

Valorisation des sous-produits de l'olivier

Nefzaoui A.

in

Tisserand J.-L. (ed.), Alibés X. (ed.).
Fourrages et sous-produits méditerranéens

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 16

1991

pages 101-108

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=91605051>

To cite this article / Pour citer cet article

Nefzaoui A. **Valorisation des sous-produits de l'olivier**. In : Tisserand J.-L. (ed.), Alibés X. (ed.). *Fourrages et sous-produits méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 1991. p. 101-108 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 16)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Valorisation des sous-produits de l'olivier

A. NEFZAOUI
LABORATOIRE DE NUTRITION ANIMALE
INRA DE TUNISIE
2080 ARIANA, TUNISIE

RESUME - L'industrie oléicole engendre, en plus de l'huile comme produit principal, de grandes quantités de sous-produits. Cent kg d'olive produisent en moyenne 35 kg de grignon et 100 litres de margine. La taille de l'olivier laisse en moyenne 25 kg de feuilles et brindilles annuellement.

La valorisation de ces résidus est devenue une nécessité pour éviter une pollution de plus en plus sérieuse, contribuer à l'amélioration de la rentabilité du secteur et contribuer à combler les déficits fourragers surtout des pays du sud de la Méditerranée.

Les champs d'application des sous-produits de l'olivier sont nombreux et variés. Les possibilités suivantes peuvent être évoquées:

- Utilisation des grignons, après épuisement et séparation de la coque, et des feuilles et brindilles comme aliments pour le bétail.
- Utilisation de la coque et des grignons impropres à la consommation animale, comme combustible ou pour d'autres fins industrielles.
- Utilisation des margines comme fertilisant ou, après des traitements d'épuration appropriés, comme matières premières pour la production de biogaz, de protéines unicellulaires et voire même d'anti-oxydants.

SUMMARY - "Olive by-products valorization". In addition to oil as a main product, olive oil industry generates large amounts of by-products. Basically, 100 kg of olive produces approximately 35 kg of crude olive cake and 100 l of vegetation water. The total production of leaves and twigs per tree and per year is about 25 kg. On this basis, the estimated world production of crude olive cake, vegetation water, twigs and leaves, are respectively, of 3 million metric tons, 8 million cubic meters and 15 million metric tons. Many investigations have shown various utilizations of these by-products. These by-products may contribute to increasing the income of olive oil industry. This is possible through:

- The utilization of solvent extracted olive cake, leaves and twigs as animal feed.
- The utilization of these by-products as energy source through combustion of olive cake and wood or methan production from vegetation water.
- The utilization of vegetation water as fertilizer.
- The extraction of natural chemicals, namely furfural, anti-oxidants, single cell proteins from these by-products.

Moreover, the main objective of these applications is to prevent environment pollution.

Estimated resources that could be generated from these by-products annually are as follows:

- 8530 billions of Kcal or 0.7 billions of Feed Units from olive cake.
- 320 millions of cubic meters of methan or 29 to 92,000 tons of K₂O, 5 to 16,000 tons of P₂O₅, 1300 to 4200 tons of MgO as fertilizer, from vegetation water.
- 24,000 billions of Kcal or 3.5 billions of Feed Units from leaves and twigs.

Introduction

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale qui est l'huile (huile d'olive vierge et huile de grignons) laisse deux résidus, l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons). De plus, l'olivier, à travers la taille (annuelle, bisannuelle, de rajeunissement, etc...) engendre des feuilles, des brindilles et du gros bois.

En adoptant la moyenne de 35% pour le % de grignons bruts par rapport aux olives traitées, on peut estimer la production mondiale de grignons bruts à environ 2,9 millions de tonnes. Sachant qu'en moyenne 100 kg d'olives traitées engendrent 100 litres de margines, la production mondiale de margine serait de 8,4 millions de mètres cubes. Par ailleurs, et selon les estimations de nombreux pays, 25 kg de feuilles et brindilles (diamètre

inférieur à 4 cm) sont produites par an et par arbre. Ceci se traduit par une production annuelle mondiale d'environ 15 millions de tonnes de feuilles et brindilles fraîches.

Nous traiterons dans cette communication des principaux aspects relatifs à la valorisation de ces sous-produits, en insistant particulièrement sur leur utilisation dans l'alimentation des animaux domestiques.

1. Valorisation de produits de la taille

Les résidus de la taille ont des applications nombreuses, car en plus de leur utilisation dans l'alimentation animale, ils peuvent être utilisés comme combustibles, servir à la fabrication de compost, ou constituer la matière première dans l'industrie du papier ou la fabrication des meubles.

