

Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées

A special look at the waste problems of the olive oil industry
and the latest viable solutions



Auteurs:

Nadia BENYAHIA, ing. gén. rur. dipl. EPF
Karim ZEIN, BA, MBA, MSc

1. Introduction

Les pays méditerranéens producteurs d'huile d'olive sont confrontés à la problématique de l'élimination de leurs eaux usées particulières nommées margines, mélange d'huile et d'eau. Les margines sont des eaux très polluantes, fortement chargées en matière organique et affectent particulièrement la qualité des eaux dans lesquelles elles sont déversées. Elles colorent les eaux et leur forte charge organique exige une forte consommation d'oxygène entraînant une eutrophisation des eaux [1]. Epandues sur les sols, les margines réduisent la qualité des sols, car elles contiennent des substances toxiques qui se fixent dans les sols.

Le problème des margines ne se posait pas encore il y a un siècle en arrière. Les quantités d'huile d'olive produites alors de manière traditionnelle étaient bien moins importantes que les quantités actuelles. La nature pouvait donc absorber et épurer les déchets de la production d'huile d'olive. De nos jours, avec la promotion des vertus bénéfiques pour la santé de l'huile d'olive, la demande ne cesse d'augmenter et par conséquent la production croît constamment.

Des méthodes d'extraction de l'huile d'olive modernes ont été développées afin d'extraire un maximum d'huile mais elles produisent aussi plus de margines que les méthodes traditionnelles. Les usines dotées d'équipements relativement modernes ont des productions de margines pouvant atteindre 150 kg / 100 kg d'olives, tandis qu'avec des dispositifs d'extraction traditionnels, les quantités sont de 40 kg / 100 kg d'olives, mais l'huile obtenue possède une qualité inférieure [2].

Or pour les huileries, la nécessité de produire une huile de qualité, avec le minimum d'impacts négatifs sur l'environnement, est essentielle pour qu'elles puissent rester concurrentielles sur le marché de l'huile d'olive. De plus l'image de pollueur peut nuire à l'entreprise et peut l'exposer à des sanctions en fonction de la législation qui devient de plus en plus astreignante.

Le développement de techniques de remédiation de ces eaux usées difficilement traitables sont en cours de développement, avec quelques applications pilotes, tout comme des méthodes d'extraction moins polluantes afin de réduire la pollution à la source.

2. Production d'huile d'olive

2.1 Production mondiale

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie et Maroc. La production de ces pays représente 94% de la production mondiale. En 2001, la production mondiale atteignait les 2.5 millions de tonnes [3].

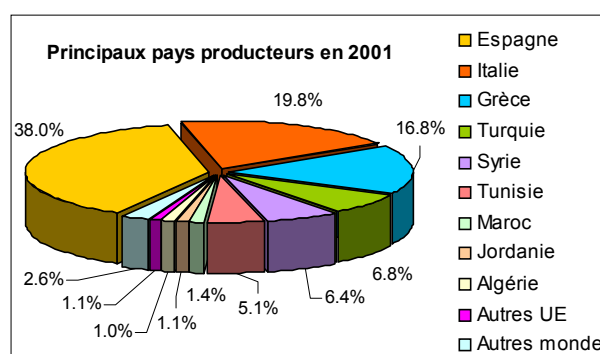


Fig. 1 : Principaux pays producteurs d'huile d'olive en 2001
[Source : <http://www.internationaloliveoil.org/downloads/production1.PDF>]

Les pays producteurs sont aussi généralement les principaux pays consommateurs.

2.2 Caractérisation de l'huile d'olive

Les huiles d'olive peuvent être répertoriées selon diverses catégories établies selon les caractéristiques des huiles. La Commission Européenne a ainsi répertorié neuf catégories d'huile d'olive et d'huile de grignons d'olive [4],[5]. Les huiles d'olive destinées à la consommation sont les huiles d'olive vierge, l'huile d'olive et l'huile de grignons d'olive.

On désigne par huile d'olive vierge toute huile extraite du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques et dans des conditions, notamment thermiques, n'entraînant pas l'altération de l'huile. A l'exception des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature, l'huile d'olive vierge ne doit avoir subi aucun autre traitement que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration [4].

2.3 Processus d'extraction de l'huile d'olive existants

Le procédé industriel de production de l'huile d'olive le plus commun est basé sur un système d'extraction en continu comprenant une centrifugation horizontale et une centrifugation verticale. La centrifugation horizontale peut séparer la pâte en trois phases (huile, margines et grignons) ou en deux phases (huile et pâte plastique) s'il n'y a pas d'injection d'eau ou peu [6]. Ce processus est représenté à la figure 2.

