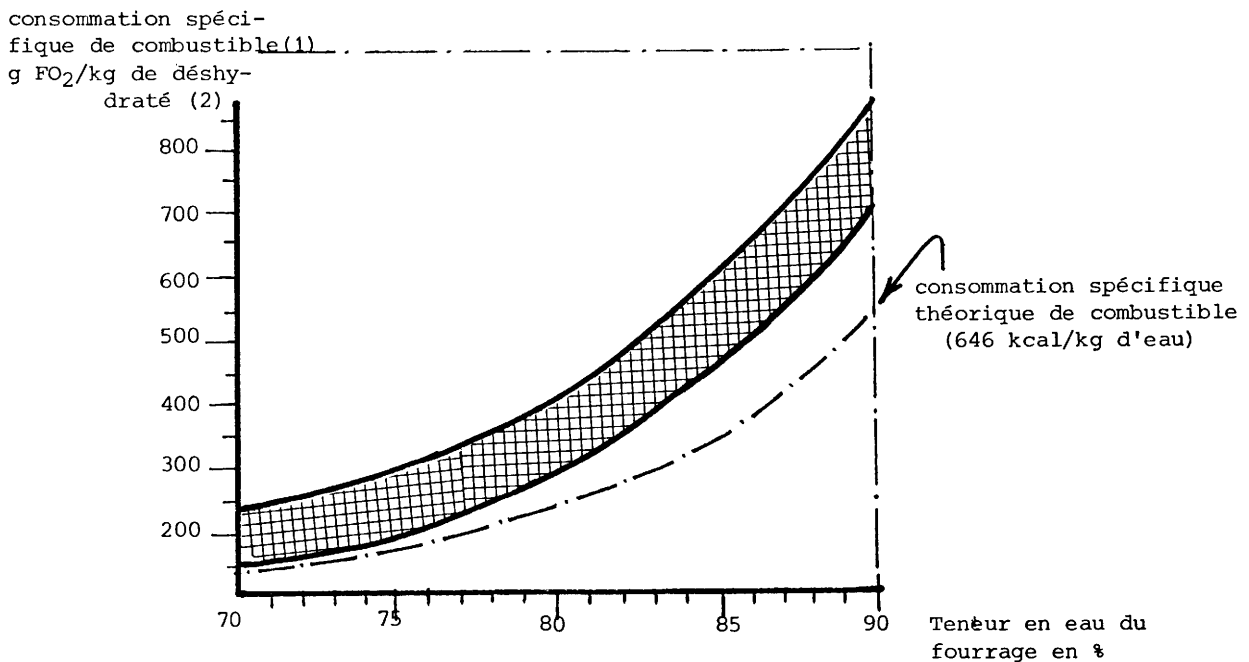


**Schéma 15 : Variation de la consommation calorifique spécifique selon les installations (1)**



(1) selon les équipements et le mode de conduite des unités.

**Schéma 16 : Variation de la consommation de combustible selon les installations.**



(1) Fuel oil n° 2 - Pouvoir calorifique du FO<sub>2</sub> = 9700 kcal/kg.

(2) Déshydraté à 90 % M.S.

- de la conception et du fonctionnement des installations ; ce dernier point étant souvent la cause de consommations thermiques spécifiques fortes (surséchage du produit fini, défaut d'isolation des parties chaudes, interruptions fréquentes dans l'alimentation du séchoir et utilisation en-dessous de sa capacité nominale...).

Si la consommation calorifique spécifique moyenne se situe aux environs de 800 kcal par kg d'eau enlevée d'une matière à 80 % d'eau et portée à 10 %, les chiffres varient pour la gamme de fourrages verts traités, de 700 jusqu'à 1200 kcal/kg d'eau selon les équipements et le mode de conduite des usines (cf. schéma 15).

Pour un produit à déshydrater donné (même espèce végétale et humidité), ce critère technique classe indirectement les installations pour leur performances, fonction du matériel et du fonctionnement.

La consommation spécifique de combustible découle de la notion précédente et s'exprime en m<sup>3</sup> ou g de combustible dépensé par kg de produit fini (bouchons à 90 % de matière sèche). Le schéma 16 indique les tendances pour du FO2 et montre que la consommation dépend principalement de l'humidité du fourrage à l'entrée du sécheur mais aussi des caractéristiques du matériel de déshydratation.

## B- Éléments pour une typologie des unités de déshydratation

Divers éléments économiques et techniques peuvent concourir à établir une typologie des entreprises de déshydratation ; nous retiendrons :

- le statut juridico-économique,
- la situation occupée par les produits déshydratés dans le circuit d'approvisionnement des aliments du bétail,
- la destination zootechnique du produit,
- les caractéristiques des équipements,
- l'utilisation du fourrage déshydraté par les agriculteurs fournisseurs du produit frais.

### 1- Le statut juridico-économique

S'agissant d'entreprises traitant un produit agricole, il existe dans le domaine de la déshydratation les mêmes types d'organisation juridique que dans le reste de la sphère agro-industrielle. Nous pouvons donc distinguer "entreprises coopératives" et "entreprises privées".

#### × Les coopératives

Celles-ci peuvent prendre des formes relativement différentes, qui dépendront de la législation coopérative dans l'Etat membre considéré. Il existe cependant, au niveau communautaire, une certaine unité qui fait que nous pouvons distinguer deux cas:

- Tout d'abord, celui d'une coopérative que nous pourrions appeler "autonome" et dont les fonctions consistent uniquement à pratiquer l'activité technique de la déshydratation, ainsi qu'à assurer éventuellement la commercialisation du produit.

- Le deuxième cas est représenté par une unité coopérative de déshydratation intégrée à un ensemble coopératif plus vaste. Cette distinction a une importance lorsqu'il s'agit de porter un jugement sur la solidité financière des unités. En effet, les secondes peuvent profiter, à des degrés divers, d'un soutien non négligeable de l'ensemble coopératif dont elles sont issues et les coopératives "autonomes" peuvent apparaître comme pénalisées.

La relation entre agriculteurs producteurs et unités est dans le cas des coopératives, contractuelle ou quasi-contractuelle. En effet, de manière générale, les agriculteurs souscrivent des parts du capital de la coopérative proportionnellement à la surface de culture à déshydrater. En principe, et cette règle est très souvent respectée, les produits obtenus sur ces surfaces doivent obligatoirement être traités par l'usine, ce qui garantit à celle-ci une sécurité dans les approvisionnements.

#### × Les entreprises privées

Elles peuvent revêtir n'importe quelle forme juridique d'entreprise admise dans le pays considéré, de l'unité familiale à la société par actions. Dans les faits, on constate qu'il existe une stratification fondée sur la taille d'une part, et d'autre part sur les relations existant entre les agriculteurs producteurs. Deux cas extrêmes dont à considérer :

- l'agriculteur possédant lui-même sa propre installation de déshydratation, généralement de petite taille, et ne traitant que les produits de ses cultures. On parlera alors de déshydratation "à la ferme".

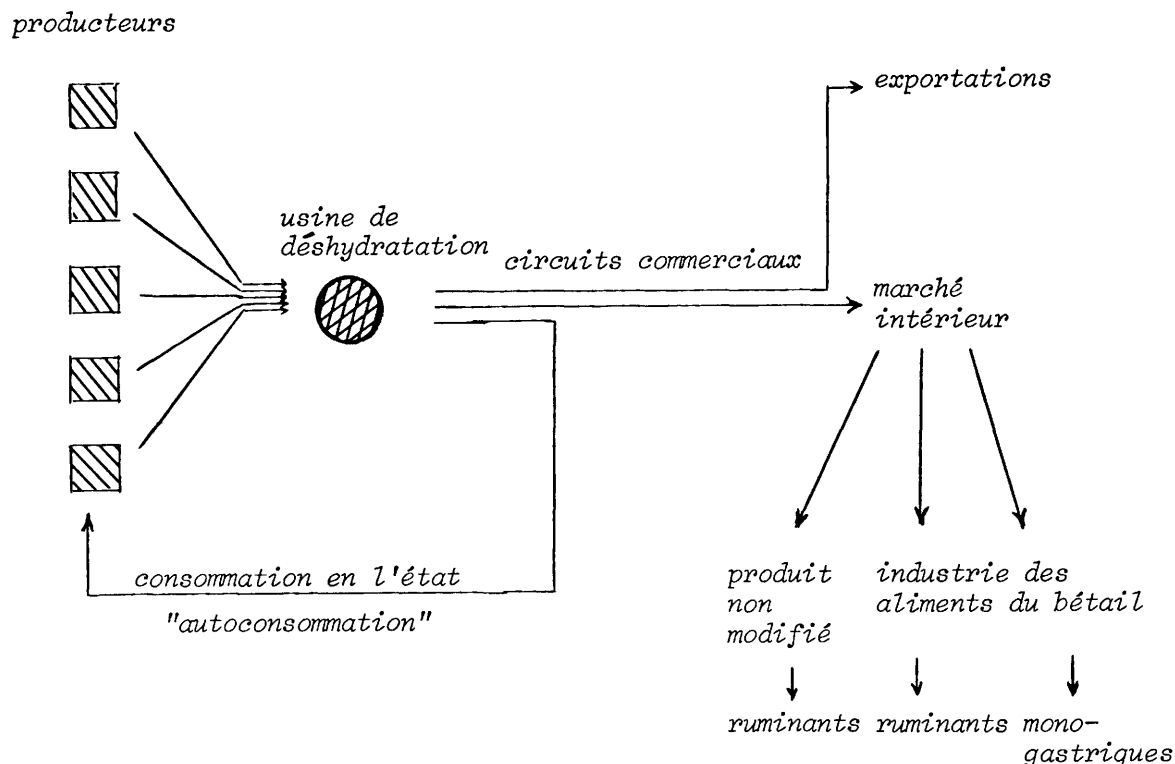
- l'unité de taille plus importante, individuelle ou sociétaire et dont les apports sont constitués par les produits en provenance des cultures d'agriculteurs liés par contrat avec l'usine. Ces contrats portent généralement sur une durée de plusieurs années et comportent des règles strictes quant à la qualité et à la nature du produit. Ce type d'unité peut être soit isolée, soit faire partie d'un ensemble industriel plus vaste tel qu'une sucrerie par exemple.

Il existe évidemment des cas intermédiaires. Le plus fréquemment rencontré est celui de l'unité à la ferme dont la capacité excède largement les besoins de l'exploitation et qui pour cette raison traite "à façon" les produits d'exploitations voisines avec ou sans contrat.

#### 2- La situation occupée par les produits déshydratés dans le circuit d'approvisionnement des aliments du bétail (voir schéma 17)

Le produit séché est distribué dans l'alimentation du bétail selon diverses modalités ; il peut être soit repris directement par l'agriculteur pour alimenter ses propres animaux, dans le cas d'une déshydratation à la ferme ou d'un travail à façon, soit dans certaines coopératives ou unités industrielles servir à l'approvisionnement d'autres agriculteurs par l'intermédiaire des circuits commerciaux.

Schéma 17 : Circuit d'approvisionnement des aliments du bétail



Pour le cas de la reprise par l'agriculteur, ou "autoconsommation", l'aliment déshydraté sera distribué pratiquement exclusivement à des ruminants (1).

Lors du passage par le circuit commercial, il peut y avoir exportation ou vente sur le marché intérieur. Dans chacun de ces deux cas, le produit peut être vendu "en l'état" sans modification, donc consommé par des ruminants ou passer par les industries de transformation des aliments du bétail et être incorporé à des aliments pour ruminants ou pour monogastriques (volailles, porcs...). Le fabricant considère alors le produit déshydraté comme une matière première dont il recherche certaines caractéristiques (contenu en matières azotées, en pigments, en composés celluloseux...). Cette position place le déshydraté en situation de concurrence du point de vue du prix avec d'autres sources d'aliments du bétail.

(1) Toutefois, quelques éleveurs bien équipés fabriquent à partir du déshydraté (luzerne) produit par l'exploitation, des aliments composés à l'usage des monogastriques (volailles principalement)

### 3- La destination zooteknique du produit (schéma 18)

La séparation des circuits selon la nature du produit traité, va compléter la différenciation effectuée ci-dessus. En effet, si théoriquement, tout produit - herbe ou luzerne - peut emprunter indifféremment l'un des canaux décrits dans la figure 17, ceci n'est plus vrai lorsque l'on prend en compte les besoins des différentes catégories d'animaux (cf. annexe IV).

Schéma 18 - Voies d'utilisation du déshydraté en alimentation animale

		normes alimentaires d'incorporation	consommation directe du déshydraté	incorporation dans les aliments composés
déshydraté d'herbe	ruminants	non	oui	possible
déshydraté de luzerne	monogastriques	(large emploi) (conditions très restrictives)	non	obligatoire
	équidés lapins volailles porcins			

Seuls les ruminants (bovins, caprins et sans doute les ovins), et éventuellement les équidés (chevaux, poneys...) peuvent consommer sans contre-indication et à des taux élevés d'incorporation (80 à 90 %), l'herbe et la luzerne déshydratées. Pour des raisons économiques, l'usage du déshydraté reste plus modéré et se substitue en partie à d'autres sources énergétiques (grains dans les concentrés) et surtout azotées (remplacement du tourteau de soja).

Toutes les formules alimentaires destinées aux monogastriques, sauf celles du lapin, présentent des limites assez étroites d'introduction pour la luzerne, seul produit déshydraté susceptible d'être ajouté dans les régimes (cf. tableau 19).

Les volailles et les porcins montrent une intolérance digestive au-delà d'un certain seuil d'incorporation qui fixe les normes zootekniques provisoires d'emploi (limites maximales envisageables insuffisamment connues). La recherche de performances élevées dans l'engraissement où la ponte restreint encore l'emploi des pellets de luzerne (constitution de rations à hauts niveaux énergétique et protéique). Selon les cas, cette matière première sera choisie pour sa valeur colorante (contenu en pigments caroténoïdes), plus rarement pour son contenu en protéines. Les raisons du choix expliquent pourquoi les fabricants d'aliments rejettent pour ces espèces animales, l'herbe déshydratée, insuffisamment riche en protéines et pigments.

Tableau 19 - Utilisation de la luzerne déshydratée dans les aliments composés complets pour monogastriques.

	Normes moyennes d'incorporation en %	Limites maximales envisagées en % <sup>(1)</sup>	But principal de l'incorporation
Lapin	30 { 20 déshydraté 10 foin 20 minimum 40 maximum	50	Apport de cellulose
Poules pondeuses	3 à 5	8	Coloration des oeufs
Poulets à chair jaune	< 3	3	Coloration de la chair
Poulets à chair blanche	0	0	-
Truies en gestation	7	12	Apport de cellulose
Porc en croissance	0 - 2	5	Apport de protéines
Porc en finition	0	0	-

(1) normes zootechniques provisoires

Les lapins peuvent consommer les bouchons de luzerne et d'herbe dans une forte proportion de leur ration (théoriquement 60 % ; en fait dans les aliments composés, l'incorporation maximale atteint 40 %). Les fabricants recherchent d'ailleurs de préférence, des lots très bien pourvus en cellulose afin d'atteindre facilement le niveau cellulosique requis.

En conséquence, l'autoconsommation ne concernera que les agriculteurs éleveurs de ruminants ou ceux, très rares actuellement, qui pratiquent un autre élevage, dotés d'une installation fermière assurant leur propre fabrication d'aliments composés (formules pour volailles par exemple). Bien entendu, ce circuit peut coexister, au niveau d'une usine, avec la commercialisation d'une autre fraction de la production.

#### 4- Les caractéristiques des équipements

Il s'agit d'un domaine complexe dans lequel il est difficile d'établir des catégories précises. Nous pouvons toutefois étudier certains points susceptibles de distinguer entre elles les unités.

- Le matériel de récolte (fauche et transport) peut être la propriété de l'usine ou de l'agriculteur. En fait le premier cas reste le plus fréquent, car les moyens financiers des usines ainsi que leur taille permettent l'acquisition de matériels trop coûteux pour un exploitant isolé ainsi qu'une utilisation rationnelle de ce matériel.

- Le sécheur : le modèle à tambour rotatif a été adopté par toutes les unités séchant à haute température et présente peu de variantes. Il existe quelques rares sécheurs basse température à tapis mais leur nombre est si faible qu'il semble que l'on puisse les négliger.

L'ensemble sécheur-matériel de conditionnement peut être fixe ou mobile. Dans ce dernier cas, le produit ne peut se présenter que sous la forme de briquettes ou de wafers, obtenus avec une presse à piston. Les exigences du transport font que ce type de matériel détient une taille faible (capacité évaporatoire inférieure à 4000 l/h) et demeure assez peu répandu dans la Communauté.

- Le matériel de stockage . Il peut être simple (stockage sur dalle) ou techniquement plus sophistiqué comme le stockage sous gaz inerte, utilisé pour maintenir les taux de carotène et de protéines de la luzerne déshydratée. Compte tenu de son coût, ce dernier type d'équipement est réservé au produit destiné aux industries d'aliments pour monogastriques ; il appartient en général à de grosses unités ou sert à des groupements d'unités.

- Les matériels utilisés pour la mise en oeuvre de nouvelles technologies de traitement du produit vert. Il s'agit des technologies de pressage de jus et d'extraction de protéines ; compte tenu de leur très faible diffusion actuelle, nous leur consacrerons une étude à part.

A l'évidence, ces différents critères de différenciation n'interviennent pas au même niveau d'analyse et il existe entre eux des relations de cause à effet ; par exemple, la nature des équipements sera induite par la taille. Pour résumer, nous pouvons exprimer dans un tableau les cas les plus fréquemment rencontrés (tableau 20).

Tableau 20 : Principaux critères de différenciation des équipements.

Statut et taille  Situation dans le circuit des aliments du bétail		Unité				
		Coopérative	Privée			
			Taille importante, contrats avec les agriculteurs	A la ferme		
		Travail à la tâche		Produits de l'exploitation seule		
Autoconsommation		herbe et luzerne	herbe et luzerne	herbe et luzerne	herbe et luzerne	
Circuit commercial	Produit non transformé	H et L	H et L	H et L	(2)	
	Industrie aliments du bétail	ruminants	H et L	H et L	(2)	(2)
		mono-gastriques	Luzerne seule(1)	Luzerne seule (1)	(2)	(2)
<p>(1) dans ce cas, il peut y avoir équipement de stockage sous gaz inerte.            (2) les zones hachurées correspondent à des cas théoriquement possibles mais pratiquement jamais rencontrés.</p>						

H = herbe

L = luzerne.

## 5- Déshydratation agricole et déshydratation industrielle

Nous allons tenter ici de préciser ce que recouvrent les deux notions couramment employées dans le domaine de la déshydratation, et plus particulièrement en France, de déshydratation agricole et déshydratation industrielle.

Indépendamment de la taille des installations, la destination finale des produits déshydratés assure, en premier lieu, la distinction entre deux types d'unités :

- . les ateliers industriels orientés vers la vente et soumis à des contingences commerciales (normes de qualité) ;
- . les ateliers agricoles implantés en zone d'élevage et livrant d'ordinaire, la totalité de leur production aux agriculteurs-producteurs du fourrage.

### × Cas des unités industrielles

Parmi les avantages d'ordre technique retirés par la déshydratation industrielle qui s'intéresse principalement à la luzerne et aux pulpes de betteraves, citons :

- la possibilité de conserver facilement la luzerne grâce à ce procédé (aucune autre technique éprouvée de conservation) et de fournir à l'industrie des aliments du bétail, une matière première assez riche en matières azotées par rapport à son degré de siccité ;
- la préservation du contenu en carotène, facteur commercial important pour la luzerne ;
- la suppression des pollutions et des nuisances pour la pulpe betteravière et le marc de pomme. (Rappelons en effet que ces produits, restitués après traitement industriel aux agriculteurs, sont stockés en silos disposés à proximité des exploitations. Divers incidents surviennent généralement en raison d'une conservation délicate : écoulement de jus et pollution des puits, émission d'odeurs désagréables et protestation d'habitants voisins, sensibles aux nuisances).

### × Cas des unités agricoles

En déshydratation agricole, les fourrages déshydratés, repris pour partie ou en totalité par les éleveurs adhérents ou clients, entrent comme compléments dans les rations animales destinées aux monogastriques (volailles) ou aux ruminants, (vaches laitières, bovins à viande, ovins et caprins...). L'intérêt manifesté vis-à-vis de ce mode de conservation, relève plus de considérations relatives aux conduites de la production fourragère et de l'élevage ainsi qu'à l'examen des performances zootechniques autorisées.

La difficulté de maîtriser l'alimentation d'un troupeau animal important par prélèvement direct au pâturage ou distribution à l'auge (zéro grazing) incite l'agriculteur à réserver une place grandissante aux stocks de nourriture dans son système fourrager. La fenaison est limitée tant par des contraintes météorologiques que par une demande importante de main d'oeuvre



et en heures de travail. Son intervention souvent tardive au printemps porte préjudice à l'obtention d'un produit de qualité d'autant que les pertes peuvent être très grandes. La conservation par ensilage respecte les impératifs d'une culture intensive mais reste exigeante du point de vue mécanisation, temps de travaux et peut supporter une déperdition quantitative et qualitative notable.

Ces difficultés expliquent en grande partie l'orientation du choix vers la déshydratation ; cette méthode assure :

- une meilleure valorisation de la production potentielle des fourrages prairiaux grâce à l'accroissement du nombre de coupes et à la mise en oeuvre de divers facteurs d'intensification (fertilisation, désherbage...).

L'introduction de cette technique se solde habituellement par une meilleure exploitation de la prairie et la fourniture d'un produit de bonne qualité (fauche et conditionnement intervenant plus facilement au moment où la valeur sur pied de l'herbe est maximale) ;

- l'obtention de produits riches en matières azotées totales (coupes précoces de plantes prairiales) susceptibles d'équilibrer sans débours financiers certains régimes alimentaires ;

- une meilleure estimation des réserves fourragères (facilité d'évaluation des stocks), une distribution et un usage aisés (conservation de longue durée...).

- une meilleure amélioration du niveau des productions animales (consommation accrue, ration de base plus facile à corriger...).

Ces différences d'ordre technique amènent les conséquences économiques suivantes :

- . la déshydratation agricole traite indifféremment de l'herbe et de la luzerne, et se rencontre implantée généralement dans les régions d'élevage bovin,

- . la déshydratation industrielle traite uniquement de la luzerne et est installée en région de grande culture.

Enfin, la taille moyenne des unités de la seconde catégorie, excède en général celle de la première. Ces deux notions recouvrent en fait des domaines assez larges et la frontière entre les deux reste relativement mal définie.



## 2ème PARTIE

LES STRUCTURES ACTUELLES  
DE PRODUCTION  
ET  
DE COMMERCIALISATION



## INTRODUCTION

---

L'industrie européenne de la déshydratation se caractérise par une grande variabilité, aussi bien au sein de la Communauté Economique Européenne qu'à l'intérieur même de chaque Etat-membre. Cette situation est d'ôe pour une bonne part aux différences agro-économiques existant entre les régions, mais aussi à des évolutions historiques distinctes.

Face à cette diversité, il nous a semblé nécessaire, après avoir jeté les bases d'une typologie sommaire - ce qui était l'objet du second chapitre - de procéder, dans un troisième, à un examen pays par pays.

Le quatrième chapitre sera consacré à une approche synthétique de la production de fourrages vers déshydratés dans la Communauté. Enfin, nous analyserons dans le cinquième chapitre la commercialisation (structures et prix). Cette étude des structures devrait permettre de formuler un certain nombre de jugements critiques ou d'interrogations à propos de points tels que la rentabilisation de la production par exemple, qui feront l'objet d'autres parties de ce rapport.

## CHAPITRE III -

---

### APERCU DES STRUCTURES DE PRODUCTION PAYS PAR PAYS

---

Nous nous proposons de donner, dans ce chapitre, les grands traits de l'industrie de la déshydratation des fourrages verts dans chaque Etat-membre de la Communauté, ainsi que les modalités historiques du développement de cette industrie. Le degré de précision des données est variable selon les pays, mais toutefois suffisant pour permettre une bonne analyse de la situation. Certains Etats-membres ne produisent pratiquement pas de produits verts déshydratés, encore qu'ils puissent en faire une consommation importante. Nous étudierons donc successivement, par ordre d'importance décroissante, la France, le Danemark, le Royaume-Uni, l'Italie, les Pays-Bas et la République Fédérale Allemande.

#### I- LA FRANCE

##### A- Historique

La production de fourrages verts déshydratés n'a connu un réel développement en France qu'à partir du début des années 60. Auparavant, elle était le fait de producteurs plus ou moins isolés, installés dans diverses régions et la technologie des matériels employés était relativement peu perfectionnée, du moins jusqu'à 1950. Nous pouvons souligner ici, que comme dans les autres Etats-membres de la Communauté, le développement de la production n'a pu se faire qu'avec l'emploi généralisé des sécheurs rotatifs à haute température (1).

Le tableau 21 et le graphe A6, montrent l'évolution de la production dans le temps. Il faut distinguer dès maintenant entre production de luzerne et production d'herbe ; nous verrons que cette division est un trait fondamental de la situation française.

---

(1) Au Danemark, de même qu'au Royaume-Uni, il subsiste quelques installations de type ancien, mais elles représentent une part faible de la production. Par ailleurs, dans ces deux pays ainsi qu'en France, les nouvelles technologies (extraction de jus) ne sont pas encore mises en place à l'échelle industrielle ; de toutes façons, elles sont toujours associées à un four rotatif classique.

Tableau 21 - Production française de luzerne déshydratée

<i>Année</i>	<i>Production totale française (tonnes)</i>	<i>Indice base 100 en 1960-61</i>
1960-61	65 000	100
1961-62	69 000	106
1962-63	80 000	123
1963-64	110 000	169
1964-65	150 000	231
1965-66	180 000	277
1966-67	230 000	354
1967-68	320 000	492
1968-69	460 000	709
1969-70	427 000	655
1970-71	506 000	778
1971-72	602 000	926
1972-73	672 000	1034
1973-74	676 000	1040
1974-75	787 000	1211
1975-76	537 000	826

Source : Syndicat National des Deshydrateurs de France.

### 1- La luzerne

Le développement de la production a été relativement lent de 1960 à 1966-67, puis beaucoup plus rapide de 1967 à 1973, pour reprendre un rythme plus lent en 1974 et 1975.

La chute brutale enregistrée au cours de la campagne 1976-77 est à attribuer à la sécheresse de 1976. Les résultats de la campagne 1977-78, non terminée actuellement, seront vraisemblablement inférieurs à ceux de 1975 malgré des conditions climatiques moyennes, la sécheresse de 1976 ayant eu également une influence sur les semis d'automne (1).

---

(1) Comme la durée moyenne d'une luzernière atteint trois ans, toute difficulté d'implantation retentit fâcheusement sur le renouvellement des superficies et par voie de conséquence sur la production.

Il est intéressant de comparer ce rythme de croissance à celui de la production de pulpe de betteraves déshydratées, qui, bien que n'étant pas un fourrage vert, est souvent traitée dans les usines de déshydratation de luzerne.

#### Quantités de pulpe de betteraves déshydratées (tonnes)

1966-67	35 000
1971-72	400 000
1972-73	560 000
1973-74	736 000
1974-75	796 000
1975-76	834 000
1976-77	879 000

Malgré un certain décalage dans le temps, le tonnage de pulpe déshydratée devient sensiblement égal à celui de la luzerne en 1974 et 1975, après l'avoir dépassé en 1973. Dans les régions où les cultures de luzerne et de betterave sucrière coexistent, il semble bien que dans certains cas, la présence de cette dernière ait pu être un facteur favorable pour l'installation d'unité de déshydratation de luzerne, dans la mesure où le traitement des pulpes permet d'allonger la durée annuelle de fonctionnement de l'usine, et donc de diminuer la part de l'amortissement dans le prix de revient (prolongement d'activité supérieur à un mois).

#### 2- L'herbe

Les usines traitant des graminées fourragères se sont installées dans la période qui va de 1968 à 1975 avec une recrudescence en 1970-71. En fait, ces unités ne produisent pas uniquement des bouchons d'herbe ; elles livrent également des bouchons de luzerne, dans la proportion d'un tiers environ de la production totale et également du maïs, qui du point de vue de l'amortissement, joue le même rôle que les pulpes de betterave.

La véritable différence n'est donc pas entre herbe et luzerne, mais entre une déshydratation industrielle, dont la production est uniquement constituée de luzerne, et déshydratation agricole, où la part de l'herbe est supérieure ou égale à celle de la luzerne. Nous allons voir que ces deux types se caractérisent, d'une part par une localisation géographique - donc des caractéristiques agronomiques - différentes, et d'autre part par une insertion différente dans le circuit des aliments du bétail.

Nous pouvons toutefois insister sur la prépondérance de la luzerne dans la production française (environ 95 %) et corrélativement, sur l'importance de la déshydratation industrielle.



## B- Répartition géographique

En 1975, le Syndicat National des Déshydrateurs Français (SNDF) dénombrait 175 unités ayant déshydraté de la luzerne. En fait, compte tenu de ce que nous avons écrit ci-dessus, il semble qu'il n'existe pratiquement pas d'usine ne déshydratant que des graminées, même si la part de la luzerne dans la production est très faible. De plus, certaines unités peuvent ne pas avoir été recensées par le S.N.D.F. bien que ceci soit peu probable. On peut donc estimer que le nombre d'unités ayant déshydraté des fourrages verts en 1975 est proche de 180. Toujours selon la même source, la production d'herbe déshydratée pour 1975 a été de 55 à 60 000 tonnes et celle de maïs de 100 000 tonnes environ, en 1976, le maïs étant en légère progression et l'herbe en réduction (45 000 tonnes) (1).

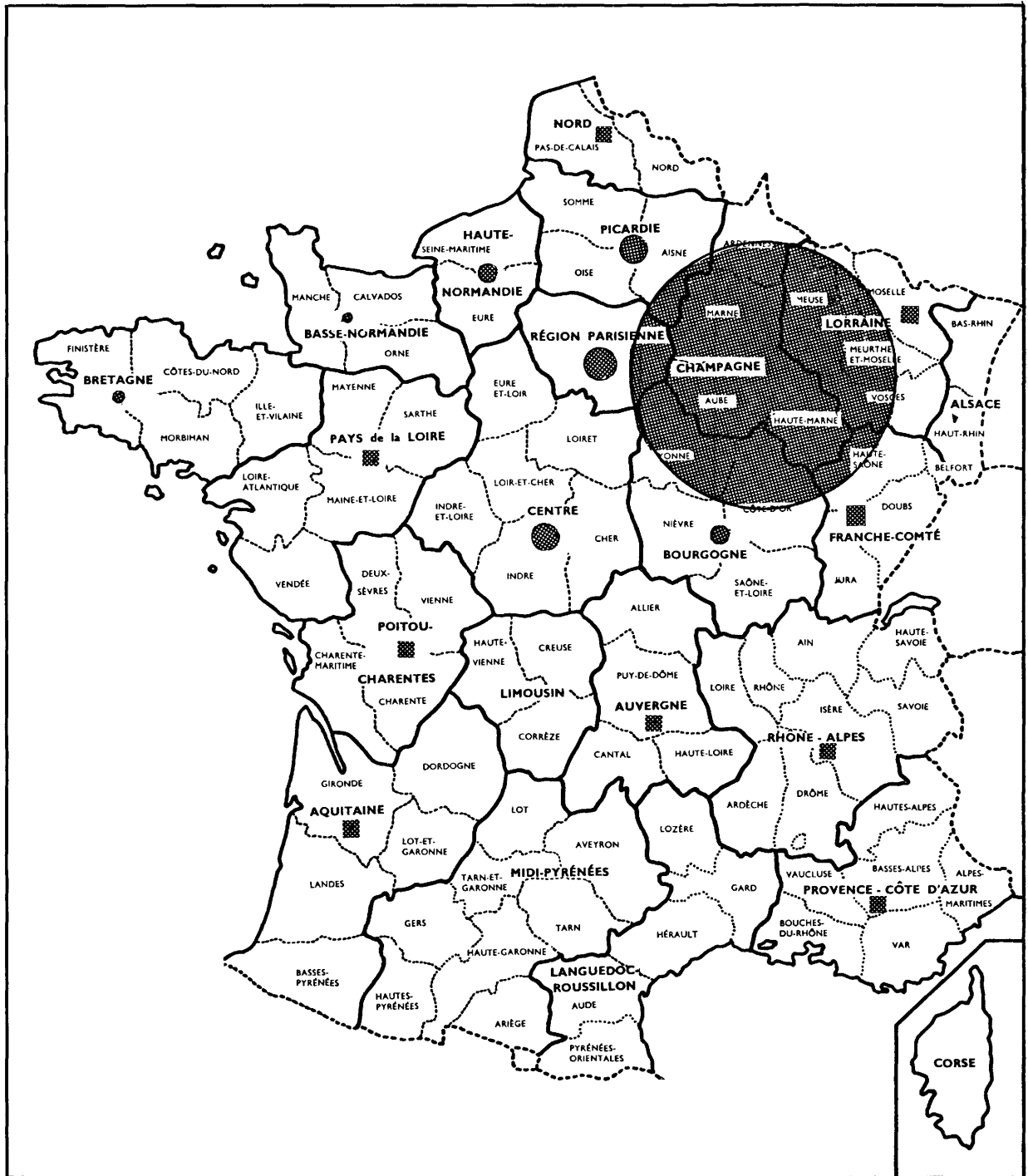
Les tableaux A7, A8, A9 fournissent pour la luzerne respectivement la production ainsi que la participation en pourcentage de chacune des six principales régions à la fourniture nationale et l'analyse de la production par département dans la principale zone productrice.

La déshydratation de luzerne se caractérise en France par une grande concentration puisqu'une seule région, la Champagne, produit en 1975 environ 65 % de la production nationale, suivie par la région Parisienne, dont la part n'est que de 7 %. En outre, le premier département producteur de la région Champagne, la Marne, produit à lui seul, 388 350 tonnes en 1975, soit 47,6 % de la production nationale (cf. carte 22).

---

(1) Dans toute cette partie, nous ferons souvent référence à des chiffres de 1975, ceux de 1976 étant fortement marqués par la sécheresse.

Carte 22 : Répartition de la production de la luzerne déshydratée par région française.



■ production variant de 1 000 à 9 000 tonnes.

Il en va de même du nombre d'usines, 50 pour la Champagne dont 31 dans la Marne, encore que la taille de ces usines, ou du moins la production moyenne par usine, soit sensiblement plus élevée en Champagne que dans les autres régions (Champagne : 50 usines pour 513 780 t ; région Parisienne : 23 usines pour 53 000 t).

En ce qui concerne la déshydratation des graminées fourragères, dont nous avons souligné qu'elle était presque toujours associée à celle de la luzerne dans des proportions variables et mise en oeuvre dans le cadre des unités de déshydratation agricole, elle est beaucoup plus dispersée que celle de la luzerne seule. Si nous reprenons le tableau 21, nous pouvons estimer que le tonnage d'herbe déshydratée en Champagne est pratiquement nul, qu'il reste très peu important dans les trois régions suivantes, région Parisienne, Picardie, Centre, et qu'il commence à prendre un peu d'importance en Haute Normandie et en Bourgogne. Pour formuler une appréciation générale, nous pouvons dire que, exception faite des six régions que nous venons de citer, toutes les usines mentionnées dans le tableau A7, à quelques exceptions près, déshydratent des graminées fourragères ainsi d'ailleurs que du maïs dans de nombreux cas.

Malgré cette dispersion, il faut tout de même noter la nette prépondérance de la région Bretagne avec 15 usines qui sont toutes du type "déshydratation agricole", d'une capacité moyenne de 10 000 l/h environ. La production totale (herbe, luzerne, maïs et autre) était de 80 000 t environ en 1975 dont 35 000 t environ d'herbe, pour une capacité de production totale des installations, estimée grossièrement à 130 000 t.

Finalement, la localisation géographique de la déshydratation en France (voir carte 22), se caractérise donc par une forte concentration de la production de luzerne dans le Centre-Est, principalement dans la région Champagne, et au contraire une dispersion des unités traitant à la fois de l'herbe et de la luzerne avec toutefois une présence plus nombreuse dans certaines régions (Bretagne) et une densité très faible dans le Sud du pays.

#### - Dimension et capacité de production des installations

La capacité de production des unités ne nous est pas toujours connue et le calcul consistant à calculer un indice de taille moyenne à partir de la production globale et du nombre d'unités, au niveau d'un département par exemple, se révèle hasardeux pour deux raisons :

- . de nombreuses usines traitent des produits autres que des fourrages verts, notamment la pulpe de betterave et maïs
- . une usine peut fonctionner en-dessous de sa capacité maximale théorique, pour des raisons conjoncturelles.

De ce fait, le tableau 23 qui donne le classement des usines selon les quantités de luzerne déshydratée produite, est délicat à interpréter car il regroupe la quasi-totalité des unités françaises, sans tenir compte de la part de la luzerne dans la production. On peut cependant, sans trop de risque d'erreur, formuler les observations suivantes :

**Tableau 23 : Classement des usines selon la quantité de luzerne produite (France)**

Catégorie d'usine	1973			1974			1975			1976		
	nbre usines	prod. (t)	% de la prod.	nbre usines	prod. (t)	% de la prod.	nbre usines	prod. (t)	% de la prod.	nbre usines	prod. (t)	% de la prod.
production supérieure à 20 000 t	3	71 500	10,6	5	128 999	16,3	7	174 170	21,4	1	26 300	4,9
10 000 t à 20 000 t	21	273 500	40,5	20	303 000	38,5	19	281 750	34,5	16	212 700	39,6
5 000 t à 10 000 t	21	141 500	20,9	16	121 000	15,4	20	144 460	17,7	16	108 650	20,2
1 000 t à 5 000 t	75	171 000	25,3	76	194 000	24,6	87	193 790	23,8	81	167 900	31,2
total	120	657 500	97,3	117	746 000	94,8	133	794 170	97,4	114	515 550	95,9
production inférieure à 1 000 t	39	18 500	2,7	63	41 000	5,2	42	22 230	2,6	52	22 150	4,1
TOTAL	159(1)	676 000	100	180(1)	787 000	100	175(1) (2)	816 400	100	166	537 700	100

(1) Quelques usines françaises dont la production est négligeable sont absentes de ce tableau.

(2) La diminution du nombre total ne signifie pas obligatoirement que certaines usines ont disparu ; dans quelques cas, la production de luzerne a été nulle en 1975, l'usine continuant à traiter d'autres fourrages.

Source : Caisse Nationale de Crédit Agricole.

Les trois premières lignes du tableau (production excédant 5 000 t de luzerne) concernent presque exclusivement des unités traitant comme seul fourrage vert la luzerne. La quatrième ligne (entre 1 000 et 5 000 t) comprend à la fois des unités industrielles (luzerne seule) et des unités agricoles ; ces dernières étant minoritaires. Enfin, en ce qui concerne les usines ayant produit moins de 1 000 tonnes, il s'agit presque toujours d'unités agricoles (herbe et luzerne). On voit donc que si les unités de grande taille (capacité évaporatoire supérieure à 20 000 l/h) sont presque toutes des unités industrielles, et si les unités de petite taille (capacité inférieure à 5 000 l/h) sont plutôt de type agricole, il existe un éventail de taille entre 5 000 l/h et 20 000 l/h où les deux types sont représentés avec une importance vraisemblablement égale. Exception faite pour les très grosses unités, il semble donc bien que la distinction entre unités agricole et unités industrielles ne repose pas sur un critère de taille.

Le tableau 23 montre enfin que l'accroissement de la taille moyenne des unités s'effectue à un rythme lent, du moins depuis 1973. Ceci tient à notre avis à deux causes principales :

- comme nous l'avons déjà montré, les installations d'usines nouvelles sont peu nombreuses depuis 1973, et les disparitions d'usines anciennes assez rares

- la taille des usines nouvellement installées se trouve limitée par la dimension de l'aire de collecte et pour les matériels employés jusqu'à présent, par une technologie relativement rigide. Nous aurons l'occasion de recevoir sur ces problèmes dans la partie consacrée aux coûts (1).

La production de luzerne est donc effectuée, pour une bonne part, dans des usines de taille importante (56 % de la production proviennent de 26 usines produisant plus de 10 000 t ; 40,5 % par 107 usines produisant de 1 000 à 10 000 t ; 2,5 % par 42 usines produisant moins de 1 000 t) et nous avons vu que celles-ci traitent uniquement de la luzerne. Ce type d'usine se rencontre le plus fréquemment en Champagne, notamment dans la Marne et il semble bien qu'il représente le modèle le plus performant actuellement, compte tenu de la technologie employée, au moins pour la déshydratation industrielle.

#### - Causes d'implantation ou d'extension des installations

En complément aux analyses précédentes, nous pouvons préciser les causes du développement régional inégal de cette production.

La déshydratation industrielle, caractérisée par le fait que le seul produit traité est la luzerne, a connu un développement très important en Champagne en raison des bienfaits agronomiques de cette culture : en effet, lors de la mise en valeur de cette région, qui est récente, la luzerne devait absolument être présente dans la rotation comme tête d'assolement précédant d'autres cultures de la succession culturale comme le blé ou la betterave sucrière. Les effets améliorateurs reconnus de la luzerne étaient tels dans ces sols à faible fertilité - et le sont encore à un degré moindre - que les luzernières couvraient des surfaces importantes malgré un revenu à l'hectare quelquefois inférieur à celui des autres cultures. Nous reviendrons sur cette question dans la partie consacrée à la valorisation des fourrages déshydratés.

Cette explication vaut également pour les autres régions de grande culture où la production est importante, bien que le rôle de tête d'assolement de la luzerne y soit moins important. Enfin, la faible densité des élevages dans ces régions, explique que la plus grande partie de la production (90 %) soit commercialisée.

---

(1) Une usine ne peut accroître sa capacité que par l'adjonction d'un nouveau tube sécheur, donc par palier, ceci tant que les nouveaux procédés tels que le pressage, ne sont pas répandus sur le marché. Par ailleurs, il est possible de faire fonctionner plusieurs tubes parallèlement lorsqu'on veut excéder la capacité maximum d'un seul tube qui serait actuellement de l'ordre de 30 000 à 40 000 l/h.

A l'opposé, la déshydratation agricole, toujours implantée dans les régions d'élevage, a dû son apparition au fait que des agriculteurs-éleveurs la considéraient comme une excellente méthode de conservation des fourrages (luzerne ou graminées) malgré un coût relativement élevé. Cette conception a évolué de telle sorte que, pour des raisons de rentabilisation, le produit déshydraté ne soit plus un concurrent des fourrages conservés par d'autres méthodes mais plutôt un complément qui intervient en substitution des aliments concentrés achetés.

### C- L'organisation de la production

Le tableau A9 donne la répartition entre unités coopératives et unités privées ayant produit de la luzerne en 1975. Il s'agit des mêmes unités que dans les tableaux précédents, c'est-à-dire, à quelques exceptions près, de la déshydratation agricole et de la déshydratation industrielle.

Il ressort de ce tableau une nette prépondérance du secteur coopératif, puisque celui-ci produit 694 320 t de luzerne, soit 85,1 % de la production nationale, avec seulement 58,1 % des usines ; par ailleurs, ce secteur détient les unités de plus grande taille c'est-à-dire toutes les usines produisant plus de 10 000 t par an et 41 des 46 usines produisant plus de 5 000 t, l'ensemble représentant 73,5 de la production nationale. Cette observation est à rapprocher de celle que nous avons faite plus haut, à savoir que les plus grosses unités appartiennent à la déshydratation industrielle. Cette dernière est donc caractérisée par une domination très forte du secteur coopératif. Le tableau A.10 pour 1976 confirme pleinement cette analyse.

En ce qui concerne la déshydratation agricole, la répartition est différente mais le secteur coopératif reste prépondérant au moins quant au tonnage produit. En effet, le secteur privé, qui relève de la déshydratation industrielle pour ses plus grosses unités, est à peu près équivalent au secteur coopératif en nombre et en tonnage pour la classe d'usines produisant entre 1 000 et 5 000 t de luzerne, et ne devient vraiment prépondérant que pour la classe d'usines produisant moins de 1 000 t. Compte tenu de la structure générale de la déshydratation, il ne s'agit pas là de déshydrateurs agricoles privés dont la production de fourrages verts autres que la luzerne seront très importants, mais bien plutôt de petites unités agricoles dont certaines, installées à la ferme, ont une faible capacité. D'ailleurs, dans la région Bretagne où la déshydratation agricole prédomine, les 15 unités sont toutes des coopératives.

En résumé, le secteur coopératif est largement prépondérant, en déshydratation industrielle et à un degré moindre, en déshydratation agricole ; les unités privées étant surtout des unités de petite taille.

## II- LE DANEMARK

### A- Historique

Les tableaux 24 et A11. reproduisent respectivement l'évolution de la production de fourrages verts déshydratés (herbe et luzerne) au Danemark et l'évolution de la capacité de production. Pour cette dernière, la série

chronologique est malheureusement incomplète, mais nous disposons pour la période 1971-76 de données complémentaires, quoique beaucoup moins précises.

**Tableau 24 : Production de fourrages verts déshydratés au Danemark.**

<i>Année</i>	<i>Production (tonnes)</i>		<i>total</i>
	<i>herbe</i>	<i>luzerne</i>	
1965		120 000	120 000
1966		140 000	140 000
1967		180 000	180 000
1968		250 000	250 000
1969		200 500	200 500
1970		275 000	275 000
1971		345 000	345 000
1972		375 000	375 000
1973	150 000	200 000	350 000
1974	180 000	150 000	330 000
1975	120 000	120 000	240 000
1976	100 000	100 000	200 000

Source : KI-SAM  
Kunstorings Industriens Sammens Iustning

Dans ce pays, la déshydratation a débuté en 1933-34 et est restée stationnaire jusqu'en 1960 ; la production au cours de cette époque était de 25 000 à 30 000 tonnes par an et principalement destinée à l'exportation, le seul produit traité étant la luzerne.

A partir de 1960, une implantation massive de nouvelles unités, a entraîné l'accroissement de la capacité de production et de la production à un rythme très élevé (1300 % entre 1960 et 1970). Cette croissance s'est poursuivie jusqu'en 1972 où la production présente un maximum de 375 000 t. Depuis cette époque, la capacité de production reste relativement constante, mais la production décroît de manière très sensible. On peut donc distinguer trois phases principales dans le développement de l'industrie de la déshydratation au Danemark.

La première phase se situe entre 1933 et 1960 environ ; il semble que la déshydratation à cette époque ait été relativement peu intéressante d'un point de vue économique, le prix de revient du produit étant trop élevé et sa qualité très variable. La seconde phase (1960-72) est caractérisée par un développement extrêmement rapide ainsi que par l'introduction des graminées fourragères aux côtés de la luzerne. Outre l'introduction d'une technologie nouvelle déjà mentionnée, les deux causes principales de ce développement sont les suivantes :

1- L'augmentation des besoins dans les pays vers lesquels une bonne part de la production danoise était exportée ; il s'agit là surtout de la Suède et de la République Fédérale Allemande, dont les fabricants industriels des aliments du bétail utilisent souvent une formulation comportant de la farine de luzerne, pour les monogastriques notamment (volailles et porcs).

2- Le recours à la déshydratation, rendue plus économique par l'emploi d'un nouveau matériel, permet la conservation des fourrages verts à destination de l'alimentation bovine. Cette orientation a entraîné la nécessité pour les usines de traiter aussi les graminées fourragères pour une part de plus en plus importante dans la production totale (40 % environ en 1972).

Il faut signaler ici le rôle important joué par la recherche dans le développement de la déshydratation, en particulier les travaux de BIOTEKNIK INSTITUT de Kolding pour la promotion des nouveaux équipements.

Enfin, la troisième phase qui débute en 1973 et qui se poursuit actuellement, connaît une diminution importante de la production globale (375 000 t en 1972, 210 000 t en 1976). Les raisons de cette diminution sont d'ordre économique et climatique. En effet, l'année 1972 a vu l'entrée du Danemark dans la Communauté Economique Européenne, ce qui a entraîné un accroissement notable du prix de certains produits agricoles, en particulier de l'orge et du blé. L'orge dont la répartition est relativement uniforme sur l'ensemble du territoire, est entrée en concurrence avec la luzerne et l'herbe déshydratées, d'autant plus lorsque le produit est destiné à être vendu et non repris par les agriculteurs pour leurs propres élevages ; le blé, localisé dans les Iles et dans la bordure Est du Jutland, est entré en concurrence surtout avec la luzerne qui est cultivée dans les mêmes régions compte tenu des caractéristiques agropédologiques des sols. Cette dernière constatation peut expliquer, au moins en partie, que la réduction de la production de luzerne ait été plus sensible que celle de l'herbe, comme le montre le tableau 24.

Les conséquences de ce phénomène de concurrence avec les céréales ont été aggravées par la hausse du prix du fuel en 1973-74, dont la part dans le coût de traitement est importante, et ce malgré le secours financier appréciable constitué par l'aide communautaire. Enfin, les circonstances climatiques très défavorables (sécheresse) tant en 1975 qu'en 1976, à un degré plus fort pour cette dernière, ont également contribué à la diminution de la production d'herbe et de luzerne.



## B- Organisation de la production

En ce qui concerne la répartition géographique comme pour les autres pays étudiés, il faut la mettre en rapport avec les caractéristiques agronomiques et sociologiques des différentes régions, ainsi que les caractéristiques socio-économiques de chacune. Les usines de déshydratation sont surtout installées dans deux grandes régions :

- l'Est du Danemark constitué par les Iles et la bordure Est du Jutland. Les sols lourds de cette zone conviennent bien à la culture de luzerne ainsi qu'à celle de la betterave à sucre et du blé, d'où la présence d'exploitations de grande culture. Dans certains cas, le sécheur est installé à l'intérieur d'une sucrerie et sert également pour la déshydratation des pulpes de betteraves.

- le Jutland Sud-Ouest, aux sols légers et au climat favorable à la culture des graminées fourragères. L'élevage bovin y tient une place plus importante que dans l'Est du pays, encore que la différence entre les deux ne soit pas considérable.

Il y a donc une spécialisation régionale bien marquée avec une production de luzerne dans l'Est et une production d'herbe dans le Jutland ; la densité la plus importante d'usines se rencontre dans la partie la plus proche du littoral de cette dernière région.

En 1970, le BIOTEKNIK INSTITUT de Kolding dénombrait 57 usines au Danemark, ce qui correspondait à 78 sécheurs de capacité comprise entre 2 000 et 20 000 l/h pour une capacité totale de 560 000 l/h. En outre, il existait une douzaine d'installations à la ferme, de taille réduite et dont la part dans la production globale était faible, voire négligeable.

En 1976, il y avait environ une quarantaine d'usines pour une capacité de production plutôt en augmentation par rapport à celle de 1970. Il y aurait donc eu un phénomène de concentration résultant probablement d'une action conjointe marquée par l'abandon des unités de petite taille et le remplacement de sécheurs usagés par des matériels nouveaux et de dimension plus grande. Malheureusement, nous en sommes réduits à formuler des hypothèses, car en ce domaine, les données précises manquent. Cependant, si nous reprenons les chiffres de 1970, le calcul de la capacité évaporatoire moyenne d'une usine, montre que celle-ci avoisine 10 000 l/h, ce qui est relativement important. Ajouté au fait qu'il existe peu d'unités à la ferme, ceci tend à montrer qu'il n'y a pas au Danemark, comme c'est le cas dans d'autres Etats-membres, un nombre important d'unités de très petite taille. Il y a certainement eu, jusqu'en 1972, tendance à la création d'unités de plus en plus grandes (la plus importante avait en 1970, une capacité de 35 000 l/h), ce qui était logique compte tenu du développement de la production à ce moment-là.

Enfin, du point de vue du statut juridique, 50 % des usines appartiennent à des associations coopératives, 25 % à des sociétés anonymes et 25 % à des sociétés en nom collectif ou à des entreprises privées. Il semble qu'il n'y ait pas de relation directe entre la taille des unités ou la nature du produit traité, et leur dimension, comme c'est le cas en France.

### III- LE ROYAUME-UNI (1)

#### A- Développement de l'industrie de la déshydratation

L'industrie de déshydratation des fourrages verts au Royaume-Uni a débuté vers les années 1930 à un faible niveau : elle s'est ensuite développée rapidement après la seconde guerre mondiale pour atteindre un niveau maximum de production de 220 000 tonnes en 1953. Le tonnage produit a ensuite diminué à un rythme aussi rapide que celui enregistré au cours de l'accroissement, pour se stabiliser à un niveau de 60 000 à 80 000 t/an (herbe et luzerne) dans la fin des années 1950 et le début des années 1960.

Ce déclin était dû principalement à la concurrence des protéines végétales importées vis à vis des fourrages déshydratés au niveau de la fabrication des aliments du bétail ; en effet les méthodes de production employées à l'époque étaient peu efficaces, eu égard à leur coût élevé.

Au cours des années 1959-1965, la production était commercialisée comme produit protéique riche en carotène destiné à être incorporé dans des aliments pour monogastriques (porcs et volailles).

A la fin des années 60, l'industrie britannique a connu une seconde phase d'expansion (cf. tableau 25, expliquée par la prise de conscience du fait que l'herbe et la luzerne déshydratées pouvaient se substituer partiellement ou complètement aux aliments composés fournis par l'industrie, généralement coûteux et ceci pour l'élevage laitier ainsi qu'à un degré moindre, pour la production de viande bovine et l'élevage ovin). Le prix de vente des produits déshydratés était plus intéressant sur le marché de l'alimentation des ruminants que sur celui, très concurrentiel, de l'approvisionnement des industries d'aliments composés.

---

(1) Pour cette partie, nous nous appuyons essentiellement sur des données de la British Association of Green Crops Driers (BAGCD).

**Tableau 25 : Production de fourrages verts déshydratés au Royaume-Uni (herbe et luzerne).**

<i>Année</i>	<i>Production (tonnes)</i>		<i>total</i>
	<i>herbe</i>	<i>luzerne</i>	
1965		86 000	86 000
1966		79 000	79 000
1967		75 000	75 000
1968		75 000	75 000
1969		70 000	70 000
1970		85 000	85 000
1971		107 000	107 000
1972	100 000	20 000	120 000
1973	130 000	20 000	150 000
1974	130 000	30 000	160 000
1975 (1)	95 000	40 000	135 000
1976	85 000	35 000	120 000

(1)- La répartition entre herbe et luzerne pour 1975 est le résultat d'une estimation.

Source : 1965 - 71 : British Association of Green Crops Driers

1972 - 76 : Commission Intersyndicale des Déshydrateurs Européens.

Soulignons que, contrairement à ce qui s'est passé en France au moment de la mise en place de la déshydratation agricole, le procédé de déshydratation n'a jamais été considéré, en tout cas depuis 1965, comme technique de conservation des fourrages grossiers, concurrente d'autres méthodes plus classiques telles que le fanage et l'ensilage, mais bien comme un moyen de produire un aliment concentré complémentaire de ces fourrages grossiers.

La capacité de production actuelle est de l'ordre de 170 000 t pour l'herbe et la luzerne ; la production des deux dernières années (1975 : 135 000 t 1976 : 125 000 t) a connu une régression notable par rapport à celle de 1974 uniquement à cause de la sécheresse qui a sévi sur l'Europe à cette période.

## B- Organisation de la production

### 1- Nature des produits traités

Actuellement, la luzerne constitue à peu près 30 % de la production, le reste (70 %) étant constitué de graminées fourragères variées et notamment : Ray Grass Anglais et Italien, Dactyle, Fétuque des prés et Fétuque élevée. On constate une tendance à l'augmentation de la part de la luzerne dans la production totale ; il semble que ceci soit dû principalement à l'économie d'éléments fertilisants (engrais azotés) compte tenu de l'augmentation du prix des engrais dans la période récente. Cependant, deux autres caractéristiques agronomiques de la luzerne favorisent son développement au Royaume-Uni : une résistance à la sécheresse supérieure à celle des graminées d'une part et son rôle en tant que tête d'assolement dans les fermes céréalières, fréquentes dans l'Est du pays.

En ce qui concerne les produits déshydratables hors de la catégorie des fourrages verts, la production de maïs déshydraté atteint 1 000 t par an environ ; la British Sugar Corporation détient le monopole du séchage de la pulpe de betterave à sucre, et la traite dans ses propres usines. Enfin, certains déshydrateurs font des recherches afin de traiter la paille (séchage, broyage, pressage) en vue d'assurer une meilleure utilisation de la main d'oeuvre et des équipements.

### 2- Taille des unités - localisation

Trois types différents d'installations coexistent au Royaume-Uni. Par ordre d'importance croissante, on distingue, en 1975-76 :

- environ 15 sécheurs de type "Hayflaker" mobiles, à basse température pouvant produire 300 à 600 t chacun de produit sec par an ; ce qui représente une production de 4 500 à 9 000 t. Ce type d'installation est pratiquement toujours utilisé pour produire un fourrage grossier de qualité élevée distribué aux animaux (bovins ou ovins) de l'exploitation où il est implanté.

- environ 10 sécheurs fixes à tapis basse température fournissant une production totale de 15 000 à 20 000 t. Notons que ce type de matériel, ainsi que le précédent, sont une survivance du système de production de fourrages verts déshydratés antérieur à 1965, début de la nouvelle période d'expansion ; tous deux présentent d'ailleurs des consommations de fuel importantes, donc des coûts élevés et sont de taille très limitée.

- environ 75 sécheurs rotatifs fournissant 80 % de la production ; soit 100 000 à 108 000 t par an pour 1975-76. On peut estimer leur capacité de production à 140 000 t environ par an.

La plus grosse usine a une capacité évaporatoire de 20 000 l/h, la seconde par ordre de taille, 17 000 l/h et quatre ensuite ont une capacité de 10 000 l/h. Le modèle le plus répandu correspond à une capacité de 5 000 à 6 000 l/h, mais il existe aussi de nombreuses installations de taille inférieure.

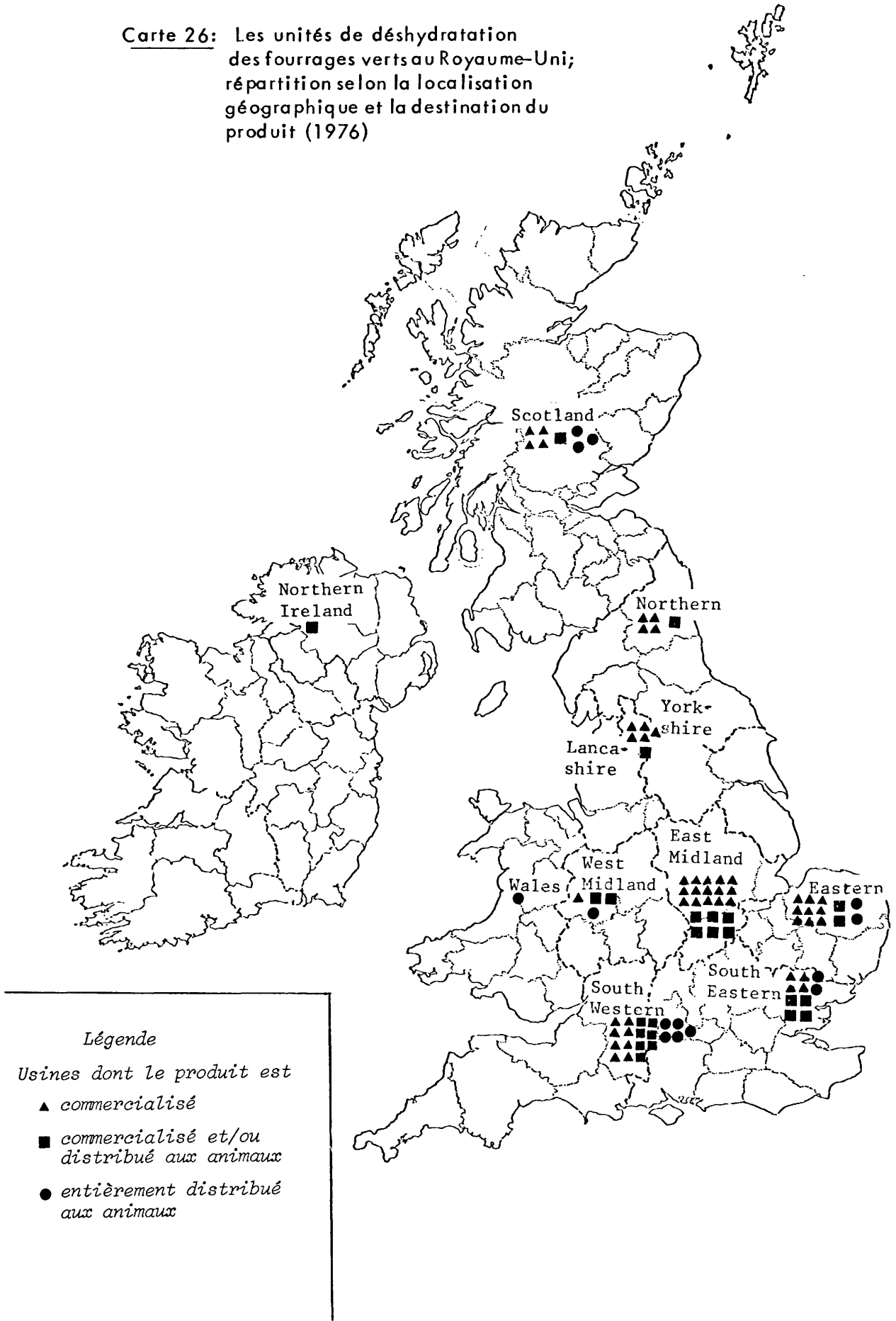
Il semble que le taux d'utilisation des équipements, exprimé par le rapport de la production réelle à la capacité de production, soit inférieur à celui que l'on peut observer ailleurs, en déshydratation industrielle française par exemple. Il n'apparaît pas possible pour l'instant, de préciser si cela est dû à la dispersion en de nombreuses petites usines (69 sécheurs de moins de 10 000 l/h) ou à un système différent d'exploitation des cultures fourragères déshydratables. Compte tenu de ces dernières remarques, les six des plus grosses usines devraient représenter environ 30 % de la capacité de production.

Le tableau A.12 et la carte 26 montrent la répartition géographique des unités. L'Angleterre est de loin la partie la plus importante, puisqu'elle comporte 79 installations sur les 89 qui perçoivent l'aide communautaire, contre 8 en Ecosse et 1 en Irlande du Nord et au Pays de Galles. De plus, les autres installations (5 à 10) sont toutes situées en Angleterre.

Les deux régions où la densité est la plus forte sont l'East Midland et le South Western aux caractéristiques agronomiques différentes. Dans la première, les terres labourables dominent largement ; les installations de déshydratation y sont installées sur des fermes de grande culture, et la surface fourragère couvre entre 20 et 25 % de la surface totale de l'exploitation. Le South Western est au contraire une région plus fortement orientée vers l'élevage ; les usines s'implantent alors dans des exploitations orientées vers la production de fourrages verts déshydratés, ou associées à des unités d'élevage de grande dimension. Dans ces deux derniers cas, la sole fourragère est comprise entre 75 et 100 % de la surface totale. La répartition des unités selon les catégories, diffère entre les deux régions. Le nombre des usines produisant exclusivement en vue de la commercialisation du déshydraté, reste plus élevé que celui des autres catégories en East Midland, ainsi que dans les troisième et quatrième régions, Eastern et South Eastern, qui sont aussi des régions de grande culture. Dans le South Western, s'observe le phénomène inverse, c'est-à-dire que les installations associées à un élevage figurent parmi les plus nombreuses.

Enfin, pour conclure cette analyse de la taille et de la localisation des usines, il faut ajouter qu'au Royaume-Uni, seule une minorité de celles-ci traite des fourrages en provenance d'exploitations voisines. Presque toujours, le propriétaire de l'usine est aussi le propriétaire de la terre sur laquelle sont cultivés les fourrages, bien que quelquefois, l'usine soit la propriété commune de deux ou de plusieurs agriculteurs voisins. Cette situation entraîne évidemment l'absence de contrat entre usines et fournisseurs de matière verte, ainsi qu'une simplification du plan d'approvisionnement fourrager de l'usine.

**Carte 26:** Les unités de déshydratation des fourrages verts au Royaume-Uni; répartition selon la localisation géographique et la destination du produit (1976)



#### IV - L'ITALIE

Par comparaison avec celles des pays que nous venons d'examiner, les structures de la production en Italie présentent une relative simplicité, ou en tous cas, une certaine homogénéité.

L'observation du tableau 27 montre une production plutôt stagnante de 1965 à 1973, avec une petite pointe en 1967. Depuis 1974, le tonnage a augmenté pour se stabiliser actuellement à 120-130 000 tonnes par an. Elle est constituée exclusivement de luzerne appartenant à des variétés différentes de celles utilisées en Europe du Nord. Grâce à des coupes fréquentes, bien supportées par ces cultivars, et en raison d'un climat favorable, les pellets contiennent une teneur élevée en protéines et en carotène.

Tableau 27 : Production de fourrages verts déshydratés en Italie (tonnes) (1).

<i>année</i>	<i>production</i>	<i>indice base 100 en 1965</i>
1965	80 000	100
1966	70 000	87,5
1967	100 000	125
1968	90 000	112,5
1969	80 000	100
1970	80 000	100
1971	80 000	100
1972	90 000	112,5
1973	85 000	106,2
1974	120 000	150
1975	130 000	162,5
1976	120 000	150

(1) Le seul fourrage vert déshydraté en Italie est la luzerne.

Source : C.I.D.E. Associazione Nazionale Disidrotori Forraggi Verdi.

Outre l'avantage de la luzerne en tant que tête d'assolement, deux raisons peuvent être invoquées pour expliquer le développement de la déshydratation dans cet Etat depuis 1960. Dans les exploitations employant des salariés, la réglementation du travail prévoit pour ceux-ci l'obtention d'une part du produit de certaines cultures (30 à 35 % pour le blé par exemple). La luzerne n'étant pas soumise à cette règle, il a paru intéressant de la cultiver sur une plus grande échelle en la substituant, dans la mesure du possible, à d'autres cultures.

La seconde raison de l'augmentation de la production de luzerne en Italie, et notamment depuis 1974, se trouve sans doute dans l'augmentation des besoins industriels pour la fabrication des aliments du bétail ; ceci semble d'ailleurs confirmé par la progression des importations qui, tout en restant limitées, ont notablement augmenté au cours de la même période.

La production se trouve localisée presque uniquement dans la plaine du Pô, en Vénétie et dans l'Est de l'Emilie Romagne (carte A.13). Du point de vue du statut juridique, les coopératives sont rares, la plupart des unités étant privées, individuelles ou sociétaires. Toutefois, leur taille est supérieure à la moyenne de l'Etat, puisqu'elles représentent à elles seules 24 % de la production nationale en 1976 (cf. tableau A.14). La taille moyenne apparaît plutôt faible comparée aux unités françaises ou danoises, l'unité la plus grande produisant une quantité de luzerne déshydratée n'excédant pas 10 000 tonnes (tableau A.15). Les usines sont installées sur des fermes de grande superficie et traitent presque exclusivement les produits des cultures pratiquées sur ces terres. Comme au Royaume-Uni donc, le fournisseur du produit vert et le déshydrateur, forment une même personne ou une même société et ceci exclut l'existence de contrats entre agriculteurs et déshydrateurs comme il s'en trouve dans d'autres Etats-membres. La fréquence de ce système de production de la luzerne déshydratée explique peut-être les fluctuations de la production totale ; en effet, la souplesse de ce système où la décision de mise en culture et la gestion de l'entreprise de déshydratation proprement dite sont réunies entre les mêmes mains, permet aux déshydrateurs d'adapter le niveau de leur production à la conjoncture, soit que les prix de vente de la luzerne déshydratée tendent à la baisse, soit que ceux des cultures concurrentes tendent à la hausse.

Il ne semble pas que les usines de déshydratation traitent des produits déshydratables autres que la luzerne, comme le maïs ou la pulpe de betterave à sucre. Ajoutons pour terminer qu'il n'y a pratiquement pas de cas d'autoconsommation, la totalité de la production étant vendue à l'industrie de fabrication des aliments composés ; dans quelques cas, cette incorporation aux aliments du bétail s'effectue dans la même entreprise qui a adjoint à l'usine de déshydratation une installation distincte de fabrication.



## V- LES PAYS-BAS

Cet état se classe au 5ème rang des Etats-membres de la Communauté pour la production de fourrages verts déshydratés ; avec, pour 1975 et 1976, un tonnage légèrement inférieur à celui de l'Italie et du Royaume-Uni alors qu'il leur était supérieur jusque là, surtout dans la période qui va de 1965 à 1970. L'examen du tableau 28 montre une production remarquablement stable sur la période 1965-1975 puisque, à part l'année de 1969 où la production a diminué de près de 50 % pour des raisons mal connues, elle a évolué entre les limites rapprochées de 110 000 t à 135 000 tonnes. L'année 1976 ne fait pas exception puisque malgré la sécheresse, le tonnage de fourrages verts déshydratés s'élève à environ 113 000 tonnes.

Tableau 28 : Production de fourrages verts déshydratés aux Pays-Bas de 1965 à 1975 (tonnes)

<i>Années</i>	<i>Production totale</i>	<i>Production des unités coopératives (t)</i>	<i>Production des unités coopératives (% du total)</i>
1965	120 000	41 000	34
1966	115 000	46 000	40
1967	135 000	51 000	37
1968	133 000	54 000	40
1969	62 000	53 000	85
1970	119 000	59 000	49
1971	118 000	60 000	50
1972	120 000	59 000	49
1973	110 000	75 000	68
1974	132 000	80 000	60
1975	126 000	53 000	42
1976	113 600	51 000	45

Source : C.I.D.E. et Vereniging Van Coöperatieve Grasdrogerijen.

Les usines de déshydratation se répartissent en deux groupes correspondant à des statuts juridiques différents : les coopératives et les entreprises privées. Ces deux groupes sont réunis dans deux associations distinctes : la Vereniging van Coöperatieve Grasdrogerijen (V.C.G.) pour les coopératives et la Vereniging van Groenvoederdrogerijen in Nederland (V.G.N.) pour les unités privées. En ce qui concerne la taille des installations (tableaux A.16 et A.17), en prenant comme critère la quantité annuelle produite, les deux groupes apparaissent relativement semblables. En effet, la production moyenne des usines coopératives a été de 4 873 tonnes/an en 1975 et 5 446 t en 1976. La différence s'expliquant par la fusion de deux unités du groupe et l'entrée d'une nouvelle usine de taille supérieure à la moyenne. Pour les unités privées, les moyennes ont été respectivement de 6 409 t et de 6 564 t (si on exclut les 4 unités dont la production n'excède pas 970 t et qui ne représentent que 3,5 % de la production du groupe).

Malgré une légère différence en faveur des unités privées, on peut néanmoins considérer les usines des deux groupes comme relevant d'un même modèle. Une autre caractéristique commune à ces usines est qu'elles emploient presque uniquement comme source d'énergie le gaz naturel, ce qui aura des conséquences au niveau du prix de revient de la déshydratation. L'usine la plus importante a produit en 1975, 15 995 tonnes ; la moyenne générale étant de 5 800 t si on exclut toujours les petites unités privées. En ce qui concerne l'approvisionnement en produits verts, l'utilisation du fourrage déshydraté, le type de produit et la situation géographique, les deux groupes diffèrent sensiblement.

- L'approvisionnement en produit vert est assuré, dans les coopératives, par les adhérents ; alors que pour les unités privées, il fait l'objet de contrats avec des agriculteurs extérieurs à l'entreprise.

- Dans les coopératives, le produit sec sera intégralement repris par les agriculteurs pour être distribué à leur cheptel ; pour les unités privées, si certains agriculteurs pratiquent l'autoconsommation, la plus grande partie de la production est commercialisée.

- Le tableau A.18 indique la répartition de la production totale entre herbe, luzerne, maïs et divers autres produits déshydratables. Les denrées autres que les fourrages verts ne représentent que 2,6 % du total en 1975 et 0,7 % en 1976. La production de fourrages verts séchés par déshydratation, se répartissait, en 1975, entre 26 % environ de luzerne et 74 % d'herbe ; en 1976, ces pourcentages atteignent respectivement 23,5 % et 76,5 %. Les unités coopératives ne traitent qu'une très faible quantité de luzerne alors que celle-ci représente 35 à 40 % de la production des unités privées.

- Enfin, pour ce qui est de la répartition géographique répertoriée dans le tableau A.19 et la carte A 20, la séparation entre unités coopératives et unités privées est très marquée. En effet, 9 des 11 unités coopératives se rencontrent en Friesland et les 2 autres sont implantées dans des régions contiguës des provinces voisines de Drenthe et Overijssel. Les unités privées se dispersent dans plusieurs régions avec cependant une concentration dans la région de Zuid-Holland ; 8 usines sur 15 sont installées dans les deux régions voisines de Zuid-Holland et de Zeeland et représentent 46 % de la production totale des unités privées.

## VI- LA REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

L'évolution de la production dans cet Etat est fournie dans le tableau 29. On peut distinguer approximativement deux phases, l'une de lente décroissance de 1961 à 1971-1972, l'autre débutant en 1973 par le doublement de la production qui connaît ensuite une légère augmentation sauf en 1976, la sécheresse ayant également fait subir ses effets dans cet Etat.

Tableau 29 : Production de fourrages verts déshydratés en République Fédérale d'Allemagne.

<i>année</i>	<i>tonnage</i>	<i>indice base 100 en 1961</i>
1961	42 000	100
1964	28 000	66
1965	34 300	81
1966	40 000	95
1967	35 000	83
1968	32 000	76
1969	29 250	69
1970	28 000	66
1971	25 000	59
1972	27 000	64
1973	55 000	130
1974	54 583	129
1975	60 000	142
1976	62 000	148

Source : C.I.D.E. et U.  
Küntzel in Heiss-  
lufracknung von  
Grünfütter (1975)

En fait, s'il existe d'assez nombreuses unités de déshydratation en R.F.A. et depuis une date assez ancienne (1930-40), seules certaines d'entre elles traitent des fourrages verts, les autres séchant divers produits déshydratables notamment la pomme de terre. Au début des années 1950, la plupart de ces unités utilisaient comme source d'énergie le charbon alors que celles implantées par la suite utilisent le gaz ou le fuel. La reconversion des sources d'énergie entraîna la disparition de certaines usines. De 1950 à 1955, toujours pour les usines traitant aussi bien des fourrages verts que d'autres produits, on note 90 nouvelles installations en R.F.A., ce qui porte le nombre total à 150.

En 1966, 95 unités restent en service, pour une capacité évaporatoire moyenne de 3 400 l/h ; 30 unités ont été installées en Bade Wurtemberg et en Bavière, avec des capacités évaporatoires inférieures à 3 000 l/h. Enfin, parmi les unités construites avant 1960, 22 seulement fonctionnaient encore en 1970, pour un total de 88 réparties comme suit :

- . 62 principalement pour les fourrages verts,
- . 20 principalement pour les sous-produits (pulpe de betteraves)
- . 4 principalement pour les pommes de terre
- . 2 principalement pour les produits spéciaux (semences...)

La production de déshydratés se compose surtout d'herbe et se localise essentiellement dans les deux régions citées ci-dessus, surtout en Bavière (cf. carte A.21). Il semble que l'autoconsommation prédomine largement, tant dans les unités coopératives que pour les petites installations mobiles installées dans les exploitations. Les besoins pour l'alimentation des ruminants et des monogastriques dépassent très largement la production nationale puisque la consommation était estimée à 470 000 tonnes en 1976, ce qui place la R.F.A. au second rang des Etats consommateurs dans la Communauté, derrière la France et au premier rang pour les importations. Pour la Bavière, principale région productrice, le Dr. Geissler donne les précisions suivantes, pour l'année 1974 (1) : on dénombre 41 unités de déshydratation, dont 1 unité privée, 1 unité d'Etat et 39 unités coopératives ; 17 parmi ces dernières sont spécialisées dans la production de fourrages verts déshydratés, pour une capacité moyenne évaporatoire de 6 200 l/h. Ces 17 unités se répartissent en :

- . 1 usine de capacité évaporatoire de 15 000 l/h
- . 6 usines de capacité évaporatoire de 10 000 l/h
- . 10 usines de capacité évaporatoire inférieure à 10 000 l/h.

Leur production totale estimée en 1974 approche 44 000 tonnes de produit sec, dont 39 500 tonnes de fourrages verts sous forme de "cobs", la Bavière assurant 72,3 % de la production nationale.

## VII- LA BELGIQUE, L'IRLANDE et le LUXEMBOURG

La production de ces Etats demeure très faible ou nulle et correspond à un nombre d'unités très restreint. En 1975, la production était de 5 500 tonnes en Belgique et 20 000 tonnes en Irlande, aucune installation ne se trouvant dans le Grand Duché du Luxembourg.

---

(1) Dr. B. Geissler "Vergleich der Heisslufttrocknung mit anderen Konservierungsverfahren", mai 1975.

## CHAPITRE IV -

### LES STRUCTURES DE LA PRODUCTION DANS LA COMMUNAUTE

Nous allons tenter dans ce chapitre d'effectuer une synthèse volontairement rapide de la structure de la production des fourrages verts déshydratés dans la Communauté. On peut observer après lecture du chapitre précédent, que cette synthèse est rendue malaisée par les profondes disparités structurelles rencontrées dans les différents Etats membres.

#### I- LE DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION

##### A- Historique

S'il existait dans certains Etats (Royaume Uni, Danemark, République Fédérale Allemande), avant la deuxième guerre mondiale, de petites unités de déshydratation, cette industrie n'a connu un réel développement qu'à partir du début des années 1960, sauf au Royaume-Uni où la production actuelle est inférieure à celle de 1953 (à laquelle elle est d'ailleurs difficilement comparable du fait de son utilisation très différente).

**Tableau 30 : Evolution de la production de fourrages verts déshydratés dans la Communauté depuis 1965 (tonnes)**

	France (1)	R.F.A.	Italie	Pays- Bas	Belgique	total Europe 6	Royaume Uni	Irlande	Danemark	total(3) Europe 9
1965	180 000	34 300	80 000	120 000	19 000	433 300	86 000		120 000	639 300
1966	230 000	40 000	70 000	115 000	20 000	475 000	79 000		140 000	694 000
1967	320 000	35 000	100 000	135 000	25 000	615 000	75 000		180 000	870 000
1968	460 000	32 000	90 000	133 000	24 000	739 000	75 000		250 000	1 064 000
1969	426 000	29 250	80 000	62 000	24 000	621 250	70 000	(2)	200 500	891 750
1970	506 000	28 000	80 000	119 317	15 000	748 377	85 000		275 000	1 108 377
1971	602 000	25 000	80 000	118 000	13 000	838 000	107 000		345 000	1 290 000
1972	670 000	27 000	90 000	120 000	11 600	918 600	120 000		375 000	1 413 600
1973	722 000	55 000	85 000	110 000	10 700	982 700	150 000	30 000	350 000	1 512 700
1974	840 000	54 500	120 000	132 000	18 600	1 155 100	160 000	25 000	330 000	1 670 100
1975	870 000	60 000	130 000	126 000	5 500	1 191 500	135 000	20 000	240 000	1 586 500
1976	582 000	62 000	130 000	113 000	5 500	892 500	120 000	15 000	200 000	1 227 500

*répartition en pourcentage*

1974	50,2	3,3	7,2	7,9	0,5	69,1	9,6	1,5	19,8	100
1975	54,8	3,8	8,3	7,9	0,3	75,1	8,5	1,3	15,1	100
1976	47,4	5,1	10,6	9,2	0,4	72,7	9,8	1,2	16,3	100

(1)- Pour la France, l'herbe n'est prise en compte que depuis 1973.

(2)- non connu

(3)- Irlande à partir de 1973

Source : C. I. D. E.

L'augmentation de la production, illustrée par le graphe 31 (établi à partir du tableau 30), s'est effectuée à un rythme rapide puisque la production des Etats de l'Europe des six a presque triplé entre 1965 et 1975 ; le recul très sensible de l'année 1976 doit être attribué à la sécheresse qui a sévi sur tous les pays de la Communauté, bien que ses effets aient été ressentis plus ou moins durement. Il faut également noter, à ce propos, que l'année 1975 a aussi présenté un déficit hydrique, notamment en Irlande, au Royaume-Uni, au Danemark et dans l'Ouest de la France.

Le rythme d'augmentation de la production dans les nouveaux Etats membres de la Communauté, sauf l'Irlande, est également appréciable, bien qu'inférieur à celui des pays de l'Europe des six.

Cependant, cette croissance globale masque de grandes différences entre les Etats, que l'on peut schématiquement classer en trois groupes selon les tendances suivies :

. les pays dont la production a augmenté au cours de la période 1965-1975. Il s'agit surtout du cas de la France, pour laquelle la croissance rapide et régulière du tonnage conduit celui-ci à un niveau de 870 000 tonnes en 1975, soit presque cinq fois plus qu'en 1965. Font partie également de ce groupe l'Italie et le Royaume-Uni, mais avec une augmentation beaucoup plus faible (respectivement 80 000 et 86 000 tonnes en 1965, pour 130 000 et 135 000 tonnes en 1975 et une légère baisse dans la période 1968-1970.

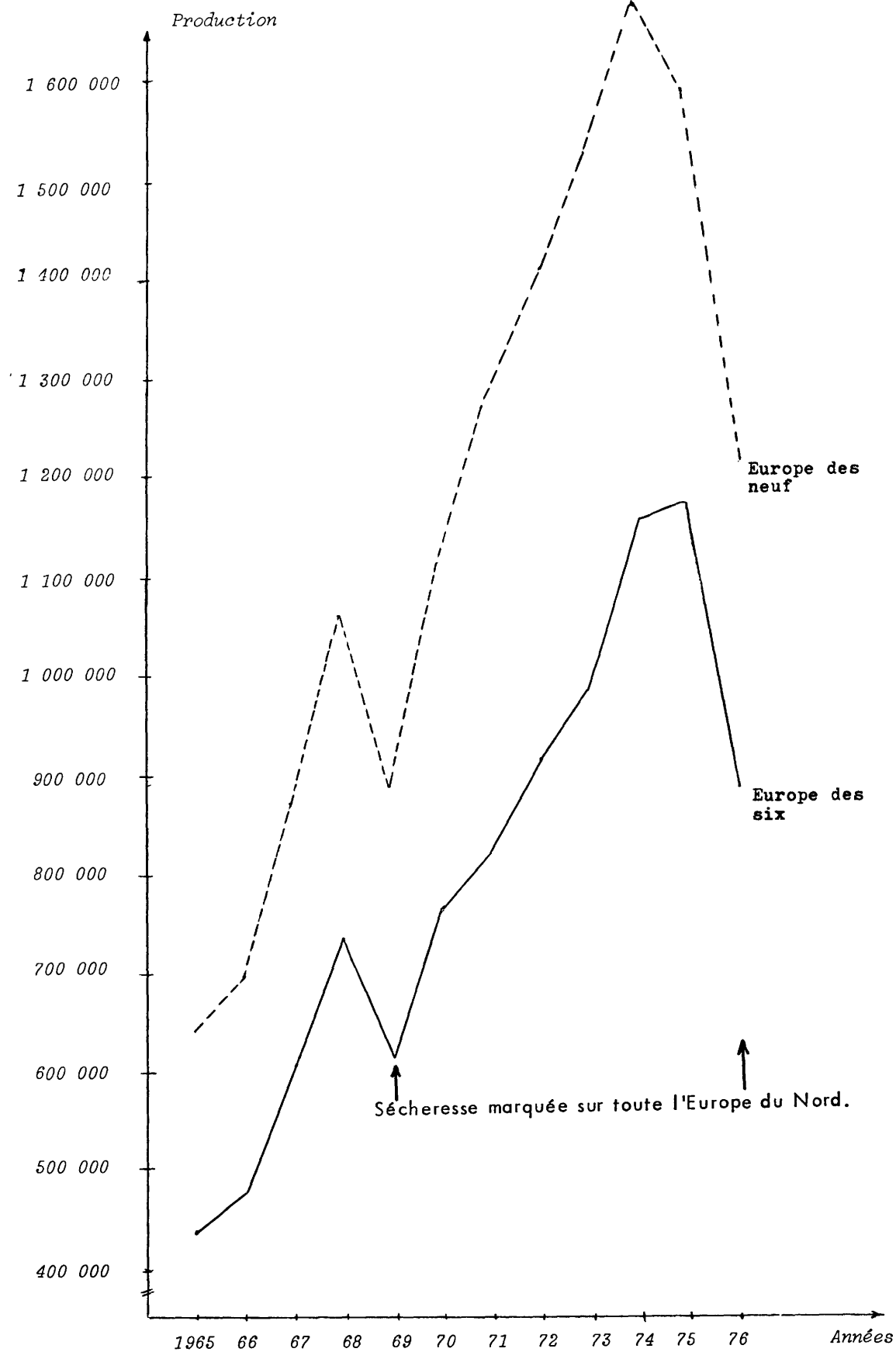
. les pays dont la production est restée pratiquement stable, avec des fluctuations plus ou moins accentuées. C'est le cas des Pays-Bas, de la République Fédérale Allemande, pour laquelle on note toutefois un début d'augmentation à partir de 1973, et peut être de l'Irlande pour laquelle nous manquons de données.

. les pays où la production présente une tendance à la régression, soit sur toute la période 1965-75, comme en Belgique, soit sur une partie de cette période, comme au Danemark. Pour ce dernier Etat, la production a en effet triplé entre 1965 et 1972 pour diminuer fortement depuis jusqu'à ne plus représenter en 1975 que les deux tiers du niveau de 1972.

## B- Conditions et causes de l'accroissement de la production

Nous avons pu constater (cf. supra) que la condition nécessaire au développement important de la déshydratation au début des années 1960, a été dans tous les Etats membres, l'apparition de matériels de séchage et de conditionnement d'un type nouveau dont l'élément essentiel était le tube sécheur rotatif pneumatique. La généralisation de son emploi a été telle que l'on a pu parfois parler de révolution technologique d'autant plus que les performances techniques et économiques, malgré un coût d'investissement important, étaient bien supérieures à celles des techniques employées jusque là. De plus, le fait que la taille puisse varier considérablement (1000 à 30 000 l/h), a entraîné l'apparition sur le marché d'équipements adaptés à chaque catégorie d'utilisateur, de la petite unité mobile à la grande installation fixe de type industriel.

**Graphe 31 - Evolution de la production de fourrages verts déshydratés dans la Communauté (tonnes).**



Quant aux raisons qui ont pu motiver l'accroissement de la production, elles sont évidemment multiples et peuvent être, soit d'ordre technique, soit d'ordre économique. Les plus importantes paraissent être les suivantes :

. L'intérêt agronomique porté à la luzerne placée comme tête d'assolement lorsqu'il s'agit de la mise en valeur de sols particulièrement ingrats. Cette caractéristique de la luzerne a pris une importance particulière en France, surtout dans la région Champagne mais il semble que cet argument joue également un certain rôle en Italie (Plaine du Pô) et au Danemark dans les régions de grande culture (Iles et bordure Est du Jutland).

. la nécessité de disposer pour l'alimentation des ruminants (bovins à viande et vaches laitières à haut niveau de production) d'un fourrage de haute qualité énergétique et protéique.

. en liaison avec le point précédent, la technique de la déshydratation pour la conservation des fourrages, permet de pallier les inconvénients des conditions climatiques plus défavorables de certains Etats tels que les Pays-Bas et le Danemark ou certaines régions particulières comme la Bretagne en France ou la Bavière en République Fédérale Allemande.

Cette conception qui tend à placer la déshydratation en situation de concurrence avec d'autres techniques de conservation des fourrages grossiers, a été largement remise en cause par la suite.

. l'accroissement des besoins en matière première pour l'industrie de fabrication des aliments composés pour ruminants et monogastriques dans l'ensemble des Etats membres de la Communauté. A cet égard, notons que le Royaume-Uni présente une situation un peu particulière dans la mesure où le développement du marché s'oriente prioritairement en direction des aliments pour bovins.

. l'instauration de l'aide communautaire depuis 1974, destinée à développer des cultures susceptibles de fournir des protéines pouvant se substituer à des importations communautaires (tourteaux, graines de légumineuses). Nous verrons plus loin qu'étant donné le contexte économique de 1974 et des années suivantes, son rôle effectif a été celui d'une incitation au maintien plutôt qu'à l'accroissement des surfaces cultivées en fourrages verts déshydratables. Pour les années 1975-76, et bien qu'il existe certaines différences entre les Etats membres, cette aide pouvait représenter :

- entre 8 et 11 % du prix de vente du produit,
- entre 14 et 17 % du coût de transformation pour les unités agricoles,
- 25 % environ du prix payé aux planteurs

Il s'agit là de chiffres indicatifs, mais ils suffisent à montrer l'importance de l'aide en ce qui concerne la garantie du revenu des agriculteurs et partant, du maintien de cette production.



## II- IMPORTANCE ACTUELLE DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES DANS LA C.E.E.

Le tableau 32 ci-dessous, fait apparaître les tonnages produits dans chacun des neuf pays de la C.E.E. pour 1974-75 (cette période rend mieux compte du niveau atteint et élimine l'effet dépressif de la sécheresse de 1976).

Pour un total voisin de 5 millions de tonnes de produits marchands déshydratés à destination animale :

- . les pulpes de betteraves jouent un rôle très important (60 %)
- . les fourrages verts riches en azote (graminées et légumineuses) assurent presque le complément de la fourniture (34 %) avec une part notable pour la luzerne (23 %)
- . les autres produits déshydratés classés comme aliments énergétiques (maïs, fourrage, pommes de terre...) occupent globalement une position faible (6 %).

Tableau 32 - Production en milliers de tonnes (1974 - 75)

	luzerne	herbe (1)	L + H	maïs plante entière	pulpes de betteraves(2)	pommes de terre (2)	total
R. F. A.		58			850	61	969
Belgique			7		200		207
Danemark	150	180			45	(55)	375
France	800	57		115	750		1 722
Royaume Uni	30	130		1	450		611
Pays-Bas	32	92		3	300		427
Irlande			22		120		142
Italie	125				200		325
Total	1 137	517	29	119	2 915	116	4 833

(1) herbe : graminées fourragères et mélanges prairiaux.

L + H : luzerne et herbe indistinctement

Source : herbe et luzerne C.I.D.E.

pulpes de betteraves C.I.B.E.

pommes de terre : Union Européenne des Industries de Transformation de la pomme de terre

(2) 1973

Avec cette gamme d'aliments déshydratés, la France se classe en tête des pays membres pour le tonnage traité (36 % au total), suivie de l'Allemagne (20 %) et du Royaume-Uni (13 %).

Les pulpes betteravières pèsent lourdement dans le bilan général ; en 1975, et pour l'ensemble des pays membres, la fraction de pulpes fraîches déshydratées peut être estimée à 60-70 %. La portion séchée assure environ les trois quarts (73 %) de la fourniture énergétique totale dévolue aux produits déshydratés mais la moitié seulement de l'approvisionnement protéique.

Parmi les fourrages verts déshydratés, la luzerne occupe une place dominante comme plante productrice de protéines. En 1974, sa culture procure environ :

- . le tiers des matières azotées totales fournies par l'ensemble des aliments déshydratés,
- . les trois quarts des protéines en provenance des seuls fourrages verts riches en azote.

Si l'herbe contribue pour une part non négligeable à la dotation protéique générale (13 à 14 % de l'ensemble, tous produits déshydratés cumulés ; un pourcentage double pour le contingent des fourrages verts suffisamment concentrés en protéines), l'ordre d'importance des principales espèces exploitées reste impossible à dresser, faute de renseignements suffisants.

Le mats, plante entière, apparu de façon notable depuis 1970, parmi les produits déshydratés commercialisés, notamment en France, semble être dans les régions céréalières productrices, soumis à ce mode de conservation de façon épisodique, quand par exemple la maturation du grain est compromise (changement de destination).

### III- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE LA PRODUCTION ET TYPE DE PRODUIT

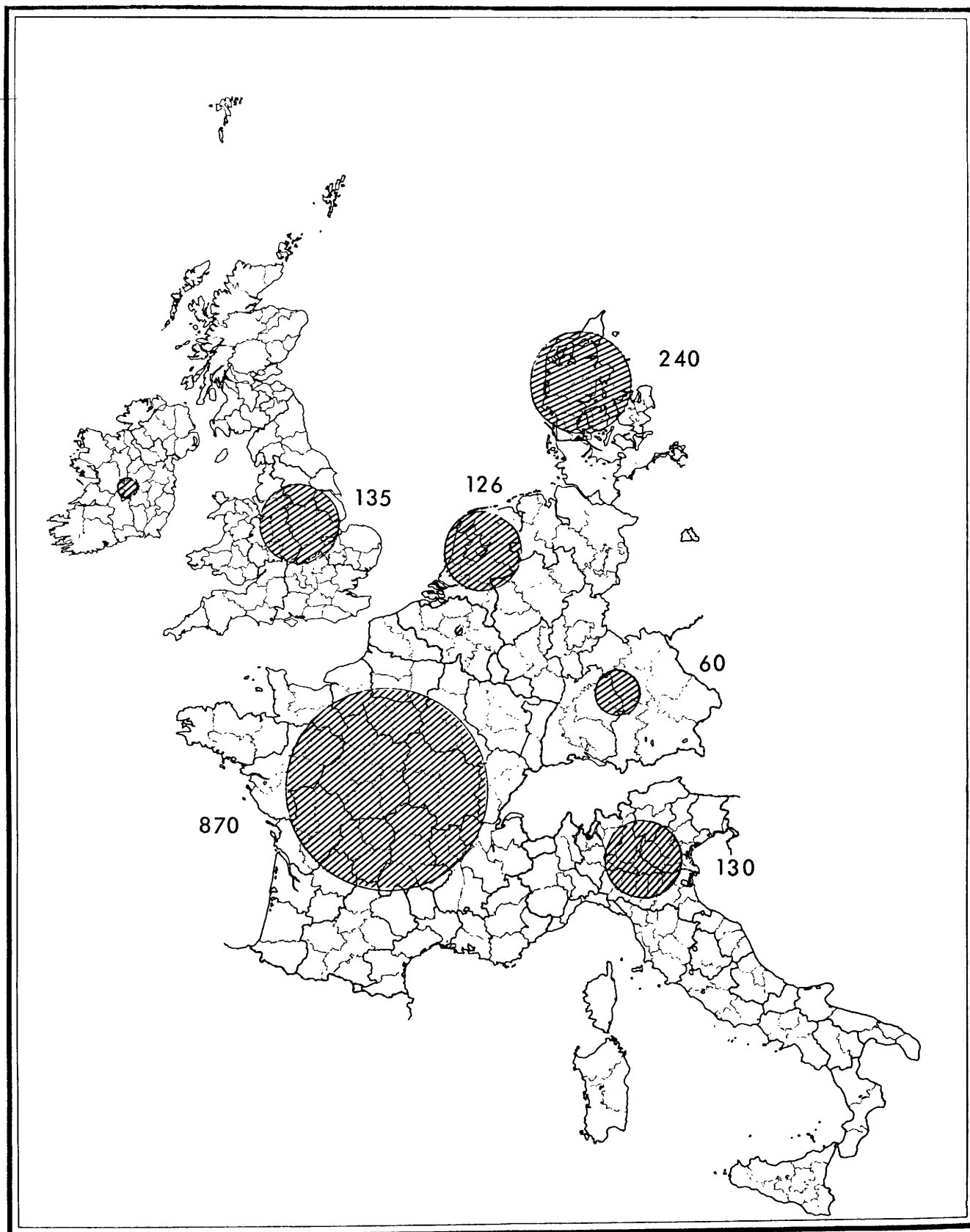
#### A- REPARTITION GEOGRAPHIQUE

La répartition géographique est illustrée par la carte 33 pour l'année 1975 à partir des tonnages indiqués dans le tableau 30. La distribution entre Etats membres de la production totale (herbe + luzerne) est caractérisée par la prépondérance de la France qui a fourni 50,2 % de la production en 1974 (cf. tableau 30) et 54,8 % en 1975. Le second producteur important est le Danemark avec 19,8 % en 1974 et 15,1 % en 1975 ; la baisse de production de cet Etat est partiellement équilibrée par l'augmentation de la production française. Vient ensuite un groupe de trois Etats : l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni avec respectivement 8,3 %, 7,9 % et 8,5 % en 1975. Pour terminer, on trouve la République Fédérale Allemande avec 3,8 %, l'Irlande avec 1,3 % et la Belgique avec 0,3 % toujours pour l'année 1975.

Sur le plan de la répartition régionale, les Etats se répartissent là encore en trois catégories :

- . ceux où la déshydratation existe sur presque tout le territoire, mais avec une concentration très marquée dans certaines régions et une division plus ou moins accentuée entre régions productrices d'herbe et celles fournissant de la luzerne. C'est le cas de la France où d'une part la Champagne et une partie du Bassin Parisien produisent la plus grande part de la luzerne

Carte 33 : Importance de la production de fourrages verts déshydratés dans la Communauté en 1975



Chiffres en milliers de tonnes

déshydratée nationale, et pas d'herbe ; et d'autre part de la Bretagne classée comme la plus importante région productrice d'herbe avec cependant un peu de luzerne. Nous trouvons également cette distinction au Danemark, avec production de luzerne et d'herbe dans les Iles et l'Est du Jutland, et déshydratation d'herbe concentrée dans l'Ouest du Jutland ; il en va de même aux Pays-Bas où les deux régions importantes sont le Friesland pour l'herbe et le groupe Zuid Holland et Zeeland pour l'herbe et la luzerne.