Classiquement les agriculteurs, surtout ceux du sud de la Méditerranée et du Moyen Orient, offrent à leur bétail le bois de taille. A cet effet les animaux sont amenés soit sur place ou alors les branchages ramassés et triés sont mis à leur disposition. On admet que les parties réellement consommables sont les feuilles et les brindilles de faible diamètre.

Toutefois, la taille est saisonnière et l'affouragement ne porte que sur une partie de la production totale. L'utilisation en 'sec' malgré qu'elle soit plus limitée, reste la seule alternative en année difficile et dans les zones arides et semi-arides.

1.1. Caractéristiques physiques et chimiques des feuilles et brindilles d'olivier

La composition chimique des feuilles et brindilles varie en fonction de nombreux facteurs (variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, proportion de bois, âge des plantations, etc...). Généralement, la matière sèche (MS) des feuilles vertes se situe autour de 50 à 58%, celle des feuilles sèches autour de 90%. La teneur en matières azotées totales (MAT) des feuilles varie de 9 à 13%, alors que les rameaux ne dépassent guère 5 à 6%. La solubilité de l'azote est faible, elle se situe entre 8 et 14%, selon la proportion de bois. La teneur en matières grasses (MG) est supérieure à celle des fourrages et oscille autour de 5 à 7%, mais celle des constituants pariétaux et en particulier de la lignine est constamment élevée (18 à 20%).

1.2. Valeur alimentaire des feuilles et brindilles

La digestibilité de la matière organique (MO) est en moyenne de 50%, mais varie fortement selon la propor-

tion de rameaux dans le mélange et le mode de conservation. Ces deux facteurs agissent de façon déterminante sur la digestibilité et donc la valeur nutritive des résidus de la taille (tableau 1).

Depuis les travaux de Maymone et al. (1950), on sait que la digestibilité des résidus de la taille diminue fortement après le séchage au soleil ou l'ensilage. La digestibilité des feuilles sèches est de 30 à 50%, alors que pour les feuilles vertes, elle est de 50 à 60% (Boza et Guerrero, 1981).

La digestibilité des MAT est faible, elle est en moyenne de 40% pour le produit vert et diminue fortement après séchage (24%) ou ensilage (17%) (tableau 1). La digestibilité de la cellulose brute dépasse rarement 45%, contrairement aux grignons, la digestibilité des matières grasses est souvent inférieure à 50%.

Globalement, nous pouvons retenir, pour les résidus de la taille (feuilles et brindilles de faible diamètre) une valeur fourragère de 0,5 UF par kg de MS. Ici aussi, le mode de conservation du produit est fort important.

Distribués en vert, les feuilles et rameaux sont bien ingérés par les animaux, sans problèmes d'adaptation ni de troubles (tableaux 2 et 3). Toutefois certains auteurs rapportent (Gomez Cabrera et al., 1982) des ingestions fort variables de 24 à 80 g de MS par kg de poids métabolique.

1.3. Utilisations pratiques

Consommables par toutes les catégories de ruminants, ils doivent être utilisés de manière similaire à celle des fourrages pauvres à moyens, c'est-à-dire avec une supplémentation protéique adéquate, un léger apport d'énergie facilement fermentescible (céréales, pulpe de betterave, verdure, foin de bonne qualité, etc...) et finalement une complémentation minérale (CMV).

En règle générale, ils sont à utiliser en substitution à du foin ou de la paille. Pour formuler les rations, il serait donc facile de remplacer à chaque fois que la nécessité l'exige le foin (ou la paille) habituellement utilisé par des feuilles et brindilles broyées. L'aliment grossier est à distribuer à volonté et la quantité de concentré distribuée variera selon les performances qu'on souhaite atteindre.

L'utilisation des sous-produits de la taille à volonté comme aliment grossier, en comparaison avec du foin de vesce-avoine ou du parcours ont donné des résultats fort encourageants. Ben Rouina et Nefzaoui (1988) ont obtenu des gains de poids avoisinant 180 g par jour avec des rations à base de feuilles et brindilles broyées (tableaux 2 et 3). Ces performances indiquent, par ailleurs, que ces sous-produits ont une valeur alimentaire comparable à celle du foin de vesce-avoine. En Espagne, Muñoz et al. (1983) ont étudié des rations distribuées à volonté et composées exclusivement de feuilles séchées et un

Tableau 1. Valeur alimentaire des feuilles et brindilles d'olivier.

