



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

20918-F

**BIOGAZ**

**MAROC**

**Application de la Technologie du Biogaz pour le traitement des déchets industriels au Maroc**



**Rapport effectué à la demande de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel**

**Janvier 1994**

**Institut Technologique Danois  
Carl Bro Environnement A/S**

## SOMMAIRE

<b>1. Cadre Economique et Industriel du Projet au Maroc</b>	<b>3</b>
<b>2. Cadre Institutionnel et Législatif de la Politique Environnementale</b>	<b>4</b>
2.1 Statu Quo de la Politique Environnementale au Maroc	4
2.2 Cadre Institutionnel de la Politique Environnementale au Maroc	5
2.3 Cadre Législatif	8
2.4 Priorités de la Politique Environnementale	9
<b>3. Politique pour l'Energie au Maroc</b>	<b>10</b>
<b>4. La Technologie du Biogaz et les différents types de Déchets au Maroc</b>	<b>13</b>
4.1 Généralités	13
4.2 Le Biogaz dans les zones rurales	13
4.3 Les Ordures Ménagères	16
4.4 Les Eaux Usées	17
<b>5. Identification des Agro-Industries où la Technologie du Biogaz peut être appliquée</b>	<b>18</b>
5.1 Les usines sucrières et les distilleries	18
5.2 L'Industrie des Conserves de Produits de Poisons	21
5.3 L'Industrie de l'Huile d'Olive	23
<b>6. Infrastructure de la Gestion des Projets du Biogaz au Maroc</b>	<b>26</b>
6.1 Organismes Publics impliqués dans le développement du Biogaz	27
6.2 Education et formation	28
6.3 Recommandations	28
<b>7. Liste des Personnes contactées</b>	<b>30</b>

1 USD ~ 9.5 DH (Déc 93), 1 DH = 100 CDH.

## **1. Cadre de la Politique Economique et Industrielle du Projet au Maroc**

**Le Maroc a 27 millions d'habitants. En 1992, le produit national brut par habitant était d'environ 1050 US\$. La superficie du Maroc est de 716,000 Km<sup>2</sup> dont les deux tiers est composées de terres arides ou semi-arides. Une grande partie des terres agricoles nécessite de l'irrigation; l'eau est rare et souvent fournie par des barrages et des réservoirs. En raison de la nature sablonneuse du terrain, les engrais qui améliorent la structure du sol sont recherchés activement par la population agricole.**

**La structure industrielle est dominée par l'industrie primaire. Le Maroc est le plus important exportateur de phosphates au monde, l'agriculture est la première source d'emploi, et l'industrie du poisson montre une croissance rapide depuis les années soixante dix. L'industrie de fabrication est basée sur la transformation des matières premières locales. La production d'engrais à partir de phosphates fourni le marché intérieur et représente un tiers des exportations. L'industrie du textile et du cuir s'est développée rapidement durant les années quatre vingt. Les industries agricoles comprennent les plantes sucrières, l'huile d'olive et les conserveries de poisson, fruits et légumes. L'exportation de fruits et légumes ainsi que des produits de poisson représentent chacun environ un septième des revenus de l'export. En plus de l'industrie des engrais, l'industrie lourde est composée de deux raffineries de pétrole, neuf fabriques de ciment et d'un complexe sidérurgique à Nador. Quelques usines de montage automobile produisent des voitures francaises et italiennes.**

**Les réformes économiques introduites au début des années quatre vingt ont conduit à la modernisation de l'économie et à l'élimination d'un grand nombre de subventions à la production et à la consommation qui avaient gravement altéré l'économie. La politique a été un succès pour la croissance économique - entre 1980 et 1992 le produit national brut du Maroc a augmenté d'environ 4.5 % par an - et pour la réduction du déficit public et commercial. Mais la croissance rapide de la population qui a augmenté de 2.7 % par an, diminua la croissance économique et a crée un problème de chômage qui a augmenté de 14 % à 17 % et qui concerne particulièrement les jeunes générations.**

**Durant les années quatre vingt dix le processus de restructuration va être intensifié. Un problème important réside dans le faible niveau de compétition dans l'industrie de fabrication. L'Etat possède une large part de l'industrie notamment les plus grandes industries agricoles, tandis que le secteur privé qui**

s'occupe du marché intérieur est protégé par de solides barrières économiques. Afin de résoudre le problème, le gouvernement entend entreprendre un large programme de privatisations et abaisser les tarifs afin d'exposer l'industrie à plus de compétition.

Ce que le processus de privatisation signifie pour la technologie du Biogaz dans le traitement des déchets est encore incertain. En principe l'Etat peut obliger une entreprise nationale à employer une nouvelle technologie à tout moment, alors que cette obligation n'est imposée à une compagnie privée que lorsqu'elle demande une licence de production. Mais l'expérience montre que la plupart des gouvernements peuvent imposer des restrictions environnementales aux compagnies du secteur privé.

## **2. Cadre Institutionnel et Législatif de la Politique Environnementale**

### **2.1 Statu Quo de la Politique Environnementale au Maroc**

La politique environnementale au Maroc est toujours dans ses premiers stades de développement:

- \* La conscience environnementale est limitée tant au niveau politique que dans la population. Peu de pression de base existe pour les améliorations de l'environnement.
- \* La législation environnementale actuelle est vieille et insuffisante.
- \* Il n'existe pas de Ministère de l'Environnement indépendant ni d'Agence pour l'Environnement, et très peu de personnes dans les ministères s'occupent de problèmes environnementaux.
- \* Très peu d'informations sont disponibles sur les niveaux de pollution et leurs impacts au Maroc et peu de recherches sont effectuées à ce propos.

Ce contexte crée un sérieux handicap pour la promotion de la Technologie du Biogaz pour le traitement des déchets au Maroc. Il existe peu de pression politique tant sur l'eau de ville et les égouts que sur les industries pour le traitement des déchets solides et liquides. La procédure normale consiste à déverser directement les eaux usées dans les rivières et la mer, et de stocker les déchets solides dans des décharges sans tri ni traitement. A l'exception de

l'industrie sucrière - qui est à de nombreux points de vue l'élite de l'industrie au Maroc - les industriels ne sont pas concernés par l'impact de la pollution de leurs processus de production. L'utilisation de technologies propres n'entre pas encore dans les plans d'investissements, et les directions sont très prudentes pour donner accès à leurs installations aux consultants en environnement.