. les Etats où il n'existe pas de concentration géographique accentuée comme au Royaume-Uni où la déshydratation se répartit dans toute l'Angleterre et l'Ecosse et bien qu'il n'y ait que très peu d'unités au Pays de Galles et en Irlande du Nord.

. les Etats où la déshydratation n'est présente que dans une région ou groupe de régions : Sud-Bavière et Baden Wurtemberg en République Fédérale d'Allemagne, Vénétie et Emilie Romagne en Italie.

On constate donc dans l'ensemble une assez forte concentration régionale liée aux potentialités agronomiques et climatiques mais aussi aux structures de productions agricoles de ces régions, avec notamment le clivage entre régions d'élevage et régions de grandes cultures, qui recouvre plus ou moins celui existant entre production d'herbe et production de luzerne encore que cette dernière puisse être présente dans certaines zones d'élevage.

## B- TYPES DE PRODUITS

Ceci nous amène à étudier la répartition entre herbe et luzerne puisque là encore, l'examen de la production globale masque de grandes différences entre Etats. Cette répartition est donnée approximativement dans le tableau 34.

Tableau 34 : Estimation de la répartition entre herbe et luzerne dans la production communautaire 1974, 1975 et 1976 (tonnes).

	1974			1975			1976		
	herbe	luzerne	total	herbe	luzerne	total	herbe	luzerne	total
France	60 000	780 000	840 000	55 000	815 000	870 000	45 000	537 000	582 000
R. F. A.	49 000	5 500	54 500	54 000	6 000	60 000	55 800	6 200	62 000
Italie		120 000	120 000	0	130 000	130 000	0	130 000	130 000
Pays-Bas	99 000	33 000	132 000	93 000	32 000	125 000	86 000	27 000	113 000
Belgique	1 800	6 800	8 600	1 100	4 400	5 500	1 100	4 400	5 500
Royaume-Uni	130 000	30 000	160 000	95 000	40 000	135 000	85 000	35 000	120 000
Irlande	25 000	0	25 000	20 000	0	20 000	15 000	0	15 000
Danemark	180 000	150 000	330 000	120 000	120 000	240 000	100 000	100 000	200 000
Total	544 800	1 125 300	1 670 100	438 100	1 147 400	1 585 500	387 900	839 600	1 227 500
%	32 %	68 %	100 %	28 %	72 %	100 %	32 %	68 %	100 %

L'estimation qui y est portée est peu précise mais suffisante pour donner des ordres de grandeur. Du point de vue de l'ensemble de la Communauté, l'herbe (1) représentait 32 % du total en 1974 et 28 % en 1975. On peut penser que la baisse relative provient pour une part de la sécheresse qui a sévi dans certains Etats et à laquelle les graminées fourragères sont plus sensibles que la luzerne. On peut donc retenir un pourcentage moyen de 30 % obtenu à partir de situations très différentes :

. France, Italie et Belgique où l'herbe est inexistante ou d'importance faible (7,2 % pour la France),

. Danemark où la production se divise à peu près également entre herbe et luzerne sauf en 1975,

. Royaume-Uni, République Fédérale d'Allemagne, Pays-Bas et Irlande où l'herbe domine largement.

Finalement, nous pouvons compléter les observations faites au début de ce paragraphe pour la production globale, par les remarques suivantes :

1- pour la luzerne, l'ordre de classement des pays producteurs est en définitive peu différent de celui effectué pour la production totale, si ce n'est que l'Italie acquiert le même rang que le Danemark. Les productions britanniques et néerlandaises sont comparables et supérieures à celles du groupe République Fédérale d'Allemagne - Belgique - Irlande.

2- pour l'herbe, l'ordre de classement est bouleversé : le Danemark est le producteur le plus important suivi par le Royaume-Uni et les Pays-Bas. Viennent ensuite la France et la R.F.A. aux productions comparables, puis enfin la Belgique et l'Irlande. L'Italie ne produit pas ou très peu d'herbe déshydratée. Il faut remarquer également que les écarts sont beaucoup plus faibles entre les différentes productions d'herbe qu'entre celles de luzerne.

#### IV- ORGANISATION DE LA PRODUCTION (tableau 35)

##### A- Equipement et taille des usines

##### 1- Les équipements

Nous avons déjà indiqué que le tube sécheur rotatif pneumatique constitue pratiquement le seul matériel employé. Les déshydrateurs mobiles, à capacité évaporatoire nécessairement réduite, ne paraissent exister de façon importante qu'en République Fédérale Allemande. La plus grande partie de la production est donc assurée par des tubes sécheurs rotatifs installés dans des unités fixes, soit dans des bâtiments de ferme déjà existants si leur taille le permet, soit dans des usines autonomes.

---

(1) - Rappelons que le terme herbe, désigne pour l'essentiel des graminées fourragères et surtout les ray-grass italien et anglais, les fétuques, le dactyle et la fléole.

**Tableau 35 : Récapitulation des caractéristiques structurelles de la production dans la C.E.E. (1975).**

	France	R.F.A.	Italie	Pays-Bas	Belgique	Royaume-Uni	Irlande	Danemark	Total
Production herbe (1)	55 000	54 000	0	93 000	1 100	95 000	20 000	120 000	438 100
luzerne	815 000	6 000	130 000	32 000	4 400	40 000	0	120 000	1 147 400
Total	870 000	60 000	130 000	125 000	5 500	135 000	20 000	240 000	1 585 000
Nombre d'usines	175	55-60(3) dont quelques unités mobiles	115	26 dont 4 1000 t.	(2)	89	(2)	40-50 (3)	500-515 (4)
Dispositifs de . recyclage . pressage	+ (5)  expérimentation industrielle	-  -	-  -	-  -	-  -	+ (5)  expérimentation industrielle	-  (2)	+ (5)  expérimentation industrielle	
Concentration régionale . région product. . % de la production . nationale	Champagne  65 %	Bavière  72 %	Vénétie  45 %	Frise  34 %	(2)	Midland Est (2)	(2)	Ringkøbing (2)	
Autres produits traités									
. pulpes de bett.	++	+	-	-		-		++	
. mats	++	-	-	-	(2)	-	(2)	-	
. pommes de t.	-	++	-	-		-		-	
. paille (soude)	-	-	-	+		+		+	
Part du secteur coopératif dans la production	85-90 %	70-80 %	10 % (6)	42 %	(2)	20 % (6)	(2)	50 %	
Part de l'autocon- sommation (H + L)	30-34 %	90 %	0	50 %	20 %	10-15 %	(2)	10-15 %	

- (1) Les chiffres de 1976 sont indiqués au tableau 34
- (2) non connu
- (3) Estimations
- (4) Sauf Belgique et Irlande
- (5) Existe dans certaines usines et tend à se généraliser au moins pour les unités de grande taille
- (6) En Italie et au Royaume-Uni, la production provenant de surfaces appartenant au propriétaire de l'usine est prépondérante

Les autres différences que l'on peut rencontrer dans les équipements, portent sur le matériel de conditionnement, qui donnera des présentations différentes du produit sec et sur le matériel de stockage. Nous étudierons ce dernier en détail ultérieurement ; précisons simplement que les équipements de stockage sous gaz inerte n'existent qu'en France et seulement pour la luzerne. En ce qui concerne le conditionnement, les deux formes les plus répandues sont le "pellet", toujours employé pour la luzerne déshydratée destinée à la vente, et le cob.

Ajoutons pour compléter que des dispositifs d'économie d'énergie simples comme le recyclage sont déjà en place dans certaines usines françaises et danoises et en cours d'installation dans d'autres usines de ces deux Etats ainsi qu'au Royaume-Uni. Les dispositifs plus complexes (pressage, dewatering) y font l'objet d'expérimentations industrielles.

## 2- La taille des usines

La taille des usines constitue un problème important que nous reverrons lors de l'étude des coûts (deuxième partie). Cette taille, est liée au type de produit traité et au statut juridique et économique des unités ; cette relation connaît cependant des variations assez fortes aussi bien entre pays qu'entre régions d'un même Etat ainsi qu'entre production d'herbe et production de luzerne. On peut tenter ici, comme pour l'analyse de la production, d'effectuer une répartition par groupe de pays, tout en précisant que petites et grandes unités coexistent dans tous les pays encore que la taille maximum diffère : les plus grandes usines se trouvent au Danemark et surtout en France, les plus importantes d'Italie et de R.F.A. sont 4 à 5 fois plus réduites, le Royaume-Uni et les Pays-Bas occupent une place intermédiaire.

. Au Royaume-Uni et en Italie la taille moyenne des unités est plutôt faible de même que l'écart entre les plus petites et les plus grandes. La production reste faiblement concentrée et nous retrouverons cette identité structurelle des usines dans ces deux pays à propos du statut juridique des entreprises.

. Les Pays-Bas se caractérisent par une certaine homogénéité dans la taille des usines, plus accentuée que pour les deux pays cités ci-dessus, mais avec une taille moyenne plus importante puisqu'une trentaine d'usines assurent la production d'un tonnage presque égal à celui du Royaume-Uni où on dénombre 89 usines. La situation au Danemark peut être rapprochée de celle des Pays-Bas avec peut-être une dispersion un peu plus accentuée.

. En France, on trouve les plus grosses unités de la Communauté (60 000 l de capacité évaporatoire avec trois tubes sécheurs) coexistant avec de petites unités. La production de la luzerne y est fortement concentrée :

- 26 usines produisant plus de 10 000 t représentent 56 % de la production
- 107 usines produisant 1 000 à 10 000 t représentent 41,5 % de la production
- 42 usines produisant moins de 1 000 t représentent 2,5 % de la production.

Notons toutefois que si les 26 usines les plus importantes ne produisent pas d'autre fourrage vert que de la luzerne, ce n'est pas le cas de certaines installations appartenant aux deux autres groupes, pour lesquelles la luzerne ne représente quelquefois qu'une part minime de la production. Pour la déshydratation agricole, caractérisée par la prépondérance de l'herbe, les structures sont beaucoup plus homogènes et ressemblent à celles observées aux Pays-Bas.

## B- Capacité de traiter d'autres produits végétaux que les fourrages verts

Moyennant quelques réglages simples (température, vitesse de passage) les usines peuvent se livrer à la déshydratation de produits autres que les fourrages verts, ce qui a pour effet de diminuer la part des frais fixes dans le prix de revient. Ceci concerne principalement le maïs, plante entière, la pulpe de betterave et les pommes de terre ; on peut trouver dans quelques endroits précis des produits tels que le marc de raisin ou de pomme ou l'oeillette (pavot à usage pharmaceutique), qui peuvent prendre de l'importance pour une usine, mais dont les tonnages ramenés à l'ensemble de la Communauté sont négligeables.

Outre certaines particularités structurelles, comme le monopole du séchage de la pulpe de betterave au Royaume-Uni par les entreprises sucrières, les conditions climatiques introduisent des différences sensibles entre les Etats membres. Ainsi, seules les usines françaises et italiennes peuvent traiter du maïs en quantité importante ; de même la R.F.A. est le seul état à déshydrater beaucoup de pommes de terre.

En général, cette activité n'est pas concurrente de celle de la déshydratation des fourrages verts, mais seulement complémentaire, dans la mesure où la période de récolte de ces derniers est de loin la plus étendue de toutes celles des produits déshydratables.

## C- Statuts juridique et économique des unités

### 1- Statut juridique

Le Royaume-Uni et l'Italie se caractérisent par la présence massive d'unités privées, encore qu'il y existe quelques coopératives de taille plutôt supérieure à la moyenne de l'Etat considéré. Ces unités privées sont généralement installées sur une exploitation agricole et traitent principalement les produits des cultures des terres de l'exploitation, quitte à compléter leurs approvisionnements par contrats avec des agriculteurs voisins, pour une faible part de la production. La même personne ou société possède donc à la fois l'usine de déshydratation et les terres produisant la matière verte.

Dans les autres Etats, si l'on excepte les installations individuelles de petite taille, l'usine est approvisionnée par des agriculteurs extérieurs. Les apports sont assurés soit par les adhérents lorsqu'il s'agit d'une usine de déshydratation coopérative, soit par des agriculteurs indépendants sous contrats lorsqu'il s'agit d'une usine privée, individuelle ou sociétaire. Les secteurs coopératifs et privés ont une importance à peu près équivalente au Danemark et aux Pays-Bas ; et par contre la coopération domine largement en R.F.A. et surtout en France aussi bien pour l'herbe que pour la luzerne.



## 2- Statut économique

Nous avons évalué les parts respectives de la commercialisation et de l'autoconsommation de façon plus précise dans la partie consacrée à la consommation (cf. chapitre I).

En règle générale, la reprise par les agriculteurs du produit sec pour l'autoconsommation est plus importante dans les unités coopératives que dans les unités privées, sauf dans le cas des unités industrielles de très petite taille et également plus importante pour l'herbe que pour la luzerne. On peut estimer qu'elle représente environ 25 à 30 % de la production totale. Quant aux ventes, elles sont destinées, par le moyen d'intermédiaires commerciaux, soit aux éleveurs, soit aux industries de fabrication des aliments composés avec une prédominance certaine de cette seconde voie.

En guise de conclusion générale à cette première partie, nous insisterons sur quatre points qui nous paraissent fondamentaux :

1- Le développement très rapide de la production dans la période récente malgré la régression de la production danoise depuis 1972. Cette croissance constitue un indice du dynamisme de ce secteur de l'activité agricole.

2- L'homogénéité, si ce n'est l'unicité de la technologie mise en oeuvre dans la déshydratation. Le choix des investissements permettant d'améliorer les performances techniques et économiques des usines dépendra donc essentiellement de la taille qui présente des différences importantes d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre.

3- Les disparités très fortes entre états, quant à la croissance de la production, le statut juridique et économique des unités et la répartition entre herbe et luzerne. Ces disparités proviennent pour une part des disparités structurelles de l'agriculture des divers Etats membres de la Communauté.

4- La division des fourrages verts déshydratés en deux types de produits, herbe et luzerne dont les destinations diffèrent, et dont la part respective varie considérablement d'un Etat à l'autre.

LA COMMERCIALISATION DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES

---

Dans ce chapitre, qui complète celui consacré à l'étude de la consommation (cf. chapitre I), nous nous proposons d'étudier les flux commerciaux des fourrages verts déshydratés, tant sur le plan des quantités vendues que sur celui des prix ; nous verrons successivement :

1- Une description générale de la circulation des fourrages verts déshydratés en tentant de cerner la part de la production qui est vendue et de celle qui est reprise par les agriculteurs éleveurs. Nous donnons également un aperçu des infrastructures, organismes de vente et de stockage.

2- Une étude du marché proprement dit, et plus particulièrement de son fonctionnement, de l'évolution des prix depuis 1969 et des rapports de ce marché avec ceux des autres composants nécessaires à la fabrication d'aliments du bétail, soja et pulpe notamment.

Nous laissons volontairement à part l'étude détaillée du prix payé aux apporteurs de fourrage vert, dont nous ferons seulement mention dans le deuxième point ; cet aspect sera repris dans la partie consacrée à la valorisation, dans le chapitre XI concernant la rentabilité de la déshydratation pour les producteurs de fourrages verts.

I- DESCRIPTION GENERALE DES CIRCUITS DE COMMERCIALISATION DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES

Nous avons décrit dans le chapitre II (1ère partie, schéma 17) les différentes situations que peut occuper une usine de déshydratation dans les circuits d'approvisionnement des aliments du bétail. Nous allons tenter ici de donner une estimation des flux dans ces différents circuits. Notons dès maintenant qu'en ce qui concerne le circuit commercial, la production exportée est vendue pour sa plus grande part, avec ou sans intermédiaire commercial, aux industries de fabrication d'aliments composés pour le bétail.

A- La répartition de la production entre ventes et autoconsommation

Rappelons que l'autoconsommation représente la quantité de produit sec reprise par les agriculteurs qui ont produit la matière verte, dans le but d'alimenter leur propre cheptel ; ces agriculteurs-éleveurs peuvent être, soit adhérents d'une coopérative de déshydratation, soit contractants avec une entreprise privée de déshydratation, soit propriétaires de leur propre unité de déshydratation.

Pour la France, la répartition entre production autoconsommée et production vendue figure dans le tableau A.22 pour la luzerne déshydratée provenant de l'ensemble des unités françaises (déshydratation agricole et déshydratation industrielle). Il faut rajouter l'herbe déshydratée, provenant exclusivement des unités de déshydratation agricoles et qui est entièrement autoconsommée comme toute la production de ces unités.

Pour l'ensemble de la Communauté, sauf l'Irlande, on peut donner les ordres de grandeur suivants, pour 1975 (tableau 36).

Tableau 36 - Importance de l'autoconsommation Etat membre par Etat membre (1975)

	<i>production</i> (tonnes)	<i>autoconsommation</i> (%)	<i>autoconsommation</i> (tonnes)
<i>France</i> .....	871 000	30-34 %	261 300 à 296 140
<i>Royaume-Uni</i> .....	135 000	10-15 %	13 500 à 20 250
<i>Danemark</i> .....	240 000	10-15 %	24 000 à 36 000
<i>Pays-Bas</i> .....	126 000	50 %	63 000
<i>Italie</i> .....	130 000	0 %	0
<i>R. F. A.</i> .....	60 000	90 %	54 000
<i>Belgique</i> .....	5 500	20 %	1 100
<i>Total</i>	1 567 500	25,4 à 28,8	406 600 à 470 490

Il ne s'agit là que d'une estimation très grossière, et en R.F.A. notamment, il se peut que la part d'autoconsommation soit surestimée. La totalité de cette production autoconsommée est destinée aux ruminants, surtout bovins dans l'alimentation desquels entrera aussi une bonne part de la production commercialisée, non transformée ou incorporée à des aliments composés fabriqués par l'industrie.

Concernant la répartition entre herbe et luzerne, la règle générale est que le taux d'autoconsommation est plus élevé pour l'herbe que pour la luzerne dans les pays où les deux coexistent (100 % contre 30 % en 1975 pour la France par exemple). Ceci apparaît d'ailleurs logique dans la mesure où la part de l'herbe dans la production totale est généralement plus élevée dans les unités coopératives de déshydratation agricole (France) ou dans les unités implantées dans des régions d'élevage (Ouest du Jutland au Danemark, Bavière en R.F.A., Ouest de l'Angleterre au Royaume-Uni, Frise aux Pays-Bas). Enfin, il faut remarquer que la part de la production autoconsommée provenant de surfaces faisant l'objet de contrats peut être importante dans certains cas. Le tableau A23 donne la répartition des surfaces entre les trois groupes d'entreprises ; elles traitent la production-de leur propre superficie

- de leurs adhérents
- des superficies sous contrat

Ainsi, aux Pays-Bas, la superficie sous contrat représente 75 % de la surface totale. Si on admet que les rendements sont comparables sur l'ensemble de la surface totale, on peut estimer que les pourcentages pour la production restent les mêmes, à savoir 25 % de la production des adhérents (qui est auto-consommée) et 75 % pour la fraction sous contrat. La production pour cet état se répartissant en 50 % d'autoconsommation et 50 % de commercialisation, la production autoconsommée provenant de surfaces sous contrat représenterait donc 25 % du total, soit autant que la production des unités coopératives.

Les contrats ont pour but de garantir un approvisionnement régulier pour l'usine de déshydratation, ainsi que pour l'agriculteur producteur de fourrages verts, d'obtenir une garantie de débouchés et de prix pour son produit, lorsqu'il n'y a pas autoconsommation. Ils sont généralement conclus entre unités privées de déshydratation et agriculteurs, encore que dans certains Etats, les coopératives puissent traiter occasionnellement la production de non-adhérents, mais il s'agit là de cas particuliers ; ils peuvent être établis pour une campagne (contrat à court terme), mais le cas le plus général correspond à des contrats à long terme, portant sur une durée de 3 à 4 ans en moyenne.

## B- Les structures de commercialisation (1)

Ces structures apparaissent après analyse très diversifiées selon les Etats membres de la Communauté, tant sur le plan des organismes de commercialisation que sur celui des équipements de stockage.

### 1- Les organismes de commercialisation

En France, il existait en 1975 (et il existe encore), 4 groupements de vente, soit sous forme d'Union de Coopératives, soit sous forme de Sociétés d'Intérêt Collectif Agricole (SICA). Le tableau A22 montre la répartition de la production vendue et autoconsommée pour la luzerne de 1973 à 1976 ; nous avons vu ci-dessus que l'herbe n'est pas commercialisée. Ces groupements réunissent presque uniquement des unités coopératives (seule la SICA LUZERNE CENTRE BRIE compte des unités privées parmi les membres, représentant une production de 12 000 tonnes) et ont l'exclusivité de la commercialisation de la production des unités adhérentes ; en 1975, ils ont commercialisé 438 650 tonnes (tableau A22) de luzerne, soit 77 % de la production française vendue. Les unités non coopératives et les coopératives indépendantes qui vendent leur production individuellement, représentent respectivement pour 1975 11 % et 12 % de la production vendue totale. L'autoconsommation dans les unités des groupements de vente est plus faible qu'ailleurs, puisqu'en 1975, leur part dans la production totale n'est que de 62,3 % contre 77 % dans la production vendue. Il faut souligner pour compléter la présentation des groupements de vente en France, le poids très important des deux premiers groupements (FRANCE LUZERNE et LUZERNE de CHAMPAGNE) ; le plus grand par le nombre d'adhérents et par la production annuelle représente à lui seul 39 % de la production totale française en 1975. Les coopératives membres de ces deux groupements sont installées principalement dans la région Champagne.

---

(1) Il s'agit de la commercialisation de la production dans chaque Etat. Les modalités de la circulation des quantités importées ont été étudiées dans le chapitre I.

Enfin les ventes provenant soit des groupements, soit des unités indépendantes, peuvent être conclues avec des courtiers, des industriels de l'alimentation animale, ou des marchands d'aliments du bétail, aussi bien sur le marché intérieur qu'à l'exportation.

Au Danemark, où la production vendue représente 85 à 90 % de la production totale, il n'existe qu'un bureau de vente regroupant certains déshydrateurs pour une production d'environ 40 % du total des ventes. Cette organisation présente une souplesse telle que l'unité de déshydratation peut, soit s'adresser à elle, soit au contraire vendre individuellement si elle estime pouvoir obtenir un prix plus élevé.

Une autre part de la production vendue représentant également 40 % environ du total est vendue à une seule compagnie commerciale privée. Les 20 % restant font l'objet de cessions individuelles à des fabricants d'aliments du bétail ou des marchands.

Pour le Royaume-Uni, Sir Emrys JONES (1) estimait qu'en 1973 la production vendue se répartissait environ en 20 % de vente directe du producteur aux agriculteurs-éleveurs, et 80 % de vente à des marchands ou des fabricants industriels d'aliments du bétail. L'évolution dans les méthodes d'utilisation du produit déshydraté a modifié la répartition des ventes :

- 16 % se font par l'intermédiaire d'un groupement coopératif de vente, DRY GRASS LIMITED, auquel adhèrent 15 à 20 déshydrateurs,
- 16 % vont à des marchands d'aliments du bétail,
- 21 % transitent par des courtiers qui les revendent aux industries d'aliments du bétail,
- 47 % sont cédés individuellement et en vente directe à des éleveurs de ruminants.

Ceci résulte de la politique menée par les déshydrateurs anglais, notamment par l'intermédiaire de la B.A.G.C.D. (2) pour développer l'utilisation des fourrages verts déshydratés dans l'alimentation des ruminants, au détriment de leur utilisation pour les monogastriques.

En Italie, où la totalité ou presque de la production est vendue (elle est d'ailleurs quasi exclusivement constituée de luzerne), il n'existe pas de structure spécifique de commercialisation. Un groupement de vente avait été formé en 1967, puis dissout en 1972, l'expérience étant considérée comme un échec par les déshydrateurs italiens. En effet, les résultats de l'action de ce groupement sur les prix, ainsi que la participation des adhérents se sont révélés décevants eu égard aux objectifs fixés initialement. Actuellement, la production est vendue entièrement aux fabricants d'aliments du bétail soit par l'intermédiaire des courtiers, soit par vente directe. Dans ce dernier cas, et s'il s'agit d'une coopérative à plusieurs activités, le produit déshydraté peut être cédé à un autre atelier pour la fabrication d'aliments pour monogastriques.

---

(1) Future of dried crops in British Farming. Grass, n° 7, 1973.

(2) British Association of Green Crops Driers.

Aux Pays-Bas, ainsi qu'en Belgique, il n'existe pas d'organisations de vente. Dans les deux cas, la production est vendue individuellement par les unités de déshydratation, soit aux éleveurs, soit à des courtiers et des fabricants d'aliments du bétail.

## 2- Le stockage

On rencontre deux types différents de matériel de stockage dans la Communauté :

. Le stockage simple sous hangar, sur dalle ou dans des cellules métalliques sans dispositif spécial. Ce type de stockage, le seul utilisé dans tous les états membres autres que la France, où il coexiste avec le second type, entraîne un coût de stockage relativement faible. Du point de vue des capacités de stockage, il ne semble pas que celles-ci posent un problème; chaque unité dispose d'un silo dont la capacité est calculée de façon à pouvoir abriter le stock maximum permis par un fonctionnement financier normal.

. Le stockage en cellules sous gaz inerte. Ce système permet une bonne conservation des protéines et du carotène contenus dans le produit; ceci est très appréciable d'un point de vue commercial, puisque la garantie de qualité du produit est assurée. Le produit pourra donc être vendu à un prix correspondant à une qualité élevée d'une part et d'autre part la contrainte d'une vente trop rapide pour éviter la dégradation du produit est levée.

Le coût du stockage sous gaz inerte est sensiblement plus élevé que celui du stockage simple. En 1976, son montant était de 3 à 4 F/tonne du produit sec et un silo d'une capacité de 10 000 tonnes valait environ 450 000 FF.

Actuellement, les principaux groupements de vente français sont pourvus d'équipement de stockage sous gaz inerte et il semble que la capacité représentée par ces équipements soit suffisante compte tenu du niveau de la production.

Le groupe FRANCE-LUZERNE a implanté une structure de stockage très centralisée puisqu'elle n'a que 3 silos :

- 1 silo à Pogny (Marne) de 80 000 tonnes
- 1 silo à Coolus (Marne) de 30 000 tonnes
- 1 silo à Dordrecht (Rotterdam) destiné surtout aux exportations, d'une capacité de 20 000 tonnes.

soit une capacité totale de 130 000 tonnes pour une production totale (y compris l'autoconsommation qui ne nécessite pas de stockage) de 316 800 tonnes en 1975.

Le groupe LUZERNE-de-CHAMPAGNE dispose au contraire d'un stockage décentralisé puisque chacune des 10 coopératives du groupe détient son propre silo; au total la capacité de stockage atteint 120 000 tonnes environ.

Il ne nous est pas possible ici de définir un critère de choix entre ces deux types d'organisation du stockage. Toutefois, en dehors de la localisation géographique des unités de production, qui peut être favorable ou défavorable à l'un ou l'autre, il semble que les économies d'échelles et la rationalisation dues à la grande taille puissent être contrebalancées par les frais de transport du produit sec de l'unité de production au silo.

En conclusion, à cette étude de stockage, nous formulerons deux remarques :

1- Le problème du stockage à grande échelle ne se pose pas lorsque la production est autoconsommée, celle-ci étant reprise dès sa sortie de l'usine par les éleveurs qui peuvent abriter facilement la quantité de produit correspondant à leurs besoins,

2- Du point de vue du marché des fourrages verts déshydratés, et plus particulièrement pour les échanges internationaux de luzerne, une capacité de stockage importante peut jouer un rôle de régulation du marché communautaire, face aux offres des pays tiers.

## II- LE FONCTIONNEMENT DU MARCHÉ - LES PRIX

### A- Le fonctionnement du marché

Le fonctionnement du marché est régi par deux contraintes, l'une d'ordre technique, l'autre d'ordre économique.

Les fourrages verts déshydratés et il s'agit ici surtout de la luzerne, voient leur qualité se dégrader rapidement avec le temps, en l'absence d'équipements de stockage sous gaz inerte, par la disparition progressive des pigments caroténoïdes qu'ils contiennent et quelquefois même des protéines. Il y a donc nécessité pour les déshydrateurs de vendre rapidement leur produit, sauf s'il existe des équipements spéciaux de stockage, cas unique de la France (cf. ci-dessus).

La période de production s'étend, bon an mal an et selon les pays, sur cinq à sept mois environ. Les coûts correspondant aux facteurs variables et une bonne part des coûts des facteurs fixes doivent être engagés au cours de cette période de production. D'où la nécessité pour les entreprises qui veulent s'assurer une trésorerie saine, de financer par la vente rapide d'une partie de la production environ 70 % (1) des coûts de production totaux annuels dépensés sur la période de production moyenne de six mois. On peut noter que cette contrainte existe également pour les unités dont la production non commercialisée fait l'objet d'une reprise par les agriculteurs éleveurs ; il en est tenu compte dans l'établissement des calendriers de facturation des services.

(1) La proportion de 70 % est considérée comme optimale par les déshydrateurs industriels français, pour lesquels la période de production est, avec celle de l'Italie, la plus étendue dans le temps parmi les différents Etats membres.

Face à ces deux contraintes portant sur l'offre, la demande semble relativement régulière sur l'ensemble de l'année ; il y a deux possibilités, au moins théoriquement d'étaler les ventes sur 12 mois. En fait, la plupart des vendeurs importants, dont les groupements de vente français, engage à la vente dès le début de la campagne, avant et au cours du mois de mai, un tonnage important.

Ceci suppose une bonne prévision des quantités devant être produites au cours de la campagne et comporte l'inconvénient, quelquefois grave, de ne pouvoir profiter d'une hausse importante de prix postérieure au début de la campagne. Il faut penser cependant que de telles hausses n'interviennent généralement que dans des conditions anormales, ce qui a été le cas pour l'année 1976 où la sécheresse a réduit sensiblement la production dans toute l'Europe alors que la demande restait soutenue ; de plus, cette situation a fait que les importations en provenance des pays tiers ont pu occuper presque seules le marché communautaire pendant une certaine période (1). En contrepartie, la pratique des ventes à terme contribue à assurer à l'acheteur une certaine sécurité quant à la quantité et la qualité des approvisionnements, et entraîne donc une certaine stabilité des échanges.

Les deux pratiques de vente, vente de quantités disponibles et vente à terme, coexistent donc sur le marché des fourrages verts déshydratés et leur importance respective dépend des prix et du volume de la production, d'ailleurs liés entre eux de façon relativement lâche. Il existe un décalage de prix favorable à la vente de quantités disponibles. Finalement, le montant de ce décalage varie entre des limites assez rapprochées et demeure fonction de la rareté des quantités disponibles ou du délai prévu dans les ventes à terme.

## B- Les prix

### 1- Les fluctuations annuelles

Les graphes A 25, A 26 et A 27 enregistrent les variations du prix de la luzerne déshydratée, de la pulpe de betterave déshydratée, du maïs déshydraté et du tourteau de soja de l'année 1972 à l'année 1977 pour la France. Il faut évidemment interpréter ces courbes avec précaution, compte tenu de la variabilité des prix dans le temps et dans l'espace, ainsi que de la façon dont sont collectées les données. Cependant, le graphe de l'année 1975, qui peut être qualifié de normale (voir saine pour les professionnels) met en évidence une baisse du prix au cours des deux premiers mois de la production (mai et juin), suivie d'un pallier pour lequel le prix stagne au plus bas et enfin une remontée progressive des cours. La courbe de prix du marché à terme présente des écarts d'amplitude moins grande, et se situe plus souvent en-dessous de la courbe du disponible qu'au-dessus, ce qui est normal, puisque les prix ont tendance à être plutôt inférieurs sur le marché à terme. On peut quand même soutenir que les tendances d'évolution des prix sont les mêmes pour les ventes à terme que pour celles en disponible, encore que moins accentuées dans le premier cas.

---

(1) Cependant, en France notamment, ces importations provenant surtout des U.S.A. ont été acquises en grande part par les groupements de vente qui ont ainsi assuré une certaine régulation du marché intérieur.



Ce cycle, pour autant que l'on puisse employer ce mot, souffre naturellement de nombreuses exceptions, dont l'année 1976 est un exemple extrême. L'explication des mouvements annuels tient dans la situation de la période de production dans l'année. Au cours des quatre premiers mois, les stocks de l'été précédent s'amenuisent jusqu'à disparaître complètement, d'où un niveau élevé des cours.

Ensuite, la période de production commençant, les prix diminuent tandis que se concluent bon nombre des contrats de vente à terme. La période de pleine production, jusqu'à fin septembre, voit les prix stagner ; enfin, la fin de la période de production et les premiers mois de la morte-saison voient les cours remonter jusqu'à un niveau qui peut être différent de celui atteint au début de l'année. Ce dernier niveau dépendra, selon les cas, des différents facteurs tels que la conjoncture économique générale, le rapport offre-demande, le marché des produits substituables, équivalents ou concurrents (soja notamment) etc...

Pour l'année 1976 (graphe A.28), le Ministère français de l'Economie et des Finances a instauré au cours de l'été, une taxation sur le prix de la luzerne déshydratée, au niveau de 700 T/tonne. De toutes façons, nous pouvons insister encore sur le fait que cette flambée des prix n'a porté que sur des transactions de quantités négligeables, la plus grande part de la production ayant été engagée à la vente au moment où elle s'est produite.

## 2- Les fluctuations interannuelles

Les statistiques de prix donnent des valeurs variables selon les sources et les pays. Pour la France, nous avons :

. Tableau A.29 - Evolution de 1971 à 1975 des prix perçus par l'échantillon de 56 coopératives industrielles étudié dans la première partie ainsi que les prix payés aux producteurs de fourrages verts ;

. Tableau A.30 - Les prix moyens (franco frontière) des exportations et importations françaises, calculés sur l'année civile par les Douanes françaises.

. Tableau A.31 - Prix de la luzerne déshydratée en France par mois de 1971 à 1975 (ce tableau illustre d'ailleurs l'analyse du cycle annuel que nous avons faite ci-dessus).

Pour l'ensemble des Etats membres de la Communauté, les données sont regroupées dans deux tableaux :

- Tableau A.32 - Prix de vente moyen de la luzerne déshydratée pour la France, les Pays-Bas, la Belgique et le Royaume-Uni sur la période 1969-1975 (source : Eurostat).

- Tableau 37 - Prix de vente de la luzerne déshydratée pour les mêmes Etats membres, plus la R.F.A., le Danemark et l'Italie pour 1975 et 1976. Ces chiffres sont des estimations de la C.I.D.E. sur la base des renseignements fournis par chacune des associations membres de cette commission.

**Tableau 37 : Prix de vente moyen des fourrages verts déshydratés (départ usine) - Prix payé aux producteurs de matière verte ( /tonne de produit sec)**

	<i>Produit sec</i>				<i>Matière verte</i>			
	1975		1976		1975		1976	
	<i>M.N.</i> (1)	<i>Eur</i>	<i>M.N.</i> (1)	<i>Eur</i>	<i>M.N.</i> (1)	<i>Eur</i>	<i>M.N.</i> (1)	<i>Eur</i>
<i>R.F.A.</i>	300	93						
<i>Belgique</i>	4 300	88,3	5 000	102,7	1 700	34,9	1 800	36,9
<i>Danemark</i>	650	85,7	700	92,3			333	43,9
<i>France</i>	444	78,1	500	82,5	200	35,2	220	36,3
<i>Royaume-Uni</i>	50	83,7	71	100,8			35	49,7
<i>Italie</i>	90 000	104,4	110 000	112,2			50 000	61,2
<i>Pays Bas</i>	280	83,4	320	95,3	130	38,7	130	38,7

(1) M.N. = Monnaie Nationale

Source : C.I.D.E.

Ajoutons que pour la France, on estime généralement que la différence de prix entre le marché de l'exportation et le marché intérieur, peut aller de 10 à 30 FF./tonne en faveur de ce dernier, ceci étant dû au fait que les unités de déshydratation indépendantes, peuvent conclure des marchés locaux avantageux tandis que les groupements de vente s'intéressent plutôt aux exportations.

En définitive, nous pouvons formuler deux observations d'ensemble :

- Il existe entre les Etats-membres, des différences de prix quelquefois importantes,
- l'évolution générale pour l'ensemble des Etats membres est la même sur la période 1969-1976, avec quelquefois des taux légèrement différents.

a) Les différences entre Etats membres

Celles-ci peuvent s'expliquer de la façon suivante (du moins les causes que nous soulignons ici nous paraissent les plus importantes) :

- les coûts de fabrication élevés contribuent à la hausse des prix de vente. C'est le cas en Belgique, aux Pays-Bas, en R.F.A. et à un moindre degré au Danemark (1).

(1) Ce fut également le cas pour tous les Etats membres de la Communauté lors de la hausse importante des prix de l'énergie en 1974.

- le prix payé au producteur de la matière verte, autre composante du coût total peut produire les mêmes effets. Cela se rencontre notamment au Danemark, où les céréales concurrencent fortement la production de fourrages verts et en Italie.

- la nécessité de recourir à des importations pour satisfaire la demande, s'accompagne de coûts de transport supplémentaires (Pays-Bas, R.F.A. et Belgique). De plus, la façon dont ont été ressenties dans les pays, les fluctuations conjoncturelles du marché des produits de substitution, du soja surtout, pourrait également jouer un rôle.

#### b) L'évolution dans le temps

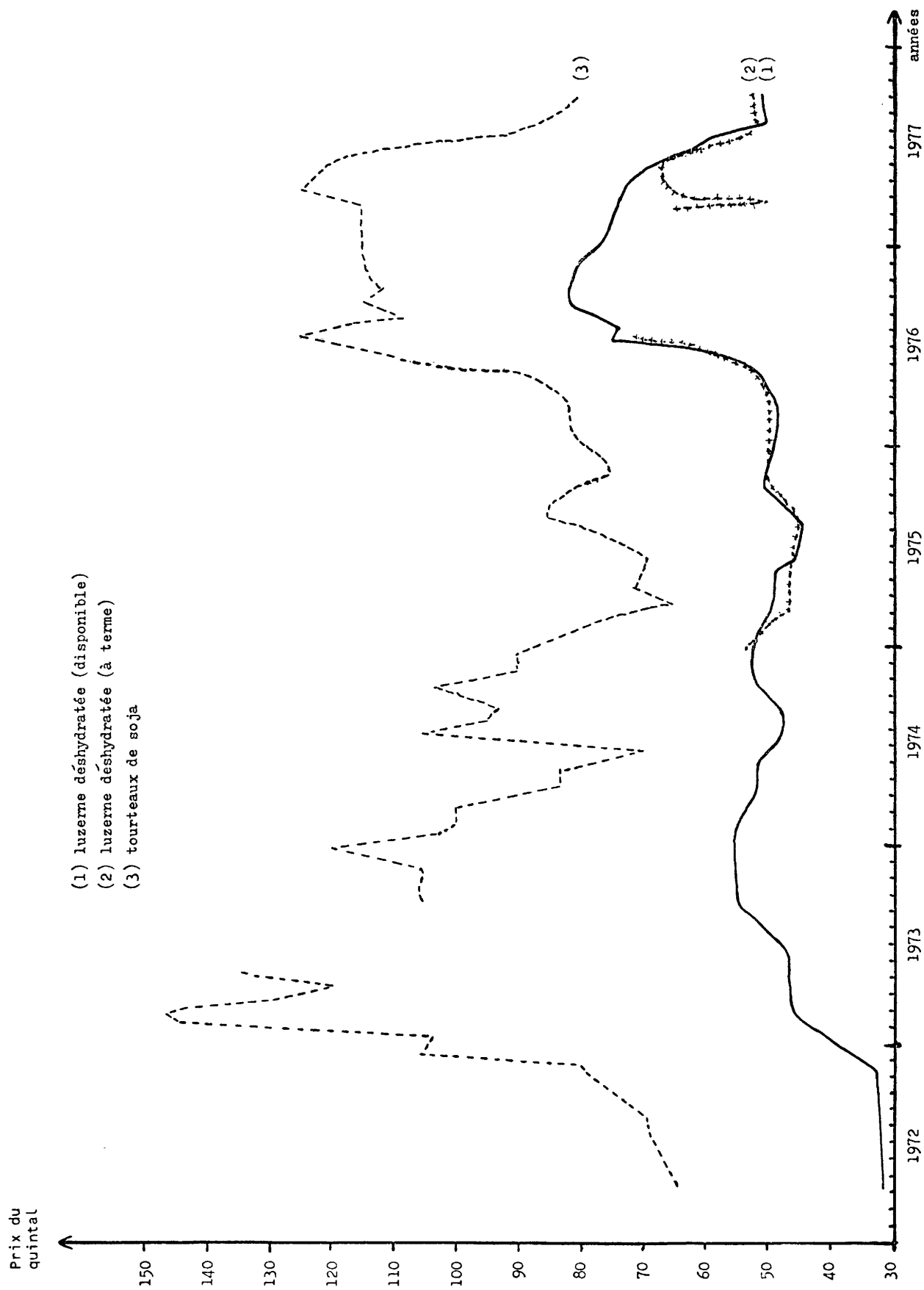
D'une façon générale, elle se caractérise par une phase de croissance régulière des prix de 1969 à 1972, suivie d'une hausse brutale en 1973 quelquefois poursuivie en 1974, puis enfin par une phase relativement stationnaire, voire décroissante, en 1975 et 1976. Enfin, en début de campagne 1977-78, on note une nette reprise puisque les cours en France pour les ventes à terme se situent entre 630 et 650 F/tonne. Nous avons déjà expliqué l'origine de la phase stationnaire de 1975-76. En ce qui concerne la hausse de 1973 et 1974, il faut la rapprocher de la hausse brutale du prix du soja en 1973, qui a entraîné une élévation généralisée des prix de tous les composants d'aliments du bétail avec un certain décalage dans le temps.

Ceci est illustré par le graphe 38 qui reproduit l'évolution des prix moyens du tourteau de soja et de la luzerne déshydratée, pour la France ; on peut considérer que les observations faites sur le graphe du cas français sont également applicables aux autres Etats membres de la Communauté, bien qu'il y ait une hiérarchie des prix du soja sur les différents marchés intérieurs, hiérarchie d'ailleurs assez semblable à celle observée pour les prix de la luzerne déshydratée (cf. ci-dessus a)).

Au début de la campagne 1977-78, les prix du soja connaissent une nouvelle tendance à la hausse, comme ceux de la luzerne déshydratée. En définitive, le marché du soja influe sur celui des fourrages déshydratés, comme sur celui des autres composants de l'alimentation du bétail. Il faut cependant remarquer qu'il n'y a pas de substituabilité complète entre luzerne déshydratée et soja pour des raisons qualitatives (concentration en protéine et existence de carotènes) ainsi que des raisons zootechniques, dans l'alimentation des monogastriques.

De plus, comme nous l'avons déjà signalé, la hausse des prix de l'énergie, dont le coût forme un élément important du prix de revient de la déshydratation, est intervenue de façon aiguë en 1973 et 1974. Cette hausse a vraisemblablement contribué également à la hausse générale des cours, tant pour la luzerne que pour la pulpe de betterave déshydratée, malgré l'effet inverse entraîné par l'aide communautaire (cf. partie consacrée aux coûts).

Graph 38 : Evolution du prix du quintal de luzerne et de soja déshydratés de 1972 à 1977.



Enfin, en ce qui concerne le marché de la pulpe de betterave déshydratée, il semble beaucoup plus fluctuant que celui de la luzerne et il ne paraît pas y avoir de relation directe entre les deux. D'ailleurs, les caractéristiques alimentaires des deux produits sont fort différents, puisque la pulpe est surtout utilisée pour son apport énergétique, alors que la luzerne réunit apports énergétiques, protéiques et colorants (carotènes). Il existe une liaison variable selon les années, mise en évidence par les graphes A.25, A.26, A.27 et 38.

## CONCLUSIONS SUR LA COMMERCIALISATION

---

En 1975, année normale pour les conditions climatiques, la production communautaire de fourrages verts déshydratés a été de 1 585 500 tonnes (herbe et luzerne) pour une consommation totale estimée à environ 1 717 300 tonnes, soit un taux de couverture des besoins de 92,5 %. En fait, ce calcul global masque des disparités profondes entre différents Etats membres : les deux plus importants producteurs, la France et le Danemark, présentent un bilan largement excédentaire et exportent des quantités importantes. A l'opposé, la République Fédérale d'Allemagne, les Pays-Bas et la Belgique, ont des bilans déficitaires et sont importateurs. Le commerce international reste essentiellement intra-communautaire, puisque la quasi-totalité des exportations françaises et danoises ont comme destination ces trois grands pays importateurs. Les autres Etats membres producteurs, le Royaume-Uni, l'Irlande et l'Italie sont plus ou moins autosuffisants, encore que les importations italiennes aient tendance à augmenter.

La production globale se divise en autoconsommation pour 1/4 environ, la part restante (3/4) étant commercialisée selon deux voies principales : distribution sans transformation (alimentation des ruminants, des chevaux et des lapins) ou incorporée dans les aliments du bétail de l'industrie (ruminants, monogastriques). Le supplément de consommation par rapport à la production, appartient à cette deuxième catégorie et est couvert par les importations en provenance des pays tiers, essentiellement la Hongrie et les U.S.A. Il semble que le marché des aliments destinés aux ruminants (principalement bovins) s'étende au détriment de celui des monogastriques (volailles) surtout au Royaume Uni et peut-être en France, où il faut souligner l'importance de la consommation par les lapins.

Le marché présente un cycle annuel de faible amplitude, variable selon l'année et l'Etat considérés ; la contradiction entre une période de production de six mois et une période de commercialisation de douze mois entraîne la nécessité de conclure plus de la moitié des ventes pendant la période de production, afin de financer cette dernière. Les habitudes de ventes font coexister sur le marché, les ventes de quantités disponibles et celles à terme.

Les équipements de stockage sous gaz inerte, permettant une bonne conservation de la qualité du produit (1) n'existent pratiquement qu'en France. Leur capacité importante permet aux organismes de vente qui les détiennent, d'avoir un effet de régularisation sur le marché français, tant sur le marché intérieur que sur les exportations de cet Etat.

Enfin, les prix dont le taux d'augmentation était régulier et proche de celui des autres composants de l'alimentation du bétail jusqu'en 1973, ont subi une brusque hausse en 1974. Il semble que celle-ci soit liée à la fois à celle du soja au cours de l'année précédente (1973) et à celle du prix de l'énergie entre 1973-1974 ; toutefois, l'aide communautaire a largement amorti les effets de cette dernière sur les prix de revient, donc indirectement sur ceux de vente. Au cours des années 1975 et 1976 les prix sont restés stables dans l'ensemble, malgré une brusque flambée des cours dans l'été 1976 qui n'a porté que sur de très faibles quantités. Actuellement (fin 1977) après une tendance à la reprise au début de l'année 1977, les cours baissent très sensiblement jusqu'à atteindre un niveau égal ou inférieur à ceux de l'automne 1975.

---

(1) La dégradation du produit en l'absence d'un stockage spécial, constitue une seconde contrainte d'ordre technique - entraînant la mise en vente rapide.



## 3ème PARTIE

---

### LES COUTS DE LA DESHYDRATATION



## INTRODUCTION

L'étude du coût de la déshydratation pose un problème méthodologique. En effet, nous avons vu dans la première partie de cette étude que le producteur de fourrage vert, c'est-à-dire l'agriculteur et le possesseur de l'installation de déshydratation peuvent être soit dissociés, soit réunis dans une seule entité juridique, personne individuelle ou association coopérative ou privée.

Concrètement, cela entraîne, du point de vue des coûts, deux situations différentes, selon que le produit sec est repris pour alimenter les animaux des agriculteurs producteurs de fourrage vert, ou vendu.

1- En cas de vente, le prix payé à l'agriculteur pour la fourniture de fourrage vert, ou les coûts de culture lorsqu'il s'agit d'une installation à la ferme, représentent effectivement un coût qu'il faudra déduire du prix de revient.

2- En cas de reprise du produit sec, par le ou les agriculteurs apporteurs de fourrage vert, seul le coût de déshydratation proprement dit sera à prendre en compte, les frais culturaux étant de toutes façons engagés sur l'exploitation.

Nous n'étudierons donc dans cette troisième partie, que les coûts de déshydratation, communs aux deux situations. Ceux relatifs à la production de la matière verte ou à l'approvisionnement en matière première, relèvent de l'étude de la rentabilité de la déshydratation, que nous étudierons ultérieurement.

Nous entendons par coût de la déshydratation la totalité des coûts concernant les opérations suivantes :

- . récolte et transport de la matière verte
- . séchage
- . conditionnement
- . stockage

Les coûts d'investissement sont pris en compte par le jeu des amortissements.

Rappelons que du point de vue technologique, les matériels employés pour mener à bien les opérations citées dans les trois premiers points, présentent une relative homogénéité, si l'on met à part les déshydrateuses à basse température et les déshydrateuses mobiles, finalement peu nombreuses au regard du nombre total d'unités dans la communauté, et dont la production représente une part très faible de la production totale. Par contre, comme nous avons pu le constater dans l'étude des structures, la taille des unités présente des variations importantes, ainsi d'ailleurs que le matériel de stockage.

Dans un souci d'homogénéité, nous avons adopté la présentation du coût utilisée par les professionnels et qui consiste à calculer le prix de revient par unité de poids (généralement la tonne) de produit sec.

### LES CONTRAINTES TECHNIQUES MAJEURES DE LA DESHYDRATATION

---

En dehors des contraintes financières survenant lors de la création de l'unité et évoquées par ailleurs, le fonctionnement rationnel d'une installation, implique très souvent qu'elle réponde à divers impératifs techniques. En général leur non respect retentit plus ou moins fâcheusement sur les charges de l'entreprise. Aussi, nous est-il apparu nécessaire avant l'étude des coûts proprement dits, de faire dans un premier chapitre une analyse des contraintes techniques dont leur valeur dépendra.

#### I- LES CONTRAINTES RELATIVES A LA COLLECTE DES FOURRAGES

L'approvisionnement en produit frais de la déshydrateuse représente une part variable mais souvent importante du coût de production notamment avec des fourrages verts. Toutes les causes susceptibles d'accroître les coûts de récolte et de transport, doivent être évitées ou limitées. Celles-ci ont des origines diverses et se rattachent soit aux structures de production, soit aux particularités de la croissance des fourrages.

##### 1- Les contraintes de structure ont des aspects variés :

. trop grande dispersion du parcellaire à récolter ou aire de collecte trop vaste. Il faut rechercher une bonne concentration des champs autour de l'usine; la distance moyenne ne devra pas dépasser 10 km et la parcelle la plus éloignée sera distante au plus de 25 km.

. dimension, forme, accès des champs et portance du sol peu compatibles avec l'usage du matériel (grande largeur de coupe, remorques à forte capacité...)

. infrastructure routière défavorable à une circulation aisée (routes étroites ou nanties de passages difficiles) ou rapides (importance du trafic routier),

. insuffisance d'organisation de la collecte. Chaque fois que cela est possible, il sera avantageux de procéder à la récolte en progressant par secteurs de collecte selon un ordre défini,

. organisation défectueuse des chantiers. Le défaut d'adéquation du volume et du nombre des remorques, compte tenu du débit de l'appareil de récolte et de l'éloignement des parcelles, occasionne des temps morts et un mauvais emploi du matériel ou du personnel.

2- La production fourragère présente un rythme saisonnier responsable d'une variabilité de la fourniture en matière première à déshydrater.

Le volume du fourrage, fonction de l'espèce végétale, du cycle de végétation et des conditions climatiques, modifie beaucoup le fonctionnement du chantier de récolte. Un tonnage inférieur à 1-2 tonnes de matière sèche par hectare, comme cela peut se produire pour des exploitations tardives ou estivales de cultures prairiales ralentit fortement le rythme de collecte.

## II- CONTRAINTES RELATIVES AU FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Malgré la diversité des structures juridiques des unités, quelques impératifs généraux prédominent :

### 1- Nécessité d'assurer un volume horaire annuel de fonctionnement élevé :

Les unités dotées de salariés permanents (1) cherchent afin d'assurer le meilleur emploi de la main d'oeuvre et amoindrir la part représentée par les charges fixes dans le prix de revient, à réaliser un tonnage maximal, aussi proche que possible de la capacité de l'atelier. Cet objectif est théoriquement accessible en réalisant un approvisionnement régulier et étendu à la plus longue période possible. En pratique, les contraintes du cycle végétatif autorisent rarement une collecte fourragère sur une durée supérieure à 6 mois (avril à octobre) ; selon les conditions climatiques de l'année et la possibilité d'inclure en arrière-saison des fourrages tardifs (maïs) ou des résidus agro-industriels (pulpe betteravière, marc de pomme...), le nombre d'heures de fonctionnement maximum oscille entre 1800 et 3600 parmi les pays de la Communauté.

### 2- Sécurité de l'approvisionnement fourrager

La nécessité pour l'usine de travailler de façon régulière et le plus longtemps possible dans l'année, conduit à élaborer un programme de travail mûrement réfléchi. Celui-ci repose sur la mise au point d'un plan fourrager (choix d'espèces à déshydrater, importance relative des superficies correspondantes) assorti d'un calendrier de récolte.

L'ajustement de la fourniture de fourrage frais aux besoins journaliers et saisonniers de l'entreprise, pose ordinairement quelques problèmes pendant deux à trois années après la création de l'unité et suppose de solides connaissances agronomiques pour les résoudre (2).

L'obtention d'un rendement élevé à l'hectare implique le choix de fourrages adaptés et très productifs, mais nécessite aussi une rationalisation de la culture (fertilisation soutenue, régime de coupes défini...).

(1) Une plus grande souplesse caractérise les ateliers employant une main-d'oeuvre saisonnière prise parmi le personnel fixe des exploitations agricoles (cas d'installations privées en Italie et au Royaume-Uni).

(2) Malgré une excellente information sur le milieu naturel, les aléas climatiques variables selon des règles imprévisibles conditionnent le niveau annuel de production fourragère et son échelonnement.

### 3- Intérêt de recourir à des fourrages riches en matière sèche

En première approximation, le taux d'humidité du fourrage avant séchage détermine directement la quantité de carburant consommée (cf techniques de déshydratation et graphique relatif à la consommation du fuel oil pour le séchage de la luzerne selon son humidité).

. Par exemple (graphique 14) des écarts de 230 à 320 g de fuel oil par kg de pellets ont été enregistrés au Danemark et en Bretagne, chez une luzerne de première pousse, selon le stade de coupe, respectivement en cours de montaison (16 % de matière sèche) et à la floraison (21 % de matière sèche). Il est donc plus avantageux, au plan de la dépense énergétique de préférer des produits frais riches en matière sèche.

. L'augmentation du prix de l'énergie et les perspectives du contingentement en produits pétroliers conduisent les unités de déshydratation à rechercher des solutions pour restreindre leur consommation énergétique (cf. Economie d'énergie). Dans cette perspective, deux séries de solutions s'offrent à l'utilisateur :

- soit améliorer le rendement évaporatoire de l'installation
- soit abaisser l'humidité initiale du produit frais par pressage (dewatering des fourrages verts, surpressage de la pulpe betteravière...) ou par préfanage de quelques heures au champ.

### 4- Disponibilité en main d'oeuvre qualifiée

Un bon fonctionnement de l'usine et des chantiers de récolte implique de pouvoir disposer de personnel compétent (conducteurs de récolteuses, chauffeurs de camions et spécialistes du séchage). La qualification professionnelle s'acquiert après un apprentissage plus ou moins long, si bien que les unités de déshydratation doivent s'assurer :

- au moment de la création de l'usine, de pouvoir disposer sur place du personnel souhaité, quitte à le former
- en cours de fonctionnement, de fournir un plein emploi pour une rétribution correspondant à la qualification exigée.

Les multiples réparations ordinairement nécessitées tant par le matériel roulant (récolteuse, camions, remorques...) que fixe (four, presses...), réclament la présence d'un bon mécanicien assisté éventuellement d'une ou de plusieurs aides.

L'efficacité technique et par voie de conséquence, économique de l'installation, dépend de la qualité de la main d'oeuvre, et tout spécialement:

- du responsable organisant la récolte (absence de temps mort, coordination des chantiers...)
- du chef d'usine (doigté pour le réglage du séchage influant sur la dépense d'énergie, aptitude à l'intervention rapide en cas de panne ou d'incident...).

### III- CONTRAINTES INHERENTES A LA DESTINATION DES PRODUITS DESHYDRATES

---

En déshydratation industrielle, les exigences commerciales concernant la qualité du produit (teneur en protéines, en carotène...) et les habitudes du marché (livraisons échelonnées) conduisent :

- à l'obtention d'une marchandise répondant aux normes qualitatives retenues, ce qui conduit à exploiter en général une seule espèce fourragère (par exemple luzerne), à être exigeant sur le stade de coupe, à classer les provenances selon leur qualité et à veiller à la présentation (maximum de cohésion des agglomérés pour limiter le délitage).

- à stocker en cellules appropriées et parfois spécialement aménagées pour éviter l'altération de certains composés (conservation en atmosphère d'azote pour préserver le carotène).

### ANALYSE DES PRIX DE REVIENT PAYS PAR PAYS

---

Nous allons exposer ici, les éléments du coût que nous avons pu recueillir dans les différents Etats membres de la Communauté. Pour aucun des pays concernés, nous n'avons pu mener d'enquête exhaustive ; d'ailleurs les résultats d'une telle enquête seraient difficiles à interpréter, compte tenu du caractère très variable des situations juridique, historique et financière des unités de déshydratation. Nous nous sommes donc attachés à la recherche d'éléments permettant une appréciation d'ensemble en relation avec les spécificités structurelles propres à chaque pays.

Bien que nous ayons calculé des prix de revient pour les Etats membres dont la production est importante, c'est-à-dire la France, le Danemark, le Royaume Uni, l'Italie, les Pays-Bas et l'Allemagne, ces résultats ne sont pas toujours représentatifs de l'ensemble des unités de déshydratation de chacun de ces états. Nous pouvons cependant dégager un certain nombre d'indications et de tendances qui, associées à l'analyse des problèmes de commercialisation (prix de vente notamment) menée dans la première partie et des problèmes d'utilisation pour les éleveurs, nous permettront de porter un jugement sur la rentabilité de la déshydratation dans différentes situations.

Nous tenterons ici de faire des comparaisons de coûts dans le temps et dans l'espace ; précisons dès maintenant qu'en ce qui concerne l'aspect historique, la période récente a été marquée par deux événements ayant entraîné des hausses de coût importantes :

- la hausse des prix de l'énergie, en 1973-74 qui a eu une incidence directe sur les prix de revient de la déshydratation puisque la consommation de fuel en constitue une part importante

- les sécheresses successives de 1975 et 1976 qui ont entraîné une baisse des rendements, donc une hausse de la part des frais fixes dans le prix de revient.

#### I- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION EN FRANCE

##### A- La déshydratation agricole (1)

Pour cette catégorie qui, rappelons-le, se distingue de la déshydratation industrielle beaucoup plus par l'utilisation du produit (repris quasi intégralement par les adhérents qui sont les éleveurs) que par la taille, du moins pour certaines usines, nous disposons de deux séries de données.

---

(1) La différence entre déshydratation agricole et déshydratation industrielle a été expliquée dans la première partie.

1- La première concerne un ensemble de coopératives des trois départements du Finistère, des Côtes-du-Nord et du Morbihan, appartenant à la Région Bretagne et dont les usines de déshydratation ne constituent qu'une partie de leurs activités. Ces coopératives sont d'ailleurs regroupées en une union de coopératives, ce qui explique dans une certaine mesure, le développement de la déshydratation par la mise en place d'une politique commune au niveau de l'union.

Les chiffres pour ce groupe d'usines sont présentés dans les tableaux A.33 et A.34 établis pour l'année 1974.

Toutes ces coopératives traitent du maïs, de la luzerne, du ray-grass italien et de la fétuque élevée. La première cède le produit à ses adhérents à des prix différents selon la nature du produit. Les autres établissent seulement un prix pour l'herbe et un prix pour le maïs.

Pour l'ensemble des 7 coopératives en jeu, représentant 13 ateliers en 1974, nous avons les coûts moyens suivants :

	<i>énergie</i>	<i>amortissements</i> (1)	<i>autres frais</i>	<i>total</i>
<i>Coût moyen en F/tonne</i>	129,0	78,5	138,4	345,9
<i>%</i>	37,29	22,69	40,02	100

pour une production composée de luzerne, ray-grass italien, fétuque et maïs; nous pouvons admettre en première approximation que la composition de la production est répartie entre 80 % d'herbe et luzerne et 20 % de maïs (l'année 1974 a été une mauvaise année pour la culture du maïs en Bretagne).

2- La seconde série de données porte sur deux coopératives du quatrième département breton l'Ille-et-Vilaine, et qui ont le statut juridique de Coopératives d'Utilisation du Matériel en Commun (CUMA) ceci entraîne comme conséquence que l'activité de déshydratation est pratiquement la seule sauf dans le cas où persiste en même temps une CUMA pour l'utilisation des matériels de culture (2).

(1) Dans l'ensemble de l'étude, l'amortissement pris en compte est l'amortissement comptable, c'est-à-dire le résultat de la répartition dans le temps, selon des modalités diverses en fonction du bien considéré, de la dépense initiale d'investissement.

Ceci entraîne comme conséquence que les frais financiers enregistrés ici correspondent aux intérêts ou agios effectivement payés par l'entreprise. Cette méthode est la plus couramment utilisée dans la comptabilité française. Lorsque les chiffres sont obtenus de façon différente, ils feront l'objet d'une remarque particulière dans le texte.

(2) La réglementation française sur les coopératives prévoit que pour les CUMA, les services fournis aux agriculteurs consistent en travaux à façon à l'exclusion d'autres services tels que la commercialisation des produits ou l'approvisionnement d'amont par exemple.

De même que pour les chiffres précédents, les valeurs fournies ici sont valables pour l'année 1974 (campagne 1974-75) et concernent le calcul du prix de revient de l'herbe (graminées fourragères et luzerne). Au cours de l'année, les deux coopératives ont produit :

n° 1 : 3 327 tonnes d'herbe et 1 040 tonnes de maïs  
soit respectivement 76 et 24 %

n° 2 : 2 159 tonnes d'herbe et 547 tonnes de maïs  
soit respectivement 80 et 20 %.

Pour l'année considérée, il a fallu en moyenne 158 g de fuel pour obtenir 1 kg de maïs déshydraté à 90 % de matière sèche et 369 g pour obtenir la même quantité d'herbe à 90 % de matière sèche. Le calcul qui suit a été effectué en transformant le maïs en équivalent herbe, c'est-à-dire en considérant que 2 kg de maïs représentent 1 kg d'herbe. Si cette méthode est critiquable pour certains aspects, elle n'en permet pas moins d'obtenir une estimation de l'ordre de grandeur du prix de revient des produits autres que le maïs.

Les deux coopératives déshydratent en régime normal, en moyenne :

<i>part du produit coopérative</i>	<i>ray-grass italien</i>	<i>fétuque</i>	<i>luzerne</i>	<i>maïs</i>	<i>divers</i>
1	1/12	1/4	1/4	1/3	1/12
2	-	1/2	1/4	1/4	-

Les capacités évaporatoires atteignent respectivement de 5 500 l/h et 6 500 l/h ; ce qui correspond très approximativement à des productions optimales de 5 000 et 6 000 t/an, les résultats du calcul sont regroupés dans le tableau A.35. Pour ces deux coopératives, les prix de revient sont les suivants (cf. tableau A.35) :

	<i>énergie</i>	<i>amortissements</i>	<i>autres frais</i>	<i>total</i>
<i>Coopérative 1 coût moyen 1969(1) en F/tonne</i>	121,8	43,96	166,74	332,50
<i>%</i>	36,63	13,22	50,15	100
<i>Coopérative 2 coût moyen 1973(1) en F/tonne</i>	130,1	117,69	166,61	414,40
<i>%</i>	31,39	28,40	40,21	100

(1) année de création



Nous constatons ici le poids très important du poste énergie (fuel + électricité) dans le prix de revient total (environ 1/3). Le tableau détaillé (A.36) des sept coopératives, montre d'ailleurs, ainsi que pour les deux C.U.M.A. d'Ille-et-Vilaine que le coût total varie en relation plus ou moins directe avec le pourcentage correspondant aux dépenses d'énergie. Malgré l'incapacité de porter un jugement direct sur le fonctionnement technique des unités, il nous paraît probable compte tenu d'une répartition des produits à traiter relativement homogène pour l'ensemble des usines, que les causes des variations du prix de revient sont à rechercher dans l'analyse de la conduite technique de l'usine. En effet, il suffit que l'approvisionnement du sécheur soit un peu irrégulier et que la valeur des paramètres de fonctionnement soit inadaptée au produit à traiter pour que la consommation du fuel devienne anormalement élevée ; une mauvaise organisation du chantier de récolte peut entraîner les mêmes effets.

La deuxième cause de variation du coût total entre usines tient à la date d'installation ; dans certains cas, elle se surajoute à la première décrite (consommation énergétique), dans la mesure où un certain délai est nécessaire pour acquérir l'expérience permettant un bon fonctionnement technique de l'usine (deux années au moins). La charge d'amortissement est d'autant plus élevée que l'installation est récente (celle-ci varie de 43,95 F/t à 117 F/t avec une moyenne de 80 F/tonne environ) ; l'usine la plus ancienne s'est installée en 1968, et les plus récentes en 1974 si on exclut l'agrandissement de certains ateliers. Cette tendance à la pénalisation des entreprises de création récente se trouve accentuée par le fait que leurs premières années de fonctionnement (1974, 1975 et 1976) ont été mauvaises sur le plan climatique; ceci a entraîné des difficultés de trésorerie soit des frais financiers très importants.

L'observation du tableau A.36 met en évidence ces différences :

- augmentation très forte du prix de revient au cours des années 1972, 1973 et 1974 et plus modérée en 1975 et 1976.

Les deux causes importantes de cette augmentation sont d'une part, l'augmentation du prix du fuel (+ 834 F/tonne de 1972 à 1974) et d'autre part, les mauvaises conditions climatiques ayant entraîné soit une chute de rendement, soit une élévation de la teneur moyenne en eau.

- amortissements et bien souvent frais financiers d'autant plus élevés que la date d'installation est récente, sauf pour les agrandissements d'atelier par addition d'un deuxième sécheur.

## B- La déshydratation industrielle

Pour ce secteur, nous disposons également de deux séries de données:

La première, fournie par la Caisse Nationale de Crédit Agricole concerne l'ensemble de la branche, c'est-à-dire que le calcul porte sur l'ensemble des coopératives pratiquant la déshydratation industrielle de luzerne, à quelques exceptions près. Bien que nous ne disposions pas d'une

ventilation par coopérative, nous détenons quelques renseignements sur des groupes de coopératives, classées selon leur capacité de production. De plus, nous verrons l'évolution de ces données sur quatre années (1972 à 1975).

La seconde série chiffrée provient d'un travail effectué par le Centre Départemental d'Economie Rurale de la Marne à la demande du Syndicat National des Déshydrateurs Français (S.N.D.F.) (1). Le prix de revient par tonne de produit déshydraté a été calculé pour trois types d'usines (10 000 l/h, 20 000 l/h et 30 000 l/h) à partir des chiffres moyens rencontrés pour les coopératives du département de la Marne. Signalons dès maintenant qu'il s'agit là des entreprises françaises de loin les plus performantes, tant sur le plan économique que sur le plan technique. Cette dernière observation sera d'ailleurs confirmée par la comparaison avec la série précédente.

1- Le prix de revient de la déshydratation industrielle (2)  
(calcul global sur l'ensemble de la branche)

L'échantillon d'étude comprend 55 coopératives de déshydratation pour lesquelles la luzerne est le produit le plus important. En 1975, 38 d'entre elles ont produit plus de 5 000 t, le nombre total des coopératives françaises de ce type ayant produit plus de 5 000 t en 1975 s'élevant à 41.

Pour 1975, les productions exprimées en pourcentage de la production nationale, se répartissent ainsi :

luzerne	613 226 t soit 75 %
pulpes de betterave	236 418 t soit 28 %
maïs	44 791 t soit 45 %
divers	10 848 t soit 1,5 %

Compte tenu de la répartition entre secteur coopératif et secteur privé d'une part, et de la concentration géographique de la production de luzerne déshydratée en France d'autre part, on peut estimer que la représentativité de cet échantillon est bonne pour le secteur de la déshydratation industrielle (échantillon où la luzerne représente environ les 3/4 de la production).

Il a été établi à partir des comptabilités individuelles de ces coopératives un compte d'exploitation global, d'où a été tiré le prix de revient. Toutefois, dans les coopératives, il n'est pas établi de compte d'exploitation par produit. On admet donc ici, ce qui est inexact, que le coût de traitement est le même pour le maïs, la luzerne et la pulpe ; en fait, le supplément de coût de 20 % pour la pulpe par rapport à la luzerne, ainsi que le coût inférieur du maïs dû au plus faible pourcentage d'eau sont plus ou moins compensés par la répartition de la production (luzerne majoritaire).

Ce prix de revient moyen figure dans le tableau A.37. Enfin, nous disposons des prix de revient calculés par groupe d'entreprises classées par taille (tableau A.38).

(1) C. PATOUR, prix de revient de la luzerne déshydratée, année 1975.

C.D.E.R. de la Marne

(2) Source : C.N.C.A.

Nous avons récapitulé ci-dessous les valeurs du prix de revient moyen pour la période 1972-1975.

	1972		1973		1974		1975	
	F/tonne	%	F/tonne	%	F/tonne	%	F/tonne	%
<i>Fuel</i>	40,17	22	43,49	21	94,54	34	97,04	32
<i>Amortissements</i>	38,74	21	41,75	20	40,54	15	42,89	14
<i>Frais de personnel</i>	38,80	21	44,43	21	49,12	18	58,95	20
<i>Frais financiers</i>	7,69	4	6,37	3	8,01	3	11,77	4
<i>Autres frais</i>	60,33	32	70,91	35	82,16	30	89,07	30
<i>Totaux</i>	185,73	100	206,95	100	274,37	100	299,12	100

## 2- Le calcul du prix de revient par le C.D.E.R.

Avec l'étude du C.D.E.R. de la Marne (1), nous avons également les prix de revient pour l'année 1975, mais ceux-ci sont calculés à partir de moyennes sur quelques entreprises de la Marne, qui sont parmi les plus efficaces de France ; en outre, ces prix de revient ont été calculés sur la base de rendements moyens ce qui n'a pas été le cas en 1975 et en calculant les amortissements et les frais financiers à partir des prix du matériel neuf, c'est-à-dire dans une situation d'installation précédent immédiatement le début de la campagne 1975-76. Les données sont relatives à des coopératives ayant des usines de trois tailles différentes : capacité évaporatoire de 10 000 l/h, 20 000 l/h, et 30 000 l/h. Dans tous les cas, la production se répartit en luzerne 80 % et pulpe de betterave 20 %. Les normes retenues sont issues de calculs de moyenne à partir des comptabilités de 13 coopératives du département de la Marne.

Les produits traités sont d'une part de la luzerne semée sous couvert de céréales et exploitée deux ans à raison de 4 coupes annuelles et d'autre part, de la pulpe de betterave surpressée. Les teneurs en matière sèche à l'entrée sont respectivement de 21 et 18 % et celles à la sortie sont de 90 %. Il faut, 1 kg de F.O.D. pour évaporer 12,5 kg d'eau, 155 kwh par tonne de bouchon de luzerne et 120 kwh par tonne de bouchon de pulpe. Les tableaux A.39 à A.41 contiennent les renseignements suivants :

- tableau A.39 : caractéristiques techniques des usines
- tableau A.40 : investissements nécessaires
- tableau A.41 : prix de revient à la tonne du produit (sans distinction de nature)
- tableau A.42 : prix de revient séparés de la luzerne et de la pulpe de betterave déshydratée.

(1) Source : C.D.E.R. de la Marne, op. cité

Ces données doivent être interprétées avec précaution, du fait de leur faible représentativité et difficiles à comparer avec les précédentes, à cause de la méthode de calcul ; elles sont regroupées dans le tableau suivant :

	10 000 l/h		20 000 l/h		30 000 l/h	
	F/tonne	%	F/tonne	%	F/tonne	%
<i>Fuel</i>	106,96	33	106,96	36	106,90	36
<i>Amortissements</i>	39,54	23	33,90	11	33,61	11
<i>Frais de personnel</i>	60,32	29	53,87	20	53,45	18
<i>Frais financiers</i>	34,80	11	29,38	10	28,63	10
<i>Autres frais</i>	79,01	25	70,3	23	72,55	25
<i>Totaux</i>	320,73	100	299,41	100	295,20	100

Le prix moyen indiqué pour l'ensemble des 56 coopératives en 1975 est d'ailleurs légèrement supérieur à celui calculé ci-dessus malgré la surestimation due aux amortissements et frais financiers.

L'analyse rétrospective effectuée sur la période 1972-1975 montre les mêmes tendances que celles relevées pour la déshydratation agricole française (et la déshydratation dans les autres pays de la Communauté), à savoir une hausse continue avec un brusque accroissement entre 1973 et 1974. Les causes en sont évidemment identiques ; hausse du prix du fuel et baisse des rendements (surtout en 1975) encore que le poids de cette dernière soit beaucoup plus faible que pour la déshydratation agricole puisque le produit est constitué à 70-80 % de luzerne, plante moins sensible à la sécheresse que les graminées fourragères et le maïs, et de plus cultivée dans une région (Champagne, Ardennes surtout) touchée moins durement par le déficit en hydrique. Cette observation n'a aucune valeur pour l'année 1976, pendant laquelle la sécheresse a fait sentir ses effets dans toutes les régions.

### C- Analyse des résultats précédents

#### 1- Comparaison entre déshydratation agricole et déshydratation industrielle

Dans l'ensemble, les prix de revient sont nettement moins élevés en déshydratation industrielle et leur structure est sensiblement différente, les deux aspects étant d'ailleurs liés. En effet, les coûts de l'énergie (fuel + électricité) qui varient proportionnellement à la teneur en eau du produit vert, sont nettement plus faibles en valeur absolue pour les trois années 1972, 1973 et 1974 ainsi d'ailleurs que le pourcentage du coût total qu'ils représentent. Ainsi, la consommation d'énergie en déshydratation industrielle apparaît comme doublement réduite par rapport à celle de la déshydratation agricole ; ceci ne peut se produire que parce que le pourcentage de diminution des autres coûts en déshydratation industrielle par rapport à la déshydratation agricole est encore plus grand que celui de la diminution du coût d'énergie entre ces deux branches.

L'explication tient pour une part à la nature du produit traité, l'herbe ayant un taux d'humidité plus élevé nécessitant une quantité de fuel plus importante mais la présence de maïs dans une proportion de 20 % à 33 % du produit devrait contrecarrer cette tendance dans les unités agricoles. Par ailleurs, il s'agit en déshydratation industrielle d'entreprises en général sensiblement plus âgées, ce qui amène des amortissements beaucoup plus faibles (quelquefois moins de la moitié) surtout dans les années les plus récentes (1974 et 1976). Enfin, et ceci est peut-être le plus important bien que nous ne puissions l'étudier avec précision, il existe une économie certaine sur les autres coûts, liée probablement à une très bonne organisation des ateliers, à une gestion technique plus rationnelle permise par la nature du produit, son origine et sa destination, et également, encore que la liaison soit moins nette, à la taille de l'unité.

## 2 - Coûts et économies d'échelle en déshydratation industrielle

Dans le calcul effectué par le C.D.E.R. de la Marne, l'augmentation de la capacité évaporatoire de 10 000 l/h à 30 000 l/h entraîne une réduction du prix de revient de 320 F/t à 295 F/t. Les réductions les plus importantes apparaissent au niveau des amortissements (- 5,93 F/t), les frais de personnel (- 6,87 F/t) et les frais financiers (- 6,27 F/t), c'est-à-dire sur les charges fixes (1), ce qui paraît logique.

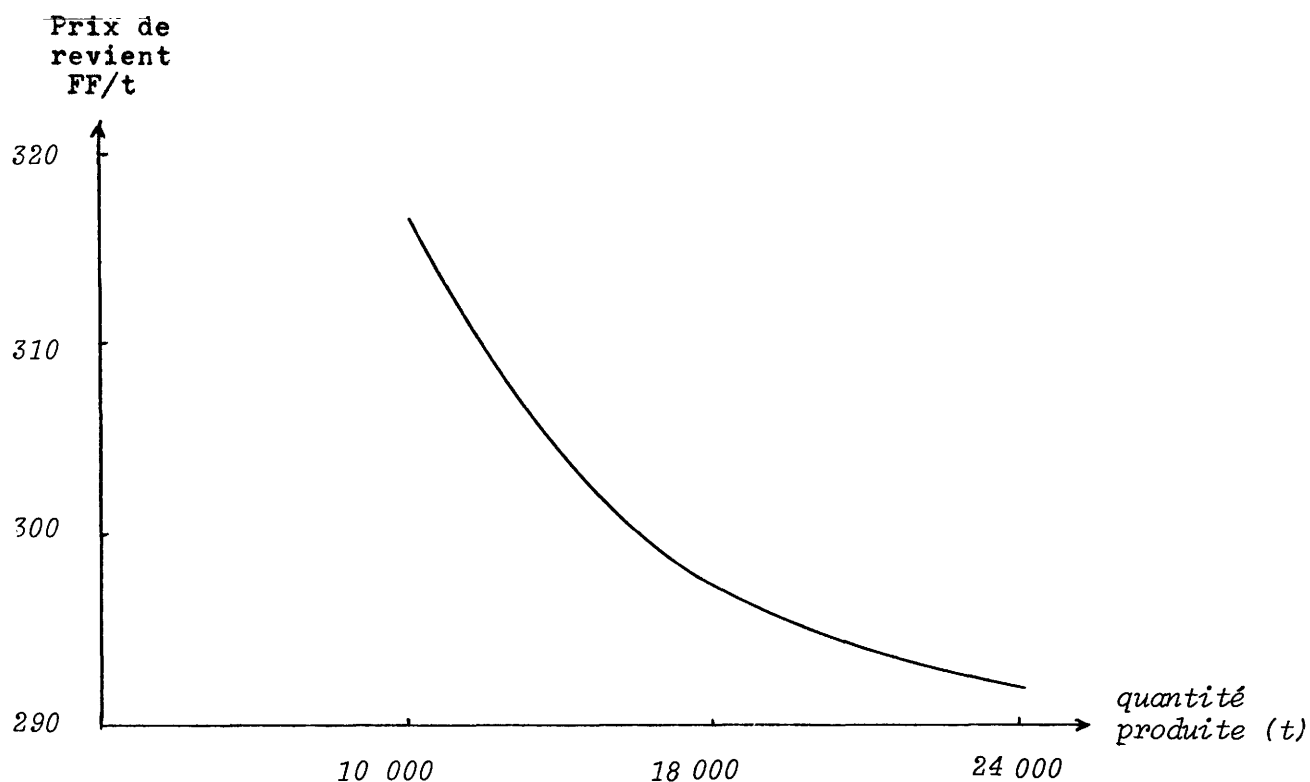
Le graphe 39 montre l'évolution du prix de revient en fonction de la taille de l'unité, mesurée par le critère de la capacité évaporatoire (en l/h), d'après le calcul du C.D.E.R. (2). On peut constater que la production ne croît pas proportionnellement à la capacité évaporatoire puisque l'on a respectivement pour 10 000 l/h, 20 000 l/h et 30 000 l/h des productions de 10 000, 18 000 et 24 000 tonnes ; de même les coûts d'investissements et par conséquent les amortissements en unité produite, sont décroissants lorsque la capacité évaporatoire augmente.

---

(1) Les frais de personnel sont calculés ici comme des charges fixes, l'emploi de main d'oeuvre saisonnière pour la durée de la campagne étant de plus en plus difficile

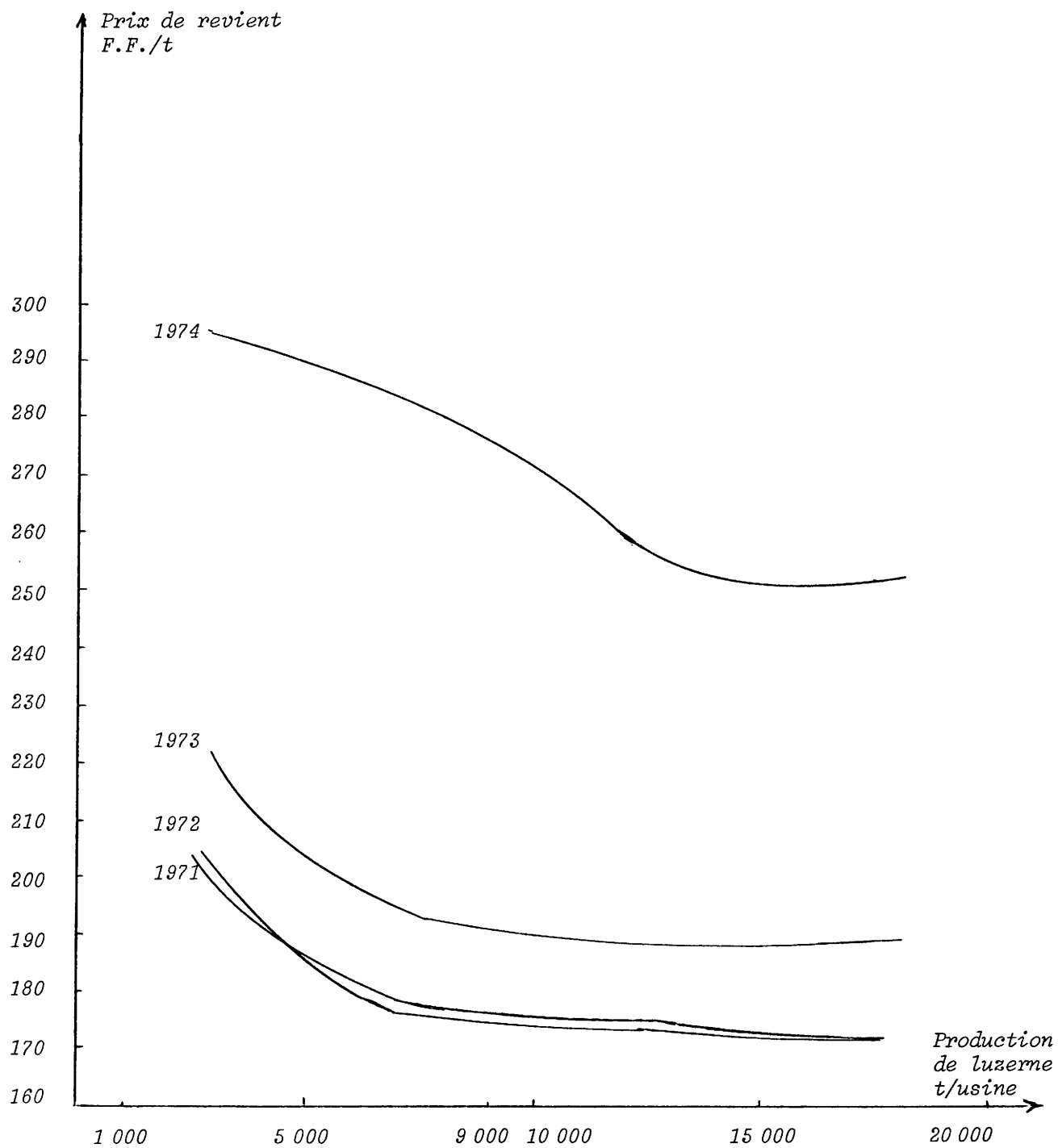
(2) cf. tableaux A.39, A.40 et A.41

Grappe 39 : Le prix de revient de la déshydratation en fonction de la taille, dans le cas d'installation d'usines en 1975 (France).



Nous obtenons une meilleure représentativité avec l'échantillon de 56 unités coopératives de déshydratation industrielle divisées en quatre groupes en fonction de la quantité produite ; les données sont fournies dans le tableau A.38 et portées sur le graphe 40.

Grphe 40 : Le prix de revient en déshydratation industrielle en fonction de la quantité produite par usines (données du tableau A.38 ).



En conclusion, pour les coûts de déshydratation française, nous pouvons formuler les constatations suivantes :

. Il existe des économies d'échelles relativement importantes : 14 % d'économie pour les plus grandes par rapport aux plus petites en 1974 et 12 % en 1971,

. Les petites tailles ont été plus durement touchées par les conditions défavorables de 1974 et des années suivantes (augmentation du prix du fuel et mauvaises conditions climatiques).

La distinction entre les deux groupes intermédiaires apparaît moins évidente, les chiffres obtenus étant très proches et quelquefois même inversés par rapport à la tendance générale. Ceci semble signifier qu'il existe des plages de capacité de production pour lesquelles le prix de revient est relativement stable, ces plages étant séparées par des seuils pour lesquels le prix peut varier assez brusquement. Le tableau A.38 indique que l'on peut distinguer trois tailles en déshydratation industrielle, l'une au-dessus de 5 000 t de luzerne par an, l'autre s'étalant de 5 000 à 20 000 t environ et la dernière au-dessus de 20 000 t. Bien que cette conclusion puisse être éventuellement modifiée par une stratification différente de l'échantillon des 56 unités, elle paraît cependant très importante si l'on songe que les unités de déshydratation agricoles comprennent des unités appartenant aussi bien à la première classe qu'à la seconde ; or, il ne semble pas, et ceci reste à vérifier, que l'on constate le même phénomène pour ces dernières (économies d'échelle importantes et seuils). Ceci provient sans doute de la conception générale de fonctionnement de ces usines, ainsi que de la nature du produit vert traité (présence importante d'herbe à forte teneur en eau).

## II- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION AU ROYAUME-UNI

Les données dont nous disposons sont issues d'une étude réalisée par M. T.W.D. THEOPHILUS publiée dans la revue GRASS (1). La présentation en est légèrement différente de celles adoptées pour d'autres pays ; en effet, les coûts d'installation de la culture produisant la matière verte, et ceux de la récolte sont confondus en particulier dans les postes "main d'oeuvre", "frais de matériel", "carburants et lubrifiants", "frais de gestion" et "frais généraux". Ceci provient de la situation particulière du Royaume-Uni où, comme nous l'avons montré dans la première partie (chapitre II), le propriétaire de l'unité de déshydratation est également propriétaire du sol fournissant la matière verte, dans la plupart des cas. La production de fourrage vert déshydraté fait alors l'objet d'une comptabilité identique à celle des autres cultures (C'est ainsi que la récolte du blé par une moissonneuse-batteuse fait partie du prix de revient de ce produit, au même titre que les frais engendrés par le matériel de culture).

---

(1) The economics of Grass Drying and its capital investment requirements par T.W.D. Theophilus in Revue Grass, n° 15.



## A - Estimation des coûts

Le tableau A.43 qui donne le prix de revient de la déshydratation par tonne de produit, ne comprend donc pas les frais de récolte qu'il faudrait ajouter pour assurer une comparaison rigoureuse du prix de revient à ceux des autres pays, ainsi que les frais de gestion et les frais généraux. En l'absence de renseignements plus complets, nous devons donc adopter une clé de répartition de ces charges entre coûts de la culture et coûts de séchage ; nous retiendrons d'attribuer la moitié de la valeur des postes "main d'oeuvre", "frais de matériel", "frais de gestion" et "frais généraux" du tableau des coûts de culture et récolte, aux coûts de récolte et séchage, ce qui paraît justifié compte tenu des observations que nous avons pu faire dans cet Etat.

Deux cultures sont successivement considérées, celle de la luzerne et celle de l'herbe (grass) avec des durées d'exploitations respectives de 3 et 4 années et des rendements de 10 tonnes/ha et 12,5 tonnes/ha (produit fini à 90 % de matière sèche). Enfin, le calcul est mené pour deux types d'unités :

- unité dont le produit est destiné à être commercialisé avec une capacité évaporatoire de 10 000 l/h, la production annuelle étant de 5 000 t,
- unités "à la ferme" avec capacité évaporatoire de 2 500 l/h, ce qui correspond à peu près à une production annuelle de 1 000 tonnes.

Les normes de consommation du fuel varient en fonction de la teneur en matière sèche du produit à l'entrée et du type de carburant utilisé. Pour l'usine de 20 000 l/h, il s'agit du fuel oil lourd à raison de 227 l/tonne pour la luzerne et 265 l/tonne pour l'herbe. Pour l'installation de 2 500 l/h, il s'agit de gas oil à raison de 303 l/tonne. Dans ce dernier cas, les frais de main d'oeuvre correspondent uniquement aux travaux directement nécessaires à la déshydratation (lorsque l'unité de séchage ne fonctionne pas, la main d'oeuvre présente sur l'exploitation peut être utilisée dans d'autres ateliers, ce qui n'est évidemment pas le cas dans l'usine de 10 000 l/h pour la période hivernale).

Les amortissements et les frais financiers sont déterminés de deux façons différentes, selon que l'on considère l'aspect historique de l'amortissement ou selon que l'on s'attache au point de vue économique du renouvellement.

Les coûts d'investissement et les amortissements pour les capacités évaporatoires de 10 000 l/h et 2 500 l/h sont donnés respectivement dans les tableaux A.44 et A.45, toujours selon la même source (1).

Pour la première, l'amortissement est de 7,40 £/tonne de produit (69,15 FF). Pour la seconde, le matériel est installé sous des bâtiments existants et la voiture existe déjà sur l'exploitation ; l'amortissement est alors de 7,95 £/tonne de produit (74,47 FF).

---

(1) T.W.D. THEOPHILUS, op. cit.

Toutefois, si l'on se réfère à l'amortissement comptable, on constate qu'il se situe entre 2,5 £ (23,35 FF) et 5,25 £ (49,03 FF) par tonne, avec une moyenne de 4,29 £ (40,06 FF) pour l'usine de 10 000 l/h de capacité évaporatoire. Pour l'usine de 2 500 l/h, l'amortissement comptable est compris entre 2,3 £ (21,48 FF) et 5,87 £ (54,82 FF) avec une moyenne de 4,95 £ (46,23 FF) par tonne.

En ce qui concerne les frais financiers, le taux moyen d'intérêt retenu était, en 1975, pour le Royaume-Uni, de 15 % ; cette charge est d'un montant de 22,25 £/ha pour l'usine (capital fixe) et 10 £ pour le capital circulant.

Frais financiers : 3,25 £/tonne de luzerne (30,64 FF)  
2,55 £/tonne d'herbe (24,28 FF)

Enfin, le tableau A.46 actualise les valeurs du coût de séchage (total du tableau A.43) et de l'amortissement pour l'année 1976, en fonction des quantités traitées dans une usine de 10 000 l/h afin d'apprécier l'effet de la sécheresse de cette année.

Les prix de revient détaillés sont regroupés dans le tableau 41 :

Tableau 41 : Coûts de la déshydratation au Royaume-Uni (1975) en FF/t.

Coûts F/tonne	10 000 l/h herbe (grass)	luzerne	2 500 l/h herbe
<u>Récolte</u>			
Main-d'oeuvre	13,00	14,10	10,50
Matériel (y compris carburant)	14,12	15,15	7,68
<u>Coûts directs de déshydratation</u>			
Fuel	110,24	97,60	150,88
Electricité	27,12	7,30	5,28
Main-d'oeuvre	26,40	33,00	23,50
Entretien, réparations	18,80	18,80	14,14
Stockage, ensachage	18,80	18,80	8,01
<u>Charges communes</u>			
Frais généraux	7,52	9,4	7,52
Frais de gestion	5,64	5,65	-
Amortissements	40,06	40,06	46,23
Frais financiers	24,28	30,64	24,28
Total	304,76	310,50	298,02

Source : The Economics of Grass Drying and its capital investment requirement, GRASS n° 15

Remarquons que ces valeurs sont vraisemblablement sous-estimées, à cause du choix de la clé de répartition ; elles ne peuvent donc être considérées que comme une borne inférieure.

Il semble que le prix de revient de la petite unité soit plus faible malgré un coût de fuel représentant plus de 50 % du total contre 33 % dans l'autre cas. Cette situation est due au fait que la petite unité, qui utilise du gas-oil et non du F.O. 02 utilise certains éléments (bâtiments, matériel etc...) préexistant sur l'exploitation et dont le coût ne lui a pas été imputé ; une comparaison avec les unités industrielles a donc peu de signification.

Le prix de revient dans l'unité industrielle, quoique sous-estimé, a une valeur comparable aux prix de revient français établis pour 1975 en déshydratation industrielle. Si on lui affectait au titre des frais de récolte la totalité des postes "matériels" et "main d'oeuvre" ainsi que les postes "frais généraux" et "frais de gestion", il s'élèverait à 345,04 F/tonne d'herbe et 354,80 F/tonne de luzerne.

Le prix plus faible pour l'herbe s'explique par les hypothèses de rendement (12,5 t/ha contre 10 t/ha pour la luzerne) malgré un poste "fuel" plus important dû à une plus faible teneur du produit en matière sèche à l'entrée. Enfin, la structure du coût est également proche de celle enregistrée en France avec :

fuel	36,17 % pour l'herbe ; 31,34 % pour la luzerne
amortissements	13,14 % pour l'herbe ; 12,90 % pour la luzerne
frais financiers	7,96 % pour l'herbe ; 9,86 % pour la luzerne

#### B- Evolution des coûts

En ce qui concerne l'évolution de ces prix de revient, les tendances sont les mêmes que celles que nous avons décrites pour la France ; il faut bien voir que ceux-ci sont sensibles aussi bien à la conjoncture économique (hausse du prix du fuel en 1973) qu'à la conjoncture climatique (rendements faibles de 1975 et 1976 à cause de la sécheresse).

Le graphe A.47 établi à partir du tableau A.46 permet de mesurer l'incidence de la sécheresse sur le prix de revient total, c'est-à-dire culture, récolte, séchage, et stockage. Il s'agit des valeurs moyennes d'un échantillon de 29 unités de déshydratation du Royaume-Uni. Le coût de la déshydratation proprement dit augmente lorsque les rendements s'abaissent, ainsi que les coûts culturaux, bien que le coût du seul séchage diminue du fait d'une moindre consommation de fuel. En résumé, l'augmentation des coûts fixes par unité produite est plus forte en valeur absolue que la diminution des coûts variables, d'où une augmentation du prix de revient total.

### III- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION AU DANEMARK

Pour ce pays, nous disposons d'une évaluation moyenne des différents éléments du prix de revient pour la campagne 1975-76 (1). Compte tenu de la relative homogénéité des structures de production dans ce pays, si l'on excepte les très petites unités à la ferme dont la production est presque négligeable au regard de la production totale, le Danemark est, avec l'Italie, le pays où la variabilité du prix de revient d'une usine à l'autre semble la plus faible, à taux d'utilisation égal. Signalons toutefois que nous sommes incapables d'apprécier, de façon précise, à partir de ces données, les différences de coût entre herbe et luzerne, qui constituent chacune 50 % de la production. Vraisemblablement, le prix de revient de la déshydratation de l'herbe est légèrement supérieur à celui de la luzerne, à cause de la teneur en eau plus élevée de l'herbe.

Le prix de revient total de la déshydratation au Danemark (tableau A.48) était de l'ordre de 410 Couronnes Danoises en 1975, soit, au taux de conversion de cette année, l'équivalent de 311 FF/tonne de produit sec, les estimations pour 1976 le portent à 440-450 DKr/t soit 334-341 FF/t. Pour l'année 1975, le prix de revient au Danemark se situe entre celui de la déshydratation agricole en France (300-350 FF/t) et celui de la déshydratation industrielle pour le même Etat (300 FF/t). Ceci paraît logique compte tenu d'une taille moyenne des unités danoises inférieure à celle des unités industrielles françaises d'une part, et d'autre part de la composition de la production danoise, qui se répartit actuellement grossièrement en 50 % d'herbe et 50 % de luzerne, alors que la production française est caractérisée soit par une part dominante d'herbe (déshydratation agricole) soit par l'exclusivité de la luzerne (déshydratation industrielle).

En dépit d'un prix de revient comparable à celui des autres Etats membres de la Communauté, le Danemark présente une situation particulière du fait de la structure des coûts ; celle-ci est très différente de ce que l'on peut rencontrer notamment en France, au Royaume-Uni et en Italie. Au Danemark, en effet, la part des coûts fixes dans le prix de revient excède celle des coûts variables, contrairement à la situation rencontrée dans les Etats ci-dessus et ceci malgré des conditions comparables en ce qui concerne :

- la consommation moyenne d'énergie par les usines (fuel et électricité);
- la distance moyenne à parcourir pour l'approvisionnement des usines, qui a une incidence sur les frais de récolte ;
- le montant des investissements et l'âge des unités.

Finalement, ce poids plus lourd des frais fixes dans le prix de revient s'explique par une durée annuelle de fonctionnement des unités très inférieure à la durée maximale théorique et inférieure également à celle observée dans les autres pays. Cette réduction de la durée de fonctionnement est due principalement à deux causes :

---

(1) données élaborées par KI-SAM-Kunstrings Industriens Sammenslutning

1- Du point de vue de l'approvisionnement en fourrages verts, le revenu que ceux-ci peuvent apporter aux agriculteurs-producteurs est faible au regard de celui d'autres cultures, principalement l'orge, le blé et la betterave sucrière pour l'Est du pays dont le prix s'est considérablement accru depuis l'entrée de cet Etat dans la Communauté en 1972. Ceci explique d'ailleurs la chute de production enregistrée au chapitre III à partir de cette époque.