nature du produit	ingestion g MS/ PO. 75	énergie		MAD
		UFL	UFV	
rameaux verts (Ø < 5 mm.) Espagne	80 (caprin)	0.74	0.65	24.6
rameaux secs (Ø < 5 mm.) Espagne	71 (caprin)	0.63	0.54	9.45
Italie	71 (caprin)	0.36	0.27	5.16
feuilles vertes Italie	-	0.71	0.65	58.0
Italie	-	-	-	77.5
Moyen Orient	-	-	-	37.4
feuilles sèches (*) Espagne (pure)	-	0.53	0.42	-
Espagne (8.8% bois)	41.7 (ovin)	0.41	0.30	-
Espagne (11.4% bois)	-	0.43	0.32	-
Espagne (15% bois)	23 (ovin)	0.46	0.34	4.6
Espagne (22.6% bois)	41	0.33	0.21	-
Italie	-	0.50	0.39	25.2
feuilles ensilées Italie	-	0.54	0.43	20.6

(*) séché à l'air

(**) UFL, UFLV et MAD: unité fourragère lait, viande et matières azotées digestibles par kg de MS.

Tableau 2. ingestions et performances d'agneaux barbarin engraisés avec des rations à base de feuilles et brindilles d'olivier (Ben Rouina, B. et Nefzaoui, A.; 1988).

Rations	vesce-avoine + concentré	feuilles et rameaux + concentré
Consommations (g/jour/tête):		
aliment grossier	761-829	786-859
concentré	680	680
Poids des agneaux (kg):		
initial	25	25
final	41	42
Gain (g/jour/sujet):	171	188

supplément protéique de farine de poisson (230 g/j) ; ils ont obtenu des croissances de 77 g/jour.

Tableau 3. Engraissement d'ovins de la race barbarine avec des rations à base de feuilles d'olivier et de grignons (Ben Rouina et Nefzaoui, 1988).

	ration 1	ration 2	ration 3
Composition des rations:			
feuilles sèches	30	40	50
grignon épuisé tamisé	20	10	00
son de blé	20	20	20
orge	20	20	20
tourteau de soja	6,5	6,5	6,5
C.M.V.	3,5	3,5	3,5
Performances des animaux:			
nombre d'animaux	20	20	20
poids initial, kg	19,8	20	19,9
poids final, kg	36,4	37,6	37,2
gain de poids, g/jour	182	193	190
ingestion, g MS/j/P ^{0,75}	122	117	116

(*) Les feuilles ont des teneurs en MAT, CB et MG, respectivement de 8,5, 17 et 3,7% de la MS.

(**) Les grignons épuisés tamisés ont des teneurs en MAT, CB et MG, respectivement de 9,6, 26,3 et 6,3% de la MS.

1.4. Traitements pour améliorer la valeur alimentaire

Les traitements aux alcalis ont donné des résultats peu concluants (Martilotti et Danese, 1983).

L'alternative la plus immédiate reste la séparation mécanique des fractions digestibles de celles peu digestibles. Cette opération est effectuée, d'ailleurs directement par l'animal au moment de l'affouragement direct.

Il est également possible de procéder au hâchage des résidus de la taille au niveau de l'olivieraie par des machines mobiles adaptées aux tracteurs de puissance moyenne.

L'observation a montré que le rameau entier hâché est mal utilisé par le bétail qui se voit contraint à trier les feuilles et délaissier les éclats de bois. Une telle sélection est relativement facile pour les petits ruminants, mais l'est beaucoup moins pour les bovins. Il est donc plus approprié de séparer les feuilles des éclats de bois pour d'autres fins. Toutefois, cette option implique l'installation d'une usine de tri où une machine trieuse est capable de traiter le produit obtenu par une trentaine de hâcheuses. Le rendement au tri est d'environ 40% de feuilles (Civantos, 1983).

2. Valorisation des grignons

Les deux procédés d'extraction de l'huile les plus utilisés actuellement sont l'extraction par le système "presse" et par le système "continu". Ces deux techniques engendrent des résidus de natures différentes.

2.1. Valorisation des grignons en alimentation animale

2.1.1. Caractéristiques chimiques

La composition chimique des grignons d'olive varie dans de très larges limites, selon le stade de maturité, le procédé d'extraction de l'huile, l'épuisement par les solvants. Les teneurs en matières grasses et en cellulose brute présentent les variations les plus importantes (Nefzaoui, 1983, 1985, 1987). Ces variations se répercutent directement sur la valeur nutritive du produit.

Les procédés technologiques modifient les proportions relatives des différents composants des grignons (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et amandon) qui ont des compositions chimiques différentes.

La teneur en cendres est normalement faible (3 à 5%). Les teneurs élevées qu'on rencontre sont dues à l'absence de lavage et à la présence des olives ramassées à même le sol.