Cependant la situation change lentement. Les problèmes environnementaux apparaissent plus clairement comme ils s'intensifient sous la pression de la croissance de la population et de l'économie. Les groupes environnementaux au niveau international ont des répercussions sur la scène politique marocaine par l'intermédiaire d'initiatives comme la conférence de Rio. Des études d'impact sur l'environnement, des stratégies et des projets pilotes ont été financés au Maroc par des sponsors internationaux tels que la Banque Mondiale, le PNUD et la Communauté Economique Européenne, et par des donateurs bilatéraux comme la France, l'Allemagne, Les Etats Unis et la Suède; cela améliore les bases d'information pour les initiatives environnementales.

L'introduction de la Technologie du Biogaz pour le traitement des déchets organiques industriels impose un mélange de contraintes et d'opportunités:

- Bien que les directeurs industriels soient intéressés par les technologies propres, aucun besoin urgent ne s'en fait sentir tant qu'aucune action gouvernementale n'est prise. Les objectifs à court terme font que les solutions les plus économiques sont privilégiées au détriment des questions environnementales. Cela signifie que de fortes subventions vont être nécessaires pour persuader les industriels de devenir des pionniers dans leurs applications.
- Cependant, la promotion du Biogaz va entrer logiquement dans le flot des initiatives de la communauté internationale et de ses priorités environnementales. Les industriels sont aussi ouverts pour les nouvelles technologies dont les plans économiques peuvent bénéficier.

## **2.2 Cadre Institutionnel de la Politique Environnementale au Maroc**

Conséquence logique de la politique environnementale actuelle au Maroc, les infrastructures publiques de l'administration environnementale en sont toujours à leurs balbutiements:

- \* Il n'existe pas d'Agence pour l'Environnement, les équipes environnementales dans les ministères manquent de personnel, les règles de coordination ne sont pas clairement définies et une structure hiérarchique excessive rend les échanges de coopération difficiles.
- \* Les ministères n'ont pas de mandat suffisant, ni de structure centrale, régionale ou locale capable de participer activement dans la gestion de l'environnement.
- \* Le manque d'expertise et, en particulier, de procédures pour une évaluation technique et économique systématique des projets conduit à l'acceptation d'options non optimales pour les projets.

Le *Ministère de l'Intérieur et de l'Information* est l'organe central de coordination pour la gestion de l'environnement au Maroc. Au sein de ce ministère le *Sous-Secrétariat d'Etat pour l'Environnement* réfère directement au Ministre de l'Intérieur. La "Division de l'Environnement" est divisée en trois services: "Sensibilisation et Communication", "Protection de la Nature", et "Pollution". La Division a un personnel de dix personnes, dont cinq sont des experts en environnement. Une autre Direction dans le Ministère assiste les autorités locales dans les plans de traitement des eaux usées. Le *Laboratoire National d'Etude et de Surveillance de la Pollution et des Nuisances* est un petit laboratoire analytique moderne rattaché au Ministère. Ses principales fonctions sont le contrôle environnemental et l'établissement des normes.

Les autres Ministères relevant de l'environnement sont:

- \* "*Travaux Publics*" qui est, entre autre, en charge de l'ONEP (L'Office National de l'Eau Potable) et de l'LPEF (Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes)
- \* "*Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole*" qui gère entre autre l'"*Institut Agricole et Vétérinaire Hassan II*"
- \* "*Ministère de l'Industrie*" qui dirige le "*Service de la Protection de l'Environnement*", unité de contrôle et de répression
- \* "*Energie et Mines*" qui possède une "Cellule Environnement"
- \* "*Pêche Maritime*"

Le "Conseil National de l'Environnement" a été créé en 1980 afin de coordonner les actions du Ministère de l'Intérieur et des autres Ministères. Mais cela n'est pas encore efficace en pratique.

L'administration locale est divisée en "Préfectures" et en "Communes". A Rabat, la Préfecture a un "Service de l'Environnement" depuis 1989 avec un personnel et des ressources financières limités. Chaque Commune est supposée posséder une "Cellule de Protection de l'Environnement" composée d'administrateurs et de techniciens possédant une expertise dans les différents domaines techniques. Mais généralement le personnel et les ressources économiques sont très limités.

De nombreux laboratoires bien équipés sont présents au Maroc. Ils possèdent des capacités suffisantes pour l'évaluation des propriétés physico-chimiques dans l'eau, alors que les capacités pour les analyses toxicologiques et pour les analyses biologiques sont toujours limitées. Mais comme le système éducatif est de bonne qualité, les défauts peuvent être aplanis par une formation continue adéquate.

L'introduction du Biogaz en tant que technologie pour le traitement des déchets industriels concerne l'ensemble des ministères mentionnés:

- \* L'Intérieur comme étant une technologie de l'environnement avec large panel d'applications multisecteur.
- \* L'Industrie pour ses applications aux agro-industries
- \* Les Travaux Publics pour le traitement des eaux usées municipales et des ordures ménagères
- \* L'Energie en tant qu'énergie renouvelable
- \* L'Agriculture en tant que source de compost pour les fermiers
- \* La pêche pour ses applications dans l'industrie des conserves de poissons

Le grand nombre de partenaires potentiels pose un problème de coordination. Le ministère nommé pour diriger un programme de Biogaz doit maintenir les autres ministères bien informés des initiatives prises. Mais en raison de large

intérêt, les différents ministères doivent fournir un support actif au programme.

### 2.3 Cadre Législatif

Une étude récente de la Banque Mondiale a dénombré environ 350 lois en rapport avec la gestion de l'environnement au Maroc ("Projet de Gestion de L'Environnement. Etude Institutionnelle, Juridique, et de la Pollution", Decembre 1992 préparée par SWEEP-Scandiaconsult). Les lois générales sont vieilles - datant de la période 1914-1936), tandis qu'un nouveau projet de loi a été préparé depuis 1986 sans perspectives d'adoption immédiate.

En principe, bien que le cadre législatif primaire (les lois nécessitant l'adoption par le parlement) permette aux autorités de se conformer aux tâches environnementales de la société moderne, un certain nombre de lacunes juridiques a été identifié:

- Il n'existe pas de loi générale rendant obligatoire de fournir un contrôle intégré de tout les types de pollution
- Absence de lois concernant la régulation des produits chimiques en général
- Absence de lois pour les déchets toxiques

Les faiblesse se situent au niveau du cadre législatif secondaire (Les textes d'applications sous forme de décrets et de règlements qui sont adoptés par le cabinet ou les ministères). Le gouvernement n'a pas fait suffisamment usage de la marge de manoeuvre fournie par le cadre législatif primaire pour implanter les priorités de la politique environnementale sous la forme de directives. De plus, il n'y a pratiquement pas de normes environnementales (légalés ou autres) excepté quelques normes d'hygiène pour la qualité de l'eau et de taux de sulfures dans les carburants.