2- Du point de vue de l'approvisionnement en produits déshydratables autres que les fourrages verts, il existe peu de possibilités au Danemark. Le maïs est pratiquement absent pour des raisons climatiques, le tonnage de pulpes de betterave traitées est relativement peu important, de l'ordre de 50 000 tonnes de produit sec par an, et les régions de culture de pommes de terre ne correspondent pas aux régions d'implantation des unités de déshydratation. Plusieurs unités envisagent, comme solution d'avenir à ce problème, de pratiquer le traitement des pailles (1) (orge principalement) à la soude, afin de produire un aliment porteur d'énergie métabolisable et pouvant être incorporé à des aliments du bétail. A défaut d'utiliser le tube sécheur, la mise en oeuvre de ce procédé permettrait au moins d'utiliser pendant la morte saison le matériel de broyage, de conditionnement et de séchage, ainsi que d'assurer le plein emploi de la main d'oeuvre permanente.

Ce déficit chronique d'approvisionnement, a été encore aggravé comme dans toute la Communauté, par les mauvaises conditions climatiques de 1975 et 1976. On peut estimer qu'actuellement, l'industrie danoise de déshydratation n'utilise que la moitié environ de sa capacité de production.

Signalons enfin un taux d'intérêt élevé, de même qu'au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, qui contribue encore à accroître la part des frais fixes.

#### IV- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION AUX PAYS-BAS

Pour cet Etat, l'association des coopératives de déshydratation de fourrages verts publie un recueil de données (techniques et économiques) concernant ses différentes unités (2). Cette association regroupe 11 coopératives ayant produit :

- en 1975 : 53 610 tonnes d'herbe et luzerne déshydratées, soit 42 % de la production totale
- en 1976 : 50 884 tonnes d'herbe et luzerne déshydratées, soit 45 % de la production totale.

Le calcul du coût moyen pour ces 11 usines sera donc relativement représentatif de la situation aux Pays-Bas, d'autant plus qu'il ne semble pas y avoir de différence de taille notable entre les usines coopératives et les usines privées (les premières ont produit, en 1975, 53 610 tonnes avec 11 usines, les

---

(1) La valorisation des pailles de céréales, ordinairement brûlées dans de nombreux pays, connaît un regain d'intérêt et pour des usages divers (alimentation du bétail, usages industriels, etc...)

(2) Vereniging van Coöperatieve Grasdrogerijen in Nederland, Verslag, 1975. (V.C.G.)

secondes 73 972 avec 15 usines). Le tableau A. 49 donne les caractéristiques techniques des 11 usines de l'association. Il faut remarquer que 10 d'entre elles utilisent le gaz naturel comme source d'énergie, et non le fuel ; cette situation est tout à fait particulière aux Pays-Bas, l'utilisation du gaz étant très rare dans les autres Etats membres de la Communauté. La teneur en matière sèche du produit vert, à l'entrée du sécheur, paraît plutôt élevée, compte tenu des observations faites sur l'ensemble de l'Europe ; par contre la consommation d'électricité ressemble à celle des autres pays.

Le tableau A.50 comprend le calcul des prix de revient de chaque usine pour 1975 et le tableau A.51 donne le prix de revient moyen pour l'ensemble des coopératives en 1975 et 1976, soit respectivement 228,3 G/t (385,8 FF) et 278,7. Toutefois, il faut noter que l'usine d'Ommen a été exclue du calcul pour l'année 1975, de même que celle de Workum en 1976 en raison, semble-t-il, de leur mauvais fonctionnement au cours de ces années.

Comme au Danemark, l'industrie de déshydratation des fourrages verts aux Pays-Bas se caractérise par une durée annuelle de fonctionnement réduite par rapport aux industries françaises, anglaises et italiennes. Cette réduction a été particulièrement importante en 1975 et 1976, toujours pour des raisons climatiques, comme le montre le tableau A.52. De plus, nous avons vu dans la 1ère partie (chapitre III) que la production de produits déshydratables autres que les fourrages verts est négligeable pour ces usines. Nous retrouvons donc le même phénomène qu'au Danemark, à savoir une part de frais fixes dans le prix de revient plus importante que dans les autres Etats membres cités ci-dessus, d'autant plus que les Pays-Bas font partie des Etats pour lesquels le taux d'intérêt des emprunts destinés à l'agriculture est élevé. Cependant, la sous-utilisation de la capacité de production est plus faible qu'au Danemark, du fait d'une concurrence moins aigüe entre fourrages verts à déshydrater et céréales du point de vue du revenu des agriculteurs, et ceci d'autant plus que les chiffres avec lesquels nous travaillons sont ceux de coopératives dans lesquelles le produit sec est repris par les agriculteurs-éleveurs.

Le prix de revient total, légèrement supérieur à celui du Danemark avant 1974, s'en écarte assez nettement en 1975 et 1976 pour approcher celui de la déshydratation agricole française (228,3 G/t) soit environ 380 FF/t ; ce qui peut paraître élevé mais cette différence est due pour une bonne part au taux de change favorable. Ceci semble dû au fait que l'augmentation importante du prix du gaz, qui est utilisé par 10 usines sur 11 membres de la V.C.G., n'est intervenue qu'à partir de 1975, alors que celle du fuel pour les autres pays a été ressentie dès 1974. Le graphe A.53 montre l'évolution parallèle du prix de revient total par tonne de produit sec, le coût du gaz par tonne et le prix du gaz sur la période 1973-76. On peut d'ailleurs souligner ici la situation privilégiée de l'industrie de déshydratation aux Pays-Bas par rapport aux autres Etats membres en matière de coût d'énergie entraînée par le faible prix du gaz. En effet, on considère qu'il faudrait 35 m<sup>3</sup> de gaz contre 20 kg de fuel pour obtenir 100 kg de produit sec, les coûts respectifs sont 4,7 FF et 8 FF. La différence s'amenuise en 1976, le prix du fuel ayant peu augmenté par rapport à 1975, ce qui n'est pas le cas du prix du gaz. L'ensemble de cette analyse est confirmé par les chiffres du tableau A.54 qui donne l'évolution du prix de revient sur la période 1964 ainsi que la production, pour les coopératives de la V.C.G.

## V- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION EN ITALIE

Comme nous l'avons vu dans l'étude des structures de la déshydratation dans ce pays, de très nombreuses unités sont du type "installation à la ferme" ; dans ce cas, il est rare que soit tenue une comptabilité séparée pour l'atelier de déshydratation. De plus, il s'agit d'une production très localisée dans le Nord-Est du pays et dont le poids par rapport à celui des autres productions agricoles est faible ; il n'existe pas d'étude d'ensemble sur les coûts de la déshydratation en Italie, mais seulement des estimations effectuées par l'Associazione Italiana des Déshydrateurs (1).

Nous reproduisons dans le tableau A.55 le prix de revient par tonne de produit (il s'agit exclusivement de luzerne) de la coopérative la plus importante de la Plaine de Pô pour l'année 1976.

La production totale de l'année est de 4 580 tonnes à partir d'une surface de 400 ha de luzerne ; la durée moyenne retenue pour le calcul des amortissements est de 7 ans. Le coût total de déshydratation atteint 80 700 liras environ par tonne (465,1 FF) ce qui excède très nettement l'estimation faite par l'Association des Déshydrateurs d'Italie équivalente à 59 000 liras pour la même année (341 FF).

Ce dernier chiffre est comparable à celui résultant de l'estimation faite pour le Royaume-Uni par la British Association of Green Crop Driers (BAGCD) et compte tenu du taux de conversion en FF employé, ces deux Etats sont ceux dont les prix de revient sont les plus faibles pour 1976. Malgré la différence de nature du produit traité, puisque la production italienne est constituée exclusivement de luzerne, alors que la production britannique est constituée de 70 % d'herbe, les structures de la déshydratation dans ces deux pays présentent les caractéristiques communes : en effet, dans les deux cas nous trouvons une majorité d'unités installées à la ferme, et dont le propriétaire possède également le sol producteur du fourrage vert à déshydrater ; de plus, il semble que les tailles moyennes des unités soient relativement comparables. Remarquons toutefois que la similitude se limite à ces aspects structurels, car en Italie, ce type d'unité est associé généralement en Italie à d'autres spéculations. En effet, l'emploi de la main d'oeuvre disponible, ainsi que l'utilisation des équipements communs à plusieurs activités peuvent être répartis entre différents ateliers ; ceci permet d'obtenir une diminution des charges fixes de l'atelier de déshydratation.

En outre, il apparaît que l'incidence de la sécheresse a été moins sévère en Italie que dans le reste de la Communauté, d'autant plus que les régions de culture de la luzerne déshydratée ont des sols profonds à bonnes réserves hydriques.

---

(1) Associazione Nazionale Disidatori Forraggi Verdi. Via Aquilèia 3, 35100. PADOVA

## VI- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION EN REPUBLIQUE FEDERALE D'ALLEMAGNE

Dans cet Etat, les unités de déshydratation qui sont localisées presque exclusivement en Bavière et en Bade-Wurtemberg se répartissent en deux groupes : les unités fixes, d'installation récente et d'une capacité évaporatoire comprise entre 3 000 et 15 000 l/h d'une part, et d'autre part les unités mobiles produisant soit des "cobs" soit des "briquettes" d'une capacité évaporatoire allant de 1 500 à 2 500 l/h. Une étude du Dr. B. GEISLER, publiée en 1975 donne les éléments de coût d'investissement et de fonctionnement pour deux types d'unités correspondant aux deux groupes définis ci-dessus (1). Cette étude est analogue dans sa méthode à celle dont nous reproduisons certains résultats pour la France (§ 1 de ce chap.), c'est-à-dire que les calculs sont menés dans l'hypothèse d'une mise en place d'usine à la date de l'étude (ici 1974).

Le tableau A.56 donne les coûts d'investissement pour l'installation d'une unité fixe d'une capacité évaporatoire de 10 000 l/h. Le tableau A.57 reproduit les coûts de fonctionnement de cette installation ; la durée annuelle de travail est de 2 000 heures pour une surface traitée de 348 ha. Le produit vert traité est constitué exclusivement d'herbe (rendement 11,5 t de matière sèche par ha) et la distance moyenne des parcelles à l'usine est de 12 km.

Enfin, le tableau A.58 donne le prix d'achat d'une déshydrateuse mobile de 2 000 à 2 500 l/h de capacité évaporatoire et les coûts de fonctionnement ; l'installation fonctionne pendant 1 000 heures/an pour une production de 0,6 t/heure de fourrage sec ; le produit se présente sous forme de briquettes.

Les différents prix de revient étaient en 1974, les suivants :

Unité de 10 000 l/h	217,9 DM/t sans subvention (405 F/t)
	198,2 DM/t avec subvention (2) (370 F/t)
Unité mobile de 2 500 l/h :	183,5 DM/t (342,9 F/t)

Ces prix de revient paraissent élevés pour l'année 1974, et ils sont supérieurs à ceux de tous les autres Etats membres de la Communauté pour les mêmes années. Du point de vue de la structure du prix de revient, la part du fuel est très importante (40 %) ce qui met la part de l'énergie (fuel + électricité) à 48 %. Ceci correspond à une consommation prévue de fuel de 350 kg/tonne de produit ; ce qui paraît trop important, même compte tenu du fait que le produit traité est constitué uniquement d'herbe.

---

(1) Vergleich der Heisslufttrocknung mit anderen Konservierungsverfahren  
B. GEISLER, Munich, Mai 1975

(2) Il s'agit de la subvention de 50 % du montant des investissements accordée par le Land de Bavière



La différence entre le prix de revient de l'unité fixe de 10 000 l/h et l'unité mobile de 2 500 l/h est due principalement à des raisons d'ordre technique ou d'organisation :

- comme dans toute unité à la ferme (cf. Italie et Royaume-Uni) certains facteurs fixes sont communs à l'atelier de déshydratation et aux autres ateliers,

- s'agissant d'une unité mobile, les coûts de transport du fourrage vert sont très fortement réduits, puisque la machine fonctionne sur la parcelle récoltée,

- le matériel de conditionnement employé est moins important (production de "briquettes").

Finalement, pour des raisons d'ordre structurel, ainsi que par la nature du produit, la déshydratation en Allemagne Fédérale se traduit par des coûts élevés, en particulier par rapport à ceux de la déshydratation agricole dans d'autres pays de la Communauté, même si les chiffres dont nous disposons ici n'ont pas un caractère représentatif très sûr.

## VII- LES COÛTS DE LA DESHYDRATATION EN BELGIQUE ET EN IRLANDE

Nous n'avons pas d'informations particulières pour ces Etats compte tenu de leur faible production.

## CHAPITRE VIII

### LE PRIX DE REVIENT

### DE LA DESHYDRATATION DES FOURRAGES VERTS

### DANS LA COMMUNAUTE

La Commission Commerciale de la Commission Intersyndicale des Déshydrateurs Européens (C.I.D.E.) a élaboré un bilan financier de la campagne 1976-77 dont nous reproduisons un extrait dans le tableau 42. Bien que ce tableau fasse évidemment abstraction des disparités internes à chaque Etat, il donne un bon aperçu de la hiérarchie qui s'établit entre les prix de revient pour les différents Etats. Notons toutefois que les valeurs reproduites pour le Danemark et les Pays-Bas nous paraissent sous-estimées. En effet, au Danemark, le prix de revient exprimé en FF est plus proche de 400 F/t que de 370 F/t pour l'année 1976. Pour la même année, le prix de revient moyen calculé sur l'ensemble des coopératives des Pays-Bas par la V.C.G. est de 280 G/t environ au lieu de 250 G/t.

**Tableau 42 : Prix de revient de la déshydratation dans les différents pays de la Communauté Economique Européenne (Campagne 1976-77)**

Pays	Production estimée herbe + luzerne Francs	Prix de revient/tonne de produit		
		Monnaie nationale	F.F.	Unités de Compte
R.F. d'Allemagne	57 000	33 D.M.	680	94,776
Belgique	6 500	4 000 F.B.	538	82,207
Danemark	200 000	440 Kr. D.	370	55,738
France	500 000	380 F.F.	380	57,794
Royaume-Uni	120 000	42 £	345	52,047
Italie	110 000	59 000 Lires	341	51,695
Irlande	15 000	-	-	-
Pays-Bas	85 000	250 G.	492,5	74,51

(1)- Les prix de revient pour la R.F. d'Allemagne sont le résultat de notre estimation sur la base des données fournies à la C.I.D.E.

Source : C.I.D.E.

# I- L'INCIDENCE DES STRUCTURES DE LA DESHYDRATATION SUR LES COÛTS

## A- Déshydratation agricole et déshydratation industrielle en France

Nous avons souligné dans le chapitre VII la différence existant entre déshydratation industrielle et déshydratation agricole en France. Pour l'année 1976, on peut penser que le prix de revient par tonne pour la déshydratation agricole excède largement 400 FF alors que la moyenne française estimée par la C.I.D.E. est de 380 F. Ce dernier chiffre est très proche du prix de revient pour la déshydratation industrielle, compte tenu de l'importance de cette dernière (94 % de la production française totale).

## B- Les économies d'échelle

Par ailleurs, il existe des possibilités d'économies d'échelle importantes en fonction de la taille des unités mesurée par la quantité annuellement produite. L'étude menée sur 56 coopératives de déshydratation industrielles en France montre une diminution de 14 % du prix de revient des plus grandes unités par rapport à celui des plus petites ; ces unités peuvent être réparties grossièrement en trois grands groupes :

- production < 5 000 t de luzerne par an,
- production comprise entre 5 000 et 20 000 t de luzerne par an,
- production > 20 000 t de luzerne par an.

Finalement, la différence entre déshydratation agricole et déshydratation industrielle n'est pas tant une différence de taille (si les grosses unités françaises sont des unités industrielles coopératives, nombre d'unités de ce secteur sont d'une taille inférieure à celle des unités agricoles) qu'une différence de produit traité et quelquefois dans la façon de le traiter.

## C- Les unités à la ferme

Celles-ci sont généralement fixes en Italie et au Royaume-Uni, mobiles en République Fédérale d'Allemagne. Leur présence sur l'exploitation aux côtés d'autres ateliers permet une meilleure allocation des facteurs fixes et une diminution de la part des frais fixes dans le prix de revient. En outre, cette situation entraîne l'apparition d'économies sur la récolte (unités mobiles) ou sur les bâtiments (unités fixes et mobiles). En définitive, le prix de revient pour ces unités est inférieur à celui des autres types rencontrés, mais ceci n'est vrai qu'à l'intérieur d'un Etat donné. En effet, si les coûts de la déshydratation en Italie sont assez proches de ceux observés en France, par contre il n'en va pas de même en Allemagne où les coûts des unités à la ferme dépassent beaucoup ceux enregistrés en déshydratation agricole française par exemple.

## II- LA COMPOSITION DU COUT DE LA DESHYDRATATION

L'analyse des différents postes du coût, conduite dans le précédent chapitre nous a permis de mieux distinguer les causes des écarts entre différents Etats membres de la Communauté, encore que les coûts variables comme les coûts fixes puissent dépendre du type de déshydratation envisagée, donc des aspects structurels.

### A- Les coûts des facteurs fixes

Ils comprennent trois types de coûts :

- ceux d'investissement
- les frais financiers
- et les coûts de la main d'oeuvre (1)

#### 1- Le coût des investissements

Si on exclut les unités mobiles et les unités fixes de très petite taille, l'ensemble des usines en Europe utilisent des matériels à technologie identique tant pour la récolte que pour le séchage et le conditionnement. Les seules sources de variations tiennent soit à l'absence de broyage à la sortie du four, soit au dispositif de stockage sous gaz inerte, que l'on trouve uniquement en France, en déshydratation industrielle.

Le matériel peu diversifié, est distribué par un groupe de firmes n'excédant pas la dizaine. Les prix, assez homogènes pour l'ensemble de la Communauté, ont été marqués par une augmentation importante au cours de ces dernières années ; l'étude du C.D.E.R. de la Marne (2) donnait pour 1975, les chiffres suivants

capacité de l'usine	10 000 l/h	20 000 l/h	30 000 l/h
investissements en FF/litre	465	352	305

Il y a donc une diminution importante en fonction de la taille du sécheur (ces prix comprennent le stockage sous gaz inerte). En fait, cette économie opérée sur l'investissement a une portée limitée dans la mesure où l'installation d'une unité de 20 000 l/h ou, à fortiori, de 30 000 l/h suppose dans la région d'implantation une densité spatiale importante de la culture fournissant le produit déshydraté ; lorsque cette condition n'est pas remplie, l'économie réalisée sur l'investissement se trouve rapidement compensée par les frais de transport du produit vert recueilli à plus grande distance.

---

(1) sauf pour les unités "à la ferme"

(2) Op. cité

## 2- Les frais financiers

Compte tenu du montant élevé des investissements, le financement pose quelquefois des problèmes aigus. En France, les coopératives qui s'installent peuvent bénéficier d'une subvention allant de 20 à 30 % des investissements selon les cas et à condition de respecter certaines conditions d'équipement et d'organisation (stockage sous gaz inerte lorsque le produit est commercialisé et dispositifs d'économie d'énergie pour la déshydratation industrielle, 80 % de la production reprise par les agriculteurs pour une unité de déshydratation agricole).

Toujours pour la France, des taux à intérêt préférentiel peuvent être accordés dans la limite de 60 % du capital engagé, ce qui signifie que la mise de fonds initiale pour les agriculteurs ("part sociale") doit approcher 3 000 F/ha. En République Fédérale Allemande, le Land de Bavière accorde une aide d'un montant de 50 % de l'investissement. Pour tous les autres pays de la Communauté, il n'y a pas de subventions à l'investissement et les taux d'intérêt pratiqués en agriculture paraissent plus élevés qu'en France.

## 3- La main d'oeuvre

Dans les unités de taille moyenne ou importante, la main d'oeuvre apparaît de plus en plus comme une charge fixe, dans la mesure où la réglementation du travail limite beaucoup l'emploi du travail saisonnier. De plus, il s'agit d'une main d'oeuvre qualifiée pour sa plus grande part. Les frais de personnels représentent en moyenne pour l'ensemble de la Communauté de 15 à 18 % du prix de revient total.

Pour conclure sur le coût des facteurs fixes, nous devons insister encore sur le fait que leur poids dans le prix de revient est d'autant plus fort que la durée annuelle de fonctionnement, donc la production annuelle, est plus faible. De ce point de vue, l'effet de la sécheresse en 1975, et surtout 1976, a été durement ressenti par tous les pays de la Communauté, sauf peut-être l'Italie où les baisses de rendement ont été plus faibles que dans les Etats membres.

De plus, l'industrie danoise de déshydratation des fourrages verts souffre d'une sous-utilisation de sa capacité de production (la moitié seulement en 1976) due à :

- la concurrence entre fourrages verts déshydratés et céréales (Chap. XI) dans le revenu des agriculteurs
- le manque d'approvisionnement en produits déshydratables autres que la luzerne.

La déshydratation aux Pays-Bas est également touchée par ces deux tendances. Ces deux pays envisagent dans l'avenir de mettre en place des techniques de traitement des pailles, qui permettraient d'utiliser le matériel et la main d'oeuvre pendant l'hiver.

## B- Le coût des facteurs variables

Le facteur variable le plus coûteux est incontestablement la consommation d'énergie (fuel + électricité). Il représente environ 40 à 45 % du prix de revient total en France, au Royaume-Uni et en Italie. Le fuel seul représente en moyenne 35 % du prix de revient total, avec des variations entre unités dues à la nature du produit, à la conduite technique de l'usine, et à l'emploi de dispositifs pour les économies d'énergie. Ces chiffres semblent être supérieurs en République Fédérale Allemande ; aux Pays-Bas, au contraire, ainsi qu'au Danemark, leur part est plus faible. Ceci provient du prix avantageux du gaz par rapport au fuel pour les Pays-Bas, et au montant important du coût des facteurs fixes au Danemark.

La solution d'avenir capable de réduire la consommation de fuel, correspond à la mise en place de ce qu'on appelle les dispositifs d'économie d'énergie. Ceux-ci se partagent entre :

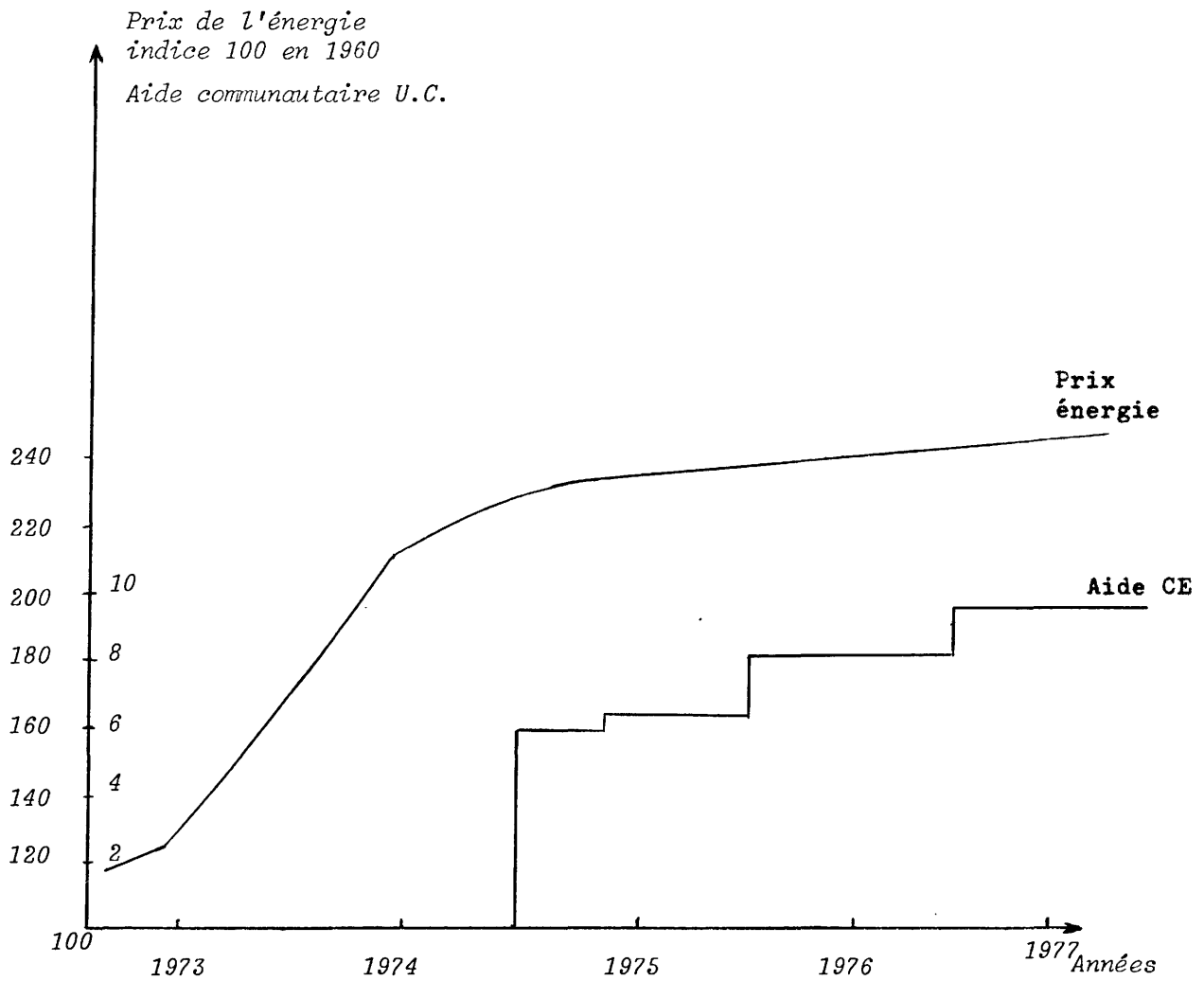
- le préfanage pratiqué à des degrés divers dans les Etats membres de la Communauté et surtout en Angleterre entraîne un coût supplémentaire de récolte et une dégradation des caroténoïdes des fourrages
- les dispositifs simples d'économie d'énergie (recyclage, calorifugeage, etc...) déjà installés dans certaines usines françaises et danoises avec un coût d'investissement modéré
- les dispositifs complexes (pressage, dewatering) faisant l'objet d'essais en vraie grandeur en France et au Royaume-Uni qui impliquent des investissements importants.

Ces deux derniers types de dispositifs peuvent faire l'objet de subventions à l'investissement en France.

La recherche de nouveaux procédés et surtout la mise en place des systèmes connus peuvent être accélérées par la hausse des prix de l'énergie de 1974 (et 1975 pour le gaz néerlandais). Le graphe 43 montre l'évolution parallèle du coût de l'énergie en France et de l'aide communautaire aux fourrages verts déshydratés. Bien que les indices retenus soient ceux de la France et que les rythmes d'évolution puissent différer dans les autres Etats membres, la tendance générale n'en est pas moins la même.

L'efficacité de l'aide communautaire en tant que compensation de la hausse des coûts de l'énergie apparaît clairement et pour l'instant, les usines de déshydratation n'ont pas pu diminuer les coûts correspondant à la consommation d'énergie pour atteindre un niveau comparable à celui avant 1974.

Graph 43: Evolution des prix de l'énergie en France sur la période 1973-1976 et de l'aide communautaire aux fourrages déshydratés

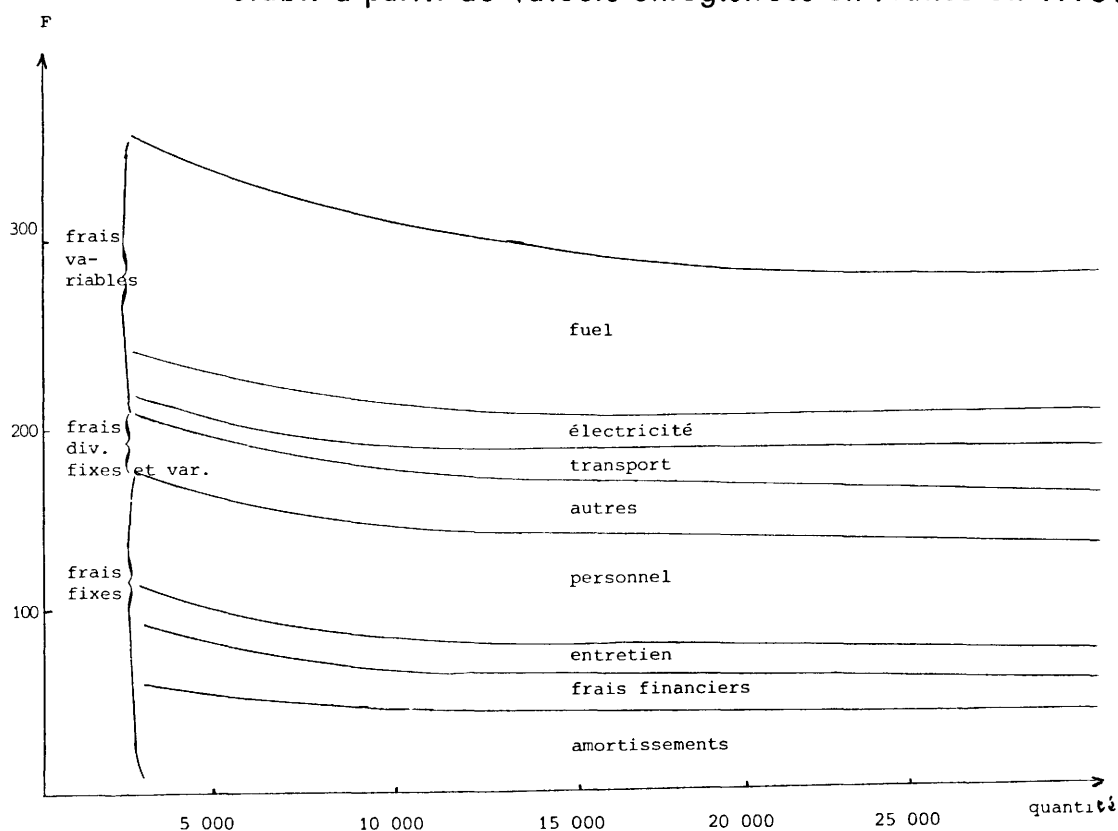


Le graphe 44 représente les principales caractéristiques de la structure du prix de revient et de son évolution en fonction de la quantité annuelle produite. Un tel graphe est à interpréter avec précaution, compte tenu de son caractère théorique. Etant établi à l'aide de données provenant de l'ensemble de la France, il ne peut être appliqué tel quel à l'ensemble de la Communauté ; la transposition est toujours possible à un autre Etat membre, ou mieux à une région déterminée, à condition d'une part de l'appliquer à un groupe d'unités ayant les mêmes conditions de production (notamment en ce qui concerne les parts respectives de l'herbe, de la luzerne et des autres produits déshydratables) et d'autre part d'opérer une translation vers le haut ou vers le bas pour tenir compte du prix de revient différent dans chaque Etat. Dans le cas de structures de production homogène, on assistera probablement à un tassement des différentes courbes pour les faibles productions et inversement lorsque ces structures présentent une grande variabilité (cas de la France), les écarts s'accroissent.

Il apparaît un phénomène d'économie d'échelle ; le seuil au-delà duquel le prix de revient semble rester stable se situe à un niveau de production de 18 000-20 000 t, mais il diminue fortement surtout entre 3 000 et 13 000 t.

Un certain nombre de composantes du prix de revient varient peu en fonction de la taille, c'est le cas des frais de personnel et des frais d'entretien. Une seule composante prend une importance grandissante lorsque la production augmente, c'est le poste frais variables de récoltes et transports, ce qui, nous l'avons vu, s'explique par l'augmentation de l'aire de collecte.

**Graphe 44.** Le prix de revient en fonction de la quantité produite établi à partir de valeurs enregistrées en France en 1975.





Les postes sur lesquels peuvent être réalisées des économies sensibles, sont pour les frais variables, les coûts d'énergie (surtout coût du fuel) et pour les frais fixes, les amortissements et les frais financiers. Pour la France, il convient de nuancer ces remarques en observant que d'une part, la production d'herbe, forte consommatrice d'énergie, se pratique surtout dans les petites usines, et que d'autre part l'âge moyen de ces dernières est plutôt inférieur à celui des usines de grande taille, ce qui entraîne des amortissements et des frais financiers plus lourds.

En conclusion, il semble donc qu'il y ait tout intérêt, du point de vue du coût de fabrication, à produire le déshydraté dans des unités présentant une capacité de production égale ou supérieure à 15 000 tonnes, lorsque les conditions de structure des exploitations le permettent :

- au niveau de l'approvisionnement de l'usine, par une aire de collecte ou la densité des cultures à traiter doit être suffisante pour limiter le rayon moyen de transport,
- au niveau des débouchés, lorsque le produit est autoconsommé, par des structures d'exploitation permettant aux agriculteurs d'engager des surfaces suffisamment importantes pour que l'équilibre financier des exploitations ne soit pas mis en cause par l'utilisation d'un produit déshydraté utilisé en trop grande proportion par les animaux.



## 4ème PARTIE

---

RENTABILITE  
ET VALORISATION  
DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES



## INTRODUCTION

---

Nous avons vu dans le chapitre I, consacré à l'étude de la consommation, quelles sont les principales destinations des fourrages verts déshydratés en alimentation animale.

En complément à cette analyse, nous décrivons ici dans un premier chapitre (chapitre IX), les caractéristiques zootechniques du produit et les conséquences qu'elles entraînent sur son mode d'utilisation.

Le chapitre suivant (chapitre X), tente de situer la technique de la déshydratation par rapport aux autres techniques de conservation des fourrages, en soulignant les difficultés inhérentes à cette comparaison.

Enfin, le troisième chapitre de cette quatrième partie (chapitre XI) présente un bilan économique de la déshydratation et de l'utilisation des fourrages verts déshydratés pour les cas les plus couramment rencontrés dans la Communauté.

UTILISATION DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES  
EN ALIMENTATION ANIMALE

---

I- IMPORTANCE ACCORDEE AUX PIGMENTS CAROTENOÏDES  
EN ALIMENTATION ANIMALE=====

A- Raisons de cette importance

L'une des raisons majeures de l'emploi des pellets de luzerne dans la fabrication de certains aliments composés provient de leur contenu en carotènes et en xanthophylles.

Rappelons brièvement que ces deux groupes de composés pigmentaires ont des fonctions différentes dans le métabolisme animal :

1- Une activité vitaminique A, pour divers carotènes naturels dont le plus abondant dans la luzerne est le  $\beta$ -carotène. L'activité biologique de ce pigment, soit sa conversion en vitamine A, se trouve influencée par de nombreux facteurs liés à l'espèce animale (tableau 45) aux constituants de la ration et d'une façon générale, aux méthodes d'élevage et d'alimentation. Les valeurs des besoins journaliers en vitamine A des diverses catégories animales se trouvent rassemblées dans le tableau 46 ci-dessous.

2- Un effet colorant des produits animaux : les caroténoïdes provoquent la coloration de certains tissus tels que la peau, les pattes, le foie des volailles, la chair des poissons comme la truite et de plusieurs produits animaux comme les oeufs, le beurre et le fromage. A ce titre, ils jouent un rôle important dans l'appréciation qualitative visuelle portée par le consommateur et définissent souvent son comportement d'achat. En conséquence, il importe pour l'éleveur, du point de vue économique, de pouvoir fournir sur le marché, des animaux ou des produits carnés présentant le degré de pigmentation souhaité.

**Tableau 45 : Activité biologique des sources naturelles de  $\beta$  carotène chez différentes espèces animales.**

<i>Espèces animales</i>	<i>Activité biologique UI de vit. A (1) par mg de <math>\beta</math> carotène</i>
<i>Volailles</i>	536 - 1 667
<i>Bovins laitiers</i>	333 - 476
<i>Bovins à l'engrais</i>	400 - 476
<i>Ovins</i>	400 - 578
<i>Porcins</i>	476 - 533

(1)- L'unité internationale de vitamine (UI ou USP américaine) correspond à l'activité de 0,344 wg d'acétate de vit. A cristallisé, au maximum de pureté.

Sources : Canada Department of Agriculture Publication n°1238- 1966 et Documentation Hoffmann La Roche.

**Tableau 46 : Besoins en vitamine à des diverses catégories animales - Quantités d'UI (en milliers)**

<i>- par kg de ration</i>				
<i>volailles</i>	<i>poussins - poulets de chair - dindons (démarrage)</i> 15 -20	<i>poussins - poulets de chair - dindons (croissance, engrais)</i> 10-15	<i>poules (ponte, reproduction) dindons (élevage)</i> 12-15	
<i>porcs</i>	<i>porcelets (démarrage)</i> 15- 20	<i>porcs (croissance)</i> 10-12	<i>porcs engrais</i> 10-12	<i>truies</i> 12-15
<i>petits animaux</i>	<i>chiens</i> 10	<i>lapins</i> 9	<i>poissons</i> 8	<i>chats</i> 18
<i>- par sujet et par jour</i>				
<i>ruminants</i>	<i>jeunes bovins</i> 25-40	<i>bovins engrais</i> 40-60	<i>vaches laitières</i> 50-100	<i>ovins et caprins</i> 4-10
<i>chevaux</i>	<i>trait et selle</i> 40-50	<i>course et reproduction</i> 40-100	<i>poulains</i> 10-15	

Source : Compendium des vitamines. Hoffmann La Roche, 1972.

Si chez les ruminants, l'approvisionnement en carotène (ou provitamine A) pose peu de problèmes, sauf dans les rations hivernales, du fait de la four-niture abondante de fourrages verts, l'adjonction d'agents de pigmentation aux aliments usuels reste souvent une nécessité dans les élevages modernes de volailles.

Pour cette catégorie animale, contrairement aux mammifères, la pig-mentation provient de la fixation sélective des xanthophylles et non des ca-rotènes : la valeur colorante d'une matière première naturelle s'apprécie en fonction du contenu en ces composés et compte tenu de leur pouvoir "jaunis-sant spécifique". Dans les aliments courants, le rôle pigmentaire revient au maïs, mais celui-ci ne donne pas toujours des résultats satisfaisants sans l'ap-port d'une certaine quantité de luzerne.

Outre les produits végétaux riches en caroténoïdes (maïs, gluten de maïs, herbe et luzerne déshydratée, poudre ou extrait de paprika, de tagètes ...) et largement employés par les fabricants d'aliments du bétail, l'industrie pharmaceutique propose divers pigments synthétiques (vitamine A et produits colorants).

#### B- Garantie commerciale relative aux pigments caroténoïdes

La commercialisation de la luzerne déshydratée s'opère sur la base d'indices de qualité garantie tenant compte de sa composition en protéines brutes, en carotène et en cellulose brute. Le tableau 47 présente quelques classements adoptés par divers groupements de déshydrateurs européens.

Tableau 47 : Normes commerciales garanties de composition pour diverses origines de luzerne.

Organisme	Appellations	Teneur minimale garantie par rapport à la matière sèche		
		Protéines brutes (en %) PB	Carotène CA (en mg/kg)	Teneur en cellulose brute CB en %
Syndicat National des Déshydrateurs Français (1)	1 <sup>o</sup> Qualité	20	200	-
	2 <sup>o</sup> Qualité	18	125	-
	3 <sup>o</sup> Qualité	16	100	-
Syndicat National des Déshydrateurs de Fourrages Verts Italiens	Qualité stan-dard	18	180	24
	Qualités supé-rieures	20	200	20
		22	220	20

(1) Certains organismes adoptent un classement tenant compte du contenu en xan-thophylles (2) ou un indice composite d'équation suivante :

$$I = \frac{PB \times CA}{CB} \quad (\text{valeurs échelonnées de 160 à 50})$$

(2)- Le contenu de xanthophylles correspond ordinairement à 1,9 - 2,3 fois celui en  $\beta$  carotène.



En matière de pigments caroténoïdes, la teneur garantie porte sur le carotène (en principe le  $\beta$ -carotène) ; en dehors de la Communauté, elle s'exprime souvent en équivalence de vitamine A (en UI) (1). Le dosage chimique s'effectue fréquemment aussi sur les xanthophylles, substances plus recherchées finalement par les fabricants d'aliments composés livrant cette provende aux volailles, en raison de leur pouvoir colorant.

Le contenu des pellets de luzerne en ces deux groupes de pigments, varie dans de larges limites, fonction de nombreux facteurs climatiques (supériorité des provenances méridionales), agronomiques (stade de coupe...) et technologiques (conduite de la déshydratation, mode de stockage, cf. conservation luzerne déshydratée) (cf. annexes I et II). Si la plage de variation oscille entre 100 et 350 mg/kg de matière sèche pour le carotène et de 300 à 800 mg/kg MS pour les xanthophylles, la catégorie standard (18-125) titre 125 mg de carotène et 250 g environ de xanthophylles.

En conditions naturelles très favorables (Italie) la luzerne peut couramment doser 200-250 mg carotène/kg MS, soit 400-450 mg de xanthophylles. Des technologies nouvelles ayant pour objectif d'accroître la concentration protéique (cf. chapitre XII), ont aussi comme conséquences d'augmenter le niveau pigmentaire, par exemple le PX 1 avec 1000 mg de xanthophylles et 500 mg de carotène ; parmi celles-ci citons :

- le blutage ou la séparation pneumatique à sec (récupération des feuilles de luzerne)
- l'extraction suivie de la concentration des jus de luzerne (pressage à froid).

## II- VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES

Eu égard au très faible taux d'introduction de ces aliments dans les rations réservées aux monogastriques, nous négligerons la valeur alimentaire pour ces espèces, retenant le cas unique des ruminants. Le tableau 48 rend compte des valeurs énergétiques (exprimées en unités fourragères et en unités amidon) et azotées (matières azotées totales ou MAT) des principaux produits déshydratés y compris ceux provenant des fourrages verts (on pourra aussi consulter en annexe : fourrages déshydratés et alimentation animale, annexe IV.

---

(1) Voir indications du tableau 45

**Tableau 48 : Table des valeurs alimentaires des fourrages déshydratés.**

	valeur énergétique par kg/M.S.		valeur azotée	
	VA (2)	UF (3)	MAT en % MS (3)	MAD en g/kg MS (3)
<b>1 - Graminées fourragères et graminées prairiales</b>				
. Ray-grass d'Italie	485-608	0,60-0,90	7-18	40-140
. Fétuque élevée	-	0,45-0,75	10-20	60-150
. Dactyle	498-573	0,50-0,80	9-22	60-170
. Mélange herbe-trèfle blanc 50-50	450-570	-	11-20	-
<b>Céréales fourragères</b>				
. Blé-orge plante entière	-	0,60-0,65	7- 8	40
. Maïs pâteux	555	0,75-0,80	8- 9	45
<b>2 - Légumineuses fourragères et légumineuses prairiales</b>				
. Luzerne 13-15 (MAT)	440	0,57	(13-21)	105
15-17	515	0,64		117
17-19	480	0,67		138
19-21	-	-		
. Trèfle violet	-	0,70-0,90	16-22	115-175
. Pois (fanes (1))	510	0,73	20	89
. Haricot	-	-	15	-
<b>3 - Crucifères fourragères</b>				
. Chou Moëllier	600	0,85-0,95	-	117
<b>4 - Résidus agro-industriels</b>				
- <b>Pulpes de betteraves</b>				
. ordinaires - bonnes	720	1,03		61
. moyennes	695	0,98		56
. Cossettes de betteraves	670	0,95		28
. Marc de pommes	440	0,64		-
. Drèches de brasserie	568	0,82		204

(1) après récolte pour conserverie

(2) selon H. Frantzen, 1976

(3) selon Demarquilly C et Wiess Ph, 1970

UF : pour les graminées fourragères, valeurs respectivement à la floraison  
et au stade feuillu (Idem trèfle violet)

### III- CONDITIONS D'EMPLOI DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES DANS LES RATIONS ANIMALES

En raison de différences physiologiques fondamentales, nous étudierons séparément l'utilisation des fourrages déshydratés par les monogastriques et par les ruminants.

#### A- Fourrages verts déshydratés et monogastriques

##### 1- Aspects généraux

Dans le cas des aliments composés complets pour monogastriques, l'examen portera seulement sur les modalités d'introduction de la luzerne déshydratée, produit prépondérant au niveau du marché.

Cette matière première est incorporée en faible proportion dans les formules alimentaires destinées aux monogastriques (sauf le lapin) et les raisons du choix de la luzerne apparaissent très variées selon la catégorie animale en jeu (cellulose, xanthophylles, protéines).

Les raisons qui limitent le taux d'incorporation sont d'ordre à la fois zootechnique et économique ; parmi celles-ci, il faut citer :

- l'intolérance digestive à l'excès de cellulose (volailles et porcs en engraissement)

- la présence de substances naturelles dangereuses au-delà d'un certain seuil d'ingestion et considérées, souvent sans grand fondement, comme responsables d'un retard de croissance, de ponte ou d'un abaissement de la fertilité chez les reproducteurs

- la recherche de performances élevées dans les élevages avicoles et porcins qui nécessite de faire appel à des rations enrichies en énergie et en protéines. Cet impératif est incompatible avec l'addition en forte quantité de luzerne déshydratée, matière première relativement pauvre en protéines et riche en cellulose. Une adjonction trop importante se solde au plan technique par un amoindrissement des performances animales (indice de consommation élevé, rendement en carcasse abaissé) et au plan économique par une réduction de la rentabilité

- le prix de concurrence avec d'autres aliments entrant dans la fabrication des aliments composés. En effet, pour le fabricant, les pellets de luzerne constituent, parmi d'autres produits alimentaires à destination animale, une matière première capable de lui fournir pour élaborer ses diverses formulations, plutôt une catégorie précise de composés chimiques (cellulose, pigments, protéines).

Selon sa constance de qualité et son niveau de prix, concurrentiellement à d'autres sources commerciales, la luzerne sera ou non retenue. Elle est par exemple couramment choisie pour son pouvoir pigmentaire compte tenu du coût élevé des caroténoïdes de synthèse et la prévention du consommateur envers les substances colorantes non naturelles.

## 2- Conditions particulières d'emploi de la luzerne déshydratée par les diverses catégories animales (tableau 49)

(pour plus de détails, se reporter annexe IV)

Tableau 49 : Utilisation de la luzerne déshydratée dans les aliments composés complets pour monogastriques

	<i>Normes moyennes d'incorporation en %</i>	<i>Limites maximales envisagées en % (1)</i>	<i>Composant recherché pour l'incorporation</i>
<i>Lapin</i>	30 { 20 déshydraté 10 foin  20 minimum 40 maximum	60	<i>Cellulose</i>
<i>Poules pondeuses</i>	3 à 5	8	<i>Pigments caroténoïdes (xanthophylles)</i>
<i>Poulets à chair jaune</i>	< 3	3	
<i>Poulets à chair blanche</i>	0	0	-
<i>Truies en gestation</i>	7	12	<i>Cellulose</i>
<i>Porc en croissance</i>	0	5	<i>Protéines</i>
<i>Porc en finition</i>	0	0	-

- (1) Limites imposées pour des raisons zootechniques
- (2) Coloration des oeufs
- (3) Coloration de la chair

. Le lapin représente un consommateur potentiel de luzerne déshydratée intéressant puisque l'incorporation moyenne dans les aliments complets se place entre 20 et 40 % et pourrait sans inconvénients atteindre 60 %. Compte tenu des exigences de cette espèce en cellulose (ration à 13-15 % de cellulose brute), la fabrication recherche plutôt des catégories pauvres en protéines (13 à 14 %) mais riches en composés cellulosiques (28 % et plus). Ce type d'élevage serait donc partiellement apte à valoriser comme les ruminants la fraction grossière riche en cellulose, résultant d'une concentration à sec des protéines de luzerne (cf. chap. XII), si ce dernier type de produit trouvait un débouché (handicap actuel compte tenu du prix relativement bas des aliments concurrents riches en protéines).

. Les aliments composés destinés aux volailles contiennent peu de luzerne (3 à 5 % maximum) afin de ne pas abaisser le niveau énergétique en-dessous d'une valeur incompatible avec l'obtention de bonnes performances. Il est peu probable que le taux actuel, usité seulement par certains fabricants, soit dans l'avenir dépassé.

Pour les productions avicoles où la pigmentation des produits vendus (volailles de chair, oeufs) représente un facteur déterminant de qualité subjective aux yeux du consommateur, le recours à la luzerne pour constituer les rations repose sur son pouvoir colorant. Ceci explique la préférence des acheteurs pour des lots aux normes garanties en cellulose et xanthophylles.

. En élevage porcin, l'usage de la luzerne encore rare, dépend du type de production :

- les aliments pour truies gestantes pourraient en détenir couramment 7 %, pourcentage inférieur au maximum physiologiquement toléré (environ 12 %). Le renforcement du contenu en cellulose des régimes distribués aux reproducteurs s'explique par des raisons hygiéniques (éviter l'engraissement au cours de la gestation) et physiologiques (préparer l'animal à ingérer des rations volumineuses au cours de la lactation suivante).

- les régimes pour des porcs en croissance ou en  finition, ne contiennent ordinairement pas de luzerne pour des motifs comparables à ceux invoqués à propos des volailles (réduction des performances). De nombreux essais prouvent toutefois la possibilité d'incorporer cette matière première à un taux moyen de 5 % dans les aliments réservés à la croissance. Le choix porterait alors sur des articles de première qualité (20 à 22 % de protéines, moins de 22 % de cellulose). Dans ce cas il y aurait substitution partielle de protéines au détriment des tourteaux.

. Le cheval et le poney, monogastriques herbivores, figurent comme consommateurs potentiels de tous les fourrages verts déshydratés (herbe, luzerne, maïs. . .) sans qu'il ne soit possible de fixer les limites d'usage.

## B- Fourrages verts déshydratés et ruminants

### 1- Considérations générales

Leur fonctionnement digestif prédispose les ruminants à bien valoriser les fourrages grossiers. Si de nombreuses expérimentations prouvent la possibilité, moyennant quelques précautions alimentaires (1), de nourrir des laitières ou des animaux à l'engrais, presque exclusivement avec des fourrages déshydratés (ration de base), cette formule reste trop onéreuse.

---

(1) Le conditionnement du fourrage séché (broyage et compression dans les presses) accroît la fraction de particules fines (éléments inférieurs à 0,8 mm). Au-delà d'un certain taux d'éléments fins (50%) les nutritionnistes constatent divers incidents (baisse de digestibilité de la matière organique, troubles digestifs. . .). Ces inconvénients cessent quand des aliments à brins longs (paille, foin. . .) sont ajoutés à la ration.

Dans la pratique agricole, trois formes d'utilisation des aliments déshydratés se rencontrent avec une importance variable :

- introduction dans la ration de base à raison de 30 à 50 % de la matière sèche totale et en remplacement de fourrage vert ou séché par voie naturelle ou encore d'ensilage,
- emploi du déshydraté comme concentré énergétique (graminée fourragère, maïs plante entière) ou plus fréquemment comme concentré azoté (luzerne, herbe récoltée à un stade précoce);
- introduction dans la fabrication d'un aliment concentré équilibré (fabrication à la ferme ou par une industrie). Dans ce cas, le déshydraté se substitue partiellement à d'autres matières premières ; selon la concentration alimentaire à des grains (énergie) ou à des tourteaux (protéines).

## 2- Conditions d'emploi par les diverses catégories de ruminants

a) Peu d'élevages caprins ont actuellement recours aux fourrages verts déshydratés. Plusieurs essais zootechniques indiquent une large gamme d'utilisation potentielle qui irait de l'usage occasionnel (introduction lors des insuffisances de la production fourragère, enrichissement des rations en début de lactation, usage en période de transition alimentaire) à l'essentiel du régime. Dans ce dernier cas, il est préférable de constituer des mélanges (graminées, luzerne, maïs) et de fournir de la paille en faible quantité pour prévenir les accidents digestifs. Techniquement éprouvée cette dernière forme d'emploi achoppe pour des raisons économiques sauf localement où la situation est favorable (implantation en zone couverte par la déshydratation). L'introduction dans des concentrés ou des régimes spéciaux, par exemple pour assurer la lactation, semble être la solution d'avenir.

b) Comme pour les caprins, la distribution d'aliments déshydratés aux ovins demeure une pratique peu répandue. Des incertitudes techniques planent sur leurs conditions d'emploi comme élément prépondérant de la ration. Toutefois des possibilités intéressantes sont rencontrées pour l'alimentation des agneaux (finition notamment) et la production lactée.

c) En matière de viande bovine, s'observent deux cas différents liés étroitement aux systèmes de production :

- l'engraissement basé sur la pulpe sucrière. Son essor découle de l'implantation industrielle d'unités de déshydratation de la luzerne (exemple : Champagne en France). Les pulpes fraîches ou séchées fournissent la majeure partie de l'énergie nécessaire et les pellets de luzerne apportent les protéines. Le taux d'introduction de la luzerne dans les régimes oscille entre 40 et 50 % avec une tendance à choisir actuellement des qualités moyennes (16 à 18 % de MAT). Il s'agit souvent d'engraisser des broutards (1) de races à viande, conduits de 8-9 mois à 15-18 mois.

(1) Broutards : animaux de race à viande des régions montagneuses (Massif Central notamment) nés au moment de la transhumance, élevés à l'herbe pendant la belle saison puis vendus avant l'hiver

- la production de jeunes bovins (taurillons) fondée sur des régimes essentiellement à base d'ensilage de maïs et complétés pour partie par des fourrages verts déshydratés. De nombreux essais témoignent de la possibilité d'établir un rationnement où le déshydraté est avec d'autres aliments énergétiques (grains de céréales, pulpe) le constituant essentiel. Eu égard à leur coût et à leur moindre efficacité alimentaire qui retentit défavorablement sur les performances animales (gain moyen quotidien modeste, cf. annexe IV) les aliments déshydratés ne peuvent actuellement ni dans un futur proche, former la ration de base. Selon leur nature, ils contribuent avantageusement à la complémentation azotée ou énergétique. Les bases de substitution les plus communes sont les suivantes (cf. tableau 50).

#### Substitution azotée

1 kg de luzerne ou d'herbe déshydratée (ray grass d'Italie, fétuque élevée coupée à un stade jeune) à 16-18 % de MAT équivaut à 300 g de tourteau de soja, 50 % pour l'équivalence azotée. Comme le remplacement porte selon l'âge de l'animal entre 3 et 3,5 kg/jour, cela épargne au plan azoté environ 1 kg de tourteau de soja. Pour compenser la valeur énergétique plus faible du déshydraté, il faut ajouter du grain de céréales (300 g environ par kilogramme de déshydraté) ou du maïs déshydraté plante entière. Cette dernière substitution s'effectue sur la base de 1,3 kg de maïs par kilogramme de céréales remplacées.

#### Substitution énergétique

Celle-ci parfois usitée pour le maïs grain plante entière en remplacement du grain de céréales porte sur l'équivalence signalée ci-dessus (1,3 kg de maïs déshydraté équivaut à 1 kg d'orge). Cette substitution modifie peu le bilan azoté en raison de la faiblesse du contenu de cette plante (9 % de MAT).

d) En production laitière, se rencontrent dans l'usage des produits déshydratés, deux situations d'inégale importance :

1- L'introduction en quantité notable, mais rationnée de fourrages verts déshydratés. Le tableau ci-dessous reproduit des cas fréquents en période de distribution hivernale de maïs ensilage :

Maïs ensilage kg/MS ingérée	9-10		9-10	9-10
Luzerne déshydratée ou graminées déshydratées (1) en kg MS	8	6	5	4
Production de lait permise (kg à 4 % MG) (2)	19	16	13	10

(1) Riche en MAT (17-18 %) coupe précoce

(2) Production permise sur la base du facteur alimentaire limitant premier

Remarquons (tableau 50) qu'au mieux, la distribution de 7 kg d'herbe déshydratée économise un peu plus de 2 kg de soja 50 ; par contre elle enrichit la ration sur le plan énergétique (environ deux unités fourragères supplémentaires dans le cas ci-dessus).

L'emploi d'une proportion aussi forte de produits déshydratés, n'est concevable que dans des élevages :

- . au niveau de production laitière élevée (au moins 4 500 l de moyenne économique)
- . bien maîtrisé au plan technique (conduite du troupeau en lots de productivité homogène, ajustement précis de la ration en concentré...).

En saison de pâturage, le maïs plante entière déshydraté permet de fixer la production lactée de base 12-15 l/j (voir ci-dessous un exemple de ration) comprenant ainsi la déficience énergétique :

Herbe ingérée kg/MS	7 à 8	13
Maïs déshydraté kg/MS	7	2,5
Production lactée permise (kg à 4 % MG)	12	15

2- La luzerne, l'herbe déshydratée ou le maïs entrent pour partie dans la fabrication d'un concentré produit à la ferme ou dans des unités coopératives et destiné à remplacer les concentrés du commerce.

Au Royaume-Uni, une formule assez courante dans les élevages de pointe, consiste à associer pour moitié des grains de céréales (orge par exemple) et un fourrage vert déshydraté dosant 16 à 20 % de MAT. Le concentré titre environ 0,85 UF/kg et 13-14 % de MAT ; il peut pratiquement dans le cas du pâturage, assumer la production lactée sans apport de tourteaux. Au Danemark, un usage comparable des fourrages verts déshydratés existe avec comme variante, l'introduction de mélasse de canne (15 %), ce qui réduit la part des céréales (remplacement énergétique).

#### IV- DIVERGENCE D'INTERET PORTANT SUR LES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES SELON L'USAGE TECHNOLOGIQUE ET ZOOTECHNIQUE

L'exposé précédent indique nettement la divergence de position selon l'activité professionnelle développée par l'utilisateur primaire du fourrage vert déshydraté (fabricant ou éleveur) et selon la catégorie animale auxquels ils sont destinés (monogastriques ou ruminants). Ceci explique notamment les différences d'exigences qualitatives vis-à-vis du produit et finalement les différences d'attitude envers la déshydratation, prises par certains responsables des Etats membres et au sein de ceux-ci par les divers types de producteurs.



L'analyse de la situation actuelle conduit aux conclusions suivantes :

- en matière de monogastriques (volailles essentiellement), l'attention des partenaires intéressés par la déshydratation de la luzerne (du producteur au fabricant utilisateur) porte sur le contenu en pigments caroténoïdes et de façon accessoire sur les taux de cellulose (élément gênant) et de protéines.

- en matière de ruminants (bovins notamment), les efforts tendent à remplacer une partie des tourteaux de la ration par des fourrages verts déshydratés riches en protéines. La prise en compte de la valeur alimentaire englobe les richesses énergétique et azotée (cf. annexe IV).

La substitution azotée tourteau-déshydraté, nécessite toutefois la fourniture supplémentaire d'énergie sous forme de grains ou de résidus agro-alimentaires (pulpes sèches, mélasse...). Celle-ci présente souvent le mérite d'être autoproduite et non importée.

**Tableau 50 : Alimentation des bovins**  
Capacité moyenne de substitution des fourrages verts déshydratés au tourteau de soja.

Type de production animale et aliment base de la ration	Tourteau de soja		Fourrages verts déshydratés Nature et quantité moyenne pour la substitution kg/j
	Quantité distribuée en moyenne dans les régimes alimentaires kg/j (1)	Quantité susceptible d'être épargnée kg/j (2)	
<u>Viande bovine</u> Engraissement-pulpes		totalité	{ luzerne (3) 2,8 à 4,0 maïs grain 0,5 à 0,9
Taurillons - ensilage de maïs	1 à 1,2	quasi totalité	{ luzerne ou herbe (3) 3 à 3,3 grain orge 1 à 1,2
<u>Production laitière</u>			
Ensilage de maïs	3,3 (4)	2,0	{ herbe 7,0 grain orge 0,6
Herbe avec pâturage	2,5	totalité	{ herbe 3,5 grain orge 3,5

- (1) Valeur moyenne ne tenant pas compte de l'âge de l'animal ni de la race  
(2) Dans les conditions actuelles considérées par l'éleveur comme économiques  
(3) Luzerne ou herbe à 16-18 % MAT  
(4) Vache produisant 28 kg de lait/jour maïs ensilage à 27 % MS  
(5) Vache produisant 28 kg lait/jour

### DIFFICULTES TECHNIQUES D'APPRECIER L'AVANTAGE DE LA DESHYDRATATION PARMIS LES AUTRES PROCÉDES DE CONSERVATION

#### I- PRINCIPES D'UNE ESTIMATION DE L'EFFICACITE COMPAREE DES SYSTEMES DE CONSERVATION DES FOURRAGES (voir aussi Annexe V)

Une analyse comparative complète portant sur un même fourrage origine subissant des traitements technologiques de conservation différents, devrait comporter, pour refléter la réalité, la prise en compte des éléments suivants :

- détermination des pertes pondérales en matériel nutritif survenues entre la coupe du fourrage et sa distribution (déperditions directes liées à la technologie de conservation);
- définition des altérations portant atteintes à la valeur de transformation zootechnique du produit conservé (déperditions appréciées par des voies indirectes). Il s'agit non seulement d'apprécier la dégradation de valeur alimentaire due au mode de conservation (acceptabilité, digestibilité des divers composants) mais surtout de chiffrer la réduction des performances animales (lait, viande...) consécutivement à l'altération qualitative.

Les déperditions pondérales et qualitatives se solderaient pour l'éleveur par un abaissement de la capacité zootechnique de production et finalement par un manque à gagner, fonction de la catégorie animale en cause, qui représenterait globalement et par rapport au produit frais, le bénéfice ou le défaut d'efficacité du procédé de conservation.

Ces principes d'estimation conduisent à des données malheureusement fragmentaires; si actuellement des indications chiffrées existent pour juger les systèmes de conservation entre eux d'un point de vue technologique, des insuffisances profondes persistent au niveau des rendements zootechniques comparatifs (et celles-ci ne paraissent pas devoir être comblées rapidement). Faute par exemple de pouvoir chiffrer l'équivalence en produits animaux de la fraction digérée, l'investigation se borne à établir l'ingestibilité (1) et la digestibilité du fourrage conservé.

---

(1) Quantité volontairement ingérée par les animaux en alimentation libre (ad. libitum)

Cette conception unitaire apparaît tout à fait fondamentale à respecter pour éviter d'aboutir à des conclusions erronées en matière de système de conservation; elle encourage l'attitude de défiance vis-à-vis des seuls critères relevés par des technologues qui négligent les aspects zootechniques.

De nombreuses causes viennent par ailleurs compliquer l'estimation même cantonnée au niveau technologique et expliquent la très grande variabilité des valeurs chiffrées obtenues; parmi les facteurs induisant des variations, citons :

- . facteurs agronomiques (nature du fourrage, conditions de culture, stade de récolte...)
- . facteurs climatiques représentés au moment de la récolte (reprise d'eau par les pluies du fourrage haché...) ou pendant le traitement de conservation (séchage naturel par exemple)
- . facteurs liés à la technologie mise en oeuvre pour exploiter un même procédé de conservation (finesse du hachage, performances et qualité du travail d'un matériel, variantes de la technique de conservation...).

En outre, les appréciations zootechniques effectuées dans les stations de recherche portent souvent sur une catégorie animale privilégiée (mouton adulte pour les ruminants). Celle-ci reçoit uniquement le fourrage conservé, ce qui pour certaines formes (déshydratation par exemple) s'éloigne de la réalité même potentielle (cf. Emploi des fourrages verts déshydratés en alimentation animale bovine).

Aucune formulation suffisamment synthétique n'a été trouvée pour rendre compte, à partir d'éléments analytiques, de l'impact des systèmes de conservation sur les performances animales. Les données expérimentales concernant l'efficacité comparée des produits conservés pour la production de viande ou de lait restent trop peu nombreuses pour porter un jugement de valeur sur l'intérêt comparé des procédés de conservation; de plus, les résultats n'englobent pas les pertes de récolte et de distribution. Quelques unes des rares informations disponibles sont reproduites dans le tableau 51.

Tableau 51 : Techniques de conservation et performances zootechniques.

	<i>Gain de poids relatif</i>		<i>Production lactée relative</i>
	<i>Génisses (1)</i>	<i>Taurillons (2)</i>	
<i>Vert</i>	-	-	100
<i>Foin ventilé</i>	100	100	67
<i>Ensilage (a. formique)</i>	124	105	-
<i>préfané</i>	-	102	79

(1) Selon Lingvall (1972), graminées et trèfle

(2) Selon Sarre O. et Breirem K. (1969), herbe

Enfin, nous nous trouvons dans l'incapacité de comparer valablement les systèmes de conservation du seul point de vue technique (et a fortiori économique). Cette faille laisse libre cours à toutes les polémiques sur l'intérêt comparatif des techniques de conservation.

## II - EVALUATION DES PERTES ENGENDREES PAR LE PROCÉDE DE CONSERVATION (Tableau 52)

Nous subdiviserons celles-ci en pertes quantitatives, dépendantes de la technologie mise en oeuvre par chaque procédé (système de conservation) et en pertes qualitatives appréciables au niveau de l'animal consommateur (ces deux catégories de déperdition sont partiellement liées).

### A - Pertes quantitatives

La fenaison naturelle engendre les pertes en matières sèches les plus élevées (20 à 25 % en moyenne selon les conditions climatiques). Celles-ci résultent, d'une part de déperditions diverses survenant au champ :

- au cours de la dessiccation au sol (destruction des caroténoïdes par le rayonnement solaire et des sucres par les phénomènes respiratoires, lessivage d'éléments solubles...)
- lors des manipulations du foin (fanage, andainage, bottelage, ...) et marquées par des pertes mécaniques (pertes de folioles, très fragiles chez les légumineuses).

Au cours du stockage, les pertes probables demeurent insignifiantes (environ 1 %) pourvu que le foin soit stocké sec et dans un local à l'abri des intempéries.

Des techniques nouvelles comme le recours au conditionnement de l'herbe qui réduit la durée du séchage et le perfectionnement des matériels de manutention qui restreint les pertes mécaniques, tendent à amoindrir la déperdition générale (celle-ci peut être inférieure à 20 %).

La ventilation sous abri d'un produit préalablement préfané sous de bonnes conditions météorologiques puis séché par insufflation d'air chaud, abaisse le niveau des pertes vers 12 - 15 % (procédé peu répandu).

La déshydratation bien conduite est d'un commun accord, considérée par tous les technologues comme le procédé assurant la déperdition pondérale la plus faible : environ 5 %.

L'ensilage d'un produit très humide comme l'herbe de graminées, conduisait dans le passé avec un ensilage direct sans adjonction de produits conservateurs, à des pertes pondérales conséquentes, voisines de 20 %. La fermentation et le stockage de l'ensilage s'accompagnent en effet de déperditions variées et souvent importantes : dégagement de gaz et de jus (processus fermentaires), altération de surface par putréfaction et prolifération de moisissure.

Tableau 52 : Bilan approximatif des pertes au cours de la récolte et de la conservation

Nature des pertes	FENAISSON				DESHYDRATATION		ENSILAGE			
	Traditionnelle		Avec ventilation sous				Herbe		maïs	
	sans pluie	avec pluie	froide	chaude			direct sans conservateur	direct avec conservateur		préfané avec conservat.
Pertes en matières sèches % du poids sec initial	21	36	15	12	5	20	13	14	12	
Pertes en MAT en % du produit origine										
Total MAT %	29	47	16	14	11	22	9	10	-	
Total MAD %	32	51	26	23	9	23	11	14	-	
Modifications de l'ingestibilité (2) par rapport au fourrage vert %	- 19		-		+ 30	- 25	à - 18		- 5	
Modifications de la digestibilité de la matière organique (2)	- 6		-		- 7 à -12 (3)	- 4	à 0		0	
Pertes d'énergie métabolisables	- 30 à -47		- 21 à - 29		- 8 à -16	-14 à -27	- 17	-22 à -25	-	

- (1) Avec préfanage  
(2) Réduction (-) ou accroissement (+) en pourcentage par rapport au fourrage vert initial chez les ruminants  
(3) Graminée condensée (autre valeur pour la luzerne condensée et les graminées compactées)

De multiples progrès, tels le préfanage, le hachage fin et surtout l'acidification artificielle obtenue par addition de conservateurs acides ont fortement contribué à l'extension de cette technique dont les pertes résultantes atteignent actuellement 13 - 14 % et parfois moins. Sans l'usage de conservateurs, l'ensilage de légumineuses reste une opération aléatoire (sauf pour le trèfle violet grâce à l'ensilage sous vide).

L'ensilage du maïs très facile à réussir en raison de la richesse en sucres de la plante et à son humidité lors de la récolte (27 à 30 % de matière sèche), présente des pertes modestes, 10 à 12 % en général.

Signalons enfin que le type de silo influe fortement sur le niveau des déperditions, pertes accrues en silo taupinière comparativement au silo tranchée ou au silo tour.

Les pertes au cours de la distribution et de la consommation du fourrage conservé dépendent plus de la conduite de l'élevage et du mode de distribution que du type de conservation. Toutefois la présentation des produits conservés modifie les risques de pertes et leur abondance : le conditionnement (balles pressées, briquettes, cobs et pellets) facilite les manutentions et réduit les quantités perdues.

## B - Pertes qualitatives

Faute de pouvoir donner l'efficience comparée pour la production de lait ou de viande d'un fourrage donné soumis à différents modes de conservation, il faut se contenter d'appréciations intermédiaires telles que :

- la dépréciation du contenu en certains principes alimentaires (protéines par exemple)
- la réduction du niveau d'ingestion du fourrage conservé, apprécié par la quantité de matière sèche volontairement absorbée par l'animal
- l'altération de la digestibilité de la matière organique et par voie de conséquence celle de l'énergie métabolisable, la diminution de digestibilité des protéines...

Par ordre décroissant de préservation de la quantité de protéines, les systèmes de conservation se classent dans l'ordre suivant (cf. tableau 52) : ensilage avec conservateur et déshydratation (environ 10 %), ventilation et ensilage direct (14 à 22 %) et fenaçon traditionnelle (29 à 47 % de pertes). La teneur en matières azotées digestibles (MAD) se trouve modifiée dans le même sens.

Toutes les techniques de conservation affectent l'ingestibilité ou niveau de consommation. La distribution d'ensilage d'herbe à faible taux de matière sèche (moins de 20 % comme cela se rencontre avec un ensilage direct) ainsi que la fourniture de foin séché au sol, abaissent fortement le niveau d'ingestion. Ce handicap s'atténue pour l'ensilage avec la pratique du préfanage, le recours au hachage fin et l'emploi de conservateurs; notons au passage l'excellent comportement vis à vis du maïs ensilé.

L'effet bénéfique unanimement souligné pour la déshydratation et plus important avec les présentations conditionnées, résulte non directement du séchage mais des opérations de broyage et de condensation du fourrage liées à son agglomération.

La digestibilité de la matière organique et par voie de conséquence l'énergie métabolisable se trouvent légèrement altérées après conservation. La réduction la plus faible s'observe avec les ensilages (maïs et herbe avec conservateur); en contre partie, le foin, naturel ou ventilé, supporte une nouvelle chute de valeur et le déshydraté occupe une place intermédiaire (l'altération est semble-t-il plus marquée chez les graminées et motive en partie le conseil de recourir pour ces espèces fourragères, à la présentation compactée). La digestibilité des matières azotées est rarement altérée par l'ensilage quelle qu'en soit la variante mais diminue ordinairement quelque peu avec les autres procédés (1 à 7 %, cf. annexe V).

### C - Conclusions

Malgré la diversité des chiffres et la difficulté d'associer les paramètres présentés, il semble fondé, d'un point de vue technique et au vu des informations modernes collectées, de classer les différents systèmes de conservation des fourrages verts dans l'ordre croissant suivant, pour la préservation quantitative et qualitative : fenaison naturelle, ventilation sous grange, ensilage avec conservateur et déshydratation.

L'ensilage, dans les formules actuellement préconisées (préfanage de courte durée, hachage en brins courts, adjonction de substances stabilisatrices) apparaît comme un concurrent sérieux de la déshydratation. Par exemple et dans la mesure où l'on retient seulement la déperdition de valeur zootechnique, sans considérer le bénéfice retiré pour réaliser le rationnement, la déshydratation du maïs plante entière, paraît peu défendable. Néanmoins, ce procédé, en éliminant l'eau sans altérer beaucoup la qualité originelle, livre un produit concentré par rapport à la forme humide correspondante (Cette concentration porte sur l'énergie, inférieure, quel que soit le fourrage origine, à celle contenue dans les grains de céréales et sur les protéines sans atteindre celle d'un tourteau de soja). Cette matière première, détentricée sous un faible volume d'une bonne concentration alimentaire, est la présentation recherchée par l'éleveur ou le fabricant d'aliments composés pour produire diverses formules enrichies au double plan énergétique et azoté (concentrés, etc..).

### III- CAS DE LA LUZERNE SÉCHÉE PAR VOIE NATURELLE

#### (Séchée "Soleil")

Il est utile de fournir ici un certain nombre d'informations complémentaires à propos de la luzerne séchée au soleil et conditionnée ensuite sous forme de pellets, comme la luzerne déshydratée artificiellement.

Cette technique permet d'obtenir un produit contenant 14 à 16% de matière azotée totale et 60 à 100 mg de carotène par kg. La chaîne de récolte et conservation, diffère sur de nombreux points par rapport à celle de la déshydratation : l'agriculteur assure lui-même la fauche, l'andainage et le conditionnement sous forme de balles et dans certains cas, le transport. L'usine de traitement assure la reprise des balles, le broyage, le compactage avec adjonction de mélasse et le stockage.

L'opération de séchage artificiel en four rotatif pneumatique est donc supprimée, ce qui entraîne l'annulation des coûts afférents, amortissement du matériel et fuel, dont la part est lourde dans le prix de revient de la déshydratation.

En France, pour 1977, le prix de revient serait de 180 à 250 F/t, ce qui est notablement inférieur à celui de la déshydratation (350 - 400 F/t), mais par ailleurs, le prix payé aux agriculteurs apporteurs de matière première est sensiblement plus élevé (300 F/t contre 250 F/t) pour tenir compte des frais de récolte (1).

Compte tenu des conditions climatiques, cette technique n'est pratiquée de façon importante qu'en France et en Italie, pour la Communauté et aux USA pour les pays tiers. En France, 12 à 15 unités (dont 2 sont également des usines de déshydratation), traitent une quantité vraisemblablement inférieure à : 180 000 - 200 000 tonnes. Compte-tenu du caractère stable de la matière première, cette activité peut se répartir sur l'ensemble de l'année, résolvant ainsi pour partie les problèmes posés par les variations saisonnières, notamment en ce qui concerne l'emploi de la main d'oeuvre, dont le prix de revient par tonne de produit égale sensiblement celui de la déshydratation.

Le produit est utilisé de préférence dans l'alimentation des ruminants en raison de ses caractéristiques qualitatives bien que dans certaines régions méridionales et pour des variétés déterminées, le taux de protéines puisse s'élever à 18 %.

---

(1) Ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative et ne peuvent en aucun cas être généralisés



### RENTABILITE ET VALORISATION DES FOURRAGES DESHYDRATES

---

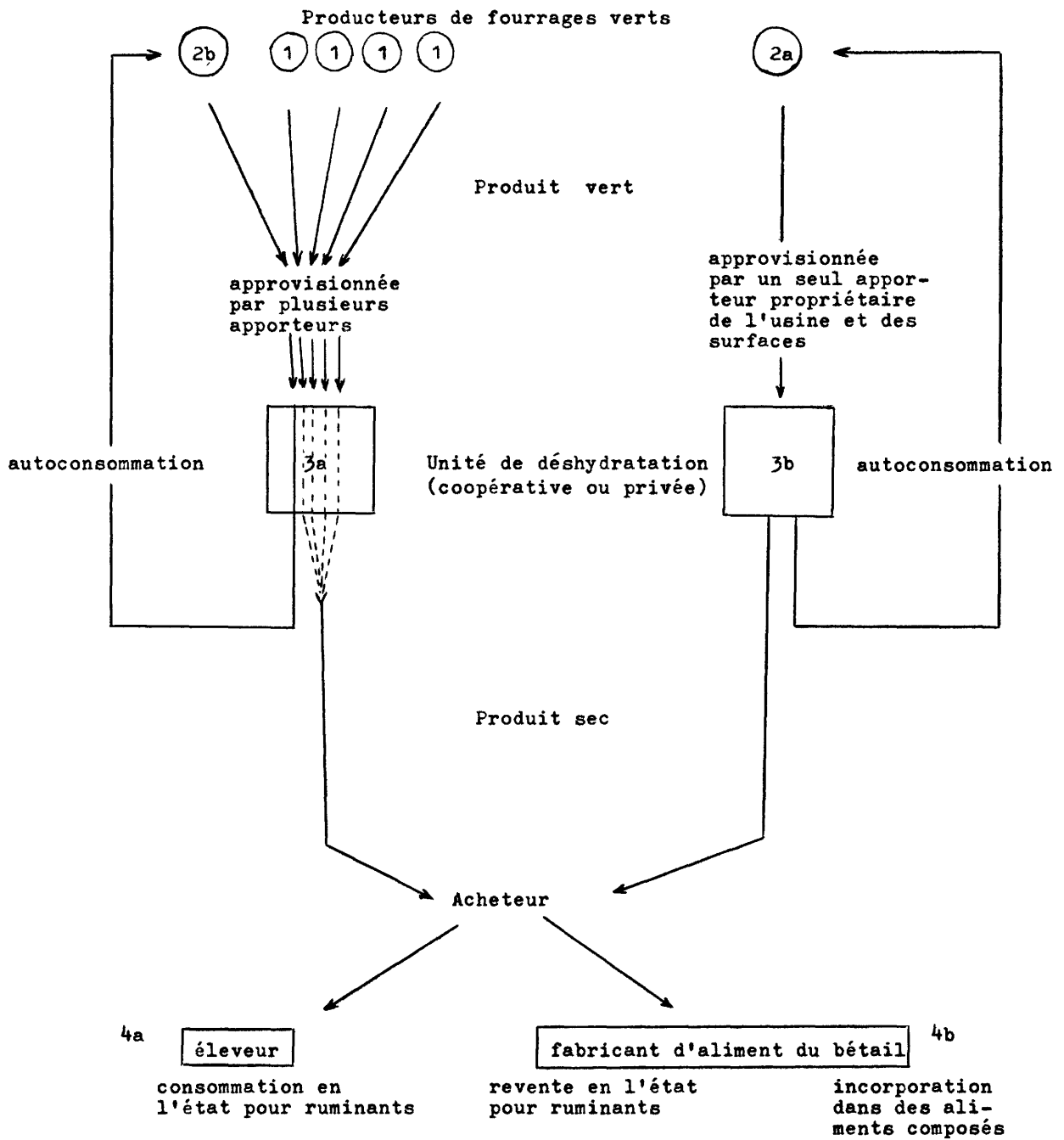
Ce chapitre constitue en quelque sorte l'aboutissement de cette étude sur la situation économique actuelle de la déshydratation des fourrages verts dans la Communauté Economique Européenne. Il s'agit ici de tenter d'établir un bilan critique afin de pouvoir aborder ultérieurement les aspects prospectifs de la déshydratation.

En effet, nous avons décrit dans la première partie les structures de la production et dans la seconde, les coûts de production qui leur sont plus ou moins liés; l'étude de la commercialisation, pour ce qui concerne la part de production vendue, vient compléter cette analyse. La valorisation de la production autoconsommée est difficile à apprécier, comme nous allons le voir, du fait de la diversité des situations et d'autant plus que le fourrage vert déshydraté est pratiquement toujours associé à d'autres types d'aliments dans les différents systèmes de productions animales.

En définitive, nous pouvons distinguer quatre cas différents en fonction de la situation de l'agent économique considéré dans la chaîne de production et de répartition du produit déshydraté (cf. schéma 53) :

1. le cas du producteur de fourrages verts, fournisseur de matière première aux unités de déshydratation, coopératives ou privées.
2. le cas du producteur de fourrages verts, utilisateur du produit sec, qui correspond à une intégration complète de la chaîne, mais sans recours aux circuits commerciaux. L'agriculteur - éleveur peut être propriétaire individuellement, de l'unité de déshydratation (2a) ou n'en posséder qu'une part, comme dans les coopératives (2b). Ce dernier cas correspond à ce que l'on nomme en France la déshydratation agricole, mais également à certains adhérents des coopératives de déshydratation industrielle. Enfin, l'agriculteur - éleveur peut avoir recours à une entreprise privée de travail à façon pour traiter son produit vert.
3. le cas de l'unité de déshydratation qui vend le produit déshydraté et pour laquelle la matière première (produit vert) peut provenir de deux sources : soit d'agriculteurs dont les exploitations sont extérieures à l'unité de déshydratation coopérative ou privée (3a), soit d'une surface dont est propriétaire le détenteur de l'usine (3b). Les coûts d'approvisionnement différencieront d'un type à l'autre.
4. Enfin, le cas de l'utilisateur de fourrage vert acheté, qui correspond lui aussi à deux situations différentes : d'une part, l'éleveur utili-

Schéma 53 : Rentabilité et valorisation des fourrages verts déshydratés  
 Situation des différents cas étudiés.



sant ce produit dans l'alimentation de son cheptel (4 a) et dont les préoccupations rejoignent celles des agriculteurs - éleveurs cités ci-dessus dans le second cas, d'autre part les industries de fabrication d'aliment du bétail qui incorporent le produit déshydraté dans les formules d'aliments composés (4 b).

Dans un chapitre unique, nous allons envisager ici successivement chacune de ces catégories d'utilisateurs, sans prétendre pour autant fournir une étude exhaustive de ce problème.

## I - LE CAS DU PRODUCTEUR DE FOURRAGES VERTS (cas 1 du schéma 53)

L'activité consistant à produire des fourrages verts destinés à la vente aux usines de déshydratation, coopératives ou privées, se rencontre pratiquement dans tous les états membres de la Communauté, avec cependant de grandes différences du point de vue des quantités produites. En effet, cette activité ne s'est répandue de façon importante qu'en France où il s'agit presque uniquement de luzerne et, au Danemark où il y a également production d'herbe - rappelons que ces deux états sont les seuls exportateurs parmi les états de la Communauté - et dans une moindre mesure aux Pays-Bas. Au Royaume-Uni et en Italie, où la propriété du sol portant la culture et celle de l'unité de déshydratation, sont souvent confondues, la production de fourrages verts pour la vente correspond plutôt à des cas isolés et relativement peu nombreux ; il en est de même en République Fédérale Allemande où la déshydratation est surtout de type agricole. Nous retiendrons donc ici seulement les cas de la France et du Danemark.

### A - Le Danemark

Nous avons vu dans l'étude des structures, que la déshydratation au Danemark est implantée, d'une part dans les régions de grandes cultures à sols lourds, c'est-à-dire les îles et la bordure Est du Jutland, et d'autre part, dans les régions à sol plus léger et sableux du Jutland, avec une légère concentration dans l'Ouest de cette région. Il semble que la part relative de la production de fourrages verts déshydratés destinés à la vente, par opposition à celle destinée à l'autoconsommation, soit plus importante dans l'Est, la part relative de la luzerne par rapport à l'herbe suivant la même tendance. Cette situation paraît logique si l'on considère que l'autoconsommation est nécessairement plus grande en région d'élevage qu'en région de grande culture. Nous retrouverons d'ailleurs la même observation pour la France.

Les tableaux A 58bis et A59 donnent les caractéristiques techniques et économiques de quatre cultures pour les campagnes 1973 - 74 et 1974 - 75 : les céréales (dont la plus importante est l'orge), la betterave à sucre (cultivée uniquement dans les régions de l'Est du pays), la luzerne et l'herbe. Les données sont des moyennes établies par les services du Ministère de l'Agriculture de cet Etat à partir d'un échantillon représentatif de l'ensemble du pays (1).

---

(1) Det landkonomiske Driftsbureau - Regnskabsresultater fra danske landbrug i året 1974 - 75 II - Beretning 59

Le tableau A 60 établit la comparaison entre les coûts et les revenus du blé d'hiver et de la luzerne pour la campagne 1976 - 77 ainsi que des prévisions pour 1977 - 78 (1) ; ces chiffres sont calculés sur les exploitations adhérentes d'une organisation professionnelle de la région Lolland-Falster (Iles)

Il ressort de l'examen de ces tableaux que du point de vue de la marge nette (profit) les cultures d'herbe et de luzerne se situent nettement en retrait par rapport aux céréales et à la betterave à sucre. La nécessité d'un apport important d'engrais azotés sur l'herbe, fait que les coûts de fertilisation compensent largement l'économie sur les frais fixes enregistré par rapport à la luzerne. Par contre, le revenu de l'heure de travail tend à être plus favorable aux cultures fourragères, encore qu'il puisse subir des fluctuations sensibles en fonction de l'année considérée.

Finalement, la production de fourrages verts présente deux caractéristiques contradictoires :

. 1- Une marge nette à l'hectare, faible par rapport à celles des autres cultures. Nous avons déjà eu l'occasion de souligner que la concurrence avec les céréales demeure forte au Danemark et notamment depuis 1972, date de l'entrée de cet Etat dans la Communauté. En effet, les prix des céréales et de l'orge en particulier qui est présent dans toutes les régions du Danemark, ont enregistré une hausse sensible qui les ont rendu attractives pour les agriculteurs. Or, les coûts de déshydratation déjà relativement élevés du fait de la faible quantité de produits déshydratables autres que les fourrages verts traités dans les usines, n'ont pas permis aux usines d'augmenter le prix payé aux agriculteurs et ce, malgré la hausse des prix de vente et l'apport nouveau de l'aide communautaire, compensés il est vrai, par la forte augmentation des coûts de l'énergie. Cette situation s'aggrave encore d'elle-même, puisque la baisse des prix entraîne une diminution de la quantité traitée par les usines. Soulignons enfin que le tableau A 60 tend à surestimer l'apport de la luzerne par rapport à celui du blé, puisque les prix de vente pris en compte, sont de 37 C.D./t pour 1976 et 40 C.D./t pour 1977, alors que les estimations de la C.I.D.E. donnent, pour les mêmes années, des valeurs moyennes s'élevant seulement à 33,3 C.D./t et 37 C.D./t.

. 2- Un revenu horaire du travail comparable, voire supérieur, à celui des céréales. Ceci provient évidemment du faible besoin en main-d'oeuvre de la culture de fourrages verts, d'autant plus que la récolte est entièrement à la charge de l'unité de déshydratation. Outre l'avantage du point de vue du revenu horaire, il faut prendre en compte la facilité accrue de l'organisation du travail, surtout en période de pointe. Finalement, le faible revenu net à l'hectare, associé à des besoins en main-d'oeuvre également peu importants, amènent à caractériser cette culture comme semi-extensive, donc intéressante, surtout pour les exploitations de grande taille.

## B - La France

Rappelons que, dans cet Etat, la culture de fourrages verts pour la vente, se rencontre principalement en région de grande culture, c'est-à-dire surtout le Centre ou l'Est du Bassin-Parisien. Le département de la Marne, dans

---

(1) De samv. loll. falsterske Landboforeninger. Planteavlskontoret, 1976 - 77

la région Champagne, reste de loin le premier département producteur français. La seule culture de fourrage vert pratiquée est celle de la luzerne dont l'implantation importante dans les années 1950, correspond à la nécessité agronomique de disposer d'une tête d'assolement pour la mise en valeur des sols crayeux de cette région. Actuellement, ce besoin de tête d'assolement est moins impérieux, mais les qualités amélioratrices de la luzerne sur les sols, restent appréciables.

Si la déshydratation industrielle française ne connaît pas une sous-utilisation de sa capacité de production telle que celle qui existe au Danemark, en dehors de l'accident climatique de 1976, la luzerne y subit tout de même la concurrence d'autres cultures possibles ou déjà implantées. Cette concurrence paraît toutefois moins aigüe qu'au Danemark, dans la mesure où on n'assiste pas à une réduction des luzernières, mais seulement à une certaine stagnation, alors qu'une expansion paraîtrait souhaitable. Outre l'avantage agronomique signalé plus haut, l'économie en temps de travail est également appréciable, surtout dans les exploitations de grande surface et face à une main-d'oeuvre qui tend à se raréfier. D'après le Centre Départemental d'Economie Rurale de la Marne, les différentes spéculations peuvent se classer de la façon suivante, en fonction du revenu par hectare : d'abord la betterave à sucre, ensuite un groupe formé des céréales d'hiver (blé, escourgeon, éventuellement seigle) et enfin, avec un écart sensible, la luzerne et certaines céréales secondaires. Les tableaux A 61 et A 62 illustrent ces observations et les nuancent en ce sens que, dans certaines conditions, la luzerne semble pouvoir soutenir la comparaison avec les céréales. Précisons toutefois qu'il s'agit là d'une région où la production de luzerne présente les meilleures performances, tant sur le plan des techniques culturales que sur le plan des résultats économiques.

En ce qui concerne les prix payés aux agriculteurs, leur progression a été plutôt faible au cours des trois dernières campagnes (1974 - 75, 1975 - 76, 1976 - 77) et on peut considérer que le revenu provenant de la luzerne a connu une stagnation (cf. tableau 54). La déshydratation française connaît les mêmes contraintes que l'industrie danoise, ainsi d'ailleurs que celle des autres états membres, sur les prix de vente du produit déshydraté et sur les coûts de l'énergie.

### C - Conclusions

En conclusion sur la rentabilité de la production des fourrages verts pour la déshydratation, nous pouvons considérer que :

- 1- Pour la période actuelle, cette rentabilité est moyenne, la culture des fourrages verts se trouve concurrencée à des degrés divers selon les pays par d'autres cultures notamment la betterave à sucre et les céréales. De plus, le revenu des producteurs n'a pu être maintenu en grande partie que grâce à l'instauration de l'aide communautaire.
- 2 - Pour la période future, la progression du revenu ne peut être assurée que par une augmentation des rendements peu probable à court terme ou même à moyen terme ou par une augmentation de la différence entre le prix de vente du produit déshydraté et le prix de revient de la déshydratation.  
L'augmentation des cours du produit du début de la campagne 1976 - 77 est restée sans lendemain et on peut noter une grande stabilité jusqu'à la fin de la campagne 1977 - 78 ; la diminution du prix de revient de la déshydratation suppose que les prix de l'énergie n'augmentent pas

**Tableau 54 : Estimation des valeurs moyennes des prix de vente et des prix de revient de la déshydratation pour les unités dont la production est vendue.**

C.I.D.E. bilan campagne 1976-77 - prévisions campagne 1977-78 Monnaie nationale / tonne.

campagne 1976-77	prix de revient total			recettes totales		Solde
	matière première	fabrication	total	ventes	vente + aide	
Belgique (F.B.)	1 800	4 000	5 800	5 000	5 440	- 360
Danemark (C.D.)	333	440	773	700	770	- 3
France (F.F.)	220	380	600	500	550	- 50
Royaume Uni (£)	35	42	77	71	76,2	- 0,8
Italie (L)	60 000	59 000	119 000	110 000	118 660	- 340
Pays-Bas (G)	120	250	370	320	350	- 20

campagne 1977-78	prix de revient total			aide communautaire	prix de revient total - aide communautaire
	matière première	fabrication	total		
Belgique (F.B.)	2 000	4 150	6 150	467	5 683
Danemark (C.D.)	370	470	840	74	766
France (F.F.)	300	350	650	53	597
Royaume Uni (£)	40	46	86	5,3	80,7
Italie (L)	72 500	70 000	142 500	9 190	133 310
Pays-Bas (G)	150	210	360	32	328

trop rapidement, et que soient mis en place des dispositifs d'économie d'énergie ainsi que l'allongement de la durée de fonctionnement des usines. Or, ces investissements nouveaux nécessiteront d'une part un délai de mise en place, et d'autre part une certaine confiance dans l'avenir de la déshydratation de la part des unités de déshydratation. En définitive, la rentabilité de la production de fourrages verts et celle de la déshydratation proprement dite paraissent liées de façon assez étroite.

## II - LE CAS DU PRODUCTEUR DE FOURRAGE VERT - UTILISATEUR DU PRODUIT SEC (Cas 2 a et 2 b, schéma 53)

Ce cas correspond à ce que nous avons convenu d'appeler la déshydratation agricole, mais pas uniquement : en effet, nous avons vu que certains agriculteurs producteurs de matière première pour la déshydratation industrielle pratiquent l'autoconsommation, qui représente jusqu'à 25 % de la production totale des usines, notamment en France pour l'alimentation des ateliers de taurillons.

Ce type d'utilisation du déshydraté se rencontre dans tous les états membres dont la production est importante, mais avec des variations quant à son importance par rapport à la production nationale, la situation juridique de l'agriculteur éleveur dans ses rapports avec l'unité de déshydratation et la place que prend le produit dans l'alimentation des animaux. Schématiquement, on peut décrire la situation de la façon suivante :

. En France, au Danemark et aux Pays-Bas, la déshydratation du fourrage pour l'autoconsommation s'effectue dans des usines de taille telle qu'elles peuvent traiter la production de plusieurs agriculteurs ; ces unités sont soit coopératives, soit privées. De plus il semble qu'il y ait, à défaut d'une véritable spécialisation des régions de ces Etats, une certaine prépondérance de ce type de déshydratation dans les régions d'élevage.

. En République Fédérale Allemande, le système précédent coexiste avec des installations privées, généralement mobiles, dont le produit se présente d'une façon différente ("briquettes" par opposition aux "cobs")

. Au Royaume - Uni, il s'agit presque toujours, à quelques exceptions près, d'installations privées implantées dans une ferme et la plupart du temps fixes.

. Enfin, pour l'Italie, cette production y a une part très minime, dans la mesure où les fourrages verts déshydratés sont destinés pour leur plus grande partie, à l'alimentation des monogastriques par incorporation dans les aliments composés, cette opération pouvant parfois être effectuée à la ferme productrice dès la sortie de la déshydrateuse.

Il existe donc une diversité assez grande entre les Etats membres pour ce type de production, et quelquefois même à l'intérieur de ces pays. En ce qui concerne la nature du produit déshydraté, les graminées fourragères prédominent largement sur la luzerne (55 à 95 % selon les cas) sauf en France où, si la production d'herbe est entièrement consommée, l'autoconsommation de luzerne en

déshydratation industrielle - au plus 1/4 de la production - représente un tonnage plus important. D'ailleurs, toujours pour la France, ces deux sources d'approvisionnement en fourrages verts déshydratés correspondent à des systèmes de production animaux différents. Signalons également dans de nombreuses unités de déshydratation agricoles françaises, la présence importante du maïs, qui, s'il ne fait pas partie des fourrages verts, pour l'attribution de l'aide communautaire, permet d'allonger sensiblement la durée annuelle de fonctionnement de l'usine.

### 1 - Les coûts de production du fourrage déshydraté

Le coût du fourrage déshydraté comprend deux composantes :

- les coûts culturaux du fourrage vert
- les coûts de déshydratation (dans lesquels sont compris les coûts de récolte).

L'étude de ce dernier a été menée dans la troisième partie de cette étude. Il semble qu'en général, ce coût soit plus élevé qu'en déshydratation industrielle mais il ne s'agit là que d'une tendance à laquelle les exceptions sont fréquentes comme l'ont montré plusieurs exemples. Deux sortes de causes agissent simultanément pour entraîner cet accroissement des coûts :

- . une cause technique : la teneur en eau des graminées fourragères qui dominant ici, est supérieure à celle de la luzerne, principale espèce cultivée en déshydratation industrielle.
- . une cause structurelle : la taille des unités, l'organisation complexe des chantiers de récolte du fait de la diversité des produits traités, et le fonctionnement même des unités entraînent une efficacité moindre.

En ce qui concerne les coûts culturaux, nous en avons des exemples reproduits dans les tableaux A 63 et A 64 pour la France et l'Angleterre en 1975. Les données enregistrées ici ne peuvent évidemment être étendues à toute la Communauté, compte tenu des variations agronomiques, climatiques et économiques. Toutefois, les indications de tendance que nous pouvons en tirer semblent applicables à tous les Etats membres, tant pour la comparaison entre cultures que pour l'évolution des coûts dans les années récentes. Les prix de revient calculés dans les deux cas n'ont pu être réunis dans un même tableau, à cause de la différence dans les méthodes de calcul employées ; les postes "engrais" et "semences" présentant quand même des valeurs comparables.

En France et pour 1975, l'ensemble des prix de revient culturaux de la tonne de produit à l'entrée de l'usine se situe entre 130 F/tonne et 154 F/tonne sauf pour la luzerne dont le prix de revient est nettement inférieur (92 à 111 F/t) et le maïs ou la prairie temporaire, que l'on rencontre d'ailleurs rarement en France (pour leurs rendements les plus faibles respectivement 357 et 162 F/t). Il faut toutefois signaler ici que le coût de la luzerne a été calculé pour une région (Champagne) où les conditions agronomiques et les structures des exploitations amène une bonne efficacité économique ; ce prix devrait donc être modifié dans le sens d'une hausse pour pouvoir être appliqué à d'autres régions.

Finalement, et compte tenu de cette dernière remarque, le prix de revient de la luzerne paraît nettement plus faible que celui du groupe constitué



par les graminées fourragères cultivées dans de bonnes conditions et du maïs lorsque l'année climatique est favorable. Cet écart semble être dû pour une grande part à la différence des charges de fertilisation qui doublent pratiquement lorsqu'on passe de la luzerne aux autres cultures étudiées ici ; signalons également que ce poste est de loin le plus important sauf dans le cas du maïs pour lequel les façons culturales sont importantes.