Les teneurs en matières azotées varient moins fortement, elles sont en moyenne de l'ordre de 10% mais la plus grande partie se trouve liée à la fraction pariétale et dès lors moins disponible pour l'animal.

La teneur en matières grasses est relativement élevée et varie principalement selon le procédé technologique employé. L'épuisement, opération économiquement indispensable permet d'avoir un produit dont la teneur oscille entre 3 et 4% de la matière sèche.

Les substances phénoliques : l'olive contient des quantités élevées de polyphénols (0,3 à 5% de la MS). Ce sont surtout des orthophénols. L'oleuropéine, glucoside amer, est le composé phénolique le plus abondant et le plus caractéristique des oléagineux (Vazquez Roncero et al., 1970).

Depuis longtemps on a cru que la valeur nutritive limitée des grignons serait due à la présence des substances phénoliques (Thériez et Boule, 1970). Nos dosages (Nefzaoui, 1983, 1985, 1987) ont montré que ces teneurs ne dépassent guère le 1% de la MS. Les polyphénols de l'olive sont éliminés à notre avis dans les margines et l'huile durant la trituration. Ceci est consolidé par le fait que les grignons contiennent peu de produits de nature phénolique alors que les margines et l'huile en contiennent des quantités appréciables (Cantarelli et Montedero, 1974).

Les teneurs en cellulose brute sont élevées (32 à 47%) et le tamisage les réduit à des valeurs de 14 à 26%. Une analyse plus poussée de la fraction fibreuse, nous permet de constater (Nefzaoui, 1983 ; Nefzaoui, 1985 ; Nefzaoui et Vanbelle, 1986 ; Nefzaoui et Zidani, 1987) que les grignons ont des teneurs élevées en constituants pariétaux et surtout en lignine (fraction indigestible). Le tamisage réduit la teneur de toutes les fractions "fibreuses" et en particulier la lignine et la cellulose.

La fraction pariétale des grignons est caractérisée par une forte teneur en lignine (acid detergent lignin) qui monte jusqu'à 30% du total des fibres.

2.1.2. Valeur alimentaire des grignons

2.1.2.1. Digestibilité et dégradabilité des grignons

En moyenne, le coefficient de digestibilité apparent (CUDa) de la MO, MAT et CB du grignon brut sont respectivement de 26 à 31%, 6 à 10% et 0 à 30%. Pour les grignons épuisés tamisés, ils sont de 32 à 40%, 29 à 38% et 21 à 47% (tableau 4). Très hautement lignocellulosiques, les grignons ont une dégradabilité dans le rumen très lente. Les valeurs maximales atteintes (dégradabilité potentielle) ne sont que de 32% après un séjour de 72 heures dans le rumen (Nefzaoui, 1983 ; Nefzaoui, 1985 ; Nefzaoui et Vanbelle, 1986).

La dégradabilité des matières azotées est aussi très faible et explicable par le fait que 70 à 80% de l'azote est lié à la fraction lignocellulosique entraînant une faible solubilité de l'azote. Généralement l'azote lié à la fraction pariétale est inaccessible aux enzymes du tractus digestif.

2.1.2.2. Ingestion des grignons

Les données disponibles sont surtout relatives aux grignons épuisés tamisés. Il apparaît que ce type de produit est ingéré en grande quantité surtout s'il est préalablement mélassé. Des ingestions variant de 85 à 128 g de MS par kg de poids métabolique sont couramment rapportées pour des ovins.

L'ingestion des grignons épuisés tamisés se traduit par un comportement alimentaire très comparable à celui obtenu avec du foin hâché. Ce résultat est important en soi, car malgré la faible taille des particules alimentaires du grignon, il assure une rumination normale.

2.1.2.3. Valeur fourragère des grignons et utilisation pratique

La valeur énergétique des grignons est faible. Elle varie de 0,32 à 0,49 UFL et de 0,21 à 0,35 UFV, selon la proportion de grignon dans le régime et la qualité de la ration complémentaire (tableau 4).