Le procédé ancestral d'extraction de l'huile d'olive se fait par extraction discontinue et ne sépare que deux phases par pression ou centrifugation. La phase liquide est ensuite filtrée (séparation de l'huile des eaux de végétation) et permet l'obtention de l'huile. Cette méthode entraîne la formation d'un seul sous-produit, une pâte plastique (pas de formation de margine) mais a un rendement peu élevé. Elle reste donc une méthode peu appropriée aux régions fortement productrices.

2.4 Etapes du procédé de fabrication

Lavage, broyage, malaxage

Une fois cueillies, les olives sont triées afin d'éliminer les brindilles et feuilles puis lavées à l'eau froide. Les olives et leurs noyaux, contenant un anti-oxydant faisant office de conservateur naturel, sont ensuite broyées. Le broyage en industrie se fait à l'aide d'un broyeur métallique (à marteaux, disques dentés ou cylindres striés) et aboutit à la formation d'une pâte. Pour faciliter l'extraction de l'huile, ce type de broyage doit être complété par un malaxage, étape permettant de réunir en une phase continue les gouttes d'huiles dispersées dans la pâte [4], [6], [7].

Filtration sélective

Elle se base sur le fait que l'huile a une tension superficielle inférieure à celle de l'eau de végétation. Ces extracteurs peuvent être utilisés pour une extraction partielle avant de soumettre les pâtes à la pression ou à la centrifugation.

Extraction

Deux méthodes d'extraction existent : par centrifugation (décantation) ou par pression.

L'extraction par *centrifugation* se fait dans un décanteur, une centrifugeuse horizontale, où les différents composants de la pâte se séparent selon leur densité.

Trois phases sont obtenues :

- le grignon ($\rho \sim 1.2 \text{ kg/dm}^3$) qui va dans la partie la plus éloignée de l'axe de tour,
- les margines, ou eau de végétation ($\rho \sim 1.015 \text{ à } 1.086 \text{ kg/dm}^3$) qui se trouvent sur l'anneau intermédiaire,
- l'huile ($\rho \sim 0.916 \text{ kg/dm}^3$) qui reste autour de l'axe.

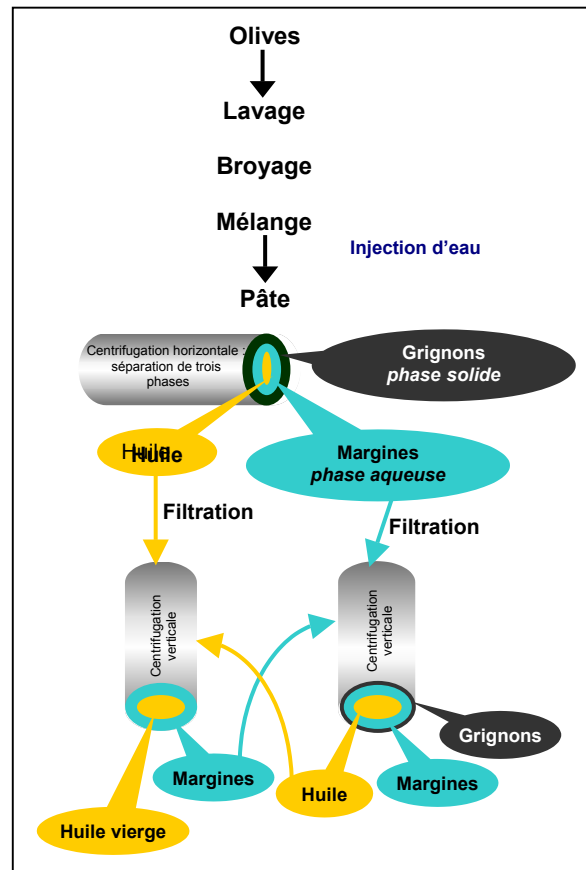


Fig. 2 : Processus d'extraction continu à trois phases [6]

La pression est le procédé d'extraction de l'huile le plus ancien. La pâte est répartie en couche sur des scourtins, disques en fibre naturelle ou synthétique, faisant office d'armature et permettant la filtration lors de la pression. Ces disques sont empilés les uns sur les autres pour être ensuite pressés. On obtient deux phases: une liquide, l'huile et l'eau de végétation (margines), et une solide les grignons (pulpe et noyaux) qui reste entre les scourtins. Les presses utilisées de nos jours sont des presses hydrauliques [4], [6], [7].