Nous pouvons formuler les mêmes observations pour le Royaume Uni, avec cette différence que la charge de fertilisation pour l'herbe équivaut à 3,5 fois celle de la luzerne.

En ce qui concerne l'évolution de ces prix de revient, au cours des dernières années, on retrouve les mêmes tendances dans les deux pays avec quelquefois des rythmes différents. Nous raisonnons ici avec les coûts de l'année 1975, ceux de 1976 étant peu significatifs eu égard aux conditions météorologiques particulières. Au cours des deux années précédant 1975, les prix des engrais ont augmenté de 130 % au Royaume Uni et d'un pourcentage voisin en France ; les prix du matériel agricole et de la main d'oeuvre ont également beaucoup augmenté pendant la même période, quoique dans une moindre mesure et l'effet de cette augmentation a été d'autant plus accentué que les exploitations font appel à de la main-d'oeuvre salariée, ce qui est le cas de nombreuses exploitations cultivant la luzerne pour la déshydratation industrielle.

## 2 - L'utilisation des fourrages verts déshydratés

C'est la place impartie aux fourrages verts déshydratés dans l'alimentation des ruminants (surtout bovins) qui va se révéler déterminante dans la rentabilité de la déshydratation.

Si on met la déshydratation sur le même plan que les autres méthodes de conservation des fourrages grossiers (ensilage, foin, séchage en grange), elle apparaît très défavorisée. En effet, le coût de la déshydratation par tonne de produit est nettement plus élevé que celui des autres procédés ; on estime généralement que l'ensilage se classe en tête, suivi par les méthodes de séchage en grange. Le fanage est pénalisé par les pertes quantitatives et qualitatives du fourrage au champ et à la récolte. Par ailleurs, les économies réalisées par réduction des pertes, négligeables en déshydratation au regard de celles des autres méthodes, ne suffisent pas à compenser l'écart du coût important.

La rentabilisation des fourrages verts déshydratés suppose donc que ceux-ci viennent dans l'alimentation des ruminants non pas en substitution aux fourrages grossiers mais bien plutôt en complémentarité. La concentration protéique mais aussi énergétique (1) de ces produits, trop souvent passée sous silence lorsqu'il s'agit d'alimenter les monogastriques, permet, en les associant à un fourrage grossier de bonne qualité, de relever considérablement le niveau de couverture des besoins de la ration de base, et par conséquent de réduire l'achat d'aliments composés concentrés en énergie et en protéine.

La conception selon laquelle le fourrage déshydraté est un fourrage grossier de très haute qualité réservé à des animaux aux besoins particulièrement élevés (vaches laitières à fort niveau de production par exemple) tend à disparaître, sauf peut-être dans quelques cas marginaux, telles que de petites installations mobiles produisant des bricketts ou des wafers.

---

(1) S'agissant de ruminants, le carotène n'a évidemment que peu ou pas d'importance

**Schéma 55 :** **Éléments à prendre en compte en vue de l'estimation de l'effet sur le revenu et l'organisation du travail d'une exploitation agricole de l'utilisation de la technique de déshydratation.**

Stade	Modifications apportées au système de production	Conséquences techniques	Conséquences économiques sur les coûts		
			Conséquences économiques sur la production	Conséquences économiques sur les coûts	
Production fourragère	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effets directs               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réductions des pertes de récolte et de conservation par rapport à d'autres méthodes</li> <li>- Suppression des travaux de récoltes (cas d'un coopérateur)</li> </ul> </li> <li>• Effets indirects               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tentatives de valorisation d'un produit coûteux par une recherche d'intensification (Amélioration des techniques culturales)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Augmentation de la quantité utilisable pour les animaux</p> <p>Diminution des temps de travaux (notamment en période de pointe).</p> <p>Augmentation de la quantité produite</p>	<p>Production intermédiaire (fourrages) plus élevée quantitativement et qualitativement</p> <p>Production intermédiaire augmentée</p>	<p>Coût d'obtention plus élevé</p> <p>Réduction du coût de main-d'oeuvre (lorsqu'il y a des salariés)</p> <p>Frais variables plus élevés</p>	<p>Coût d'investissement</p> <p>"Parts sociales" pour les coopérateurs</p>
Transformation par l'animal	<p>Modification et rationalisation du plan d'affouragement</p> <p>Modification du travail</p>	<p>Substitution partielle aux aliments concentrés achetés</p> <p>Diminution du temps de travail de distribution</p> <p>Amélioration des conditions de travail</p>	<p>Augmentation de la production finale</p> <p>Réduction du coût de main-d'oeuvre (incidence généralement faible)</p>	<p>Réduction des coûts d'approvisionnements</p>	

En conclusion, cette façon de valoriser les fourrages verts déshydratés en utilisant leur potentiel énergétique et protéique élevé, de façon à les substituer partiellement, voire totalement dans certains cas aux aliments composés du commerce (il faut pour cela élever la concentration énergétique du produit en y ajoutant de l'orge par exemple) est particulièrement intéressante. S'il ne nous est pas possible de chiffrer de manière précise la modification du revenu d'un exploitant agricole consécutive à l'introduction de la technique de la déshydratation, nous pouvons néanmoins en inventorier qualitativement les effets; c'est l'objet du tableau 55.

Il apparaît que la déshydratation permet à la fois de réduire les pertes à la récolte et en conservation, donc d'intensifier la production, et de réduire les achats d'aliments composés à l'extérieur de l'exploitation. Cette économie est évidemment amputée pour une part par le coût de la déshydratation mais il semble qu'un équilibre puisse être atteint relativement facilement. De plus, l'introduction de l'aliment déshydraté entraîne une amélioration des conditions de travail par les facilités apportées dans la manutention, la mesure des quantités distribuées et la suppression de tout travail de récolte. Enfin, il n'est pas interdit de penser que la rigueur dans l'établissement des rations et dans la conduite de l'élevage nécessités par le prix de revient élevé du produit déshydraté, pousse les agriculteurs à rationaliser leurs systèmes de production, c'est-à-dire à une meilleure efficacité économique.

Il est donc certain que l'utilisation du déshydraté par les éleveurs peut permettre de valoriser celui-ci correctement, malgré la hausse des prix de revient due à l'augmentation des prix du fuel et la sécheresse des deux dernières campagnes; les conditions nécessaires au maintien de cette rentabilité sont l'obtention de rendements plus élevés, par une bonne conduite technique des cultures et l'installation, comme dans toute la déshydratation européenne, de dispositifs d'économie d'énergie, afin de réduire la part de celle-ci dans le prix de revient, même si cela suppose un accroissement des amortissements (1).

### III - CAS DES UNITES DE DESHYDRATATION COMMERCIALISANT LE PRODUIT

#### SEC (cas 3 a et 3 b, schéma 53)

Cette catégorie représente la plus grande partie de la production, tant en tonnage qu'en nombre d'unités de déshydratation (2), des Etats membres principaux producteurs : la France, le Danemark, le Royaume-Uni et l'Italie, ainsi que, à un degré moindre, les Pays-Bas; elle recouvre, à peu de chose près, ce qu'on appelle la déshydratation industrielle.

La nature du produit vert traité varie selon les Etats : en France et en Italie, il s'agit presque exclusivement de luzerne; au Danemark, la production vendue se répartit approximativement pour moitié entre herbe et luzerne,

---

(1) Le prix relativement faible du tourteau de soja limite, pour l'instant, cet intérêt (cf. chapitre XII)

(2) Cependant, il faut rappeler que pour la Communauté, considérée globalement, la production moyenne des unités de cette catégorie est plus grande que celle des unités agricoles

alors qu'au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, l'herbe domine largement. Si, dans ces trois derniers Etats, l'herbe l'emporte sur la luzerne dans la production totale, la part de la luzerne dans la production vendue excède toujours la production autoconsommée. Ceci résulte des caractéristiques qualitatives de la luzerne (concentration en protéines et en carotènes) qui la rendent intéressantes sur le marché des matières premières de l'industrie de fabrication des aliments composés.

La fourniture de matière première est assurée soit par des agriculteurs extérieurs à l'unité (contractants pour les unités privées et adhérents pour les unités coopératives), soit par la culture de fourrages verts sur des surfaces appartenant au(x) propriétaire(s) de l'unité de déshydratation, généralement privée -individuelle ou sociétaire-. En France, au Danemark et aux Pays-Bas, on rencontre uniquement le premier type d'approvisionnement, alors qu'au Royaume Uni, et surtout en Italie, le second type est de loin le plus fréquent. On peut penser que ce second type confère une certaine souplesse à l'ensemble production - déshydratation, aussi bien sur le plan technique qu'économique : en particulier, la contrainte que constitue pour les unités approvisionnées par des agriculteurs extérieurs, de payer le fourrage vert à un prix garantissant le revenu de ceux-ci, est levée, ce qui bien sûr ne dispense pas les entreprises qui s'autofournissent, de rechercher la rentabilisation de leur surface, mais leur permet de la sacrifier temporairement, dans le cas d'une mauvaise conjoncture par exemple. Par opposition à cet avantage, ce système présente l'inconvénient d'être difficilement extensible, et à moins de pouvoir disposer d'une superficie très étendue, de ne pas pouvoir bénéficier des économies d'échelles résultant de l'installation d'une usine de très grande capacité évaporatoire.

On peut tenter d'apprécier la rentabilité de ces unités en comparant les prix de revient, donnés dans la troisième partie, par pays (tableaux A 34 à A 58) et pour la Communauté (tableau 42) aux prix de ventes étudiés dans le chapitre V (tableaux A 31, A 32 et 37). Rappelons les caractéristiques principales de ces variables et leur évolution dans la période récente.

#### 1.- Les coûts (cf. Ch. VI, VII, VIII).

Les coûts d'investissement ont augmenté assez sensiblement au cours des dernières années. En ce qui concerne la part des coûts fixes dans le prix de revient, elle est d'autant plus grande que la capacité de production est sous-utilisée ; cette sous-utilisation peut être attribuée à plusieurs causes :

- durée annuelle de fonctionnement trop courte, due à l'absence des produits déshydratables autres que les fourrages verts, tels que le maïs ou la pulpe de betterave. C'est le cas du Danemark et des Pays-Bas.
- déficit d'approvisionnement en produit vert qui est dû soit à la concurrence entre fourrages verts et céréales, très aigüe au Danemark, soit à la sécheresse amenant des baisses de rendement en 1975 dans certaines régions, mais surtout en 1976 pour l'ensemble de la Communauté.

Par ailleurs, les frais financiers sont importants, compte tenu des taux d'intérêt élevés pratiqués dans toute la Communauté, avec toutefois des différences en faveur de certains états membres (France notamment).

Quant aux coûts variables, leur plus grande part est constituée par la consommation d'énergie (fuel et électricité) qui représente en moyenne 33 à 40 % du prix de revient total ; la hausse brusque du prix du fuel en 1973 - 74, qui se poursuit depuis à un rythme régulier, a largement contribué à l'augmen-

tation des prix de revient. On peut estimer, très grossièrement, et uniquement pour donner une appréciation d'ensemble, car les variations entre Etats membres et à l'intérieur de ces mêmes états sont très grandes, que les prix de revient exprimés en prix courants, ont pratiquement doublé de 1972 à 1976, ce qui est très important.

## 2 - Les prix de vente (cf. ch. V)

Les prix de vente ont connu également une augmentation sensible en 1973 et 1974, suivie d'une relative stagnation en 1975 et 1976. Il semble qu'actuellement, on assiste à une certaine reprise, pour les ventes à terme portant sur la campagne 1977-78. Cette évolution peut être rapprochée de l'extension des besoins à la fois dans les pays exportateurs (France, Danemark) et dans les pays importateurs (Belgique, République Fédérale d'Allemagne, Pays-Bas) ainsi qu'à des phénomènes propres à chaque Etat membre, comme le développement du marché des fourrages verts déshydratés pour l'alimentation des ruminants au Royaume Uni. La conjoncture économique globale a également eu une influence par la hausse généralisée des prix de revient et par les augmentations brutales sur les marchés des matières premières pour la fabrication des aliments composés, notamment le soja.

Enfin, à part le Royaume Uni où les prix de vente ont augmenté pratiquement au même rythme que les prix de revient, le prix de vente des principaux pays producteurs a progressé à un rythme nettement inférieur à celui des prix de revient. Une évaluation, là encore très approximative, montre que cette progression a été de 1972 à 1976, de 40 à 60 % selon les cas.

Il se dégage de ceci deux conclusions :

- du point de vue des entreprises, coopératives ou privées, la rentabilité de la déshydratation des fourrages verts a pu être mise en cause en 1974 - 75 et surtout en 1976, à des degrés divers, selon les Etats membres considérés et en tout cas, amoindrie par rapport aux années précédentes, du fait de la réduction notable des marges. L'aide communautaire a joué et joue encore pour la campagne 1977 - 78 un grand rôle dans la lutte contre cette réduction des marges, sans toutefois la contrebalancer en totalité (cf. tableau 54 ci-dessus).
- du point de vue de la Communauté prise dans son ensemble, nous pouvons formuler une conclusion applicable également à la catégorie étudiée précédemment (cf. paragraphe II), à savoir que les fourrages verts déshydratés qui associent dans leur composition qualitative, énergie protéines et carotènes viennent en substitution dans l'alimentation des ruminants et des monogastriques à des composés à forte concentration protéique dont la Communauté reste et restera fortement déficitaire, donc importatrice.

La poursuite de cette production de protéines à l'intérieur de la Communauté s'avère donc particulièrement intéressante pour l'avenir à condition que la rentabilité des entreprises soit assurée et sans que cela se fasse au détriment du revenu des agriculteurs fournisseurs. Il faut donc envisager une diminution de la part des coûts fixes par un retour au plein emploi de leur capacité de production, lorsque celui-ci n'est pas réalisé et une réduction des frais variables par l'installation de dispositifs permettant d'économiser l'énergie. En ce qui concerne ces derniers, l'installation de dispositifs simples entraînant des investissements modérés devient de plus en plus fréquente. Pour les dispositifs plus complexes, de nombreux essais sont en cours, notamment en France, au Danemark et au Royaume Uni.

#### IV - CAS DE L'UTILISATEUR DU FOURRAGE DESHYDRATÉ ACHETÉ

(cas 4a et 4b, schéma 53)

Le fourrage déshydraté peut être acheté par deux catégories de consommateurs :

- les éleveurs de ruminants, qui distribuent le produit tel quel aux animaux ou associé à un aliment à forte concentration énergétique. Leur souci de valorisation du déshydraté rejoint celui des déshydrateurs - éleveurs évoqué dans le paragraphe II ci-dessus ;
- les fabricants d'aliments composés destinés à l'alimentation, soit des ruminants, soit des monogastriques (volailles, porcs, équidés, lapins).

Les achats de cette deuxième catégorie représentent la plus grande part de la production commercialisée. Il nous est difficile de porter un jugement sur la valorisation du déshydraté par l'industrie de fabrication d'aliments composés, dans la mesure où les taux moyens d'incorporation sont faibles pour les monogastriques (de 0,5 % pour le porc, à 4 - 5 % pour les volailles). La plupart du temps, la formulation se calcule par programmation linéaire ; les coefficients techniques de la luzerne, car il s'agit ici uniquement de ce produit, étant en définitive très stables, la place de celle-ci dans la formulation dépendra soit du rapport de son prix à celui des autres matières premières pouvant fournir les mêmes composants de base, soit des contraintes de minimum et de maximum portant sur des éléments que la luzerne seule apporte.

Concrètement, cela signifie que la luzerne entre en concurrence avec d'autres matières premières, tels que les tourteaux pour les protéines alors que son taux d'incorporation est borné supérieurement et inférieurement. La limite supérieure d'utilisation de la luzerne est définie par des critères d'ordre zootechnique, c'est-à-dire pour les monogastriques, principalement par l'apport de cellulose de la luzerne ; pour la cellulose, la limite dépendra également de la fourniture opérée par les autres matières premières (cf. Annexe IV et Chap.IX)

La limite inférieure, qui peut être nulle, sera définie entre autre par la nécessité d'avoir présents dans la ration, des éléments colorants tels que le carotène dont la luzerne apporte des doses importantes ; la luzerne sera donc particulièrement intéressante et recherchée dans les cas où on désire une bonne coloration des oeufs et de la viande des volailles. La concurrence des carotènes de synthèse, semble faible, et les apports d'autres aliments simples, en carotène, tel que le maïs, restent limités.

Pour les ruminants, les équidés et les lapins, le carotène présente peu ou pas d'intérêt, mais par contre, l'apport énergétique associé à l'apport protéique, rendent le fourrage vert déshydraté attractif, d'autant plus que la limite maximum d'incorporation zootechnique se trouve considérablement reculée, voire levée pour les ruminants. Le marché des aliments pour chevaux est actuellement très peu développé alors que celui des lapins est très important mais seulement en Italie et en France. Dans ce dernier état, le taux moyen d'incorporation pour cette espèce est compris selon les estimations entre 32 et 40 %, ce qui représenterait une quantité de luzerne consommée, d'au moins 150 000 tonnes par an.

Quant aux aliments pour ruminants, et plus spécialement bovins, le déshydraté y tient une place peu importante quant au taux d'incorporation dans presque tous les Etats, bien que le tonnage concerné représente une bonne part de la production. Seul, le Royaume-Uni fait exception, puisque, comme nous l'avons déjà mentionné, les aliments concentrés à base d'herbe ou de luzerne déshydratés, associés à de l'orge et supplémentés en vitamines, prennent de plus en plus d'extension dans le marché des aliments concentrés pour la production laitière et la production de viande bovine.

Finalement, l'industrie de transformation, compte tenu de ses orientations multiples et des besoins qui s'accroissent régulièrement, constitue un bon débouché pour l'industrie de la déshydratation des fourrages verts, à condition que les prix des fourrages déshydratés restent compétitifs par rapport à ceux des autres matières premières, notamment des tourteaux en ce qui concerne les protéines. Il semble bien qu'un compromis puisse être trouvé entre cet impératif de compétitivité au niveau des prix et la nécessité pour les entreprises de déshydratation de sortir d'une période où sa rentabilité a été mise en cause à la suite de plusieurs accidents climatiques et économiques.

## CONCLUSION GENERALE

Pour clore ce chapitre, il faut insister sur deux points qui permettent de caractériser la situation actuelle de la déshydratation :

- 1.- La dégradation des conditions de la production au cours des années récentes, particulièrement depuis 1973, ainsi que la baisse de la rentabilité qui l'a accompagnée.
2. Le rôle important joué par l'aide communautaire qui a permis de pallier, dans une certaine mesure, les inconvénients de cette dégradation, tant au niveau de la production qu'à celui de la commercialisation.

## CHAPITRE XII

---

### RESUME ET CONCLUSIONS

---

Avant de formuler diverses conclusions, il paraît utile de rappeler les données du problème auquel l'aide communautaire, instaurée en 1974, devait apporter une réponse, au moins partielle. Pour tenter de diminuer la dépendance de la Communauté Economique Européenne en matière d'approvisionnement protéique pour l'alimentation animale (la plus grande part des importations est constituée de tourteaux de soja) il fallait une incitation au développement des cultures et implicitement des techniques de conservation et de transformation les plus efficaces possibles - capables de fournir les quantités importantes de protéines de bonne qualité. Les fourrages verts constituent une source importante de ce type de protéines, notamment lorsqu'ils font l'objet d'une déshydratation, technique de conservation qui assure de loin la meilleure qualité du produit sec. Malheureusement, ce procédé est grand consommateur d'énergie, principalement de fuel, pour lequel la Communauté est également approvisionnée par elle-même de façon très partielle.

Deux questions clefs semblent devoir appeler une réponse :

- le bilan exprimé en terme de flux monétaire (valeurs en devises) entre le surcroît de consommation énergétique (fuel) et l'économie obtenue par diminution d'importations extra-communautaires de matières premières alimentaires riches en protéines (tourteaux) est-il favorable à la déshydratation des fourrages verts ?
- la déshydratation est-elle la seule méthode de conservation - transformation des fourrages verts dont la mise en oeuvre peut être recommandée dans l'état actuel de nos connaissances ?

A cette seconde question, il est en fait très difficile d'apporter une réponse catégorique puisque si, comme nous l'avons vu à diverses reprises dans cette étude, d'autres méthodes existent, leur utilisation modifie sensiblement les caractéristiques du produit, et ceci de manière différente selon sa destination finale en alimentation animale.

Dans ces conclusions, après avoir rappelé la situation actuelle concernant les fourrages verts déshydratés, on examinera les conditions d'un développement de cette production, puis on tentera d'apporter des éléments de réponse aux deux questions et on dégagera quelques hypothèses prospectives.



# I - LA SITUATION ACTUELLE DE L'APPROVISIONNEMENT EN PRODUITS

## DESHYDRATES

### A - La Consommation

La place occupée par les fourrages déshydratés parmi les diverses sources d'approvisionnement en protéines de la CEE pour l'alimentation apparaît très réduite, de l'ordre de 4 %, l'essentiel provenant de tourteaux (tableau 56). Même dans le cas d'un doublement de la consommation de déshydratés, la part de ceux-ci resterait faible. Il ne faut pourtant pas négliger l'apport que peuvent représenter toutes les sources secondaires de protéines : leur accroissement pourrait représenter une part non négligeable de l'augmentation des besoins en protéines. Toutefois les fourrages déshydratés peuvent être concurrencés par le développement d'autres catégories, telles les graines de légumineuses, et même la production intérieure de tourteaux de soja et de tournesol. Pourtant, face aux incertitudes, le développement de la déshydratation n'est pas à négliger.

Tableau 56 : Sources principales d'approvisionnement en protéines de la C.E.E. pour l'alimentation animale (1973).

	Consommation		Production indigène		Prod./consom en %
	1000 t	%	1000 t	%	
Tourteaux	6 178	75	1 160	40	19
Farines animales	1 119	14	787	28	70
Lait en poudre	512	6	510	18	100
Fourr. verts déshyd.	316	4	288	10	91
Graines légumineuses	136	1	104	4	76
	8 261	100	2 849	100	34

Au cours de la période 1965 - 1977, hormis les années 1975 et 1976 marquées par un fort déficit de la production, la consommation de fourrages déshydratés a connu un fort taux de croissance.

Jusqu'en 1975, le taux de couverture des besoins par la production communautaire fut de l'ordre de 85 à 90 %, le déséquilibre que l'on peut qualifier de "structurel" étant compris en moyenne entre 100 000 et 150 000 tonnes par an. Les exploitations des Etats membres s'exercent en fait pratiquement en totalité vers les autres Etats membres, les plus forts importateurs étant la R.F.A., les Pays Bas et la Belgique. Le déséquilibre conjoncturel de 1976, dû à la

sécheresse, a entraîné une augmentation des importations en provenance de pays tiers; ceux-ci, forts de cette première implantation, ont tenté de poursuivre leur activité commerciale, en proposant des prix compétitifs; ils ont alimenté le marché de quantités dépassant largement celles des périodes antérieures à 1975. La baisse des cours qui en a résulté dans le second semestre de 1977 met en difficulté les producteurs européens, tout au moins ceux dont une part notable de la production est vendue.

### La structure de la consommation

L'autoconsommation de produits déshydratés dans les divers Etats membres (cf. Chap. V), concerne en quasi totalité l'alimentation des ruminants, surtout des bovins. En outre la part consommée par rapport à la production totale est toujours plus élevée pour l'herbe que pour la luzerne; l'herbe n'est en effet pas ou peu utilisée dans l'alimentation des monogastriques, compte tenu de ses caractéristiques défectueuses comparativement à la luzerne pour ces catégories d'animaux. Les lapins, classés ici en monogastriques, consomment des quantités négligeables d'herbe déshydratée, compte tenu de leur effectif : l'herbe peut donc être considérée comme alimentant entièrement des ruminants. Sur cette base, une évaluation de la répartition finale des consommations de fourrages verts déshydratés par les différentes catégories est fourni dans le tableau 57 suivant.

Tableau 57 : Répartition de la Consommation dans la CEE (1975)  
en tonnes.

Consommateurs Produits	Ruminants			Porcins Aviculture	Lapins	Total
	Herbe	Luzerne	Total	Luzerne	Luzerne	
France	55 000	245 000	300 000	81 000	150 000	531 000
Danemark	30 000	15 000	45 000	40 000	-	85 000
Royaume Uni	95 000	15 000	110 000	30 000	-	140 000
Italie	-	2 000	2 000	158 000	15 000	175 000
R.F.A.	144 000	70 000	214 000	203 000	-	417 000
Belgique	2 500	50 000	52 500	53 000	-	105 500
Pays-Bas	99 000	24 000	123 000	120 000	-	243 000
Irlande	20 000	-	20 000	-	-	20 000
Total herbe	445 500					445 500
Total luzerne		421 000		685 000	165 000	1 261 000
Total général			866 500			1 716 500
% Herbe	100					100
% luzerne		34,5		52,5	13,0	100
% général			51,5	38,9	9,6	100

Les ruminants consomment donc moitié des fourrages verts déshydratés. En ce qui concerne la luzerne seule, la consommation des ruminants représente un tiers de la consommation de luzerne, mais cette proportion varie considérablement d'un pays à l'autre : de 51 % en France à 1 % en Italie.

La part des ruminants dans l'utilisation des fourrages déshydratés paraît d'ailleurs en légère augmentation, du fait du développement de son emploi dans certains états(notamment le Royaume Uni).

### B - La production

La C.E.E. produit 85 à 90 % de ses besoins.

Après avoir connu un taux de croissance annuel moyen de l'ordre de 13 % sur la période 1965 - 1974, à l'issue de laquelle elle a culminé à 1 670 000 tonnes, la production a subi une chute très brusque en 1976 due à la sécheresse, en 1977, elle est revenue au niveau de 1975 (1 650 000 tonnes). Les produits obtenus se répartissent du point de vue de leur origine entre les graminées fourragères (herbe) pour 30 % environ et la luzerne pour 70 % de la production.

Le tableau 58 présente les surfaces faisant l'objet de déshydratation et les productions dans les différents états membres en 1975. L'estimation des surfaces en luzerne est faite sur la base d'un rendement moyen de 11 tonnes de produit sec par hectare.

Tableau 58 : Surfaces déshydratées et productions en 1975

	H e r b e		L u z e r n e	
	Surfaces 1 000 ha	Production 1 000 t	Surfaces 1 000 ha	Production 1 000 t
RFA	6,75	54	0,55	6
France	16,2	55	74,1	815
Italie	4,0	-	11,8	130
Pays-Bas	25,3	93	2,9	32
Belgique	1,2	1	0,4	4,4
Royaume Uni	14,85	95	3,65	40
Irlande	1,7	20	-	-
Danemark	37,1	120	11	120
TOTAL	108	438	104	1 147

Du point de vue protéines, on enregistre deux faits principaux :

. La teneur en matières azotées (MAT en pour cent de la Matière Sèche) de la luzerne (18 %) excède en moyenne celle de l'herbe d'environ 3 à 4 % (Cependant une récolte d'herbe à un stade précoce fournit un déshydraté au moins aussi riche en MAT que la luzerne).

. La capacité annuelle de production de protéines à partir de la luzerne s'accroît du nord au sud de l'Europe (1,6 t de protéines/ha au Danemark à 2,5 en France et en Italie). Cela est dû à un nombre de coupes plus élevé (5 à 6 contre 3 à 4) lié à une durée plus longue du cycle de végétation, et une teneur protéique légèrement plus élevée (2 à 3 %).

## II - STRUCTURES ET COÛTS DE LA DESHYDRATATION

### A - L'appareil de production

S'il est très homogène du point de vue de la technologie mise en oeuvre (1), il présente par contre de grandes diversités tant du point de vue de la taille des unités de transformation que des structures des exploitations agricoles qui fournissent la matière première. En 1975 la production était assurée par environ 500 usines dont la contribution allait de moins de 1000 t à plus de 30 000t/an.

Tableau 59 : Structures de la déshydratation

nb = nombre d'usines

part = part de la production nationale en %

Classes (selon le tonnage annuel)	< 1000t	1000 à 5000t	5000 à 10000t	10000 à 20000	>20000t	Total
<u>France</u>						
nb	42	87	20	19	7	175
part	3	24	18	34	21	100
<u>Danemark</u>						
nb	5	5	15	9	1	40
part	1	4	42	43	10	100
<u>Pays-Bas</u>						
nb	4	12	7	3	0	26
part	2	22	43	33	0	100
<u>Italie</u>						
nb	56	59	0	0	0	115
part	29	71	0	0	0	100
<u>Royaume-Uni</u>						
nb	35	48	4	2	0	89
part	22	42	21	15	0	100

L'âge des équipements est dans l'ensemble élevé; cela résulte du fait que les implantations nouvelles ont connu un maximum d'intensité dans la période 1965-1970. Une bonne part de ce matériel d'usine est amortie du point de vue comptable; il faut s'attendre à de nombreux renouvellements durant la période à venir.

Les technologies nouvelles économisant l'énergie (pressage, pré-séchage...) ne sont appliquées qu'à un stade d'expérimentation industrielle en ateliers pilote de dimensions modestes.

En ce qui concerne le stockage, seule la France possède des silos sous gaz inerte (qui joue un grand rôle dans le maintien de la qualité, notamment sur la teneur en carotène) d'une capacité totale d'environ 250 000 tonnes.

(1) Tambour sécheur rotatif

## B - Utilisation de la capacité de déshydratation

Il conviendrait de déterminer l'ordre de grandeur du taux d'utilisation de la capacité existante de déshydratation. Théoriquement il faudrait se fonder sur la capacité évaporatrice pondérée des durées annuelles de fonctionnement possible pour la déshydratation des fourrages verts pris ici en compte. Malheureusement les données disponibles sur ces points restent insuffisantes pour procéder à ce genre de calcul. De plus, il faudrait tenir compte de la concurrence d'autres produits (maïs, pulpe...) dans l'utilisation des installations. En outre le taux théorique maximal d'utilisation (qui serait le rapport entre la production et la capacité de production, exprimées en une même unité, et qui correspondrait au plein emploi pratique des installations), ne pourrait être qu'inférieur à 1, compte tenu des nombreux aléas intervenant dans le fonctionnement des usines. On ne dispose pas actuellement d'estimation de ce taux.

En faisant l'hypothèse que la production maximale enregistrée dans chaque état membre correspondrait à sa capacité de plein emploi pratique d'utilisation, on peut calculer pour d'autres années quel est le taux relatif.

Ceci conduit à estimer la capacité de déshydratation de la Communauté à 1820000 tonnes. En 1975, la capacité inemployée serait de 150000 t, le taux relatif d'utilisation d'environ 85 %. En 1977 le taux sera vraisemblablement du même ordre. Si l'on suppose que la production maxima a été obtenue en 1974 dans des conditions de fonctionnement particulièrement favorables, on peut juger assez satisfaisant les taux obtenus par la suite, compte tenu du faible nombre d'installations nouvelles réalisées depuis 1974.

## C - Les coûts de la déshydratation

Les coûts moyens de la déshydratation (hors ceux de production de la matière première) sont très variables d'un pays à l'autre. En 1976 (année défavorable du point de vue du tonnage produit), ils variaient de 341 à 680 F/tonnes; les prévisions pour 1977 vont de 350 à 415 F

Tableau 60 : Prix de revient de la déshydratation en 1976 en F.F. par tonne de produit sec.

	Matière première (1)	fabrication (2)	Total
Belgique	242	538	780
Danemark	280	370	650
France	220	380	600
Royaume-Uni	287	345	632
Italie	347	341	688
Pays Bas	236	493	729
R.F. d'Allemagne	(3)	680	(3)

(1) prix payé aux agriculteurs par Tonne de produit sec

(2) fabrication : récolte, transport, séchage, conditionnement, stockage

(3) non connu

Ce coût varie considérablement à l'intérieur d'un même état, en fonction de la nature du produit traité, de la structure des exploitations où se récoltent les fourrages verts et, selon la taille de l'usine : le coût unitaire diminue sensiblement lorsque la production augmente, jusqu'à un seuil de 15 000t/an au-delà duquel il décroît plus lentement ou reste stable.

Le coût de l'énergie représente 35 à 40 % du coût total; celui du fuel 32 à 37 %.

Dans l'ensemble, le coût a subi depuis 1974 une forte hausse, expliquée surtout par celle du prix de l'énergie, mais aussi celle, plus modérée des autres biens et services.

#### D - Les coûts des cultures

Ces coûts semblent varier assez sensiblement d'un état à l'autre, mais cela est dû aux charges fixes qui dépendent des conditions structurelles de chaque état; l'amplitude des variations des charges variables est faible. Les coûts de l'herbe sont plus élevés que ceux de la luzerne, à cause d'apports d'engrais azotés plus importants et de façons culturales plus fréquentes.

### III- FACTEURS ET CONDITIONS DU DEVELOPPEMENT DE LA DESHYDRATATION

#### =====

#### DANS L'AVENIR

#### =====

#### A - Les conditions techniques du développement

##### 1 - Conditions culturales

Du point de vue des cultures fournissant la matière première, le développement de la déshydratation peut théoriquement découler soit d'un accroissement des surfaces cultivées en fourrages verts à déshydrater au détriment d'autres cultures, soit d'un accroissement de la part destinée à la déshydratation, donc au détriment d'autres méthodes de conservation.

Actuellement, la déshydratation ne concerne en fait qu'une faible part des surfaces cultivées en fourrages déshydratables. Le tableau 61 montre la répartition des surfaces cultivées et celles faisant l'objet de déshydratation. Celle-ci s'approvisionne surtout sur les cultures de luzerne et de prairies permanentes, mais elle ne représente que 2,5 % des surfaces correspondantes. Des différences notables apparaissent entre les Etats membres, notamment sur la part des surfaces en luzerne consacrée à la déshydratation.

Les possibilités d'accroissement de cette part destinée à la déshydratation existent dans de nombreux pays et probablement en particulier dans des zones d'élevage.

Par contre, le développement de la déshydratation dans des pays (tels le Danemark, les Pays Bas, la France) où la part de superficies de luzerne déshydratées est forte, supposerait un accroissement des surfaces cultivées. Cela est vrai aussi dans certaines régions telle la Champagne en France, où la luzerne a été implantée pour des raisons agronomiques beaucoup plus que pour l'alimenta-

Tableau 61 : Répartition des surfaces portant des cultures fourragères déshydratables.

		Surfaces (1000 ha) 1975									
	Superficie faisant l'objet de déshydratation (herbe + luzerne) 1974-75	Fourrages verts des terres arables				Surfaces toujours en herbe					
		Trèfle	Luzerne	Prairies et pacages temporaires	Maïs fourrage	Autre	Total	Prairies permanentes	Pâturages permanents	Total	
R.F.A.	7,3	235,2	62,8	155,9	430,3	11,2	895,4	3 865,1	1 379,0	5 244,1	
France	90,3	330,2	810,0	2 626,4	872,1	172,3	4868,0	4 760,8	8 739,9	13 405,0	
Italie	15,8	695,0	1593	(1)	(1)	(1)	2693,9	1 150,6	4 053,6	5 204,1	
Pays-Bas	28,2	0	3,4	45,6	77,3	0,1	126,4	(1)	(1)	1 240,6	
Belgique	1,6	3,4	3,6	37,5	66,0	5,1	115,7	174,7	546,0	720,7	
Luxembourg	0	6,6	0,5	1,3	4,6	2,1	15,1	30,2	40,3	70,5	
Royaume-Uni	18,5	(4)	13,7	2 105,2	26,0	47,3	2192,3	(1)	(1)	11 629,2	
Irlande	1,7	(4)	(4)	465,9	(1)	330,4	796,3	588,8	3 010,2	3 599,0	
Danemark	48,1	439,3(2)	16,8	(2bis)	0,6	8,3	464,9	(1)	(1)	277,4	
	211,6	(3)	(3)	5 437,8 (3)	1476,9 (3)	567,7 (3)	12 167,8	10 570,2 (3)	17 769,0 (3)	41 390,7	

Sources : Commission des Communautés Européennes - D.G. de l'Agriculture  
Eurostat Utilisation des terres et production 1976.

(1) Selon OSCE Luxembourg 1971

(2) Herbe comprise.

(2bis) voir (2)

(3) Sauf données inconnues

(4) non connu, mais faible.

tion des animaux élevés localement; l'extension de surface peut avoir pour limite le maximum de luzerne que l'on peut introduire dans une rotation intensive, telle celle de Champagne, des îles du Sud au Danemark, fondée par exemple sur une succession luzerne-céréales-betteraves, la luzerne ne pouvant dépasser le tiers de la superficie cultivée. Dans ces régions où la luzerne est pratiquée en tant que culture commerciale, son importance, outre ces considérations agronomiques, sera aussi liée à des considérations économiques (revenu relatif de la luzerne par rapport à d'autres cultures pour les agriculteurs). En zone d'herbage, il n'existe guère de limite d'ordre cultural au développement de la déshydratation.

En définitive, on peut considérer que les possibilités culturales en vue de la déshydratation sont potentiellement grandes.

## 2 - Conditions zootechniques

Les quantités d'aliments déshydratés actuellement distribués aux animaux peuvent être considérées comme venant entièrement en substitution aux tourteaux, qu'il s'agisse d'utilisation dans la fabrication d'aliments composés, ou qu'il s'agisse d'utilisation directe par les éleveurs; dans ce dernier cas, le coût des produits déshydratés est trop élevé par rapport à celui de produits provenant de méthode de conservation (foin, ensilage) pour qu'il entre dans la ration de base des ruminants.

Dans l'optique d'un développement de la déshydratation, on peut tenter d'estimer quelle quantité de déshydraté pourrait se substituer aux tourteaux.

Une première approche consiste à affecter par tête de bovins, une quantité "raisonnablement substituable" du point de vue zootechnique, de protéines en déshydraté. Compte tenu des effectifs dans la Communauté, on déduira les besoins globaux. (tableau 62).

Tableau 62 : Calcul de la consommation potentielle théorique des ruminants dans la C.E.E.

Catégorie animale	quantité remplacée/jour/animal en kg de protéines.	quantité remplacée/an/animal	Nbre 1000 têtes	quantité totale annuelle 1000 t.
Vaches laitières	0,5	150	24 769	3 715
Autres vaches	0,25	75	6 020	451
Génisses 2 ans Mâles 2 ans Femelles 1 à 2 ans Mâles 1 à 2 ans			25 460	1 909
Bovins de moins d'1an	0		21 153	
Total				6 075



Ces 6075 milliers de tonnes de protéines représentent 35 730 000 tonnes de produits déshydratés, soit une multiplication par 20 de la production, en supposant stable la consommation des monogastriques. Si la moitié seulement du cheptel bénéficiait de cette substitution, le calcul donnerait 17 860 000 t, soit une multiplication par 10, ce qui nécessiterait 1 625 000 ha de luzerne (sur la base d'un rendement de 11 t/ha), superficie inférieure aux surfaces actuelles en luzerne.

Une deuxième approche consiste à rechercher les quantités d'aliments du commerce utilisés dans la C.E.E. pour l'alimentation des ruminants ainsi que les quantités de protéines correspondantes afin de calculer la quantité équivalente de fourrages verts déshydratés nécessaire à la substitution aux tourteaux.

Les consommations totales de tourteaux dans la C.E.E. en 1976 et les protéines correspondantes sont les suivantes (cf. tableau 63).

**Tableau 63** : Consommation totale de tourteaux dans la C.E.E. et tonnages de protéines brutes correspondants.

	Tonnage	Concentration protéique %	quantité de protéines (t)
Soja	10 803	46	5 000
Arachide	1 166	49	570
Lin	521	34	180
Coprah-Palmiste	1 590	20	320
Colza	828	36	300
Coton	619	38	240
Tournesol	466	36	170
Divers	1 016	35	350
<b>Total</b>	<b>17 009</b>		<b>7 130</b>

Tourteaux et matières premières riches en protéines 1975-76  
INRA, Charles ROBERT S.A.

Ces 7130 000 tonnes de protéines vont à toutes les catégories d'animaux. Si la substitution de déshydratés aux tourteaux peut être totale dans la ration concentrée des ruminants, il n'en va pas de même pour les monogastriques, pour lesquels elle ne peut être que très partielle, voire très faible.

La répartition des aliments du commerce, selon les catégories d'animaux, est la suivante :

**Tableau 64** : Fournitures en protéines par les différentes catégories d'aliments composés.

Catégories	Production d'aliments composés (1000 t)	Taux moyen en protéines.	Taux fourni par :		Protéines venant des tourteaux 1000 t
			céréales	tourteaux	
Ruminants bovins allait <sup>t</sup>	15 963 1 908	(1)			
Porcins	22 651	16	6	10	2 265
Volailles	17 163	18	5	13	2 231
Autres	2 224	15	5	10	222
<b>Total</b>	<b>59 909</b>				<b>4 718</b>

(1)- non connu et très variable d'un aliment à l'autre.

Les monogastriques consomment donc 4 718 milliers de tonnes de protéines provenant de tourteaux. On en déduit que les ruminants recevraient :

$7\ 130 - 4\ 718 = 2\ 412$  milliers de tonnes de protéines. Cela représente l'équivalent de 13 400 000 tonnes de fourrages verts déshydratés à 18 % de protéines. Ce chiffre peut être rapproché de celui calculé précédemment dans l'hypothèse où la moitié des ruminants bénéficieraient de la substitution proposée zootekniqnement.

On peut remarquer que la consommation en tourteaux par les bovins, exprimée en protéines représente environ 9 fois la fourniture protéique actuelle en déshydratés.

De tout ceci on peut conclure que du point de vue purement technique, tant au niveau de la production et de la consommation, les potentialités de la déshydratation apparaissent fortes pour les ruminants, alors qu'elles sont très limitées pour les monogastriques; pour ces derniers, la dépendance protéique de la communauté ne pourrait diminuer que par d'autres procédés que ceux de la simple déshydratation de fourrages verts.

D'autres conditions de développement vont s'avérer beaucoup plus contraignantes, notamment des conditions économiques examinées plus loin. Remarquons de suite qu'on ne peut guère espérer que les éleveurs modifieront en quelques années les habitudes d'alimentation animale dans les proportions suggérées par les hypothèses de calcul théorique précédent.

#### B - Les conditions économiques du développement

Elles apparaissent à différents niveaux : la concurrence avec d'autres cultures, d'autres procédés de conservation, les possibilités de développement de l'appareil de production, les coûts et les prix de vente, les possibilités d'économie d'énergie.

##### 1) La concurrence des cultures fourragères destinées à la déshydratation avec d'autres cultures

En zone de "grande culture", sans élevage, la production de luzerne à déshydrater est fortement concurrencée par d'autres cultures notamment les céréales et les betteraves. L'extension de la luzerne dépend du rapport qui existe entre le revenu qu'elle fournit à l'agriculture et celui des autres cultures, donc en définitive, du rapport des prix. Les prix de la luzerne déshydratée et de la luzerne en vert apparaissent beaucoup plus fluctuants que celui des céréales. Malgré de notables différences entre les Etats membres (concurrence défavorable par les céréales au Danemark, prix favorables au Royaume-Uni, tendance au maintien du revenu en France), on peut observer pour l'ensemble de la Communauté une tendance à la dégradation du revenu de la culture de luzerne destinée à la déshydratation, surtout depuis la hausse des prix de l'énergie; le maintien n'a pu être assuré que grâce à l'aide communautaire:

La luzerne étant dans l'ensemble, produite par des agriculteurs ayant une bonne maîtrise technique, on ne peut guère compter sur une rapide amélioration des revenus grâce à l'accroissement des rendements qui n'évolueront que lentement. Il semble donc qu'actuellement le revenu assuré par cette culture ne constitue pas une incitation suffisante pour que les surfaces traitées en déshydratation augmentent sensiblement. En outre l'aversion pour le risque lié aux fluctua-

tions de prix accroît probablement la contre incitation.

En zone d'élevage, la concurrence d'autres cultures existe-t-elle aussi, plus particulièrement avec d'autres fourrages; mais en plus s'ajoute la concurrence avec d'autres mode de conservation.

## 2)- La concurrence de la déshydratation avec d'autres modes de conservation

---

Il est pratiquement impossible, actuellement, de comparer, de façon satisfaisante, du point de vue technique la déshydratation aux autres méthodes de conservation comme la fenaison et l'ensilage. A fortiori, toute comparaison économique ne peut être que fragile.

Toutefois, dans les conditions actuelles de coût de la déshydratation, celle-ci n'arrive pas à concurrencer les fourrages traditionnels tels que l'ensilage et le foin au niveau des rations de base des bovins; ainsi des agriculteurs de l'Ouest de la France qui avaient tenté de telles substitutions (il est vrai avec des parts non négligeables de maïs déshydratés, pauvres en protéines, exigeants des surcroûts de tourteaux) l'ont abandonnées; des programmes linéaires en ont confirmé le manque d'intérêt.

Par contre, l'introduction d'un déshydraté de fourrage vert dans l'alimentation en substitution à un concentré acheté comportant une part importante de tourteaux peut s'avérer avantageuse. Cependant la culture de fourrages à déshydrater pour utilisation sur place, est concurrencée par des cultures fourragères avec conservation traditionnelle, destinées à la ration de base, tout particulièrement dans des exploitations de petite superficie, à forte intensité d'élevage bovin: l'exploitant peut avoir intérêt à réserver ses superficies pour fabriquer les aliments entrant dans la ration de base et à acheter tous les concentrés nécessaires. La concurrence se reporte au niveau des achats et dépend alors du rapport des prix.

Par ailleurs, la luzerne séchée au soleil peut concurrencer le déshydraté. Les caractéristiques sont voisines de celles du déshydraté de luzerne: la luzerne déshydratée équivaut à 2,8 kg de tourteau de soja 50, la luzerne séchée au soleil 3,3; mais le coût de fabrication de la luzerne séchée au soleil (210 F/tonne, soit environ 700 F/tonne de soja équivalent), la rend avantageuse par rapport au déshydraté de luzerne (380 F/tonne, soit 1065 F/tonne de soja équivalent). Sa production est toutefois limitée aux zones méditerranéennes.

## 3)- L'appareil de production

---

Bien qu'on ne connaisse pas avec précision le taux d'utilisation de la capacité productive, un développement important de la production de déshydraté devra s'accompagner d'investissements dans des proportions sensiblement identiques, par la création de nouvelles unités, ou l'augmentation de la capacité des usines en place. Le nombre des créations nouvelles depuis 1974 apparaît très faible par rapport à celui enregistré lors de la période antérieure. Ce tassement des investissements s'explique entre autres par l'augmentation des coûts d'investissement et celle plus forte encore, des coûts de fonctionnement qui ont une répercussion sur les prix de revient et sur la rentabilité des usines. Dans l'Ouest de la France, le montant de prise de participation des agriculteurs-coopérateurs est passé de 1000 à 3000 F/ha sur la période 1969-1975.

De plus, le seuil de rentabilité en fonction de la taille

s'est élevé : il semble que dans le cas d'une production destinée à la vente, et avec des structures d'exploitations satisfaisantes, une bonne rentabilité ne soit assurée en 1977 qu'à partir d'une capacité de 15 à 18 000 litres environ.

Enfin, compte tenu de l'âge moyen élevé des installations actuelles, se posera aussi dans le moyen terme, le problème de leur renouvellement.

#### 4)- Les techniques d'économie d'énergie

---

Face à la montée des coûts, des recherches sont actuellement menées (surtout en France, au Royaume-Uni et au Danemark) pour mettre en place des dispositifs d'économie d'énergie.

Outre le préfanage intervenant à la récolte et intéressant avec l'herbe, on peut distinguer deux types de dispositifs (cf. annexe VI) :

- a) des dispositifs simples et d'un coût relativement peu élevés tels que les régulateurs de fonctionnement ou le recyclage partiel des gaz ; l'effet cumulé de ces différents systèmes aboutit à une économie d'énergie qui n'excède pas généralement 10 à 12 % par rapport à une installation classique correctement conduite. Le produit obtenu n'est pas modifié (pellets, cobs) ; ce type d'équipement tend à se répandre, notamment en France.
- b) des dispositifs complexes exigeant un investissement important parmi lesquels on peut citer :
  - le présécheur,
  - le pressage à chaud ou "dewatering"
  - le cuiseur,
  - le pressage à froid.

Tous ces dispositifs consistent à réutiliser l'énergie gaspillée sous forme de chaleur dans les installations classiques, selon plusieurs variantes. Ils ont la caractéristique commune d'augmenter la capacité de production de l'installation à laquelle ils sont adjoints, cette augmentation dépendant de la quantité d'énergie économisée. De ce point de vue, et indépendamment de leur coût, ils paraissent plus souples qu'une autre façon d'accroître la capacité d'une usine, consistant à ajouter un ou plusieurs sécheurs. Cette dernière formule présente en effet le désavantage de réaliser une progression par paliers assez éloignés les uns des autres.

Le dernier système cité, le pressage à froid, présente la particularité de fournir simultanément deux types de produits : un produit de type traditionnel par ses teneurs en protéines et carotènes et en plus faible quantité, un produit très concentré. Ce dernier se présente sous forme de granulés de faible taille (4-5mm) et correspond à l'appellation commerciale de PXI. La SICA France Luzerne, détentrice des brevets de fabrication, avait prévu une fabrication de 1000 t pour l'année 1976 ; cet objectif n'a pu être atteint à cause de la sécheresse. Les prévisions de fabrication pour les années à venir se situent, toujours pour cette SICA, aux alentours de 6000 t/an, fournies par 3 usines car il semble que les débouchés existent pour de telles quantités : compte tenu de ses caractéristiques (50 % de MAT, 500 mg de carotène/kg), ces déshydrateurs

destinent ce produit principalement à l'aviculture. Ce procédé de fabrication entraîne une diminution du taux de MAT du produit de type ordinaire obtenu dans la même chaîne de fabrication; cette diminution est de l'ordre de 2 %, c'est-à-dire qu'une production de déshydraté classique de 19 000 tonnes à 19 % de MAT donnera 18 000 t de déshydraté ordinaire à 17 % et 1000 tonnes de PXI à 50 % de MAT.

La rentabilité de tels investissements demeure difficile à apprécier du fait du petit nombre d'installations existantes et de leur caractère expérimental. L'estimation de cette rentabilité repose sur un calcul comparatif des avantages, à savoir d'une part les économies d'énergie (cf. tableau 65) et d'autre part, le montant des coûts, principalement d'investissement.

Tableau 65 : Consommations spécifiques d'énergie  
(hors énergie électrique)

( kilocalories par kg d'eau évaporée )

	Kcal.kg eau	% économie
Déshydratation classique	750	-
Recyclage correct	680	9
Pressage à chaud	500	33
Pressage à froid	470	37
Procédé Swiss. Combi	535	28
Présécheur air chaud	500	33

Pour le dispositif simple du recyclage, l'avis généralement émis par les professionnels est qu'au plan financier, un investissement sans être générateur de pertes, reste peu productif, dans les conditions actuelles du prix de l'énergie. La probabilité d'augmentation du coût des produits pétroliers étant loin d'être négligeable, on peut penser que ce système devrait se développer. Il existe d'ailleurs dans certains Etats membres, une réglementation incitant, par le jeu des contrats, à réduire la consommation de fuel sous peines de pénalisations (1) financières.

Pour les systèmes plus complexes, nous n'avons aucune vision d'ensemble; précisons cependant d'une part, qu'en plus des avantages cités ci-dessus, il faut ajouter le gain correspondant à l'accroissement de la capacité de production et d'autre part, que ce type d'investissement paraît difficilement adaptable pour l'instant à des unités de capacité évaporatoire inférieure à 20 000 l/h. Il y aurait actuellement dans la CEE 52 usines remplissant ces conditions, fournissant 706 000t environ, soit 44 % de la production totale. A titre indicatif, une augmentation moyenne de la capacité de 20 % amènerait une production supplémentaire de 142 000 t.

(1) C'est le cas de la France avec les contrats de branches passés entre les représentants de branche et l'Agence pour les Economies d'Energie

Au plan technique, ajoutons que les procédés de "dewatering" et de pressage à froid ne peuvent être mis en oeuvre que par des industriels disposant de service de recherche et de développement. Néanmoins, les unités de type agricole peuvent recourir avec profit aux techniques plus simples (calorifugeage, recyclage du gaz...) Pour bien des installations, l'économie du fuel peut atteindre 10 %.

#### 5)- Les coûts

---

Nous avons vu (chapitres VI et VII) que les entreprises les plus performantes ont un prix de revient dont le niveau ne permet qu'une rentabilité moyenne, voire passable, compte tenu des prix de vente et de l'exigence du maintien d'un revenu aux agriculteurs apports de fourrage vert.

- les frais fixes ne pouvant dans l'avenir être réduits puisque ni les charges d'amortissement, qui dépendent des prix du matériel de récolte et de séchage, ni les salaires correspondant à une main-d'oeuvre fixe ne tendront à baisser, bien au contraire.

- les frais variables, dont la plus grande part provient du carburant n'auront pas non plus tendance à diminuer, en tout cas pas de façon décisive. Par contre, des investissements lourds (systèmes complexes d'économie d'énergie) pouvant éventuellement permettre grâce à un jeu de compensation de leur garantir une certaine stabilité dans le cas où les prix de l'énergie augmenteraient.

Finalement, si un effort de rationalisation peut conduire certaines unités à ramener leur prix de revient au niveau de celui des meilleures unités qui leur sont comparables (identité structurelle; identité du produit et conditions agro-climatiques), on ne peut guère attendre d'amélioration d'ensemble sur ce point.

#### 6)- Les prix de vente des fourrages verts déshydratés

---

Ces prix dépendent en grande partie, rappelons-le :

- . d'une part, du rapport entre les parts importées et produites dans la Communauté face à une demande peu fluctuante bien qu'animée jusqu'à 1975 d'un mouvement de hausse régulier,
- . d'autre part, des prix des matières premières substituables en alimentation du bétail, c'est-à-dire les tourteaux et plus particulièrement celui du soja.

Les importations importantes de luzerne déshydratée commencées en 1976 et poursuivies en 1977 pourraient conduire à une installation durable des pays tiers sur le marché communautaire, ce qui créerait un facteur contraire à une hausse des prix déjà peu accentuée dans l'ensemble, sur la période fin 1974-1977.

Ces observations ont peu d'importance pour les unités de déshydratation agricole, dont la production n'est pas vendue, encore qu'il soit d'autant plus intéressant pour les agriculteurs adhérents, de remplacer par du fourrage vert déshydraté le tourteau de soja lorsque le prix de ce dernier affiche une forte hausse.

#### IV - BILAN ET PERSPECTIVES

=====

##### A - Bilan de la substitution déshydratée / tourteaux

###### 1)- Bilan de la substitution unitaire

a) Dans le cas des ruminants, on suppose que les tourteaux consommés peuvent être en totalité remplacés par du fourrage vert déshydraté ( les possibilités réelles de substitution ont été récapitulées dans les tableaux 49 et 50), cette substitution devant conserver un apport protéique constant.

Sur la base d'un tourteau de soja à 44 % de concentration protéique et d'un fourrage vert déshydraté à 17 %, le rapport de substitution à égalité de protéines est de 2,6 kg de déshydraté par kg de tourteau. Sur la base d'un prix d'achat du déshydraté de 0,50 F/kg, 1,30 F en déshydraté se substitue à 1 kg de tourteau de soja 44 dont le prix a varié en 1977 entre 0,87 et 1,30 F/kg. Le rapport des prix semble donc favorable au tourteau.

Toutefois, ce calcul est fait sur la seule base de substitution à égalité de protéines. Or, il y a lieu de tenir compte de l'énergie dans cette substitution; l'équilibre énergétique est réalisé par des complémentations en céréales qui viennent en adjonction des tourteaux; la substitution de fourrages verts déshydratés modifiera ces apports complémentaires en céréales. On va les prendre en compte par un calcul simple.

En retenant les valeurs énergétiques par kg suivantes : déshydraté : 0,65 UF; orge : 1 UF; tourteau : 0,95 UF et une concentration protéique de l'orge de 6 %, le double équilibre de substitution s'écrit :

$$\text{en UF} \quad 0,65 D + 0,95 T + 1 C = 0$$

$$\text{en MAT} \quad 170 D + 440 T + 60 C = 0$$

avec D kg de déshydraté  
T kg de tourteau  
C kg d'orge

Il en résulte que par kg de tourteau en moins (pour T = 1), il convient d'apporter 2,9 kg de déshydraté, mais on économise 0,95 kg d'orge. Une telle substitution apparaît réalisable : en général les concentrés comportent une proportion de tourteau de soja inférieure à 50 %.

Sur la base d'un prix de l'orge de 0,75 F/kg, la substitution coûte  $2,9 \times 0,50 - 0,71 = 0,74$  F par kg de tourteau en moins. Le rapport des prix apparaît alors favorable au fourrage vert déshydraté.

De manière générale, en appelant  $P_T$ ,  $P_D$  et  $P_C$  les prix du tourteau, du déshydraté et de l'orge, l'avantage est au déshydraté si (1) :

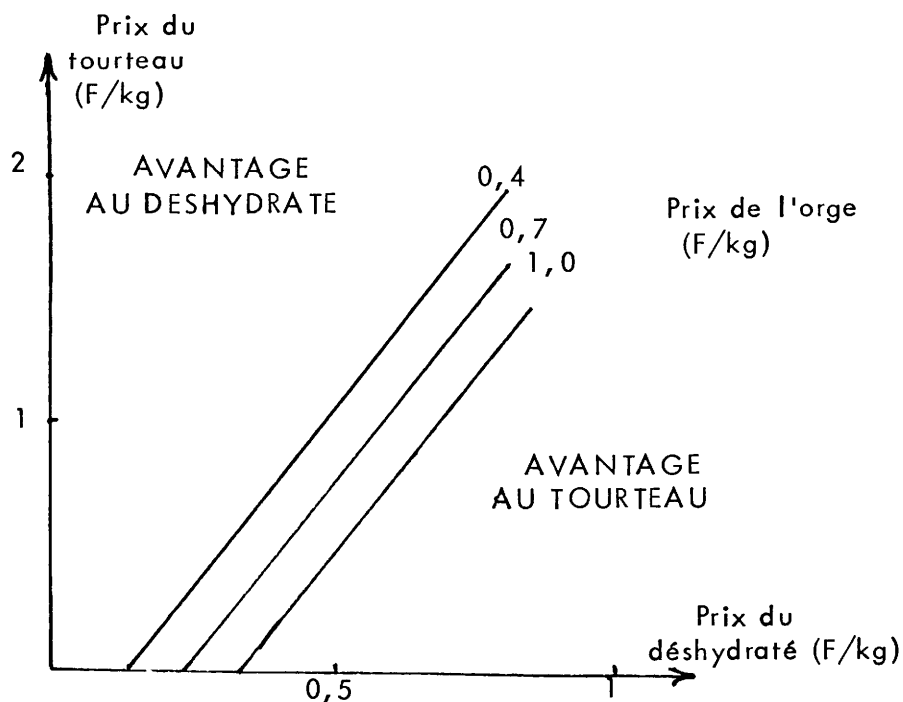
$$P_T \geq 2,9 P_D - 0,95 P_C$$

(1)- En tenant compte de la concentration protéique t du déshydraté (exprimée en gr par kg), l'expression devient :

$$P_T \geq \frac{383}{t-39} P_D - \left( \frac{249}{t-39} - 0,95 \right) P_C$$

Cet avantage de substitution est représenté sur l'abaque du graphe

Graph 66 : Avantages respectifs du tourteau et du déshydraté en fonction des prix d'achat.



b)- En ce qui concerne les monogastriques, les normes d'incorporation possibles de fourrage vert déshydraté sont généralement très restreintes (sauf pour le lapin). Dans le cas de la volaille, l'intérêt de la substitution de luzerne déshydratée au tourteau de soja réside plus dans l'adjonction de pigments caroténoïdes. Il est difficile de chiffrer cet intérêt. Mais on peut penser que tout accroissement de la part de déshydraté correspondrait à une substitution de sources de protéines, les besoins caroténoïdiques étant d'ores et déjà couvertes. Dans une hypothèse simple, on retiendra les mêmes taux de substitution que pour les ruminants.

## 2)- Bilan en devises au niveau des échanges extérieurs de la C.E.E.

a)- On prendra ici en compte les seuls coûts afférents à des importations provenant des pays tiers en ce qui concerne la déshydratation, soit le fuel nécessaire au séchage et les amortissements des matériels importés. Le bilan sera établi sur la base des prix pratiqués en France en 1977 : le prix du tourteau de soja 44 a varié de 1300 F/t en début d'année 1977 à 870 F/t en octobre 1977.

Pour un prix moyen de 1100 F/t, l'économie réalisée par la substitution de déshydraté au tourteau de soja peut s'estimer ainsi (pour une teneur protéique du déshydraté de 18 %)

$$\frac{18}{44} 1100 = 450 \text{ F par tonne de déshydraté.}$$

De manière générale pour une teneur  $t$  de déshydraté et un prix  $P_T$  du tourteau, l'économie est :  $\frac{t}{44} P_T$



Compte-tenu de l'importance de l'herbe par rapport à la luzerne dans l'ensemble de la production de déshydraté communautaire, on peut considérer qu'il faut en moyenne et en année normale, 0,3 tonne de FO<sub>2</sub> pour obtenir une tonne de produit, ce qui représente un coût en devises de 146 F/tonne.

Il faut ajouter à cette charge en devises celle qui correspond à l'amortissement des matériels en provenance des pays tiers : les professionnels estiment qu'elle représente la moitié des amortissements totaux. Cette charge, difficile à estimer, représente au moins 25 F par tonne de déshydraté.

Dès lors, l'économie en devises par tonne de déshydraté produit dans la communauté est :

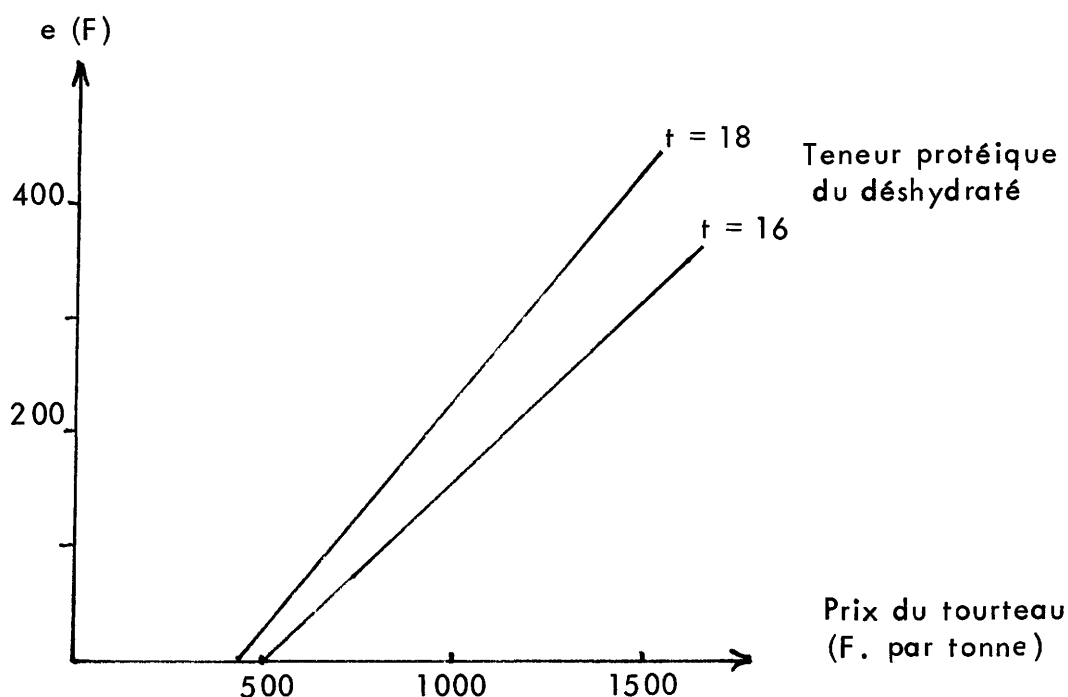
$$e = \frac{t}{44} P_T - 0,3 P_F - 25$$

Le graphique 67 illustre cette économie en fonction du prix du tourteau P<sub>T</sub> et de la teneur t en protéines du déshydraté

Malgré les fluctuations conjoncturelles fort importantes sur le prix des tourteaux, ce bilan peut être considéré comme positif. Il faudrait que le prix du tourteau importé descende à moins de 500 F/t pour qu'il soit plus avantageux, du point de vue des devises, d'importer du tourteau plutôt que de développer la production de déshydraté.

Toutefois, il convient de remarquer que l'économie en devises réalisée actuellement par la production de déshydraté et la diminution des importations de tourteaux se révèle faible (6 %) par rapport au montant total de ces importations.

Graph 67 : Economies en devises en F par tonne de déshydraté (au prix de 485 F de la tonne de FO<sub>2</sub>).



Cela représente une économie en devises par tonne de déshydraté produit se situant entre : 145 F/t (pour  $P_T = 870$  F et  $t = 16$  %, hypothèse basse) et 360 F/t (pour  $P_T = 1300$  F et  $t = 18$  %, hypothèse haute).

A titre de comparaison, il est utile de rappeler que l'aide communautaire s'élève en 1977 à 9,55 unités de compte par tonne de déshydraté, soit environ 55 F/t.

b)- Les quantités de déshydratés actuellement distribuées aux animaux dans la Communauté (soit 1 716 000 t), représenteraient donc une économie brute en devises se situant entre 250 et 620 milliards de F.

c)- Il y aurait toutefois lieu de tenir compte des effets indirects. L'introduction de déshydraté dans les rations, entraîne une moindre consommation de céréales (0,33 t de céréales part. de déshydraté). Mais la culture des fourrages verts destinés à la déshydratation vient en substitution à d'autres cultures : si on fait l'hypothèse que ce sont des céréales, on peut en déduire le solde net en céréales. Une tonne de déshydraté occupe 0,09 ha (sur la base de 11 t/ha), correspondant à 0,36 de céréales (sur la base de 4 t/ha). La substitution correspondrait donc à une diminution de  $0,36 - 0,33 = 0,03$  t de céréales, dont on peut faire l'hypothèse qu'elle correspond à une diminution d'exportation. L'effet sur les céréales apparaît faible (il serait nul pour un rapport des rendements à l'ha de céréales et de produits déshydratés de 1/3) ; on peut donc estimer satisfaisant le calcul précédent qui ne tenait pas compte des effets céréaliers.

De manière générale, l'économie en devises peut s'écrire :

$$e = \frac{t}{44} P_T - 0,3 P_F - 25 - \left( \frac{R_C}{R_D} - 0,33 \right) P_C$$

dans laquelle :

$P_T$  prix du tourteau

$P_F$  prix du fuel

$P_C$  prix des céréales

$R_C$  rendement /ha des céréales

$R_D$  rendement /ha en produits déshydratés

## B - Hypothèses prospectives

La production des déshydratés se trouve donc placée devant des perspectives contradictoires :

- d'une part, un champ d'utilisation potentielle très large avec des conditions techniques de production du fourrage vert matière première très favorables et non limitantes. Cet accroissement important de la consommation ne pourrait se faire principalement qu'en direction du marché des aliments pour ruminants puisque le taux d'incorporation aux régimes pour monogastriques tend à la saturation tant du moins sur le plan commercial que l'augmentation du volume de production de ces aliments serait vraisemblablement insuffisant dans les années à venir pour absorber un supplément de production important ;

- d'autre part, des conditions économiques de développement très contraignantes tant au niveau des prix de revient et des investissements qu'à celui du revenu des agriculteurs et des prix ; et ceci malgré l'aide communautaire existant

actuellement.

Nous pouvons formuler deux hypothèses correspondant à des situations extrêmes pour la période 1977-1982 :

#### Hypothèse basse

Cette hypothèse correspond à une situation de conjoncture défavorable, due à l'existence de prix de vente stables pour les produits déshydratés comparativement à l'ensemble des prix des matières premières destinées à l'alimentation du bétail, comme à la stagnation des superficies déshydratées en luzerne, séquelles des années de sécheresse 1976 (échec de certains semis).

A la capacité théorique de production de 1 820 000 tonnes viendraient s'ajouter de rares investissements dans des usines déjà existantes, ce qui amènerait une production totale réelle d'herbe et de luzerne ne dépassant 1 850 000 t en 1980, à condition que la production danoise augmente de façon sensible. Il s'agit finalement de maintien de la situation actuelle accompagnée d'une certaine intensification.

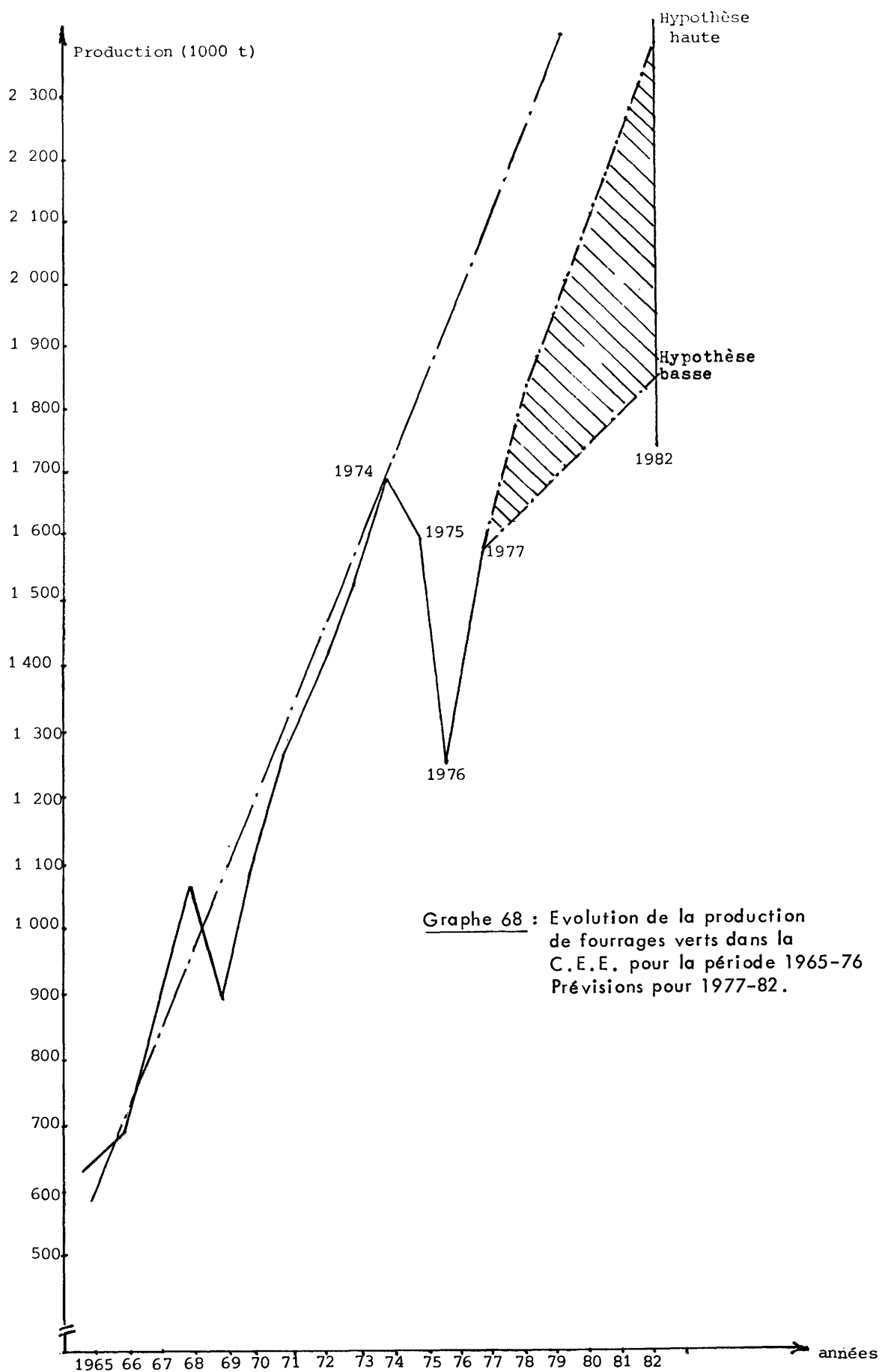
#### Hypothèse haute

Elle consiste à appliquer le régime de croissance observée au cours de la période 1965-1975 à la période 1977-1982, en éliminant l'année 1976 et en partant d'une production estimée en 1977 à 1 550 000 tonnes. Cette hypothèse doit être considérée comme résolument optimiste, dans la mesure où le rythme de croissance des années 1965-1975 correspond à celui de la période du plus fort développement de la déshydratation en Europe. Il ne semble pas, à moins de bouleversements importants dans l'environnement économique, que l'on puisse espérer une croissance plus forte au cours des cinq prochaines années.

Les résultats du calcul pour les deux hypothèses figurent dans le tableau suivant et sont représentés dans le graphe 68.

Production		
	hypothèse basse	hypothèse haute
1974	1 670 100	1 670 100
1975	1 586 500	1 586 500
1976	1 227 500	1 227 500
1977	1 550 000	1 550 000
1978	1 610 000	1 795 000 (1)
1979	1 670 000	1 934 000
1980	1 730 000	2 073 000
1981	1 790 000	2 212 000
1982	1 850 000	2 351 000

(1) Cette valeur est celle donnée par la droite de tendance (cf. graphe 68) de la période 1965-75 pour l'année 75. Les suivantes (1979-1982) sont calculées par extrapolation



Grphe 68 : Evolution de la production de fourrages verts dans la C.E.E. pour la période 1965-76. Prévisions pour 1977-82.

Cette méthode présente le défaut de ne pas prendre en compte des variations éventuellement différentes entre les Etats membres ; malgré cela, il est vraisemblable de penser que la production de l'année 1982 se situera avec une bonne probabilité entre les deux chiffres indiqués ci-dessus (1 850 000 et 2 351 000). Si cela se réfère aux conditions actuelles, elle risque de se trouver plus proche de la limite inférieure que de la limite supérieure.



- BIBLIOGRAPHIE -

---

I- PUBLICATIONS DE LA COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

---

- COM (73) 1850 final ANNEXES
- COM (77) 525 final Vol. I et II
- COM (77) 526 final Vol. I et II
- Journal Officiel des Communautés Européennes (J.O.C.E.) série L
- EUROSTAT . Bilan fourrager : Ressources 1976  
. Prix de vente des produits agricoles 11/12 - 1976

II- PUBLICATIONS DES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES DE DESHYDRATEURS.

---

- British Association of Green Crops Driers (B.A.G.C.D.)  
Revue GRASS n° 1 à 19
- Commission intersyndicale des déshydrateurs européens (C I D E)
  - . Compte-rendus des assemblées générales annuelles
  - . Statistique annuelle de production-consommation.
- Syndicat National des Déshydrateurs Français (S N D F)
  - . Compte-rendus des assemblées générales annuelles
  - . Statistiques.
- Vereniging van Coöperatieve Grasdrogerijen in Nederlands (V.C.G.)
  - . Rapport annuel.

III- OUVRAGES

---

1)- Culture des fourrages verts déshydratables

- DUTIL P. et BALLIF J. L.

Mobilisations totales et exportations réelles en éléments minéraux des principales cultures de la Champagne crayeuse INRA Châlons sur Marne - mai 72.

- DUTIL P. et BALLIF J. L.

Equilibre de la fumure potassique et magnésienne de la luzerne en Champagne crayeuse INRA Châlons sur Marne - décembre 75.

## 2)- La déshydratation : récolte, usines, coûts

- DURAND G.

Etude des coûts de traitement des différents types de fourrages CEDAG - ENSA de Rennes - Septembre 73.

- GEISLER B.

Vergleich der Heisslufttrocknung mit anderen Konservierungsverfahren.. Bericht der vom Bayerischen Staatministerium für E. L. U. F gebildeten "Projektgruppe Heisslufttrocknung" München 1975.

- FORTANIER R.

La déshydratation, perspectives et réalités. ENSIAA Département Sciences Economiques CERDIA 1971 253 p.

- I. T. C. F.

Le séchage du foin par ventilation - La déshydratation des fourrages 1968 - 44 p.

- LE FLOCH D. et TOLLOT F.

Projet d'implantation d'une unité de déshydratation à DOMAGNE (I-et-V.) - CEDAG sept. 1969.

- MAYMONE B., VITALI G., MENAPACE V., RIONI M., MAZZIOTO DI CELSO P. et CHISCI G.C.,

La disidratazione dei foraggi. Istituto di tecnica e propaganda agraria - ROMA 1965.

- MOTTET G.

La déshydratation des fourrages est-elle une solution au développement dans la région du groyère ? Mémoire de fin d'études ENSA de RENNES, 1976.

- PATOUR C.

Prix de revient de la luzerne déshydratée. Année 1975, Centre Départemental d'Economie Rurale de la Marne, 1975.

- SOURIE J.C.

Méthode d'approche pour le choix de la dimension optimale d'une usine de déshydratation de luzerne et de pulpe de betterave - INRA GRIGNON 1968.

- S. U. A. D. - F. D. C. E. T. A. d'Ille-et-Vilaine

La déshydratation des fourrages, qu'en penser ? 1973.

- X - First National Green Crop Drying Congress (1973).

## 3)- Usage en alimentation animale des produits déshydratés

- COLEOU J. et COLSON F.

L'aliment déshydraté instrument de développement des productions animales CEREOPA 1976



- CHARLES ROBERT S.A.  
Tourteaux et protéines, 1971  
Tourteaux et protéines, 1972  
Tourteaux et protéines, 1973
- CHARLES ROBERT S.A. et I.N.R.A.  
Tourteaux et protéines, 1974-75.
- C.R.V.Z. Theix.  
Déshydratation artificielle et organisation des ateliers de production animale, 1968.
- DENIEUL M. et MAZEREAU G.  
Utilisation du déshydraté dans les exploitations, C.E.D.A.G., 76
- I.T.C.F.  
Utilisation de la luzerne déshydratée pour l'engraissement des agneaux, 1974.
- I.T.C.F.  
Utilisation de fourrages déshydratés et de céréales pour les vaches laitières, 1974.
- LEFEVRE E.  
La déshydratation des fourrages en Bretagne. Incidence de la technique dans un groupe d'exploitations ENITA, DIJON, 1976.
- POIRIER B.  
Méthodologie de l'étude du rationnement des vaches laitières, C.E.D.A.G. - ENSA RENNES, 1974.
- S.U.A.D. - C.E.R.A.F.E.R. d'Ille-et-Vilaine - C.E.R.G.I.V.  
Utilisation des fourrages déshydratés dans l'alimentation des troupeaux laitiers en Ille-et-Vilaine. Aspects techniques et Economiques. Résultats de trois années d'observation (1971 - 1972 - 1973), 1974.
- VACHEL J.P.  
Utilisation des produits de remplacement dans l'alimentation animale - Inf. internes sur l'Agriculture - n° 130, Mai 1974.

#### IV - ARTICLES, REVUES, NOTES

=====

##### 1)- Culture des fourrages verts déshydratables

- DET LANDØKONOMISKE DRIFTSBUREAU.  
Regnskabsresultater fra danske landbrug i året 1974-75 Beretning 59 (Danemark)
- FICK G.W.  
The mecanism of alfalfa regrowth : a computer simulation approach. Search Agriculture n°3 vol. 7 1977
- LOLLAND - FALSTERKE LANDBOFORENINGER  
Bidragsregnskaberne 1975 - 76 (Danemark)

## 2)- La déshydratation : récolte, usine, coûts, produit

- BILANSKI W.K., LEE J.H et HALYK R.M.  
High temperature drying of alfalfa leaves Canada. Soc.Agric.Engi-  
neering Annual meeting 64.10/2 1964
- BILLERE M.  
Un problème, la récolte et la conservation des fourrages : une solu-  
tion, la déshydratation. Bulletin des C E T A 1228 3-13 1967.
- BROWNE R. et de BOISSON S.  
La luzerne déshydratée - Nouvelles des Marchés Agricoles 80 n°856  
1963.
- BOUCTON E. et GASTINEAU C.  
La luzerne déshydratée - Trait d'Union Agricole 32 3.10 1968
- C.E.D.A.G.  
Déshydratation des fourrages et organisation 22 1968.
- C.N.E.E.M.A.  
Les dangers possibles de la déshydratation dite de type agricole  
B.T. 1969
- CONTOUR S.  
Evolutions récentes de l'industrie de déshydratation de luzerne  
Ind. Alimentaires et Agricoles 2 123 - 127 1968
- CONTOUR S. et TOURLIERE S.  
Déshydratation des fourrages verts. Ind. Aliment. et Agric. 5  
481-494 1966.
- GASTINEAU C.  
La déshydratation industrielle de la luzerne - Journées de la dés-  
hydratation Theix 1968.
- GASTINEAU C.  
Mémoire résumé de quinze années d'activité. France - Luzerne, 1975.
- GOURIO P.  
La déshydratation des fourrages en Bretagne J. Et. Int<sup>l</sup>. III<sup>e</sup> Com-  
mission Int<sup>l</sup>. Génie Rural 1971.
- GOURLET J. L.  
Déshydratation agricole et déshydratation industrielle Bulletin des  
CETA 1583 1969.
- HUGUET L. et BERTIN G.  
Aspects techniques de la déshydratation des fourrages à basse tem-  
pérature et du conditionnement dans une presse à piston - Fourrages  
52 39-53 1972.
- JOUIN C.  
La déshydratation des fourrages - Rev. Elev. 2 71-74 1967.
- KÜNTZEL V.  
Heisslufttrocknung von Grünfutter. Übers Tierernährg 4 (1976) 25-66
- LABORIE L.  
La déshydratation française. Cah. Ing. Agr. 246 13-16 1970.

- LE GUENNIQU R.  
Le sèchage des fourrages en grange par ventilation. Agriculture 301  
207-211 1967.
- LIENARD G.  
Aspects économiques de la production industrielle de luzerne déshydratée Fourrages 36 1968.
- MAHOUDEAU L.  
Récolte et manutention des fourrages : la déshydratation. J. Etudes  
III Sect. Commission Int. Génie Rural III-114 1961.
- MARION DE PROCE J.  
La déshydratation des fourrages aux U.S.A. Rev. Elev. 3 73-77.  
1968.
- MELCION J.P. et DELORT-LAVAL J.  
Stabilité en atmosphère contrôlée des caroténoïdes de la luzerne deshydratée Ann. Zoot. 22, 4, 399-411 1973.
- MONTAGU G.  
Synthèse des résultats de 4 années d'expérimentation sur la déshydratation et l'agglomération des fourrages. Fourrages 46 95-125 1971.
- MOUCHET M. et R.  
La déshydratation de luzernes et de pulpes. Ind. Aliment. et Agric. 85, 3, 272-281 1968.
- O.G.E.A.  
La déshydratation des graminées B.C.M.A. 51 1968.
- PILLET A.  
Une technique qui progresse, la déshydratation de la luzerne. Génie Rural 5, 293-296. 1968.
- POLEJELLO A. et BERNARDI A.  
Rilievi sulla composizione chimica dei disidratati ottenuti con vari tipi d'impianti essicatori. Agrochimica 3 4, 351-375 1959.
- POPPE S. et ACKL B.  
Über den Futterwert von Heisslufttrocknung, Grünvoggen. Ach.f. Tier. 16, 2/3, 229-235 1966.
- REVEILLE M.  
Les déshydrateuses de fourrage dites "mobiles" Bulletin Inf. CNEEMA 149 19-23 1970.
- SCHRENK W.G.  
Dehydrated alfalfa Kansas. Agric. Exp. St. 409 1954.
- S.C.P.A.  
La déshydratation Document technique n° 2 1969.
- S.E.I.  
La déshydratation Réf. Bibliographiques 1972.
- SIMPSON F.  
Effect of crushing on the respiration drift of pastures plant drying J. Sci. Food. Agric. 12 10, 706-712, 1961.
- SPINDLER F.  
La déshydratation des fourrages. Rev. Elev. 6/7, 67-70 1968.

- VITLOX O. et OESTGES O.  
Les installations mobiles de déshydratation des fourrages face à l'augmentation des coûts de l'énergie. Revue de l'Agriculture 3 1975.
- VITLOX O. et OESTGES O.  
Nouvelles tendances dans le conditionnement des fourrages. Station de Génie Rural Gembloux 1974.
- X.  
Préparation et utilisation des fourrages conservés. Supplément Fourrages 55.
- X.  
La déshydratation Econ. et Finances Agric. Mars 1978.
- X.  
La déshydratation Perspectives Agricoles 3 1977.
- X.  
La luzerne déshydratée. Technique moderne de récolte. Econ.Agric. 3 1967.
- X.  
La déshydratation des fourrages. Fourrages 36 1968.
- X.  
L'avenir de la luzerne déshydratée en Europe. Bull. Inf. CNEEMA 118 19-21 1967.
- X.  
Observations et considérations d'ensemble sur des unités de déshydratation de fourrages contrôlées dans le cadre de la convention CNEEMA-Elevage Bull.Inf. CNEEMA 150 15-19
- X.  
La luzerne déshydratée en France - Econ.Agric. 4 1976.
- ZUCCHI G.  
Problemi economici relativi alla disidratazione dell'erba medica. Genio Rur. 29, 7/8, 725-746 1966.

### 3)- Usage en alimentation animale des produits déshydratés

- BONSEMBIANTE M.  
Farina di medica disidratata e vitamina A. sintetica nella alimentazione dei pulcini Rivista di zoot. 1 3-7 1957.
- BONSEMBIANTE M. et DESSANTI A.  
Ricerche sul contenuto in carotene e Xanthofille e sulla azione pigmentogena della medica disidratata e di alcune varietà di mais. Rivista di zoot. 10 3-15 1958.
- BONSEMBIANTE M. et ILICETO A.  
Ricerche sulla distruzione dei caroteni dell'erba medica disidratata Atti dell'Istituto Veneto di Scienze. Lettere ed Arti CXVI 25-36 1958.
- CADOT M.  
La production de viande bovine dans le bassin parisien peut-elle être une solution de rechange ? Entr. Agr. 1 1969.
- EKERN A, BLAXTER K. L. et SAWERS D.  
The effect of artificial drying on the energy value of grass Brit. J. Nutr. 19 417-434 1965.

- GOURLET J. L.  
Déshydratation agricole et déshydratation industrielle Entr. Agri. 6  
1969.
- HUGUET L. et TRAINEAU R.  
Valeur alimentaire des fourrages déshydratés. Fourrages 52 55-69  
1972.
- KREYGER J. et HUISMAN M. H.  
Measures of destruction of carotene instored dehydrated greenfodder  
Versl. Landbourwk Onderz. 65/10 1959.
- MAC CARRICK R. B.  
Incidence du stade de croissance et de la technique de conservation  
des fourrages sur les performances de jeunes bovins. Irish. J. Agric.  
Res. 4, 2, 161-178 1965.
- MARSH R.  
Effect of rotary drum drier exit temperature and length of the drying  
storage time on digestibility of dried grass cobs J. Brit. Grassl.  
Soc. 31, 2, 53-58 1976.
- REXEN F. et VESTERGAARD-THOMSEN K.  
The effect on digestibility of a new techniques for alkali treatment  
of straw An. Feed Science and Techn. 1 73-83 1976.
- TAYLER J. C.  
Dried forages and beef production J. Brit. Grassl. Soc. 25, 2,  
180-190 1970.
- U. S. D. A.  
Carotene stability in alfalfa . Techn. Bull 1232 1.14. 1960.
- U. S. D. A.  
Variation in coumestrol content of alfalfa Techn. Bull. 1333 1965.
- VIND. R.  
Complete feed for ruminants . An expiremental approach. Annual  
Convention of the BAGCD 1974.
- WEISS P. et MARCHADIER J.  
Utilisation des fourrages déshydratés pour la production de jeunes  
bovins. Perspectives I. T. C. F. 3 1974.
- X.  
Principaux résultats pratiques d'un essai d'appréciation des conséquen-  
ces de l'introduction de la déshydratation des fourrages dans une ex-  
ploitation herbagère. Bull. d'Inf. CNEEMA 124 15-23 1968.

#### 4)- Procédés nouveaux . Economies d'Energie

- DAMBORG L., MOGENSEN S. N et ISRAELSEN M.  
Drying Alfalfa with low energy consumption, less air pollution.  
Feedstuffs 48 (45) 21-22 1976.
- ESTABLE M.  
Procédés divers économiseurs d'énergie A. P. P. A. V. E. 1978.

- GASTINEAU C.  
La déshydratation industrielle des fourrages et les techniques d'économie d'énergie. Colloque Nat. sur le séchage industriel et ses implications énergétiques France-Luzerne.
- de MATHAN O. et DUVAL M.P.  
La déshydratation des fourrages verts devant les problèmes d'énergie SPEPIA 1239-1241 1976.
- THOIRON C.  
Déshydratation des fourrages et économies d'énergie Inf. Equip. 2, 2. 1977.
- UBERTALLE M.  
Disidratazione artificiale con raffi infra-rossi dei foraggi Prog. agric. 5, 4, 431-437 1959.
- X  
Plant juice protein : the promise, the problems Agr. Engineering. 1975.
- X.  
Note sur l'industrie de la déshydratation des fourrages Agence pour les économies d'énergie 1976.
- X.  
Rapport de synthèse des résultats d'essai poussés effectués sur 5 stations de déshydratation A.P.P.A.V.E. 1975.
- X.  
Essai sur l'énergie dans l'agriculture ou dans le système agro-alimentaire en France. Etudes CNEEMA 404 1975.
- X  
L'énergie en agriculture, Etudes CNEEMA 421 , 1. 1976.



A N N E X E S



## S O M M A I R E

	<u>Page</u>
Tableaux, Cartes, Graphiques et schémas annexes du texte du rapport . . .	223
Tableau A. 1 Importations de la R.F. d'Allemagne et des Pays-Bas . . .	225
Tableau A. 2 Importations de la Belgique et du Luxembourg . . . . .	226
Tableau A. 3 Exportations françaises à destination des pays de la CEE. . . . .	226
Tableau A. 4 Production estimée des Pays tiers en fourrages verts déshydratés . . . . .	227
Tableau A. 5 Importations françaises pour la campagne 1976 . . . . .	227
Graphique A. 6 Production de fourrages verts déshydratés en France . . .	228
Tableau A. 7 Répartition de la production de luzerne déshydratée par région française . . . . .	229
Tableau A. 8 Production des six principales régions françaises . . .	230
Tableau A. 9 Production de la région Champagne par département . . .	230
Tableau A. 9bis Répartition de la production de luzerne entre le secteur privé et le secteur coopératif en 1975 . . . . .	231
Tableau A. 10 Répartition de la production de luzerne entre le secteur privé et le secteur coopératif en 1976 . . . . .	232
Tableau A. 11 Développement de la capacité de déshydratation de fourrages verts au Danemark . . . . .	233
Tableau A. 12 Les unités de déshydratation des fourrages verts au Royaume-Uni . . . . .	234
Carte A. 13 Localisation de la production de luzerne en Italie . . .	235
Tableau A. 14 Localisation géographique des unités de déshydratation en Italie . . . . .	236
Tableau A. 15 Classification des usines en Italie en fonction de la capacité de production et de la production effective . . .	237
Tableau A. 16 Production des unités coopératives de déshydratation aux Pays-Bas . . . . .	238
Tableau A. 17 Production des unités privées de déshydratation aux Pays-Bas . . . . .	239
Tableau A. 18 Composition de la production de déshydratés aux Pays-Bas . . . . .	240
Tableau A. 19 Répartition géographique du nombre d'usines et des quantités produites en fonction du statut juridique aux Pays-Bas . . . . .	240

		<u>Page</u>
Carte A. 20	Répartition géographique du nombre d'usines et des quantités produites aux Pays-Bas . . . . .	241
Carte A. 21	Production de fourrages verts déshydratés en R.F. d'Allemagne . . . . .	242
Tableau A. 22	Répartition de la production française de luzerne entre vente et reprise par les agriculteurs (autoconsommation)	243
Tableau A. 23	Superficies de luzerne et d'autres fourrages dont la production est destinée à la fabrication des fourrages déshydratés . . . . .	244
Tableau A. 24	Répartition de la production entre les différents organismes de commercialisation en France . . . . .	245
Graphe A. 25	Evolution du prix du quintal de luzerne, pulpe de betterave et maïs de 1972 à 1973 . . . . .	246
Graphe A. 26	- d° - de 1974 à 1975 . . . . .	247
Graphe A. 27	- d° - de 1976 à 1977 . . . . .	248
Graphe A. 28	Prix de la luzerne disponible en 1976 . . . . .	249
Tableau A. 29	Prix payé aux producteurs de produits verts Prix de vente moyen du produit sec en France . . . . .	250
Tableau A. 30	Commerce extérieur des fourrages verts déshydratés - France . . . . .	251
Tableau A. 31	Prix de la luzerne déshydratée en France . . . . .	252
Tableau A. 32	Prix de la luzerne déshydratée dans les Etats membres .	253
Tableau A. 33	Unités de déshydratation appartenant à des coopératives de Bretagne . . . . .	254
Tableau A. 34	Prix de revient dans les unités décrites au tableau A. 33	255
Tableau A. 35	Prix de revient de la déshydratation de l'herbe dans deux coopératives de déshydratation agricole (France) .	256
Tableau A. 36	Evolution du prix de revient de 11 usines de déshydratation de la région Bretagne . . . . .	257
Tableau A. 37	Prix de revient moyen calculé sur un échantillon de 56 coopératives de déshydratation industrielle (France)	258
Tableau A. 38	Distribution des prix de revient pour l'échantillon de 56 coopératives . . . . .	258
Tableau A. 39	Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne - Caractéristiques techniques des usines . . . . .	259
Tableau A. 40	Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne. Investissements nécessaires . . . . .	259
Tableau A. 41	Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne - Prix de revient à la tonne de produit	260

	<u>Page</u>
Tableau A. 42	Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne - Prix de revient de la luzerne et de la pulpe déshydratées . . . . . 261
Tableau A. 43	Prix de revient de la déshydratation au Royaume-Uni 1975 262
Tableau A. 44	Coûts d'investissement au Royaume-Uni (1975) . . . . . 262 Capacité évaporatoire 10 000 l/h . . . . .
Tableau A. 45	Coûts d'investissement au Royaume-Uni (1975) Capacité évaporatoire 2 500 l/h . . . . . 263
Tableau A. 46	Prix de revient de la déshydratation et amortissement au Royaume-Uni en fonction de la quantité traitée . . . 263
Tableau A. 47	Evolution des coûts de déshydratation et de culture en fonction du rendement au Royaume-Uni (1976) . . . . 264
Tableau A. 48	Prix de revient de la déshydratation au Danemark . . . 265
Tableau A. 49	Caractéristiques techniques des 11 unités de la Vereniging van coöperatieve Grasdrogerijen - Pays-Bas . 266
Tableau A. 50	Eléments du prix de revient de la déshydratation aux Pays-Bas . . . . . 267
Tableau A. 51	Prix de revient aux Pays-Bas. Moyenne des coopératives de la VCG. . . . . 268
Tableau A. 52	Eléments du prix de revient de la déshydratation aux Pays-Bas . . . . . 269
Tableau A. 53	Evolution du prix de revient, du coût du gaz et du prix du gaz aux Pays-Bas . . . . . 270
Tableau A. 54	Evolution du prix de revient pour les coopératives de la VCG de 1964 à 1976 . . . . . 271
Tableau A. 55	Coût de la déshydratation de la luzerne dans une coopérative de la plaine du Pô, Italie . . . . . 272
Tableau A. 56	Coût d'investissement pour l'installation d'une unité de 10 000 l/h en R.F. d'Allemagne . . . . . 273
Tableau A. 57	Coût de fonctionnement d'une unité de 10 000 l/h en R.F. d'Allemagne . . . . . 274
Tableau A. 58	Coût de fonctionnement d'une unité de déshydratation mobile de 2 500 l/h en R.F. d'Allemagne . . . . . 275
Tableau A. 58bis	Caractéristiques technico-économiques des céréales, de la betterave à sucre et des fourrages verts au Danemark . . . . . 276
Tableau A. 59	Coûts variables, coûts fixes et marges des céréales, de la betterave à sucre, de l'herbe et de la luzerne au Danemark . . . . . 277

	<u>Page</u>
Tableau A. 60	Comparaison des marges du blé d'hiver et de la luzerne au Danemark . . . . . 278
Tableau A. 61	Revenu de la culture de luzerne dans le département de la Marne . . . . . 279
Tableau A. 62	Comparaison des revenus de différentes cultures dans le département de la Marne . . . . . 280
Tableau A. 63	Frais de culture et prix de revient des productions végétales déshydratables dans l'Ouest de la France . . . 281
Tableau A. 64	Coûts de récolte et de culture de l'herbe et de la luzerne au Royaume-Uni . . . . . 282
Annexes techniques . . . . .	283
Annexe I -	Description succincte des procédés de conservation autres que la déshydratation . . . . . 285
	I - Conservation par voie sèche . . . . . 285
	A. La fenaison naturelle . . . . . 285
	B. La ventilation du fourrage sous abri . . . . . 286
	II - Conservation par voie humide : l'ensilage . . . . . 287
Annexe II -	Description des techniques de récolte, de déshydratation, de conditionnement et de stockage des fourrages déshydratés . . . . . 289
	I - L'approvisionnement de l'installation en fourrages, récolte et transport . . . . . 289
	A. Importance à accorder au programme fourrager . . . . . 289
	B. Récolte et transport des fourrages . . . . . 289
	II - Techniques de déshydratation . . . . . 296
	A. Description des techniques de déshydratation . . . . . 296
	B. Conduite du séchage . . . . . 300
	III - Techniques de conditionnement des produits déshydratés . . . . . 313
	A. Broyage du fourrage déshydraté . . . . . 313
	B. Agglomération du fourrage sec (compactage) . . . . . 314
	IV - Techniques de stockage des produits déshydratés . . . . . 320
	A. Cas des installations pratiquant la déshydratation agricole . . . . . 320
	B. Cas des unités industrielles . . . . . 321
	V - Procédés de transport des fourrages déshydratés . . . . . 324

	<u>Page</u>	
Annexe III -	Caractéristiques de production et d'exploitation des principales cultures fourragères utilisées en déshydratation . . . . .	325
I -	Luzerne . . . . .	328
	A. Contraintes écologiques et agronomiques . . . . .	328
	B. Implantation et entretien de la culture . . . . .	331
	C. Exploitation de la luzerne en déshydratation . . . . .	334
II -	Graminées fourragères . . . . .	345
	A. Utilisation en déshydratation des graminées fourragères . . . . .	345
	B. Eléments du choix des espèces en déshydratation . . . . .	345
	C. Techniques culturales : modalités d'exploitation . . . . .	346
III -	Fourrages annuels . . . . .	349
	A. Principaux fourrages annuels utilisables en déshydratation . . . . .	349
	B. Organisation du programme fourrager des unités de déshydratation agricole . . . . .	350
Annexe IV -	Fourrages déshydratés et alimentation animale . . . . .	351
I -	Note complémentaire à propos de la valeur alimentaire . . . . .	351
II -	Emploi des fourrages verts déshydratés par les diverses catégories animales . . . . .	352
	A. Monogastriques . . . . .	352
	B. Ruminants . . . . .	355
Annexe V -	Comparaison des systèmes de conservation . . . . .	362
I -	Efficacité zootechnique comparée des systèmes de conservation des fourrages verts . . . . .	362
	A. Pertes pondérales directes dépendantes de la technologie du procédé de conservation . . . . .	362
	B. Perturbations qualitatives sensibles au niveau de l'animal . . . . .	365
II -	Dépense énergétique comparée des différents systèmes de conservation des fourrages . . . . .	367

	<u>Page</u>
Annexe VI - Analyse de divers procédés d'économie d'énergie en déshydratation des fourrages . . . . .	371
I - Généralités . . . . .	371
II - Le recyclage . . . . .	372
III - Procédés faisant appel à une condensation de la vapeur d'eau . . . . .	372
A. Généralités . . . . .	372
B. Pressage à chaud . . . . .	373
C. Pressage à froid . . . . .	377
D. Procédé Swiss-Combi. . . . .	379
E. Présécheur air chaud . . . . .	380
F. Comparaison des divers procédés . . . . .	382



TABLEAUX, CARTES, GRAPHIQUES

et

SCHEMAS ANNEXES DU TEXTE DU RAPPORT



**Tableau A.1 : Importations de la République Fédérale Allemande et des Pays-Bas  
herbe et luzerne déshydratées (tonnes) 1973 et 1974.**

provenance	R.F.A.		Pays-Bas		R.F.A.			
	1973	1974	1973	1974	1975	1976		
						Luzerne	Herbe	Total
<i>Etats membres de la C.E.E.</i>								
- R.F.A.	-	-	3 031	4 565	35	721	-	721
- Belgique	45	265	-	-	127 263	73 464	43 208	116 672
- Danemark	195 865	128 250	58 459	15 109	117 493	95 093	6 068	101 161
- France	86 115	88 305	162 900	102 861	14 350	12 540	1 838	14 378
- Pays Bas	12 640	23 650	-	-	241 Italie	1 052	-	1 052
- Royaume Uni	-	-	273	-		375 Irlande	-	375 Irlande
Total partiel	294 665	240 470	224 663	122 535	259 382	183 245	51 114	234 959
<i>Pays tiers</i>								
- Autriche	300	-	-	-	-	308	-	308
- R.D.A.	-	-	500	-	-	-	-	-
- Argentine	-	-	501	436	480	2 201	-	2 201
- Canada	-	-	863	-	-	6 280	-	6 280
- Chine	125	2 535	19 130	13 207	6 949	2 934	400	3 334
- Espagne	3 215	2 040	8 062	973	2 017	3 825	-	3 825
- Hongrie	36 355	59 155	-	-	73 031	62 621	43 728	106 349
- Pologne	3 370	2 500	-	-	1 333	-	1 387	1 387
- Suède	1 230	-	-	-	-	-	-	-
- Thaïlande	200	40	-	-	6	-	-	-
- U.S.A.	-	-	3 964	-	18 075	55 781	5 825	61 606
- Yougoslavie	130	-	-	-	-	999	-	999
Total partiel	44 925	66 270	33 020	14 616	101 891	134 641	51 340	185 981
Total général	339 590	306 740	257 683	137 151	361 273	317 886	102 454	420 340

Source : CIDE.