Tableau 4. Valeur alimentaire des grignons épuisés tamisés (Nefzaoui, 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986; Nefzaoui, 1987).

grignon épuisé tamisé	CUDA MO	UFL	UFV	composition du régime
non traité (35%)	30	0.33	0.21	300 g. de paille/j + à volonté un mélange composé de 35% de grignon, 35% son, 26% mélasse, 2% urée et 2% CMV.
non traité (70%)	27	0.32	0.20	300 g. de paille/j + à volonté un mélange composé de 70% de grignon, 26% mélasse, 2% urée et 2% CMV.
non traité (40%)	44	0.49	0.37	500 g. de foin/j + à volonté un mélange composé de 40% de grignon, 49% orge, 8% mélasse et 3% CMV.
traité 4% soude	57	0.69	0.58	Idem (40% grignon traité avec 4% soude).
traité 4% soude	53	0.63	0.52	idem + 1.6% urée.
non traité aggloméré (85%)	32	0.38	0.25	mélange composé de 85% grignon, 13,8% mélasse et 1.2% urée distribué à volonté après agglomération.
traité 4% soude aggloméré (85%)*	36	0.43	0.30	idem 85% grignon traité 4% de soude.
non traité (85%)*	40	0.48	0.36	mélange composé de 85% grignon et 15% mélasse distribué à volonté.
traité 2.5% NH ₃ (ensilage, 85%)	43	0.54	0.45	mélange composé de 85% grignon et 15% mélasse ensilé en présence de 2.5% ammoniac puis distribué à volonté.

* valeurs relatives à l'ensemble du mélange.

La teneur en matières azotées digestibles est aussi très faible, elle est en moyenne de 15 à 25 g de MAD par kg de MS.

Ces caractéristiques dénotent la ressemblance "nutritionnelle" entre les grignons d'olive et les pailles de céréales (tableaux 5 et 6). Le niveau d'incorporation des grignons dans les rations pour ruminants varie selon les situations et selon les objectifs zootechniques à atteindre. Incorporés jusqu'à concurrence de 70% dans des rations d'entretien d'ovins (conditions de "sauvegarde"), ils permettent la survie des mères et des jeunes, même si les poids sont faibles. L'engraissement d'agneaux avec des rations contenant 40% de grignon est aussi tout à fait envisageable, car les performances obtenues sont comparables à celles obtenues dans les conditions normales (tableau 5).

2.1.3. Amélioration de la valeur alimentaire des grignons

Suite aux nombreux essais que nous avons menés durant la dernière décennie, il apparaît que le tamisage est un moyen indispensable pour améliorer la valeur alimentaire des grignons. Ce procédé qui consiste à séparer

Tableau 5. Entretien de brebis gestantes avec des rations à base de grignon dans des conditions de disette simulée (Nefzaoui, 1979).

régimes	0% GET	35% GET	70% GET
Composition des rations (%):			
grignon	00	35	70
son de blé	70	35	00
mélasse + urée + CVM	30	30	30
Performances des animaux:			
poids initial, kg	51	52	52
poids final, kg	55	53	40
poids agneaux à la naissance	3,5	3,3	2,6
ingestion, g MS/j/P ^{0,75}	76	105	85

la coque (indigestible) de la pulpe (digestible) est une technique de réalisation facile. Comparé aux traitements aux alcalis, le tamisage assure de meilleurs résultats (tableau 7). En effet, en réduisant la part des débris de coques, le tamisage engendre un produit moins dense et surtout

Tableau 6. Engraissement de moutons barbarins avec des rations à base de grignons épuisés tamisés (Nefzaoui et al., 1982).

	témoin	40% grignon non traité	épuisé tamisé traité
Composition des rations (%):			
grignon non traité	00	40	00
grignon traité 4% soude	00	00	40
orge	89	49	49
mélasse + urée	11	11	11
poids initial, kg	42.0	37.5	37.6
poids final, kg	54.2	49.3	52.1
gain, g/jour	175	169	206
ingestion, g MS/j/P ^{0.75}	89	109	108

(*) les animaux reçoivent en plus 200 g. de foin de vesce avoine par sujet.

(**) chaque lot est composé de 10 animaux. L'essai a duré 90 jours.

moins riche en constituants pariétaux (Nefzaoui, 1983 ; Nefzaoui, 1985 ; Nefzaoui et al., 1985 ; Nefzaoui et Vanbelle, 1986 ; Nefzaoui et Zidani, 1987).

Cette opération est effectuée, dans la plupart des pays, après l'extraction de l'huile de grignon. Toutefois, de nombreuses mises au point et investigations sont en cours de réalisation pour que l'opération de tamisage ait lieu avant l'extraction de l'huile de grignon.

2.2. Utilisations concurrentielles des grignons

2.2.1. Utilisation des grignons comme combustible

Elle a représenté et représente encore dans la majorité des pays, l'application la plus courante. En réalité le grignon d'olive est un combustible de valeur calorifique moyenne (2950 Kcal/kg). Cette quantité de chaleur est apportée principalement par la coque qui représente 60% du total et qui a un pouvoir calorifique relativement élevé (4000 Kcal/kg). La pulpe n'apporte que peu de calories (1400 Kcal/kg). De plus, la coque représente une fraction sans intérêt pour l'animal, ce qui corrobore tout l'intérêt du tamisage.