L'absence d'objectifs définis de politique environnementale et de normes pour les décharges et leur mise en application par les autorités nationales et locales pose un sérieux problème pour l'introduction de technologies anti-pollution y compris la technologie du Biogaz pour le traitement des déchets. Face à une telle situation la stratégie logique est de se concentrer sur la mise en place de quelques projets de démonstration pour les technologies "win-win" de contrôle

de la pollution, à savoir des technologies qui n'apportent pas seulement des améliorations environnementales à la société mais aussi des bénéfices financiers aux investisseurs industriels. Le système du Biogaz installé dans des installations industrielles individuelles pour le traitement de leur déchets organiques rentre dans cette catégorie.

## **2.4 Les priorités de la politique environnementale**

Pour le moment, le Gouvernement n'a pas de politique environnementale active avec priorités définies. Une "Stratégie de l'Environnement" financée par l'UNDP et exécutée par l'UNESCO est en préparation et l'UNIDO cherche un sponsor pour financer un projet intitulé "DIED-Développement Industriel Ecologiquement Durable". La Banque Mondiale finance un "Projet de Gestion de l'Environnement" basé sur les différents types de pollution classés selon ordre de priorités:

- \* Pollution du sol par les pesticides, engrais et autres agents
- \* Pollution des eaux sous-terraines par les nitrates
- \* Pollution de la mer et des côtes
- \* Pollution des eaux de surface par les phosphates, les matières fécales, et le chrome
- \* Pollution de l'air dans les villes (SO<sub>2</sub>, Plomb)

L'étude a conclu que les priorités primaires d'intervention sont (i) le traitement des métaux lourds, en particulier du chrome, qui provient en majeure partie des tanneries et (ii) les "margines", le liquide produit par la fabrication de l'huile d'olive qui est acide et salé. La seconde priorité est le traitement biologique des déchets biodégradables des villes et de l'industrie qui sont déversés dans les rivières.

Au niveau des autorités communales, les préoccupations environnementales primaires concernent le rejet des déchets solides et liquides.

En conclusion, la promotion de la technologie du Biogaz pour le traitement des déchets industriels s'intègre parfaitement dans les priorités environnementales

au Maroc.

### 3. La Politique de l'Énergie au Maroc

La question de la fourniture énergétique et de la consommation d'énergie a attiré l'attention des politiques depuis longtemps. Le Maroc dépend à 90 % de sources extérieures pour la fourniture de ses besoins commerciaux en énergie, qui représentaient en 1990 6.5 millions de tonnes équivalent pétrolier dont 77 % était couvert par des produits pétroliers. La politique nationale pour l'énergie doit atteindre trois objectifs:

- \* *La réduction de la dépendance étrangère pour la fourniture en énergie par la promotion des ressources d'énergie intérieures (hydroélectricité, recherche d'hydrocarbures, exploitation des ressources en bitume, promotion des énergies renouvelables)*
- \* *La substitution de la consommation de pétrole par l'intensification de l'utilisation du charbon et du gaz naturel dans le secteur de l'électricité et l'industrie du ciment*
- \* *La promotion des économies d'énergie par le développement de programmes d'économie d'énergie et la haute taxation des carburants*

En raison de la haute taxation des carburants tant pour la consommation industrielle que domestique, les prix de l'énergie sont parmi les plus élevés au monde.

En Octobre 1993 les prix étaient de:

- \* Les tarifs électriques étaient 68 CDH/kWh pour les compagnies de distribution, 71 CDH (UScents 7.5) pour la consommation industrielle, 92 CDH pour la consommation ordinaire de moyen voltage et 73 CDH pour la consommation domestique de bas voltage.
- \* Le gazole coûte 3869 DH/tonne soit 4DH par litre (UScents 42)
- \* Le fuel coûte selon la qualité environ 200 US\$/tonne

Jusqu'en 1993 l'entreprise publique ONE, *L'Office National de l'Electricité*

avait le monopole de la production et de la transmission de l'électricité. La distribution est assurée par des sociétés privées. La Société Marocaine de Distribution SDM et ses filiales fournissent les grandes villes, la Société Cherifienne d'énergie s'occupe des petites villes avec l'Entreprise Electrique de Zenata-Mohammadia et l'Entreprise Electrique La Banlieu de Marahed qui fournissent leurs propres régions.

Bien que les plus grandes industries comme les producteurs de phosphates et de sucre ont investi dans la *cogénération* pour leur propre consommation, l'ONE a découragé les investissements en cogénération en refusant de payer quoi que ce soit excepté un prix très bas pour l'énergie produite par le secteur privé. La rupture des investissements dans le secteur de l'énergie ajoutée à l'augmentation annuelle de 7 % de la demande et à l'effet d'épuisement des réservoirs d'eau, ont conduit à un rationnement substantiel de l'énergie. Cependant, cette politique va être changée dans le futur proche par le gouvernement, qui va obliger l'ONE à racheter les surplus d'électricité de la cogénération à un prix reflétant les coûts de production. De plus ONE est sur le point de perdre son monopole sur la production. Deux grands consortia internationaux veulent investir dans deux grandes usines électriques de 600 MW sur la base de prix adéquates de l'électricité produite.

Les *énergies renouvelables* sont développées activement par le CDER - "Centre de Développement des Energies Renouvelables" (dépendant du Ministère de l'Energie) qui a débuté des projets dans le domaine des énergies solaire, du Biogaz et éolienne, par ordre de priorités.

Le plus important programme d'économie d'énergie est un "*GEM project for industrial energy audits*" financé par USAID qui a débuté en 1989. Le programme a été développé en trois phases: Promotion des immeubles concernés par les économies d'énergie, formation des ingénieurs et des techniciens dans le développement des économies d'énergie, et application des économies d'énergies dans les hotels et les industries. Dans les agro-industries les économies d'énergie ont eu lieu dans les industries sucrières, laitières et des conserves. Récemment USAID a décidé d'étendre le programme pour inclure une composante de technologie propre - les industries demandant un contrôle de l'énergie se verront offrir un contrôle environnemental gratuit. Le programme a apporté une large contribution pour les constructions concernées par le contrôle de l'énergie, la formation et en offrant des contrôles d'énergie basés sur le secteur privé. Les études d'énergie ont également montré les possibilités

d'investissements avec un taux de retour intérieur entre 20 et 80 %, le taux d'implantation des recommandations a été faible. Les industries protégées font de bon profits et les coûts énergétiques ne représentent qu'une trop faible partie des budgets de production pour susciter un grand intérêt chez les industriels.

Le projet GEM sera un partenaire intéressant pour collaborer à la promotion de la technologie du Biogaz pour le traitement des déchets:

- Il possède l'expérience de service conseil pour l'industrie et semble reconnu par les directeurs industriels
- Il combine les consultations pour l'énergie et pour l'environnement et peut recommander les investissements dans des systèmes de traitement des déchets organiques qui représentent une option financière attractive.