Séparation de l'huile des margines

Après extraction par pression ou centrifugation, le liquide obtenu est composé d'eau de végétation et d'huile. Les densités différentes de ces deux liquides permettent leur séparation par décantation naturelle (l'huile remonte à la surface des margines et est récupérée) ou par centrifugation dans des centrifugeuses verticales (système plus rapide) [4], [6], [7].

Stockage

L'huile d'olive est stockée dans des cuves en inox pour éviter toute oxydation.

2.5 Sous-produits de la production

Margines ou eaux de végétation

Le procédé d'extraction de l'huile d'olive engendre la production d'effluents liquides, nommés margines ou parfois eaux de végétation. Le pressage de 1 tonne d'olives produit en moyenne 1,5 tonnes de margines avec les modes de production modernes. Les variations constatées dépendent des processus d'extraction : lavage préalable ou non des olives, humidification des pâtes durant le pressage [6]. Voir aussi §3 suivant.

Grignons ou tourteaux

Les grignons sont les résidus solides issus de la première pression ou centrifugation et sont formés des pulpes et noyaux d'olives. Ce produit peut être transformé en un produit destiné à l'alimentation animale ou en huile dite de grignons d'olive après extraction chimique [6].

3. Margines

Les margines sont la phase aqueuse provenant de la centrifugation. Les quantités produites sont abondantes dans l'extraction à 3 phases car elle nécessite une injection d'eau à la pâte avant centrifugation. Dans les procédés à trois phases, des margines sont produites à diverses étapes, après extraction (centrifugation horizontale) et après centrifugation horizontale de l'huile.

Les margines produites après extraction, contenant encore des résidus d'huile et de grignons, sont soumises à une centrifugation verticale. L'huile obtenue est alors injectée à la centrifugation, avec l'huile issue de l'extraction, et les margines restantes sont évacuées.

Après centrifugation de l'huile, des margines et de l'huile vierge sont obtenues. Ces margines sont réinjectées dans le processus au niveau de la centrifugation verticale (avec les margines premières).

Malgré le traitement des margines tout au long du processus, les margines finales contiennent toujours des résidus huileux qui n'ont pu être séparés lors des centrifugations verticales. Les eaux restantes sont des eaux très polluées que l'on ne peut pas encore traiter efficacement. De ce fait, le rejet des margines reste un problème écologique prépondérant pour le secteur de la production d'huile d'olive.

3.1 Caractéristiques physico-chimiques

Les margines ont une couleur brun à brun-rougeâtre, d'aspect trouble [8], [9]. Ces effluents ont une forte charge saline et sont très acides, riches en matières organiques et en polyphénols peu biodégradables. Ces eaux sont caractérisées par un pH de 4.5 à 5 et une conductivité de l'ordre de 10 mS/cm, due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. La DCO (demande chimique en oxygène) peut varier de 50 à 220 g/l [2], [10].

La composition chimique des margines est assez variable. Elle dépend de nombreux facteurs, en particulier du mode d'extraction de l'huile, mais aussi de la période de production (voir tableau 1).

Tab 1: Composition chimique générale des margines

Composant	Teneur [%]
eau	83 – 88 %
matière organique	10.5 – 15 %
matières minérales	1.5 – 2 %
matières azotées totales	1.25 – 2.4 %
matières grasses	0.03 – 1 %
polyphénols	1.0 – 1.5 %

Sources : [8], [9]

Remarque : Les résidus secs de la margine présentent des caractéristiques qui en font un produit approprié pour l'alimentation animale. Ces résidus sont composés de [9] :

- 6 % de protéines
- 1 % de lipides
- 0.1 % de fibres
- 82 % de substances non azotées

3.2 Problématique environnementale

Le rejet des effluents des industries productrices d'huiles d'olive est un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen. Ces eaux fortement polluées causent de sérieux dégâts environnementaux. L'absence de méthodes de traitement adaptées poussent les propriétaires de moulins à huile à rejeter ces eaux dans la nature sans aucun contrôle ou à surcharger avec ces substances toxiques un réseau d'égout pas adapté.

Pollution des eaux

Les margines sont peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras volatiles, insecticides, etc.) qu'elles contiennent [2]. Les margines sont le plus souvent rejetées dans des récepteurs naturels, des cours d'eau, sans aucun traitement préalable et

nuisent fortement à la qualité de ces eaux de surfaces. La très forte charge en matières organiques empêche ces eaux de s'auto-épurer et la pollution peut s'étendre sur de très longues distances [9] (voir § 4.)