2.2.2. Utilisations possibles de la coque

Après séparation, la coque peut être utilisée comme combustible ou comme matière première pour la fabrication du furfural. Elle peut aussi être utilisée dans l'industrie du bois (fabrication de panneaux de particules).

Tableau 7. Amélioration de la digestibilité des grignons par le tamisage et le traitement aux alcalis (Nefzaoui, A., 1985; Nefzaoui et Vanbelle, 1986).

traitement	digestibilité in sacco, %	
	MO	ADF
épuisé non tamisé	29.93	10.37
épuisé tamisé	43.23	27.06
épuisé tamisé, 6% soude	45.20	27.14
épuisé tamisé, 6% ammoniac	54.12	33.82
épuisé tamisé, 6% carbonate de Na	37.28	20.64

Les informations dignes d'intérêt sont celles relatives à l'industrie du furfural. La coque séparée des grignons a un contenu en pentosanes de 26% ce qui représente 15% de furfural de la matière première humide (Nefzaoui et Zidani, 1987). Le procédé d'obtention du furfural peut être continu ou discontinu, mais de toute façon l'obtention d'un rendement adéquat, pour rentabiliser l'opération, n'est pas encore atteint. La principale difficulté de ce procédé reste le prix de la coque (coût de la séparation, utilisation concurrentielle comme combustible,...).

3. Valorisation des margines

Les margines posent un sérieux problème de contamination pour tous les pays oléicoles. Il est en relation avec l'industrie et l'environnement. Sachant qu'un habitant correspond environ à 54 g de DBO par jour, 1 mètre cube de margine équivaut à la pollution engendrée par 1200 habitants. 25 à 40 millions de mètres cubes de margine sont produits annuellement, dont 90% sont localisés dans le bassin méditerranéen et déversés dans la nature sans traitement préalable. De plus, les nouveaux systèmes d'extraction de l'huile (centrifugation) multiplient par 3 la quantité d'eau utilisée et donc de margine.

Le problème de la valorisation des margines est donc inquiétant et se pose en termes de préservation de l'environnement. L'utilisation d'une telle technique ou une autre ne doit pas être considérée uniquement sous l'angle de la rentabilité économique mais surtout doit tenir compte de l'efficacité d'épuration. Il est impossible de développer de manière exhaustive l'ensemble des techniques actuellement testées, on se limitera à rappeler les caractéristiques de ce résidu et évoquer les procédés d'épuration les plus prometteurs.

3.1. Caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques des margines

Les composés fondamentaux des margines sont l'eau (83,2%), les substances organiques (15%) et les substances minérales (1,8%). Ils contiennent en moyenne 170 kg de résidus secs par mètre cube. Ces résidus secs contiennent 20 kg de substances minérales et 150 kg de substances organiques. Les substances minérales sont composées de 0,6 à 2 kg d'azote, 0,1 à 0,5 kg de phosphore, 1,2 à 3,6 kg de potassium et de 0,05 à 0,2 kg de magnésium. Les substances organiques contiennent principalement, 50 kg de sucres (fructose, glucose, saccharose,...) et 0,3 à 10 kg d'huile résiduelle. L'autre caractéristique des margines est la très grande variabilité de leur composition et partant leurs propriétés.

Les paramètres définissant le pouvoir polluant du produit n'échappent pas aussi à cette variation. Il s'agit du DBO (demande biologique en oxygène) (22000 à 110000 mg/ml), le DCO (demande chimique d'oxygène) (40000 à 200000), les résidus solides (3 à 10%) et les solides insolubles (0,04 à 0,5%).

Les substances phénoliques contenues dans les margines sont potentiellement toxiques et inhibent le développement des microorganismes aussi bien en présence ou en l'absence d'oxygène. Vazquez Roncero et al. (1970) ont identifié un certain nombre de flavonoïdes, de phénols et des glucosides phénoliques. Il s'agit en particulier, de l'oleuropéine qui a la propriété d'inhiber le développement de certaines bactéries, dont des lactobacilles et des champignons comme les *Geotrichum*, *Rhizopus* et *Rhizoctonia*.

D'autres substances, tels que des acides gras et leurs dérivés inhibent les bactéries sporulées du sol. Toutefois, plusieurs microorganismes se développent sur les margines et les utilisent comme seule source de carbone.

3.2. Traitements des margines et quelques utilisations potentielles

Les dix dernières années ont vu se multiplier le nombre de chercheurs qui travaillent sur l'utilisation des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie, de l'agriculture et voire même du bâtiment.