Le projet GEM devrait être intéressé par cette collaboration. L'option du Biogaz peut apporter une contribution substantielle à la réduction de la consommation de fuel sur le plan industriel; de plus l'objectif environnemental est promu.

On peut conclure que la politique énergétique de pays favorise l'introduction du Biogaz pour le traitement des déchets:

- Le prix élevé de l'énergie améliore la valeur des investissements industriels pour le Biogaz qui peut être utilisé pour couvrir une partie de la demande en énergie de chauffage et d'électricité.
- Une politique active de promotion de la cogénération peut conduire à des prix de vente attractifs pour les surplus de puissance au réseau.
- Le CDER assure une promotion active du Biogaz en tant que programme d'énergie renouvelable.
- Le projet va renforcer les initiatives d'économie d'énergie mises en place dans le pays.

## **4. La Technologie du Biogaz et les différents types de Déchets au Maroc**

### **4.1 Généralités**

**La technologie du Biogaz peut être appliquée aux quatre secteurs suivants:**

1. Le Biogaz en zone rurale
2. Traitement des ordures municipales solides
3. Traitement des eaux usées
4. Déchets des Agro-Industries

Dans la présente étude il n'a pas été possible de décrire de façon exhaustive les potentialités d'application de la technologie du Biogaz dans tous les secteurs au Maroc. Cette étude a été concentrée sur l'évaluation des projets "win-win" basés sur les déchets des agro-industries. Cependant, en guise de références, une brève description est donnée ci-dessous des autres secteurs d'application de la technologie du Biogaz.

### **4.2 Le Biogaz en zone rurale**

L'introduction du Biogaz en zones rurales a commencé en 1983, date à laquelle un programme a débuté (CDER, ORMVA-HOUZ) en collaboration avec les autorités chinoises. Ce programme a inclus la construction de 350 digesteurs de Biogaz au Maroc. Un des objectifs principaux du programme été d'éviter la déforestation par la substitution du bois utilisé pour la cuisine par le Biogaz produit à partir de fumier animal. Cependant, ce programme connu de nombreuses difficultés, principalement parce qu'il s'est avéré impossible de transférer les expériences chinoises aux conditions marocaines. En plus de ces problèmes, on peut mentionner:

- L'insuffisance de la formation locale
- La faiblesse des installations techniques
- Le mauvais choix des sites d'implantation des unités
- Le manque de motivation des personnes supposées fournir le fumier et utiliser le Biogaz pour la cuisine
- La production insuffisante de Biogaz par les unités pour être utilisée dans la cuisine traditionnelle marocaine

Le GTZ a été impliqué dans un nouveau programme du Biogaz avec le CDER et ORMVA-SOUSS Massa. Ce programme a été beaucoup plus réussi, et depuis lors 20 unités ont été construites avec des volumes de réservoir de 10 à 100 m<sup>3</sup>. La petite unité de Ait Amira, à 25 kilomètres au sud d'Agadir, peut être citée comme exemple. Cette unité a un réacteur de 12 m<sup>3</sup> et peut traiter le fumier de 5 à 6 vaches par jour (250 Kilogrammes). La production journalière de Biogaz par cette unité est en moyenne de 2 m<sup>3</sup> par jour soit 1 m<sup>3</sup> en hiver et 3 m<sup>3</sup> durant l'été. Le biogaz est utilisé pour une lampe et un brûleur. L'investissement total, équipement et main d'oeuvre inclus, pour cette unité a été de 620 US\$. Il remplace un brûleur à butane. Le coût de gaz butane seul a été estimé à 125 US\$ par an.

Une autre unité a été construite près de Ichaden avec un volume efficace du réacteur de 85 m<sup>3</sup>. Une petite ferme de 20 personnes avec 34 vaches et 10 hectares de terres agricoles fournit la matière première au digesteur principalement sous forme de fumier. Comme la plupart des fermes au Maroc, la ferme n'est pas reliée au réseau électrique public. L'électricité est fournie par un groupe électrogène qui alimente les besoins domestiques et la pompe à eau. Environ 70 % du gazole utilisé (25 litres par jour) a été remplacé par le biogaz. L'investissement, comprenant le coût de la main d'oeuvre sur l'unité, a été de 9000 US\$, et les économies annuelles en gazole sont de 1800 US\$. Le fumier traité est utilisé comme engrais dans les champs avoisinant. La région de Souss Massa recèle environ 122.000 vaches. Basé sur la distribution en petites et grandes fermes il est possible de dresser un tableau montrant les types de digesteurs pour le Biogaz nécessaires.

#### Volume des digesteurs et nombre de fermes

Nombre de vaches	Nombre de fermes	Volume du réservoir
4 - 6	7146	12 m <sup>3</sup>
7 - 9	4422	20 m <sup>3</sup>
10 - 16	4584	30 m <sup>3</sup>
17 - 27	2346	50 m <sup>3</sup>
> 28	1416	> 85 m <sup>3</sup>

Si tous ces digesteurs étaient construits, le potentiel de production de Biogaz dans la seule région de Souss Massa serait de 30 millions de m<sup>3</sup> par an. Le Maroc possède environ 3.400.000 vaches, ce qui donne un potentiel de

production de Biogaz de 850 million de m<sup>3</sup> par an ou 510 million de m<sup>3</sup> de méthane ou un demi million de tonnes de pétrole. Cependant, il est clair que même une fraction de ce potentiel ne peut être atteinte sans un effort et des investissements majeurs. Le programme GTZ/CDER/ORMVA a montré que des constructions simples sont efficaces au Maroc. Il y a toutefois de nombreux facteurs à prendre en considération pour l'implantation d'un programme majeur dans cette région. Parmi ces facteurs, on peut citer:

1. Une stratégie nationale à long terme doit être définie
2. Des stimulations nationales doivent être introduites
3. Les personnels locaux doivent être motivés pour la maintenance des digesteurs de Biogaz, qui doivent être construits de façon à permettre l'introduction du fumier de manière routinière
4. Les coûts des digesteurs doivent être couverts par des capitaux d'investissement à risque
5. Les problèmes de faible production présents en hiver en raison des basses températures doivent être résolus
6. Un nombre suffisant de techniciens connaissant la technologie du Biogaz doit être présent localement

### 4.3 Les Ordures Ménagères

La quantité d'ordures ménagères des principales cités du Maroc a été estimée. Le tableau ci-dessous montre les données pour différentes villes. En général, le pourcentage collecté varie de 70 à 80 %. Un total journalier de 3.800 tonnes d'ordures ménagères est déposé autour des principales cités.