**Tableau A.2 : Importations (1) de la Belgique et du Luxembourg  
en herbe et luzerne déshydratées 1972 - 1973 (tonnes)**

<i>provenance</i>	1972	1973	1974	1975
<i>R. F. A.</i>	-	25	(2)	(2)
<i>Danemark</i>	471	501		
<i>France</i>	70 795	67 844	89 818	70 443
<i>Pays-Bas</i>	-	6 818		
<i>Total Communauté</i>	71 266	75 188		
<i>Espagne</i>	-	2 161	(2)	(2)
<i>U.S.A.</i>	-	2 406		
<i>Chine</i>	-	418		
<i>Total pays tiers</i>	-	4 985		
<i>Total général</i>	71 266	80 173	100 000	72 000

- (1) Les exportations de ces deux états pour les années 1972 et 1973 sont négligeables 1010 tonnes en 1973, 4285 tonnes en 1972  
(2) Non connu

**Tableau A.3 : Exportations françaises à destination des pays de la C.E.E. (luzerne).**

<i>Pays</i>	1974		1975		1976	
	<i>Exportations françaises (1)</i>	<i>Total importé du pays (2)</i>	(1)	(2)	(1)	(2)
<i>Belgique Lux.</i>	83 700	90 000	89 818	100 000	70 443	72 000
<i>Pays-Bas</i>	87 700	205 000	88 616	124 000	75 785	112 000
<i>R.F.A.</i>	87 800	300 000	119 602	330 000	93 837	408 000
<i>Italie</i>	23 200	25 000	17 761	45 000	9 748	35 000
<i>TOTAUX</i>	282 400	620 000	315 797	599 000	249 813	627 000

**Tableau A.4 : Production estimée des pays tiers en fourrages verts déshydratés (tonnes).**

<i>pays</i>	<i>année 1975</i>	<i>année 1976</i>
<i>U.R.S.S.</i>	<i>1 050 000</i>	<i>(1)</i>
<i>Pologne</i>	<i>180 000</i>	<i>(1)</i>
<i>Hongrie</i>	<i>500 000</i>	<i>320 000</i>
<i>Tchécoslovaquie</i>	<i>110 000</i>	<i>(1)</i>
<i>Yougoslavie</i>	<i>80 000</i>	<i>10 000</i>
<i>Canada</i>	<i>300 000</i>	<i>(1)</i>
<i>U.S.A.</i>	<i>1 500 000</i>	<i>1 800 000</i>

(1) Non connu

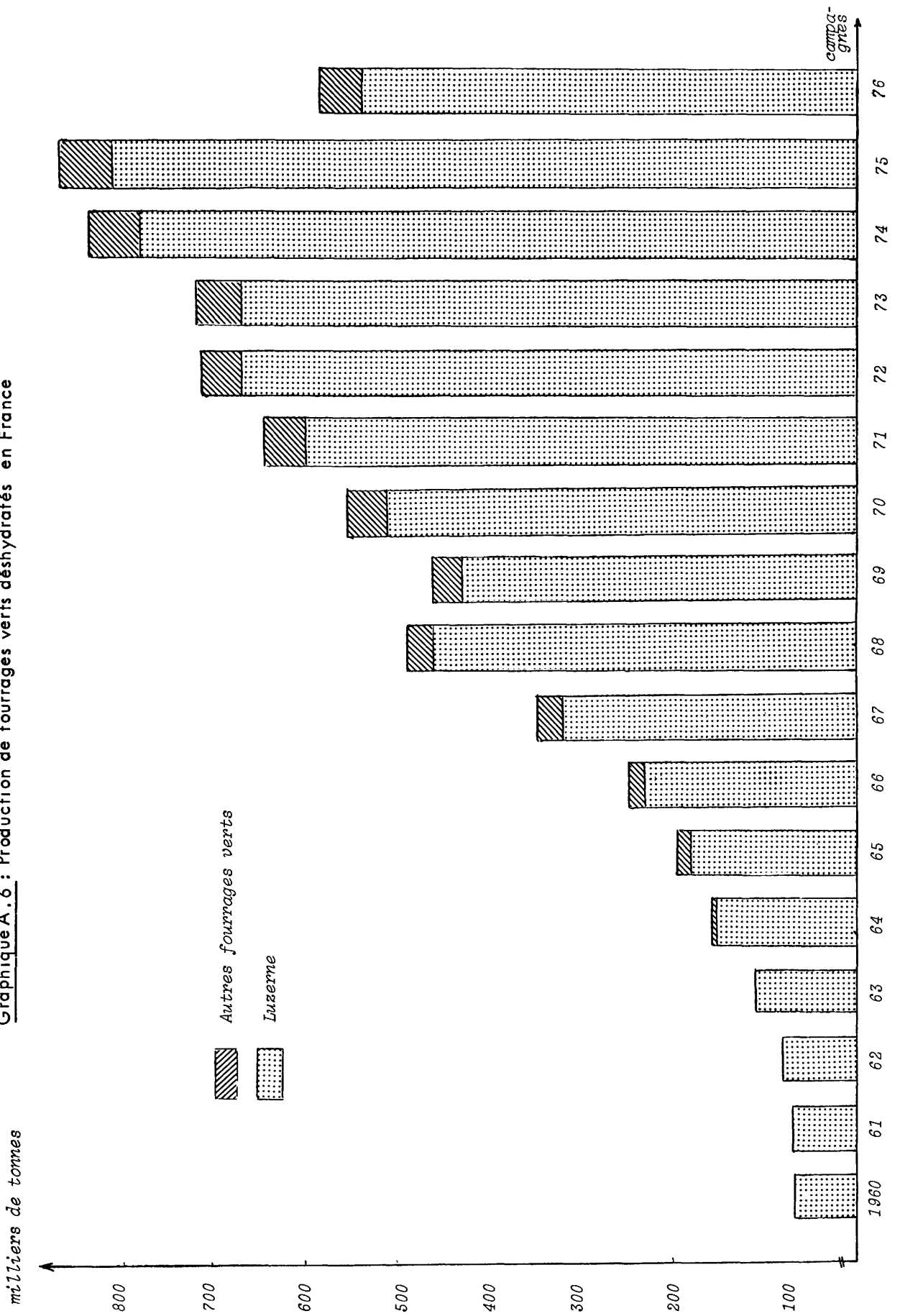
Source : C.I.D.E.

**Tableau A.5 : Importations françaises pour la campagne 1976 (luzerne)**

<i>pays</i>	<i>tonnage</i>	<i>% des importations totales</i>
<i>Etats-Unis</i>	<i>50 633</i>	<i>26,7</i>
<i>Espagne</i>	<i>46 200</i>	<i>24,4</i>
<i>Danemark</i>	<i>37 523</i>	<i>19,8</i>
<i>Pays de l'Est</i>	<i>16 440</i>	<i>8,7</i>
<i>Royaume Uni</i>	<i>11 835</i>	<i>6,2</i>
<i>Canada</i>	<i>11 136</i>	<i>5,9</i>
<i>Pays-Bas</i>	<i>4 792</i>	<i>2,5</i>
<i>Divers</i>	<i>10 926</i>	<i>5,8</i>
<i>Total</i>	<i>189 485</i>	<i>100,0</i>

Sources : Douanes Françaises

Graphique A.6 : Production de fourrages verts déshydratés en France



**Tableau A.7 : Répartition de la production de luzerne déshydratée par région française**

Région	1970		1971		1972		1973		1974		1975		1976	
	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage	nombre d'usines	tonnage
Nord	4	1700	5	1750	4	1500	6	4290	6	3125	4	4150	4	3 550
Picardie	27	62390	25	69700	23	69240	24	55210	27	54950	19	51750	19	32 150
Région Parisienne	30	48020	29	69935	26	73300	25	73490	25	62500	23	58000	16	35 400
Centre	12	33940	12	37180	13	42050	15	3800	18	43620	17	48600	16	26 000
Haute-Normandie	8	23600	6	26300	5	29300	5	26050	5	29720	5	31350	5	15 850
Basse-Normandie	5	4600	7	5770	7	8550	7	9870	7	14345	8	10600	5	5 300
Bretagne	4	-	6	50	2	950	10	6860	15	15000	16	21750	16	17 400
Pays de Loire	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1790	2	2600	7	7 900
Poitou-Charente	< 4	1520	4	3250	3	4450	5	5900	4	4275	5	5850	7	7 400
Aquitaine	< 4	3500	2	2440	3	3400	3	3320	5	4210	6	7090	7	7 400
Champagne	36	315420	41	371600	44	416290	49	420360	49	513780	50	530080	49	355 450
Lorraine	4	500	4	320	3	1330	2	1200	4	1810	2	1350	(1)	(1)
Franche-Comté	< 4	650	3	650	3	3100	3	4550	3	3850	3	3950	4	3 100
Bourgogne	5	7820	6	11080	5	15800	6	21460	9	28570	10	33000	10	21 700
Auvergne	-	-	4	-	3	-	-	-	1	1500	1	1500	6(2)	3 600(2)
Rhône-Alpes	-	-	2	-	2	300	2	1040	2	1000	2	1300	2	2 900
Provence - Côte d'Azur	< 4	1900	2	1900	2	2020	2	2850	2	3050	2	3470	2	2 900
<b>Total</b>	145	505560	155	601920	148	671620	164	674450	185	787545	175	816390	166	537 700

(1) - Reporté en (2)

(2) - Auvergne + Rhône-Alpes + Lorraine.

Source : Syndicat National des Déshydrateurs de France.

**Tableau A.8 : Production des six principales régions françaises (luzerne).**

Région	1972		1973		1974		1975		1976	
	tonnage	%	tonnage	%	tonnage	%	tonnage	%	tonnage	%
Champagne	416 300	61,9	420 400	62,2	514 700	65,4	530 100	64,9	355 450	66,1
Région Parisienne	73 300	10,9	73 500	10,9	62 600	7,9	58 000	7,1	35 400	6,6
Picardie	69 250	10,3	55 200	8,2	54 000	6,9	51 750	6,3	32 150	6,0
Centre	42 050	6,3	39 200	5,8	43 100	5,5	48 600	6,0	26 000	4,8
Haute-Normandie	29 300	4,4	26 100	3,8	29 800	3,8	31 550	3,9	15 850	2,9
Bourgogne	15 800	2,3	21 400	3,2	28 600	3,6	33 000	4,0	21 700	4,0
<b>Totaux</b>	<b>646 000</b>	<b>96,1</b>	<b>635 800</b>	<b>94,1</b>	<b>732 800</b>	<b>93,1</b>	<b>752 800</b>	<b>92,2</b>	<b>486 550</b>	<b>90,4</b>
Production France entière	671 500	100	675 800	100	787 200	100	816 400	100	537 700	100

**Tableau A.9 : Production de la région "Champagne" par département**

Département	1972		1973		1974		1975		1976	
	tonnage	% (1)	tonnage	%	tonnage	%	tonnage	%	tonnage	%
Marne	314 400	46,8	307 000	45,4	383 000	48,7	388 350	47,6	285 500	48,1
Aube	54 900	8,2	67 400	10,0	76 600	9,7	79 250	9,7	50 600	9,4
Ardennes	40 800	6,0	37 600	5,6	47 000	6,0	50 000	6,1	37 450	6,9
Haute-Marne	6 200	0,9	8 400	1,2	8 100	1,0	12 500	1,5	8 900	1,7
<b>Totaux</b>	<b>416 300</b>	<b>61,9</b>	<b>420 400</b>	<b>62,2</b>	<b>514 700</b>	<b>65,4</b>	<b>530 100</b>	<b>64,9</b>	<b>355 450</b>	<b>66,1</b>

(1) - Il s'agit du pourcentage calculé sur la production française totale.

Source : Caisse Nationale de Crédit Agricole.

Tableau A 9 bis : Répartition de la production de luzerne entre le secteur privé et le secteur coopératif en 1975 (France).

Catégorie	secteur coopératif				secteur privé			
	nombre usines	%	tonnage	%	nombre usines	%	tonnage	%
<i>usines ayant produit</i>								
. plus de 20 000 t	7	100	174 170	100	-	-	-	-
. de 10 000 t à 20 000 t	19	100	281 750	100	-	-	-	-
. de 5 000 t à 10 000 t	15	75	113 790	78,8	5	25	30 670	21,2
. de 1 000 t à 5 000 t	49	58,3	118 110	60,9	38	43,7	75 680	39,1
<i>total</i>	90	67,7	687 820	86,6	43	32,3	106 350	13,4
<i>usines ayant produit</i>								
. moins de 1 000 t	10	25,6	6 500	30,3	32	74,4	22 230	69,7
<i>Total Général</i>	100	58,1	694 320	85,1	75	41,9	122 080	14,9

Source : Caisse Nationale de Crédit Agricole.

**Tableau A.10 : Répartition de la production de luzerne entre le secteur privé et le secteur coopératif en 1976 (France).**

catégorie	secteur coopératif				secteur privé			
	nombre d'usines	%	tonnage	%	nombre d'usines	%	tonnage	%
Usines ayant produit :								
. plus de 20 000 t	1	100	26 300	100	-	-	-	-
. de 10 000 t à 20 000 t.	15	93,7	201 500	94,7	1	6,3	11 200	5,3
. de 5 000 t à 10 000 t.	15	93,7	103 150	94,9	1	6,3	5 500	5,1
. de 1 000 t à 5 000 t.	54	66,6	129 700	77,2	27	33,4	38 200	22,8
<i>Total</i>	85	74,6	460 650	89,3	29	25,4	54 900	10,7
Usines ayant produit moins de 1 000 t.	13	25,0	6 950	31,4	39	75,0	15 200	68,6
<i>Total général</i>	98	59,0	467 600	87,0	68	41,0	70 100	13,0

Source : Caisse Nationale du Crédit Agricole.



**Tableau A.11 : Développement de la capacité de déshydratation de fourrages verts au Danemark**

<i>Année</i>	<i>Capacité évaporatoire (litres d'eau/heure)</i>		<i>Capacité de production tonnes/an</i>
	<i>installée dans l'année</i>	<i>totale</i>	
<i>1934-59</i>	<i>-</i>	<i>42 000</i>	<i>30 000</i>
<i>1960</i>	<i>2 000</i>	<i>44 000</i>	<i>31 000</i>
<i>1961</i>	<i>7 000</i>	<i>51 000</i>	<i>36 000</i>
<i>1962</i>	<i>11 000</i>	<i>62 000</i>	<i>43 000</i>
<i>1963</i>	<i>44 000</i>	<i>106 000</i>	<i>75 000</i>
<i>1964</i>	<i>49 000</i>	<i>155 000</i>	<i>110 000</i>
<i>1965</i>	<i>50 000</i>	<i>205 000</i>	<i>145 000</i>
<i>1966</i>	<i>79 000</i>	<i>284 000</i>	<i>200 000</i>
<i>1967</i>	<i>46 000</i>	<i>330 000</i>	<i>230 000</i>
<i>1968</i>	<i>79 000</i>	<i>409 000</i>	<i>285 000</i>
<i>1969</i>	<i>97 000</i>	<i>506 000</i>	<i>350 000</i>
<i>1970</i>	<i>56 000</i>	<i>562 000</i>	<i>390 000</i>

Source : Pr. Sonne Frederiksen  
 Institut de Recherche sur les installations commerciales  
 et industrielles à Kolding.

**Tableau A. 12 : Les unités de déshydratation des fourrages verts au Royaume-Uni ; répartition selon la localisation géographique et la destination du produit. 1976.**

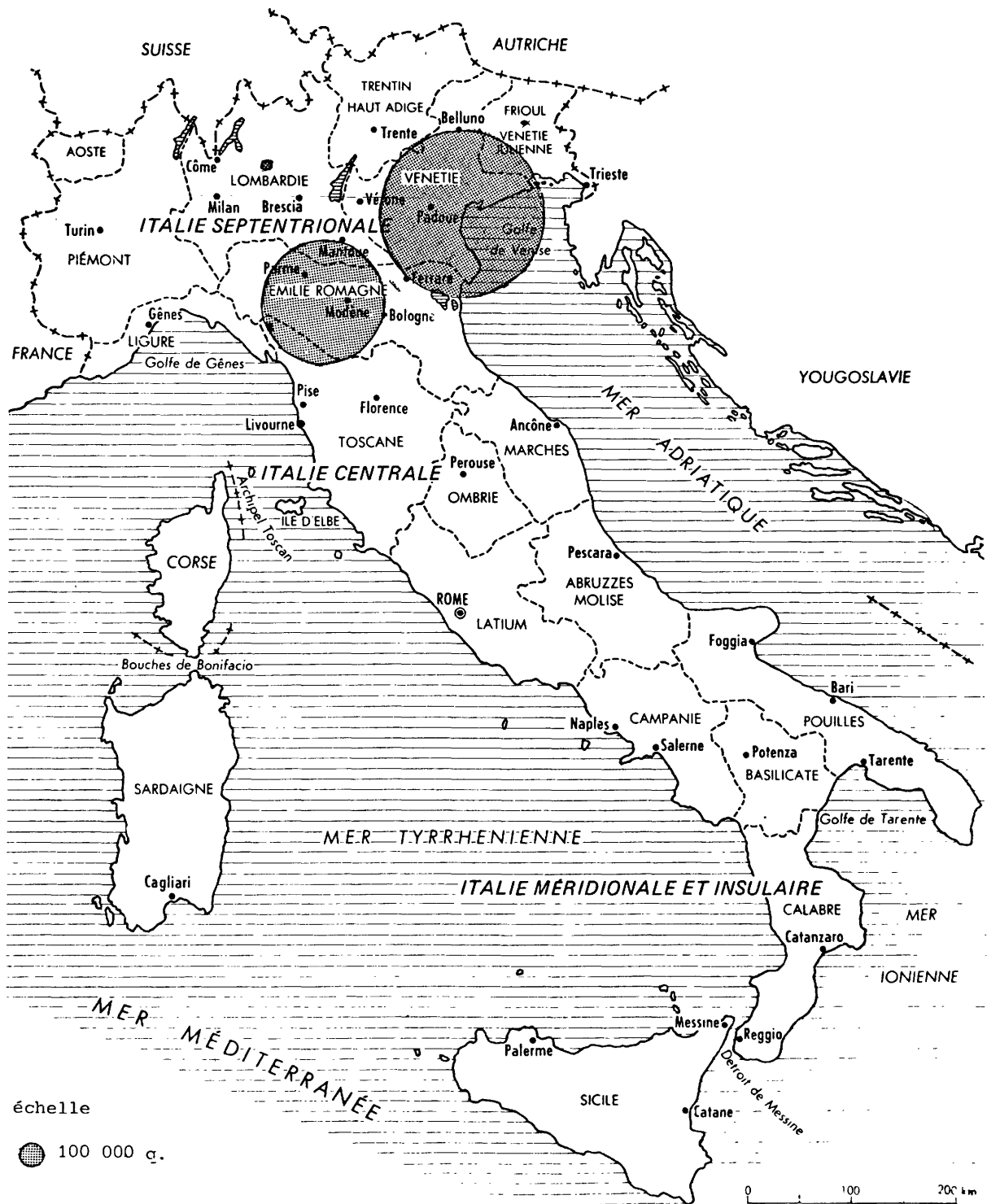
Régions	Nombre d'usines			
	produit commercialisé	produit commercialisé et/ou distribué aux animaux (1)	produit entièrement distribué aux animaux (1) (2)	total
Northern	4	1	-	5
Yorks et Lancashire	5	1	-	6
East Midland	15	6	-	21
West Midland	1	2	1	4
Eastern	9	2	2	13
South Eastern	4	4	2	10
South Western	8	7	5	20
Wales	-	-	1	1
Scotland	4	1	3	8
Northern Ireland	-	1	-	1
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>89</b>

(1)- Il s'agit d'unités à la ferme dans lesquelles l'installation de séchage et le cheptel appartiennent au même propriétaire.

(2)- D'après les estimations de la B.A.G.C.D., il existe en outre 5 à 10 installations de cette catégorie non répertoriées et ne cherchant pas à se plier aux exigences de qualité requise pour l'attribution de l'aide communautaire.

Source : British Association of Green Crops Driers.

**Carte A. 13 : Localisation de la production de luzerne en Italie (1975).**



**Tableau A. 14 : Localisation géographique des unités de déshydratation en Italie.**

Répartition par provinces et régions. Répartition de la production entre secteur coopératif et secteur privé (1976)

province	nombre d'unités	capacité de production t/h (1)	% de la capacité nationale	production (t)	% de la production nationale
Rovigo	30	27,9	29,90	51 700	41,66
Padoue	8	5,3	5,68	5 200	4,19
Venise	6	4,9	4,71	4 800	3,87
Vicenze	4	3,9	4,18	4 800	3,87
Verone	2	0,9	0,96	800	0,64
<i>Total Région Vénétie</i>	50	42,4	45,43	67 300	54,23
Bologne	8	8,1	8,68	17 700	14,26
Ferrare	15	14,9	15,97	14 100	11,36
Modene	1	0,6	0,64	1 000	0,81
Reggio (Emilie)	1	0,6	0,64	-	-
Parme	1	0,6	0,64	-	-
Ravenne	11	12,0	12,86	15 900	12,81
<i>Total Région Emilie Romagne</i>	37	36,8	39,44	48 700	39,24
<i>Région Friuli Venezia Giulia</i>	5	1,2	1,29	800	0,64
<i>Région Lombardie</i>	7	3,0	3,22	2 200	1,77
<i>Région Piémont</i>	4	2,4	2,57	-	-
<i>Autres régions</i>	12	7,5	8,04	5 100	4,11
<i>Total Général</i>	115	93,3	100,0	124 100	100,0

	1976	prévision 1977
production unités coopératives (t)	29 800	40 000
production unités privées (t)	94 300	100 000
<i>Total</i>	124 100	140 000

Source : Associazione Nazionale Disitratori Foraggi Verdi.

(1) En Italie, contrairement à ce que l'on constate dans les autres états-membres, la capacité de production est exprimée par la quantité de produit sec par heure, non par la capacité évaporatoire.

**Tableau A. 15 : Classification des usines en Italie en fonction de la capacité de production (1) et de la production effective (1976).**

capacité de production t/h	nombre d'usines	production annuelle (t)	nombre d'usines	% du nombre total	production (t)	% de la production recensée
0,6	60	} moins de 500	24	20,87	10 000	8,06
1,2	11					
1,0	9	de 501 à 1000	28	24,34	25 900	20,87
0,3	9	de 1001 à 1500	18	15,65	24 400	19,66
1,8	6	} de 1501 à 2000	9	7,82	17 800	14,34
1,5	5					
0,9	2	} de 2001 à 2500	6	5,22	15 000	12,05
4,0	1					
3,0	1	de 2501 à 3000	3	2,61	9 000	7,25
2,4	1	de 3001 à 3500	-	-	-	-
1,4	1	de 3501 à 4000	3	2,61	12 000	9,67
0,8	1	de 4001 à 4500	-	-	-	-
0,7	1	de 4501 à 5000	2	1,74	10 000	8,06
Total	108	usines nouvellement installées	6	5,22	(2)	(2)
usines non recensées	7	usines non recensées	16	13,91		
Total <i>G<sup>al</sup></i>	115	Total	115	100,00	124 100	100,00

(1) Sur la définition de la capacité de production en Italie, cf. note (1) tableau 16 bis.

(2) non connu.

**Tableau A. 16 : Production des unités coopératives de déshydratation aux Pays-Bas en 1975 et 1976; herbe, luzerne, maïs et divers (tonnes).**

<i>Coopératives</i>	<i>Production 1975</i>	<i>Production 1976</i>
<i>Harich</i>	7 866	6 907
<i>Ruinerwold</i>	6 686	7 032
<i>Idaard</i>	2 099	2 241
<i>Hemrik</i>	3 240	4 989
<i>Oostewolde</i>	2 405	
<i>Loënga</i>	4 855	4 852
<i>Geinde</i>	4 635	4 302
<i>Ommen</i>	1 545	1 677
<i>Mangtum</i>	3 529	3 741
<i>Heerenween</i>	6 599	6 036
<i>Marrum</i>	10 242	9 296
<i>Workum</i>	- (1)	8 835
<i>Total</i>	53 610	59 908

(1)- Cette unité n'est prise en compte par la Verening Van Coöperatieve Grasdrogerijen que depuis 1976.

Source : V.C.G. Verslag, 1975.

**Tableau A. 17 : Production des unités privées de déshydratation aux Pays-Bas en 1975 et 1976**  
Herbe, luzerne, maïs et divers (tonnes).

<i>Usines</i>	<i>1975</i>	<i>1976</i>
<i>Koestier Woerden</i>	<i>970</i>	<i>732</i>
<i>Baas Drouten</i>	<i>2 622</i>	<i>5 787</i>
<i>B.V. Zeeuwsh Wlaanderen</i>	<i>4 335</i>	<i>3 679</i>
<i>Schouten Berg Ambacht</i>	<i>384</i>	<i>413</i>
<i>Janse Steenberg</i>	<i>3 951</i>	<i>2 974</i>
<i>Timmerman Kortgene</i>	<i>11 178</i>	<i>7 692</i>
<i>De Lugt Hazerswonde</i>	<i>2 989</i>	<i>1 980</i>
<i>Samenwerking Klaaswaal</i>	<i>8 211</i>	<i>7 788</i>
<i>Hartog Abbekerk</i>	<i>6 514</i>	<i>8 951</i>
<i>Keuper Mechgelen</i>	<i>290</i>	<i>258</i>
<i>Workum</i>	<i>8 065</i>	<i>8 835</i>
<i>Oostwold</i>	<i>15 995</i>	<i>13 660</i>
<i>Barsingerhorn</i>	<i>5 234</i>	<i>-</i>
<i>Melissant</i>	<i>2 280</i>	<i>-</i>
<i>Bass Scherpenisse</i>	<i>947</i>	<i>-</i>
<i>Total</i>	<i>73 972</i>	<i>62 753</i>
<i>Total coopératives</i>	<i>53610</i>	<i>50 884 (1)</i>
<i>Total Pays-Bas</i>	<i>127 582</i>	<i>113 638</i>

(1) Sauf Workum, cf. tableau précédent

Source : Vereniging van Groenvoederdrogerijen in Nederland (V.G.N.)

Tableau A. 18 : Composition de la production de déshydratés aux Pays-Bas (1975 et 1976, tonnes).

<i>Produit</i>	<i>1975</i>	<i>1976</i>
<i>Herbe</i>	<i>92 339</i>	<i>86 219</i>
<i>Luzerne</i>	<i>31 849</i>	<i>26 583</i>
<i>Maïs</i>	<i>2 873</i>	<i>694</i>
<i>Divers</i>	<i>521</i>	<i>142</i>
<i>Total</i>	<i>127 582</i>	<i>113 638</i>

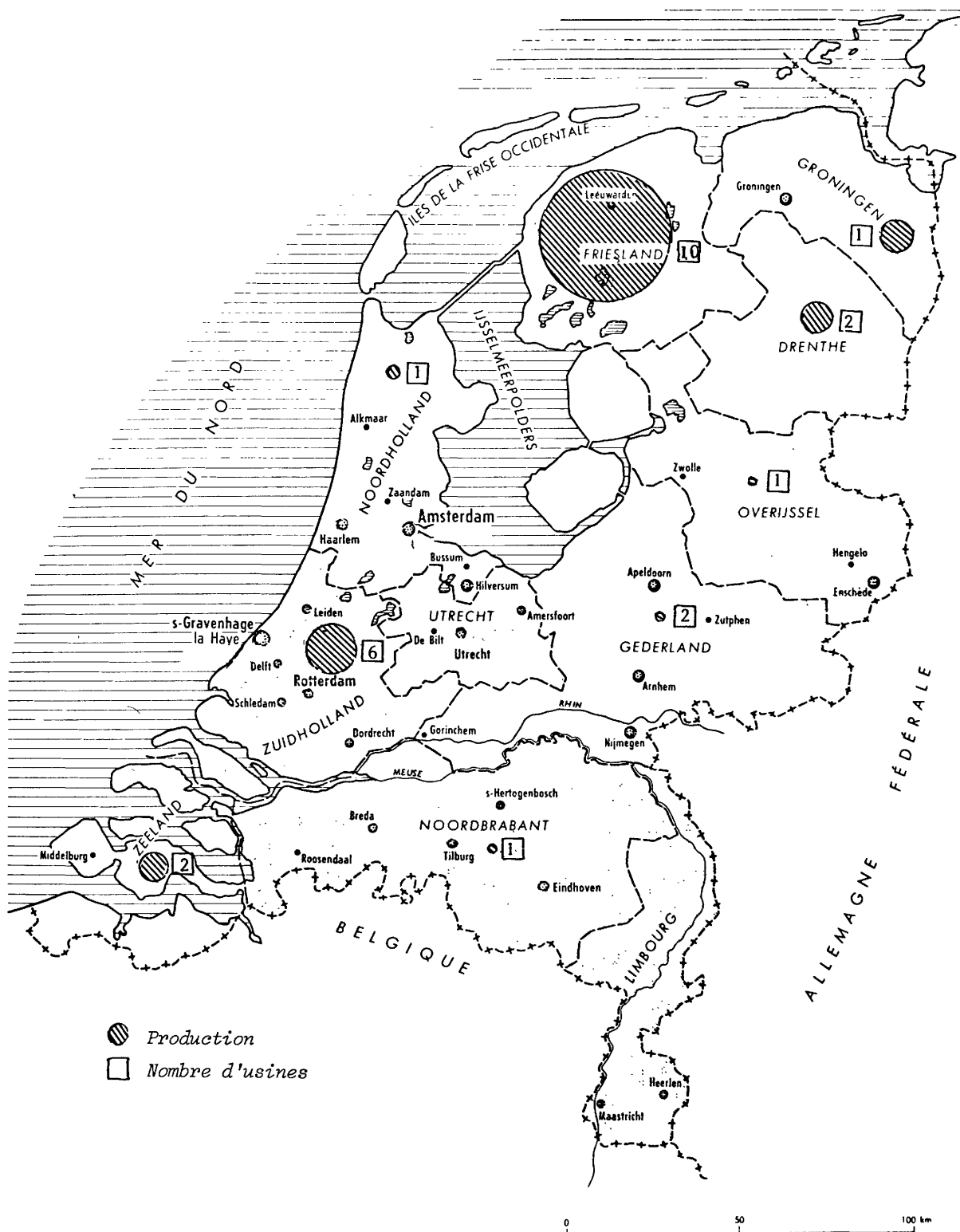
Source : V.G.N.

Tableau A. 19 : Répartition géographique du nombre d'usines et des quantités produites en fonction du statut juridique aux Pays-Bas (1975).

<i>Régions</i>	<i>Coopératives</i>		<i>Privées</i>		<i>Total</i>	
	<i>nombre d'usines</i>	<i>production (t)</i>	<i>nombre d'usines</i>	<i>production (t)</i>	<i>nombre d'usines</i>	<i>production (t)</i>
<i>Friesland</i>	<i>9</i>	<i>45 379</i>	<i>1</i>	<i>8 056</i>	<i>10</i>	<i>53 435</i>
<i>Drenthe</i>	<i>1</i>	<i>6 686</i>	<i>1</i>	<i>4 335</i>	<i>2</i>	<i>11 021</i>
<i>Overijssel</i>	<i>1</i>	<i>1 545</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>1</i>	<i>1 545</i>
<i>Gelde</i>	<i>-</i>		<i>2</i>	<i>2 912</i>	<i>2</i>	<i>2 912</i>
<i>dont Polders</i>	<i>-</i>		<i>1</i>	<i>2 622</i>		
<i>Groningen</i>	<i>-</i>		<i>1</i>	<i>15 995</i>	<i>1</i>	<i>15 995</i>
<i>Noord Holland</i>	<i>-</i>		<i>1</i>	<i>5 234</i>	<i>1</i>	<i>5 234</i>
<i>Zuid Holland</i>	<i>-</i>		<i>6</i>	<i>21 348</i>	<i>6</i>	<i>21 348</i>
<i>Zeeland</i>	<i>-</i>		<i>2</i>	<i>12 125</i>	<i>2</i>	<i>12 125</i>
<i>Nord Brabant</i>	<i>-</i>		<i>1</i>	<i>3 951</i>	<i>1</i>	<i>3 951</i>
<i>Total</i>	<i>11</i>	<i>53 610</i>	<i>15</i>	<i>73 972</i>	<i>26</i>	<i>127 582</i>



Carte A.20 : Répartition géographique du nombre d'usines et des quantités produites aux Pays-Bas (1975).



Carte A. 21 : Production de fourrages verts déshydratés en République Fédérale d'Allemagne (1975).

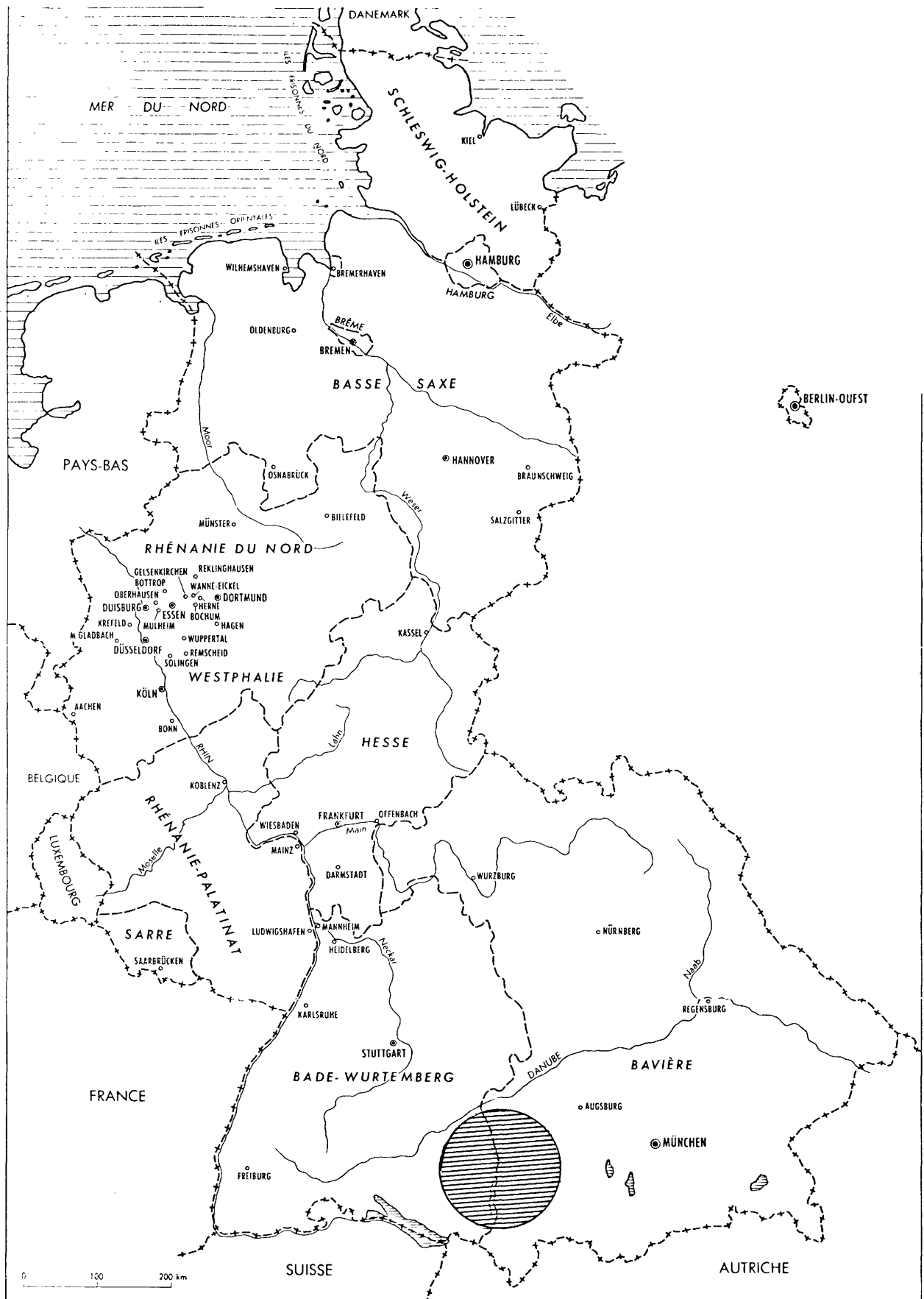


Tableau A. 22 : Répartition de la production française de luzerne entre vente et reprise par les agriculteurs (autoconsommation) Déshydratation industrielle en France (I).

	1973		1974		1975	
	ventes	autocon- sommation	ventes	autocon- sommation	ventes	autocon- sommation
<i>unités appartenant à des groupements de commercialisation</i>	375 000	85 000	437 500	70 000	438 650	70 000
<i>unités non coopératives (à l'exclusion de celles appartenant à la SICA Luzerne Centre Brie)</i>	72 000	40 000	76 000	50 000	63 880	47 000
<i>coopératives indépendantes</i>	49 000	55 000	78 500	75 000	66 870	130 000
<i>total</i>	496 000	180 000	592 000	195 000	569 400	247 000
<i>répartition en %</i>	73,3	26,7	75,3	24,7	69,8	30,2

(1) Pour 1976, la production des unités appartenant à des groupements de commercialisation est de 338 000 tonnes dont 45 000 ont été destinées à l'autoconsommation.

source : C.N.C.A.

**Tableau A. 23 : Superficies de luzerne et d'autres fourrages dont la production est destinée à la fabrication des fourrages déshydratés, ventilés d'après la nature d'entreprise. Campagne 1974-75.**

Etat membre	superficies déclarées par les entreprises travaillant :		superficies faisant l'objet des contrats	Total
	leur propre production	la production de leurs adhérents		
1	2	3	4	5
Deutschland	725	6 467	75	7 267
France	2 519	73 960	13 838	90 317
Italia	11 795	2 066	1 975	15 836
Nederland	0	7 040	21 164	28 204
Belgique/ Belgïe	233	57	1 314	1 604
Luxembourg	0	0	0	0
EUROPE 6	15 272	89 590	38 366	143 228
United Kingdom	16 678	1 654	178	18 510
Ireland	1 717	0	0	1 717
Danmark	4 032	9 173	34 893	48 098
EUROPE 9	37 699	100 417	73 437	211 553

%

Deutschland	10,0	89,0	1,0	100
France	2,8	81,9	15,3	100
Italia	74,5	13,0	12,5	100
Nederland	0	25,0	75,0	100
Belgique/ Belgïe	14,5	3,6	81,9	100
Luxembourg	.	.	.	100
EUROPE 6	10,7	62,5	26,8	100
United Kingdom	90,1	8,9	1,0	100
Ireland	100	0	0	100
Danmark	8,4	19,1	72,5	100
EUROPE 9	17,8	47,5	34,7	100

source : Commission des C.E., D.G. de l'Agriculture, sur base des données communiquées par les Etats membres.

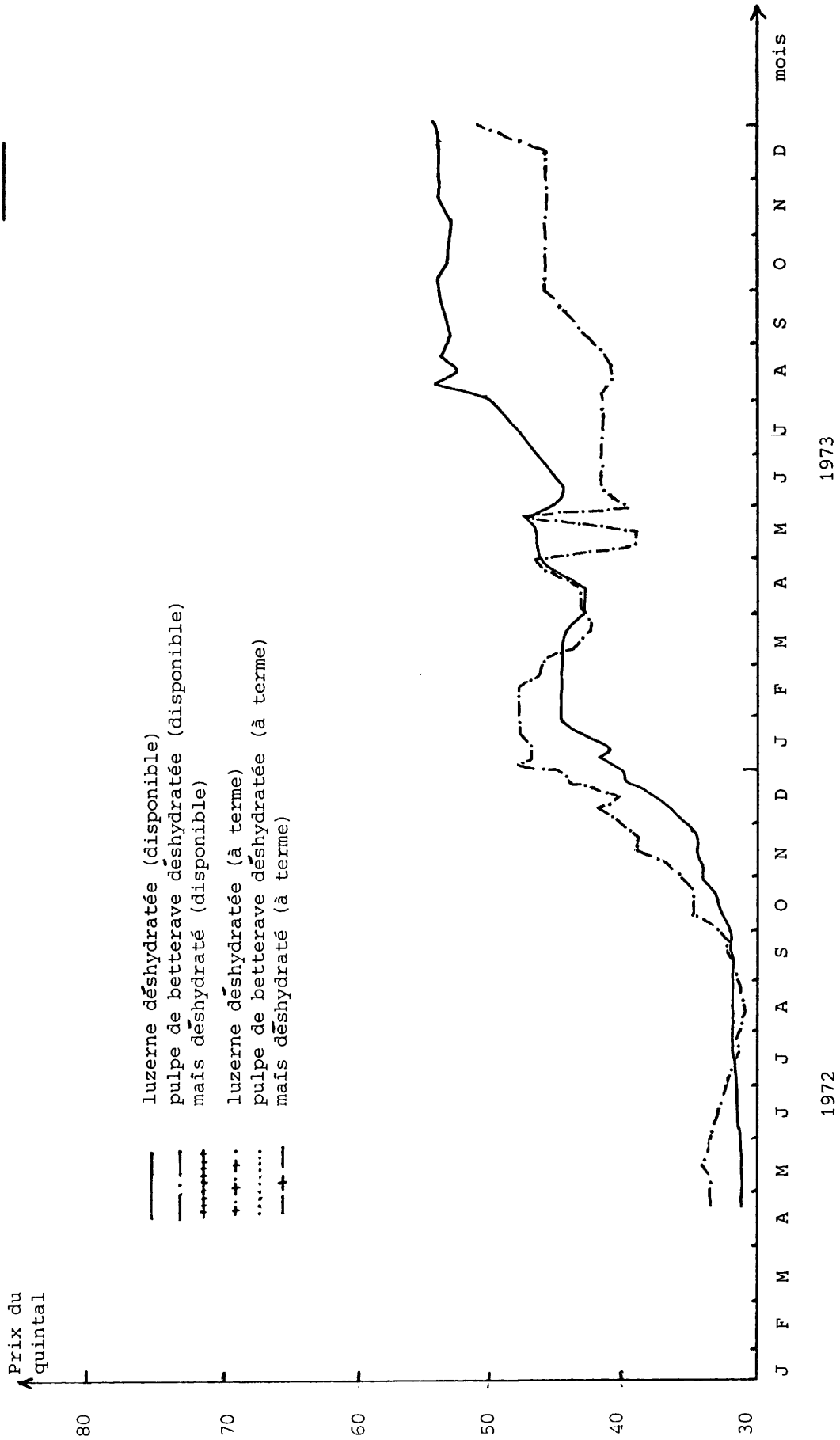
**Tableau A. 24 : Répartition de la production entre les différents organismes de commercialisation - Déshydratation industrielle (luzerne) en France - unité : tonnes.**

Organisme	1973		1974		1975		1976	
	nombre d'unités	production	nombre d'unités	production	nombre d'unités	production	nombre d'unités	production
SICA France Luzerne	22 coop.	258 000	21 coop.	308 000	20	316 800	20	212 000
Union de coopératives LUZERNE DE CHAMPAGNE	11 coop.	128 000	11 coop.	160 000	10	151 500	10	96 900
SICA LUZERNE CENTRE BRIE	3 coop. 7 privées	19 000 18 000 37 000	3 coop. 5 privées	17 000 12 000 29 000	3 co 5 pr.	18 400 11 200 29 600	3 coop. 1 pr.	11 500 11 000 22 500
Union de coopératives NORMANDIE LUZERNE	4 coop.	27 000						
Union de vente BEAUCE et PERCHE	3 coop.	10 000	2 coop. + 1 SICA	10 500	2 coop.	10 750	2 coop.	6 500
TOTAL		460 000		507 500		508 650		338 000
production des groupements de vente en % de production totale		68 %		64,5 %		62,3 %		62,8 %

Source : C.N.C.A.

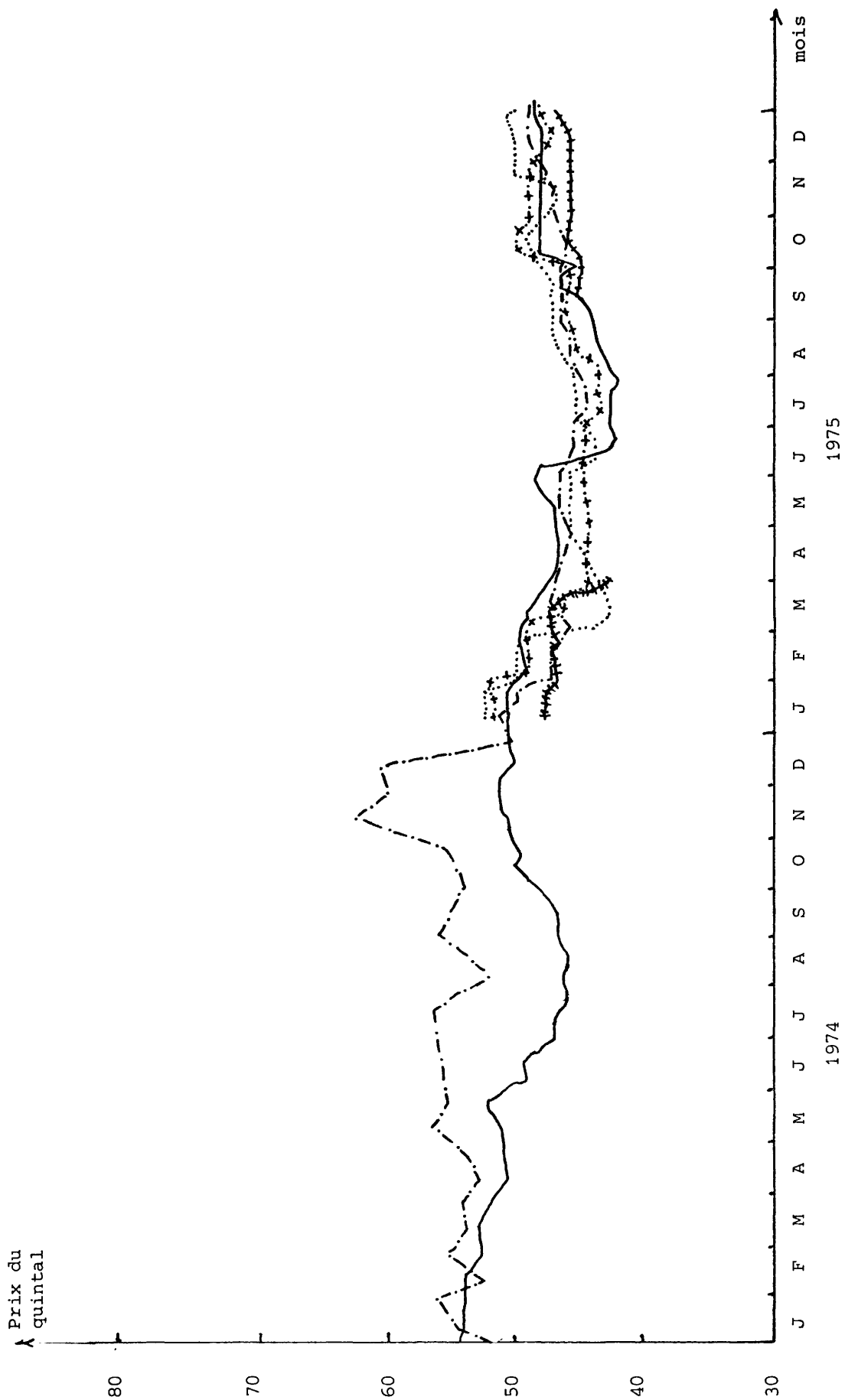
Grappe A.25 : Evolution du prix du quintal de luzerne, pulpe de betterave et maïs de 1972 à 1973.

- France



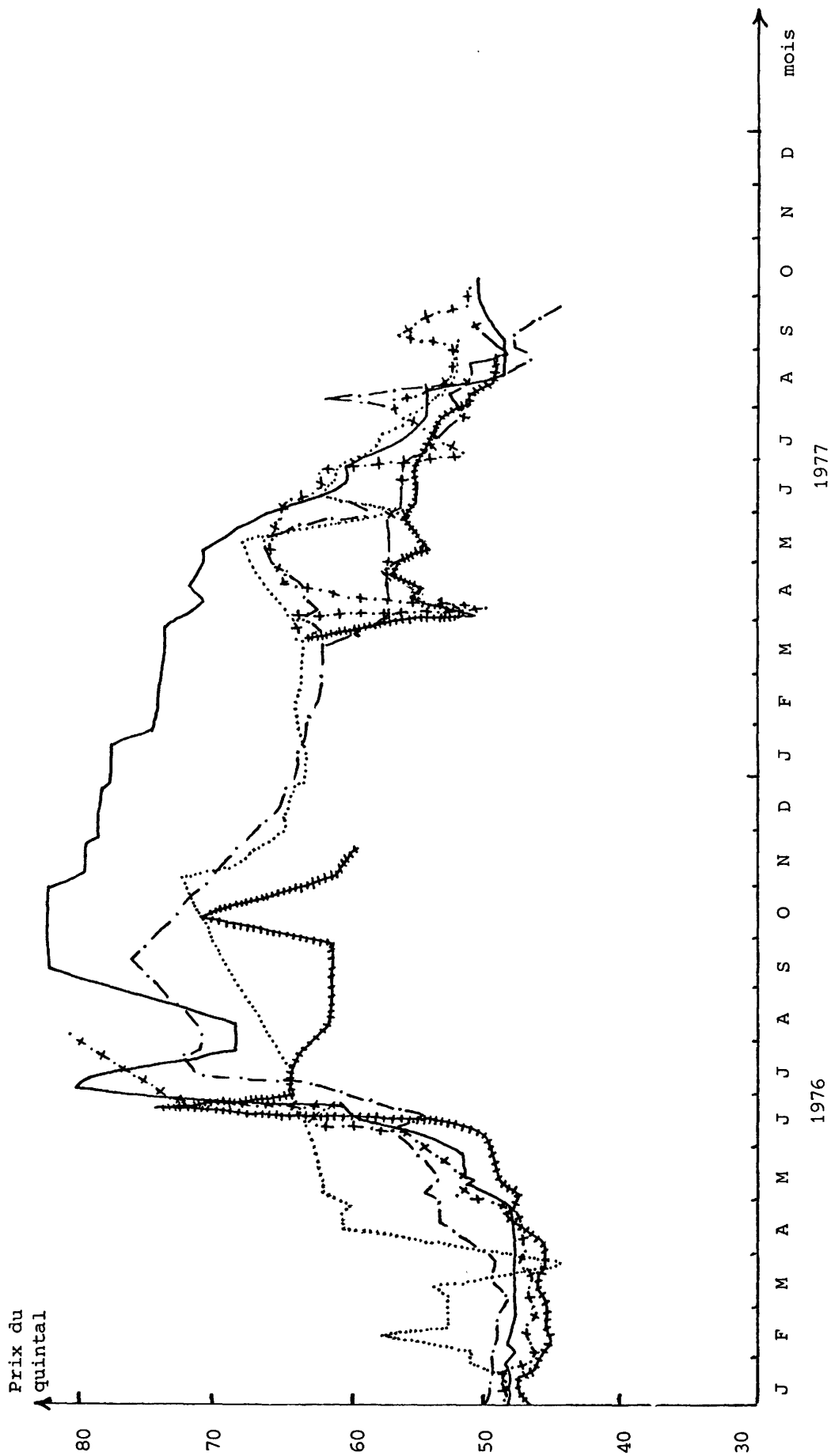
Graphe A. 26 : Evolution du prix du quintal de luzerne, pulpe de betterave et maïs de 1974 à 1975.

- France



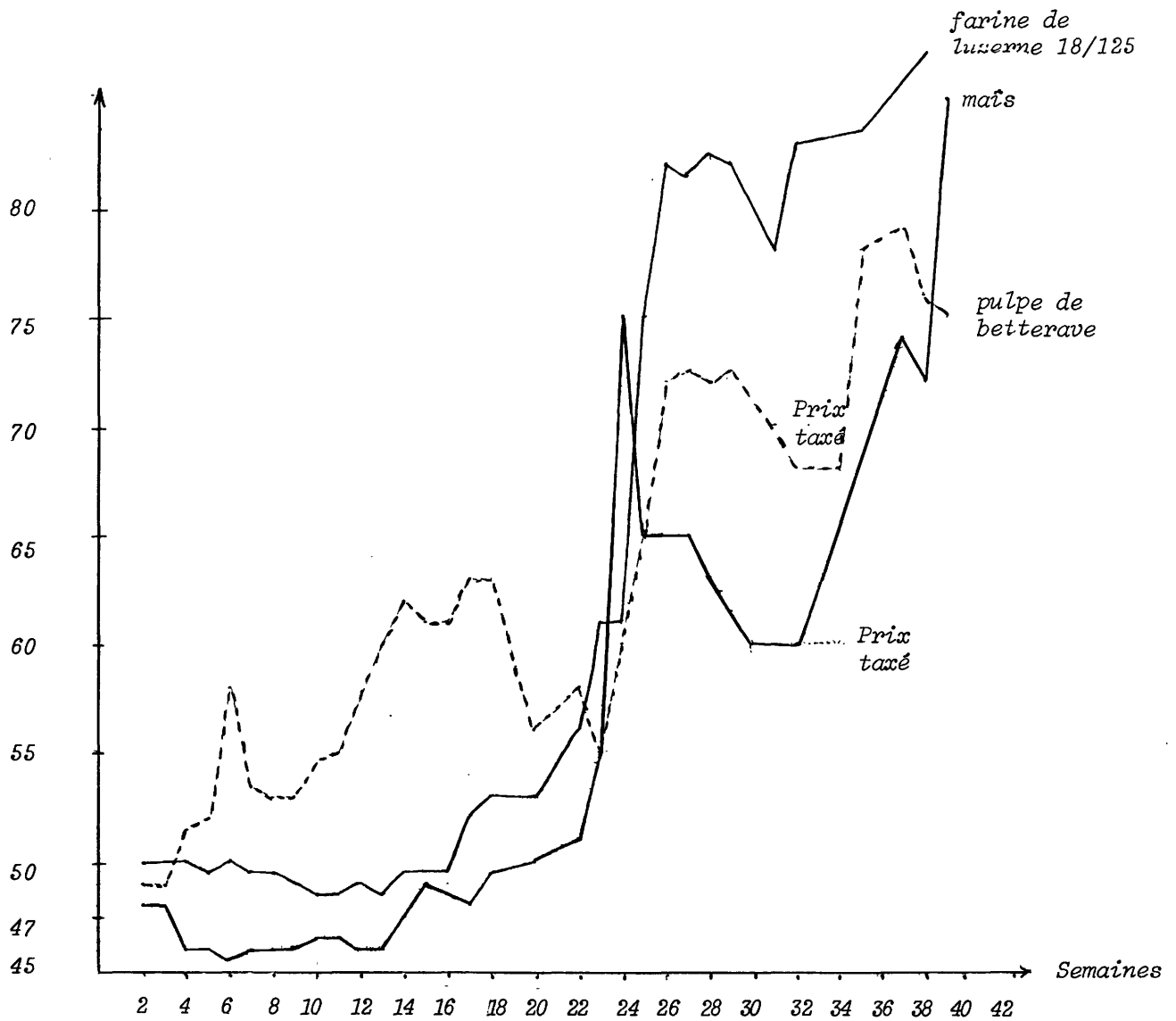
Graphe A. 27 : Evolution du prix du quintal de luzerne, pulpe de betterave et maïs de 1976 à 1977

- France





Grphe A. 28 : Prix F/q H.T. départ 20 t. min.  
 Bourse de commerce de Paris  
 Année 1976  
 Luzernes disponibles.



**Tableau A. 29 : Echantillon de 56 coopératives de déshydratation industrielle (France).**  
**Prix payé aux producteurs de produits verts (ou frais)**  
**Prix de vente moyen du produit sec**  
**F.F./tonne du produit sec.**

<i>prix payé aux apporteurs :</i>	<u>1971</u>	<u>1972</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>
. luzerne	131,69	134,63	180,25	210,01	203,53	180 à 240 (1)
. pulpes de betterave	103,37	104,95	168,09	160,22	132,46	
. maïs	149,17	150,01	192,84	213,58	209,15	
<i>prix de vente :</i>						
. luzerne	318,98	306,61	365,35	458,66(2)	472,46	520-550 (1)
. pulpe	324,81	330,08	418,20	481,93	483,83	
. maïs	321,01	353,88	400,25	470,29	478,45	

(1) estimations.

(2) l'aide communautaire est comprise dans le prix de vente à partir de 1974.

Source : C.N.C.A.

**Tableau A. 30 : Commerce extérieur des fourrages verts déshydratés -  
France**  
Rubriques douanières 12 10 910 et 12 10 00 0 (2)

	<i>importations</i>			<i>exportations</i>		
	<i>quantités (tonnes)</i>	<i>valeur franco frontière (1000 F.F.)</i>	<i>prix moyen</i>	<i>quantités (tonnes)</i>	<i>valeur franco frontière (1000 F.F.)</i>	<i>prix moyen (F/tonne)</i>
1971				197 680	71 271	360,5
1972				227 480	75 861	333,4
1973 (1)				(1)	(1)	(1)
1974	4 141	1 973	476,4	291 190	132 479	454,9
1975	6 042	3 405	563,5	345 366	146 951	425,4
1976	189 485	137 119	723,6	264 979	132 835	501,3

(1) : non connu

(2) : il s'agit pour l'essentiel de luzerne déshydratée

Source : Direction Générale des Douanes.  
Statistiques du commerce extérieur

Tableau A 31 : Prix de La Luzerne déshydratée (1) en France

	EUR/100 Kg						UCE/100 Kg		
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	
Janvier	7,742	6,031	8,100	9,510	8,800	9,600	14,810	8,850	
Février	7,697	5,491	8,100	10,020	8,550	9,760	14,690	8,370	
Mars	7,112	5,446	7,740	8,940	8,330	9,530	14,150	8,560	
Avril	7,022	5,581	8,460	8,290	8,370	9,720	12,930	8,800	
Mai	6,482	5,650	7,830	7,850	8,590	10,230	12,290	8,900	
Juin	6,167	5,650	8,460	7,890	8,000	14,410	11,470	8,710	
Juillet	6,145	5,695	9,090	8,300	8,020	14,100	10,890	8,810	
Août	6,031	5,695	9,820	8,180	8,690	12,800	8,970	8,590	
Septembre	6,031	5,761	7,650	8,510	9,110	14,340	9,130	8,330	
Octobre	6,212	6,100	8,490	8,290	9,050	13,880	9,170		
Novembre	6,212	6,640	8,790	9,410	9,020	14,610	9,140		
Décembre	6,121	7,562	9,900	-	9,000	14,440	8,770		
	6,581	5,941	8,540	8,640	8,620	12,330	11,360		

Source : EUROSTAT

(1) Caractéristiques : Protéine brute : 18 %  
Carotène : 0,015 %  
Prix wagon départ (région Champagne)

**Tableau A. 32 : Phase d'échange : du commerçant ou de la coopérative  
à l'agriculteur - Luzerne déshydratée  
Prix par 100 kg de marchandise - hors TVA.**

Produkt Produit	Prot br 18 % Carotene 0.0125 % Depart negoce: sur wagon		Italia		Ruwelwit 18.20 % Caroteen 0.089 0.127 % Franco boerden minder dan 1 t in fust		Prot br. min 16 % Carotene 0.005 % (comprimee en cubes) Franco ferme. en sacs de 50 kg		Luxembourg		Cr prot 15.1 % Carotene N.A % Ex merchant, packaging included		Ireland		Danmark			
	Land Pays	BR Deutschland	France	Italia	Nederland	Belgique/ Belgie	Luxembourg	United Kingdom	Ireland	Danmark								
Quelle Source	01		11		21		31		41		51		61		71		81	
Jahr Annee	DM	ERE	FF	UCE	LIT	UCE	HFL	ERE	BFR	UCE	LFR	UCE	UKL	EUA	IRL	EUA	DKR	EUA
1969			28.22	5.33			24.60	6.65	405.8	7.94			3.15	7.40				
1970			36.55	6.44			28.90	7.81	436.6	8.54			3.26	7.65				
1971			36.55	6.33			27.60	7.55	423.7	8.33			3.49	8.14				
1972			33.00	5.83			26.20	7.28	392.5	7.95			3.44	7.66				
1973			47.42	8.67			35.40	10.34	505.7	10.58			4.40	8.77				
1974			51.94	9.07			36.40	11.37	536.7	11.57			6.30	12.37				
1975			48.96	9.20			35.60	11.36	526.1	11.34			6.80	12.14				
1976			65.91	12.33			42.70	14.45	666.1	15.43			8.39	13.50				
1977			63.66	11.36			40.30	14.39	606.7	14.84			10.19	15.59				

Source : EUROSTAT - Statistique de prix agricoles 1969-1977.

**Tableau A. 33 : Unités de déshydratation appartenant à des coopératives de Bretagne (France)  
(caractéristiques techniques).**

<i>Coopérative</i>	<i>Atelier</i>	<i>Date de construction</i>	<i>Capacité (a)</i>	<i>Tonnage 1974</i>	<i>Taux d'utilisation</i>
1	2	1971 1973	14 000	11 360	81 %
2	1er 2ème	1968-73 1973	15 000 10 000	8 154 4 750	54 % 48 %
3	1er 2ème	1968 1974	7 000 10 000	7 600 4 100	109 % 41 %
4	1	1973	10 000	4 400	44 %
5	2	1970 1973	15 000	6 500	43 %
6	1	1973	11 000	4 000	36 %
7	1er 2ème 3ème	1969 1968 1974	7 000 5 000 10 000	16 000	73 %
<i>Total</i>			114 000	66 684	59 %

(a) = tonnes de bouchon par an ; une année correspond théoriquement à 3 000 h de fonctionnement de l'usine.

Source : C.N.C.A. Paris

**Tableau A. 34 : Prix de revient dans les unités décrites au tableau A. 33  
(année 1974, Francs/tonne).**

<i>Coopérative</i>	<i>Energie</i>	<i>Amortissement</i>	<i>Autres frais</i>	<i>Total</i>
1	127,0	98,0	143,0	368,0
2 1er atel.	102,8	57,8	113,6	274,2
2ème atel.	110,1	103,5	148,9	362,5
3	138,1	22,5	93,6	254,2
4	139,2	87,9	165,8	392,9
5	147,0	82,0	182,0	411,0
6	140,0	80,0	142,5	362,0
7 1er atel.	128,8	75,0	133,6	337,4
2ème atel.	123,1	75,0	136,6	334,7
3ème atel.	134,4	103,5	112,5	350,4
<i>Moyennes</i>	129,0	78,5	138,4	344,9

*Source : C.N.C.A. Paris*

**Tableau A. 35 : Prix de revient de la déshydratation de l'herbe dans deux coopératives de déshydratation agricole (France) (année 1974-75 - Francs/tonne)**

	Coopérative 1		Coopérative 2	
	F/t	%	F/t	%
<u>Usine</u>				
Frais de personnel	4,12	12,24	5,50	13,27
Constructions	0,52	1,41	1,74	4,19
Matériel	3,37	9,98	5,03	12,13
Combustibles	10,52	31,48	11,62	28,04
Electricité	1,66	4,84	1,48	3,57
Divers et variation de stock	- 0,55	-	-	-
<u>Transport et récolte</u>				
Frais personnel transport	1,30	3,84	1,03	2,48
Transport	2,08	6,10	3,23	7,79
Carburants, lubrifiants	0,81	2,28	1,21	2,91
Frais personnel récolte			0,70	1,68
Récolte	5,64	16,81	2,83	6,82
<u>Gestion et organisation</u>				
Frais d'établissement	0,56	1,53	0,18	0,43
Frais divers de gestion	0,92	2,61	1,50	3,61
Frais de personnel	1,02	3,06	1,09	2,63
Frais financiers	1,28	3,75	4,30	10,37
<i>Total</i>	33,25	100	41,44	100

Source : Confédération des Coopératives Agricoles de l'Ouest Français (C.C.A.O.F.)



**Tableau A.36 : Prix de revient de 11 usines de déshydratation de la région Bretagne**  
(France 1972, 1973 et 1974 ; en F/t).

Coopérative	Energie			Amortissements			Autres frais			Total		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974	1972	1973	1974	1972	1973	1974
1	48,0	55,0	127,0	44,0	59,0	98,0	94,0	96,0	143,0	186,0	210,0	368,0
2 1er atelier	40,3	45,2	102,8	51,2	41,6	57,8	83,4	95,6	113,6	174,9	182,4	274,2
2ème atelier	-	-	110,1	-	-	103,5	-	-	148,9	-	-	362,5
3	58,2	47,3	138,1	42,4	41,2	22,5	79,4	70,0	93,6	180,3	158,5	254,2
4	-	53,2	139,2	-	77,4	87,9	-	115,1	165,8	-	245,7	392,9
5	-	64,0	147,0	-	55,0	82,0	-	208,0	182,0	-	327,0	411,0
6	-	61,0	140,0	-	56,0	80,0	-	82,0	142,5	-	199,0	362,0
7 1er atelier	57,9	60,6	128,8	45,0	60,0	75,0	101,9	115,7	133,6	204,8	236,3	337,4
2ème atelier	54,9	51,0	123,1	45,0	60,0	75,0	104,2	120,6	133,6	204,1	231,6	334,7
3ème atelier	-	-	134,4	-	-	103,5	-	-	-	-	-	350,4
Moyennes	51,8	54,6	129,0	45,5	56,2	78,5	92,6	112,7	138,4	189,9	223,5	345,9
Pourcentages	27	24	37	24	25	23	49	51	40	100	100	100

Source : C.N.C.A. Paris

**Tableau A.37** : Prix de revient moyen calculé sur un échantillon de 56 coopératives de déshydratation industrielle en France (année 1974 et 1975 - Francs/ tonne)

	1974		1975	
	FF/t.	% du total	FF/t.	% du total
<i>Fuel</i>	94,54	34,5	97,04	32,5
<i>Autres énergies</i>	16,50	6,0	18,04	6,0
<i>Amortissements</i>	40,54	14,8	42,89	14,3
<i>Frais de personnel</i>	49,12	17,9	58,95	19,8
<i>Frais financiers</i>	8,01	2,9	11,17	3,7
<i>Autres frais</i>	65,66	23,9	71,03	23,7
<i>Total</i>	259,44	100,00	299,12	100,0

**Tableau A. 38** : Distribution des prix de revient pour l'échantillon de 56 coopératives de déshydratation industrielle divisé en 4 groupes en fonction de la quantité produite (F/tonne)

<i>Capacité</i>	1971	1972	1973	1974	1975
<i>Usines ayant traité plus de 20 000 t de luzerne (ou plus de 25 000 t de produits divers)</i>	173,30	173,38	189,71	253,11	279,42
<i>Usines ayant traité de 9 à 20 000 t de luzerne (ou entre 14 et 25 000 t de produits divers)</i>	177,67	174,47	197,50	255,17	284,28
<i>Usines ayant traité de 5 à 9 000 t de luzerne (ou entre 8 et 14 000 t de produits divers)</i>	179,38	176,75	195,56	286,67	310,47
<i>Usines ayant traité de 1 à 5 000 t de luzerne (ou moins de 8 000 t de produits divers)</i>	197,02	200,32	219,17	295,14	310,57

Source : C.N.C.A. Paris

**Tableau A.39 : Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne  
1975 - France  
Caractéristiques techniques des usines**

			10 000 l/h	20 000 l/h	30 000 l/h
<i>Fabrication annuelle</i>	<i>luzerne</i>	(t)	8 000	14 400	19 500
	<i>pulpe</i>	(t)	2 000	3 600	4 500
<i>Produits humides traités</i>	<i>luzerne</i>	(t)	34 290	61 700	83 570
	<i>pulpe</i>	(t)	10 000	18 000	22 500
<i>Eau évaporée</i>	<i>luzerne</i>	(t)	26 290	47 300	44 070
	<i>pulpe</i>	(t)	8 000	14 400	18 000
<i>Surface annuelle récoltée</i>		(ha)	720	1 300	1 760
<i>Aire de collecte (SAU)</i>		(ha)	9 000	15 880	22 000
<i>% moyen de luzerne dans SAU</i>			8 %	8 %	8 %
<i>Rayon moyen d'approvisionnement</i>		(km)	6,4	8,5	10

**Tableau A.40 : Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne  
1975 - France  
Investissements nécessaires (en francs).**

		10 000 l/h	20 000 l/h	30 000 l/h
<i>Terrains bâtiments</i>	(20)	912 000	1 057 000	1 140 000
<i>Déshydrateuse</i>	(10)	822 000	1 510 000	2 036 000
<i>Matériel traitement et conditiont</i>	(10)	1 398 000	2 068 000	2 706 000
<i>Stockage</i>	(20)	576 000	800 000	1 000 000
<i>Matériel de récolte</i>	(10)	945 000	1 616 000	2 280 000
<i>Total</i>		4 653 000	7 051 000	9 162 000
<i>Coût au litre d'évaporation</i>		465 F/l	352 F/l	305 F/l

*Le chiffre entre parenthèses indique la durée d'amortissement.*

*Source : C.D.E.R. de la Marne, op. cité.*

Tableau A.41 : Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne (1975) France.

Prix de revient à la tonne de produit (luzerne 80 %(1)  
pulpe 20%(1))

	10 000 l/h		20 000 l/h		30 000 l/h	
	F/t	%	F/t	%	F/t	%
<u>Usine</u>						
Frais de personnel	32,90	10,26	25,61	8,56	21,61	7,32
Constructions	4,01	1,25	2,57	0,86	2,06	0,70
Matériel (+ stock. et entret.)	53,59	16,71	45,60	15,24	44,75	15,16
Combustibles	106,97	33,35	106,96	35,73	106,96	36,23
Electricité	23,12	7,21	23,12	7,73	23,12	7,83
Divers	11,60	3,63	11,60	3,88	12,60	4,27
<u>Transport et récolte</u>						
Frais personnel de transport	10,90	3,40	9,94	3,33	11,80	3,99
Transport	5,70	1,78	5,11	1,72	5,70	1,94
Carburants, lubrifiants (+ impôts et taxes)	10,65	3,32	10,91	3,65	11,07	3,75
Frais personnel de récolte	7,32	2,28	9,94	3,33	11,80	3,99
Récolte	4,75	1,48	3,86	1,29	3,79	1,29
<u>Gestion et organisation</u>						
Frais d'établissement	0,40	0,12	0,25	0,08	0,21	0,07
Frais divers de gestion	3,50	1,09	3,20	1,08	3,00	1,02
Frais de personnel	10,36	3,24	8,36	2,80	8,10	2,74
Frais financiers	34,90	10,88	29,38	9,32	28,63	9,70
<b>Total</b>	<b>320,73</b>	<b>100</b>	<b>299,41</b>	<b>100</b>	<b>295,10</b>	<b>100</b>
à déduire produits divers	- 3,01		- 2,69		- 2,67	
<b>Coût total</b>	<b>317,72</b>		<b>296,72</b>		<b>292,53</b>	

(1) Les amortissements calculés au tableau 6-8 sont ventilés par poste de la façon suivante :

- Terrains bâtiments dans le poste Constructions
- Déshydrateuse, matériel de traitement et de conditionnement + stockage dans le poste Matériel
- Matériel de récolte dans le poste Transport et Récolte.

Tableau A.42 : Calcul du prix de revient de la luzerne dans le département de la Marne (1975), France.  
 Prix de revient de la luzerne et de la pulpe déshydratées (Francs /t).

<i>capacité évaporatoire</i>	<i>10 000 l/h</i>	<i>20 000 l/h</i>	<i>30 000 l/h</i>
<i>production luzerne (t)</i>	<i>8 000</i>	<i>14 400</i>	<i>19 500</i>
<i>    pulpe (t)</i>	<i>2 000</i>	<i>3 600</i>	<i>4 500</i>
<i>Production totale (t)</i>	<i>10 000</i>	<i>18 000</i>	<i>24 000</i>
<i>prix de revient luzerne</i> <i>(FF/t.)</i>	<i>309,55</i>	<i>289,96</i>	<i>287,98</i>
<i>    pulpe</i>	<i>344,37</i>	<i>314,02</i>	<i>311,53</i>

*Source : CDER de la Marne, op. cit.*

Tableau A. 43 : Prix de revient (1) de la déshydratation au Royaume-Uni (£/t et FF/t) en 1975

Capacité évaporatoire Produit Coûts	10 000 l/h				2 500 l/h	
	herbe		luzerne		herbe	
	£/t	F/t	£/t	F/t	£/t	F/t
Fuel	11,69	110,24	10,35	97,60	16,00	150,88
Electricité	2,88	27,12	2,90	27,30	0,56	5,28
Main-d'oeuvre	2,80	26,40	3,50	33,00	2,50	23,50
Entretien-Réparations	1,92	18,08	2,00	18,80	1,50	14,14
Stockage et ensilage	2,00	18,80	2,00	18,80	0,85	8,01
<b>Total</b>	<b>21,69</b>	<b>200,14</b>	<b>20,75</b>	<b>195,50</b>	<b>21,41</b>	<b>201,81</b>

(1) sauf amortissements et frais financiers

Tableau A. 44 : Coûts d'investissement au Royaume-Uni (1975)  
Capacité évaporatoire 10 000 l/h.

Immobilisations	Valeur		Durée d'amortissement	Valeur	
	£	FF		£	FF
Bâtiments et instal.	70 000	660 100	20	35 000	33 005
Tube, presse, broyeurs et équipements annexes	170 200	1 589 668	8	21 275	198 708
Tracteurs	13 000	121 420	5	2 600	24 284
Remorques	5 000	46 700	5	1 000	9 340
Récolteuses automotrices	33 000	308 220	4	8 250	77 055
Voiture 1	1 800	16 812	5	360	3 362
<b>Total</b>				<b>36 985</b>	<b>345 754</b>

Source : "GRASS", n° 15

**Tableau A. 45 : Coûts d'investissement au Royaume-Uni (1975)**  
Capacité évaporatoire 2 500 l/h

Immobilisations	Valeur		Durée d'amortis- sement	Amortissement annuel	
	£	FF		£	FF
<i>Tubes et équipements annexes</i>	49 500	466 785	8	6 187	58 348
<i>Tracteur</i>	3 000	28 290	5	600	5 658
<i>Remorque</i>	1 800	16 974	5	360	3 395
<i>Matériel de récolte</i>	3 000	28 290	4	750	7 072
<i>Total</i>				7 957	74 473

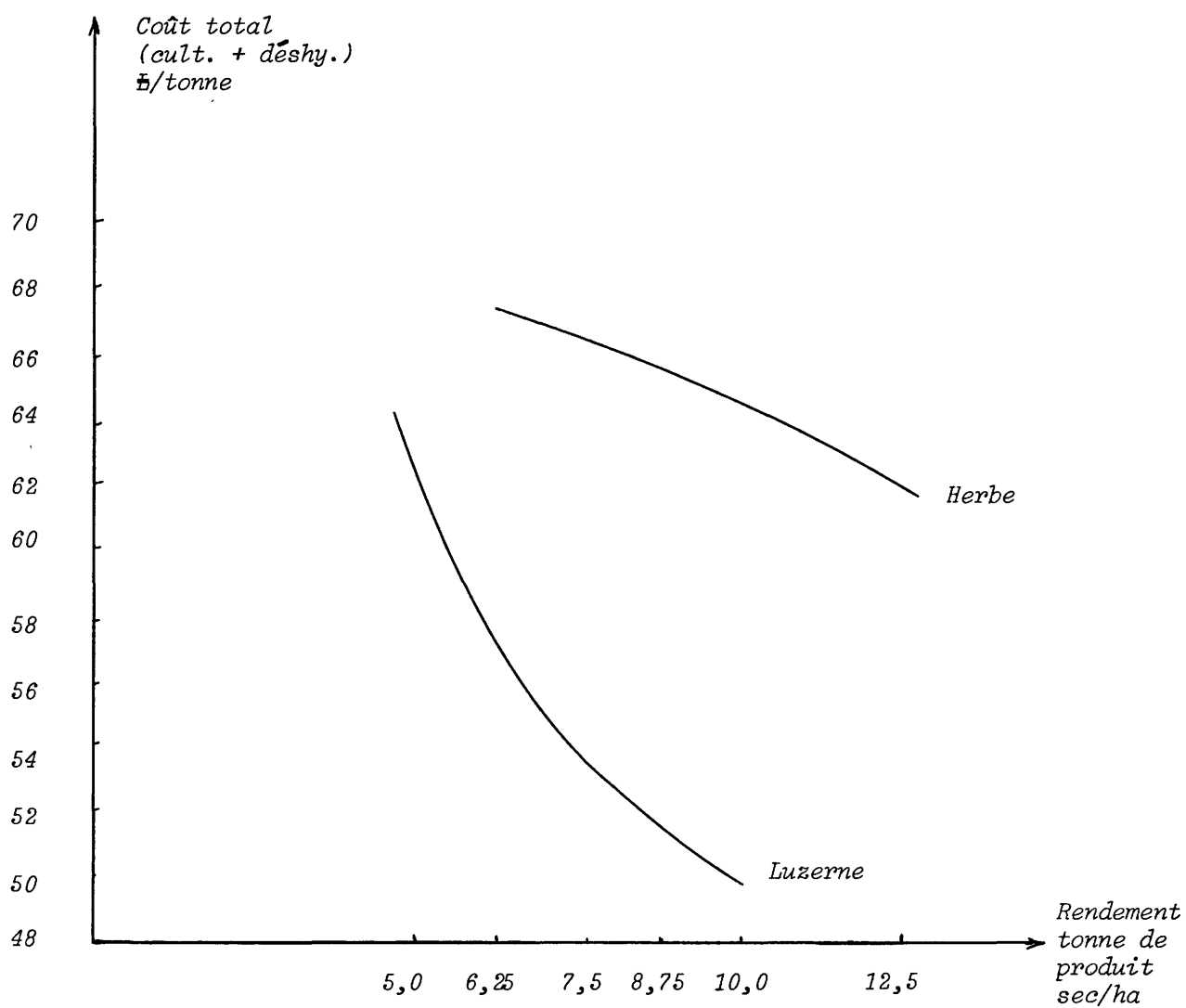
**Tableau A. 46 : Prix de revient de la déshydratation et  
amortissement en 1976 au Royaume-Uni en fonction  
de la quantité traitée (£/t).**

		<i>Rendement normal</i>	<i>Sécheresse</i>	
<i>HERBE</i>	<i>Rendement (1)</i>	12,5	8,75	6,25
	<i>Coût de la culture et de la récolte</i>	28,0	31,4	32,0
	<i>Coût de séchage (t.4.9)</i>	25,0	22,5	20,0
	<i>Amortissement</i>	8,0	11,4	16,0
	<i>Total</i>	61,0	65,3	68,0
<i>LUZERNE</i>	<i>Rendement</i>	10,0	7,50	5,00
	<i>Coût de la culture et de la récolte</i>	20,0	23,3	30,0
	<i>Coût de séchage (t.4.9)</i>	22,0	20,0	18,0
	<i>Amortissement</i>	8,0	10,7	16,0
	<i>Total</i>	50,0	54,0	64,0

(1) Tonnes de produit sec/ha.

Source : Grass n° 15

Tableau A.47 : Evolution des coûts de déshydratation et de culture par tonne de produit sec en fonction du rendement au Royaume-Uni en 1976.





**Tableau A.48 : Prix de revient de la déshydratation au Danemark (en 1975 - 76).**  
(Couronnes danoises/tonne; Francs français/tonne).

	<i>Couronnes danoises</i>	<i>Francs français</i>	<i>%</i>
<i>Approvisionnements (antioxydants)</i>	6,84	5,13	1,6
<i>Salaires, charges sociales</i>	68,40	51,3	16,8
<i>Impôts et taxes</i>	4,10	3,07	1,0
<i>Entretiens et réparations</i>	41,04	30,78	10,0
<i>Carburants, lubrifiants</i>			
- <i>fuel lourd 250 kg/t</i>	109,44	82,08	26,7
- <i>fuel domestique 12 kg/t</i>	9,57	7,18	2,3
- <i>essence, gaz-oil</i>	2,73	2,04	0,6
- <i>graisse, huile</i>	2,73	2,04	0,6
<i>Electricité</i>	20,52	15,37	5,0
<i>Transports</i>			
- <i>matière verte</i>	41,04	30,78	10,0
- <i>produit sec</i>	4,20	3,15	1,0
<i>Assurances</i>	4,10	3,07	1,0
<i>Frais de gestion</i>	20,52	15,37	5,0
<i>Frais financiers</i>	20,52	15,37	5,0
<i>Amortissements</i>	54,72	41,04	13,4
<i>Total</i>	410,47	310,84	100

Source : KISAM

*Kunstørrings Industriens Sammenslutning*

**Tableau A.49 : Caractéristiques techniques des 11 unités de la Vereniging van coöperatieve Grasdrogerijen Pays Bas (1975).**

<i>Usine</i>	<i>Marque du sécheur</i>	<i>Produit vert traité t.</i>	<i>Produit sec t.</i>	<i>Taux de M.S. du four. vert</i>	<i>Nbre d'h. de fonction.</i>	<i>Kg d'eau évaporée par m de gaz</i>	<i>m<sup>3</sup> de gaz /100kg de prod. sec</i>	<i>kwh/100 kg de produit sec</i>
<i>Harich</i>	<i>Van den Brock</i>	27 348	7 866	23,2	2 697	12,2	20	16
<i>Ruinerwold</i>	<i>10 000</i>	26 551	6 686	22,7	2 338	11,27	26	15
<i>Henrik</i>	<i>Gr. V. d.</i>	8 812	3 240	33,1	2 442	7,51	23	15
<i>Idaard</i>	<i>Bosch</i>	6 030	2 099	31,4	1 948	6,76	28	13
<i>Oosterwolde</i>	<i>1 tube</i>	8 005	2 405	27,1	2 396	6,72	35	20
<i>Loënga</i>	<i>Gr. V. d.</i>	13 851	4 855	31,6	2 184	6,98	27	15
<i>Opeinde</i>	<i>Bosch</i> <i>2 tubes</i>	15 100	4 635	27,7	2 522	6,77	33	14
<i>Ommen</i>	<i>Swiss-Combi</i> <i>5 000</i>	5 588	1 545	23,5	1 341	10,90	26	21
<i>Mangtum</i>	<i>V. d. Brock</i> <i>6 000</i>	11 757	3 529	27,1	1 895	9,56	24	14
<i>Heerenven</i>	<i>1 V. d. Brock</i> <i>6 000</i> <i>1 Broere 6 000</i>	26 740	6 599	22,3	1 871	10,54	29	15
<i>Marrum</i>	<i>1 Broere</i> <i>25 000</i>	37 835	10 242	24,4	1 799	10,84	25	10
<i>Total</i>			53 610					
<i>Moyenne</i>				25,4			25 (3)	14,8

(1) Cette usine est la seule utilisant du fuel lourd.  
Il faut 1 kg de F.O. pour évaporer 12,2 kg d'eau

(2) Il faut 20 kg de F.O./100 g de produit sec.

(3) Moyenne calculée sans l'usine de Harich.

Tableau A. 50 : Eléments du prix de revient de la déshydratation aux Pays-Bas (par tonne) (1)  
1975.

Unité : Gulden

Lieu d'installation →	Hartich	Ruinen-wold	Henurik	Iddaard	Ooster-wolde	Loënga	Opetinde	Ommen	Mangtum	Heeren-veen	Marrum	Moyenne (sauf Ommen)
Fabricant du ou des sécheurs	V.d. Brock 1	V.d. Brock 1	Gr. V.d. Bosch 1	Gr. V.d. Bosch 1	Gr. V.d. Bosch 1	Gr. V.d. Bosch 2	Gr. V.d. Bosch 2	Swiss Combi 1	V.d. Brock 1	V.d. Brock 1	Broere 1	
Amortissement et intérêts	42,0	60,0	27,2	35,9	34,5	46,8	38,5	76,2	28,4	26,8	52,9	42,2
Entretien réparations	18,5	26,2	24,6	26,1	28,9	36,7	22,8	14,7	29,6	26,6	13,6	23,5
Assurances	1,3	3,5	4,2	4,0	2,4	3,1	3,6	3,0	1,5	2,0	2,1	2,6
Salaires, charges soc.	27,6	25,5	46,8	48,6	67,8	43,0	41,7	95,1	41,6	32,5	30,1	36,0
Fuel	25,2	35,9	29,3	35,4	43,4	33,1	41,1	35,8	30,8	35,4	33,3	33,5
Electricité	13,8	16,4	13,1	13,3	19,9	13,8	12,0	23,8	12,3	13,9	10,4	13,4
Emballage melasse	6,3	- 2,9	0,6	2,4	0,2	1,8	1,7	0,1	- 2,0	3,3	0,1	1,3
Transport	69,6	53,8	46,0	42,9	44,1	64,4	50,2	76,4	58,2	67,7	78,9	62,5
Coûts divers	11,8	8,5	16,1	16,0	17,2	13,4	12,7	73,8	14,3	11,6	16,0	13,3
Total	216,1	226,9	207,9	224,6	258,4	256,1	224,3	398,9	214,7	219,8	237,6	228,3

(1) Il s'agit d'unités traitant surtout de l'herbe.

Source : Vereniging van Coöperatieve Grasdrogerijen in Nederland, Verlag 1975.

**Tableau A.51 : Prix de revient aux Pays-Bas**  
Moyenne des coopératives membres de la V.C.G.

<i>Coûts</i>	<i>Gulden/t 1975 (1)</i>	<i>%</i>	<i>FF/t 1975</i>	<i>Gulden/t 1976 (2)</i>
<i>Amortissement, intérêts</i>	42,2	18,5	71,3	48,4
<i>Entretien, réparation</i>	23,5	10,3	39,7	26,6
<i>Assurances</i>	2,6	1,1	4,4	2,7
<i>Salaires, charges soc.</i>	36,0	15,8	60,8	35,9
<i>Fuel</i>	33,5	14,7	56,7	52,8
<i>Electricité</i>	13,4	5,9	22,6	20,6
<i>Emballage, mélasse</i>	1,3	0,5	2,2	0,8
<i>Transport</i>	62,5	27,4	195,7	75,9
<i>Coûts divers</i>	13,3	5,8	22,4	15,0
<i>Total</i>	228,3	100	385,8	278,7

(1) La coopérative d'Ommen est exclue.

(2) L'usine de Workum, rentrée en 1976 dans l'Association, est exclue.  
Par ailleurs, les deux coopératives de Henrik et d'Oosterwolde ont fusionné en 1976.

Source : Vereniging van Coöperatieve Grasdrogerijen in  
Nederland, Verslag, 1975.

Tableau A. 52 : Eléments du prix de revient de la déshydratation aux  
Pays-Bas (par tonne)  
- Coopératives membres de la V.C.G.

Unité monétaire (1)	1973		1974		1975		1976	
	G/t	F/t	G/t	F/t	G/t	F/t	G/t	F/t
Coût total	158,1	249,2	180,5	323,3	228,0	393,3	270,0	467
$\frac{\text{Nombre d'h d'utilisat. réelle}}{\text{Nombre d'h d'utilisat. possible}} \%$	87		85,7		55		58	
Coût de l'énergie (monnaie)	18,49	29,16	21,47	38,4	33,2	57,2	50,2	86,9
Coût de l'énergie (% du total)	11,7	11,7	11,9	11,9	14,6	14,6	18,6	18,6
Récolte et transport monnaie	46,3	73,0	53,2	95,2	62,2	107,3	82,3	142,4
% du total	29,3	29,3	29,5	29,5	27,3	27,3	30,5	30,5
Prix du gas G/100 m <sup>3</sup>	6,5	10,2	7,5	13,4	11	18,9	15,7	27,1

(1) G = Gulden  
F = Franc Français

Source : M. LEUTSCHER, I.B.V.L. Wageningen.

**Tableau A. 53** : Evolution du prix de revient (G/t), du coût du gaz (G/t) et du prix du gaz (G/100m<sup>3</sup>) de 1973 à 1976  
Pays-Bas, Coopératives de la V.C.G.

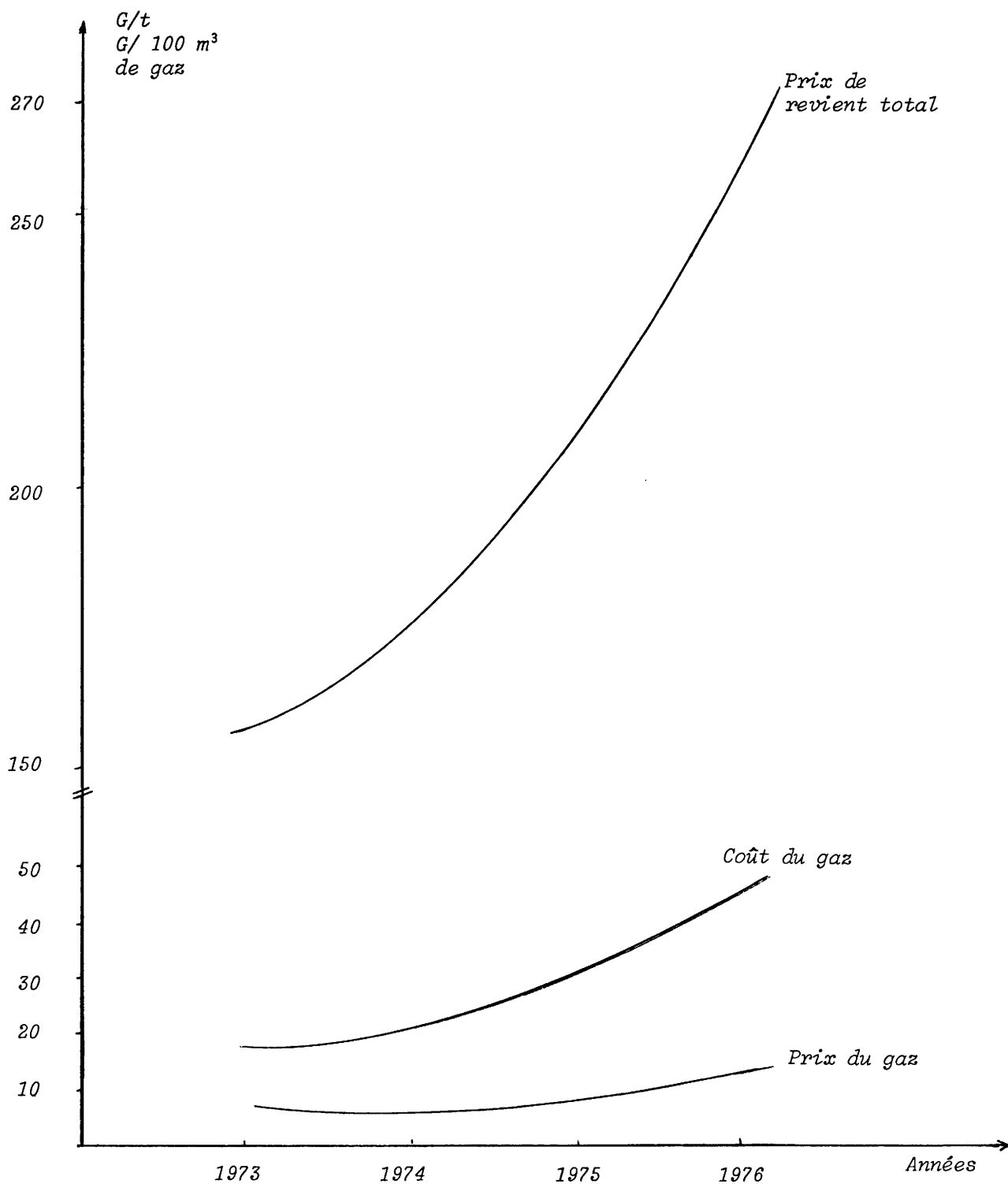


Tableau A.54 : Evolution du prix de revient pour les coopératives de la V.C.G. (Pays-Bas) sur la période de 1964 à 1976.

<i>Année</i>	<i>Prix de revient G/t</i>	<i>Production de l'ensemble des coopératives en t</i>
1964	104,7	41 000
1965	105,5	47 000
1966	116,0	51 000
1967	122,8	54 000
1968	133,4	53 000
1969	142,3	53 000
1970	145,9	58 000
1971	154,9	60 000
1972	155,4	59 000
1973	158,1	75 000
1974	180,5	80 000
1975	228,3	54 000
1976	270,0	51 000

Source : V.C.G.