3.2.1. Biodégradation naturelle des margines dans des bassins ouverts

Ce procédé d'évacuation consiste à accumuler les margines dans des bassins pour qu'elles s'évaporent et éviter ainsi leur déversement dans la nature. L'inconvénient que peut revêtir cette méthode d'évacuation est qu'en essay-

ant d'éviter une pollution hydrique, nous risquons de provoquer une pollution de l'environnement en raison des problèmes de manque d'esthétique et de mauvaises odeurs que présentent les bassins d'évaporation.

3.2.2. Utilisation des margines comme fertilisant

De par leurs teneurs élevées en minéraux, les margines peuvent être utilisées comme fertilisant. Elles apportent, selon Fiestas Ros de Ursinos (1982), 3,5 à 11 kg de K₂O, 0,6 à 2 kg de P₂O₅ et 0,15 kg à 0,5 kg de MgO par mètre cube. L'utilisation des margines n'est pas sans risques : salinité, acidité élevée, effets phytotoxiques.

3.2.3. Valorisation des margines par récupération de quelques composants

L'expérience dans ce domaine est très récente. Il s'agit, en particulier de la récupération des composants aromatiques et phénoliques et des solutions de glucides. Les extraits phénoliques obtenus ont été comparés aux anti-oxydants de synthèse les plus connus (BHA, BHT), dans des essais de résistance à l'oxydation. Il a été constaté que l'addition de l'extrait des margines protège de l'oxydation l'huile de manière plus efficace que l'addition du BHA. La fraction de margine dépourvue de ces composants phénoliques et aromatiques peut être utilisée pour la production de biomasses.

3.2.4. Obtention des protéines unicellulaires

Ce procédé ne manque pas d'intérêt car il se traduit par une diminution de la DBO (60 à 70%) et l'obtention de 13 kg de levure par mètre cube de margine. De plus, les cellules de levure absorbent le colorant brun des margines qui empêche l'épuration parfaite des eaux polluées.

3.2.5. Obtention de biogaz

Ce processus de digestion anaérobie implique la rupture de la substance organique par des réactions biochimiques qui transforment les grandes molécules en petites molécules, jusqu'à leur transformation en méthane et gaz carbonique. C'est ainsi que 1 m³ de margine à 70 kg de DCO produit quelque 24,5 m³ de méthane (rendement du DCO en méthane de 60% ou, 1 kg de DCO produit 0,35 m³ de méthane). Un procédé par "contact" a été testé dans plusieurs conditions, du stade expérimental au stade unités pilotes, et utilisant des margines de 15 à 70 kg DCO/m³ ainsi que des digesteurs de 3 à 70 m³ de capacité (Fiestas Ros de Ursinos et al., 1982). L'efficacité de l'épuration exprimée en % du DCO a été de 80 à 85%.

Conclusions

La valorisation des sous-produits de l'olivier est susceptible de contribuer à l'amélioration de la rentabilité du secteur oléicole qui souffre de la concurrence des autres huiles végétales. Actuellement les sous-produits de l'oléiculture sont partiellement ou totalement perdus pour beaucoup de pays, alors que leurs possibilités d'emploi sont nombreuses. De plus, la valorisation de ces sous-produits permet :

- d'une part, de résoudre en grande partie les problèmes posés par les effluents des huileries qui ont un pouvoir polluant très élevé,

- d'autre part, de contribuer à combler le déficit fourrager qu'on rencontre surtout dans les pays d'Afrique du Nord et du Moyen Orient.

Schématiquement, la valorisation optimale des sous-produits de l'olivier permettrait d'avoir :

- A partir des grignons, l'équivalent de 8526 milliards de Kcal (combustible) ou 0,7 milliards d'unités fourragères (alimentation du bétail).

- A partir des margines, l'équivalent de 320 millions de m³ de biométhane (fermentation anaérobie) ou 29 à 92 mille tonnes de K₂O, 5 à 16 mille tonnes de P₂O₅, 1,3 à 4,2 mille tonnes de MgO (fertilisants).

- A partir des résidus de la taille, l'équivalent de 24000 milliards de Kcal (combustible) ou 3,5 milliards d'unités fourragères (alimentation du bétail).

References

BEN ROUINA, B. et NEFZAOUI, A., 1986. L'utilisation d'un aliment complet à base de feuilles et de grignons dans l'engraissement des ovins. Séminaire national sur la Valorisation des sous-produits agro-industriels. Tunis, 3-5 Juin 1988, 13 pp.

CANTARELLI, C. et MONTEDERO, G., 1974. Extraction des anti-oxydants naturels des olives. Etude expérimentale. *Natürliche und synthetische zusatzstoffe in der Nahrung der Menschen C.I.I.A. Symposia. Darmstadt*, pp. 84.