Les margines rejetées dans la nature par épandage sur les sols peuvent aussi poser des problèmes environnementaux. Par ce mode d'élimination des effluents, les eaux souterraines peuvent être polluées, ce qui affecte la qualité de l'eau potable. L'épandage des margines, très riches en éléments azotés, peut causer une pollution par les nitrates des nappes situées dans la zone ou à proximité de la zone d'épandage.

Pollution des sols

Epandues sur les sols, les margines diminuent la qualité des sols. Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols. Certaines de ces substances telles que les phénols peuvent inhiber l'activité microbienne du sol, d'autres, des résidus de pesticides notamment, sont nocives aux plantes.

4. Techniques de traitement existantes ou en développement

4.1 Traitements réalisés

Elimination par lagunage

Le principe est basé sur la biodégradation des composés contenus dans les margines par lagunage. Les effluents sont collectés temporairement dans un bassin situé en aval des sites polluants. Un milieu riche en matières organiques est créé dans le bassin et des conditions anaérobies s'y développent. Les matières organiques sont ainsi dégradées sous l'action de micro-organismes et l'on peut aussi obtenir une dénitrification des eaux.



Fig. 3 : Bassin de traitements des eaux dans la région de Fès
[Source : http://www.maroc-hebdo.press.ma/MHinternet/Archives342/PDF_342/Page27.pdf]

En aval, l'eau obtenue est de qualité physico-chimique acceptable et peut être rejetée dans le milieu naturel. Ce mode de régénération des eaux nécessite par contre des grandes surfaces car les bassins de rétention doivent avoir une faible profondeur [11], [12].

Cette technique a été utilisée pour réduire la charge en matière organique et en composés phénoliques des margines d'huileries situées à proximité de Fès (Maroc) avant que ces eaux ne soient déversées dans un milieu naturel, l'Oued Sebou.

4.2 Traitements, projets en développement

Station pilote de traitement biologique des margines (Tunisie)

La Tunisie compte parmi les premiers pays producteurs d'huile d'olive avec une production moyenne de 100'000 t par an. Les rejets de margines correspondants, près de 200'000 m³, posent donc un problème écologique majeur. Des travaux de recherches menés au Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET) ont permis la définition d'un procédé de traitement biologique à trois étages [13]. Une station de traitement pilote a alors été installée au CITET (voir figure 4) et est constituée de :

- *étage 1* : un bassin d'aération avec une flore bactérienne capable de dégrader les composés polyphénoliques toxiques et un décanteur pour extraire l'excédent en biomasse
- *étage 2* : un digesteur à lit de boue (UASB) avec récupération de gaz
- *étage 3* : un bassin d'aération et un décanteur

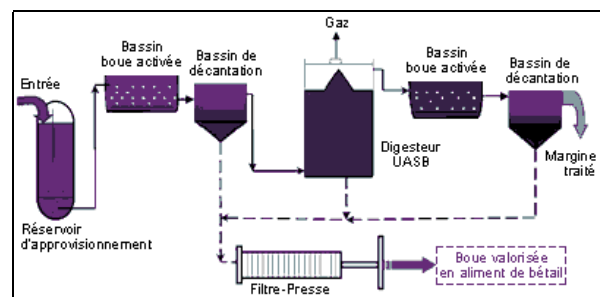


Fig. 4 : Procédé de traitement biologique des margines à 3 étages
[Source : <http://www.citet.nat.tn/francais/transfert/station1.html>]

La station pilote a une capacité de 100 à 1'000l/j de margines. Les résultats obtenus montrent que ce traitement permet une réduction de 20% de la charge polluante des margines. Par ce procédé, les margines peuvent donc être revalorisées en eau d'irrigation (eau traitée), en biogaz et en biomasse riche en protéine valorisable en aliment de bétail.

Traitement des margines par électrocoagulation et biométhanisation

Pour répondre aux besoins des industries productrices d'huiles des pays méditerranéens, un procédé de traitement des margines par électrocoagulation et biométhanisation a été développé [14]. Le couplage de ces deux procédés représente une solution adaptée au problème de l'élimination des margines.

La biométhanisation permet la transformation de la matière organique en substances chimiques diverses en condition d'anaérobiose et sous l'action de bactéries présentes dans le milieu. Ce procédé permet la formation de biogaz. Seulement l'action des bactéries est dans le cas des margines fortement ralentie par la présence des polyphénols, substances toxiques, contenus dans ces eaux. Un pré-traitement des margines est donc nécessaire et se fait par électrocoagulation.