Tableau A. 55 : Coût de déshydratation de la luzerne dans une coopérative de la plaine du Pô, Italie (1976)  
(Lires/tonne, FF/tonne)

<i>Coûts</i>	<i>Lires/t</i>	<i>%</i>	<i>FF/t</i>
<i>Electricité</i>	4 996,0	6,1	28,9
<i>Salaires, charges soc.</i>	12 233,4	15,3	70,7
<i>Assurances</i>	563,4	0,8	3,3
<i>Frais commerciaux</i>	1 121,4	1,5	6,5
<i>Manutention, récolte</i>	9 453,5	11,8	54,6
<i>Emballages</i>	392,8	0,5	2,3
<i>Fuel</i>	26 980,7	33,5	155,9
<i>Amortissements</i>	8 425,4	10,3	48,7
<i>Frais financiers</i>	16 297,7	20,2	94,2
<i>Total</i>	80 726,6	100	465,1



Tableau A. 56 : Coût d'investissement pour l'installation d'une  
 unité de 10 000 l/h en R.F.A.  
 (Deutsh Mark, 1974)

	Prix d'achat D. M.	Amortissement		Réparation	
		Taux %	Montant	Taux %	Montant
<i>Terrain, frais d'établissement</i>	80 000		-	-	-
<i>Génie civil</i>	70 000	5	3 500	3	2 100
<i>Bâtiments</i>	460 000	5	23 000	1	4 600
<i>Équipement de séchage</i>	805 000	10	80 500	3	24 150
<i>Matériel de manutention sur le carreau (tracteur)</i>	40 000	15	6 000	6	2 400
<i>Mobilier de bureau</i>	5 000	10	500	-	-
<i>Total</i>	1 460 000	-	113 500	-	33 250

Source : Dr B. GEISLER, 1975, op. cité.

Tableau A.57 : Coût de fonctionnement d'une unité de 10 000 l/h en R.F.A. (Bavière, 1974).

Coûts	D.M./t de produit sec	sans subvention	%	avec subvention (1) D.M./t
Amortissements	113 500	28,4	13,1	42
Réparations	33 250	8,3	3,9	8,3
Frais d'exploitation	10 000	2,5	1,1	2,5
Impôts, assurances	32 000	8,0	3,7	8,0
Salaire de l'ouvrier permanent	37 000	9,3	4,3	9,3
Salaire des ouvriers saisonniers	45 600	11,4	5,2	11,4
Fuel : 350 l/0,25 DM		87,5	40,1	87,5
Electricité : 130 kwh x 0,135 DM		17,5	8,0	17,5
Frais financiers 3 % de l'investist		11,0	5,0	5,5
Récolte et transport approvisionnement de l'usine en four- rages verts		34,0	15,6	34,0
Total		217,9	100	198,2

(1) Le Land de Bavière accorde une subvention de 50 % de l'investissement pour les unités de déshydratation.

Source : id tableau A.56

**Tableau A. 58** : Coût de fonctionnement d'une unité de déshydratation mobile de 2 500 l/h en R.F.A. (1974).

- Prix d'achat du sécheur : 220 000 D. M. -

	D.M./t (1)	%
<i>Amortissement : 10 % du prix d'achat</i>	36,7	20,0
<i>Réparation, entretien : 5 % du prix d'achat</i>	18,3	10,0
<i>Intérêts : 3 % du prix d'achat</i>	11,0	5,9
<i>Abri, assurance : 1,5 % du prix d'achat</i>	5,5	2,9
<i>Fuel : 350 l/t x 0,25 DM/l</i>	87,5	47,7
<i>Huile : 15 l/100 h x 2,2 DM/l</i>	0,6	0,3
<i>Gas-oil : 17 l/h x 0,40 DM/l</i>	11,3	6,3
<i>Autres lubrifiants</i>	1,3	0,7
<i>Salaire, charges sociales</i>	10,0	5,5
<i>Coût de traction pour le sécheur</i>	1,3	0,7
<b>Total</b>	<b>183,5</b>	<b>100</b>

(1) Le produit est sous forme de "bricketts" ; le sécheur fonctionne 1 000 h/an avec une production de 0,6 t de produit sec/heure, soit une production annuelle de 600 t.

Source : id tableau A. 56.

Tableau A .58 bis : Caractéristiques technico-économiques des céréales, de la betterave à sucre et des fourrages verts à déshydrater au Danemark (1973-74, 1974, 1975) (Couronnes danoises /ha).

	céréales		betterave à sucre		luzerne		herbe	
	73-74	74-75	73-74	74-75	73-74	74-75	73-74	74-75
<i>capital engagé</i>	11 572	13 862	16 395	19 251	10 150	11 237	8 172	7 450
<i>prix de vente Kr/q</i>	79,35	80,50	14,62	15,72	22,95	23,10	25,09	26,75
<i>produit brut</i>								
<i>. produit vendu</i>	1 333	1 519	5 555	6 161	2 210	2 341	2 440	2 841
<i>sous produits</i>								
<i>. grain pour animaux</i>	1 805	1 953	-	-	-	-	-	-
<i>. variation de stock</i>	- 29	181	-	-	-	-	-	-
<i>. paille</i>	96	191	-	-	-	-	-	-
<i>. collet et pulpe</i>	-	-	898	901	-	-	-	-
<i>rendement q/ha (grain produit principal)</i>	39,18	45,38	380,0	391,9	9 630	10 131	9 725	10 621
<i>fumure</i>								
<i>. engrais azoté</i>	135	196	250	336	21	35	523	558
<i>. engrais potassique et phosphorique</i>	105	126	283	370	307	256	332	521
<i>. fumier</i>	72	94	206	265	63	119	164	151
<i>temps de travail (h/ha)</i>	23	22	77	74	9	12	16	8

Source : Rengskabsresultater fra danske landbrug i året 1974-75 II  
 Det landøkonomiske Duftsbureau Beretning 59

**Tableau A. 59 : Coûts variables, coûts fixes et marges des céréales, de la betterave à sucre, de l'herbe et de la luzerne au Danemark.**  
(Couronnes danoises /ha).

	céréales		betteraves à sucre		luzerne		herbe	
	73-74	74-75	73-74	74-75	73-74	74-75	73-74	74-75
produit brut	3 205	3 844	6 453	7 062	2 210	2 341	2 440	2 841
coûts variables 1								
. semences	155	197	227	231	130	212	68	99
. engrais	316	416	739	971	391	410	1 019	1 230
. transport et séchage	23	43	418	457	-	-	-	-
. traitements	66	76	273	369	2	8	94	1
. énergie	43	62	105	134	28	34	17	17
. frais de contrats	112	120	134	174	25	3	25	17
. intérêt	12	15	3	4	-	-	-	-
total coûts 1	727	929	1 899	2 340	576	667	1 223	1 364
marge brute 1	2 473	2 915	4 554	4 722	1 634	1 674	1 217	1 477
coûts fixes spécifiques 2								
. travail	417	500	1 471	1 725	177	269	269	193
. entretien des machines	237	249	434	537	74	88	110	55
. amortissement	223	261	344	451	72	80	119	65
. intérêt	52	62	79	98	16	19	34	16
total coûts 2	929	1 072	2 328	2 811	339	456	532	329
marge brute 2	1 549	1 843	2 226	1 911	1 295	1 218	685	1 148
coûts fixes 3								
. impôts et taxes	157	208	241	309	196	221	92	143
. assurances	-	32	-	39	-	26	-	21
. divers	70	59	137	116	62	56	48	40
. entretien bâtiments	36	31	41	53	11	11	12	8
. amortissement bât.	43	44	41	41	12	13	17	11
. amendements, améliorations foncières	44	49	58	44	55	54	58	48
. intérêts	399	477	575	669	390	431	292	282
. frais de gestion	344	402	638	727	306	398	240	246
Coûts totaux 3	1 093	1 302	1 731	1 998	1 032	1 210	759	799
Total général	2 749	3 303	5 958	7 149	1 947	2 333	2 514	2 492
Marge nette	456	541	495	- 87	263	8	- 74	349
Revenu du travail	1 217	1 444	2 604	2 365	746	675	435	788
Revenu horaire du travail	53	66	34	32	83	56	27	99

Source : Regnskabsresultater fra danske landbrug i året 1974-75 II  
Det landøkonomiske Duftsbureau Beretning 59

**Tableau A. 60 : Comparaison des marges de blé d'hiver et de la luzerne dans la région Lolland-Falster (couronnes danoises/ha) Danemark.**

	<i>blé d'hiver</i>		<i>luzerne (1)</i>	
	<i>1976</i>	<i>prévision 77</i>	<i>1976</i>	<i>prévision 77</i>
<i>Prix de vente/q</i>	<i>94,00</i>	<i>100,00</i>	<i>37,00</i>	<i>40,00</i>
<i>Rendement q/ha</i>	<i>59</i>	<i>58</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<i>Produit Brut</i>	<i>5 546</i>	<i>5 800</i>	<i>4 440</i>	<i>5 200</i>
<i>Coûts variables</i>				
<i>. semences</i>	<i>252</i>	<i>280</i>	<i>375</i>	<i>375</i>
<i>. nitragine</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>15</i>	<i>20</i>
<i>. fumure azotée</i>	<i>336</i>	<i>300</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>. fumure phosphopotassique</i>	<i>290</i>	<i>285</i>	<i>690</i>	<i>625</i>
<i>. désherbant</i>	<i>75</i>	<i>65</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>. séchage</i>	<i>60</i>	<i>60</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>. intérêt</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>167</i>	<i>195</i>
<i>Total</i>	<i>1 013</i>	<i>990</i>	<i>1 247</i>	<i>1 215</i>
<i>Marge brute 1</i>	<i>4 533</i>	<i>4 810</i>	<i>3 193</i>	<i>3 985</i>
<i>herbage</i>	<i>70</i>	<i>70</i>	<i>40</i>	<i>40</i>
<i>passage semoir</i>	<i>75</i>	<i>75</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>roulage</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>épandage d'engrais</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>désherbage (pulvérisation)</i>	<i>45</i>	<i>45</i>		
<i>protection sanitaire</i>	<i>125</i>	<i>120</i>	<i>120</i>	<i>130</i>
<i>traitement</i>	<i>165</i>	<i>165</i>		
<i>récolte transport</i>	<i>425</i>	<i>455</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>broyage paille</i>	<i>80</i>	<i>85</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>déchaumage</i>	<i>40</i>	<i>45</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>labour</i>	<i>170</i>	<i>185</i>	<i>85</i>	<i>95</i>
<i>Total</i>	<i>1 265</i>	<i>1 315</i>	<i>305</i>	<i>325</i>
<i>Marge brute 2</i>	<i>3 268</i>	<i>3 495</i>	<i>2888</i>	<i>3 660</i>

(1) = luzerne implantée à l'automne et exploitée deux ans.

Source : Bidragsregnskaberne 1976-77. Loll-Falsterske Land Bforeninger.

Tableau A. 61 : Revenu de la culture de luzerne dans le département de la Marne (France) en 1975 F.F./ha/an (1)

<i>rendement q/ha</i>	111
<i>prix de vente F.F./q</i>	21,0
<i>Produit Brut</i>	2 331
<i>Coûts variables</i>	
<i>. semences</i>	156,5
<i>. engrais Ng</i>	13
<i>P</i>	200
<i>K</i>	234
<i>. pesticides</i>	110
<i>Total approvisionnements</i>	713,5
<i>1 semis</i>	37,5
<i>2 épandages des engrais de fonds</i>	55
<i>2 épandages de magnésie</i>	55
<i>3 traitements</i>	33
<i>2 passages cover-crop</i>	55
<i>Total frais variables</i>	949
<i>Marge brute</i>	1 382
<i>Frais fixes</i>	
<i>. impôts et taxes</i>	40
<i>. fermage</i>	174
<i>. assurances</i>	20
<i>. divers</i>	27
<i>. frais de gestion</i>	25
<i>Total frais fixes</i>	286
<i>Marge nette</i>	1 096

Source : C.D.E.R. de la Marne

(1) Il s'agit d'une luzerne semée sous couvert de céréales, exploitée deux ans avec un rendement moyen de 11,1 tonnes de produit sec/ha. Les frais variables à engager au semis sont donc le double de ceux indiqués ici ; pour les engrais, on reprend une quantité égale chaque année.

Tableau A. 62 : Comparaison des revenus de différentes cultures dans le département de la Marne (France), 1975 F.F./ha

<i>culture</i>	<i>rendement moyen(q/ha)</i>	<i>produit brut</i>	<i>coût total de la culture</i>	<i>marge nette</i>
<i>blé tendre</i>	48	3 310(1)	2 185	1 125
<i>escourgeon</i>	52	3 300(1)	2 185	1 115
<i>maïs grain</i>	53	3 620	2 800	820
<i>luzerne</i>	110	2 331	1 235	1 096
<i>betterave</i>	430	5 590(2) (3)	4 100	1 990
<i>orge</i>	33	2 180(1)	2 000	180

(1) *il faut rajouter la paille dans l'éventualité où elle serait récoltée*  
*blé : 6 tonnes 700 F/ha*  
*escourgeon, orge : 4,5 tonnes 530 F/ha*  
*Il faudrait évidemment déduire les frais de ramassage et de pressage.*  
*Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif, le prix de la paille étant très variable.*

(2) *en quota A*

(3) *Il faudrait également comptabiliser le sous-produit pulpe*

*Source : C.D.E.R. de la Marne et estimations.*



Tableau A. 63 : Frais de culture et prix de revient des productions végétales destinées à la déshydratation agricole dans l'Ouest de la France (F.F. - 1975).

<i>culture</i>	<i>rendement/ tonnes de M.S./ha</i>	<i>engrais F/ha</i>	<i>semences traite- ments F/ha</i>	<i>façons cul- turales F/ha</i>	<i>frais géné- raux</i>	<i>prix de revient F/t de bouchons</i>
<i>maïs</i>	6 14	816	327	957	286	357 154
<i>ray-grass italien</i>	12	896	194	376	286	132
<i>fétuque</i>	10 12					130 108
<i>dactyle</i>	9 10	859	117	184	286	144 130
<i>prairie temporaire</i>	8 10					162 130
<i>luzerne</i>	10 11	447	266	235	286	111 92

Source : Centre d'Economie Rurale et de Gestion d'Ille-et-Vilaine, Rennes.

Tableau A. 64 : Coûts de récolte et de culture de l'herbe et de la luzerne au Royaume-Uni dans le cas d'une usine de 10000 l/h et d'une installation à la ferme de 2 500 l/h (£/tonne 1975).

	10 000 l/h		2 500 l/h
	herbe	luzerne	herbe
<i>rendement en fourrage déshydraté t/ha</i>	12,5	10	12,5
<i>production annuelle (t)</i>	5 000		1 000
<i>engrais</i>	12,44	4,44	12,44
<i>semences et installation</i>	0,90	1,50	0,90
<i>traitements</i>	0,30	-	-
<i>main-d'oeuvre</i>	3,00	3,00	2,25
<i>frais de matériel (avec carburants) (1)</i>	2,76	3,22	1,63
<i>fermage</i>	3,20	4,00	3,20
<i>frais de gestion (2)</i>	1,20	1,20	-
<i>frais généraux (2)</i>	1,6	2,0	1,60
<i>total</i>	25,40	19,36	22,02
<i>total estimé 1976</i>	28,00	20,00	-

Source : T.W.D. Theophilus, *op. cit.*

(1) Les amortissements ne sont pas compris.

(2) Il n'y a qu'un seul poste "frais de gestion" et "frais généraux" pour l'ensemble production récolte déshydratation stockage commercialisation. La valeur fournie ne correspond donc pas ici à la part imputable à la production.



- ANNEXES TECHNIQUES -

## ANNEXE I

### DESCRIPTION SUCCINTE DES PROCÉDES DE CONSERVATION AUTRES QUE LA DESHYDRATATION

Cette présentation vise seulement à préciser les caractéristiques essentielles des procédés de conservation des fourrages verts autres que la déshydratation; elle ne saurait constituer une étude complète des techniques évoquées.

Dans le cadre d'une étude technico-économique, il convient de dépasser la description des principes de conservation pour englober l'ensemble des opérations techniques liées aux méthodes.

Par définition, la succession des travaux nécessaires à la mise en oeuvre d'un procédé de conservation (chaîne de récolte et de transport du produit avant stockage, matériel de manutention du fourrage stocké...) et le procédé lui-même pour sa réalisation (matériel, bâtiment, aire de stockage, silos...) forment un système de conservation.

Nous décrivons ci-dessous les différents systèmes rencontrés dans la Communauté pour conserver des produits végétaux récoltés à de fortes teneurs en eau et destinés à l'alimentation animale principalement bovine. Ils se partagent entre la conservation par voie sèche et celle par voie humide.

#### I - CONSERVATION PAR VOIE SECHE

Celle-ci comprend la fenaison au sol ou fanage naturel (foin séché au soleil) et le séchage par ventilation sous abri.

##### A - La fenaison naturelle

Une fois la fauche du fourrage exécutée, le fanage au champ consiste :

- . soit à laisser celui-ci sécher au sol jusqu'à complète dessiccation (fenaison au sol),
- . soit à disposer le fourrage ayant subi un préfanage de durée variable sur toute l'étendue de la prairie, en séchage vertical (moyettes, supports siccateurs de différents modèles). Cette pratique, très exigeante en main-d'oeuvre par suite d'une incapacité de mécaniser la mise en moyettes ou sur siccateurs, présente l'avantage d'assurer en conditions géographiques ou en années climatiquement difficiles, une dessiccation correcte du foin, malgré la présence d'épisodes pluvieux. Cette formule semble en voie de disparition, même dans les zones montagneuses.

Le fanage au sol, formule la plus répandue en fenaison naturelle, nécessite la succession des opérations classiques suivantes, toutes mécanisées :

- coupe du fourrage avec ou sans conditionnement des plantes fauchées.

Les faucheuses conditionneuses (système à fléaux ou à rouleaux) réalisent le conditionnement en écrasant les tiges et en comprimant les feuilles, ce qui a pour effet d'accélérer le séchage (pertes d'eau doublées pendant les heures favorables de la journée).

- fanage, marqué par l'éparpillement et le retournement du fourrage humide en vue de hâter sa dessiccation. Cette opération s'accompagne ordinairement du regroupement en andains, pour éviter la reprise d'humidité nocturne (usage de matériels polyvalents aptes à réaliser fanage et andainage).
- ramassage du foin sec, avec ou sans pressage préalable, chargement et transport, manutention et stockage. Parmi les diverses chaînes modernes de récolte mettant en oeuvre le minimum de personnel, citons :
  - . le pressage au champ du fourrage sec en petites bottes (10 à 20 kg), le ramassage mécanique (chargeur latéral ou incorporé à la remorque basculante, remorque autochargeuse-déchargeuse), la manutention sous hangar par transporteur-élévateur.
  - . le ramassage du foin en vrac à la remorque auto-chargeuse et le transport à l'exploitation, la manutention et le dépôt sous hangar, opéré par griffe et pont roulant.
  - . le pressage en grosses balles (600 kg), ou en meules, la reprise par un appareillage spécifique, le dépôt en plein air ou sous abri (Pratique rare jusqu'à présent).

## B - La Ventilation du fourrage sous abri

Cette méthode a été mise au point dans les pays européens au climat humide (Angleterre, Belgique, Hollande, Allemagne, Suisse...) où la réussite du fanage au sol restait aléatoire et en remplacement souvent du séchage vertical précédemment évoqué, trop exigeant en personnel.

Le principe revient à achever sous abri la dessiccation commencée au champ, en soumettant le fourrage préfané au sol et disposé sur une aire de séchage spécialement aménagée, à l'action d'un courant d'air froid ou légèrement réchauffé (réchauffement de 5 à 7 ° par rapport à la température ambiante extérieure). Il s'agit de laisser séjourner le fourrage coupé sur le terrain pendant un temps réduit (préfanage), tout en cherchant ultérieurement à le stabiliser rapidement par ventilation.

Cette technique, qui permet de s'affranchir en grande partie des aléas climatiques, fait partiellement appel au fanage traditionnel pour conduire, sur le terrain et dans les meilleurs délais, le fourrage au degré de siccité requis (le produit peut rentrer sous abri à partir d'une humidité voisine de 45 à 50 %). Pour tirer pleinement partie de la technique, il faut conditionner le fourrage lors de la fauche (séjour au champ de 36 à 48 heures) employer une chaîne vrac de récolte et de manutention (défectuosité du séchage avec des bottes autres que des balles basse densité, difficiles à manutentionner mécaniquement).

En conséquence, la succession la plus recommandable comporte : fauche et conditionnement, fanage et andainage, récolte vrac avec ou sans hachage, transport jusqu'à l'aire de ventilation, chargement de celle-ci à l'aide d'une griffe assujettie à un pont roulant ou mieux avec une poutre roulante munie d'un dispositif d'éparpillement.

Pour assurer une dessiccation rapide, sans risque d'altérations, il est nécessaire de répartir le fourrage uniformément sur toute la surface de l'installation, de le déposer sur une épaisseur n'excédant pas 0,80 à 1 m sans tassement, et de ventiler tant que l'humidité n'atteint pas 15 %.

En dépit d'une excellente efficacité et d'une mécanisation quasiment intégrale, cette technique a connu une extension lente. Assez répandue en zone de demi-montagne, où l'ensilage est souvent interdit pour la fabrication du fromage, le séchage par ventilation se trouve concurrencé dans d'autres régions par l'ensilage, procédé moins contraignant et mieux vulgarisé.

## II - CONSERVATION PAR VOIE HUMIDE

### L'ensilage

La conservation humide par ensilage repose sur l'abaissement du pH opéré par des processus fermentaires mettant en jeu des agents bactériens (ferments lactiques) s'alimentant aux dépens des éléments nutritifs contenus dans les cellules végétales mortes. L'acidification interdit ou limite la prolifération des microorganismes nuisibles et assure une stabilisation du produit pour une durée variable.

La réussite de l'ensilage nécessite les conditions générales suivantes :

- . absence d'air (ou anaérobiose) obtenue par tassement d'un fourrage haché au préalable et conservé en silo étanchéisé ;
- . teneur assez élevée en matière sèche (taux optimum 30 %) et en sucres fermentescibles (pourcentage minimum de 13 à 14 %).

L'insuffisance de sucres solubles, l'excès d'azote, un pouvoir tampon élevé et une trop forte richesse en eau, sont autant de facteurs défavorables à la réussite de l'ensilage (cas des légumineuses, des graminées jeunes, des crucifères fourragères, des pulpes et collets de betteraves...).

Divers progrès technologiques successifs ont été accomplis depuis quelques années, certains étant tributaires du perfectionnement réalisé au niveau du matériel agricole, ils conduisent tous à une nette amélioration du procédé :

- . les uns tendent à favoriser les processus fermentaires. Ainsi, la finesse de coupe accélère le départ en fermentation et réduit la nécessité d'un tassement important. Le préfanage augmente le taux de matière sèche du fourrage, stimule l'activité des bactéries lactiques, réduit les pertes par écoulement des jus et restreint le danger de pollution des eaux en même temps qu'il améliore les performances zootechniques (accroissement des quantités ingérées par les animaux). L'usage de films plastiques de bonne qualité permet de réaliser une fermeture rapide et étanche de silos édiflables à la ferme (silos horizontaux, tranchées, couloirs ou taupinières). L'ensilage sous vide partiel, assure la conservation parfaite des espèces les plus difficiles à en-

siler, telles les légumineuses (le fourrage, enfermé dans une bâche en copoly étanchéisé, est placé en atmosphère raréfiée en oxygène grâce à l'application d'un vide partiel).

- . d'autres, comme l'adjonction de produits conservateurs, visent à empêcher les fermentations indésirables en faisant chuter rapidement le pH ou exercent une action stabilisatrice). Les plus récents se substituent avantageusement aux composés glucidiques (mélasse, lactosérum...) destinés à enrichir le fourrage en sucres fermentescibles et comportent des substances chimiques variées (acide formique et dérivés, formiate de calcium et nitrite de soude, acide sulfurique et formol...). D'application facile, ils représentent un atout supplémentaire de réussite dans le cas d'espèces réputées impossibles à ensiler (luzerne...) ou lorsque le fourrage récolté est trop humide.

A la mécanisation intégrale des chantiers d'ensilage et de confection des silos, sont venus s'ajouter, dans les exploitations d'élevage dotées de silos horizontaux, des matériels d'extraction et de distribution de l'ensilage (désileuses) qui simplifient et rationalisent les opérations de rationnement des troupeaux. Le stockage en silos verticaux ou silos tours, a longtemps souffert d'une inadaptation des engins de remplissage et de désilage.

Les systèmes types de conservation par ensilage entièrement mécanisés comportent, en stockage horizontal, l'association des opérations et des machines suivantes :

- . type maïs ou herbe ensilée directement : récolte et chargement des remorques (ramasseuse hacheuse à couteaux ou ensileuse), transport champ-silo (remorques), déchargement-chargement et tassement (tracteurs éparpilleur et tasseur), fermeture du silo, désilage et distribution (désileuse).
- . type herbe préfanée : coupe et conditionnement (faucheuse conditionneuse), fanage - andainage - récolte (ensileuse avec pick up) - transport champ-silo... - déchargement - chargement et tassement (tracteurs éparpilleur et tasseur), fermeture du silo, désilage et distribution (désileuse).



## ANNEXE II

### DESCRIPTION DES TECHNIQUES DE RECOLTE, DE DESHYDRATATION, DE CONDITIONNEMENT ET DE STOCKAGE DES FOURRAGES DESHYDRATES .

#### I - L'APPROVISIONNEMENT DE L'INSTALLATION EN FOURRAGES RECOLTE ET TRANSPORT.

##### A. - Importance à accorder au programme fourrager

. les contraintes techniques et économiques de la déshydratation conduisent à attacher une grande importance à l'approvisionnement fourrager de l'unité. L'établissement préalable d'un programme fourrager répond à ce souci, en tentant de concilier les impératifs de l'usine (approvisionnement régulier en un produit répondant à des normes précises de qualité) et les contraintes d'exploitation des fourrages.

. Le programme fourrager détermine au niveau des unités agricoles traitant plusieurs fourrages, la répartition des surfaces entre espèces à déshydrater; il précise le nombre de coupes par an et s'accompagne d'un planning prévisionnel d'ensemencement des cultures retenues. Pour les installations industrielles dont l'activité repose sur un nombre plus restreint d'espèces, parfois une seule comme la luzerne, la mise au point du plan fourrager réclame un soin comparable.

. La bonne organisation du chantier de récolte et de transport des fourrages, joue un rôle essentiel dans la réalisation pratique du programme fourrager. Les défauts d'alimentation en fourrage de l'unité de séchage, liés aux pannes du chantier de récolte, ont des conséquences catastrophiques au niveau de l'usine (diminution du débit horaire en produit sec, réduction du tonnage produit, accroissement de la consommation énergétique...) et de la production végétale (retards d'exploitation des cultures entraînant une diminution de la qualité). Compte-tenu des capacités techniques souvent très importantes des unités, du matériel de récolte existant sur le marché et de son coût, la mise en place d'un chantier de récolte réellement adapté aux besoins de l'usine se révèle généralement délicate et progressive.

##### B. - Récolte et transport des fourrages

###### 1 - Dimensions du chantier de récolte et contraintes

Le fonctionnement harmonieux et économique d'une installation suppose son approvisionnement régulier en produit frais; ceci réclame un très grand doigté, né de l'expérience.

Le premier élément à prendre en compte pour atteindre cet objectif, concerne l'évaluation du tonnage de fourrage à récolter journallement, compte tenu, d'une part, du rendement par unité de surface et de l'humidité du produit après récolte, et d'autre part, du débit journalier de l'installation, fonction de ses caractéristiques physiques et humaines (capacité évaporatoire, technicité du personnel...) et de la durée journalière de fonctionnement. Pratique-

ment, cela revient à prévoir la dimension des chantiers de récolte ; cette prévision théoriquement accessible par calcul, demande à être modulée en raison de contraintes diverses.

#### .a) Dimensions journalières du chantier de récolte

Connaissant la capacité évaporatoire d'une unité, il est relativement aisé de déterminer, du moins en théorie, ses besoins journaliers en fourrage et sa production potentielle annuelle en produit fini.

#### . Calcul du débit journalier de fourrage :

Nous prendrons à titre d'exemple, le cas d'une usine de capacité évaporatoire 10 000 kg d'eau évaporée à l'heure, travaillant 120 heures par semaine, de mai à Novembre. La déshydratation fait passer la teneur en matière sèche du fourrage de 20 % environ à 90 % dans le bouchon déshydraté. Une tonne de fourrage vert à 18 % de matière sèche fournit donc 180 kg de matière sèche, soit 200 kg de granulés (10 % d'eau) et 800 kg d'eau. Sur la base de la capacité évaporatoire de 10 000 litres eau/heure, le débit moyen horaire calculé correspond à 12,5 tonnes de produit vert à l'heure, soit 2,25 t de matière sèche/heure (ou 2,5 tonnes déshydratées à 10 % d'eau). Pour une journée de travail de 24 heures, on obtient donc une production de 60 tonnes de granulés (ou 54 t. de matière sèche) à partir de 300 tonnes de matière verte traitée (quantité requise).

Le chantier de récolte ne travaillant en général que de 10 à 15 heures par jour, il faut prévoir son équipement en conséquence. Ainsi, dans l'exemple précédent, pour une durée de travail du chantier de récolte de 12 heures, les débits journaliers de celui-ci doivent être de 25 tonnes de produit vert par heure, soit 4,5 tonnes de matière sèche. La production du fourrage sur pied se situant, en coupes de printemps, à environ 4 tonnes de matière sèche par hectare, le chantier de récolte doit donc être en mesure de faucher et transporter la production d'un hectare en une heure de travail.

#### . Production annuelle de fourrage déshydraté

En ce qui concerne la production annuelle, un calcul simple reprenant les éléments précédents, montre que l'on peut estimer à 9 000 tonnes de granulés déshydratés, la production annuelle (6 000 heures de durée de fonctionnement) d'une usine de capacité de 10 000 l/heure, dans les conditions françaises de production et en année favorable où le programme fourrager peut être respecté de mai à novembre sans "trous" de production. En fait, ce tonnage potentiel est rarement atteint, en raison d'aléas inhérent à la fourniture végétale (irrégularités saisonnière et interannuelle des rendements) et à la conduite des chantiers de récolte (pannes, mauvais temps ...) ou de l'installation (panne, régulation défectueuse du séchage...) Avec une telle capacité évaporatoire, une production de 9 000 tonnes de bouchons s'observe quand l'unité traite en arrière saison, du maïs plante entière ou des pulpes betteravières.

Il est donc finalement malaisé de déterminer précisément le nombre d'hectares déshydratés correspondant, puisque les espèces herbacées sont récoltées sur plusieurs coupes et que le rendement des cultures varie sensiblement selon les éléments climatiques.

**Tableau II - 1 : Critères guidant le choix technique du matériel de récolte et de transport.**

<i>Matériel de récolte et de transport</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Chargement direct</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Camion suivant l'automotrice dans le champ. (10-15 t. charge utile)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Pas de temps-morts pour la récolteuse.</li> <li>. Chargement meilleur des camions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. En cas de chantiers éloignés, le temps passé par le camion sur le champ (15 mn environ) grève son temps de transport. Deux camions pour une récolteuse peuvent être insuffisants.</li> <li>. Problèmes de portance en parcelle humide. (3)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Semi-remorque attelée à la récolteuse, puis reprise par un tracteur routier.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Chargement meilleur des camions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Matériel de grande capacité (semi-remorque de 30-40 m<sup>3</sup>), et de forte puissance (automotrice de 300 CV) donc coûteux.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Chargement d'une benne attelée (tractée) ou incorporée (trémie) à déchargement latéral ou arrière.</u> Vidange dans des containers placés en bout de parcelle et repris par camion. Capacité des trémies : 8-10 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Indépendance de la récolteuse par rapport aux camions.</li> <li>. Intérêt en cas de parcelles exigües, ou en pente.</li> <li>. Intérêt sur sols portant mal (automotrice équipée de pneus larges).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Temps-morts nombreux pour l'ensileuse au moment de la vidange de la benne. (perte d'environ 15 mn par hectare)</li> <li>. Chargement médiocre des containers (foisonnement du fourrage)</li> </ul>

- (1)- Capacité des machines sur une première coupe étalée sur 15 jours pour un rendement de 3 à 4 tonnes de matière sèche/ha.
- (2)- Capacité des machines pour une saison de 3 à 4 semaines, rendement de 10-11 tonnes de matière sèche / ha en maïs.
- (3)- Avec des risques de tassement préjudiciables au rendement ultérieur de la culture.

Source : F.D.C.U.M.A. d'Ille-et-Vilaine - France.

## . b) Contraintes du chantier de récolte

Au respect d'un débit journalier optimal s'ajoute pour le chantier de récolte la nécessité de fournir un produit haché finement (brins de 2 à 3 cm) de façon à favoriser le séchage à l'usine (meilleure régularité de dessiccation et bilan calorifique amélioré).

Un choix judicieux du matériel de récolte et de transport s'avère donc nécessaire. Il doit s'appuyer sur quelques contraintes supplémentaires (cf. aussi tableau 11) :

- . l'accès des parcelles et leur surface conditionnent l'efficacité du matériel de récolte. Pour des matériels de grandes dimensions ou de grande capacité, il est souhaitable de travailler dans des parcelles d'au moins deux hectares, ce qui s'avère parfois difficilement réalisable dans certaines régions.
- . la distance des parcelles à récolter depuis l'usine doit être minimale. Les calculs situent à 20 km le rayon d'action souhaitable d'une unité de 10 000 l/h. Si des chantiers plus éloignés se trouvent à l'occasion, ils devraient normalement correspondre à des parcelles de grande taille. Au niveau du planning de grande taille. Au niveau du planning de récolte, un effort doit être tenté pour regrouper dans une même zone géographique et au cours d'une même période, les déplacements du chantier de récolte. Ce découpage géographique offre, en outre, l'avantage de pouvoir définir dans le programme fourrager, des ordres de passage. Ainsi les luzernes récoltées en premier une certaine année, seront exploitées l'année suivante dans un groupe différent (récolte plus tardive), ce qui évite de nombreuses contestations entre l'unité et les producteurs.
- . l'expérience montre que lorsque le rendement sur pied des cultures à déshydrater devient inférieur à 2 tonnes de matière sèche par hectare, la vitesse accrue de récolte ne compense pas la perte de temps due à la nécessité de récolter une surface plus grande, pour satisfaire les besoins de l'usine. Cette contrainte souligne la nécessité d'intensifier la production fourragère (fertilisation, désherbage, irrigation éventuelle...). Au niveau du programme fourrager, il faut apporter une grande attention à la répartition du rendement des cultures fourragères exploitées sur plusieurs coupes, en fonction des dates de coupe programmées. Dans le cas des luzernes exploitées sur 4 coupes par an et des fétuques exploitées à raison de 5 à 6 coupes annuelles, il convient d'éviter que la dernière repousse ne se situe trop tard à l'automne, car elle correspond alors à des tonnages faibles.

## 2) Organisation du chantier de récolte et de transport du fourrage

L'organisation d'un chantier de récolte pour la déshydratation s'apparente à celle d'un chantier d'ensilage, mais des contraintes supplémentaires apparaissent. La capacité de traitement de l'usine nécessite de recourir à un matériel puissant capable de réaliser un hachage fin. L'éloignement des parcelles à récolter conduit à utiliser des camions pour le transport du fourrage. Enfin, si théoriquement une machine automotrice classique (débit de 30 à 40 t de matière verte à l'heure) peut assurer la fourniture d'une usine de capacité de 10 000 l/h, les unités doivent souvent, dans la pratique, se suréquiper pour faire face aux multiples aléas (pannes, éloignement des champs, mauvais temps...). Compte-tenu du budget important que peut représenter le poste "récolte" dans une unité de déshydratation pendant la phase de démarrage, on observe souvent une progression dans l'équipement du matériel de récolte et de transport, avec parfois des

formules transitoires comme le recours à des entreprises (travail à façon) et l'achat de matériel d'occasion pour les machines surnuméraires intervenant en dépannage.

. Parmi les nombreuses variantes retenues pour organiser la récolte et le transport du fourrage, nous distinguerons deux formules : les chantiers réalisant une coupe directe et ceux travaillant avec préfanage. Ceux-ci diffèrent principalement par les opérations de récolte :

- en coupe directe, le fourrage coupé, haché et déversé dans les ben-nes de transport, sera acheminé dans des délais brefs vers le carreau de l'usine,
- en préfanage, le fourrage coupé séjourne quelques heures sur le champ pour éliminer une partie de l'eau, puis sera repris et haché avant d'être transporté.

Le transport s'effectue selon deux modes principaux présentant divers avantages et inconvénients discutés dans le tableau II-2, à savoir :

- le chargement direct d'un camion ou d'une remorque par la récolteuse en coupe directe, ou le système de reprise (pick up) en préfanage ;
- le stockage intermédiaire du fourrage haché dans une benne tractée ou incorporée à la récolteuse, puis le déversement du produit dans des containers déposés en bordure de champ.

#### .a) Chantiers en coupe directe

- Le choix de la récolteuse s'est vite orienté vers l'automotrice, plus aisée à conduire et plus puissante que les récolteuses tractées. Ces automotrices se situent dans une gamme de puissance assez large (150 à 300 CV) et réalisent une coupe fine, grâce à un système hâcheur, constitué de 6 à 8 couteaux portés par un cylindre et d'un contre-couteau.

Des progrès importants ont porté sur ces matériels, équipés de barres de coupe d'une largeur allant de 1,80 m à 4,00 m et capables de recevoir des équipements spéciaux (becs pour la récolte du maïs, pick up pour la reprise du fourrage préfané). Parmi les caractéristiques prises en compte par les unités, figurent, outre le prix total, la puissance de l'engin et sa capacité horaire de travail qui définissent respectivement, la dépense énergétique et le temps nécessaire à la récolte d'un hectare d'herbe ou de maïs (voir à titre d'exemple, le tableau II-2, qui donne un aperçu du matériel disponible en France en 1977).

- Une diversité plus importante se manifeste au niveau des formules retenues pour le transport. L'utilisation de tracteurs et de remorques ne peut s'envisager que dans le cas d'une déshydratation à basse température (équipement fermier), ou en phase de démarrage d'unités à haute température de faible capacité. La récolte avec camions peut se faire par chargement direct, le camion suivant l'ensileuse dans le champ. Une variante récente consiste à utiliser un système de semi-remorques tractées par la récolteuse dans le champ puis reprises par un tracteur routier. On peut également récolter le fourrage et charger une benne tractée par l'ensileuse ou incorporée à celle-ci (trémie); dans ce cas, la benne est déversée dans des containers déposés en bordure du champ et repris ensuite par des camions.

Tableau II - 2 : Caractéristiques du matériel de récolte et critères guidant le choix technique du matériel de récolte et de transport.

	Prix du neuf hors taxes janv. 1977 (approxim.)	Puissance tracteur (ch.DIN)	Herbe		Maïs	
			temps/ha	Capacité en ha	temps/ha	Capacité en ha
<u>Matériel de fauche et de conditionnement (éventuell.)</u>						
Faucheuse rotative 1 m 65	7 500	55 CV	1 h 30	50 à 80		
Faucheuse rotative 2 m 40	11 000	65 CV	1 h 00	60 à 100		
Faucheuse 2 m 10 doigts conditionneuse 2 m 10 disq.	19 500 26 500	65 CV 65 CV	1 h 15	60 à 100		
Faucheuse conditionneuse 3 m doigts	44 000	75 CV	0 h 50	100 à 160		
Faucheuse conditionneuse automatique 3 m 60 70 CV	110 000		0 h 30	200		

Matériel de coupe direct équipement (barre de coupe) ou de reprise (équipement pick-up)

1) Ensileuse double coupe 1 m 80	17 500	75 CV	1 h 40	50 à 60		
2) Ensileuse à couteaux (moyenne)		90 CV		60 à 65		
. machine de base	27 500		1 h 20			
. pick-up 1,70 m	6 700		1 h 30		3 h 00	50 à 65
. barre coupe 1,80 m	10 000					
. bec maïs 2 rangs	9 000					
3) Ensileuse à couteaux (forte)		110 à 130 CV		75		
. machine de base	41 000		1 h 15			
. pick-up 1,80 m	10 000		1 h 25		2 h 15	65 à 85
. barre coupe 2,20 m	13 000					
. bec maïs 2 rangs	9 000					
4) Ensileuse automotrice 150 CV				100		
. machine de base	164 000		0 h 55			
. Pick-up 1,80 m	10 000		1 h 00		1 h 40	85 à 110
. barre coupe 3,00 m	26 000					
. bec maïs 3 rangs	25 000					
5) Ensileuse automotrice 210 CV				110 à 220		
. machine de base	193 000		0 h 50			
. pick-up 2,10 m	12 000		0 h 55		1 h 15	120 à 150
. barre de coupe 3,60 m	28 000					
. bec maïs 3 rangs	25 000					
6) Ensileuse automotrice 250 CV				120 à 130		
. machine de base	250 000		0 h 45			
. pick-up 2,10 m	13 000		0 h 50		1 h 10	130 à 170
. barre coupe 3,60 m	30 000				1 h 00	150 à 180
. bec 3 rangs	28 500					
. bec 4 rangs	40 000					

Le chargement direct des camions suivant l'ensileuse dans le champ, représente la formule la plus ancienne. Comme les fourrages récoltés ont un poids spécifique faible (300 à 350 kg au m<sup>3</sup>), les camions doivent être de grande capacité (10 - 15 tonnes de charge utile). Ce type de chantier permet à l'ensileuse de récolter sans temps morts passés à la vidange, à condition qu'il y ait suffisamment de camions pour assurer le transport (on compte habituellement deux camions pour une automotrice de 200 CV).

La récolte avec chargement d'une benne, offre l'avantage d'éviter au camion de pénétrer dans la parcelle; dans certaines situations topographiques et sur sols portant mal (Ouest de la France, delta du Pô, en Italie), cet atout peut être décisif. Le camion porte-containers réalise alors la navette entre l'usine et le chantier de récolte et sa capacité de transports'accroît. Deux camions avec cinq ou six caissons (containers) peuvent ainsi suffire au transport du fourrage récolté par deux automotrices. Cet avantage apparaît particulièrement net lorsque le chantier de récolte est éloigné de l'usine. En revanche, le chargement des containers reste médiocre et l'ensileuse perd de son temps de fauche au moment de la vidange.

#### .b) Chantiers avec préfanage

- Le préfanage consiste à couper le fourrage quelques heures avant de le récolter afin de gagner quelques points de matière sèche, le gain étant plus ou moins important selon les conditions climatiques et le temps d'exposition. Un préfanage prolongé entraîne des pertes de valeur nutritive (sucres, protéines, carotène) et accentue les risques de dégradation liés aux intempéries éventuelles. Dans la pratique, le délai de séchage au champ avant déshydratation est de l'ordre de quelques heures (fauche le matin et récolte dans la soirée par exemple) et le gain de matière sèche atteint 5 à 10 points.

- On utilise pour la fauche une faucheuse conditionneuse andaineuse automotrice ou tractée selon la taille des chantiers : le fourrage, coupé par la barre de coupe, passe entre deux rouleaux cannelés qui écrasent les tiges en plusieurs endroits (conditionnement). Il sera ensuite rassemblé dans un andain aéré, favorable à une dessiccation efficace, puis repris par une ensileuse équipée d'un pick-up. Remarquons que le matériel de récolte est d'ailleurs généralement le même que celui qui travaille en coupe directe, puisque le pick-up et la barre de coupe sont interchangeables.

L'organisation du chantier de récolte se trouve alourdie par la technique du préfanage, en raison de l'introduction d'un matériel et d'un chauffeur supplémentaires, et aussi des contraintes dues au respect d'un temps d'exposition optimal. Le temps de récolte augmente, puisqu'au travail d'ensilage, il faut ajouter celui de la fauche. Dans le cas d'une automotrice de 210 CV à pick-up et d'une faucheuse conditionneuse andaineuse automotrice de 3,60 m de coupe, on totalise par exemple 35 mn de fauche et 50 mn de récolte, soit 1 h 25 mn contre 1 h en coupe directe. Il faut signaler cependant que le débit de l'ensileuse se trouve grandement amélioré par le préfanage (récolte plus aisée).

Ces considérations, jointes à l'absence de matériel suffisamment éprouvé, jusqu'à une date récente, expliquent en partie le succès mitigé qu'a pu rencontrer la technique du préfanage auprès des unités de déshydratation. Le souhait de réaliser des économies d'énergie incite néanmoins certains déshydrateurs à renouveler cette expérience sur de nouvelles bases, au moins pendant la période printanière.

Il apparaît en définitive, que de nombreuses solutions techniques sont possibles au problème posé par l'organisation du chantier de récolte et de transport des fourrages à déshydrater. Le choix dépend du poids économique et des contraintes locales.

## II- TECHNIQUES DE DESHYDRATATION

La déshydratation artificielle des fourrages peut se réaliser à basse ou haute température ; ces deux options correspondant à du matériel, à des techniques et à des objectifs différents. Dans la grande majorité des cas, les usines de déshydratation à haute température sont installées à poste fixe ; il existe cependant quelques chantiers mobiles.

### A- Description des techniques de déshydratation

#### 1- Déshydratation à basse température (cf. schéma II.3)

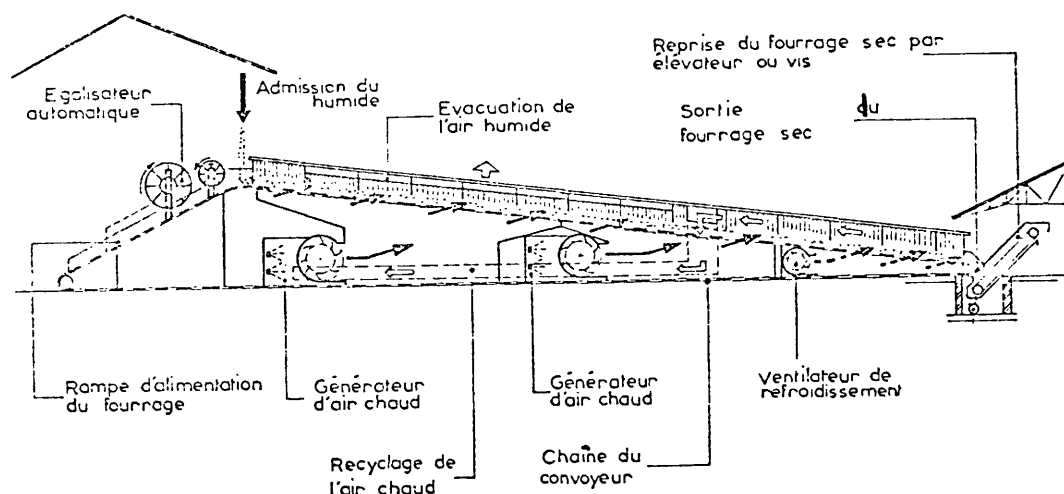
Dans le schéma classique, le fourrage transporté par un convoyeur à chaînes et à barrettes sur un long tablier incliné est séché grâce à de l'air chaud insoufflé par un ventilateur dans la masse du fourrage. L'arrivée de l'air chaud se trouve canalisée dans une chambre située sous le tablier, constitué dans sa partie supérieure par des persiennes ou une grille à trous. L'air chaud, produit par un générateur équipé d'un brûleur fonctionnant au fuel oil domestique ou au gaz, porte la température de l'air entre 100 et 200° C selon le modèle. Le séchage du fourrage se réalise pendant la progression sur le tapis. Dans la partie terminale de celui-ci, un ventilateur injecte de l'air à la température ambiante et refroidit le produit avant sa sortie. Le fourrage sec sort du séchoir sans conditionnement (en vrac).

Le réglage des séchoirs à basse température s'obtient en agissant sur le brûleur, sur la vitesse de progression du fourrage sur le tablier, et sur l'épaisseur de la couche de fourrage à déshydrater. La commande du séchoir étant manuelle, l'expérience du conducteur de machine reste prépondérante. Le pouvoir évaporant des déshydrateuses à basse température se situe dans une fourchette assez large selon le matériel considéré (entre 400 et 4 000 kg d'eau évaporée à l'heure et une consommation en fuel de 40 à 400 kg par heure). Les débits en fourrage sec varient de 275 à 425 kg de déshydraté pour des capacités évaporatoires de 960 à 1500 kg d'eau. Pour les matériels plus puissants (3000 à 4000 kg d'eau à l'heure), le débit en produit sec à partir d'un fourrage à 80 % d'humidité peut atteindre et dépasser une tonne/heure.



La conception des séchoirs à basse température en fait un matériel essentiellement fermier (débit modeste, absence de conditionnement). La souplesse d'emploi en est généralement très bonne puisque la température normale de séchage (120 à 150° C) s'obtient rapidement, ce qui permet de travailler de façon ponctuelle, sans pertes de temps ni d'énergie conséquentes au moment du démarrage. Par ailleurs, le séchoir à basse température, souvent polyvalent, peut servir à sécher des grains.

Schéma II. 3 : Schéma d'une installation de déshydratation à basse température.



Remarques : Sur ce modèle, le brûleur à pulvérisation pneumatique peut être réglé avec précision de 15° C à 150° C au-dessus de la température ambiante.

Dans un modèle de conception différente, le tablier est horizontal et de dimensions réduites. Des agitateurs rotatifs se déplacent en un mouvement de va et vient, grâce à la commande d'un contacteur inverseur. Ils réalisent le brassage du fourrage et sa progression.

## 2 - Déshydratation à haute température à poste fixe

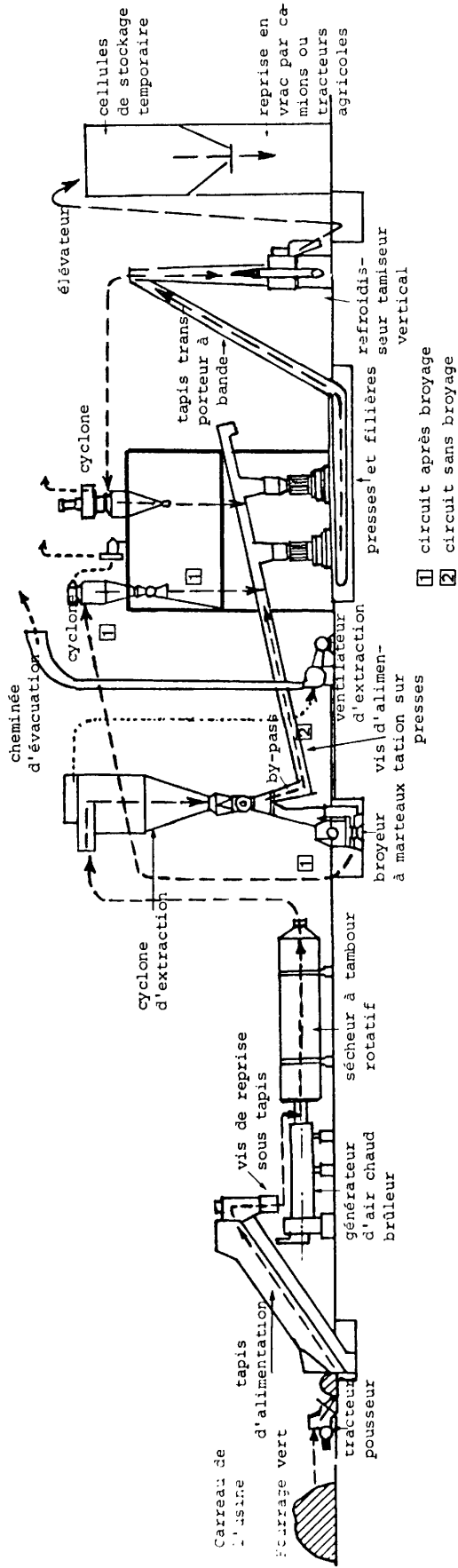
### a) Principe et caractéristiques des installations (cf. schéma II-4).

La déshydratation à haute température s'effectue dans des usines où le fourrage, stocké en vert sur le carreau sera repris par un tablier d'amenée avant d'être introduit dans un tube sécheur. Dans ce tube rotatif horizontal, le fourrage perd son eau au contact de l'air chaud produit par le "four". A l'entrée du séchoir, la température atteint 800 à 1100° C. Le fourrage progresse dans le tambour grâce à la rotation du tube sécheur et à la présence d'un système d'aspiration. Le temps de séjour du fourrage dans le séchoir est bref (environ 15 minutes). A la sortie du tube, l'air usé s'est chargé de vapeur d'eau et la température n'atteint plus que 110 à 130° C. Un cyclone d'extraction assure la séparation des brins secs déshydratés et de la vapeur d'eau. Le conditionnement s'effectue directement ou après broyage préalable dans les presses à filières ou à piston. Les granulés déshydratés (environ 10 % d'eau) sont transportés vers le lieu de stockage après avoir été refroidis (cf. conditionnement).

Le débit en produit sec d'une usine de déshydratation variant beaucoup selon l'humidité du fourrage frais, on caractérise les installations par leur capacité évaporatoire. Ce terme désigne la quantité d'eau que l'installation peut évaporer en une heure. Celle-ci est habituellement comprise entre 5000 et 20000 kg d'eau à l'heure. Les usines de grande taille peuvent associer plusieurs tubes sécheurs et atteindre des capacités nominales totales supérieures à 50 000 kg d'eau à l'heure.

Il existe d'assez nombreux modèles de déshydrateuses à haute température sur le marché européen. Leur conception générale est suffisamment proche pour que l'on puisse baser la description d'une unité de séchage à partir du schéma II.4 représentant une usine de capacité égale à 6 000 kg d'eau évaporée à l'heure.

SCHEMA II-4 : SCHEMA D'UNE UNITE DE DESHYDRATATION DES FOURRAGES A HAUTE TEMPERATURE



remarques : Plusieurs annexes de l'unité ne figurent pas sur ce schéma. Ce sont en particulier les bureaux, l'atelier, les citernes de stockage du fuel lourd et la chaudière de réchauffage du fuel avant son arrivée au brûleur. Par contre, le poste de broyage n'existe que dans les unités fabriquant des granulés condensés.

## b) Description de l'installation

### . Le carreau de l'usine et le tablier d'alimentation

Le carreau constitue l'aire bétonnée située devant la déshydrateuse où le fourrage vert provenant du chantier de récolte est déchargé en attente de séchage. L'unité travaillant 24 h sur 24 h, il convient de prévoir un stock journalier correspondant aux besoins de l'usine. Une insuffisance conduit à arrêter le sécheur, d'où une perte de temps et d'énergie lors de la remise en route. Un excès de fourrage restant en attente trop longtemps entraîne une dégradation par fermentation à l'intérieur du tas (pertes de sucres, de carotène). Dans la pratique, les délais de passage ne doivent pas excéder 12 heures.

Le chargement du fourrage sur le tablier d'alimentation se réalise par un tracteur agricole équipé d'un godet frontal ou par un engin de travaux publics (du type chargeur sur pneus). Dans certaines unités, ce matériel sera utilisé avec profit à d'autres usages pendant la période d'arrêt de la déshydrateuse.

Le tablier d'alimentation reçoit le fourrage ; un fond mouvant muni de barrettes entraîne celui-ci vers la vis d'amenée et le sas (communication entre le foyer et le tube sécheur). La quantité de fourrage pénétrant dans le sécheur peut être modifiée au niveau du tablier d'alimentation lorsque plusieurs vitesses d'avancement sont prévues (régulation par action sur le débit de produit humide). Un égalisateur situé en haut du tablier régularise la couche de fourrage qui entre dans le sécheur.

### . Le générateur d'air chaud

Le générateur d'air chaud comprend un brûleur et le foyer de combustion. L'air ambiant arrivant dans le générateur, grâce à la dépression obtenue par le ventilateur d'extraction subit un réchauffement au contact de la flamme et est admis ensuite dans le tube sécheur.

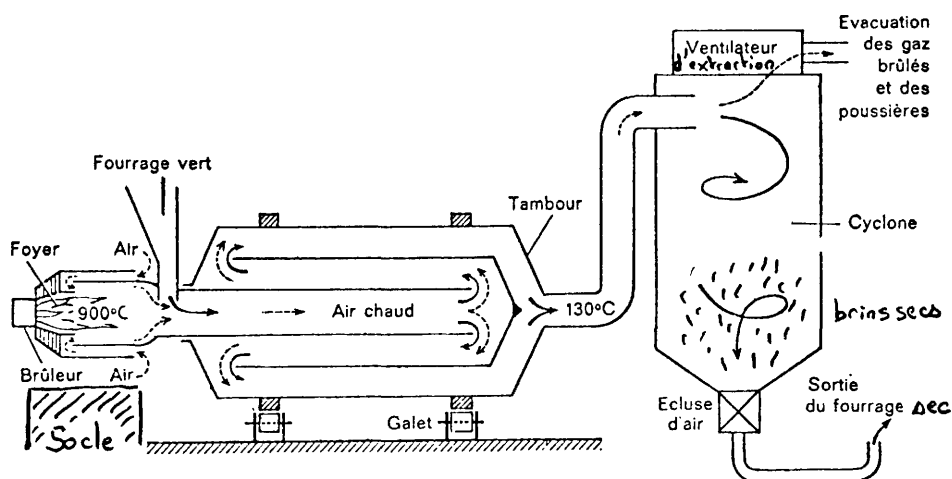
Le brûleur entretient la combustion dans le foyer grâce à l'alimentation continue en combustible et en air comburant. Les brûleurs utilisant le fuel lourd industriel sont assez complexes car ce combustible doit être pulvérisé finement et mélangé intimement avec l'air comburant. Les brûleurs à pulvérisation mécanique, utilisés généralement, comprennent une pompe qui amène le fuel sous une pression d'environ 30 bars, un régulateur de pression, et une tête de combustion où un gicleur assure la pulvérisation du fuel. Un ventilateur permet le mélange du fuel pulvérisé et de l'air de combustion. Le fuel non consommé peut faire retour par un jeu de vannes. Le débit du fuel injecté se règle d'ailleurs en agissant sur la proportion de fuel non admis à la tête de combustion (pour un débit de pompe donné, la fraction de fuel brûlé sera d'autant plus importante que le débit de retour est faible). La combustion du fuel et de l'air comburant est amorcée par des électrodes nécessitant une alimentation électrique de 100 000 volts (transformateur haute tension). Un dispositif de sécurité interrompt l'arrivée du fuel lorsque la flamme s'éteint. Les puissances calorifiques des brûleurs varient entre 5000 et 30 000 thermies/h (1).

---

(1) 1 thermie =  $10^3$  K calories

Le foyer du générateur d'air chaud comporte une enceinte de briques réfractaires. L'air ambiant passe à l'extérieur de cette enceinte avant de pénétrer dans le foyer (cf. schéma 11.5). Il se mélange ensuite avec les gaz de combustion. La température dans le foyer atteint couramment 900° C et peut monter jusque 1100° C; des détériorations peuvent apparaître au-delà de cette température limite. La durée de service de l'enceinte réfractaire, difficilement prévisible dépend en partie du soin apporté à sa construction.

Schéma 11.5 : Schéma du générateur d'air chaud, du tube sécheur et du cyclone d'extraction.



Les combustibles utilisés en déshydratation à haute température sont le fuel lourd et le gaz naturel. Ce dernier n'est pas fréquemment utilisé, sauf aux Pays-Bas et dans le delta du Pô, car l'usine doit être implantée obligatoirement à proximité d'un pipe-line. Le gaz naturel des Pays-Bas a un pouvoir calorifique d'environ 7 600 kcal au m<sup>3</sup> et contient très peu de soufre ce qui facilite la conduite du générateur d'air chaud. Le fuel lourd n°2 (FO<sub>2</sub>) utilisé de préférence au fuel oil domestique (F.O.D.) en raison de son coût plus faible, a un pouvoir calorifique de 9 700 kcal environ et possède parfois une teneur en soufre élevée qui peut être préjudiciable au matériel. Le fuel lourd n°2 est livré à une température de 60°C, son stockage requiert des citernes isolées thermiquement car sa reprise par pompage ne peut se faire qu'à cette température en raison de sa viscosité. Sa pulvérisation nécessite une température de 100 à 120° C, une chaudière à vapeur ou des résistances électriques procurent la chaleur nécessaire.

### . Le tube sécheur (tambour)

La dessiccation du fourrage se réalise presque totalement dans le tube sécheur à axe horizontal. L'air chaud se charge de la vapeur d'eau libérée par le fourrage et se trouve donc refroidi jusqu'à environ 125° C à la sortie. Les dimensions des tubes sécheurs varient sensiblement selon les constructeurs ; on admet généralement un rapport de 1 m<sup>3</sup> en volume de tambour pour 90 à 100 litres d'évaporation, ce qui donne donc un volume de 100 m<sup>3</sup> pour une usine de capacité 10 000 kg d'eau à l'heure. La dessiccation régulière du fourrage pendant sa progression dans le tambour est rendue possible grâce à la rotation du tube et à son aménagement intérieur. La rotation du tambour s'effectue au niveau de deux bandes de roulement et de galets lisses mécaniques entraînés par un moteur équipé d'un variateur de vitesse. Les aménagements intérieurs visent à homogénéiser le séchage et à ralentir la vitesse de progression du fourrage dans sa phase finale de dessiccation (vitesse de dessiccation plus lente). On distingue les tambours à un seul passage et ceux à plusieurs passages (généralement trois). Dans ce dernier cas, le fourrage suit d'abord un conduit central, puis revient en sens inverse dans un conduit intermédiaire avant de quitter définitivement le tambour à sa périphérie. Des jeux de chicanes et d'aubes de relevage aident au brassage régulier obtenu par la rotation du tube. Les tambours sont calorifugés et les jonctions d'entrée et de sortie avec le générateur d'air chaud et le cyclone d'extraction ne sont pas rigides, de façon à tenir compte de la dilatation des métaux à la chaleur.

### . La séparation du fourrage sec et de l'air usé

La séparation du produit sec et de l'air chargé de vapeur d'eau s'effectue dans un cyclone d'extraction (cf. schéma II.5). Les brins secs tombant au bas du cyclone se trouvent conduits par un circuit pneumatique au poste de conditionnement ; l'air usé et les poussières sont généralement rejetés à l'extérieur. Outre des systèmes d'économie d'énergie qui récupèrent l'air usé (recyclage) des recherches entreprises, spécialement aux Pays-Bas, visent à diminuer les risques de pollution (1) à ce niveau. Les dimensions des cyclones d'extraction peuvent se révéler contraignantes ; dans certaines réalisations, leur réduction intervient grâce à une chambre de détente située entre le tube sécheur et le cyclone. Une grande partie du fourrage sec se trouve alors séparé par gravité, et peut être dirigé directement vers les presses.

### . Le poste de conditionnement et le stockage temporaire des bouchons

Ces postes importants de l'usine de déshydratation font l'objet d'une étude détaillée au chapitre suivant.

Le fourrage déshydraté subit ou non un broyage selon le type de conditionnement, dans un broyeur à marteaux généralement enterré pour éviter le bruit. Il sera ensuite admis dans les presses pour être conditionné sous sa forme définitive. Les granulés déshydratés, repris par une bande transporteuse, passent ensuite dans un refroidisseur, seront stockés dans des silos attenants à l'usine, et repris dans des délais variables (immédiat en cas de l'autoconsommation).

---

(1) La pollution provient notamment de l'envolement de très fines particules dû à une mauvaise conception ou à un mauvais fonctionnement des cyclones. En dehors de cet effet polluant, les envolements peuvent représenter une source de pertes non négligeables (2 à 5 % du poids sec total)

Des installations ou des usages complémentaires peuvent être trouvées au poste de conditionnement. L'adjonction de mélasse liquide nécessite par exemple la mise en place d'une citerne et d'un système de pulvérisation. Lorsque l'usine traite la paille hachée à la soude, l'incorporation de ce produit intervient aussi à ce niveau (injection de la soude avant passage dans les presses).

### 3- Les chantiers de déshydratation à haute température mobiles

Certaines contraintes de déshydratation ont conduit des constructeurs à imaginer des chantiers de déshydratation mobiles, où la déshydratation suit le chantier de récolte. On évite ainsi les transports de fourrages humides parfois dispendieux lorsque le rayon d'action de l'unité fixe dépasse 20 km (transporter 5 tonnes de produits frais à 80 % d'humidité revient à transporter inutilement 4 tonnes d'eau).

Le matériel mobile dispose généralement d'une autonomie complète, assurant en particulier son approvisionnement en énergie (fuel, électricité). Sa capacité se situe dans une gamme modeste, pouvant atteindre cependant 3000 kg d'eau évaporée à l'heure pour de grosses installations. Le chantier complet comprend, outre l'unité d'alimentation, l'ensemble de séchage-conditionnement et le réservoir à combustible qui appartiennent en propre à l'installation mobile, l'équipement de récolte et les remorques pour le transport (cf. schéma II.6).

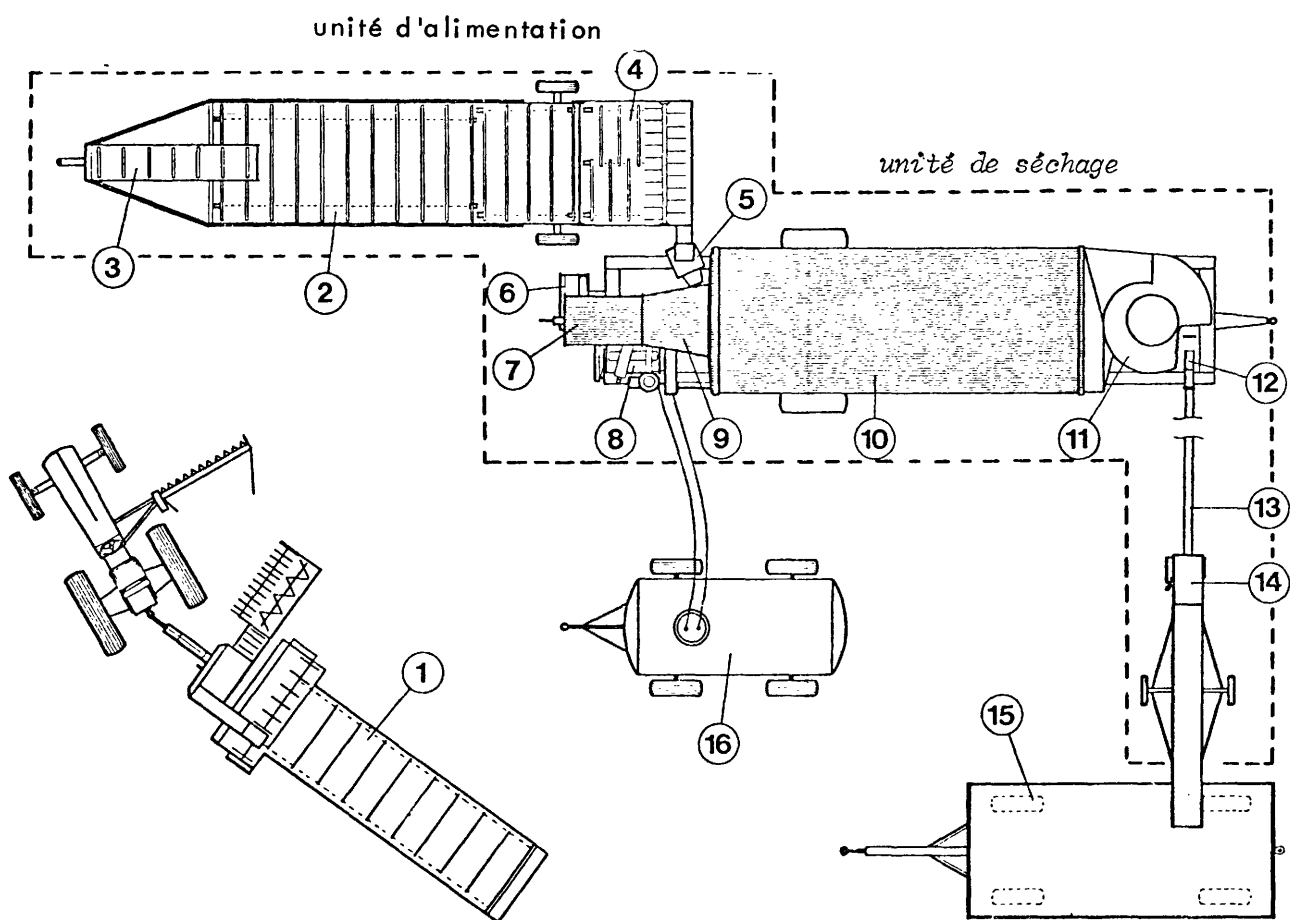
Le matériel spécifique de déshydratation, installé en bout de parcelle comprend : une remorque à fond mouvant et un tapis égalisateur à vitesse réglable qui reçoivent le fourrage vert et approvisionnent le sécheur. La déshydratation intervient dans un tambour à axe horizontal muni de chicanes, d'hélices ou d'aubes de relevage. L'air chaud attaque le fourrage à des températures élevées pouvant varier entre 600 et 1100° C (et parfois 1800°C) selon les systèmes. Le produit séché traverse un ou plusieurs cyclones séparateurs, accède par voie pneumatique ou mécanique au système de conditionnement (presse à piston). Les produits conditionnés sont évacués par un convoyeur vers la remorque de stockage, le refroidissement intervenant dans ce convoyeur.

Aux avantages de cette technique, il faut opposer la lourdeur des contraintes inhérentes à la déshydratation, qui nécessite pour les unités de forte capacité, l'obligation de travailleur à poste fixe.

### B- Conduite du séchage (cas de la déshydratation à haute température)

La conduite du séchage des fourrages à haute température repose sur des bases théoriques et des aménagements pratiques au niveau de l'usine (système de régulation). L'objectif premier du séchage est d'évaporer régulièrement l'eau du fourrage humide pour l'animer au poste de conditionnement à un taux de matière sèche convenable. Un séchage insuffisant (granulés à plus de 14 % d'eau) entraînera des pertes en conservation. Un séchage excessif (granulés à moins de 10 % d'eau) correspond à une dépense inutile d'énergie et à une dégradation possible de la qualité. Cette opération de séchage doit s'accompagner du souci permanent d'optimiser les performances techniques de l'usine. Il faudra donc rechercher un débit élevé, un fonctionnement régulier et un bon rendement thermique.

Schéma 11.6 : Schéma d'une installation mobile de déshydratation à haute température.



Légendes :

- |   |  |
|---|--|
| 1. matériel de récolte                    | 9. sacs                                  |
| 2. dépôt du fourrage vert                 | 10. tube sécheur rotatif                 |
| 3. tapis d'amenée du fourrage vert        | 11. cyclone de séparation                |
| 4. tablier d'alimentation                 | 12. presses (à piston)                   |
| 5. soufflerie                             | 13. système de refroidissement           |
| 6. four (avec brûleur)                    | 14.                                      |
| 7. ensemble de traction de l'unité mobile | 15. remorque pour transport des granulés |
|   | 16. citerne de fuel lourd                |

En grisé : ensemble correspondant au matériel de déshydratation mobile.



### 1) Base théoriques et aménagements pratiques

La chaleur fournie par le générateur d'air chaud doit à la fois rompre l'énergie de liaison de l'eau (ou enthalpie) à l'intérieur du végétal et évaporer cette eau.

L'énergie de liaison dépend de l'espèce végétale, de la teneur en eau de ce fourrage et de sa présentation physiques (le dactyle retient davantage l'eau que le ray-grass italien ou que la luzerne). L'influence de la teneur en eau apparaît très nette puisqu'à 80 % d'humidité, l'énergie de liaison est nulle, et qu'elle atteint 40 Kcal/kg d'eau à 20% d'eau, pour dépasser 100 kcal/kg d'eau à 5 % d'humidité. La présentation physique actuelle du fourrage déshydraté en brins courts, telle qu'elle résulte de l'emploi de machines de récolte à coupe fine, diminue l'énergie de liaison. Dans la gamme de séchage habituelle, on évalue à environ 20 kcal/kg d'eau la dépense énergétique à fournir pour briser l'énergie de liaison du végétal.

La chaleur nécessaire pour évaporer l'eau, se définit avec exactitude par référence aux lois physiques (1). Dans le cas de la déshydratation à haute température, la fourniture calorifique équivaut à 646 kcal/kg d'eau. Il faut donc fournir théoriquement 646 kcal/kg d'eau, pour enlever celle-ci du fourrage humide.

Dans le tambour sécheur, l'air chaud se charge progressivement de la vapeur d'eau libérée par le fourrage dont l'humidité décroît régulièrement. Cet échange se réalise de manière relativement stable, sauf pendant la phase finale où la dessiccation du fourrage est plus lente, ce qui oblige à freiner sa progression. Le graphique ci-après (schéma II-7) illustre cette évolution comparée de l'humidité du fourrage et de la teneur en vapeur d'eau de l'air. Parallèlement à cette prise en charge de vapeur d'eau, la température de l'air de séchage évolue. Elle passe d'environ 20 ° C à 900 ° C (ou plus) pendant la phase initiale (foyer du générateur),

---

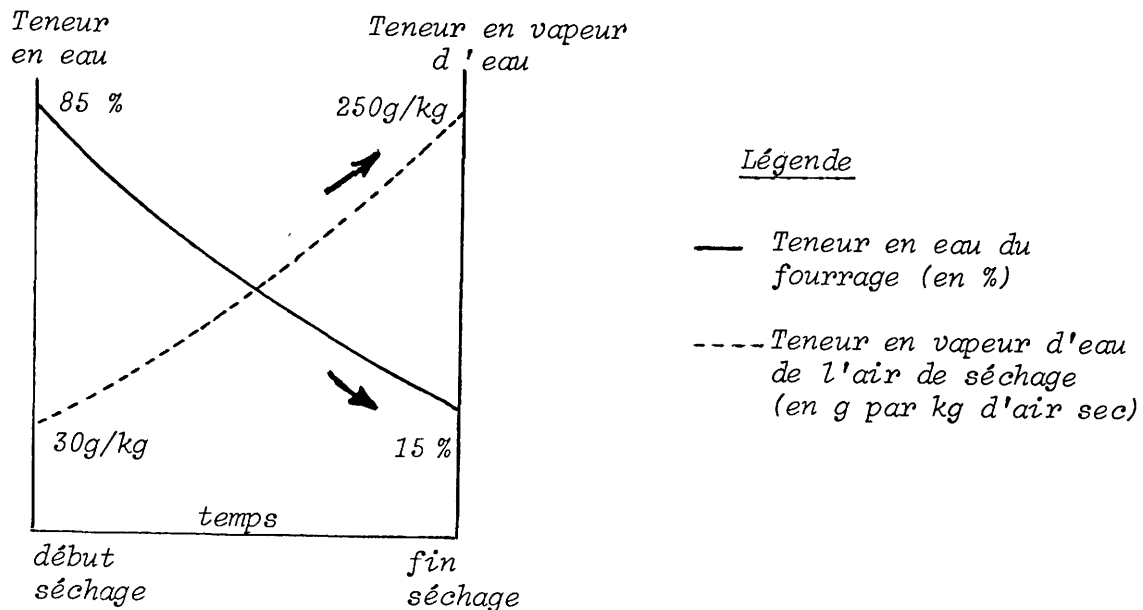
(1) La formule calorimétrique suivante, donne la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer 1kg d'eau liquide à la température initiale,  $t_i$ , jusqu'à l'état de vapeur à la température finale  $t_f$  :

$$L = L_i + C_v (t_f - t_i),$$

où  $L_i$  désigne la chaleur de vaporisation à la température  $T_i$  (soit 580° C à 20° C) et  $C_v$ , la chaleur spécifique de la vapeur d'eau (soit 0,46 kcal/kg de vapeur et par degré C). En supposant une température de sortie de 110° C et une température de l'eau du fourrage entrant dans le sécheur de 20° C, on obtient  $L = 585 + 0,46 (90)$ , soit  $L = 626$  kcal/kg d'eau

puis diminue progressivement pendant la phase de dessiccation du fourrage.

Schéma II.7 : Evolution de l'humidité du fourrage et de l'air de séchage au cours de la déshydratation.

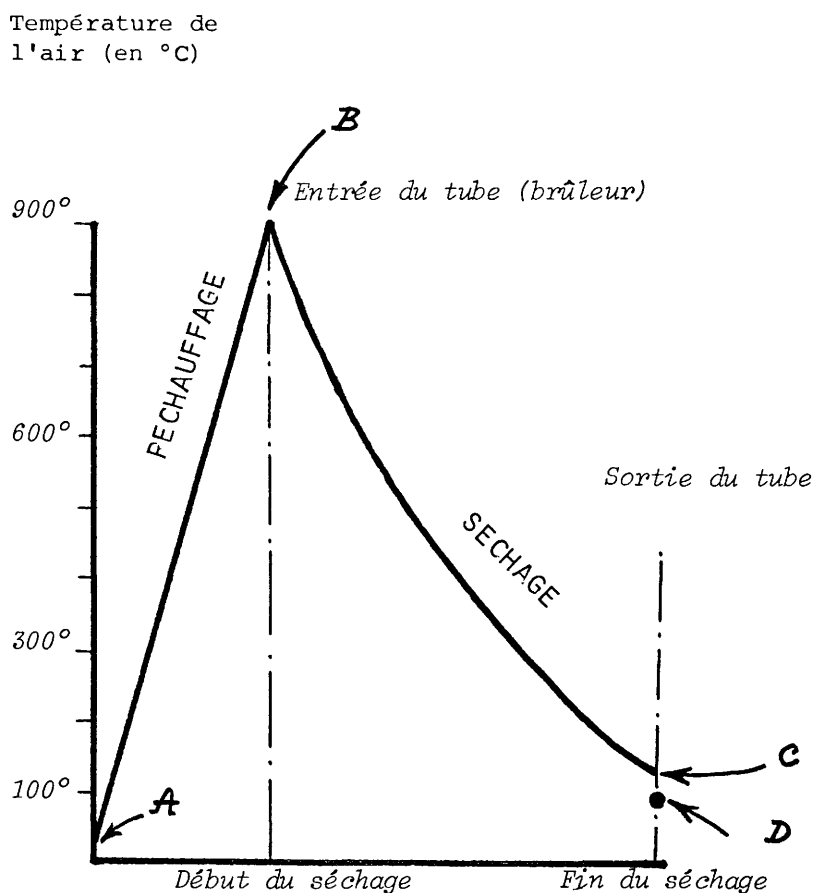


Au cours de la phase de séchage, l'air chaud ne perd pas en principe de chaleur dans le milieu extérieur en cas d'isolement parfait du tambour sécheur (séchage adiabatique). L'abaissement calorifique résulte uniquement de la dépense thermique destinée à vaincre l'enthalpie et l'évaporation de l'eau. La température de l'air, à la sortie du four, voisine de 100-125° C, pourrait théoriquement correspondre au point de rosée (1), soit environ 70-80° C; en pratique, la valeur reste supérieure pour éviter les condensations d'eau. (schéma

- (1) Quand la température atteint le point de rosée, on assiste au début de la condensation de l'eau contenue dans le mélange air-vapeur. Un abaissement thermique de l'air usé au voisinage de cette valeur prolonge la durée du séchage, ou nécessite un allongement du tambour. Dans la pratique, on recherche un compromis entre une rapidité de dessiccation, une température de l'air usé aussi basse que possible, afin d'éviter les pertes énergétiques et une dimension raisonnable du tube sécheur

II - 8)

Schéma II.8 : Evolution de la température de l'air au cours du réchauffage et de la déshydratation.



Légende :

- A. température de l'air ambiant : 20-25°C
- B. température de l'air à l'entrée du tube sécheur : 900°C
- C. température de l'air usé à la sortie du tube sécheur : 100-130°C
- D. température au point de rosée : 70-80°C.

Par suite de l'isolement imparfait du tube sécheur et du maintien volontaire d'une température de l'air usé, supérieure à celle strictement requise d'un point de vue physique, la consommation thermique spécifique oscille entre 700 et 1200 kcal/kg d'eau (dans les meilleurs cas, elle dépasse donc de 10 à la consommation théorique).

On doit ajouter à ces chiffres de besoins énergétiques, la consommation réalisée par l'usine en énergie électrique qui varie dans une fourchette très large, de 70 à 300 kw-h, par tonne de produit sec (1), selon

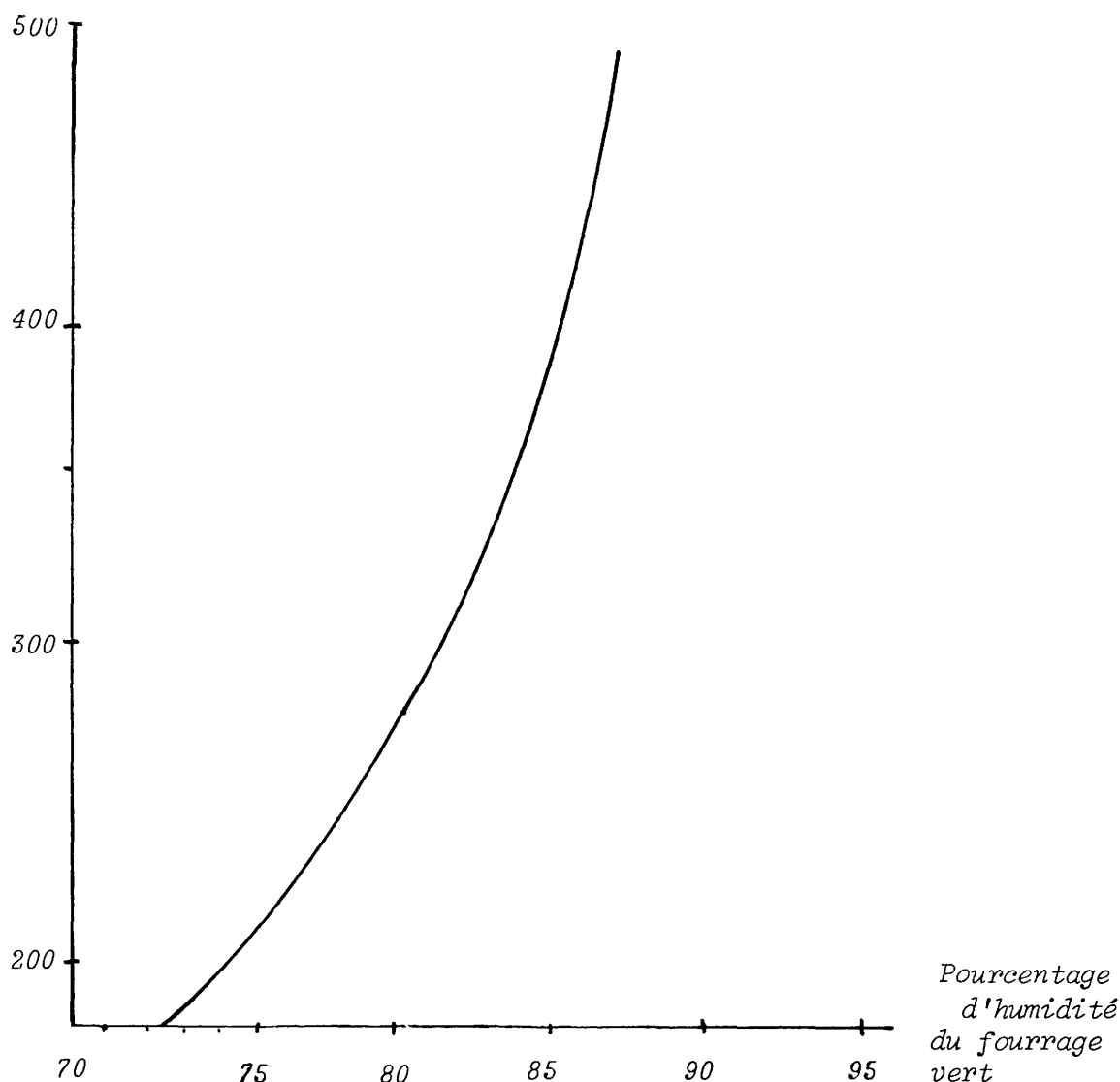
(1) Selon bulletin du CNEEMA de février 1977

les techniques de séchage, de broyage et de conditionnement. En retenant pour notre exemple un chiffre moyen de 140 kwh/ tonne de produit sec, la consommation en énergie électrique correspondant à un débit horaire de 2,8 tonnes de granulés est de 392 kwh.

Le débit horaire de l'usine de déshydratation étant directement influencé par l'humidité initiale du fourrage, la consommation spécifique en énergie, donc en fuel, évolue presque parallèlement. Aux fortes humidités (début ou fin de campagne), le débit en produit sec diminue et la consommation spécifique augmente jusqu'à atteindre 4 000 kcal/kg de produit sec. Pour des humidités faibles, comme dans le cas du maïs et de fourrages herbacés préfanés, dont la teneur en matière sèche sur le carreau de l'usine peut approcher ou même dépasser 30 %, la consommation spécifique peut descendre en dessous de 2 000 kcal/kg de granulé. Le graphique II - 9 montre cette évolution (document du S.N.D.F. établi à partir d'essais conduits sur 5 unités de déshydratation utilisant des matériels différents.

Graphe II.9 : Consommation spécifique en g/kg produits secs (granulés sortie presse)

consommation spécifique  
en fuel ( $F_{O_2}$ ) g/kg bouchons



## Amélioration du rendement évaporatoire ou de la consommation spécifique en combustible

En supposant que le tube sécheur soit parfaitement isolé (conditions de séchage adiabatique), la diminution de température est liée à la dépense énergétique occasionnée par le séchage et à la prise en charge de la vapeur d'eau. Dans la pratique, la température de l'air à la sortie du tambour se situe aux environs de 110°C. La chaleur résiduelle de cet air usé représente une perte calorifique, ce qui explique que les chiffres de consommation énergétique observés réellement pour la déshydratation de fourrage à haute température se révèlent supérieurs aux 646 kcal/kg d'eau nécessaires en théorie. Rappelons que selon la conduite de l'usine, la gamme des enregistrements se situe entre 800 kcal et 1200 kcal/kg d'eau pour les unités françaises.

Sans changer le principe du séchage, on peut s'efforcer d'accroître le rendement évaporatoire en minimisant la chaleur résiduelle de l'air usé. On peut à cet effet, augmenter la température d'entrée ou tenter de saturer au maximum l'air usé à la sortie du sécheur. Une température d'attaque plus importante pouvant être conciliée avec une température de sortie peu différente du schéma classique (115°C pour l'air usé avec une température d'entrée de 110°C), la part d'énergie réservée au seul séchage du fourrage augmente. Ce raisonnement explique la meilleure efficacité thermique de la déshydratation à haute température, comparée au séchage à basse température (la résistance du foyer à de très hautes températures limite cette possibilité). La saturation maximale de l'air usé, provoque une diminution de température (pour de l'air ambiant introduit à 90°C dans le tube sécheur, le point de rosée se situe à environ 80°C). Compte tenu de la difficulté de sécher le fourrage dans sa phase finale de dessiccation, il faut se situer à une température supérieure à la limite théorique du point de rosée voisine de 110°C. Celle-ci est cependant parfois dépassée, notamment en cas de fourrages riches en eau ou difficiles à sécher, d'où une perte préjudiciable au rendement évaporatoire et thermique de l'unité.

Le calorifugeage du tube sécheur s'avère indispensable pour obtenir un bon rendement thermique de l'installation. Une amélioration sensible de ce rendement ne peut s'envisager que par la mise en oeuvre de techniques d'économie d'énergie comme le recyclage des gaz (cf. annexe VI).

### 2) Caractérisation du rendement évaporatoire d'une unité de déshydratation

Nous prendrons à titre d'exemple, le cas d'une usine de déshydratation à haute température, de capacité évaporatoire nominale de 10 000 kg d'eau à l'heure.

En prenant un rendement thermique de 900 kcal par kg d'eau enlevée au fourrage, on obtient une consommation horaire de 9 000 000 Kcal. Le pouvoir calorifique du fuel lourd industriel ( $FO_2$ ) étant de 9 700 kcal/kg la consommation horaire en fuel oil n°2 s'établit à 927,8 kg.

En supposant une humidité initiale de 80 % d'eau pour le fourrage traité, l'usine de capacité évaporatoire 10 000 kg d'eau/heure peut traiter 12,8 tonnes de matière verte à l'heure (1 tonne de fourrage frais à 80 % d'eau donne 200 kg de matière sèche, soit 222 kg de granulés à 90 % d'eau et 778 kg d'eau). Ceci correspond donc à un débit de 12,8 x 20 % = 2,56 tonnes de matière sèche à l'heure, soit 2,8 tonnes de granulés déshydratés à 90 % d'eau.

Sur la base de ce débit horaire en produit sec, on peut calculer la consommation spécifique en énergie et en fuel :

$$\begin{aligned}
 & \text{- consommation spécifique en énergie} \quad \frac{9\,000\,000 \text{ kcal}}{2\,800 \text{ kg}} = \underline{\underline{3\,214 \text{ kcal/kg de granulés}}} \\
 & \text{- consommation spécifique en fuel} \quad \frac{927,8 \text{ kg}}{2\,800 \text{ kg}} = \underline{\underline{0,331 \text{ kg FO}_2 \text{ /kg de granulés}}} \\
 & \text{et} \quad \frac{900 \text{ kcal}}{9\,700 \text{ kcal/kg fuel}} = \underline{\underline{0,092 \text{ kg FO}_2 \text{ /kg d'eau}}}
 \end{aligned}$$

### 3) Régulation du séchage

La régulation du séchage à haute température constitue une opération complexe partiellement ou entièrement automatisée à ce jour. Sa mise en oeuvre, délicate, laisse cependant une grande importance à l'expérience du conducteur de machine et à la conception d'origine du séchoir (dimensions du tube sécheur par exemple).

Compte tenu des contraintes d'humidité et de température, il doit s'établir pendant le séchage un équilibre optimal entre la quantité de fourrage vert admise et la quantité de chaleur à fournir pour mener à bien le séchage. Les deux objectifs essentiels du conducteur de machine apparaissent donc comme la surveillance constante du taux d'humidité des granulés à la sortie du sécheur, et le respect d'un débit de séchage satisfaisant. Les moyens d'intervention dont il dispose sont le réglage du débit de fourrage vert entrant (action sur le tablier d'alimentation), de la vitesse de séchage (temps de séjour dans le tambour) et du débit calorifique (en particulier action sur les températures d'entrée et de sortie du sécheur).

Selon les unités, la régulation se fera principalement en modifiant le débit du fourrage vert à l'entrée du sécheur, ou inversement en jouant le débit calorifique donné et règle le brûleur en conséquence. Cette opération étant ponctuelle, la conception du brûleur est simple. Dans le second cas, le débit thermique devra être modifié fréquemment en fonction des caractéristiques du fourrage introduit à régime constant dans le sécheur; cette régulation du débit thermique doit pratiquement être totalement automatisée, d'où l'usage de brûleurs plus complexes.

L'appréciation de la teneur en eau des granulés à la sortie du séchoir peut se faire avec exactitude en déterminant à l'étuve, l'humidité d'échantillons prélevés en fin de circuit, ce qui demande un certain délai (24 h). L'expérience du surveillant des presses se révèle en fait capitale pour intervenir à temps, il peut en effet juger de l'humidité du produit déshydraté d'après son comportement au poste de conditionnement. Un produit trop humide donne par exemple un granulé qui aura tendance à se déliter, ce qui conduit au bourrage des presses. L'appréciation du débit de séchage qui constitue le second paramètre de conduite de la régulation, peut se faire simplement par les pesées de lots secs obtenus en un temps déterminé.

#### a) Principes de fonctionnement des systèmes de régulation automatique

Si un déséquilibre se manifeste entre le débit d'approvisionnement et

le débit calorifique conduisant à la formation de granulés trop secs ou trop humides, il est nécessaire de corriger le débit de séchage. Dans le cas d'un produit trop humide aux presses, il faudra obtenir une température d'attaque au foyer supérieure ou un ralentissement de l'approvisionnement. Dans le cas d'un produit trop sec, les opérations inverses seront à réaliser. Celles-ci reposent sur le conducteur de machine, qui dispose maintenant d'un système de régulation automatique, capable d'effectuer tout ou partie de cette tâche.

Les systèmes de régulation se basent sur le contrôle de la température de l'air usé (1) à la sortie du tube sécheur, obtenue par une sonde thermométrique. Pour un débit de séchage déterminé, il existe une température de sortie, appelée température de consigne pour laquelle le déficit de saturation de l'air usé sera optimal. Une température d'air usé qui s'écarte en hausse de la température de consigne, sera l'indice d'un sur séchage. Inversement, une température trop faible de l'air usé indique une saturation accrue et donc le risque d'obtenir des granulés trop humides. Le réglage automatique s'effectue à partir d'un régulateur thermique qui affiche la température de consigne. L'écart entre cette température et celle réellement observée, déclenche, selon les cas, une modification du débit de fourrage ou du débit calorifique. Au cours du séchage, la température de l'air usé va donc osciller autour de la température de consigne.

La conduite du séchage dépend aussi en partie des caractéristiques du fourrage en attente sur le carreau. Des calculs simples, basés sur la proportionnalité qui existe entre le débit d'eau libérée par le fourrage humide et le débit d'eau évaporée dans l'air de séchage, montrent que la quantité de fourrage humide traité et le pourcentage d'humidité du fourrage vont influencer directement sur le schéma de séchage décrit précédemment. A partir d'un état d'équilibre donné, une augmentation de la fourniture de matière verte à l'entrée du sécheur, ou le passage d'un lot plus humide nécessitent une élévation de la température d'entrée. En fait, l'augmentation du débit de matière verte traitée se trouve rapidement limitée par l'élévation parallèle nécessaire de la température d'entrée. En outre, les opérations de conditionnement ralentissent obligatoirement la cadence de production du fourrage sec et constituent rapidement un "goulot d'étranglement".

b) Sur ces bases, on conçoit que la conduite du séchage d'une unité à haute température demeure une opération complexe, et que les performances techniques (rendement thermique en particulier) dépendent beaucoup de la régularité d'approvisionnement du séchoir en un produit homogène. Ceci met l'accent sur les aspects néfastes consécutifs aux périodes d'interruption de la déshydrateuse pendant la campagne (pannes du chantier de récolte, programme fourrager mal élaboré...). On doit signaler aussi que la technique du préfanage permet une dessiccation naturelle préalable au champ et accroît donc théoriquement le débit de séchage, mais peut entraîner quelques désagréments au niveau de la conduite du séchage puisque l'humidité des lots devient hétérogène, selon les modalités de réalisation de ce préfanage (temps d'exposition, aléas climatiques). Dans le cas où le préfanage et la coupe directe s'utilisent de pair, les unités disposant de plusieurs tubes sécheurs réservent chacun d'entre eux à une technique de récolte particulière.

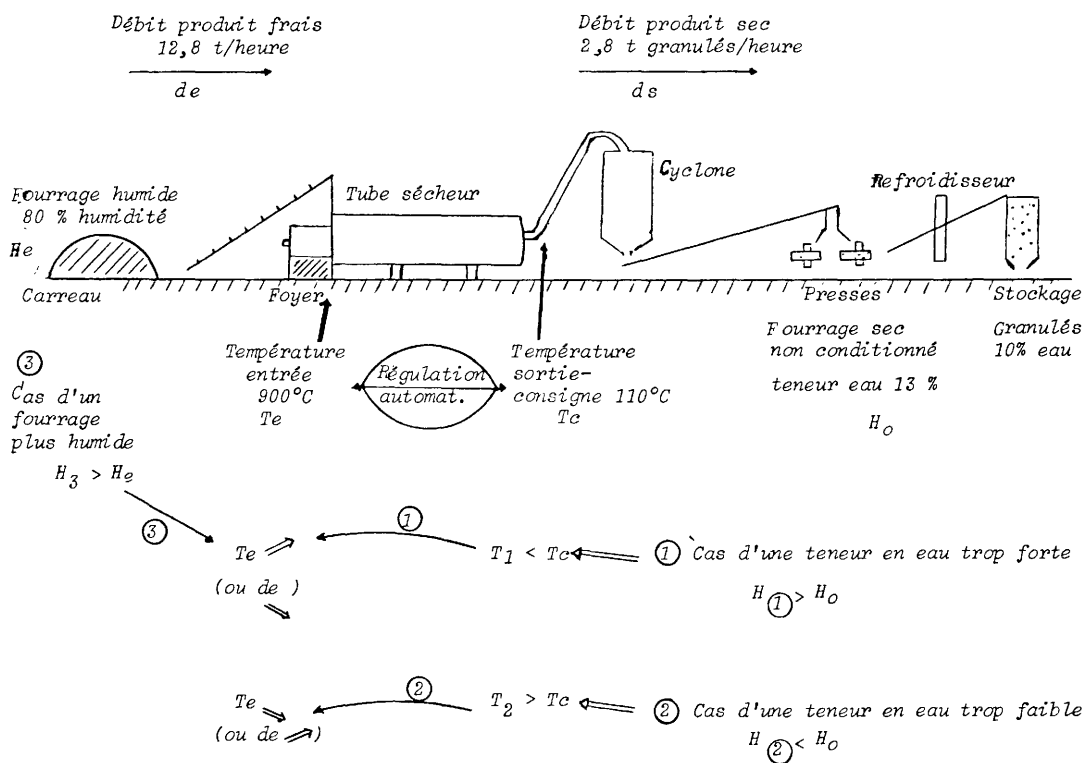
Le diagramme II - 10 présente de façon simplifiée, les aspects techniques liés à la conduite du séchage dans l'unité de déshydratation à haute température.