Globalement les déchets de toutes les cités marocaines représentent environ 8.000 tonnes par jour. Les ordures ménagères possèdent un haut degré en humidité, généralement autour de 70 %. Ceci est due à la forte proportion de légumes utilisés dans la cuisine marocaine. Cette forte humidité relative augmente le coût d'incinération des déchets. Jusqu'à présent aucune installation d'incinération des déchets n'a été construite au Maroc. Trois villes, Marrakesh, Rabat, et Meknes produisent du compost à partir des ordures ménagères. Le compost, de qualité assez pauvre, est vendu aux fermiers pour 40 DH la tonne. Il n'est pas certain qu'un marché pour ce type de compost existe, à moins que la qualité soit améliorée. Les fermiers se plaignent de la grande quantité de plastiques présente dans le compost et qui pollue le sol. Une nouvelle unité de fabrication de compost est en construction à Agadir.

Tableau

Ordures ménagères	Population	Pourcentage collecté	Production kg/h/j	t/j
Casablanca/Mohammedia	3.900.000	80	0.6	1900
Rabat/Salé	815.000	80	0.6	400
Fes	725.000	70	0.6	320
Meknes	500.000	80	0.6	250
Oujda	380.000	80	0.6	200
Marrakech	640.000	85	0.6	350
Tanger	410.000	85	0.6	230
Tetouan	290.000	75	0.6	150
Total pour ces villes				3800

Le potentiel de production de Biogaz à partir des ordures ménagères n'a pas été examiné au Maroc. On devrait, toutefois, le considérer comme une potentialité intéressante. On pourrait comparer et appliquer les résultats de l'étude "Environment and use of methane from municipal waste" compilé pour UNDP/GEF en aout 1993, considérant les déchets ménagers de la ville d'Amman. Il est possible d'utiliser une partie des déchets ménagers dans une installation de Biogaz. La technologie a été bien développée et améliorée durant la dernière décennie. L'avantages comparés à une usine de compost est, qu'en utilisant un processus anaérobie, le Biogaz est obtenu en plus de l'engrais. Si un processus thermophilic est utilisé, on produit un engrais d'excellente qualité. Sur la base du coût de l'unité de compost d'Agadir, il semble possible de construire une installation similaire pour le Biogaz avec le même prix de revient, la même production d'engrais et la fourniture d'électricité basée sur une production de biogaz d'environ 1 MW pour un apport journalier de 60 - 70 tonnes de déchets.

Le tri des déchets pour les installations de Biogaz est très similaire à celle utilisée pour les unités de compost. Comme les autorités Marocaines ont amélioré considérablement les unités de compost et construit de nouvelles installations près des grandes villes, il faudrait considérer sérieusement si des unités de Biogaz ne pourraient pas être construites à la place. Celles ci produiraient la même quantité d'engrais en plus de la production de pour environ 400 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> par tonne de déchets ménagers. Ces déchets peuvent être composés d'un mélange d'ordures ménagères triées, de déchets végétaux, de déchets des abattoirs et peut être de déchets de poulet ainsi que de nourriture périmée.

La proposition de projet, discutée dans le tome suivant, inclus un projet d'unité de Biogaz qui pourrait être situé à la périphérie d'une grande ville; les meilleures possibilités étant Casablanca / Mohammedia ou Rabat. L'unité serait capable de produire annuellement 28.800 tonnes d'engrais dont la vente pour 50 DH par tonne fournirait un apport de 1.440.000 DH par an, soit 151.600 US\$. Ces engrais pourraient être vendu aux fermiers des environs et dans les serres de cultures. De plus 1 MW d'électricité pourrait être produit.

#### **4.4 Le Traitement des eaux usées au Maroc**

Le traitement des eaux usées au Maroc n'est jusqu'à présent qu'un

phénomène rural. Il n'existe pas de stations d'épuration des eaux pour les grandes villes. Dans les zones rurales, le manque d'eau pour l'irrigation a conduit à la construction d'environ 50 centres de traitement des eaux usées depuis 1958. Durant les années soixantes et soixante-dix, le but était de protéger l'environnement aquatique contre les décharges de matières organiques et des unités "compactes" ont été construites (trois types principaux ont été utilisés: les décanteurs simples ou décanteurs digesteurs, les boues actives, et les lits bactériens). Très peu de ces unités sont encore en activité. La boue qui a été produite nécessitait d'être séchée et évacuée régulièrement. Les installations municipales ne remplissaient pas bien cette fonction et ont été fermées, alors que des entreprises privées ou parapubliques répondaient mieux à cette demande. Depuis les années quatre-vingts, des exigences sanitaires plus élevées et le désir d'utiliser les eaux épurées pour l'irrigation ont conduit à la construction de "systèmes extensifs". En plus de cela, les "méthodes de purification du sol" (composées d'un dégrillage grossier, un bassin pour la stabilisation anaérobie, un bassin pour le stockage temporaire, et un bassin de désinfiltration sur dune de sable) semblent donner les meilleurs résultats. Le coût de traitement, charge financière pour l'utilisation du terrain exclus, est d'environ 2.5 DH par m<sup>3</sup>. Comme le système nécessite de grandes superficies de terrain - Agadir en l'an 2000 aura besoin de 150 hectares pour traiter ses eaux usées - le coût du traitement peut devenir assez élevé dans les grandes zones urbaines.

## **5. Identification des Agro-industries susceptibles d'utiliser la Technologie du Biogaz**

### **5.1 Les Usines Sucrières et les distilleries**

Au Maroc il y a 13 installations sucrières qui traitent la canne à sucre et les betteraves. Le tableau suivant indique les capacités des différents équipements. Ces usines peuvent traiter 3,4 million de tonnes de betteraves et 1.200 tonnes de canne à sucre par an, pour une production maximale de sucre d'environ 550.000 tonnes. Entre 1988 et 1990, la production moyenne annuelle était d'environ 480.000 tonnes. La consommation de sucre au Maroc au cours de ces années a été de 730.000 tonnes. Le Maroc importe donc environ 33 % du sucre utilisé pour la consommation domestique. Beaucoup de sucre est utilisé dans la cuisine traditionnelle marocaine et la demande en sucre a plus ou moins doublée des années 1960 à 1990. La première usine

sucrière au Maroc a commencé la production en 1963 et certaines des installations sont assez récentes. La dernière date de 1982. En raison du prix relativement bas du sucre sur le marché mondial, il n'y a pas de projet de construction de nouvelles unités actuellement.