L'électrocoagulation est un procédé d'électrolyse qui permet la séparation des margines en boues et en liquides biodégradables. Par ailleurs, les polyphénols et certains autres produits toxiques (métaux lourds) sont éliminés.

Les boues sont extraites et vont au compostage. Les liquides sont acheminés vers le biométhaniseur.

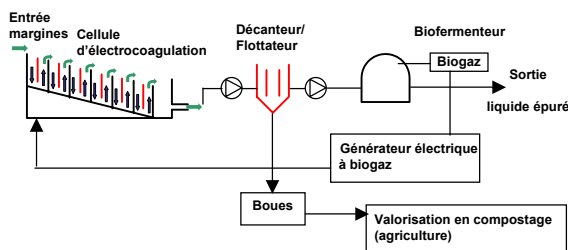


Fig. 5 : Schéma général de principe de l'électrocoagulation et biométhanisation pour le traitement des margines

Traitement électrochimique des eaux résiduaires des industries d'huile d'olive

En Italie, des recherches ont été menées sur les possibilités de pré-traitement des margines, eaux résiduaires des industries d'huiles d'olive, afin de réduire les phénols et polyphénols présents dans ces eaux avant qu'elles soient traitées par des procédés biologiques traditionnels. Le pré-traitement consiste en une oxydation des composés phénoliques par électrolyse. Les résultats montrent qu'il est possible de réduire la concentration en phénols et polyphénols à de basses valeurs sans que la quantité de matière organique baisse d'une manière importante [15].

5. Exemple : Pollution de l'Oued Sebou au Maroc par les rejets des huileries et traitements réalisés

Le Maroc se situe parmi les principaux pays producteurs d'huile olive avec une production annuelle moyenne de 35'000 t. La moitié de la superficie arboricole au plan national, soit 440'000 ha, est vouée à l'oléiculture et se concentre principalement dans la région de Fès [3], [9].

Cette région comprend les principales huileries et les rejets en margines de ces usines dans l'Oued Sebou causent de graves problèmes environnementaux. Les eaux polluées affectent la production d'eau potable des stations de traitement situées en aval des huileries. Les fortes charges organiques bloquent le processus de potabilisation, particulièrement après la période de cueillette, où la production d'huile débute. Les centres urbains desservis par ces stations sont donc particulièrement touchés.

En effet, le déversement des margines dans l'oued réduit considérablement la teneur en oxygène dissout sur plusieurs dizaines de kilomètres en aval de Fès. On a pu mesurer une concentration nulle en oxygène dissout sur un tronçon, de près de 100 km de long, de l'oued Sebou. La charge organique des eaux à traiter quant à elle était deux fois supérieure à ce que les installations ne pouvaient traiter.

Pour remédier en partie au problème, un système de pré-traitement des margines par lagunage a été mis en place près du site des huileries de Dokkarat (Fès). Les bassins ont une surface de 20'000 m². Les margines des huileries avoisinantes y sont collectées, traitées puis relâchées au niveau du barrage Idriss I^{er} placé sur l'oued Inaouène affluent du Sebou. Ainsi durant la campagne oléicole de 1996-97, près de 200m³/j de margines ont été collectées et traitées sur le site de lagunage et une amélioration notoire de la qualité des eaux en aval de la confluence des deux oueds a été noté. Malgré la campagne oléicole en cours, les stations de traitement d'eau potable ont pu fonctionner normalement [12].

Le problème de la pollution des eaux par les margines n'est pas encore totalement résolu et des traitement plus poussés à l'aide de techniques modernes sont à envisager en complément au lagunage si une qualité supérieure des eaux est recherchée.

6. Conclusion

Dans le bassin méditerranéen, la production d'huile d'olive représente un secteur économique important pour certains pays. Actuellement, la production est en constante croissance et se fait au dépens de l'environnement. La culture des olives présente déjà de graves problèmes environnementaux avec principalement une forte érosion des sols des oliveraies. L'épandage de produits chimiques (engrais, pesticides) sur ces cultures altère également la qualité des sols et des eaux.

Plus en aval dans le processus de fabrication de l'huile d'olive, la production de margines, eaux usées très peu biodégradables, pose problème surtout lors de leur évacuation sans traitement vers des milieux naturels. Les eaux réceptrices sont fortement chargées en matières organiques et en polluant et n'ont plus la capacité de s'auto-épurer. Le cours d'eau se meurt. Or dans les pays du bassin méditerranéen, les ressources en eau sont rares et leur préservation, tant quantitativement que qualitativement, est capitale.