CIVANTOS, L., 1983. Valorisation des sous-produits de la taille. In : Valorisation des sous-produits de l'olivier. Réunion du Comité Technique (Eds. FAO), Madrid (Espagne), Nov. 1983. pp. 143-145.

FIESTAS ROS DE URSINOS, J.A., NAVARRO GAMERO, R., LEON CABELLERO, R., GARCIA BUENDIA, A.J. et MAESTRO JUAN SAEZ DE JAUREGUI, G.M., 1982. Depuración anaerobia del alpechín como fuente de energía. *Grasa y aceites*, 33(5):265.

GOMEZ CABRERA, A., PARELLADA, J., GARRIDO, A. et OCAÑA, F., 1982. Utilización del ramón de olivo en alimentación animal.

II. Valor alimenticio. *Avances en alimentación y mejora animal.*, Vol. XXIII (11), 75-77.

MARTILOTTI, F. et DANESE, V., 1982. Digeribilità in vitro di prodotti legnosi trattati con soda o ammoniaca. Stima del valore nutritivo. *Ann. Ist. Sper. Zootec.*

MAYMONE, B., SBLENDORIO, A. et CECI GINESTRELLI, D., 1950. Ricerche sulla composizione chimica, sulla digeribilità et sul valore nutritivo delle foglie di olivo (*Olea europea L.*) verdi, essicata, insilate. *Ann. Ist. Sper. Zootec.*, 4:1-19.

NEFZAOUI, A., MARCHAND, S. et VANBELLE, M., 1982. Valorisation de la pulpe d'olive dans l'alimentation des ruminants. In : Tropical Animal Production for the Benefit of Man. International Colloquium, Antwerp, Belgium, December 1982, pp. 309-314.

NEFZAOUI, A., HELLINGS, Ph. et VANBELLE, M., 1983. Ensilaging olive pulp with ammonia. Effects on voluntary intake and digestibility measured among sheep. In : 34th Annual Meeting of the EAAP Study Commission. Madrid, October 1983. pp. 118.

NEFZAOUI, A., 1983. Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Division de la Production et de la Santé Animale. FAO, Rome, 1983.

NEFZAOUI, A., 1985. Valorisation des lignocelluloses dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. Application aux grignons d'olive. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Catholique de Louvain, 1985.

NEFZAOUI, A., MOLINA, E., OUTMANI, A. et VANDELLE, M., 1985. Ensilados de orujo de aceituna tratados con alcalis. Composición química, digestibilidad in sacco y degradabilidad. *Archivos de Zootecnia*, vol. 33, num. 127:219-236.

NEFZAOUI, A., 1986. Valorisation des sous-produits de l'olivier en Syrie. Rapport de Consultation (FAO/Division de la Santé et de la Production Animale - Rome).

NEFZAOUI, A. et VANBELLE, M., 1986. Effects of feeding alkali treated olive cake on intake, digestibility and rumen liquor parameters. *Animal Feed Science and Technology*, 14:139-149.

NEFZAOUI, A., 1987. Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par la valorisation optimale des sous-produits. Séminaire sur l'Economie de l'Olivier (CEE, CIHEAM, TUNISIE), Tunis, du 20 au 22 Janvier 1987.

NEFZAOUI, A. et ZIDANI, M., 1988. Les sous-produits de l'olivier (Eds. Ministère de l'Agriculture, Tunisie), 136 pp.

PEREZ, J.D., ESTEBAN, E. y GALLARDO-LARA, F., 1986. Direct and delayed influence of vegetation water on calcium uptake by crops. In : International Symposium on Olive By-products Valorization (Eds. FAO Madrid). Sevilla (Spain), March 1986. pp. 331-339.

RUIZ VALENZUELA, G., 1986. Thermal concentration of vegetation water. In : International Symposium on Olive By-products Valorization (Eds. FAO Madrid). Sevilla (Spain), March 1986. pp. 173-177.

THERIEZ, M. et BOULE, G., 1970. Valeur alimentaire du tourteau d'olive. *Ann. Zootechn.* 19(2):143.

VAZQUEZ RONCERO, A., GRACIANI CONSTANTE, E. et MAESTRO DURAN, R., 1970. Componentes fenólicos de la aceituna. I. Polifenoles de la pulpa. *Grasas y Aceites*, 25(5):269.

VAZQUEZ RONCERO, A., MAESTRO DURAN, R. et GRACIANI CONSTANTE, E., 1974. Componentes fenólicos de la aceituna. II. Polifenoles del alpechín. *Grasas y Aceites*, 25(6):341.