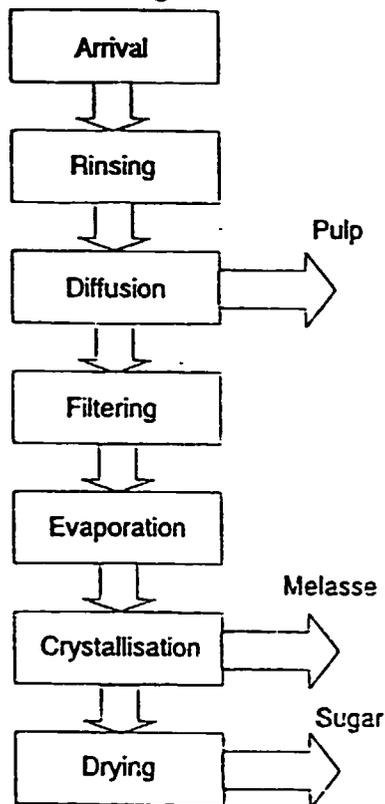
### Les Usines de Sucre au Maroc

	Usine de Sucre	Localisation	Date d'Etablissement	Capacité journalière app.
<u>GHARB</u>	SUNAB	SIDI SLIMANE	1963	3000 t (B)
	SUNAG/KSIRI (SUNAG 2)	MECHRAA BEL KSIRI	1968	4000 t (B)
	*SUNAG/TAZI (SUNAG 2)	SIDI ALLAL TAZI	1968	4000 t (B)
	SUNACAS	MECHRAA BEL KSIRI	1975	2500 t (C)
	SURAC	DAR EL GUEDDARI	1981	3500 t (C)
<u>TADLA</u>	S U T A	SOUK ES SEBT	1965	3600 t (B)
	S U B M	BENT MELLAL	1969	4800 t (B)
	S U N A T	OULAD AYAD	1971	6000 t (B)
<u>DOUKKALA</u>	DOUKKALA	SIDI BENNOUR	1970	4000 t (B)
	ZEMAMRA	KHEMIS DES ZEMAMRA	1982	4000 t (B)
<u>LOUKKOS</u>	SUNABEL	KSAR EL KEBIR	1978	4000 t (B)
	SUCRAL	LARACHE	1984	3500 t (B)
<u>BASSE MOULOUYA</u>	SUCRAFOR	ZAIO	1972	3000 t (B)
				1000 t (C)

B = betteraves à sucre

C = canne à sucre

## The Process of Sugar Production



Comme exemple d'installation sucrière au Maroc, l'usine SUNAC 2 a été étudiée. L'unité est installée à la rivière Sebou à 50 kilomètres de la ville de Kinitra. L'usine traite les betteraves à sucre et la plus grande période d'activité se situe de mi-Mai à mi-Août. Durant cette période l'usine fonctionne 24 heures sur 24, traitant environ 300.000 tonnes de betteraves. L'usine a été construite en 1968 et a une capacité de 4.000 tonnes par jour. La production de sucre, basée sur 300.000 tonnes de betteraves, est de 45.000 tonnes de sucre, 18.000 tonnes de pulpe et 26.000 tonnes de mélasse. Les eaux usées de l'unité représentent environ 200 mètres cubes par heure durant la période d'activités. Environ 150 mètres cubes d'eau sont prélevés par heure, le reste provient des betteraves durant le traitement. Ceci représente une grande quantité d'eaux usées dont le COD est d'environ 3.500 milligrammes par litre.

L'usine utilise du charbon pour la production de chaleur et environ 21.000 tonnes de charbon sont utilisées durant la campagne. Une partie de la vapeur est utilisée pour la production d'électricité. L'usine a sa propre unité de production d'électricité d'une capacité de 6 MW. A l'heure actuelle toutes les eaux usées de l'usine sont déversées dans la rivière Sebou sans traitement préalable.

SOTRAMEG est la plus grande distillerie marocaine. Elle se situe au voisinage de SUNAC 2. C'est cependant une compagnie indépendante mais SUNAC 2 et SOTRAMEG appartiennent toutes deux à l'Etat. SOTRAMEG produit environ 5.000 mètres cubes d'alcool par an à partir de la mélasse de SUNAC 2. Les eaux usées, provenant de la fermentation et de la distillation, représentent environ 10 mètres cubes de l'heure et l'usine fonctionne entre 8 et 10 mois par an. Les eaux usées ont une très haute teneur en COD soit 60.000 milligrammes par litre.

Les eaux usées sont recueillies dans de grands bassins près de l'usine. Cette pratique apporte des nuisances olfactives et de la pollution des puits voisins. Les eaux usées finissent probablement dans la rivière Sebou.

Plusieurs possibilités de traitement des eaux usées de SUNAC 2 et de SOTRAMEG ont été envisagées:

1. Un traitement extensif par construction d'une lagune naturelle avec la possibilité d'introduire une aération.
2. Un traitement anaérobie avec des boues actives a été considéré qu'un réacteur biologique séquentiel.

L'usine SUNAC 2 fonctionne de mi-Mai à mi-Août et la distillerie SOTRAMEG presque toute l'année. Il semble logique de faire un traitement conjoint des deux unités pour les eaux usées qui représentent 210 mètres cubes par heures au pic de l'activité. Il serait également avantageux de diviser le traitement des deux unités de façon à n'en utiliser qu'une partie lorsque SOTRAMEG seule est en fonction. Pour le choix du système de traitement, il est important d'utiliser les résultats récents concernant le type de réacteur et le procédé utilisé. Les propositions précédentes se sont concentrées sur l'épuration des eaux sans chercher à tirer des bénéfices de la technique utilisée. En utilisant par exemple un réacteur UASB, on pourrait traiter avec un volume de réacteur de 2.500 mètres cubes la quantité d'eaux usées en question (210 mètres cubes par heure). Avec un tel système, il serait possible de produire environ 12.000 mètres cubes de méthane par jour. Ce qui correspond à 1.8 MW si l'on utilise pour la production d'électricité et au double en terme de production de chaleur. Dans le chapitre suivant une description de la façon de développer basé sur la digestion anaérobie pour l'installation de SUNAC/SOTRAMEG est présentée.