Ainsi, de nombreuses recherches sur le traitement des margines sont en cours, certaines plus avancées et avec des résultats plus convaincants que d'autres. D'une manière générale, les traitements proposés sont des systèmes d'épuration des eaux usées dotés d'un pré-traitement des margines permettant d'éliminer les phénols et polyphénols (substances toxiques pour les micro-organismes). Ce pré-traitement est couplé un à un système de digestion des boues en anaérobiose. Ces dispositifs permettent de récupérer du gaz (méthane) et de valoriser les boues en compostage ou en aliment pour bétail.

En plus du traitement des margines, les recherches montrent aussi qu'il faudrait s'orienter vers l'utilisation de techniques de production plus appropriées, comme des procédés d'extraction d'huile continus à 2 phases, au lieu de 3 phases. De tels systèmes permettent d'une part, d'économiser de l'eau (moins d'eau injectée avant extraction) et d'autre part de réduire de moitié les quantités de margines produites. Ces technologies de production plus propre permettent la réduction de la pollution à la source et doivent être davantage utilisées par les entreprises concernées par les problématiques environnementales et désireuses de conserver leur part de marché.

7. Références

• Citées dans le texte

- [1] KISTNER T., Margine Project
site Internet : http://www.wzw.tum.de/gb/people/kistner/lfg_engl.html
- [2] DAGGA F. ABU, BÖHMER B., *Hazardous olive-mill wastewater problem and solution*
site Internet : <http://www.euro-arab.com/studies/english/water/02-0015/02-0015-1.html>
- [3] LE CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL
site Internet : <http://www.internationaloliveoil.org/>
- [4] CENTRE D'INFORMATION DE L'HUILE D'OLIVE
site Internet : <http://www.info-huiledolive.net/>
- [5] *Annexe 1 du règlement 2568/91 de la Commission européenne*
site Internet : http://r0.unctad.org/infocomm/francais/olive/doc/UE2568_91_a1.pdf
- [6] CNUCED, Huile d'olive
site Internet : <http://r0.unctad.org/infocomm/francais/olive/technologie.htm>
- [7] MORIGGI & FRÈRES, Olive Oil Import
site internet : <http://www.oliveline.com/html/index.htm>
- [8] SANSOUCY R. 1984, *Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin Méditerranéen*, FAO, Rome
- [9] MEBIROUK M., 2002, *Rejets des huileries, Développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols dans la margine*, CMPP News, n°11
- [10] CADILLON M., LACASSIN J.-C., *La valorisation agronomique des margines, Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale*
site Internet : <http://www.canal-de-provence.com/>
- [11] LECOMTE P., 1998, *Les sites pollués, traitement des sols et des eaux souterraines*, Ed. Lavoisier, Paris
- [12] MAROC HEBDO, Facture écologique
site Internet : <http://www.maroc-hebdo.press.ma/MHinternet/Archives342/HTML.342/FactureEcologique.html>
- [13] CITET, *Station de traitement biologique des margines*
site Internet : <http://www.citet.nat.tn/francais/transfert/station1.html>
- [14] GRANIT, *Traitement des margines par électrocoagulation et biométhanisation*
site Internet : <http://www.granit-environment.com/>
- [15] P. LONGHI ET AL., *Electrochemical treatment of olive oil mill wastewater*
site internet : http://www.chimica-analitica.unito.it/Annali/volume_91/Annali_91b/annali_91b_169.htm

• Non citées dans le texte

- [16] LE MOULIN DE CALLAS
site Internet : <http://www.moulindecallas.com/>
- [17] HALET F. ET AL., *Traitements et valorisation des rejets des huileries*
site Internet : <http://www.utc.fr/~pauss/recherches.html#anchor251289>
- [18] Lettre d'information de la Délégation de la commission européenne au royaume du Maroc
site Internet : <http://www.delmar.cec.eu.int/fr/bulletins/167.pdf>
- [19] La photothèque des oliviers
site Internet : <http://monsie.ifrance.com/infographie/oliviers/oliviers.html>

Pour plus d'informations :

SBA
Sustainable Business Associates
60, Ch. du Petit-Flon
CH-1018 Lausanne

Tél. + 41 (21) 648 48 84
Fax + 41 (21) 648 48 85
Site Internet : <http://sba.hello.to>
Email: sba@planet.ch

Contact : Karim Zein, Président