(1) On sait que la température de l'air usé est liée à l'état de saturation de celui-ci

**Diagramme II.10 :** Schéma des principales caractéristiques d'humidité et de température d'une unité de déshydratation de 10 000 kg d'eau/heure, supposée tourner en régime d'équilibre.

Rôle de la régulation automatique ou intervention du conducteur de machine dans trois cas :

- ① Granulés trop humides à la sortie des presses
- ② Granulés trop secs à la sortie des presses
- ③ Fourrage sur le carreau plus humide



Remarque : La teneur en eau des granulés à la sortie des presses est légèrement supérieure à la teneur en eau définitive au stockage. Le conditionnement et le refroidissement contribuent à enlever quelques points d'eau (2 à 3 %).



### III - TECHNIQUES DE CONDITIONNEMENT DES PRODUITS DESHYDRATES

Si certains produits déshydratés sont livrés tels quels après séchage (four-niture en vrac ou en "l'état"), la plupart d'entre eux subissent une agglomération à la sortie du déshydrateur, caractérisée par le pressage du fourrage. Cette opération se trouve facilitée par un broyage préalable et nécessite le refroidissement des produits agglomérés afin de réduire leur fragilité au cours des manipulations ultérieures.

L'ensemble de ces traitements mécaniques et physiques, subis par le fourrage séché, porte le nom de conditionnement. Comme le broyage n'est pas toujours réalisé, le conditionnement comporte selon les cas, les opérations suivantes :

- broyage du fourrage sec, agglomération, refroidissement,
- agglomération directe et refroidissement

Ce conditionnement offre divers avantages comme :

- . d'éviter les pertes mécaniques grâce au compactage du fourrage en "bouchons",
- . de faciliter et résoudre les problèmes de manutention (transvasement, distribution aux animaux ...)
- . de limiter les volumes de stockage, grâce à la condensation qui réduit le volume élémentaire et accroît le poids spécifique (le volume nécessaire est réduit de 6 à 7 fois par rapport à celui exigé par le même fourrage sec livré en vrac),
- . de réduire l'altération du carotène, par suite d'une élimination partielle de l'oxygène de l'air au cours du pressage (aspect important pour la luzerne).

#### A - Broyage du fourrage déshydraté

Le matériel employé, du type broyeur à marteaux, détient une puissance et un débit variables selon les installations (puissance de 100 à 300 CV, débit de 1 à 5 t/h).

L'obtention de la finesse de broyage requise est assurée par l'usage de grilles aux perforations définies (3 à 30 mn) qui laissent passer les particules suffisamment réduites. Le choix des grilles dépend du degré de réduction souhaité : il varie selon la catégorie de fourrage traité, les usines et les usages commerciaux :

- avec les fourrages verts classiques (luzerne et graminées), il est courant d'employer des ouvertures inférieures à 10 mm (par exemple, le plus souvent 6 mm avec la luzerne);
- avec du maïs plante entière, quand le broyage intervient, il s'effectue ordinairement sans grille et vise à fragmenter les spathes et les morceaux de rafle.

La consommation énergétique et l'importance du débit restent tributaires de la puissance originelle du broyeur, mais dépendront également de l'humidité du fourrage introduit et de la finesse du broyage (l'accroissement de ces deux facteurs augmente la dépense énergétique et restreint le débit).

Malgré une consommation supplémentaire d'énergie, cette opération facilite le transport et l'agglomération ultérieure du fourrage issu du séchoir. Parmi les divers avantages technologiques retenus, comparativement au produit grossier en brins longs, citons :

- . une circulation aisée du produit broyé dans les convoyeurs pneumatiques,
- . une alimentation régulière des presses et un débit élevé en fourrage aggloméré,
- . une grande facilité pour l'incorporation éventuelle d'adjuvants (liants, urée...),
- . une excellente cohésion des agglomérés et un réglage moins précis du séchage (l'agglomération directe requiert une humidité du fourrage sec assez stricte).

Le broyage entraîne par ailleurs, notamment chez les ruminants, diverses conséquences zootechniques développées par ailleurs (accroissement de l'ingestibilité, baisse de la digestibilité, accidents sanitaires :... cf.annexe IV).

## B - Agglomération du fourrage sec (ou compactage)

### 1)- Modalités de compactage

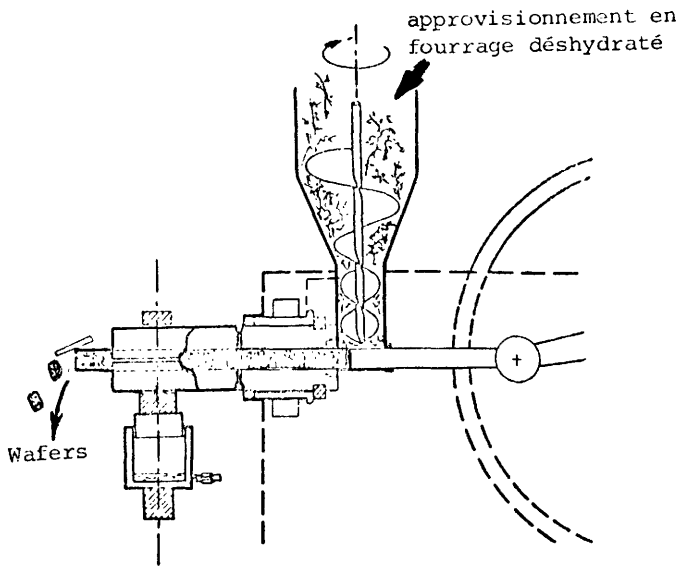
L'agglomération mécanique s'effectue dans des presses à agglomérer et porte sur le produit desséché entier ou broyé. Le fourrage supporte une compression plus ou moins forte, selon qu'il a subi ou non un broyage préalable et en fonction du type de presse employé, dont il existe de nombreux modèles (cf. schéma II - 11).

- . les systèmes à vis ou à piston, peu répandus actuellement et cantonnés aux unités mobiles ou aux déshydrateuses "basse température", livrent le fourrage aggloméré sous forme de galettes de 50 à 100 mm de diamètre, épaisses de 20 à 100 mm et parfois plus (l'épaisseur correspond environ à 0,2 - 0,5 fois le diamètre).
- . les systèmes à extrusion, où le fourrage comprimé entre une matrice perforée fixe (matrice couronne) ou rotative (matrice plateau) et des rouleaux ou des galets, se trouve forcé au travers des ouvertures cylindriques (presse à filières) ou rectangulaires (presse à compression variable).

Les modèles les plus courants, dotés d'une matrice couronne fixe horizontale et alimentés par le haut, fabriquent :

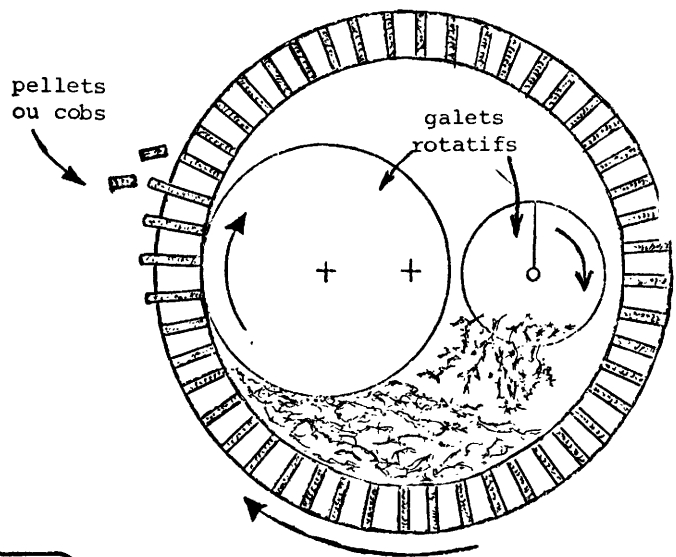
- des "bouchons" cylindriques, à partir de filières munies d'orifices circulaires d'un diamètre compris entre 5 et 20 mm;
- des parallélépipèdes à section rectangulaire réglable selon l'intensité du pressage, dans le type à compression variable. (L'intérêt de ce modèle, d'introduction récente, réside dans la capacité de développer une force de compression adaptée au fourrage à agglomérer, ce qui évite de changer les matrices).

PRESSE à PISTON

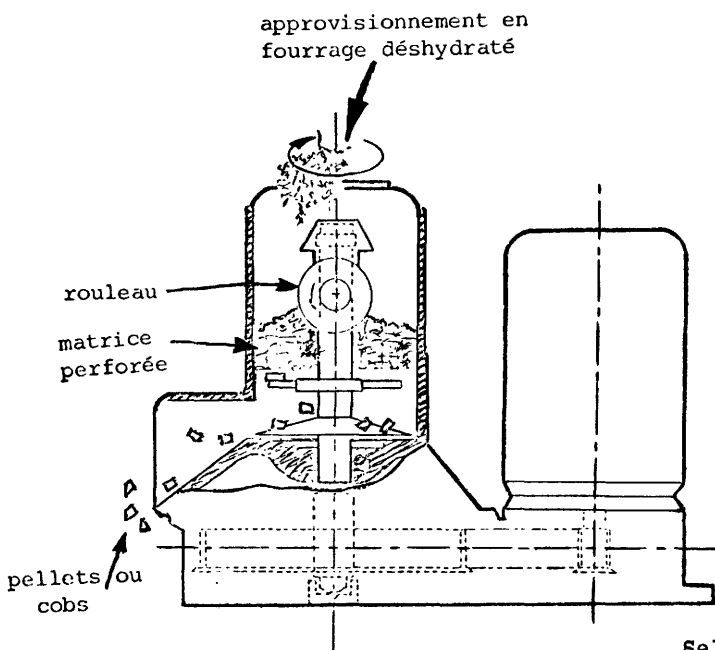


PRESSE A MATRICE COURONNE

vue de dessus



PRESSE A MATRICE PATEAU



Selon WTB Marchant et G. Shepperson (1973).

## 2)- Problèmes posés par l'agglomération

L'agglomération qui consiste à comprimer le fourrage et à assurer au produit aggloméré une certaine cohésion, est une opération plus ou moins facile à réaliser, qui reste par ailleurs dispendieuse en énergie et provoque diverses modifications physiques du fourrage déshydraté.

### a) Difficultés rencontrées pour l'agglomération :

La facilité d'agglomération sans adjonction de liant, dépend de nombreux facteurs comme :

- l'humidité du produit déshydraté à l'arrivée aux presses (la teneur en eau optimale pour assurer le maximum de cohésion se situe autour de 10 %)
- la température initiale (un fourrage froid donne une meilleure agglomération).
- la nature du produit sec. En général, parmi les fourrages verts, les légumineuses (luzerne, trèfle violet) s'agglomèrent mieux que les graminées. Celles-ci se rangent dans l'ordre décroissant suivant pour leur facilité de cohésion : ray grass, fétuque, dactyle, maïs. En conséquence, le classement inverse exprime généralement le risque de délitage ou de friabilité pour une même présentation.

En outre, un fourrage jeune, séché rapidement et en absence d'échauffement (séjour prolongé du produit frais haché avant déshydratation) s'agglomère bien.

L'usage de liants (injection de vapeur d'eau, mélasse ou eau mélassée, lignosulfite, bentonite, wafoline, amidon) améliore la tenue des agglomérés et leur homogénéité. Leur emploi est loin d'être généralisé.

### b) Dépense énergétique

La consommation d'énergie imputable à l'agglomération, dépendra du type de presse employée. Rapportée à la tonne de produit marchand traité à 10 % d'eau, la dépense énergétique oscille entre :

- 15 et 20 kwh avec une presse à piston,
- 30 et 50 kwh avec une presse à filière.

Malgré une variation explicable par des particularités inhérentes à la conduite technologique de l'agglomération, ce procédé consomme en moyenne le tiers de la dépense totale en énergie électrique de l'installation.

### c) Modifications physiques

La compression dans les presses entraîne deux conséquences physiques :

- un échauffement du produit aggloméré nécessitant son refroidissement immédiat,
- un broyage, souvent important en cas de pressage direct, du fourrage grossier et une réduction concomitante du pourcentage de fibres longues. Ce phénomène, moins prononcé avec des presses à piston ou à compression variable, se rencontre surtout après une compaction en presse à filière. Par contre, un fourrage broyé finement au préalable (grille à moins de 10 mm), ne supporte plus de fragmentation au cours de l'agglomération.

### 3)- Mode de présentation et appellation des formes agglomérées

Le mode de présentation et la terminologie en usage pour désigner les fourrages déshydratés résultent ou se fondent sur les traitements technologiques subis par le produit séché. Les appellations conventionnelles sont les suivantes :

- compactés ou cobs, pour les produits obtenus sans broyage après passage dans une presse à filières,
- condensés ou pellets, pour ceux agglomérés par une presse à filière mais préalablement broyés,
- comprimés, wafers ou briquettes pour les galettes fabriquées sans broyage à partir de presse à piston (50 à 100 mm de diamètre, épaisseur 20 à 50 mm). Le terme de briquettes s'applique parfois et dans certains pays, de façon exclusive à des parallélépipèdes à section rectangulaire issus de presses à compression variable (section 30-40 mm).

Le tableau II - 12 rassemble les caractéristiques de cette classification. Les formes comprimées, assez rares, semblent plutôt inféodées aux unités mobiles de déshydratation. En conséquence, dans la pratique se rencontre principalement des présentations granulées d'un diamètre variable selon la dimension des ouvertures de la filière utilisée, citons :

- . les pellets ou condensés de luzerne (5 à 10 mm de diamètre)
- . les cobs ou compactés d'herbe ou de maïs (12 à 18 mm en général, parfois jusqu'à 25 - 30 mm).

### 4)- Propriétés physiques des produits agglomérés

L'agglomération modifie le poids spécifique du fourrage origine, assure une certaine cohésion aux agglomérés formés et change souvent leur granulométrie. La connaissance des modifications introduites présente de l'importance, au double plan commercial et technique (conséquences zootechniques).

Le mode de conditionnement, la dimension moyenne des agglomérés fonction des presses employées, définissent la densité du produit, voisine pour la forme condensée du poids spécifique absolu (1100 à 1200 kg/m<sup>3</sup>). Le poids spécifique utile, caractéristique d'un volume de stockage apparaît plus faible et demeure une donnée indispensable à connaître pour prévoir la capacité d'entreposage. Les valeurs les plus courantes sont reproduites dans le tableau II - 12, celles-ci dépendent aussi de l'espèce fourragère en cause (tableau II - 13). Nous retiendrons les chiffres moyens suivants pour les pellets et les cobs :

- en pellets (luzerne) de 600 à 850 kg/m<sup>3</sup>
- en cobs, de 500 à 700 kg/m<sup>3</sup>.

Tableau II.12 : Appellations, présentations et caractéristiques physiques des fourrages agglomérés.

Appellations		Présentations (Forme du produit)	Traitements technologiques		Densité des agglomérés kg/m <sup>3</sup>	Poids spécifiques moyens (1) kg/m <sup>3</sup>	Manutention
Anglo-saxonnes	Françaises		Broyage	Nature de la presse			
Pellets	condensés	granulés (ø 5-10 mm)	+	filières (2)	900-1200	650-850	pneumatique
Cobs	compactés	granulés (ø 12-30 mm)	-	filières (2)	700-1000	550-700	pneumatique
Wafers	comprimés	gallettes (ø 50-100 mm)	-	piston	300-400	250-400	mécanique
Briquettes (3)	briquettes	parallélépipèdes à section rectangulaire (30 x 40 mm)	-	piston à compression variable	700-1000	450-550	pneumatique

- (1) Poids spécifique en cellule de stockage. A titre de comparaison, un fourrage sec stocké en vrac pèse 80kg/m<sup>3</sup>;  
le pressage en balles à moyenne ou haute densité porte cette valeur à 120-150 kg/m<sup>3</sup>
- (2) Preses filières à matrice couronne ou à matrice plateau
- (3) Parfois aussi appelées cubes

**Tableau II. 13** : Variation du poids spécifique utile selon le mode de conditionnement et la nature du fourrage aggloméré (1) (en kg/m<sup>3</sup> stocké).

Espèces	Formes	
	compactées ou cobs	comprimées ou wafers
<u>Graminées fourragères</u>		
- ray-grass d'Italie	700 (2)	300
- fétuque élevée	600-650	250
- dactyle	-	200
- maïs plante entière	500	350-400
<u>Légumineuses fourragères</u>		
- luzerne	600-700 (3)	350-400
- trèfle violet	600-700	-
<u>Crucifères fourragères</u>		
- colza	600-700	-

- (1)- Teneur en eau : 10 à 12 %.  
(2)- Fourrage jeune en premier cycle.  
(3)- La forme condensée de luzerne ou pellets à un poids spécifique utile compris entre 600 et 850 kg/m<sup>3</sup>.

Le degré de cohésion, la texture et la dureté des agglomérés, font l'objet d'appréciations diverses, plus ou moins normalisées.

Malgré l'absence de normes commerciales, certaines unités industrielles de déshydratation procèdent à divers contrôles permettant de juger la qualité physique des bouchons :

- le test de friabilité rend compte de la sensibilité au délitage et de l'aptitude des agglomérés à être manutentionnés facilement. D'une manière générale, les formes comprimées sont nettement plus friables que les compactées ;
- le test de dureté tente d'estimer la résistance à l'écrasement offerte par l'aggloméré aux dents de l'animal. Les compactés de légumineuses apparaissent plus durs que ceux de graminées fourragères pour lesquelles l'ordre décroissant de dureté correspond d'ailleurs à celui établi pour la friabilité ;
- le test granulométrique opéré par tamisage à sec après délitage des agglomérés par voie humide pour éviter de briser les éléments, définit la maille du tamis laissant passer plus de la moitié des particules (cf. conséquences zootechniques).

En déshydratation agricole, le degré de friabilité des granulés a moins d'importance, du fait de manipulations plus restreintes qu'en régime industriel et d'exigences plus réduites de la part des éleveurs.

Notons qu'il est possible, avec un même produit, d'améliorer la tenue des agglomérés en employant des filières de plus faibles diamètres, mais cette pratique restreint le débit et accroît la consommation d'énergie. Dans les installations agricoles, une économie partielle d'énergie serait possible en ayant recours à une agglomération plus grossière.

#### 5)- Refroidissement des produits agglomérés

Le passage dans les presses chauffe le produit en cours d'agglomération à des températures comprises entre 60 et 110°C selon l'âge des fourrages, l'épaisseur et la dimension des ouvertures des matrices employées, l'intensité de la compression exercée.

Le refroidissement s'effectue selon les installations, dans des dispositifs verticaux ou horizontaux grâce à une ventilation par un courant d'air qui enlève aussi parfois une partie de l'humidité en excès. Il convient de proportionner la capacité du refroidisseur au débit des presses.

La teneur en eau des produits à l'issue du conditionnement doit se situer entre 9 et 11 % pour garantir leur bonne conservation.

### IV - TECHNIQUES DE STOCKAGE DES PRODUITS DESHYDRATES

La conservation des produits déshydratés issus des fourrages verts et leurs modalités de stockage se présentent fort différemment selon qu'il s'agit d'unités industrielles ou agricoles (pour la définition de ces deux termes, voir Ch. II de la partie "Rapport")

#### A - Cas des installations pratiquant la déshydratation agricole

En déshydratation agricole, du fait de la restitution immédiate du fourrage aggloméré aux producteurs, l'unité n'est pas en butte avec le problème du stockage de quantités importantes de produits.

Après refroidissement, les bouchons transitent dans des trémies de stockage de petite taille ou des cellules au sol, assez nombreuses pour pouvoir individualiser les lots de chaque éleveur, celui-ci reprenant sa marchandise immédiatement après conditionnement.

Dans les exploitations, les agriculteurs déposent les granulés dans un endroit sec :

- soit en vrac, tout en assurant une séparation plus ou moins parfaite des provenances selon la nature des espèces végétales (maïs, herbe, luzerne...) et la qualité alimentaire du déshydraté;
- soit en cellules métalliques, du type employé pour conserver les grains de céréales, soit encore en compartiments rudimentaires formés par des cloisons de planches revêtues ou non d'une bâche plastique. Ces dispositifs permettent une meilleure individualisation des origines et leur emploi rationnel dans les régimes alimentaires animaux.

Les producteurs disposent parfois un peu de paille en couverture des tas, de manière à réduire les reprises d'humidité atmosphérique. Dans les régions littorales des pays septentrionaux, malgré une forte hygrométrie en arrière-saison et parfois en hiver, ce mode de conservation, en apparence assez sommaire, ne pose ordinairement aucun problème. Il apparaît parfois un certain délitage des bouchons placés dans les couches supérieures, sans conséquence apparente au plan alimentaire.



## B - Cas des unités industrielles

En déshydratation industrielle, les délais s'écoulant entre les périodes de production et de vente, imposent un entreposage. Selon la taille des unités et l'organisation du stockage, la capacité des silos varie énormément (1000 t à 100 000 t). La conservation des pellets de luzerne fait parfois appel à un équipement particulier et coûteux, destiné à préserver le contenu en pigments caroténoïdes (stockage sous gaz inerte).

### Problèmes posés par la conservation de la luzerne déshydratée

#### 1)- Intérêt porté aux pigments caroténoïdes

Les industriels fabriquant des aliments du bétail pour les monogastriques (porcs, volailles...) introduisent la luzerne déshydratée dans leurs formules en raison, d'abord de sa teneur en protéines, mais surtout à cause de la présence des caroténoïdes. Les clauses commerciales tiennent souvent principalement compte du contenu en ces pigments, recherchés pour leur rôle vitaminique (carotène, précurseur de la vitamine A) ou leur pouvoir colorant (diverses xanthophylles dont la luteïne).

Rappelons que ces composés, dont les teneurs varient dans de larges limites, en fonction de nombreux facteurs climatiques, agronomiques (stade de coupe...) et technologiques, se répartissent en moyenne, ainsi dans les pellets de luzerne :

- carotène : 100 à 350 mg/kg de matière sèche

Le rapport  $\frac{\text{xanthophylles}}{\text{carotène}}$  se situe ordinairement entre 2 et 2,5, avec jusqu'à 400 - 450 mg/kg de matière sèche de xanthophylles.

#### 2)- Fragilité et moyens de préservation des caroténoïdes

Xanthophylles et carotène se dégradent par oxydation sous l'action de nombreux agents :

- enzymes cellulaires intervenant au cours de la fénaison naturelle au soleil et totalement inactivées par la déshydratation artificielle à haute température ;
- facteurs de l'environnement tels la lumière (rayonnement ultraviolet), la chaleur, l'humidité du produit.

En pratique, la rapidité de dégradation dans l'air, dépend principalement de la température régnant dans les silos de conservation (graphique II-15) et de la teneur en eau des produits entreposés (tableau II-14).

Dans des conditions naturelles de stockage, le degré d'altération des caroténoïdes de la luzerne déshydratée sera plus fort à des humidités et à des températures élevées, en conséquence, et compte tenu de l'incapacité à contrôler le facteur thermique, la destruction sera plus prononcée dans les Pays membres méridionaux (Italie, France) et plus sensible en période estivale chaude (graphique II-16) qu'en hiver.

La stabilité des xanthophylles reste supérieure à celle des carotènes en conditions comparables.

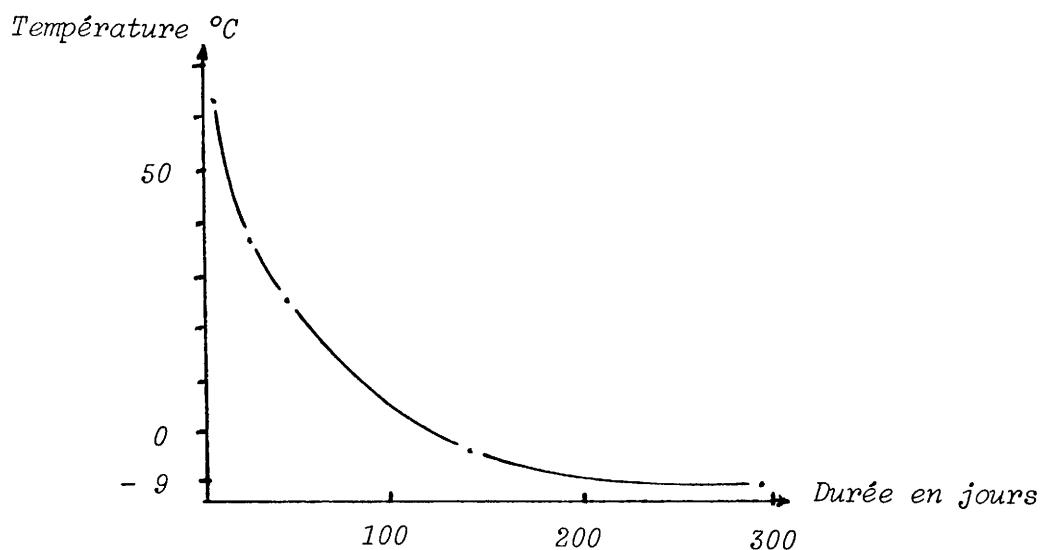
**Tableau II.14 : Importance de la dégradation des pigments caroténoïdes de la luzerne dans l'air ou en atmosphère contrôlée.**

Présentation du produit	Conditions de conservation				Pourcentage de pertes (1)		Auteurs
	gaz	température en °C	humidité en %	durée en mois	carotènes	xanthophylles	
Farine	air	0,5	-	12	70	0	Taylor M.W. et Russel W.C., 1938
Farine	air	40	8	2 et 4	33 et 37	-	Hoffman E.J., Lum F.G. Pittman A.L., 1945
	azote	40	8	2 et 4	0	-	
	azote et CO <sub>2</sub> (2)	40	8	2	6	-	
Farine	air	20 et 40	5 à 8	2	30 et 75	-	Bailey G.F., Atkins M.E. Bickhoff E.M., 1949
Farine	air	32	9,2	3	78	64	Knowles R.E., Livingston A.L. Nelson J.W., Kohler G.O., 1968
	air	32	7,8	3	68	52	
Farine	air	-12 à +6	8 à 12	2 et 4	23-29 et 48	-	Laguta M., 1970
		9 à 25	8 à 12	2 et 4	32-55 et 53	-	
	azote ou CO <sub>2</sub>	-	8 à 12	2	25	-	
Farine	azote et CO <sub>2</sub>	10-20	12-15	4	2	-	Golik M., Aleksandrovna I., Gijlenko V., Semashko V., 1971
Pellets	air	ambiante	8-12	5	44	46	Ferrer V., 1972
Pellets	air	15-20	9-10	4	33	26	Melcion J.P. et Delort Laval J. 1973
	azote	15-20	9-10	4	0	16	
	CO <sub>2</sub>	15-20	9-10	4	11	15	

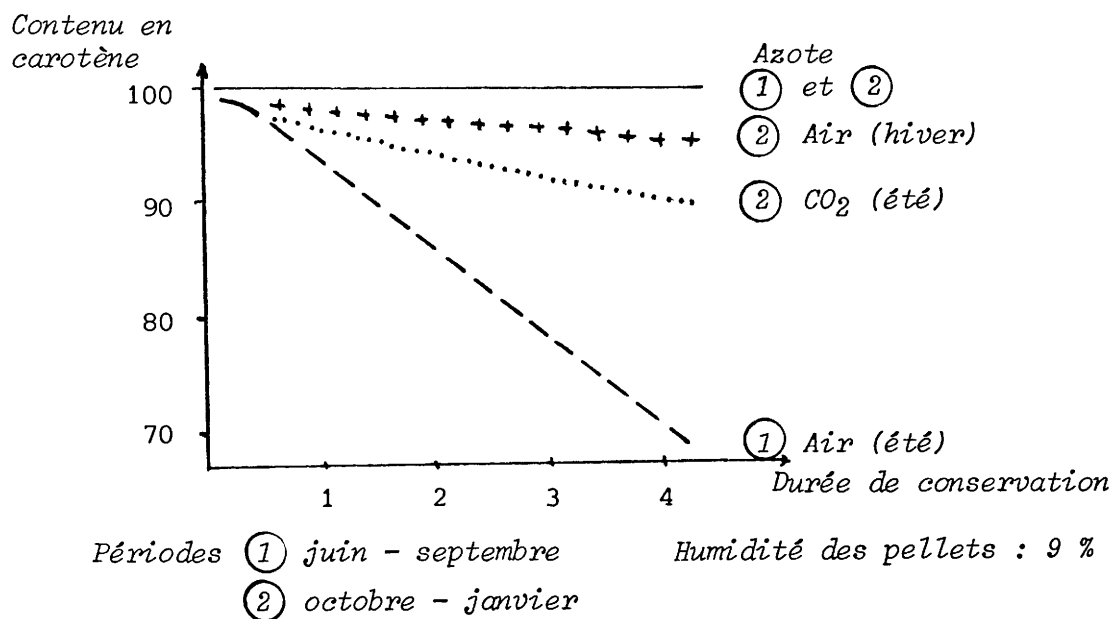
(1) Rapporté à la teneur initiale

(2) CO<sub>2</sub> = gaz carbonique

Graphique II.15 : Délais requis pour obtenir la destruction de la moitié du carotène présent dans la luzerne déshydratée (d'après Brown, Petersen et Schirheyder).



Graphique II.16 : Altération du contenu en carotène selon la nature du gaz de conservation et l'époque de l'année (selon Melciron et Delort-Laval, 1973).



L'intérêt économique présenté par les caroténoïdes de la luzerne, a suscité de nombreuses recherches destinées à préserver ces pigments. Divers procédés sont employés qui visent tous à restreindre ou supprimer l'oxydation:

a) en présence d'air :

- abaissement de la température de conservation (stockage estival en chambres froides employées en arrière saison pour conserver les fruits; situation rencontrée en Italie),
- usage de composés antioxydants ajoutés avant l'agglomération à faibles doses (12 à 15 g/quintal de déshydraté). Parmi divers antioxydants disponibles (BHT, DPPD, éthoxyquinoleine...) (1), l'éthoxyquinoleine semble fournir les meilleurs résultats.

b) par la suppression de l'oxygène :

- le procédé de stockage sous gaz inerte (azote, gaz carbonique) ou sous vide, a fait l'objet de nombreux travaux qui tous concluent à la supériorité de l'azote comme agent de conservation (graphique II-16).

Parmi les unités industrielles européennes, seules à notre connaissance, la Société France Luzerne et l'Union de Coopérative Luzerne de Champagne, procèdent à la conservation des pellets sous atmosphère de gaz inerte à très faible teneur en oxygène. Les cellules de stockage totalement étanches et de forte capacité unitaire (jusqu'à 400 t.), sont formées de tôles métalliques soudées (silo de Pogny-Champagne). Une station de générateurs d'une puissance de 600 m<sup>3</sup>:H, fournit le mélange gazeux (azote et gaz carbonique) nécessaire. Le contenu en oxygène de l'atmosphère des silos est enregistré en continu automatiquement et déclenche la réinjection du gaz inerte dès que le taux dépasse un certain seuil critique.

## V- PROCEDES DE TRANSPORT DES FOURRAGES DESHYDRATES

Si la commercialisation en sacs papier ou sous bâche plastique des produits déshydratés dans les unités industrielles reste une formule très rarement rencontrée, l'expédition en vrac constitue la règle générale et fait appel à des moyens de transport variés : péniches, wagons spéciaux du modèle employé pour l'acheminement en vrac des aliments du bétail, camions... Aucune précaution particulière n'est prise, hormis une protection éventuelle contre la pluie et toutes les manutentions sont largement mécanisées.

---

(1) B.H.T. : di-tert - butylhydroxytoluène  
D.P.P.D. : diphényl - para-phényl - diamine  
Ethoxyquinoleine : ethoxy - dihydro - triméthylquinoleine

CARACTERISTIQUES DE PRODUCTION ET D'EXPLOITATION DES PRINCIPALES

---

CULTURES FOURRAGERES UTILISEES EN DESHYDRATATION

---

L'examen des productions fourragères, traitées en déshydratation industrielle ou agricole, fait ressortir la prépondérance de la luzerne, mais il existe pour cette espèce, une grande disparité entre pays membres en ce qui concerne les surfaces déshydratées (tableau III - 1). D'autres cultures prairiales ou annuelles se substituent totalement ou partiellement, à la luzerne lorsque la réussite culturale de cette dernière est difficile; elles se manifestent spécialement lorsque les contraintes de commercialisation ne sont pas trop strictes (déshydratation agricole). Si l'herbe fournit en moyenne le tiers des fourrages verts déshydratés, la plus forte participation vient de la luzerne. Pour cette plante, l'importance de la superficie soumise à la déshydratation varie beaucoup selon les pays membres (cf. tableau III -1) et en fonction de :

- . la possibilité climatique de réussite du foin séché au soleil (France, République Fédérale d'Allemagne, Italie),
- . la maîtrise technique de l'ensilage avec conservateur (Royaume Uni).

Le Danemark et les Pays Bas livrent à la déshydratation la quasi totalité des luzernières, implantées d'ailleurs dans ce but.

Caractéristiques des cultures fourragères répondant aux exigences de la déshydratation ou au souhait des déshydrateurs

Quelle que soit son cadre (industriel ou agricole), la déshydratation manifeste quelques exigences vis-à-vis des fourrages verts candidats. Ceux-ci doivent en effet détenir certaines caractéristiques :

- une bonne productivité, et pour les espèces pérennes, une bonne régularité de cette fourniture, afin de garantir l'approvisionnement de l'installation. Cette régularité de répartition dépend de l'espèce en jeu, de sa sensibilité aux facteurs du milieu (sécheresse, température) et finalement du lieu géographique. A cet égard, l'herbe manifeste une plus grande vulnérabilité que la luzerne à la sécheresse (voir par exemple le tableau III - 2 présentant l'incidence probable de cet aléa au cours des années sèches 1969 et 1976).

Tableau III.1 : Tonnages de fourrages verts déshydratés (1974) (1).

	Luzerne	Herbe	Pourcentage de Luzerne
France	780	60	93
Danemark	150	180	45
Royaume Uni	30	130	19
Pays Bas	33	99	25
Italie	120	0	100
R. F. A.	5	49	9
Irlande	0	25	0
Belgique	7	2	-
	1125	545	67

	1974	1975	1976
Luzerne	1125	1147	840
Herbe	545	438	398
Total (1)	1670	1585	1238
% Luzerne	67	72	68

(1) en milliers de tonnes ; 1974 année au tonnage de production maximum

Superficies fourragères de la Communauté (1).

	Prairies artificielles		Prairies tempo- raires	Maïs fourrage	Divers fourrages	Prairies perma- nentes	Total
	Luzerne	Trèfle					
Ensemble C.E.E. à 9	911	1014	5438	1479	568	28 340	41 390

(1) 1975, en milliers d'hectares

Superficies en luzerne et fraction déshydratée en 1975.

	Superficies (1)	Part déshydratée en % (2)
France	810	10
R. F. A.	63	9
Italie (3)	(1000)	(13)
Danemark	17	90
Royaume Uni	14	30
Belgique	3,6	-
Pays-Bas	3,4	90

(1) en milliers d'hectares

(2) Approximation à partir des tonnages déshydratés et des rendements moyens

(3) Non connu, selon A. Cantele, 1966

**Tableau III.2 : Incidence probable de la sécheresse sur la quantité de fourrages verts déshydratés.**

	1968	1969	1974	1976
R.F.A.	32	29	54	57
Belgique	24	15	9	6,5
Danemark	250	200	320	200
France	460	426	780	500
Royaume - Uni	72	66	160	120
Pays - Bas	133	62	132	110
Irlande	20	21	25	15
Italie	90	80	120	125
<b>Total</b>	<b>1 081</b>	<b>899</b>	<b>1 610</b>	<b>1 133</b>
Réduction de production en %		18		29

Selon C.I.D.E., estimations pour 1976.

- une évolution qualitative brute, de manière à pouvoir disposer d'une période assez longue de récolte.
- une bonne facilité de récolte (mécanisation aisée, facilité de fauche, résistance à la verse...) et pour les cultures pluriannuelles, une bonne tolérance des espèces au passage des engins (rôle de l'enracinement, faible sensibilité au tassement...).
- une teneur en matière sèche assez élevée, afin de réduire la consommation de combustible (ce souhait apparaît quelque peu contradictoire avec le maintien de la qualité) et une certaine rapidité de séchage. Celle-ci dépend des espèces, de l'humidité fonction des techniques culturales et de la finesse de hachage des différents organes (feuilles, tiges...).

Dans ce chapitre, nous nous attacherons à décrire brièvement les techniques de production et d'exploitation de ces deux groupes de culture insistant sur les procédés culturaux spécifiques à la déshydratation. Nous dégagerons également les contraintes techniques liées aux espèces fourragères en cause.

## I- LUZERNE

### A - Contraintes écologiques et agronomiques

#### 1)- Aspects écologiques

L'adaptation écologique de la luzerne lui permet de couvrir des surfaces importantes dans des pays placés sous des latitudes très différentes. De part ses origines botaniques et son système racinaire puissant, cette espèce résiste bien au froid et à la sécheresse. Ces caractéristiques, jointes à sa sensibilité au photopériodisme (nécessité des jours longs pour la floraison), expliquent la localisation de la culture en régions continentales où son adaptation climatique lui permet d'assurer des rendements fourragers élevés avec une très bonne régularité de production. Dans d'autres situations, la réussite peut être moins bonne, notamment dans les zones à climat océanique où la douceur des hivers et la pluviométrie entraînent parfois une pousse hivernale inopportune et une concurrence sévère des graminées fourragères, généralement plus productives dans ces conditions.

Les exigences de la luzerne relatives au sol sont très restrictives pour la culture, puisqu'elles conduisent à écarter les terres acides et surtout les parcelles sensibles à l'engorgement d'eau en hiver. Il en découle une implantation géographique traditionnelle de la luzerne dans chaque pays. La localisation correspond assez fidèlement aux régions calcaires se ressuyant bien (région de Champagne et de Poitou-Charentes en France). Des amendements et un assainissement du terrain permettent cependant d'élargir sensiblement l'aire de culture (région de Bretagne en France, des polders aux Pays-Bas, du delta du Pô en Italie).



Ce rappel des contraintes écologiques propres à la luzerne, met en évidence l'importance des facteurs du milieu physique dans la réussite de la culture, et explique en partie les différences observées entre les pays membres, au niveau des surfaces cultivées pour la déshydratation. En France et en Italie, la luzerne contribue à mettre en valeur des superficies importantes, dans des conditions d'adaptation au milieu telles que le niveau de production atteint par la culture, est rarement égalé par d'autres fourrages. En Angleterre et en Hollande, les conditions de sol et de climat sont également défavorables à la luzerne. L'usage important du déshydraté en alimentation bovine y rend d'ailleurs la concurrence des graminées fourragères plus vive (absence d'impératifs de vente au secteur des aliments composés). Dans des situations particulières, la luzerne peut toutefois représenter une part importante du planning de récolte de l'unité de déshydratation (usine de Dengie, près de Southminster en Angleterre...). Au Danemark, les caractéristiques du milieu physique restent très tranchées entre le Jutland et les îles du Sud où se localise presque exclusivement la luzerne. Dans le Jutland, les terres sont peu favorables à cette espèce et le climat avantage plutôt les graminées.

## 2) - Aspects agronomiques

### -a) Place dans la rotation

Du point de vue agronomique, chacun s'accorde à reconnaître à la luzerne, une action bénéfique comme précédent cultural et à la classer parmi les plantes améliorantes de la fertilité des terres. Parmi les vertus reconnues à cette espèce, citons :

- . une amélioration de la structure du sol et une fourniture azotée gratuite,
- . un rôle sanitaire dans les successions culturales céréalières. Il apparaît difficile à cet égard, d'apprécier et d'éventuellement chiffrer avec exactitude cette valeur agronomique.

Historiquement, il faut rappeler que la culture de la luzerne a permis grâce à ses propriétés améliorantes, la mise en culture de terres pauvres rencontrées sur substrat calcaire (région de la Champagne Pouilleuse en France) ou fortement argileux (delta du Pô, avec 50 % d'argile). Le rôle spécifique de cette espèce provient d'abord de la puissance de son système racinaire et de la fixation symbiotique d'azote réalisée avec le *Rhizobium meliloti*. Le pivot racinaire de la luzerne, ameublir le sol en profondeur et rend utilisable pour d'autres plantes, après sa décomposition, des éléments minéraux absorbés dans les horizons profonds et normalement inexploités par la plupart des autres cultures. La fixation symbiotique de l'azote permet de réaliser une économie d'engrais azotés considérable. Compte-rendu du rendement de la culture et de son contenu en protéines, il faudrait théoriquement lui apporter plus de 200 unités d'azote par hectare et par an, pour satisfaire ses besoins. La luzerne pourvoit même de façon importante, à l'approvisionnement azoté de la culture suivante, tout en favorisant le travail des micro-organismes du sol responsables de l'humidification des débris végétaux. Cette plante apparaît donc comme un excellent précédent cultural

pour de nombreuses cultures, en particulier le blé d'hiver, bien qu'on lui reproche parfois de laisser la terre un peu creuse (les racines de luzerne sont volumineuses et peuvent gêner la réalisation du labour). Pour un blé cultivé derrière luzerne, on évalue habituellement les reliquats azotés disponibles à environ 70-80 unités d'azote par hectare, soit l'équivalent de plus des deux tiers de la fumure minérale normale du blé.

Dans les calculs économiques, il est juste de compter en plus de la valeur marchande de la luzerne déshydratée, la valeur estimée en tant que précédent cultural. Malgré les difficultés d'évaluation, il semble que l'on puisse situer entre 5 et 10 quintaux par hectare, le gain de production du blé suivant une luzerne par rapport à d'autres précédents (betteraves sucrières, maïs grain).

Dans les assolements céréaliers intensifs, la luzerne joue aussi un rôle important de plante de coupure capable de freiner les proliférations parasitaires et de maintenir les rendements.

A l'heure actuelle, compte tenu des améliorations foncières déjà réalisées dans les régions traditionnellement cultivées en luzerne, ces arguments agronomiques s'estompent quelque peu devant les possibilités offertes par certaines techniques modernes de production (emploi des engrais et des pesticides).

En résumé, la culture de cette légumineuse peut se révéler bénéfique au niveau de la rotation dans de nombreuses situations. Sa place se trouve cependant limitée par un ensemble de contraintes économiques, zootechniques ou agronomiques. Sur ce dernier point, il faut en effet remarquer qu'il est rare que l'ensemble des parcelles d'une exploitation convienne à la luzerne. Par ailleurs, un délai suffisant (cinq ans et parfois plus en cas d'infestations graves) doit être respecté entre deux cultures de luzerne sur la même parcelle, de façon à éviter des problèmes parasitaires trop importants. Un équilibre s'établit donc généralement pour limiter la proportion convenable de luzerne dans l'assolement. Cette part est souvent beaucoup moins importante en cas de déshydratation agricole qu'en déshydratation industrielle où la luzerne doit répondre à des objectifs qualitatifs précis et où les contraintes posées par la rotation sont vives.

#### -b) Place dans l'assolement

En déshydratation industrielle, la place de la luzerne dans l'assolement de l'exploitation se raisonne sur des critères économiques (substitution de cultures). On envisage d'interrompre dans certains Pays membres cette production, si des résultats économiques montrent qu'elle laisse une marge inférieure à celle d'autres productions. Au Danemark par exemple, la concurrence des productions céréalières et de la betterave à sucre devient de plus en plus vive.

Dans les régions de culture, pratiquant des assolements céréaliers et betteraviers intensifs (Champagne en France, Îles du Sud au Danemark, delta du Pô en Italie), la luzerne occupe au maximum le tiers des surfaces. Les effets à long terme de la suppression de cette plante améliorante, sont agronomiquement difficiles à prévoir. Il faut remarquer cependant que la luzerne, malgré ses qualités ne contribue pas dans ce cas précis, à un enrichissement marqué en matières organiques des sols sur lesquels elle est cultivée. De ce point de vue, sa suppression ne déséquilibrerait pas le bilan humique des assolements.

En déshydratation agricole, la luzerne intervient rarement seule, une partie des cultures déshydratées étant normalement constituée par des prairies temporaires de graminées fourragères. On associe ainsi couramment la luzerne déshydratée au maïs ensilage dans les élevages laitiers et les ateliers de taurillons.

Elle répond cependant à tous les objectifs définis précédemment en particulier, sa production régulière (plante assez peu affectée par la sécheresse) et sa richesse en matières azotées permettent de constituer des stocks répondant aux prévisions et s'adaptant bien à la complémentation hivernale des rations alimentaires pratiquées en élevage bovin. Sa présence dans l'assolement fourrager contribue également à diminuer les pointes de travail dans l'exploitation, grâce à l'organisation des chantiers de récolte pour la déshydratation et à la production régulièrement répartie de cette espèce dans l'année (cf. production). Au niveau des temps de travaux, l'économie est considérable en raison d'un entretien réduit et de la pérennité de la culture qui épargne les soucis inhérents aux implantations de fourrages annuels (préparation de sol en particulier).

## B - Implantation et entretien de la culture

Ce paragraphe évoque les éléments strictement nécessaires à connaître pour saisir les principaux impératifs techniques et comprendre la signification des frais culturaux rapportés au chapitre économique (cf. chap. XI).

L'implantation des luzernières se caractérise par l'emploi de techniques culturales précises et par une latitude de choix assez importante pour la date de semis.

### 1)- Implantation de la culture

En raison d'un système racinaire profond et d'une semence aux faibles dimensions, la préparation du sol obéit à des impératifs opposés :

- réaliser un ameublissement en profondeur (labour profond, division par des outils à dents...)
- préparer une terre suffisamment émiettée en surface et reposant sur un sol raffermi.

Ces contraintes expliquent les très grandes différences rencontrées dans les moyens mécaniques mis en oeuvre selon les pays et les sols, elles engendrent des écarts marqués au niveau des charges culturales.

L'obtention d'un peuplement suffisant (environ 600 plantes au m<sup>2</sup> à l'implantation) et régulier, conduit à préconiser le semis en lignes (semoir à céréales) à faible profondeur (1 à 2 cm), avec un écartement entre lignes de 20 cm. La densité de semis se situe habituellement à 25 kg/ha, une dose de 20 kg pouvant être suffisante en bonnes conditions (en Italie, la quantité de semences employées atteint couramment 35-40 kg/ha). De nombreuses études ont montré qu'un peuplement trop fort à la levée n'entraînait pas un gain sensible de pérennité, en raison d'une mortalité importante des plantules surnuméraires, mais pouvait occasionnellement être intéressant (semis tardif, terres caillouteuses, parcelles sales...) On soulignera cependant qu'un peuplement trop faible a des conséquences très graves sur la production de la culture et sa pérennité. L'inoculation est une pratique qui consiste à enrober les semences de luzerne avec une préparation commerciale

de la bactérie symbiotique de la luzerne, *Rhizobium meliloti*. Cette précaution peu coûteuse assure la réussite de l'implantation dans des sols réputés peu propices à la luzerne par leur acidité, et dans des parcelles n'ayant jamais été cultivées avec cette espèce au préalable. Les contraintes d'utilisation de l'inoculum exigent une bonne technicité de l'agriculteur.

La fertilisation de la luzerne au semis reste l'un des éléments majeurs de réussite de la culture. La luzerne est en effet une plante pérenne aux exportations minérales conséquentes pendant les années d'exploitation. Une imprévoyance due au mauvais équilibre de fumure à l'implantation, se répercute gravement sur le rendement et la pérennité. Cette fertilisation se base sur un apport important avant le semis d'une fumure phospho-potassique destinée à couvrir l'essentiel des besoins, soit environ 180 unités de phosphore sous forme de  $P_2O_5$  par hectare et 250 unités de potasse sous forme  $K_2O$ . Cet apport excède les besoins théoriques des exportations, surtout pour le phosphore, mais il permet de corriger une éventuelle insuffisance du sol (fumure de fond). D'autres éléments minéraux comme le soufre, le molybdène, le bore, peu représentés dans les formules concentrées d'engrais minéraux, jouent aussi un rôle important et leur niveau dans les sols devra être surveillé.

Il faut également se préoccuper des éléments calcium et magnésium indispensables à la culture et en particulier à la symbiose bactérienne, et ce d'autant plus qu'une fertilisation élevée en potasse contrarie l'absorption du calcium et du magnésium par la plante. En terres à tendance acide (pH 6,0 par exemple, un chaulage est donc nécessaire, il se réalise souvent avec un amendement calco-magnésien (chaux magnésienne, maërl).

## 2)- Choix de la date de semis et conséquences pour la déshydratation.

L'ensemencement de la culture de luzerne peut s'effectuer à différentes époques de l'année, dans des conditions assez diverses (semis en sol nu ou sous couvert). Selon les régions et les impératifs de l'unité de déshydratation, des tendances se dessinent pour telle ou telle méthode. Le schéma III-3, résume les différentes modalités d'implantation de la luzerne et les caractéristiques essentielles de chaque technique :

- le semis de printemps en sol nu, techniquement, le plus satisfaisant et assurant la meilleure pérennité à la culture sera habituellement conseillé en déshydratation, d'autant plus qu'il apporte un appoint fourrager pendant les mois d'été. Cependant, le rendement en année d'installation reste faible et atteint difficilement la moitié du tonnage enregistré en seconde année d'exploitation, soit seulement 6 à 8 tonnes de matières sèche réparties sur deux ou trois coupes (jusqu'à quatre en Italie).
- la réussite des semis de printemps sous couvert de céréales (orge ou avoine), pratique ancienne et couramment répandue dans certains pays, dépend de la technicité de l'agriculteur qui doit éviter une densité de semis trop forte de la céréale et une fumure azotée élevée, ces deux éléments entraînant une concurrence trop forte de la culture "abri" pour la luzerne. Hasardeuse quant à l'implantation de la luzerne, cette technique offre, en contrepartie, l'avantage d'une récolte pour déshydratation de toute la culture à un stade tel que la concurrence de la céréale vis-à-vis de la luzerne se trouve atténuée (stade grain laiteux de la céréale). Dans ces conditions, l'implantation de la luzernière est meilleure et on peut espérer une récolte de luzerne dès l'automne de l'année d'implantation.

**Schéma III.3 : Possibilités de semis des luzernières  
avantages et inconvénients en déshydratation**

mois Technique utilisée	Année d'implantation (année 0)												Qualité Implanta- tion	Observations	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Semis prin- temps sol nu				(S)	d	1 <sup>è</sup> c.		2 <sup>è</sup> c.		3 <sup>è</sup> c.				très bonne	Selon le cli- mat, récolte de 6 à 8 t, MS/ha/année 0 désherbage spécifique
Semis prin- temps sous couvert céréale déshydratée				(S)	(S)		déshy.			2 <sup>è</sup> c.				assez bonne	Récolte en déshydratat. de la céréale immature
Semis prin- temps sous couvert céréale récoltée en en grains				(S)	(S)			Récolte grains			pâture.évent.			moyenne parfois échec	Risque de con- currence de la plante "abri" Gain d'une récolte de grain (en- viron 35 qx/ ha orge ou avoine
Semis été derrière céréale précoce								Récolte grains (S)						incer- taine	Risques de sécheresse mauvaise levée
Semis de fin d'été début au- tomne								Récolte grains (S)						douteuse	Levée souvent bonne mais disparition plantules en hiver (froid maladies)

Légende (S) Semis luzerne  
 (S) Semis céréale planté hôte  
 d Désherbage  
 C Coupe luzerne  
 Céréale déshydratée  
 Céréale récolte en grains

- les semis de fin d'été pratiqués dans certaines régions, montrent une réussite aléatoire en raison des risques de sécheresse ou d'une mauvaise installation avant l'hiver. L'implantation d'été se déroule habituellement le plus tôt possible après la récolte d'une céréale précoce (escourgeon, orge d'hiver...) et sa réussite dépend alors en premier lieu de l'humidité du lit de semence. En condition de semis plus tardifs (septembre), on s'expose à un départ lent de végétation, aux attaques parasitaires, à une destruction par le froid ou la stagnation d'eau.

### 3) Désherbage à l'implantation

Le désherbage au semis, souvent bénéfique, s'impose même en cas de semis de printemps plus sensibles à la concurrence de mauvaises herbes que ceux d'été. Le désherbage chimique s'effectue en prélevée de la culture (néburon), ou plus fréquemment au stade 3 à 4 feuilles "vraies", avec une préparation commerciale associant le néburon, le DNBP et le 2-4-D B. Ce désherbage, assez délicat à réaliser techniquement, contrôle les adventices dès le départ en végétation de la luzerne et autorise donc une meilleure implantation.

### C - Exploitation de la luzerne en déshydratation

Les techniques d'exploitation de la luzerne vouée à la déshydratation résultent d'un compromis établi, d'une part entre les exigences de production et celle de qualité définies par l'unité de déshydratation et tiennent compte, d'autre part, des contraintes physiologiques de la plante.

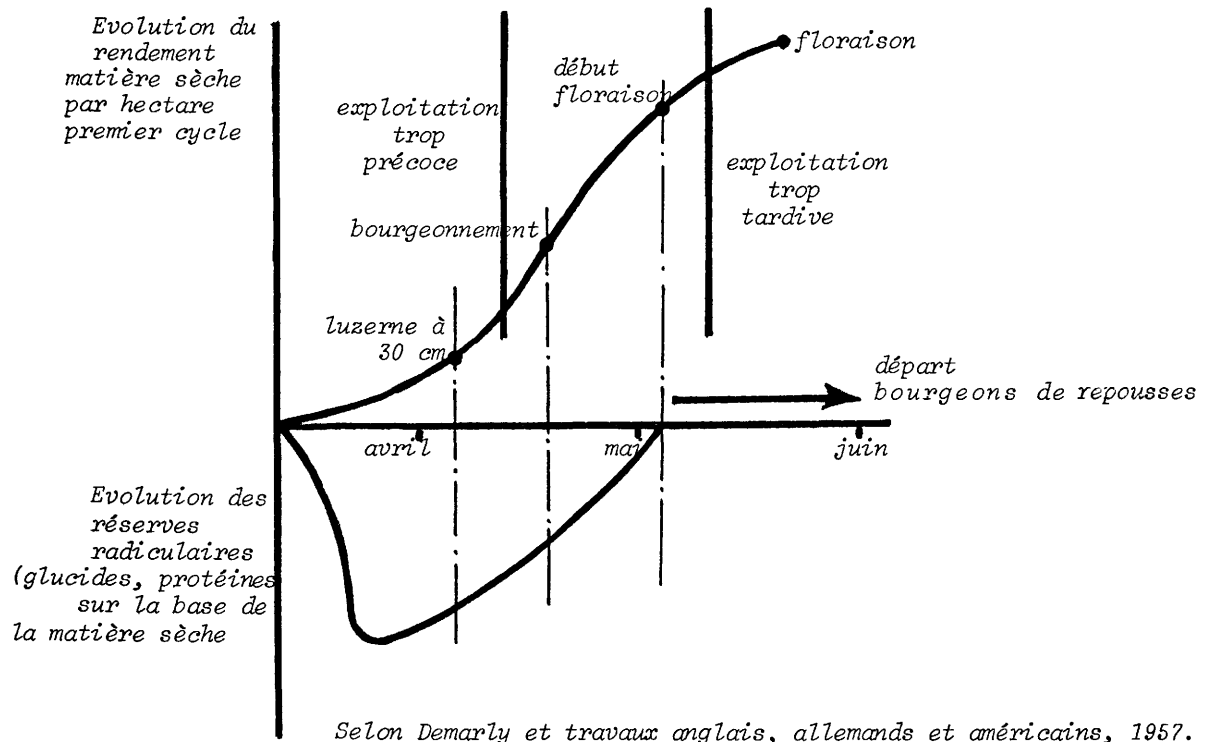
Rappel des contraintes de l'unité de déshydratation :

- . étalement des récoltes afin d'assurer le plein-emploi de l'usine (planning d'exploitation),
- . prise en compte de la productivité annuelle et de chaque coupe (conséquences néfastes des coupes à faible rendement sur l'organisation du chantier de récolte),
- . recherche d'un pourcentage de matière sèche suffisamment élevé dans le produit frais (économie d'énergie),
- . obtention des critères de qualité (teneur en protéines, pigments, énergie).

### Contraintes physiologiques de la culture

La luzerne, culture pérenne assurant plusieurs exploitations par an, voit sa croissance et son développement dépendre des facteurs climatiques (photopériodisme, température...) mais la pérennité et son niveau de production annuelle, dépendent aussi d'aspects physiologiques comme les modalités de reconstitution des réserves glucidiques dans les racines. On a montré (cf. schéma III-4), que cette reconstitution faisait suite à une consommation intense lors du départ en végétation et n'était effective qu'au stade début floraison. Une exploitation trop intensive de la luzerne entraîne un appauvrissement progressif des réserves radiculaires et doit donc être proscrite si l'on a souci d'assurer à la culture une bonne pérennité. A l'inverse, une exploitation pratiquée trop tardivement, n'est guère plus avantageuse, car les bourgeons de repousse démarrent bien avant le stade floraison et peuvent être sectionnés lors de la récolte.

**Schéma III.4 :** Evolution comparative de la croissance des réserves radiculaires de la luzerne.



*Selon Demarly et travaux anglais, allemands et américains, 1957.*

Dans la pratique, il est recommandé de laisser la luzerne atteindre le stade début floraison au moins une fois l'an. On choisit généralement la seconde et la troisième coupe qui fleurissent rapidement (régime de jours longs) et pour lesquelles l'évolution de la qualité dufourrage sur pied est plus modérée qu'au premier cycle.

En déshydratation, on ne laisse pratiquement jamais fleurir le premier cycle, car la récolte est alors versée, de qualité médiocre, et la coupe entraîne la destruction des bourgeons de repousse. Outre le choix d'une bonne date de première coupe et d'un régime d'exploitation optimal, la pérennité et la production annuelle de la culture seront également fonction de la date de dernière fauche annuelle où l'on doit veiller également à la reconstitution des réserves radiculaires avant l'arrivée des froids.

# 1) Modalités d'exploitation

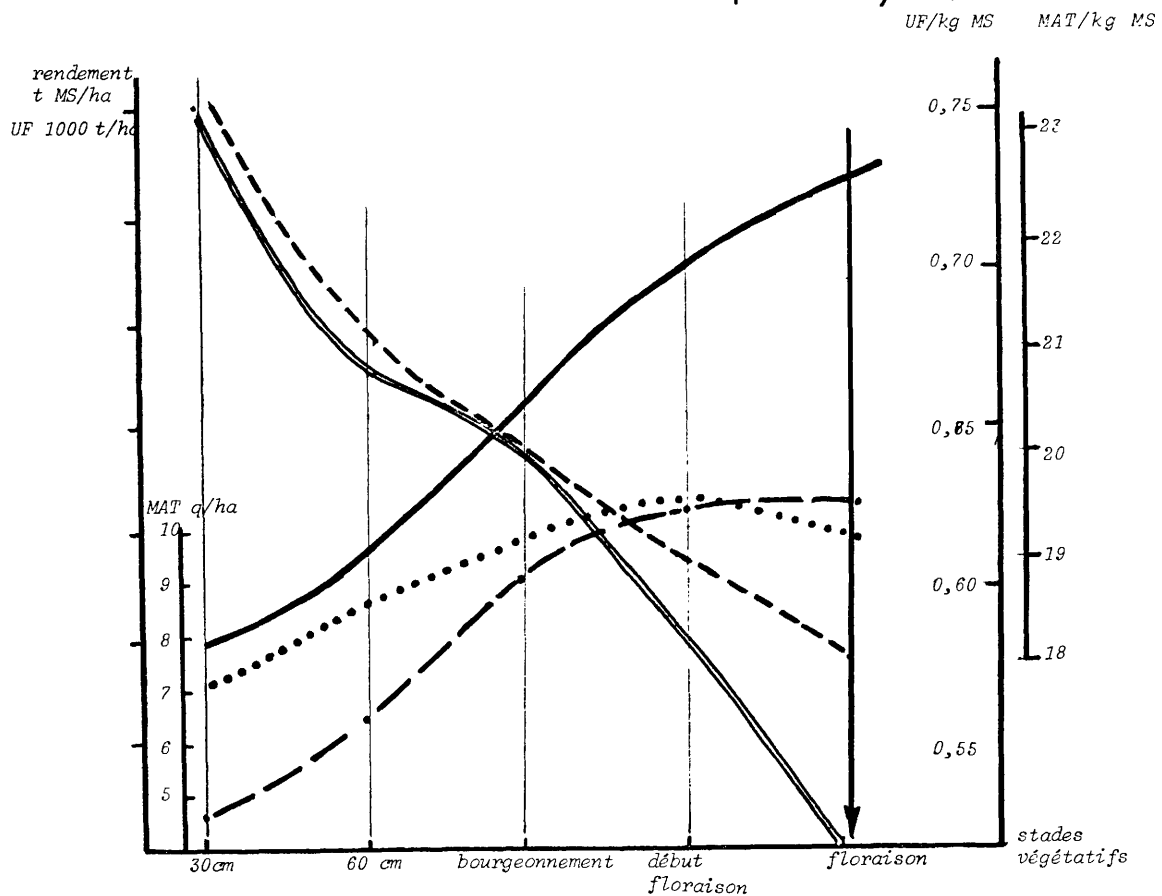
## -a) Exploitation en première coupe

La première exploitation des luzernières se situe habituellement entre le stade début bourgeonnement et le stade floraison, ce qui, selon les pays de la C.E.E., recouvre une période d'environ six semaines allant de la mi-avril (Italie) au début juin (Danemark). Cette exploitation procure un tonnage important, mais l'évolution qualitative rapide du produit, oblige à respecter un planning d'exploitation strict. En cas de mauvaise exploitation, les répercussions atteignent la qualité du fourrage déshydraté, le planning d'exploitation des repousses (retard, baisse de production) et la pérennité de la culture.

Evolution de la production et de la qualité au premier cycle.

L'évolution du rendement en matière sèche au premier cycle, se caractérise par une augmentation rapide du tonnage récolté à l'hectare<sup>et</sup> passe fréquemment de 4 à 5 t de matière sèche à 6-7t. L'accroissement du taux de matière sèche du fourrage sur pied reste assez limité, allant de 15 à 16 % au stade bourgeonnement à 18 % au stade floraison (cf. graphique III - 5).

**Schéma III.5 : Evolution de la production et des caractéristiques nutritives de la luzerne au premier cycle.**



Légende : Chiffres de rendement retenus (moyennes enregistrées dans des unités de déshydratation françaises)  
 30 cm = 2,0 t MS/ha  
 60 cm = 3,0 t MS/ha  
 bourgeonnement : 4,5 t  
 début floraison : 5,5 t  
 floraison : 6,0

UF : Unités fourragères (unités énergétiques françaises)  
 MAT : Matières azotées totales (analyse chimique)

Selon Demarquilly C. et données observées.

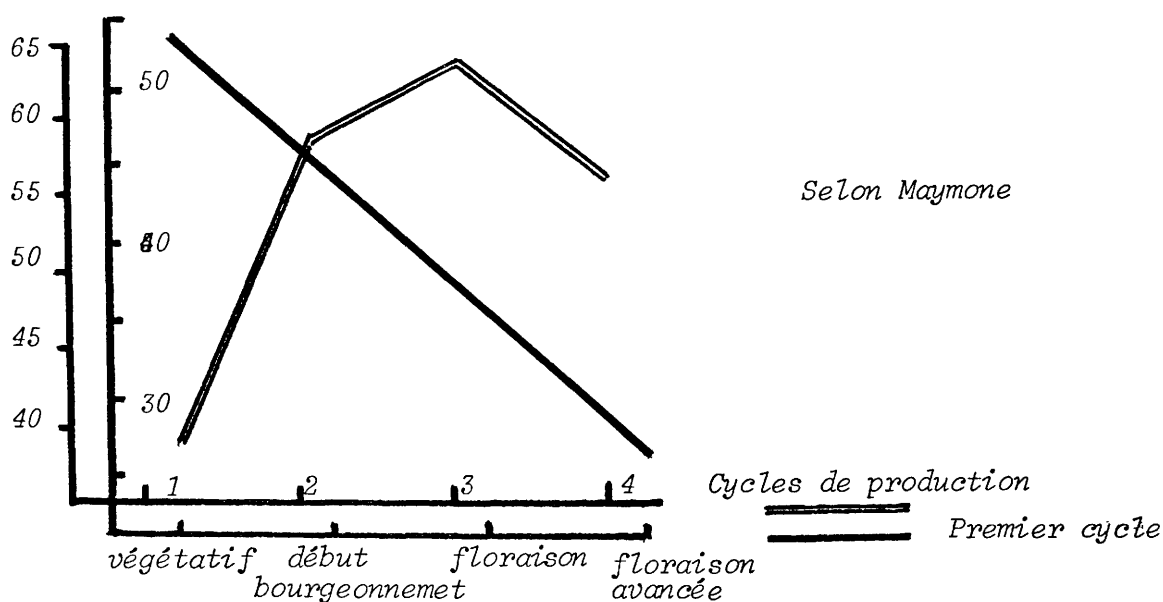


Au plan qualitatif, le premier cycle se caractérise par une chute progressive de la valeur nutritive affectant la teneur en protéines, la digestibilité de la matière organique et celle des matières azotées.

De nombreux travaux ont montré que cette évolution, fonction du stade de végétation, s'expliquait essentiellement par une modification morphologique, caractérisée par l'accroissement progressif de la part des tiges. L'étude qualitative des feuilles et des tiges, estimée par des critères chimiques, dévoile une certaine constance quelle que soit l'âge. Comme la proportion relative de ces organes évolue vite au détriment de la partie feuillée (cf. graphique III - 6), elle entraîne une chute de qualité globale.

Graph III.6 : Evolution de la proportion de feuilles.

Pourcentage de  
feuilles en %



Sur ces bases, la date de dernière exploitation en déshydratation, devrait se situer au moment où la récolte ne répond plus aux normes qualitatives du produit déshydraté, ce qui correspond sensiblement au stade début floraison. Les luzernes dépassant ce stade peuvent toutefois être exploitées si l'unité dispose de cellules de stockage suffisamment importantes pour sérier les lots de façon à effectuer en morte-saison, des "coupages" entre ce premier cycle et d'autres récoltes de meilleure qualité.

Dans le cas d'une récolte ponctuelle, l'examen des caractéristiques précédentes devrait conduire à définir un stade d'exploitation optimal de la luzerne ou un compromis serait trouvé entre l'augmentation du tonnage de matière sèche et la diminution de qualité. On s'accorde généralement à reconnaître le stade début floraison comme point d'équilibre. Comme il n'existe malheureusement pas de différences sensibles de précocité entre les variétés de luzerne, l'unité de déshydratation se trouve donc contrainte à exploiter les premiers cycles avant et après ce point d'équilibre. Il en résulte la nécessité de pouvoir stocker séparément les différents lots (en cellules de stockage dans le cas de la déshydratation industrielle). Une compensation peut être établie pour le producteur, pénalisé au niveau qualitatif,

par une récolte tardive : elle se limite souvent à changer d'une année sur l'autre les lieux de départ de la campagne de déshydratation (un secteur récoltant en premier une certaine année, sera fauché en dernier l'année suivante). Une sorte de compensation naturelle s'établit également dans la mesure où une récolte précoce procure un tonnage moindre, mais une qualité supérieure tandis qu'une coupe plus tardive assure un tonnage maximum pour une qualité moyenne.

. Date de première coupe  
et production annuelle.

La première coupe représente une part importante du rendement annuel (le tiers environ).

Une exploitation tardive de premier cycle, comme dans le cas d'une récolte en foin, conduit à réaliser trois coupes par an, le départ de la repousse reste lent et sera parfois handicapé par la verse et le sectionnement des bourgeons lors de la fauche. Ce mode d'exploitation procure un rendement annuel maximal en matière sèche par hectare, mais n'assure pas la meilleure production en énergie et protéines digestibles, en raison d'une baisse sensible de la qualité au premier cycle.

Une exploitation trop précoce du premier cycle conduit à réaliser 4 ou 5 coupes par an, le rendement obtenu, plus faible, se trouvant compensé par une meilleure qualité du produit. Cependant une fauche trop précoce au printemps s'avère généralement néfaste à la pérennité de la culture et s'accompagne de plus d'un tassement nuisible du sol lors de la récolte (passage d'engins lourds sur des terres encore mouillées).

En définitive, il apparaît qu'une première exploitation au stade bourgeonnement ou au stade début floraison, assure la meilleure production énergétique et protéique par hectare, tout en fournissant un produit répondant aux normes de commercialisation et en respectant la pérennité de la culture. Si ce système est retenu par la plupart des unités de déshydratation, les contraintes du planning d'exploitation font cependant que dans une même unité on rencontrera des luzernières exploitées sur quatre ou trois coupes selon la date de première exploitation.

-b) Exploitation des repousses

L'exploitation des repousses de luzerne, pose moins de problèmes que celle du premier cycle, en raison d'un planning d'exploitation de l'usine, moins chargé (production sur pied inférieure) et de conditions climatiques meilleures.

. Evolution de la  
qualité des repousses

En fonction de l'âge des repousses, la qualité du fourrage s'altère mais de façon moins prononcée qu'en premier cycle (cf. tableau III-7). En particulier, la valeur énergétique du produit, sans atteindre le niveau du premier cycle exploité tôt reste nettement supérieure à celle d'une coupe tardive (L'évolution morphologique de la plante, plus lente qu'au premier cycle, rend compte de ce phénomène).

**Tableau III.7 : Evolution selon le stade et le numéro du cycle de la qualité du fourrage de luzerne.**

Stades ou âge	Teneur en matière sèche en p. 100	COMPOSITION CHIMIQUE (en p. 100 de la matière sèche)			VALEUR NUTRITIVE		
		Cendres	Matières azotées totales (M.A.T.)	Cellulose brute	Digestibilité de la matière organique (en p. 100)	Valeur énergétique (U.F.)	Matières azotées digestibles (g)
<i>Premier cycle (stades)</i>							
<i>Végétatif</i>	16	11	23	27	73	0,75	185
<i>Début bourgeonnement</i>	17	11	21	29	68	0,67	170
<i>Bourgeonnement</i>	18	10	20	31	67	0,64	160
<i>Début floraison</i>	20	10	19	32	63	0,57	150
<i>Floraison</i>	22	9	18	33	60	0,51	140
<i>Repousses de 2<sup>e</sup> cycle (Age)</i>							
<i>5 semaines</i>	19	10	22	30	67	0,65	175
<i>7</i>	21	10	20	32	64	0,58	150
<i>9</i>	23	10	18	34	58	0,48	145
<i>Repousses de 3<sup>e</sup> cycle</i>							
<i>5</i>	21	11	24	28	68	0,66	195
<i>7</i>	22	11	22	30	64	0,58	180
<i>9</i>	24	11	20	28	62	0,54	160
<i>Repousses de 4<sup>e</sup> cycle</i>							
<i>5</i>	19	15	26	21	71	0,69	210
<i>7</i>	20	15	24	21	70	0,68	195
<i>9</i>	22	15	23	23	68	0,61	180

Selon Demarquilly C. et Weiss.

#### . Fréquence d'exploitation des repousses.

Disposant d'une latitude plus grande qu'au premier cycle, on programme habituellement le temps de repousse des différentes cultures de l'unité de déshydratation sur quatre à sept semaines selon les pays, les facteurs climatiques (sécheresse et pertes de folioles) et l'abondance des maladies (verticilliose). En fait, il peut arriver qu'une récolte plus précoce s'impose. En outre, malgré le profil général de l'évolution qualitative des repousses décrite précédemment, il existe des différences notables entre celles-ci liées à la période de l'année où elles s'effectuent.

Le second cycle joue un rôle important car placé ordinairement en juin, il fleurit rapidement ce qui conduit à l'exploiter normalement au stade début floraison. Le tonnage réalisé lors de cette coupe avoisine celui du premier cycle, surtout lorsque ce dernier, exploité tôt, se place en printemps froid (dans ces conditions, le second cycle peut produire plus que le premier).

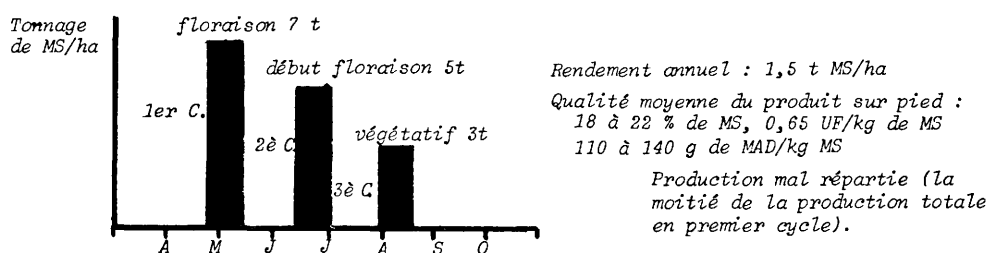
La troisième coupe, exploitée en juillet-août, procure un tonnage inférieur (de l'ordre de 3,5 t. de matière sèche par ha) et doit être exploitée assez rapidement (durcissement rapide et pertes de folioles). Enfin, la quatrième exploita-

tion se situe tard en saison, elle donne un tonnage faible (inconvenient pour le chantier de récolte), mais sa richesse en protéines est parfois exceptionnelle.

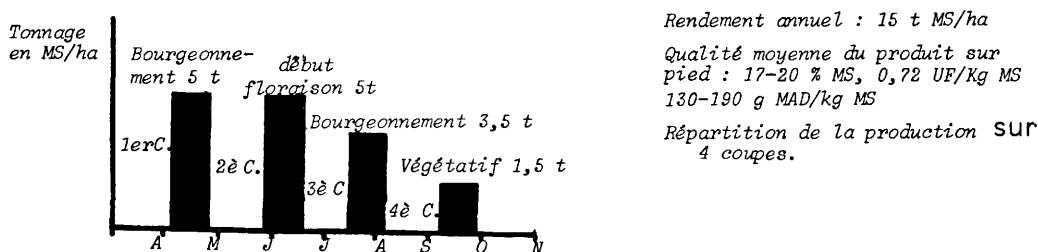
Ce descriptif, valable en moyenne pour des conditions françaises sous climat continental (zone de Champagne), se trouve résumé dans le graphique III-8.

### Schéma III.8 : Systèmes d'exploitation de la luzerne (exemple : France).

a) Luzerne exploitée sur trois coupes (première coupe en fenaison, tardive en déshydratation)



b) Luzerne exploitée sur quatre coupes (système exploitation, déshydratation)



Légendes :

% MS : Pourcentage de matière sèche dans la récolte (carreau usine)

U.F. : Unité Fourragère

M.A.D. : Matières Azotées Digestibles (UF et MAD, normes françaises)

Sous des conditions climatiques très favorables (delta du P<sub>0</sub> en Italie) et en printemps précoce, six coupes deviennent possibles, échelonnées en moyenne d'un mois, de la mi-avril à octobre.

#### -c) Rendement annuel

Les moyennes de production par pays, sont en fait difficiles à connaître avec précision et apparaissent très fluctuantes selon les années. En France, on peut situer à environ 11-12 tonnes de matière sèche par hectare, le rendement moyen obtenu en luzerne déshydratée la première année d'exploitation (année suivant l'implantation) tandis que les moyennes anglaises et danoises semblent plus proches de 9 à 10 tonnes par hectare pour la même période (moyenne établie sur plusieurs années).

#### -d) Exploitation des luzernes et pérennité.

Le rythme d'exploitation des luzernes influence beaucoup la pérennité de la culture et ce, d'autant que celle-ci supporte des conditions de milieu médiocres.

La pérennité habituelle des luzernières est de trois ans, y compris l'année d'installation, parfois quatre, dans un système d'exploitation intensive. En condition de milieu difficile, la production annuelle chute dès la seconde année, ce qui conduit à ne pas conserver la culture une année supplémentaire.

Nous avons souligné l'importance primordiale du régime d'exploitation sur la pérennité. Un planning de coupes comportant quatre exploitations par an est compatible avec le maintien de la culture en état de production.

Il convient, en outre, de respecter une date de dernière exploitation convenable car celle-ci conditionne le comportement hivernal de la luzernière. Après cette coupe, la luzerne ne fleurit pas mais reconstitue ses réserves radiculaires (leur niveau joue un rôle capital dans la résistance au froid et à l'humidité). Diverses conséquences, illustrées dans le schéma III - 9, peuvent en découler. Dans la pratique, on conseille de réaliser la dernière exploitation un mois et demi avant la date présumée des premières gelées. Ce délai permet une pousse limitée de la luzerne qui forme une rosette de feuilles et végété suffisamment pour reconstituer ses réserves.

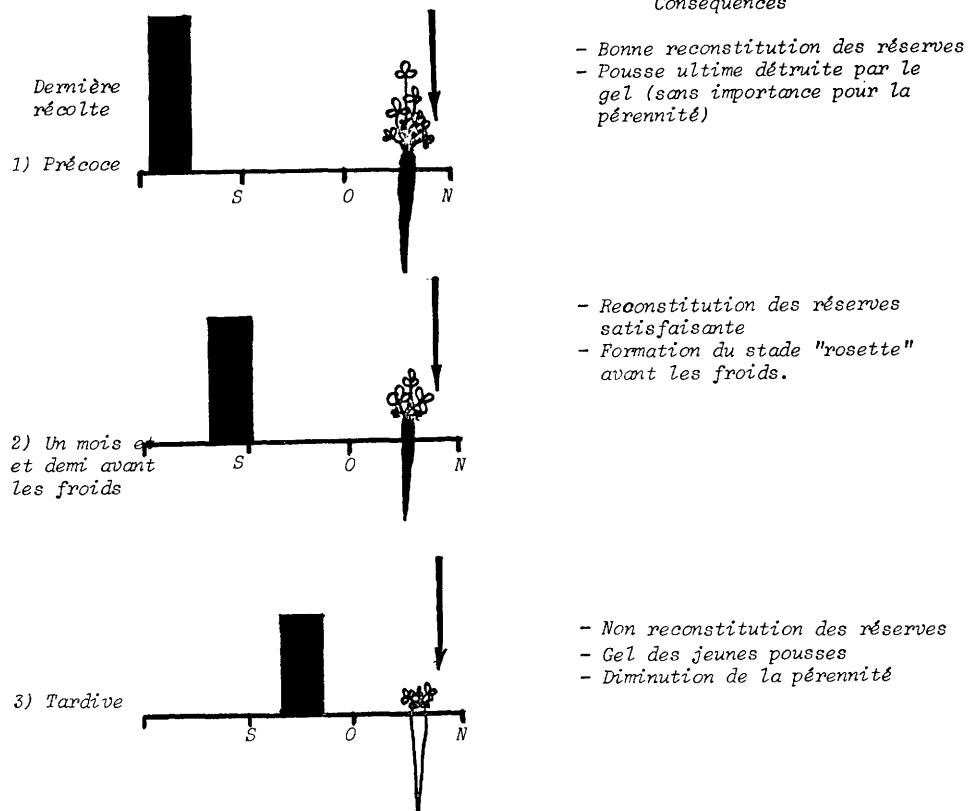
## 2) Entretien de la luzerne

### pendant la campagne d'exploitation

#### -a) Incidence du matériel de récolte

La luzerne apparaît très sensible aux conditions dans lesquelles se déroulent la récolte. La hauteur de coupe influence le rendement, les coupes rases donnant une production supérieure, dans la mesure où elles respectent les bourgeons de repousses. Il apparaît par ailleurs que la coupe doit être réalisée de façon franche (barre de coupe), ce qui élimine l'emploi de faucheuses à fléaux responsables d'une lacération préjudiciable à la repousse.

### Schéma III.9 :



Si, en chantier de récolte, "coupe directe", la perte de matériel végétal au champ reste réduite, en chantier de préfanage, des risques de pertes de folioles existent. Cet inconvénient s'atténue avec l'emploi du matériel de préfanage adapté (faucheuse - conditionneuse à rouleaux), excluant la reprise des andains par des râteaux-faneurs. Pour la même raison, le préfanage ne doit pas être trop long (pertes de folioles par dessiccation, pertes de valeur nutritive par respiration).

Les chantiers de récolte des unités de déshydratation traitant en majorité la luzerne, se caractérisent souvent par le souci constant d'épargner la repousse de la culture et évitent de provoquer des dégradations irréversibles de la structure du sol. La luzerne apparaît en effet très sensible au tassement du sol et disparaît rapidement après le passage inconsidéré d'engins mal

adaptés. Les chantiers de récolte où la récolteuse évolue seule dans le champ, avec souvent des pneus très larges et un poids total limité à environ 8-10 tonnes, semblent les plus favorables de ce point de vue, les dégradations de structure proviennent le plus souvent des passages de camions suivant l'ensileuse dans un terrain peu portant.

#### -b) Fertilisation et désherbage

L'entretien des luzernières pendant les années d'exploitation donne lieu à un nombre très réduit d'interventions, mais celles-ci jouent un rôle important pour la pérennité de la culture.

La fertilisation effectuée en hiver, tente de couvrir les besoins de production (250 unités de potasse et 80 unités d'acide phosphorique).

Les essais de fumure fractionnée de potasse sur luzerne (apport partiel après une coupe), n'apparaissent pas très concluents et entraînent des contraintes supplémentaires. La fertilisation azotée s'avère quant à elle, totalement inutile, voire néfaste puisqu'elle peut favoriser la prolifération des graminées adventices (paturin commun, chiendent rampant).

Le désherbage chimique sur luzerne installée, est d'une grande efficacité et contrôle totalement l'envahissement de graminées adventices capables de concurrencer sévèrement la luzerne, surtout en troisième année. On utilise généralement le carbétamide à activité surtout anti-graminées, pendant le repos hivernal (janvier-février). Dans le cas d'infestations par des dicotylédones, on peut recourir au paraquat, herbicide total qui détruit la végétation présente, mais n'entrave aucunement la repousse de la luzerne (adjonction possible du diuron en cas d'infestation mixte graminées-dicotylédones).

#### -c) Irrigation

Il apparaît contradictoire d'envisager l'irrigation des luzernières à déshydrater, d'autant que les unités se localisent souvent dans des régions où l'abondance des précipitations rend aléatoire la pratique de la fenaison. Cependant, l'irrigation bien conduite, constitue incontestablement un facteur d'intensification et de régularisation des rendements (la luzerne étant une plante remarquablement résistante à la sécheresse, la pratique de l'irrigation reste très peu développée dans l'Europe du Nord). Cette plante répond bien à l'irrigation (données expérimentales et pratique courante dans certains pays méditerranéens) et offre l'avantage de ne pas marquer d'arrêt de végétation dus à des températures trop élevées en été.

#### -d) Protection phytosanitaire

Les interventions sont rarement justifiées, sauf en période d'implantation, pour lutter contre certains parasites ou prédateurs (traitement des semences, destruction des limaces).

Les maladies ou parasites affectent la luzerne selon une gravité variable. On redoute traditionnellement la cuscute (plante parasite dont l'éradication implique un contrôle soigneux des semences) et les nématodes (*Ditylenchus dipsaci*). Parmi les maladies cryptogamiques, les plus redoutables, figurent le Sclérotinia, agent de la fonte des semis et la Verticilliose. Ce dernier agent peut entraîner des dommages considérables certains étés

(flétrissement des plantes et chute des feuilles).

Comme les possibilités de traitement sont réduites ou nulles et que de toute façon, leur coût serait trop élevé pour une culture fourragère, on s'oriente vers une lutte génétique en faisant porter les efforts de sélection vers la création de variétés tolérantes à ces maladies ou parasites (la variété Vertus marque par exemple un progrès sensible dans la lutte contre les nématodes, de même Verneuil, pour ce qui concerne la résistance à la verticilliose).

### 3) Problèmes

#### liés au choix variétal

Malgré un nombre relativement important de variétés de luzernes inscrites au catalogue de chaque pays au niveau communautaire, peu de différences séparent les divers cultivars d'un même groupe génétique. L'espèce luzerne comporte en effet trois sous-groupes correspondant à des différenciations anciennes de *Medicago sativa* dans des conditions de milieu différentes :

- les luzernes nordiques, issues des populations "Flamande" ont livré le plus grand nombre de variétés qui offrent une bonne résistance au froid et une bonne productivité.
- les luzernes, type "Provence", appelées parfois luzernes méditerranéennes, tolèrent des coupes rapprochées et résistent bien à la sécheresse.
- les populations "Marais" correspondent à des luzernes adaptées à des zones imparfaitement assainies (marais poitevin en France). Les variétés italiennes rencontrées dans le delta du Pô (exemple Gigante Polezzana), correspondent à des adaptations méditerranéennes.

Actuellement, en déshydratation, du moins en Europe du nord, le choix se porte sur les variétés de type flamande. Des critères de choix variétal distinguent les cultivars sur des critères malheureusement peu variables tels la résistance à la verse ou aux maladies, la répartition de la production dans l'année. A quelques exceptions près (luzernes de la plaine de Pô en Italie), le choix variétal assez restreint des unités de déshydratation européennes est généralement voisin (la variété Europe étant la plus représentée).

La sélection végétale rencontre dans cette espèce, des difficultés nées du mode de fécondation à dominante allogame et de la production de semences souvent très délicate. Les espoirs actuels de progrès assez limités portent sur la création d'hybrides qui complique la multiplication des semences.

Si l'amélioration de la productivité semble un objectif accessible à très long terme, certaines réalisations plus rapides paraissent envisageables, notamment sous l'angle de la résistance aux maladies ou à la verse. Dans les régions exposées aux attaques de verticilliose et de nématodes, le choix variétal est d'ores et déjà possible, grâce à des obtentions suédoises et françaises (Verneuil, Vertus, Euver). L'effort important des sélectionneurs qui avait porté sur l'obtention d'un matériel tolérant aux coupes fréquentes (régime d'exploitation du type déshydratation), n'a pour l'instant guère abouti en dehors du choix des luzernes méditerranéennes inadaptées hors de leur zone de culture (sensibilité au froid).



Enfin, sous l'angle qualitatif, un effort de sélection s'amorce, en particulier dans le but de réduire le contenu en saponines des luzernes et d'autres principes indésirables en alimentation animale (composés œstrogènes...)

## II - GRAMINEES FOURRAGERES

### A - Utilisation en déshydratation des graminées fourragères

Dans de nombreuses situations de sol et de climat, les graminées se révèlent mieux adaptées que la luzerne. C'est en particulier le cas des régions océaniques de l'Europe où les précipitations abondantes et régulières (supérieures à 700 mm/an) liées à des températures estivales modérées permettent l'obtention des rendements élevés. Dans les zones d'élevage bovin, la déshydratation agricole est apparue comme une voie rationnelle d'utilisation de ces prairies de graminées fourragères. Sous réserve d'une exploitation correcte, la qualité du produit déshydraté obtenu, rivalise avec celle d'une luzerne, spécialement dans l'optique d'une alimentation bovine. La répartition de la production des graminées fourragères sur plusieurs coupes annuelles permet la mise en place de plannings d'exploitation comparables à ceux des unités travaillant sur luzerne, on peut même envisager la création de programmes fourragers mixtes associant les deux cultures fourragères.

### B - Éléments du choix des espèces en déshydratation

Les prairies naturelles (permanentes) font rarement l'objet d'une déshydratation, en raison d'une flore composite qui rend difficile l'appréciation du stade optimal de récolte, et d'une irrégularité très marquée de production (déficit estival). Leur situation topographique en interdit parfois l'accès et la récolte est rendue souvent malaisée par l'abondance d'organes morts (feutrage des chaumes...). Toutefois, il existe des exemples de bonne utilisation en déshydratation de prairies naturelles dans les régions où les éléments climatiques sont favorables : cas du Royaume-Uni -Devon Cheshire, ...-, des Pays-Bas et du Jutland au Danemark. Signalons que dans ces prairies de bonne performance, la flore se trouve réduite à quelques espèces très productives et de bonne valeur nutritive (Ray-Grass anglais, certaines Agrostis, ...)

Les prairies temporaires offrent des caractéristiques plus propices à l'organisation du programme fourrager de l'unité de déshydratation. Cependant, toutes les espèces réputées de bonne production en exploitation fourragère normale (pâturage, ensilage) ne conviennent pas nécessairement à la déshydratation. Seront par exemple exclus la fléole en raison d'une mauvaise répartition de la production annuelle ou le dacylte à cause d'une mauvaise aptitude au conditionnement.

Le Ray-grass italien apparaît intéressant par sa production précoce et la valeur nutritive du produit déshydraté obtenu, sous réserve de ne pas récolter après le stade début épiaison. Sa teneur en eau élevée,

surtout chez les types tétraploïdes et sa mauvaise répartition de production au cours de l'année, constituent cependant un handicap qui explique la présence de cette graminée seulement en début de campagne de déshydratation.

Le Ray-grass anglais, plutôt considéré comme plante de pâturage, donne cependant de bons résultats en déshydratation, lorsqu'il est installé en conditions de milieu favorables (Angleterre...).

La fétuque élevée, très utilisée en déshydratation agricole, dans l'Ouest de la France, se rencontre à titre exceptionnel dans d'autres pays. Cette espèce détient en effet un ensemble de caractéristiques intéressantes :

- . un potentiel élevé de production (supérieur fréquemment à 15 t. de matière sèche par an),
- . son démarrage précoce au printemps et sa résistance satisfaisante à la sécheresse, autorise 6 exploitations bien réparties au cours de l'année .
- . une pérennité exceptionnelle sans baisse de rendement (5 ans et plus) et une adaptation remarquable au milieu (tolérance vis-à-vis des sols asphyxiques en hiver, des parcelles desséchantes en été, .. .) ou aux pratiques culturales (tassement, excès de fertilisation organique, ...).

L'obtention d'une qualité constante du fourrage déshydraté, implique le respect d'un planning rigoureux d'exploitation (35 jours de repousse) et l'application d'une fertilisation azotée abondante.

Dans l'Ouest de la France, cette espèce tend maintenant à supplanter la luzerne pour déshydratation agricole, en raison des éléments cités précédemment et de l'aptitude de la fétuque à tirer profit d'une fertilisation organique à base de lisier, généralement abondant dans les exploitations.

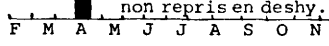
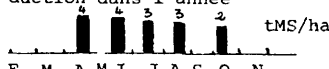
Le tableau III-10 reproduit les caractéristiques d'utilisation en déshydratation de la fétuque élevée et du ray-grass italien, dans les régions précitées.

## C- Techniques culturales : Modalités d'exploitation

### 1)- Implantation

Compte-tenu de la petitesse des graines et de la lenteur d'établissement des plantules, les conseils d'implantation rejoignent ceux édictés pour la luzerne (préparation du sol, date de semis). En semis de printemps, la production de la première année est faible, sauf, pour les ray-grass qui s'établissent rapidement.

**Tableau III.10 : Caractéristiques d'utilisation des graminées en déshydratation.**

	Implantation	1ère année d'exploitation Répartition de la production	Observations
Graminées fourragères RGI (Tiara)	automne  Les semis de printemps sont surtout utilisés en pâturage et en affouragement en vert (valeur nutritive élevée).	Montaison 16 % MS 3-4t MS/ha 0,75 UF/kg sec 140 g MAD/kl MS  non repris en deshy. 	a) Teneur MS faible b) production des cycles de repousse irréguliers, surtout fonction de la pluviométrie c) diminution rapide de la teneur en azote
Fétuque élevée Manade (précoce)	- sol nu printemps - couvert au printemps - sol nu en été	5 coupes 17 % MS 0,72 UF/kg MS 100 à 160 g MAD/kg MS  bonne répartition de la production dans l'année 	a) pérennité élevée (4 à 5 ans) b) rendement et qualité liés à la fumure azotée c) résistance à la sécheresse bonne. d) valorisation fertilisation organique

## 2)- Exploitation des graminées fourragères déshydratées

L'exploitation de celles-ci repose sur des principes voisins de ceux évoqués à propos de la luzerne (évolution de la qualité en fonction du stade végétatif, respect de la pérennité, ...)

L'évolution de qualité (énergie, protéines au cours du premier cycle, est comparable à celle observée pour la luzerne. Le stade début épiaison constitue un repère impératif, la chute de qualité devenant telle ensuite que le produit déshydraté ne répond plus aux normes souhaitées. Le planning d'exploitation de l'unité retient donc habituellement plusieurs variétés, voire plusieurs espèces pour jouer sur les différences de pérennité au printemps. Il est fréquent par exemple, de débiter la campagne avec du ray-grass italien, pour poursuivre en fétuque élevée puis en ray-grass anglais tardif éventuellement. Comme pour une exploitation en pâturage, le choix porte de préférence sur des variétés à bonne souplesse d'exploitation, pour lesquelles un laps de temps important sépare le début de la montaison et le stade épiaison (délai de 3 semaines environ chez le ray-grass italien).

Aux cycles suivants, l'exploitation vise à maintenir un temps de repousse suffisant (30 à 35 jours pour la fétuque élevée), pour préserver la pérennité et obtenir un niveau de production annuel maximal. La remontaison qui affecte quelques espèces de graminées fourragères apparaît néfaste en déshydratation (présence d'épis dans le fourrage et chute de la qualité). Enfin, comme pour les luzernes, le choix de la date de dernière exploitation se répercute sur le comportement hivernal de la culture fourragère et sa pérennité.

### 3)- Entretien

La fertilisation des cultures de graminées fourragères déshydratées joue un rôle capital sur le niveau de production et la qualité du produit déshydraté obtenu. A une fertilisation phospho-potassique abondante et appliquée à l'hiver, doit s'ajouter une fertilisation azotée rationnellement conduite. Diverses considérations agronomiques et physiologiques conduisent à préconiser un épandage important dès la sortie de l'hiver pour favoriser la pousse du 1er cycle. Cet apport habituellement fractionné en février et mars (60 unités pour chaque passage par exemple) permet d'obtenir des critères qualitatifs excellents pour la majorité des graminées fourragères exploitées au 1er cycle avant le stade épiaison. La fertilisation azotée des repousses se caractérise également par un niveau d'intensification maximal (80 unités, voire 100 unités, peuvent être couramment épandues entre deux cycles successifs) tenant compte cependant des impératifs climatiques (fertilisation moins importante en cas de sécheresse estivale). Malgré une certaine tendance à l'économie qui se dessine actuellement, on aboutit souvent à un total annuel de fertilisation azotée excédant parfois 500 unités d'azote par hectare et par an. On peut noter cependant qu'une partie de l'azote peut être apportée sous forme organique (lisier) en hiver ou sitôt après une coupe. Cette valorisation inattendue peut être très importante en zones d'élevage intensif car elle offre des possibilités d'épandages supplémentaires et libère un certain volume de stockage auprès des ateliers de productions animales. Notons toutefois que toutes les espèces de graminées fourragères ne tolèrent pas ce traitement qui est surtout pratiqué actuellement pour la fétuque élevée.

Le désherbage des cultures de graminées fourragères exploitées en déshydratation, ne pose guère de problèmes, si ce n'est à l'implantation où un traitement de destruction des dicotylédones peut être pratiqué (utilisation de phytohormones 2 - 4 - D, MC PA, mélange avec l'ionynil...).

### 4)- Place dans l'assolement et la rotation

La place dans l'assolement des prairies de graminées fourragères peut se raisonner comme pour la luzerne. On notera cependant que l'usage de ces prairies est souvent antérieur à la déshydratation, et que d'autres méthodes d'exploitation (pâturage, ensilage) peuvent intervenir parallèlement afin d'absorber une production excédentaire. Dans certains cas, cependant, cette diversité d'utilisation de la culture fourragère conduit à désorganiser le programme fourrage de l'unité et explique l'implantation difficile de la déshydratation dans certaines zones d'élevage traditionnelles.

Le rôle joué au niveau de la rotation par ces prairies, apparaît bénéfique sous plusieurs aspects. Elles améliorent sensiblement la structure du sol par le travail, de leur système racinaire (ameublissement et fragmentation des particules de terre) et enrichissent l'horizon cultivé en matières organiques. En zones de cultures intensives où la densité de l'élevage est faible, cet argument agronomique a une valeur capitale, eu égard aux inquiétudes posées par un déséquilibre de la fertilité des sols (absence de fumier...).

### III - FOURRAGES ANNUELS

Nous présentons très sommairement, dans ce chapitre, quelques éléments cultureux relatifs à d'autres espèces fourragères déshydratées appartenant à la catégorie des fourrages annuels. Ceux-ci peuvent trouver une utilisation ponctuelle dans les unités de déshydratation agricole pour allonger la période de production (arrière-saison) et combler les déficits occasionnés par une baisse de production des cultures principales (luzerne, graminées fourragères).

#### A - Principaux fourrages annuels utilisables en déshydratation

##### 1)- Le maïs-fourrage

Cette culture annuelle prend une importance croissante en déshydratation agricole, car elle offre pour l'unité, les avantages suivants :

- . niveau de production élevé (12 t. MS/ha) et récolte en une seule coupe,
- . teneur en matière sèche élevée (supérieure à 25 %),
- . possibilité de traitement à une période où l'activité de l'usine ralentit (septembre - octobre),
- . possibilité de programmer la récolte sur plusieurs semaines, en raison d'une relative stabilité de la valeur nutritive de la plante et des décalages occasionnés par les pratiques culturales (date de semis, peuplement).