## 5.2 L'Industrie des Conserves de Poisson

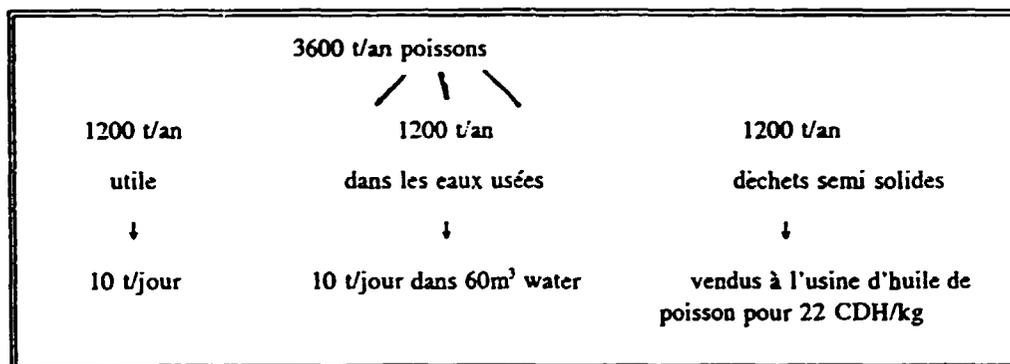
Le Maroc possède une très longue ligne côtière (environ 3000 km) et l'industrie de la pêche a toujours été très important pour le pays. C'est une des industries majeures pour l'exportation et l'industrie des conserves de poisson a toujours été un secteur important au Maroc. Les poissons les plus utilisés sont les sardines, les maquereaux, les anchois et le thon.

Selon les statistiques de 1993, l'industrie du poisson comprend 64 usines de conserves. Les plus importantes sont situées à Safi (50 %), Essaouira (11 %) et Aadir (34 %). La capacité théorique de ces installations est d'environ 1.600 tonnes

de poissons par jour. Pour une année d'environ 250 jours de travail avec 64 usines, cela correspond à un total de 400.000 tonnes de poisson. Durant les années 1980-1989, le nombre total de tonnes traitées a été de 103.000 tonnes par an.

Lors du traitement du poisson, la tête est coupée, le sang et une partie des viscères sont entraînés dans les eaux usées. La quantité de poisson utilisée pour la conserverie varie selon les espèces. Pour les sardines, des études ont montré que seulement un tiers du poids du poisson fraîchement pêché se retrouve dans la boîte de conserve. Le deuxième tiers est coupé et peut être considéré comme des déchets semi-solides (tête, etc...). Le troisième tiers est lavé et emporté par les eaux usées.

Les statistiques, durant les années 1980-1989, indiquent une production annuelle d'environ 51.000 tonnes de poissons en conserve. Avec un apport de 103.000 tonnes par an, environ 50 % du poisson traité finit parmi les déchets soit semi-solides soit les eaux usées.



Pour évaluer les possibilités d'utilisation des déchets des conserveries de poisson, une étude a été réalisée à partir d'une usine de conserve, "Espadon", située à Agadir. Cette unité traite environ 3.200 à 4.000 tonnes de poisson par an. Selon la direction, l'usine fonctionne 120 jours par an. Le traitement peut être schématisé dans le tableau ci-dessus. Sur les 3.600 tonnes annuelles seulement 1.200 tonnes aboutissent dans les conserves (10 tonnes par jour). Le reste peut être divisé en 10 tonnes qui sont journalièrement lavées avec environ 60 m<sup>3</sup> d'eaux usées. La part semi-solide, les têtes, etc., environ 10 tonnes par jour sont vendues à une fabrique d'huile de poisson proche pour 22 CDH le kilo. Le COD des eaux usées est d'environ 20.000 milligrammes par litre. Si ces eaux usées étaient traitées dans un réacteur UASB, on pourrait produire environ 500 m<sup>3</sup> de méthane par jour. Pour le moment ces eaux usées sont rejetées directement dans la baie d'Agadir, qui constitue une grande ressource pour le tourisme. Dans l'usine elle même, 120

tonnes de fuel sont utilisées par an pour un coût de 450.000 DH. Le coût de l'électricité est de 150.000 DH et 100.000 DH sont utilisés pour l'eau. ceci représente un total de 700.000 DH, soit environ 73.000 US\$. Si les déchets semi-solides étaient broyés et incorporés aux eaux usées, la production de méthane pourrait être doublée avec un total de 1.000 m<sup>3</sup> produits par jour. Ceci correspond plus ou moins aux besoins de l'usine en fuel. De plus les eaux usées qui seraient passées dans le réacteur UASB pourraient être réutilisées dans le processus. Cependant, il est clair qu'aucun investissement avec un amortissement sur plus de 2 ans n'est envisagé dans ce secteur. Un projet de démonstration réussi est nécessaire pour convaincre l'industrie du poisson du Maroc à investir dans un plan de nettoyage anaérobie (réacteur UASB). Dans le tome suivant, une proposition de projet a été étudiée.

### 5.3 L'Industrie de l'huile d'Olive

L'industrie de l'huile d'olive est importante au Maroc. il y a environ 170 unités industrielles spécialisées dont 150 produisent de l'huile d'olive. Les 20 autres entreprises sont des industries mixtes, qui produisent à la fois de l'huile d'olive et des olives de table pour la consommation. En plus des unités industrielles, il existe un grand nombre, environ 16.000, de petites unités locales qui produisent de l'huile de façon traditionnelle. La production des olives a lieu normalement de mi-October à mi-Mars. Après la cueillette, les olives sont normalement traitées directement après l'arrivée au moulin à olives ou conservées avant le traitement. Comme les olives ont tendance à devenir rance, celles qui ne sont pas utilisées le même jour, sont traitées avec du sel pour la conservation. Il y a deux voies principales de traitement des olives. Les procédés industriels utilisent une centrifugeuse dans un processus en deux temps. La méthode traditionnelle utilise un procédé où l'huile est pressée à partir des olives.

## L'Industrie des Olives

Types d'unité	Nombre	Capacité (quantité)	Production d'huile	Déchets	
				type	Quantités estimées
Industrielle and semi industrielle	170 dont 150 spécialisées & 20 mixtes (Huile et olives de table)	201635 } tonnes } 84800 }	50.000 tonnes (1991/92)	- morceaux de bois - Grignons - Margines	1,1 million t/an 162750 t/an 465.000 m <sup>3</sup> /an
Traditionnelle (MAAS-RAS)					

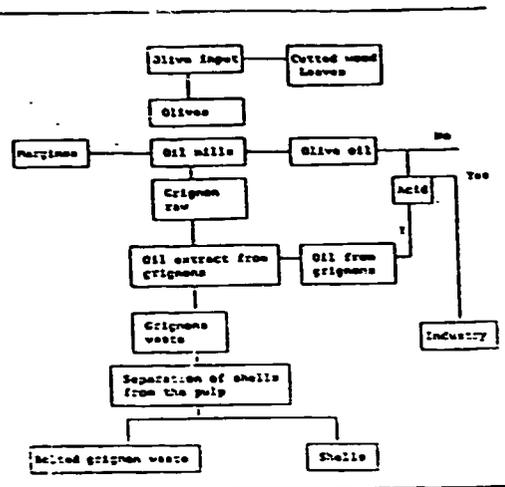
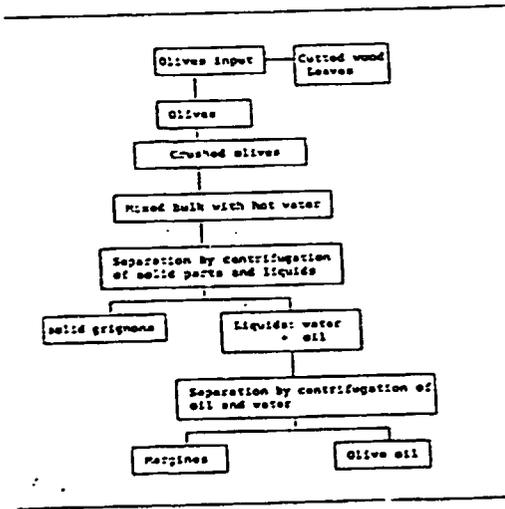