Ces avantages, limités toutefois par la faible valeur protéique du produit déshydraté, conduisent à faire entrer assez largement, le maïs dans le planning-fourragier d'arrière-saison, et ce, d'autant plus qu'une activité de transaction marchande entre agriculteurs existe pour cette culture (achats sur pied des cultures et paiement sur la base de la production réellement déshydratée, spécialement active au cours des années de déficit fourragier estival comme 1976). Sur un autre plan, la déshydratation constitue un moyen de récolte appréciable pour les maïs gelés précocement (septembre) et antérieurement destinés à la production de grains.

##### 2)- Le trèfle violet

Bien que sa durée d'exploitation excède une année, nous rangeons le trèfle violet parmi les plantes annuelles en raison du peu d'importance de cette culture en déshydratation et de sa pérennité souvent mauvaise en seconde année.

Le trèfle violet possède des caractères d'adaptation au milieu qui le rendent complémentaire de la luzerne dans certaines régions (terres acides, climat pluvieux...) La qualité du fourrage produit apparaît comme plus équilibrée que celle d'une luzerne dans l'optique d'une utilisation en alimentation bovine. Malheureusement, le niveau de production de la culture est très nettement inférieur à celui de la luzerne (en particulier en raison d'une sensibilité plus marquée à la sécheresse). Par ailleurs une teneur en eau élevée occasionne des frais de séchage supplémentaires et la répartition de la production au cours de l'année, reste médiocre (la première coupe représente à elle seule, la moitié du tonnage annuel récolté).

### 3)- Légumineuses annuelles

La fèverole, le pois fourrager, ont parfois été utilisés en déshydratation agricole. Pour diverses raisons, cet usage reste limité. Les techniques de culture relativement compliquées et le manque de rusticité de ces espèces, suffisent à expliquer cette désaffection. Notons toutefois que la vesce de printemps associée à une céréale-tuteur (avoine) se rencontre fréquemment en déshydratation agricole pour combler une partie du déficit de production d'été (fin juin - début juillet). Ce mélange se révèle de qualité nutritive assez bonne (15 à 18 % de matières azotées totales, selon le pourcentage de vesce dans le mélange).

### 4)- Crucifères

Le colza et le chou figurent rarement parmi les espèces utilisées en déshydratation, malgré une production placée en arrière saison et leur bonne richesse en azote. La teneur en matière sèche des récoltes, trop faible (de l'ordre de 10 à 13 %) entraîne une consommation excessive de fuel. Le chou pourrait cependant être envisagé dans des unités utilisant le principe du pressage à froid avant déshydratation (installations France Luzerne en France et unité de Dengie en Angleterre).

## B - Organisation du programme fourrager des unités de déshydratation agricole

Dans ce cas, diverses cultures fourragères alimentent l'installation et des contraintes supplémentaires apparaissent au niveau de la constitution du programme fourrager. Il convient d'harmoniser les différentes séquences de productions fourragères pour obtenir une exploitation rationnelle de chacune d'entre elles. A ce titre, la mise en place d'un programme fourrager mixte, associant la luzerne, des graminées fourragères et éventuellement quelques fourrages annuels, se révèle particulièrement délicate. Les éléments climatiques viennent souvent perturber les évolutions prévues pour les diverses cultures associées dans le programme composite, en particulier au printemps, si bien que l'on assiste plutôt à une tendance vers la simplification du planning d'exploitation des cultures fourragères à déshydrater. Il existe cependant, en déshydratation agricole, des exemples de réalisation rationnelle de programme fourrager mixte associant la luzerne, la fétuque élevée et le maïs fourrage (en arrière saison).

## ANNEXE IV

### FOURRAGES DESHYDRATES ET ALIMENTATION ANIMALE

---

#### I - NOTE COMPLÉMENTAIRE A PROPOS DE LA VALEUR ALIMENTAIRE

Le tableau 48 du chapitre IX de la partie "Rapport" et que nous reproduisons ci-après, fournit, pour les ruminants, les valeurs énergétiques exprimées selon les systèmes en vigueur dans les différents états membres (unités fourragères ou UF prenant le kg d'orge comme référence, valeur amidon VA, énergie métabolisable EM en mégajoules MJ/kg de matière sèche). La correspondance entre ces différentes unités est la suivante :

$$\begin{aligned}
 1 \text{ kg d'orge équivaut à : } & 1 \text{ UF} \\
 & 0,71 \text{ VA} \\
 & 0,137 \text{ MJ}
 \end{aligned}$$

La British Association of Green Crop Driers (BAGCD) a établi, à l'usage de ses adhérents vendeurs ou utilisateurs, un barème de qualité (grading affecté d'étoiles) basé sur le contenu en énergie métabolisable (cf. tableau IV 1) et en protéines.

Tableau IV. 1 :

*Barème de qualité BAGCD*

Indices (1)	Energie métabolisable (2) estimée (MJ/kg MS)	Cellulose brute en % (3)	Digestibilité estimée (% MO/MS) (4)	Valeurs énergétiques équivalentes par kg/MS	
				UF	VA
5	11,0	17	70	0,80	0,50
4	10,0	21	65	0,73	0,45
3	9,0	25	60	0,66	0,40
2	8,5	29	55	0,62	0,35

(1) Star rating

(2) Valeurs minimales

(3) Valeurs maximales pour un produit marchand à 10 % d'eau

(4) Digestibilité de la matière organique contenue dans la matière sèche en pourcentage de celle-ci.

Ce barème est pour chaque indice, subdivisé en 4 classes selon la teneur azotée soit respectivement 20, 18, 16 et 14 %.

## II - EMPLOI DES FOURRAGES VERTS DESHYDRATES PAR LES DIVERSES CATEGORIES ANIMALES

### A - Monogastriques

#### 1- Utilisation par le lapin (1)

En France, le marché des aliments composés propose en général une seule formule où la luzerne est incorporée à raison de 20 à 40 % (en moyenne 30 % répartis entre le foin 10 % et les pellets déshydratés pour 20 %). Pour les animaux en croissance, il semble possible d'ajouter 60 % de luzerne, sous réserve de disposer de produits pauvres en protéines (13 - 14 %), mais très riches en matières cellulosiques (28 % et plus). Notons que cette qualité de luzerne se trouve très bien valorisée par ce type d'élevage.

Au taux moyen d'incorporation pratiqué et avec cette dernière catégorie de luzerne, ce fourrage déshydraté couvre en moyenne, le tiers des besoins en protéines et les deux tiers des besoins en cellulose de la ration.

Dans l'alimentation du lapin, la luzerne est choisie pour son contenu en cellulose qui permet aux fabricants d'atteindre facilement la limite d'encombrement permettant une bonne efficacité alimentaire (aliment à 13 - 15 % de cellulose brute). L'industrie recherche de préférence des lots très cellulosiques et comme les autres fourrages déshydratés de substitution capables de procurer le lest nécessaire, sont peu abondants sur le marché (herbe déshydratée), la luzerne joue un rôle essentiel. Son usage pose cependant divers problèmes :

- l'irrégularité de qualité des produits proposés pour leur taux de cellulose, conduit les fabricants à restreindre le taux d'incorporation et à rechercher d'autres matières premières à composition plus constante,
- l'insuffisance dans les pellets de luzerne, de fibres longues nécessaires au plan digestif, entraîne par exemple, le recours au foin,
- le lapin apparaît comme une espèce très sensible aux résidus pesticides et aux substances libérées par les moisissures. Une vigilance toute particulière s'impose à leur sujet. La présence dans la luzerne de phytoestrogènes susceptibles de nuire à la reproduction (coumestrol) demeure hypothétique, mais fait actuellement l'objet d'études attentives.

#### 2- Utilisation par les volailles (2)

##### a- Luzerne déshydratée

Le faible taux d'incorporation de ce produit dans les aliments pour volailles, s'explique essentiellement par sa richesse en cellulose et se justifie afin d'éviter qu'une trop forte addition abaisse le niveau énergétique en-dessous d'une valeur incompatible avec l'obtention de bonnes performances animales.

---

(1) Informations recueillies auprès de F. LEBAS, INRA, Jouy en Josas-France par Katy BERNARD

(2) Informations recueillies auprès de : J.C. BLUM, Station de recherches avicoles, INRA, Nouzilly - France. VACHEL, Etablissements Sanders



Le recours à la luzerne repose sur son pouvoir colorant (teneur en xanthophylles) pour toutes les productions avicoles requérant une pigmentation (poulets de chair jaune, pintades, oeufs de table...). Il faut noter pour cette utilisation, l'intérêt de pouvoir disposer de lots aux normes garanties en cellulose et en xanthophylles.

Pour les poulets de chair, recherchés en raison de leur coloration jaune, le pourcentage maximum de pellets de luzerne additionnés, dépasse rarement 3 % et lui est généralement inférieur. Les fabricants qui employaient la qualité standard 18 - 125 (18 % de protéines et 125 p.p.m. de carotène par kg matière sèche), s'orientent de plus en plus vers des formules enrichies du type 22-220, contenant 220 p.p.m. de carotène et 400 p.p.m. ou plus de xanthophylles.

Pour la production d'oeuf, les normes usuelles d'incorporation de la farine de luzerne oscillent entre 3 et 5 % et risquent peu d'être dépassées dans les conditions actuelles de production. D'après différents essais, il semble techniquement possible d'élever ce taux jusqu'à 8 et 10 %, sans déséquilibrer sensiblement les rations pour poules pondeuses.

Les quantités employées assurent une coloration du jaune suffisante dans de nombreux pays où les consommateurs préfèrent un oeuf coloré.

Malgré cet usage, apparemment très répandu parmi les différents Pays membres, plusieurs facteurs jouent à l'encontre de la luzerne :

- présence de saponines susceptibles de retarder la croissance et la ponte,
- concurrence de matières premières d'origine végétale à fort pouvoir colorant, (extraits de farines d'herbe ou de luzerne, gluten de maïs),
- existence de composés synthétiques à activité vitaminique et d'agents de pigmentation employé pour le jaunissement des poulets ou des pintadeaux, en période de finition (apo carotène ester).

Le choix opéré par les fabricants entre des matières premières colorantes aussi diverses que les céréales (maïs jaune), les produits céréaliers (gluten de maïs), la luzerne ou l'herbe déshydratée, les caroténoïdes de synthèse, dans la mesure où leur vente est autorisée, dépend de leur coût à pouvoir pigmentaire identique.

#### b- Concentré protéique pigmenté

Le pressage à froid de la luzerne (cf. Annexe VI), livre un jus protéique riche en pigments, après concentration, le produit dose 50 à 55 % de protéines par rapport à la matière sèche. Cette technologie mise en oeuvre par France Luzerne dans l'atelier pilote de Mairy sur Marne, fournit un concentré protéique nommé PX 1. Sa valeur alimentaire a été comparée en production avicole (1), au tourteau de soja, mais en raison de son prix, le jugement porte plutôt sur son pouvoir colorant. Une incorporation au taux de :

- 2 à 3 % dans les rations des poules pondeuses, assure une bonne coloration de l'oeuf tout en maintenant le niveau de ponte,

---

(1) Etudes de C. CALET et LEC LERC QB., INRA, Nouzilly, France

- 4 à 5 % pour les poulets de chair, leur procure une bonne pigmentation jaune.

### 3 - Utilisation par les porcins (2)

En élevage porcin, l'emploi de la farine de luzerne dépend du type de production :

- les aliments pour truies gestantes en détiennent 7 à 12 %; le taux de 7 % étant rarement dépassé.
- les régimes pour des porcs en croissance ou en finition, ne contiennent généralement pas de luzerne. Toutefois, de nombreux essais prouvent que cette matière première peut être ajoutée au taux moyen d'incorporation de 5 % dans les rations réservées à la croissance.

Dans l'alimentation des truies gestantes, l'éleveur cherche, d'une part, à maintenir l'animal en bon état, tout en évitant son engraissement pendant la gestation et le prépare, d'autre part, à ingérer des rations plus volumineuses au cours de la lactation. Ces objectifs s'obtiennent en renforçant le contenu des aliments en cellulose ; à une source cellulosique classique, comme le son de blé, s'ajoutent l'avoine, les pulpes betteravières déshydratées, la farine de luzerne. (Dans ce cas, le choix porte sur un produit d'excellente qualité, dosant au minimum 18 % de MAT/kg MS).

Pour l'engraissement des porcs, comme précédemment pour les volailles en croissance, la richesse en cellulose de la luzerne limite son emploi à cause d'une réduction rapide du coefficient d'utilisation énergétique. L'indice de consommation s'élève et le rendement en carcasse s'abaisse malgré une qualité légèrement supérieure, rarement valorisée au plan économique. Quand l'incorporation est pratiquée, le fabricant choisit plutôt une farine de luzerne obtenue par blutage, riche en protéines (20-22 %), pauvre en cellulose (20-22 %) et provenant d'un fournisseur livrant des qualités garanties.

En dépit d'un handicap majeur lié au contenu rédhibitoire en cellulose, la luzerne représente une source de protéines et d'acides aminés indispensables (en particulier lysine et tryptophane), intéressante pour le porc alimenté avec des céréales. L'usage d'un concentré protéique pigmenté (PX<sub>1</sub>), en substitution du soja, reste économiquement dépendant du rapport des prix de vente. Compte tenu des faibles doses d'incorporation observées, la présence de composés naturels nuisibles comme les phytoestrogènes est rarement considéré comme un facteur responsable d'une restriction d'emploi.

### 4 - Utilisation par le cheval

Parmi les herbivores, le cheval ou le poney, figurent comme des consommateurs potentiels ou réels de fourrages déshydratés (herbe, luzerne, maïs plante entière, pulpes de betteraves), pourvu que ceux-ci soient d'excellente qualité (absence de moisissures et de toxines auxquels l'animal est très sensible).

---

(1) Informations recueillies auprès de BOURDON, INRA, Jouy en Josas et VACHEL, Etablissements Sanders - France

## B - Ruminants

### 1- Utilisation par les vaches laitières

Au plan technique, les formes d'utilisation possible des fourrages verts déshydratés sont les suivantes :

- a. distribution à volonté comme représentant unique de la ration de base. Cette formule, techniquement viable, ne nécessitant aucun apport de tourteau et peu de concentrés, reste trop onéreuse pour faire l'objet d'application.
- b. distribution rationnée à raison de 30 à 50 % de la fourniture en matière sèche de la ration de base, elle-même représentée par de l'ensilage (maïs plante entière...) Ces régimes autorisent de fort niveaux de production lactée et restreignent les achats de concentrés et de protéines.
- c. fourniture d'un mélange équilibré en énergie (graminée fourragère, maïs plante entière) et en matière azotée (luzerne, herbe récoltée précocement) de façon à former une ration de base de bon niveau et fournir également une part du concentré requis pour la production lactée.
- d. emploi comme concentré azoté et pour partie énergétique, dans les exploitations et distribution en sus de l'aliment de base, associé ou non à un complément de céréales et de tourteaux.
- e. introduction dans la fabrication d'un aliment complet produit à la ferme ou par une installation industrielle privée ou coopérative (mélange conditionné de fourrages déshydratés, céréales, tourteaux, minéraux).

Si de nombreuses expériences décrivent les effets sur la production lactée d'une alimentation reposant presque exclusivement sur les fourrages verts déshydratés et insistent sur les conséquences du mode de présentation, ces données offrent un maigre intérêt pratique eu égard au coût de la technique.

Nous envisagerons seulement deux cas : ceux définis respectivement aux paragraphes b et c, car effectivement rencontrés dans la pratique agricole et qui, en fait, forment les extrêmes d'un seul mode d'utilisation.

#### Fourrages verts déshydratés introduits en quantité notable, mais rationnés dans le régime de base

##### - Conditions générales d'emploi

Précisons, au préalable, les conditions générales d'emploi des produits déshydratés du type herbe ou luzerne, indispensables à respecter pour valider cet usage.

L'introduction de ces aliments comme partie notable de la ration de base et non seulement en remplacement du concentré supposé résolu, outre le problème du coût, divers aspects techniques dont les plus importants demeurent la nécessité de disposer :

- d'un cheptel laitier capable de fournir une production élevée (moyenne économique au moins égale à 4 500 l). Dans ce cadre, la ration de base, composée uniquement de fourrages verts déshydratés, cou-

vre un haut niveau de production (16 à 19 kg de lait/vache) et le recours au déshydraté réduit les dépenses de concentré.

- d'un élevage suffisamment dimensionné dans une exploitation nantie d'une bonne maîtrise technique au double plan : végétal et animal.

La conduite du troupeau fait notamment appel :

- . à l'allotement ou séparation en catégories d'animaux à capacité laitière momentanément identique (vaches fortes productrices, moyennes productrices, vaches tarées, génisses...)
- . à l'ajustement précis de la ration par un apport de concentré fonction du niveau de lactation de chaque laitière.

### Rations types.

Celles présentées ci-dessous, s'adressent à des vaches de race frisonne (600 kg de poids vif, en 3<sup>e</sup> lactation). Parmi les rations à base d'ensilage de maïs ayant fait leurs preuves, citons :

Maïs ensilage kg/MS ingérée	9 à 10			
Graminées déshydratées (1) (kg/MS) ou Luzerne déshydratée (kg/MS)	8	6	5	4
Production de lait permise (kg à 4 % MG) (2)	19	16	13	10

(1) Riche en MAT = 140 g MAD/kg MS (soit environ 18 % de MAT)

(2) Production permise sur la base du facteur limitant premier (énergie ou protéines)

Pour les vaches fortes productrices, nourries à l'ensilage de maïs, la quantité maximale de fourrages verts déshydratés associée à l'aliment grossier, atteint en moyenne 7-8 kg de matière sèche, l'ensemble autorisant une production lactée de 18 à 19 l de lait (Une herbe récoltée à un stade assez jeune est considérée au plan de la fourniture azotée, équivalente à la luzerne et titrant 150 g MAD/kg, en conséquence, ces produits sont substituables dans le tableau ci-dessus).

Il faut remarquer qu'au mieux, le fourrage vert déshydraté remplace partiellement le tourteau de soja sur la base d'équivalence de 300 g (tourteau soja 50) par kilogramme d'herbe ou de luzerne. Le remplacement économise dans les meilleurs cas (7 kg de déshydraté), un peu plus de 2 kg de tourteau du point de vue matières azotées.

Avec des régimes à base d'herbe paturée ou ensilée, le déshydraté offre diverses possibilités d'ajustement :

Recours au maïs déshydraté pour rééquilibrer en énergie, la ration de base. La production lactée peut être abaissée à 12-15 l/jour.

<i>Herbe ingérée kg/MS</i>	7 à 8	13
<i>Maïs déshydraté kg/MS</i>	7	2,5
<i>Production lactée permise (kg à 4 % MG)</i>	12	15

En raison de la valeur énergétique plus faible du déshydraté de luzerne ou d'herbe, son introduction n'est pas recommandable (gaspillage de matières azotées). Il pourra avantageusement être fait appel à la solution ci-dessous.

Usage d'un concentré fabriqué à l'exploitation à l'aide de fourrages verts déshydratés et de grains (orge par exemple). Un mélange, pour moitié d'orge et de luzerne (ou d'herbe), dosant 0,70 UF et 18 % de protéines brutes, fournit un aliment titrant 0,85 UF et 14 % de MAT par kilogramme de matière sèche. La distribution de 6,5 kg de ce mélange assure 18 kg de lait.

## 2- Utilisation par les bovins à l'engrais

Face à l'essor considérable de l'alimentation à base de fourrages conservés (ensilage d'herbe ou de maïs), les aliments verts déshydratés occupent souvent une place secondaire et se rencontrent :

- soit comme constituant principal de la ration, dans des régions où l'élevage valorise des sous-produits agro-industriels, comme la pulpe betteravière,
- soit en substitution partielle du concentré.

### a) Production de viande bovine à partir de la pulpe

Un exemple type, né avec l'industrie sucrière et dont l'essor reste lié à la déshydratation industrielle de la luzerne, s'observe en Champagne (France) où des bovins broutards, âgés de 8-9 mois, sont engraisés jusqu'à 15-18 mois (animaux de race à viande, conduits de 270 à 500 kg et fournissant 370 kg de carcasse).

Les régimes pratiqués reposent sur un mélange de pulpes et de pellets de luzerne (forme condensée) en proportion variée, mais souvent voisine de 50 %; parmi les plus communs, citons :

Régimes alimentaires en pourcentage de chaque aliment

Pulpe déshydratée	Luzerne condensée	Maïs grain	CMV (1)
46	46	6	2
60	38	-	2
50	48	-	2
45	45	8	2
40	40	18	2

(1) CMV = Condiment minéral et vitaminique approprié

Les gains moyens quotidiens se situent entre 1000 - 1200 g, l'apport de maïs grain (ou d'une autre céréale) intervient ordinairement en finition.

Dans cette ration, les pulpes fournissent la majeure partie de l'énergie nécessaire et la luzerne apporte les protéines. Contrairement à la politique suivie initialement qui consistait à valoriser les catégories de luzerne les moins riches en protéines (13 % de MAT et moins), la tendance actuelle s'oriente vers l'utilisation de luzernes de bonne qualité (16 - 18 % de MAT). L'urée concurrence dans certains cas ce fourrage vert déshydraté.

Quelques variantes peuvent être rencontrées, telles l'alternance d'un régime à base de luzerne fraîche et de pulpe déshydratée avec une ration comportant pulpe fraîche (souvent surpressées ou conservées par ensilage) et luzerne déshydratée.

#### b) Production de taurillons avec des fourrages verts déshydratés

En zone d'élevage laitier, la production de taurillons connaît un certain développement et repose sur des régimes à base d'ensilage (maïs plante entière principalement, parfois herbe), complété par des céréales et des tourteaux.

#### Fourrages verts déshydratés constituants majeurs de la ration

L'usage des fourrages verts déshydratés comme constituant principal de la ration, a fait l'objet de nombreux essais qui témoignent de la possibilité d'assurer ce type de production avec des régimes presque exclusivement basés sur des produits déshydratés. Parmi les rations expérimentées avec succès, citons :

- fétuque élevée 80 %, luzerne 20 % ; en plus, foin ou paille et CMV
- ray grass d'Italie 94 %, tourteau soja 6 % ; en sus foin et CMV
- ray grass d'Italie 67 %, maïs plante entière 27 %, tourteau de soja 6 % (foin ou paille et CMV) ;
- ray grass d'Italie 40 %, luzerne 18 %, maïs plante entière 40 % (CMV).

De tels régimes autorisent des gains moyens journaliers de 1000 à 1100 g. Afin d'éviter les troubles digestifs occasionnés par l'insuffisance de brins longs dans les présentations condensées, il suffit d'adjoindre du foin ou de la paille.

Ce rationnement présente toutefois un certain nombre de défauts :

- les formes déshydratées ont une moins bonne efficacité alimentaire que les ensilées ; la différence étant plus marquée pour l'herbe que pour le maïs plante entière.
- avec des taurillons de race laitière, un régime composé exclusivement de fourrages verts déshydratés (graminées, luzerne), fournit des performances moyennes (GMQ inférieur à 1200 g/j) et un état d'engraissement tardif (18 mois). La cause tient à l'insuffisance de concentration énergétique de la ration, souvent palliée par distribution d'aliments riches en énergie (pulpe déshydratée, grains de céréales, maïs plante entière). Le maïs plante entière déshydratée, apparaît dans ce cas, particulièrement indiqué en raison de sa bonne concentration en énergie (85 % de celle de l'orge).

Une luzerne déshydratée de bonne qualité (18 % MAT), détient une valeur énergétique seulement égale à 60 % de celle de l'orge ; c'est pourquoi certains régimes expérimentaux comportent un mélange avec des céréales (50 % au moins de la ration). Ce type de ration, malgré une grande facilité de mise en oeuvre et une certaine souplesse d'emploi, due à la possibilité de faire varier la proportion des deux aliments selon les performances recherchées, présente l'inconvénient d'être onéreux.

Eu égard à leur coût et à leur efficacité alimentaire, il est impensable de baser l'alimentation des taurillons uniquement sur des fourrages verts déshydratés, même associés pour une part notable, à des céréales (sauf dans des Pays où leur prix l'autorise). Le rationnement repose dans la plupart des cas, sur un aliment de base ensilé comme le maïs plante entière (ou épis) ou l'herbe ; le fourrage vert déshydraté étant alors considéré comme un concentré.

#### Fourrages verts déshydratés employés comme concentrés.

Les animaux reçoivent par exemple, de l'ensilage de maïs (à volonté ou rationné), avec un peu de paille. La complémentation azotée est assurée par la distribution unique de luzerne déshydratée (18 % MAT) ou d'herbe déshydratée (ray grass d'Italie, fétuque à 16 - 19 % MAT) à raison de 3 à 3,5 kg/jour au maximum selon l'âge de l'animal et remplace au plan azoté, 1 kg de tourteau de soja (quantité requise en moyenne). Comme ces produits déshydratés ont une valeur énergétique plus faible que le tourteau, la croissance sera plus réduite, ce handicap peut être compensé par un apport de céréales ou de maïs déshydraté.

Retenons les bases de substitution suivantes :

- 1 kg de luzerne (18 % MAT) ou d'herbe déshydratée (à contenu azoté voisin) équivaut à 300 g de tourteau de soja 44 pour l'équivalence azotée, apport maximum : 3 kg de luzerne.
- 1,3 kg de maïs déshydraté équivaut, du point de vue énergétique, à 1 kg de céréales en moyenne.

### 3 - Utilisation par les caprins et les ovins

#### a) Caprins (1)

Les élevages caprins ayant recours actuellement à des fourrages déshydratés restent peu nombreux. Compte tenu des écarts importants relevés dans l'intensification de ces élevages et de leur caractère particulier, les normes d'incorporation pratiquées apparaissent peu représentatives et ne sont pas reproduites.

#### Place possible des aliments déshydratés dans les régimes alimentaires

Les dix dernières années ont vu un changement radical des méthodes d'élevage, marquées en système intensif, par l'abandon progressif du pâturage et son remplacement par un affouragement en vert, complété par la distribution de produits secs (foin, déshydraté) et d'un concentré spécialement étudié (type chèvre laitière).

---

(1)- Informations recueillies auprès de M. de SIMIANE - ITOVIC, Paris, France.

Dans ce contexte et au seul plan technique, les fourrages déshydratés semblent particulièrement aptes :

- à combler les insuffisances de la production fourragère (usage unique en période hivernale, complément de la ration aux autres époques de disette...)
- à réaliser des régimes suffisamment riches pour couvrir les besoins particulièrement élevés du début de la lactation. Leur introduction dans les rations à ce moment du cycle de production, se solde pour l'éleveur, par un débours plus faible en concentré et pour l'animal, par une mobilisation plus restreinte des réserves corporelles,
- à éviter les séquelles de transitions mal conduites. Les chèvres laitières sont très sensibles aux changements de régime ; l'usage de fourrages déshydratés, permet d'opérer une transition très progressive, sous réserve de disposer d'un approvisionnement suffisant.

Conditions techniques d'emploi des fourrages déshydratés.

Plusieurs essais zootechniques indiquent une large gamme d'utilisation potentielle qui va de l'usage occasionnel à la majorité de la ration.

Lorsque le fourrage déshydraté constitue l'essentiel du régime alimentaire, il est préférable :

- de faire appel à des mélanges pour acquérir de bonnes performances laitières. D'excellents résultats d'ingestion et de production furent obtenus avec le mélange de produits déshydratés suivant :
  - 60 % de graminées,
  - 20 % de maïs plante entière,
  - 20 % de luzerne.

Néanmoins, des graminées seules peuvent être distribuées ou des associations mixtes graminées - maïs ou luzerne - maïs, sous réserve de ne pas dépasser 40 % du total pour le maïs déshydraté. En raison du gaspillage azoté et du défaut énergétique, la fourniture exclusive de luzerne en pellets ou en cobs, est contre-indiquée.

- de fournir de la paille en faible quantité (0,4 kg/animal /jour), afin d'éviter les accidents digestifs.
- de s'abstenir d'user de ce régime en fin de lactation et pendant le tarissement, afin d'empêcher la surconsommation et le gaspillage.

Chez cette espèce, le recours aux fourrages déshydratés sous une présentation granulés, réduit l'importance des refus : 5 % en moyenne contre 15 - 30 % pour le foin et 25 - 35 % avec des fourrages verts ou de l'ensilage.

En résumé, l'emploi des fourrages déshydratés dans les élevages caprins, est une opération techniquement éprouvée pour la production laitière, mais l'intérêt économique doit faire l'objet d'un examen particulier à chaque implantation.

## b) Ovins

Comme précédemment pour les caprins, la distribution d'aliments déshydratés aux ovins, demeure peu répandue et coïncide en général avec une situation localement favorable.



Malgré les très nombreuses études de digestibilité et d'ingestibilité, menées sur cette catégorie animale dans les stations expérimentales, les divers aspects techniques, concernant l'emploi des fourrages déshydratés dans les élevages ovins, sont incomplètement connus.

Ces produits peuvent former l'essentiel de la ration comme aliments composés condensés et diverses formules se rencontrent pour des brebis allaitantes :

- déshydraté de ray-grass italien (80 %), paille (20 %) - CMV
- déshydraté de maïs plante entière (45 %), luzerne déshydratée (30 %) paille (25 %), CMV.
- graminées déshydratées (60 %), paille (40 %), CMV
- luzerne déshydratée, pulpe betteravière, maïs grain et maïs plante entière, CMV.

Les problèmes digestifs seront évités en granulant les pellets à un calibre inférieur (4,7 mm) au diamètre standard (8 mm). A l'époque de la reproduction, l'incorporation de la luzerne dans les rations sera réduite (crainte des composés oestrogènes).

COMPARAISON DES SYSTEMES DE CONSERVATION

I - EFFICACITE ZOOTECHNIQUE COMPAREE DES SYSTEMES DE CONSERVATION DES FOURRAGES VERTS

A défaut de travaux suffisamment nombreux, il est actuellement impossible de comparer l'efficacité zootechnique et économique des procédés de conservation des fourrages appliqués à une même espèce fourragère. On se contente d'estimations intermédiaires, reposant sur des critères techniques plus ou moins faciles à relier entre eux (pertes pondérales, pertes qualitatives y compris les conséquences sur l'ingestibilité et la digestibilité).

Il convient par ailleurs, de remarquer que ces tentatives de comparaison, ont un intérêt souvent théorique, compte tenu qu'une forme conservée, en particulier celle déshydratée, représente rarement la ration de base et qu'en régime varié d'alimentation, des compensations s'établissent.

A - Pertes pondérales directes dépendantes de la technologie du procédé de conservation.

Celles-ci regroupent les déperditions de matériel sec et d'éléments nutritifs majeurs, intervenant entre la récolte du fourrage et la distribution aux animaux des produits conservés.

La compilation des données bibliographiques existantes sur le sujet, montre une très grande variabilité des valeurs chiffrées qui traduit la diversité de maîtrise des techniques et la multiplicité des causes susceptibles de les modifier (type et degré de mécanisation, variantes du procédé...). Le choix de chiffres de référence constitue une tâche délicate et scientifiquement impossible; en dépit de cette difficulté, nous reproduisons les valeurs les plus couramment avancées, tout en les assortissant des fourchettes rencontrées dans la littérature.

Les pertes apparaissent (tableau V 1) à des postes variables, selon le système de conservation envisagé; l'intérêt de décomposer la déperdition totale entre les opérations de récolte, de conservation sensu stricto, de stockage et de distribution, permet d'apprécier l'emplacement vulnérable et de jauger les chances de l'améliorer.

1)- Pertes comparées à la récolte

Les manipulations au champ, spécifiques ou communes aux divers systèmes de conservation, engendrent chez les fourrages verts, des déperditions ordinairement proportionnelles à la durée du séjour au sol, ou plus exactement au degré de siccité du produit ramassé.

En conséquence, la récolte immédiate (ensilage direct, déshydratation) réalisée par beau temps, occasionne fort peu de pertes, tandis que le préfanage (ensilage, ventilation, parfois déshydratation), contribue à les

**Tableau V.1 : Bilan approximatif des pertes globales cumulées pour la récolte et la conservation (en % de la composition d'origine).**

	Finition traditionnelle		Ventilation	Désydratation	Ensilage d'herbe			Essilage maïs
	sans pluie	avec pluie			direct sans conservateur	direct avec conservateur	préfané sans conservateur	
Pertes en matières sèches	20	35	préfanage 7 (0-20) f ch 4	récolte directe 1 (0-7)	récolte directe 1	(0-7)	4	2
	1 (0-2)		séchage 7 conservation 1 (0-2)	séchage 3 (3-8) conservation 1 (0-2)	19 (14-26)	12 (13-16)	10	10-11 (1)
TOTAL M.S.	(21) (9-44)	(36)	(15) (12) (10-19)	(5) (3-10)	(20)	(13) (1-73)	(14)	(12)
Pertes en matières azotées totales (MAT)	28	46	préfanage 10 (0-20) f ch 4	récolte directe 5 (0-10)	récolte directe 5	(0-10)	3 (0-20)	
	1 (0-2)		séchage 5 conservation 1 (0-2)	séchage 5 (4-15) conservation 1 (0-2)	17	4	7	
TOTAL M.A.T.	(29) (15-55)	(47)	(16) (14) (10-24)	(11) (9-18)	(22)	(9) (0-68)	(10)	
Pertes totales en carotène	60	99		3-8				

(1)  $\bar{f}$  compris inconsommable  
ventilation f = froid ch = chaud.

accroître. Celles-ci seront fonction de la durée du séchage, de la présence et du niveau des intempéries, du taux de dessiccation déterminant la fragilité de la plante aux manipulations mécaniques (feuilles de légumineuses très fragiles).

La fenaison naturelle détient le pourcentage le plus élevé de pertes. Le perfectionnement de la mécanisation et une meilleure prévision météorologique à court terme, devraient contribuer, même en fanage naturel, à réduire l'importance des déperditions au champ (voir par exemple, le progrès résultant d'un conditionnement du fourrage - tableau V 2).

### 2)- Pertes comparées au cours du stockage

Les produits secs (déshydratés, foin) supportent des pertes insignifiantes dès que leur humidité de conservation n'excède pas 15 %.

La ventilation sous abri d'un produit préalablement préfané accroît très légèrement les pertes.

**Tableau V.2 : Pertes de Matière sèche au cours du fanage  
Rôle du conditionnement préalable de l'herbe.  
(Pertes exprimées en pourcentage de la matière sèche initiale).**

	<i>Fanage classique</i>	<i>Conditionnement de l'herbe</i>	
		<i>Faneuse conditionneuse</i>	<i>Eclateurs à rouleaux</i>
<i>Graminées</i>	12-20	18-30	10-10
<i>Légumineuses</i>	25-35	28-35	10-20

Selon Strasman et Montagne.

L'ensilage supporte une déperdition élevée, mais le préfanage, la finesse de hachage et surtout l'acidification artificielle (conservateurs acides), restreignent la dégradation (le maïs se conserve facilement sans additif).

### 3)- Bilan comparé des pertes globales cumulées

Il faut constater (tableau V 1), quel que soit le procédé de conservation emprunté, que les pertes affectent principalement, parmi les éléments nutritifs autres que les vitamines, les protéines. Par ordre croissant de préservation de la quantité originelle, les systèmes de conservation se classent dans l'ordre suivant : fenaison traditionnelle, ensilage direct sans conservateur, ventilation et ensilage préfané, ensilage avec conservateur, déshydratation.

## B - Perturbations qualitatives sensibles au niveau de l'animal

Deux paramètres zootechniques couramment choisis servent d'indicateurs de référence : l'ingestibilité et la digestibilité.

Toutes les techniques de conservation affectent le niveau de consommation (cf. tableau V 3). Le niveau d'ingestion semble diversement modifié : si la distribution d'ensilage d'herbe à faible taux de matière sèche (moins de 20 %), comme la fourniture de foin séché au sol en conditions médiocres, restreignent l'ingestibilité chez les ruminants, cet handicap disparaît avec la pratique du préfanage et le recours au hachage fin. L'ensilage du maïs ne perturbe pratiquement pas la quantité ingérée et la déshydratation stimule l'ingestion (effets indirects dus au conditionnement).

**Tableau V.3 : Ingestibilité, chez le mouton, de la matière sèche.**

(Pourcentage moyen de réduction (-) ou d'accroissement (+) par rapport à l'ingestibilité du fourrage vert initial)

Produits		Références
Foin	- 19	(1)
Ensilage d'herbe	- 18 à - 25 (2)	(1)
Ensilage de maïs	- 5	(3)
Déshydraté de luzerne	+ 28	(4)
Déshydraté de fétuque élevée	+ 32	(4)

(1) C. Demarquilly (1973)

(2) Respectivement brins courts (1cm) et brins moyens (10 cm)

(3) J. Andrieu et C. Demarquilly (1974)

(4) J. Andrieu (1970) - Forme condensée (après broyage)

La digestibilité de la matière organique se trouve légèrement altérée (tableau V 4), ainsi que la digestibilité des matières azotées.

**Tableau V.4: Baisse d'utilisation digestive due au mode de conservation.**

(Pourcentage moyen de réduction de la digestibilité de la matière organique chez le mouton, rapporté au fourrage vert initial).

	Foin	Ensilage d'herbe (2)			Ensilage de maïs (4)	Déshydraté luzerne (5)	Déshydraté graminée (5)	
		direct sans conservateur	préfané	avec conservateur			compacté	condensé
Digestibilité de la matière organique	6 (1)	4	3	0-1	0	7	8	12
Digestibilité des matières azotées	5 (3)	4	1	0	-	7	-	-

(1) C. Demarquilly (1970) - Etude sur 108 foins (0 à 16)

(2) J.P. Dulphy (1970). C. Demarquilly (1973)

(3) M. Durand (1968)

(4) J. Andrieu et al. (1974)

(5) C. Demarquilly (1968). C. Demarquilly et al. (1973)

L'ensemble des pertes énergétiques et azotées, supportées par le fourrage vert dans chacun des systèmes de conservation examinés, permet, compte tenu de la modification digestive observée, d'exprimer de façon approximative, l'importance de la dépréciation nutritive. Les tableaux V 5 et V 6 rassemblent diverses données européennes et américaines pour la luzerne et les graminées fourragères.

**Tableau V.5: Diminution relative du potentiel alimentaire de la luzerne soumise à divers systèmes de conservation (% du fourrage vert)(1).**

Techniques de conservation	Pertes d'énergie métabolisables	Pertes de MAD
(2) - Ensilage direct	27	22
préfané	22	11
avec conservateur (3)	17	14
(4)	pertes d'énergie nettes	pertes de MAD
- Fenaison au sol :		
bonne	30	32
mauvaise	47	51
- Ventilation :		
froide	29	29
chaude	25	26
- Ensilage préfané	19	25
- Déshydratation	18 - 16 (5)	25 - 15 (5)

(1) Chiffres arrondis.

(2) Selon IRCEA depuis 1960 - IN Zuter S2 - Fourrages.

36 - 1968 - Fourrages . 42 - 1970 - et Fourrages 55 - 1973

(3) Mélange AIV.

(4) Selon Shepherd J.P. et al. (1954). USDA Technical Bulletin, n° 1079

Beltsville - Bilan de 5 années de conservation.

(5) Dijkstra - ND - 1957 Netherlands. H. of Agric. Su. 5 - 271.

Synthèse résultats Hollande 1939 à 1955.

**Tableau V.6: Diminution relative du potentiel alimentaire de l'herbe de prairie soumise à divers systèmes de conservation (en %).**

Techniques d'affouragement ou de conservation	Pertes énergétiques		Pertes de MAD b
	a	b	
Zéro paturage	6	-	-
Paturage rationné	22	-	-
Foin naturel	32	-	-
Ventilation froide	28	30	26
chaude	21	-	-
Ensilage direct	-	14	23
préfané	26	25	35
Déshydratation	8	14	9

(a) Selon Geissler B. et al. (1975), rapporté au fourrage vert

(b) Selon (5), rapporté au foin séché sur support.

Une décomposition de la déperdition globale supportée par un système de conservation entre chacune des opérations élémentaires malgré son intérêt, se heurte à diverses difficultés d'ordre méthodologique. Beaucoup d'études anciennes doivent être rejetées car dépassées, en raison de l'évolution récente des techniques ; peu de travaux actuels restent disponibles (voir tableau V 7) selon Geissler en Bavière.

**Tableau V.7** : Répartition de la déperdition énergétique totale entre les différents postes d'un système de conservation ou d'affouragement.

	Au champ	En conser- vation	À la dis- tribution	Pertes énergétiques totales	
				extrêmes	moyennes
Zéro paturage	1-4	-	2-4	3-8	6
Paturage rationné	15-30	-	-	15-30	22
Foin naturel	15-35	5-12	2-4	25-50	32
Ventilation froide	12-25	5-15	2-4	20-40	28
(30-40°C) chaude	7-25	4-8	2-4	13-20	15
Ensilage préfané (30 % M.S.)	4-8	10-25	2-4	20-35	26
Déshydratation	1-3	2-5	1-3	5-9	8

*Selon B. Geissler et al. (1975). Données relatives à la Bavière.*

En résumé, au vu des informations disponibles et en se plaçant faute de mieux, au niveau technique, les divers systèmes de conservation évoqués assurent une préservation quantitative et qualitative du fourrage origine dans l'ordre d'intérêt suivant : fenaison naturelle ou sous abri, ensilage avec ou sans conservateur (maïs), déshydratation. Cette dernière technique préserve au mieux l'intégrité des fourrages verts.

## II - DEPENSE ENERGETIQUE COMPAREE DES DIFFERENTS SYSTEMES DE CONSERVATION DES FOURRAGES

L'incertitude qui pèse sur l'approvisionnement énergétique futur, notamment dans le domaine des produits pétroliers, conduit à tenter cette analyse.

La production fourragère s'avère consommatrice d'énergie à différentes étapes, s'échelonnant de la culture à la stabilisation ou conservation des fourrages récoltés. L'analyse complète de la chaîne exige aussi d'y inclure

la consommation énergétique pour la distribution.

L'étude d'un tel ensemble présente de multiples difficultés inhérentes notamment à la diversité des matériels employés en matière de traction, de mise en place et d'entretien des cultures, de récolte, de conditionnement et de distribution des fourrages aux animaux. L'examen comparatif se trouve ainsi compliqué du fait que l'ensemble des procédés de conservation ne sont pas systématiquement comparables pour chaque espèce fourragère (par exemple le maïs sera soit ensilé, soit déshydraté, mais jamais fané).

Ces remarques préliminaires impliquent diverses conventions pour mener à bien l'analyse projetée. Souhaitant porter un jugement sur les systèmes de conservation, nous négligerons les dépenses énergétiques relatives :

- . à la production fourragère proprement dite, soit la fourniture de fourrage vert au champ. Le mode de stabilisation du produit modifié par la consommation énergétique requise pour la culture ; étant donné par ailleurs que les diverses cultures fourragères sont connues être consommatrices d'énergie à des degrés divers (tableau V 8 par référence au blé tendre).
- . à la distribution, faute de pouvoir disposer d'éléments chiffrés précis.

Seront également exclus des calculs, la dépense énergétique relative à la confection du matériel employé et celle requise pour leur entretien.

Tableau V. 8 : Besoins énergétiques pour la production fourragère.

	<i>Litrage moyen (1) de FOD en l/ha</i>	<i>Tonnage moyen de matière sèche produite t/ha.</i>
<i>Blé tendre</i>	70	4
<i>Prairies permanentes</i>	70	6
<i>Prairies temporaires</i>	100	10-12
<i>Prairies artificielles (2)</i>	110	12
<i>Maïs grain (3)</i>	150	6
<i>Betteraves fourragères et maïs fourrage</i>	200	10-12
<i>Betteraves sucrières</i>	400	10-12

(1) Litrage moyen nécessité pour les seuls travaux mécanisés (culture, récolte et transport inclus).

(2) Du type luzerne et cultures fourragères annuelles.

(3) Le séchage nécessite 150 à 250 l de FOD supplémentaires.





Enfin, il paraît utile de préciser que les différentes méthodes évoquées entraînent des dépenses d'énergie variable selon le degré de mécanisation retenu, l'entretien et le réglage des appareils, le soin apporté en général à toutes les opérations (les données du tableau V 9 doivent donc être interprétées de manière relative). D'autre part, cet aspect du problème, axé sur la consommation d'énergie, masque d'autres éléments indispensables à prendre en compte pour jauger de l'intérêt des procédés de conservation (investissement, performance des matériels, temps de travaux, charge en main d'oeuvre).

## ANNEXE VI (1)

### ANALYSE DE DIVERS PROCÉDES D'ECONOMIE D'ENERGIE EN DESHYDRATATION DES FOURRAGES

#### I - GENERALITES

L'énergie représente sur le plan comptable environ 35 % du coût du traitement des fourrages en déshydratation. Cependant, pour pouvoir comparer entre-elles les différentes usines, juger leur fonctionnement et situer les procédés permettant une économie d'énergie, il est nécessaire de faire intervenir des ratios techniques. Le meilleur d'entre eux est la consommation spécifique d'énergie par kilogramme d'eau évaporée du produit, paramètre beaucoup plus représentatif qu'une consommation par kilogramme de produit séché en raison de la grande variation de l'humidité du produit initial.

En pratique, la déshydratation fait appel à deux types d'énergie :

- de la chaleur apportée par le combustible industriel le moins coûteux (le fuel lourd n° 2, en général),
- et de l'énergie mécanique sous forme d'électricité;

si les puissances installées dans les unités de déshydratation sont importantes (de l'ordre de 1 000 kwh), la part de l'électricité dans la consommation énergétique totale reste faible : environ 10 % en énergie primaire. Aussi ne sera-t-il question ici que d'énergie thermique.

Les consommations habituellement rencontrées sur les sècheurs classiques aboutissent à un ratio de l'ordre de 750 kilocalories thermiques pour évaporer un kilogramme d'eau, chiffre variant en fait entre 680 kcal et 900 kcal pour des raisons qui vont être évoquées. On peut décomposer cette consommation en plusieurs postes, à titre indicatif :

- chaleur nécessaire au réchauffement de l'eau dans le produit . . . . .	80
- chaleur de vaporisation de l'eau à 100° . . . . .	540
- chauffage de la vapeur jusqu'à la température de sortie des gaz . . . . .	10
- Chauffage des gaz de dilution accompagnant la vapeur . . . . .	100
- pertes par les parois du sècheur . . . . .	20
- chaleur sensible du produit séché . . . . .	négligeable

(1)- Etude réalisée sur notre demande, par M. A. HURAND, Ingénieur du G. R. E. F. au Centre National d'Etudes et de Machinisme Agricole, Parc de Tourvoie - 92160 ANTONY (France).

Le chiffre le plus variable d'une usine à l'autre, est celui correspondant au réchauffage des gaz de dilution; en fonctionnement classique, il est d'autant plus faible que la température d'attaque est plus élevée; en recyclage, il sera plus bas.

Au-dessus de cette valeur moyenne, les écarts rencontrés viennent en général d'une mauvaise conduite de l'installation; des consommations spécifiques élevées sont fréquemment rencontrées dans les petites unités de type agricole, traitant des lots disparates de fourrage. L'intérêt d'une régulation, même très simple, d'un bon calorifugeage du sécheur, ou d'actions de formation du personnel de conduite, est évident.

## II - LE RECYCLAGE

Le recyclage consiste à diluer les gaz de combustion avec les gaz de sortie du sécheur, encore à une température de l'ordre de 130° C, au lieu de le faire avec de l'air froid. Cela revient à diminuer la quantité de gaz accompagnant la vapeur d'eau lorsqu'elle est rejetée à l'atmosphère, donc la chaleur nécessaire à leur réchauffement. Ceci peut permettre de descendre à des consommations spécifiques de l'ordre de 680 kcal par kg d'eau évaporée.

Dans la pratique, on n'arrive pas toujours à ce chiffre car les taux de recyclage réalisés ne sont pas toujours élevés. Des entrées d'air non voulues, notamment au niveau des joints tournants, peuvent se produire. La mise en place d'un recyclage demande un certain nombre de précautions, en particulier en ce qui concerne le brûleur qui doit être de qualité et pouvoir fonctionner avec un faible excès d'air, et au niveau du réfractaire.

Une solution similaire au recyclage a été également envisagée : elle consiste à placer un échangeur sur les gaz de sortie pour réchauffer l'air sec de dilution. Tout en étant nettement plus coûteuse, cette solution n'introduit pas d'économie supplémentaire par rapport au recyclage.

En définitive, le recyclage est une technique facilement adaptable sur les unités existantes, qui devrait rapidement se généraliser. L'avantage qu'il procure est double : d'une part, il introduit une intéressante économie d'énergie, d'autre part, en réalisant une augmentation de la teneur en eau des gaz relâchés à l'atmosphère, il prépare l'introduction de technique plus performantes, faisant appel à un récupérateur.

## III - PROCEDES FAISANT APPEL A UNE CONDENSATION DE LA VAPEUR D'EAU

### A - Généralités

La précédente décomposition des différents postes de consommation d'énergie montre qu'on ne peut guère aller en-dessous de ces quelques 680 kcal par kg d'eau, sans recourir à une condensation partielle de la vapeur d'eau. L'échangeur thermique où se réalisera cette opération, pourra fournir une grande quantité de calories, mais à basse température ; cette chaleur ne pouvant servir dans le sécheur classique, à cause de son niveau de tempéra-

ture, il faudra la réutiliser dans un autre appareil où une partie de l'eau du fourrage initial sera évaporée. En ce sens, on peut parler de séchage bi ou multi-étagé.

Deux familles de solutions peuvent ici être dégagées :

. Dans la première, on essaie de passer par une phase liquide en faisant appel à un pressage du fourrage et la chaleur récupérée servira à concentrer un peu ce liquide, tandis que la partie solide sera déshydratée classiquement : trois solutions de ce type seront examinées par la suite.

. L'autre famille de solution correspond à une utilisation des calories basse température, par l'intermédiaire d'air sec réchauffé, dans un second séchoir : une technique de ce genre sera évoquée.

Avant de décrire ces divers procédés, plusieurs remarques s'imposent. Le fait de réutiliser des calories dans un autre appareil, entraîne une augmentation de la capacité évaporatoire de l'installation, à moins de se contenter de la faire fonctionner à puissance réduite ; aussi les techniques d'économie d'énergie sont-elles liées à l'augmentation de la production de fourrages déshydratés, si du moins on veut amortir rapidement les équipements correspondants.

L'autre remarque concerne les problèmes d'environnement. Les eaux condensées sont polluées par des produits normalement rejetés à l'atmosphère : des particules de fourrage non séparées au cyclone et surtout les produits de combustion du soufre contenu dans le fuel lourd. Le faible pH qui en résulte oblige à une neutralisation des condensats : l'épandage, en irrigation par aspersion de ces eaux, constitue ensuite la solution la plus simple.

Quatre techniques actuellement disponibles, permettant d'atteindre des consommations spécifiques de l'ordre de 500 kilocalories par kg d'eau, vont maintenant être examinées :

- pressage à chaud, ou "dewatering",
- pressage à froid,
- cuiseur (procédé Swiss-Combi),
- présécheur.

#### B - Pressage à chaud

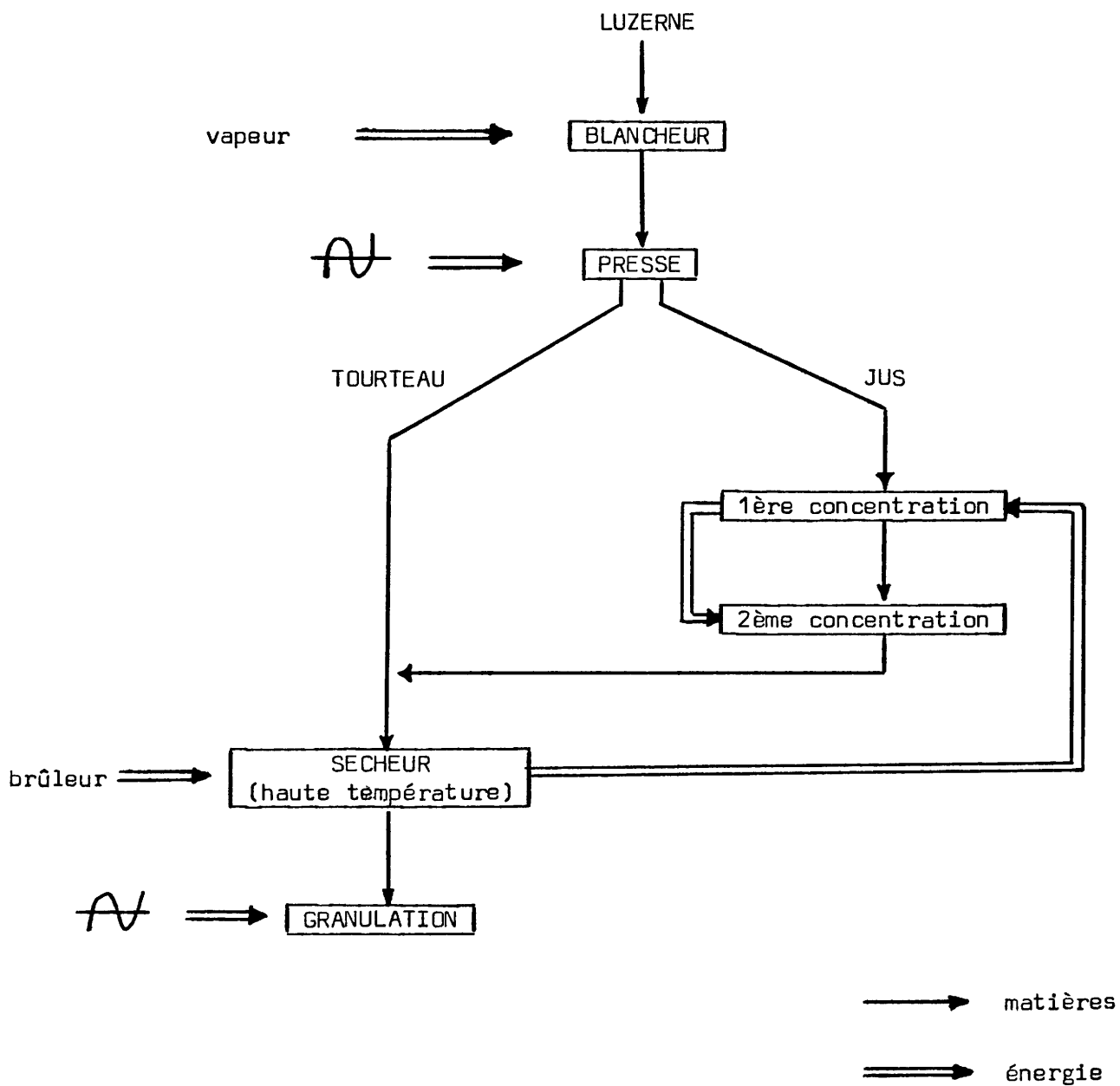
Le pressage du fourrage, en pratique surtout de la luzerne, effectué après chauffage du produit, permet de séparer un tourteau déshydraté classiquement de jus qui sont concentrés à l'aide de chaleur récupérée sur les gaz issus du sécheur (diagramme n° 1). Une unité de ce type est actuellement opérationnelle en France, à Marigny-le-Châtel (Aube) adaptée à un sécheur de 15 000 l/h de capacité évaporatoire nominale.

Quelles sont les différents traitements auxquels la luzerne est soumise ?

Un tapis d'alimentation régularisant le débit aliments en luzerne fraîche, par l'intermédiaire d'une vis, un appareil "blancheur" où elle subit un chauffage préalable au pressage. Pour avoir une homogénéité correcte, le chauffage est effectué en phase liquide : le fourrage est mis à tremper dans des jus chauds recyclés, portés à une température de l'ordre de 90°C grâce à un chauffage extérieur de vapeur produite par une chaudière classique. On essaie également de maintenir le pH aux alentours de 5,5. L'appareil consiste, dans sa dernière version, en une simple cuve brassée, avec un soutirage du mélange jus-luzerne, dans laquelle est assuré un temps de séjour des particules suffisam-

DIAGRAMME n° 1

PRESSAGE A CHAUD  
(simplifié)



ment long pour qu'elles soient réchauffées. L'intérêt de cette cuisson est de faciliter le pressage ultérieur, en retenant dans les fibres même du végétal, le maximum de matière sèche : il y a par exemple, coagulation d'une grande partie des protéines.

Après un égouttage grossier, la luzerne est dirigée dans une presse à vis. Il s'agit de machines de fortes puissances, comportant deux vis parallèles ou une seule, selon les constructeurs, dans lesquelles le profil des filets est étudié pour amener progressivement le produit à une pression de l'ordre de 100 bars; on recueille en bout de presse un tourteau à haute teneur en matière sèche, tandis qu'une grille enveloppant le ou les vis, permet l'écoulement de jus.

Les performances des presses, c'est-à-dire les quantités respectives des deux produits et leurs teneurs en matière sèche, dépendent beaucoup de la teneur initiale en eau de la luzerne et à un moindre degré, des réglages de la machine.

On peut arriver à obtenir un tourteau à 40 % de matière sèche, tandis que les jus auront une concentration variant entre 5 et 10 % de matière sèche. En fait, on ne cherche pas à pousser trop loin le pressage puisque lors de la concentration des jus, il y a un équilibre thermique à trouver entre la chaleur fournie par les gaz du tambour de déshydratation et celle qui est nécessaire pour effectuer cette concentration.

Après filtration, les jus chauds sont introduits dans le premier étage d'un concentrateur à double effet. Il s'agit d'un faisceau de tubes à l'intérieur desquels on fait ruisseler le liquide en film, tandis qu'à l'extérieur, viennent se refroidir et condenser les gaz chauds relâchés par le sécheur classique. Les jus, après cette première concentration, sont séparés de la vapeur pure qu'ils ont cédée dans un hydro-cyclone : ils sont ensuite introduits sous pression réduite dans un second concentrateur dont la chauffe est cette fois assurée par la condensation de la vapeur issue du premier étage. Un condenseur permet de maintenir à l'intérieur de ce second corps, la pression à un niveau convenable en reprenant les vapeurs issues de la seconde évaporation, cet appareil est lui-même maintenu à un niveau correct de température, grâce à de l'eau circulant dans un réfrigérant atmosphérique.

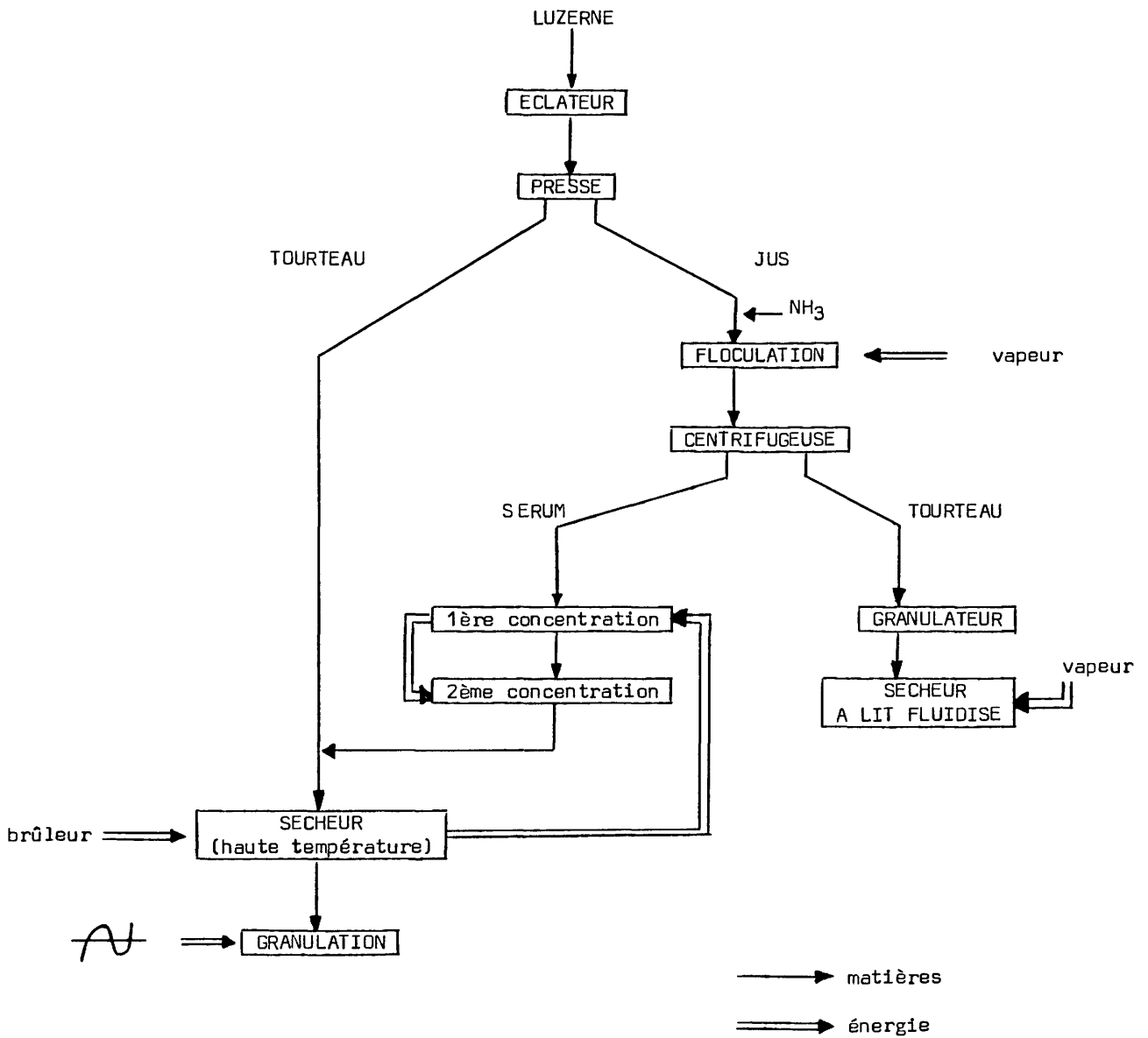
L'équipement de concentration classique en industrie alimentaire, représente un ensemble assez complexe et volumineux. Deux étages de concentration ont été réalisés dans l'usine de Marigny, mais techniquement, sinon économiquement il aurait été possible d'en disposer davantage pour aboutir à un meilleur bilan thermique. Mais d'ores et déjà, la concentration d'un liquide se fait de façon beaucoup plus économe en énergie (ici environ 300 kcal/kg d'eau) qu'un séchage traditionnel : c'est l'intérêt de passer par une phase liquide.

Environ 40 à 50 % de la chaleur relâchée habituellement à l'atmosphère par le sécheur est ici récupérée dans le premier étage de concentration.

Les concentrats sont ensuite mélangés au tourteau issu du pressage sur le tapis d'alimentation de la déshydrateuse classique. Le séchage s'effectue de façon traditionnelle dans un sécheur équipé, pour les raisons déjà évoquées, d'un dispositif de recyclage. Il convient simplement d'ajuster le niveau de température d'attaque, en raison de la plus grande siccité du produit.

DIAGRAMME n° 2

PRESSAGE A FROID  
(simplifié)





Le bilan énergétique global dépend beaucoup de l'humidité initiale du fourrage : il est meilleur pour un fourrage très humide qui se presse mieux. En considérant l'humidité moyenne pondérée dans l'année à Marigny-le-Châtel, soit 79,1 % en 1975, on aboutit à un bilan de 500 kilocalories par kg d'eau évaporée, hors énergie électrique; il convient de noter qu'une bonne partie de la chaleur doit être fournie pour réchauffer les jus du blancher et sont fournis, avec une assez mauvaise efficacité, par une chaudière qu'il a été nécessaire d'installer à cet effet.

Les consommations supplémentaires d'électricité restent limitées, elles sont essentiellement dues au pressage (7 à 8 kWh par tonne de luzerne).

### C - Pressage à froid

Le procédé diffère du précédent, dans la mesure où une production de deux types de fourrage est recherchée, la partie de matière sèche contenue dans les jus, à forte teneur en protéines, est traitée séparément des tourteaux de pressage. C'est pourquoi on n'effectue pas de traitement thermique préalablement au pressage, pour recueillir dans les jus davantage de matières sèches riches en protéines. Une unité de ce type est actuellement opérationnelle en France, à Mairy-sur-Marne (Marne), adaptée à un sécheur de 15 000 l/h de capacité évaporatoire nominale (diagramme n°2).

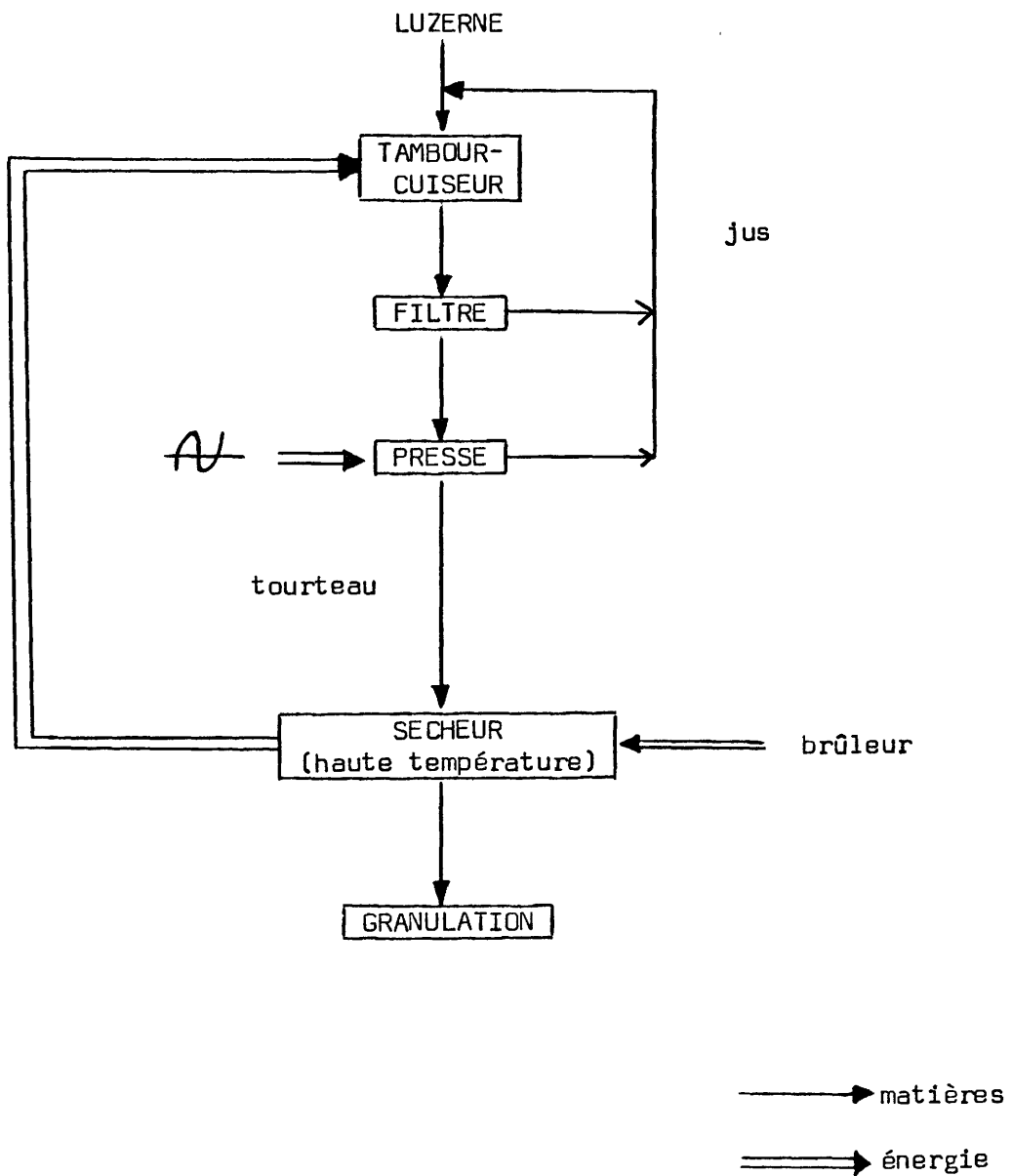
La luzerne verte est amenée, par l'intermédiaire d'un tapis d'alimentation régularisant son débit, dans un éclateur; on y réalise un hachage fin pour faciliter la sortie ultérieure des jus lors du pressage. La presse à vis est du même type que dans la technique de pressage à chaud, mais les performances sont moins bonnes, puisque le fourrage n'a pas subi de traitement thermique préalable. Elles dépendent plus encore de l'humidité initiale de la luzerne : il est possible de gagner sur le tourteau 8 à 10 points d'humidité pour de la luzerne très humide, mais on peut tomber à deux points pour des siccités élevées. En pratique, on obtient guère un tourteau à plus de 30 % de matière sèche, tandis que la teneur des jus s'établit entre 7 et 15 % de matière sèche. Pour fixer les idées, on peut dire que sur un fourrage moyen, la moitié environ de l'eau initiale reste dans les tourteaux, tandis que l'autre moitié part dans les jus. Les consommations électriques sont un peu supérieures (de l'ordre de 10 kWh par tonne de produit vert).

Il serait difficile de concentrer tels quels les jus de pressage, on cherche d'abord à récupérer mécaniquement la plus grande partie de la matière sèche qu'ils contiennent. Pour cela, on soumet les jus à un traitement thermique (injection de vapeur) précédé d'une addition d'ammoniaque, qui a pour effet, comme dans le pressage à chaud, de faire coaguler des molécules organiques lourdes, en particulier les protéines. Une séparation par centrifugeuse-débourbeuse continue, peut être alors effectuée, ce qui permet de séparer un tourteau riche et relativement sec de sérums peu chargés.

Ces tourteaux sont traités séparément, après granulation et séchage en lit fluidisé, ils donnent un produit titrant environ 50 % de protéines, intéressant dans l'alimentation des monogastriques et particulièrement les poules pondeuses. Le séchage en lit fluidisé s'effectue dans le cas présent par l'intermédiaire d'air réchauffé dans des batteries alimentées par de la vapeur, ce qui est peu performant sur le plan thermique mais représente en fait très peu d'énergie par rapport à l'ensemble de process.

DIAGRAMME n° 3

PROCEDE "SWISS-COMBI"  
(simplifié)



Les sérums issus de centrifugation sont, quant à eux, concentrés de façon analogue aux jus de pressage à chaud. Il y a deux étages de concentration, dont le premier est chauffé grâce à la condensation des vapeurs émises par le sécheur principal. Les concentrats, dont la valeur nutritive est peu intéressante, sont mélangés avec le tourteau issu du pressage initial.

Le séchage de ce dernier s'effectue de façon classique dans un sécheur équipé d'un dispositif de recyclage.

Globalement, le bilan énergétique est analogue à celui obtenu en pressage à chaud, mais cependant légèrement plus favorable car le chauffage du produit s'effectue dans de meilleures conditions. On aboutit à Mairy-sur-Marne avec l'humidité moyenne pondérée du fourrage dans l'année à une consommation spécifique de l'ordre de 470 kcal par kg d'eau évaporée, hors énergie électrique. Ce bilan est largement affecté par l'humidité initiale du produit.

#### D - Procédé Swiss - Combi

Dans ce procédé, un préséchage de la luzerne est effectué dans un tambour spécial, jouant également le rôle d'échangeur, chauffé par les gaz issus du sécheur classique venant donc s'y condenser. On passe également par une phase liquide et une presse (diagramme n° 3). Une installation expérimentale a fonctionné en 1975 sur un sécheur de 5 000 l/h d'évaporation, au Royaume-Uni. Une unité industrielle, sur un sécheur de 20 000 l/h est opérationnelle en France depuis 1976, à Pocancy (Marne).

Le fourrage haché est mélangé avec des jus venant d'une phase ultérieure du process et introduit dans un cuiseur. Il s'agit d'un tambour rotatif analogue extérieurement à un sécheur classique, mais comportant à l'intérieur une série d'ailerons radiaux qui constituent des surfaces d'échange de chaleur. A l'intérieur de ces ailerons passent les gaz issus du sécheur classique qui viennent donc s'y refroidir tandis qu'une partie de la vapeur d'eau qu'ils contiennent se condense. A l'extérieur des ailerons, mais dans le tambour, se situe le mélange de fourrage et de jus : ainsi réchauffé, ce mélange évapore de l'eau à sa surface libre pour peu qu'on effectue un balayage d'air frais permettant d'évacuer la vapeur. Le préséchage du fourrage est rendu possible par une diffusion de l'eau du fourrage vers les jus recyclés qui sont plus concentrés en matières solubles que le végétal fibreux, cette diffusion est cependant plus difficile lorsque l'humidité initiale du fourrage est faible.

En sortant du cuiseur, le mélange est grossièrement essoré avant de passer dans une presse à vis qui permet de séparer un tourteau de jus qui est recyclé en mélange du fourrage initial. Le pressage, effectué sur un fourrage chaud, n'est pas ici poussé très loin pour éviter d'obtenir un excédent de jus, et a, en fait, un rôle de séparation du mélange liquide - particules de fourrage artificiellement créé à l'entrée du cuiseur pour améliorer les échanges thermiques dans ce dernier.

On peut considérer que cet ensemble de préséchage permet de gagner environ cinq points dans l'humidité du fourrage. Les tourteaux sont ensuite déshydratés classiquement. A Pocancy, le sécheur n'est pas muni d'un recyclage des gaz comme il aurait été souhaitable, mais les gaz de balayage du présécheur sont utilisés dans le sécheur classique, ce qui a le même effet qu'un recyclage partiel.

Le bilan énergétique de l'opération dépend, comme dans les autres procédés faisant appel à un pressage, de l'humidité initiale du fourrage. En partant d'une teneur en eau de 78 %, on aboutit à une consommation spécifique de combustible d'environ 535 kilocalories par kg d'eau; le préséchage enlève environ le quart de l'eau du fourrage dans ce cas. Le bilan est un peu moins bon que dans les deux précédents procédés parce qu'on a ici un séchage bi-étagé dans lequel la récupération de calories du premier étage est loin d'être totale, tandis que dans le cas de concentration de jus on a en fait trois étages (la déshydratation classique et deux étages de concentration).

Cependant, le schéma est globalement un peu plus simple tout en faisant quand même appel à des équipements lourds. Les investissements sont un peu plus faibles.

#### E - Présécheur air chaud

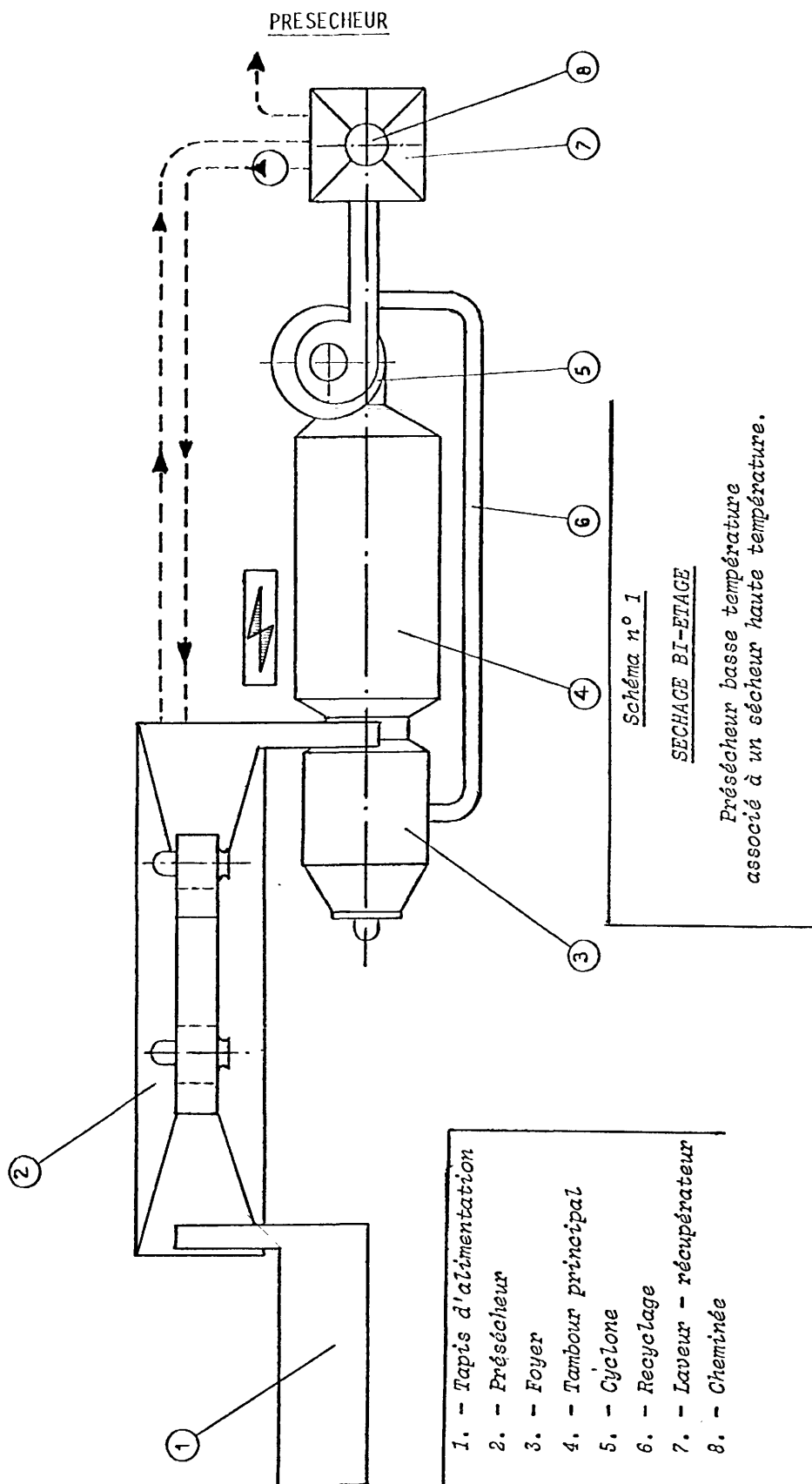
Le procédé diffère des précédents par le fait qu'il ne fait pas appel à un pressage, et peut donc être adapté à tous les types de fourrages. La chaleur récupérée sur les fumées du sécheur principal, sert à réchauffer un air sec utilisé dans un sécheur à basse température, placé en amont, qui abaisse de quelques points, l'humidité du fourrage. Testé en 1975 sur pulpes de betteraves, ce procédé est mis en expérimentation de longue durée en 1976, par la société PROMILL, dans une unité de déshydratation de 5 000 l/h de capacité évaporatoire.

Le schéma de l'installation est simple (diagramme n° 4). Le circuit traditionnel du fourrage est modifié par l'adjonction, entre le tapis d'alimentation et le tambour principal, d'un présécheur. Dans cet appareil, le produit est véhiculé sur un tapis perforé tandis que de l'air réchauffé à environ 60°C le traverse. Le faible niveau de température de cet air entraîne la nécessité de travailler avec des gros débits d'air, ce qui impose des appareils aussi volumineux que le sécheur principal.

Sur le plan thermique, le sécheur muni d'un système de recyclage envoie des gaz chauds et chargés de vapeur d'eau dans un récupérateur où ils vont s'y refroidir et condenser. Le système d'échange consiste en un lavage des gaz; de l'eau froide ruisselle à contre-courant des gaz chauds, ce qui la réchauffe par échange thermique et échange de masse, réalisant un contact intime sans nécessiter de surfaces d'échange. Recueillie en bas du récupérateur, l'eau chaude est envoyée dans des batteries d'échange situées dans le présécheur, ce qui permet d'y réchauffer l'air de séchage et recyclée en haut de la tour de lavage. L'excédent d'eau de condensation est évacué.

Le bilan thermique du procédé dépend essentiellement de la façon dont est poussée la récupération de chaleur et est lié à un optimum économique. En fixant à 75 % le rendement d'échange, la quantité d'eau retirée par le présécheur représente environ le tiers de l'eau totale à éliminer du fourrage, soit environ sept points d'humidité. Ceci établit la consommation spécifique globale d'énergie thermique à un peu moins de 500 kilocalories par kg d'eau. Les expérimentations devront confirmer ces chiffres.

Sur le plan économique, le prix de vente de telles installations peut difficilement être chiffré dès à présent; il est certain qu'en raison de la simplicité du diagramme de fonctionnement et des équipements, le coût de ce procédé sera nettement plus faible que ceux des procédés faisant intervenir un pressage.



## F - Comparaison des divers procédés.

Les quatre techniques qui viennent d'être analysées permettent de faire descendre les consommations spécifiques d'énergie aux environs de 500 kcal par kg d'eau. Elles présentent un certain nombre de similitudes.

Il s'agit d'abord d'équipement encombrants et plus ou moins coûteux qu'il convient d'ajouter aux installations existantes. La mise en place d'équipements économisant l'énergie va de pair avec une augmentation de la capacité de production de l'usine, il convient donc de s'assurer, pour réaliser un amortissement rapide, que la production fourragère dans le rayon d'approvisionnement de l'usine puisse suivre.

Le second point commun est que tous ces procédés, pour être plus efficaces, nécessitent la mise en place d'un dispositif de recyclage des gaz sur le sécheur classique, qui constitue donc une action préalable. En augmentant la teneur en eau des fumées qui entrent dans le dispositif d'échange, on rend possible un plus haut niveau de température de la chaleur qui est récupérée, donc on améliore les performances des appareils qui l'utilisent.

La présence de condensats qu'il est nécessaire d'éliminer, constitue un autre point commun : ils sont inévitables. En raison de la forte teneur en soufre du fuel lourd utilisé comme combustible, ces condensats sont fortement acides et il convient de les neutraliser : une pollution atmosphérique est remplacée par une pollution d'eau plus gênante. L'épandage sur les cultures représente alors la meilleure solution pour les éliminer, les doses possibles étant limitées par la teneur en soufre.

Au titre des différences, il faut noter que ces procédés n'ont pas les mêmes vocations (cf. tableau VI, 1). Les procédés faisant intervenir un pressage sont en pratique adaptés au cas de la luzerne; ils sont très dépendants de l'humidité initiale du fourrage et sont d'autant plus performants que celui-ci contient plus d'eau. Cependant, le fait de passer par une phase liquide peut permettre de pousser plus loin la récupération. Dans le cas du préséchage à l'air chaud, tous les types de fourrage peuvent indifféremment être traités et ceci est particulièrement important pour la déshydratation des pulpes de betteraves qui représentent une très grosse consommation énergétique.

Tableau VI.1: Consommations spécifiques d'énergie (hors énergie électrique) (kilocalories par kilogramme d'eau évaporé).

	Kcal/Kg eau	% économie
Déshydratation classique	750	-
Recyclage correct	680	9
Pressage à chaud	500	33
Pressage à froid	470	37
Procédé Swiss.Combi	535	28
Présécheur air chaud	500	33

N.B. Valeurs indicatives; le texte précise dans quelles conditions ces chiffres sont obtenus.

Les solutions de type pressage, font appel à des équipements se rapprochant de ceux utilisés en industrie alimentaire et demandent donc une certaine technicité, tandis que l'économie d'échelle intervient beaucoup : il faut de grosses unités. Le diagramme général est relativement complexe. Au contraire, le préséchage à l'air chaud semble être une solution plus agricole qu'industrielle, pouvant mieux s'adapter dans les diverses unités de déshydratation.

Le cas du pressage à froid reste spécifique : son développement est lié aux possibilités de marché d'un produit riche en protéines et l'aspect économie d'énergie n'est pas ici primordial : il ne faudrait pas, en tous cas, lui imputer tous les investissements nécessaires.

La technique du pressage à chaud telle qu'elle a été installée à Margny-le-Châtel, ne semble pas promise à un grand développement en raison de son coût élevé.

La solution proposée par le constructeur Swiss-Combi est séduisante, malgré sa relative complexité et pourrait trouver quelques développements; elle reste cependant très coûteuse.

Enfin, effectuer un préséchage à l'air chaud est certainement une solution simple qui semble promise à un bel avenir : elle n'en est malheureusement qu'au stade de l'expérimentation.

Communautés européennes — Commission

**La déshydratation des fourrages verts dans la CE — Etude Technico-économique**

Luxembourg : Office des publications officielles des Communautés européennes

1979 — 383 p. — 21 x 29,7 cm

Série informations sur l'agriculture — 1979 — 69

FR

ISBN 92-825-1573-7

N° de catalogue : CB-NA-79-069-FR-C

BFR 350	DKR 64,20	DM 21,70	FF 51	LIT 10 000
HFL 24,20	UKL 5.80	IRL 5.90	USD 12	

Une organisation commune des marchés dans le secteur des fourrages séchés a été mise en place en 1974 afin d'améliorer la situation de l'approvisionnement en protéines de la Communauté. En vue de la continuation de ces dispositions, décidée en 1978, il était très important d'approfondir les aspects techniques et économiques de la déshydratation des fourrages.

L'étude traite d'abord des structures actuelles de production, de commercialisation et de consommation des fourrages déshydratés dans la CE, ainsi que de l'évolution de ces structures au cours des dernières années. Ensuite, elle traite des coûts de la déshydratation et analyse le prix de revient dans les différents états membres avec une attention plus particulière pour le coût de l'énergie et le phénomène de l'économie d'échelle. Elle procède à une analyse des facteurs déterminant la rentabilité de la production des fourrages verts déshydratés, d'une part, pour les producteurs des fourrages verts, d'autre part, pour les déshydrateurs de ces fourrages en la comparant avec d'autres techniques de conservation.

Enfin, l'étude examine les conditions techniques et économiques du développement de la déshydratation à l'avenir et les perspectives du secteur en question.

*Cette étude est uniquement publiée en langue française.*



# Informations sur l'Agriculture

		Année	Langues
N° 1	Crédits à l'agriculture I. France, Belgique, G.D. de Luxembourg	1976	F
N° 2	Crédits à l'agriculture II. République Fédérale d'Allemagne	1976	D
N° 3	Crédits à l'agriculture III. Italie	1976	F I
N° 4	Crédits à l'agriculture IV. Pays-Bas	1976	E N
N° 5	Carte de la durée de la période de végétation dans les Etats membres de la Communauté	1976	F D
N° 6	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin – Données technico-économiques de base – Schwäbisch-bayerisches Hügelland (R.F. d'Allemagne)	1976	D
N° 7	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture-élevage bovin – Données technico-économiques de base – South-East Leinster (Irlande), West Cambridgeshire (Royaume-Uni), Fünen (Danemark)	1976	E
N° 8	Dispositions en matière de zootechnie bovine	1976	F
N° 9	Formes de coopération dans le secteur de la pêche – Danemark, Irlande, Royaume-Uni	1976	E
N° 10	Les marchés du lait et de la viande bovine de la Communauté – Approche régionale pour la recherche d'un équilibre	1976	D E
N° 11	La contribution des "Comunità montane" au développement de l'agriculture de montagne en Italie	1976	I
N° 12	Les "Enti di sviluppo agricolo" en Italie et la réforme des structures – Problèmes et perspectives d'adaptation	1976	I
N° 13	Marchés de citrons frais et de jus de citron dans la Communauté européenne	1976	F E
N° 14	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac I. Rapport général	1976	F E
N° 15	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées – Examen de méthodes de dosage	1976	F E
N° 16	Méthodes de détection des virus de certaines maladies des produits d'origine animale	1976	E
N° 17	Vaccins vétérinaires – Analyse comparative des législations des Etats membres pour trois importantes épizooties	1976	E

		Année	Langues
N° 18	Evolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles et ses conséquences pour la Communauté I. Blé, céréales fourragères — Résumé	1976	D F
N° 19	Evolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles et ses conséquences pour la Communauté II. Viande bovine, viande ovine, produits laitiers	1976	D F
N° 20	Formes de collaboration entre exploitations agricoles dans les nouveaux Etats membres	1976	E
N° 21	Critères objectifs pour l'appréciation de la qualité bactériologique et organoleptique du lait de consommation	1976	E
N° 22	Problème d'hygiène en rapport avec le refroidissement de carcasses de volaille	1976	E
N° 23	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac II. Substances phytosanitaires employées — Législations — Méthodes d'analyse	1976	F E
N° 24	Modalités pratiques d'application des méthodes de lutte intégrée	1976	F
N° 25	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. I. Résultats et recommandations	1976	D F E
N° 26	Les résidus de pesticides dans le tabac et les produits de tabac III. Résidus de pesticides trouvés dans le tabac — Aspects toxicologiques des résidus dans le tabac	1976	F E
N° 27	La commercialisation des fruits et légumes importés dans la C.E.	1977	F
N° 28	Crédits à l'agriculture dans les Etats membres de la C.E. — Une analyse comparative	1977	F E
N° 29	Les frais de première transformation et de conditionnement du tabac brut produit dans la Communauté	1977	I F
N° 30	Examen de l'étourdissement avant l'abattage pratique dans la Communauté Européenne	1977	D E
N° 31	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. II. Ouverture de la forêt au public à des fins récréatives.	1977	D
N° 32	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. III. Problèmes de la mécanisation des travaux de boisement et de récolte en forêt	1977	D
N° 33	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. IV. Aides nationales propres à encourager des mesures en faveur de la forêt privée	1977	D

		Année	Langues
N° 34	Les problèmes forestiers et leurs incidences sur l'environnement dans les Etats membres des C.E. V. Systèmes d'imposition et charges fiscales supportées par la forêt privée	1977	D
N° 35	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévision de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire I. Bases théoriques et analyse des enquêtes réalisées	1977	D
N° 36	L'évolution prévisible de l'approvisionnement international en produits agricoles, et ses conséquences pour la Communauté III. Huiles et graisses, aliments azotés pour animaux	1977	D
N° 37	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région du Bassin de Rennes (France)	1977	F
N° 38	Détermination de la teneur en viande maigre des carcasses de porc à l'aide de l'appareil danois KSA — (Kød-Spæk-Apparat)	1977	D
N° 39	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région Volvestre (France)	1977	F
N° 40	Influence sur la santé des diverses matières grasses contenues dans les denrées alimentaires	1977	E F
N° 41	Modèles d'analyse d'entreprises de polyculture — élevage bovin — Données technico-économiques de base Région East-Aberdeenshire (Ecosse)	1977	E
N° 42	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées — Examen de méthodes de dosage : dindes	1978	F E
N° 43	Un modèle de prévision et de simulation concernant le marché des céréales de la Communauté Partie I: Bases, conception du modèle et quantification des facteurs de l'offre et de la formation des prix Volume I : Bases théoriques et conception	1978	D
N° 44	Un modèle de prévision et de simulation concernant le marché des céréales de la Communauté Partie I : Bases, conception du modèle et quantification des facteurs de l'offre et de la formation des prix Volume II : Evolution et facteurs de l'offre et des prix des céréales à la production	1978	D
N° 45	Production, consommation et commerce des céréales et de la viande en Europe de l'Est Volume I : Texte	1978	D E
N° 46	Production, consommation et commerce des céréales et de la viande en Europe de l'Est Volume II : Tableaux	1978	D E
N° 47	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE I. Bases scientifiques pour une limitation des épandages et critères pour des dispositions réglementaires	1978	F N E

		Année	Langues
N° 48	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. A. Rapport	1978	D
N° 48	Cartes		
N° 49	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. B. Données Statistiques : Données de base régionales et coefficients	1978	D
N° 50	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE II. Typologie des régions où l'élevage intensif est particulièrement développé. C. Données Statistiques : Concentration régionale de l'élevage	1978	D
N° 51	L'épandage des effluents d'élevage sur les sols agricoles dans la CE III. Résumé et conclusions	1978	F NL E D
N° 52	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté I. Rapport	1978	F
N° 53	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté II. Annexes méthodologiques et données statistiques par grandes régions	1978	F
N° 54	Situation et évolution structurelle et socio-économique des régions agricoles de la Communauté III. Données statistiques utilisées pour les 376 circonscriptions analysées	1978	F
N° 55	Possibilités et contraintes de commercialisation de fruits et légumes répondant à des critères de qualité définie	1978	F
N° 56	Système de codification des matériels forestiers de reproduction A. Texte	1978	D F(1)
N° 57	Système de codification des matériels forestiers de reproduction B. Catalogues de base	1978	D
N° 58	Système de codification des matériels forestiers de reproduction C. Catalogue peuplier, Inventaire des provenances, catalogue des qualités, liste des essences	1978	D
N° 59	Les marges brutes des produits agricoles dans les régions italiennes	1978	I
N° 60	Critères supplémentaires de qualité pour les poulets et les œufs	1978	F

(1) En préparation.

		Année	Langues
N° 61	Microbiologie et durée de conservation des carcasses de volailles réfrigérées	1978	E
N° 62	Conséquences écologiques de l'abandon de terres cultivées	1978	D F(1) E(1)
N° 63	Situation de l'agriculture et de l'approvisionnement alimentaire dans certains pays arabes et méditerranéens et leur développement prévisible I. Tendances et perspectives par zone et par produit	1979	F
N° 64	Situation de l'agriculture et de l'approvisionnement alimentaire dans certains pays arabes et méditerranéens et leur développement prévisible II. Annexes méthodologiques et statistiques	1979	F
N° 65	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévisions de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire II. Résultats de l'analyse et des prévisions empiriques — Partie générale	1979	D E(1)
N° 66	Prévisions concernant le secteur agricole — Prévisions de l'évolution des structures agricoles et des facteurs de production dans l'agriculture communautaire III. Résultats de l'analyse et des prévisions empiriques — présentation par pays	1979	D E(1)
N° 67	Teneur en eau de volailles congelées ou surgelées — Examen de méthodes de dosages : pintades — canards	1979	F E
N° 68	Possibilités de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés en agriculture	1979	F

(1) En préparation

**Salgs- og abonnementskontorer · Vertriebsbüros · Sales Offices  
Bureaux de vente · Uffici di vendita · Verkoopkantoren**

**Belgique - België**

*Moniteur belge – Belgisch Staatsblad*

Rue de Louvain 40-42 –  
Leuvensestraat 40-42  
1000 Bruxelles – 1000 Brussel  
Tél. 512 00 26  
CCP 000-2005502-27  
Postrekening 000-2005502-27

*Sous-dépôts – Agentschappen:*

Librairie européenne – Europese  
Boekhandel  
Rue de la Loi 244 – Wetstraat 244  
1040 Bruxelles – 1040 Brussel

**CREDOC**

Rue de la Montagne 34 - Bte 11 –  
Bergstraat 34 - Bus 11  
1000 Bruxelles – 1000 Brussel

**Danmark**

*J.H. Schultz – Boghandel*

Møntergade 19  
1116 København K  
Tlf. (01) 14 11 95  
Girokonto 200 1195

*Underagentur:*

Europa Bøger  
Gammel Torv 6  
Postbox 137  
1004 København K  
Tlf. (01) 14 54 32

**BR Deutschland**

*Verlag Bundesanzeiger*

Breite Straße – Postfach 10 80 06  
5000 Köln 1  
Tel. (0221) 21 03 48  
(Fernschreiber: Anzeiger Bonn  
8 882 595)  
Postscheckkonto 834 00 Köln

**France**

*Service de vente en France des publica-  
tions des Communautés européennes*

*Journal officiel*  
26, rue Desaix  
75732 Paris Cedex 15  
Tél. (1) 578 61 39 – CCP Paris 23-96

*Sous-agent*

D.E.P.P. – Maison de l'Europe  
37, rue des Francs-Bourgeois  
75004 Paris  
Tél.: 887 96 50

**Ireland**

*Government Publications*

Sales Office  
G.P.O. Arcade  
Dublin 1

or by post from

*Stationery Office*

Beggar's Bush  
Dublin 4  
Tel. 68 84 33

**Italia**

*Libreria dello Stato*

Piazza G. Verdi 10  
00198 Roma – Tel. (6) 8508  
Telex 62008  
CCP 1/2640

*Agenzia*

Via XX Settembre  
(Palazzo Ministero del tesoro)  
00187 Roma

**Grand-Duché  
de Luxembourg**

*Office des publications officielles  
des Communautés européennes*

5, rue du Commerce  
Boîte postale 1003 – Luxembourg  
Tél. 49 00 81 – CCP 19190-81  
Compte courant bancaire:  
BIL 8-109/6003/300

**Nederland**

*Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf*

Christoffel Plantijnstraat, 's-Gravenhage  
Tel. (070) 62 45 51  
Postgiro 42 53 00

**United Kingdom**

*H.M. Stationery Office*

P.O. Box 569  
London SE1 9NH  
Tel. (01) 928 69 77, ext. 365  
National Giro Account 582-1002

**United States of America**

*European Community Information  
Service*

2100 M Street, N.W.  
Suite 707  
Washington, D.C. 20 037  
Tel. (202) 862 95 00

**Schweiz - Suisse - Svizzera**

*Librairie Payot*

6, rue Grenus  
1211 Genève  
Tél. 31 89 50  
CCP 12-236 Genève

**Sverige**

*Librairie C.E. Fritze*

2, Fredsgatan  
Stockholm 16  
Postgiro 193, Bankgiro 73/4015

**España**

*Librería Mundi-Prensa*

Castelló 37  
Madrid 1  
Tel. 275 46 55

**Andre lande · Andere Länder · Other countries · Autres pays · Altri paesi · Andere landen**

Kontoret for De europæiske Fællesskabers officielle Publikationer · Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften · Office for Official Publications of the European Communities · Office des publications officielles des Communautés européennes · Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee · Bureau voor officiële publikaties der Europese Gemeenschappen

Luxembourg 5, rue du Commerce Boîte postale 1003 Tél. 49 00 81 · CCP 19 190-81 Compte courant bancaire BIL 8-109/6003/300