Diagramme showing the traditional extraction from olives and other subproducts



Procedure to obtain olive oil by centrifugation of different sub-products

Dans les deux cas, il existe trois types de déchets. Premièrement, le bois et les feuilles qui peuvent être utilisés comme combustible. Deuxièmement, le grignon qui peut être utilisé soit comme combustible, soit comme nourriture pour le bétail, soit enfin mis en décharge. Le déchet important, le plus polluant, est formé par des eaux usées appelée "la margine". On peut calculer, basé sur la récolte des olives au Maroc, qu'environ 465.000 m<sup>3</sup> de margin sont produits chaque année. La margine a un très fort BOD, d'environ 80.000 milligrammes par litre. Comme ces eaux usées sont déversés dans les rivières avoisinantes ou polluent les eaux souterraines, cela représente un facteur de pollution majeur dans les régions de production d'olives au Maroc. Par exemple, dans la région de Fes où 7.000 tonnes d'huile d'olive sont produites par an, la pollution par les installations est l'équivalent de la pollution d'une ville de 200.000 habitants.

Pour l'instant, aucun traitement des eaux usées n'est effectué. Plusieurs études ont été menées avec des suggestions sur la façon de traiter ces déchets. Le problème de ces eaux est qu'elles ont un très fort COD mais qu'elles contiennent également des acides par exemple des polyphénols. Ceci empêche les processus de biodégradation. La Tunisie a les mêmes problèmes avec les déchets des moulins à olives et plusieurs méthodes ont été testées là bas.

Ainsi à Sfax en Tunisie, des tests ont été effectués pour essayer d'évaporer les margines pour en faire un concentré qui pourrait être stocké ou brûlé. Un autre test a consisté à sécher les margines directement dans les moulins. Durant la récolte des olives, un stock d'huile est fait. De là la margine est envoyée dans de grands bassins qui sont placés au voisinage du système de chauffage qui sèche la margine. Ce procédé est bien sûr possible mais nécessite de très grands bassins près des unités industrielles et du personnel pour évacuer la margine solide.

En Tunisie, un mélange de méthodes de traitements aérobies et anaérobies ont été testés afin de réduire de 95 % le COD des eaux usées. Cette méthode est intéressante pour les unités industrielles. Cependant, il a été rapporté que le processus est assez compliqué à réaliser en pratique. A l'heure actuelle, un projet BRITE-EURAM a été réalisé avec les industries grèques d'huile d'olive, afin de tester un procédé flexible où la codigestion des déchets de l'huile d'olive est réalisée avec un autre type de déchets. Le but de ce processus est d'obtenir une digestion aérobie assez simple, utilisant, par exemple, les déchets des abattoirs avec ceux de l'huile d'olive. Il est recommandé de se concentrer sur ces possibilités où un traitement relativement bon marché et efficace peut être appliqué pour plusieurs industries. En utilisant deux ou plusieurs types de déchets, on peut éliminer l'acidité de margin. Dans le volume suivant, une proposition de projet pour le Maroc est suggérée. Il est cependant clair qu'un tel projet doit tenir compte des expériences de Tunisie et de Grèce ainsi que des moyens techniques disponibles au Maroc afin de fournir la meilleure solution pour l'industrie marocaine.

## **6. Infrastructure de la Gestion des Projets du Biogaz au Maroc.**

Jusqu'à présent le programme du Biogaz au Maroc a été basé sur la technologie chinoise et l'assistance technique allemande. Depuis 1983 environ 350 petits digesteurs chinois (principalement des réservoirs de 10 m<sup>3</sup> et un de 180 m<sup>3</sup> dans une coopérative agricole) ont été installés dans les zones rurales (Projet CDER/MARA/MII/UNICEF "La production de Biogaz, la lutte contre la déforestation, et l'assainissement des déchets animaux"). Une vingtaine de digesteurs de type Borda d'une capacité de 10 à 100 m<sup>3</sup> ont été installés dans les mêmes zones (projet GTZ/CDER/ORMVA "Programme de diffusion du Biogaz à Souss-Massa).

Bien que l'installation de digesteurs chinois soit stoppée, le GTZ continue de cofinancer des projets de Biogaz dans son "Programme Spécial Energie" qui commença ses activités pour le Biogaz en 1988. Les organisations nationales sont le CDER - "Centre de Développement des Energies renouvelables" et le ORMVA.SM - "Office de Mise en Valeur Agricole de Sous Massa". Le programme GTZ pour le Biogaz est axé sur le développement et la promotion d'unités de Biogaz familiales dans les zones rurales. Les trois objectifs sont:

- de couvrir la demande énergétique domestique pour la cuisine grâce au

- biogaz au lieu de bois et du LPG
- d'améliorer les conditions d'hygiène dans le traitement du fumier
  - d'améliorer la qualité du fumier en tant qu'engrais

Le programme GTZ a prévu d'installer un biodigesteur dans un abattoir, mais pour diverses raisons cette activité n'a jamais débuté (principalement en raison de la faillite de la société allemande qui devait fournir les équipements). Toutefois, bien que le GTZ n'écarte pas le secteur agro-industriel comme intérêt potentiel, la stratégie nationale pour le développement du Biogaz, adoptée en Mai 1993, reste centrée sur les fermes.

### **6.1 Organismes Publics impliqués dans le Développement du Biogaz**

Le Ministère de l'Agriculture joue un rôle actif dans le développement du Biogaz au Maroc. Cet engagement remonte à l'introduction des premiers digesteurs pour le Biogaz. Ils ont été implantés dans les zones rurales et inclus dans les programmes agricoles permettant aux fermiers de produire leurs propres engrais en plus du biogaz pour le chauffage et la cuisine. L'intérêt du Ministère pour le développement du Biogaz dans le secteur agro-industriel est aussi naturel parce que la transformation des produits agricoles s'effectue dans ce cadre et que des engrais pour les fermes peuvent être produits par la fermentation anaérobie des déchets agricoles.

Cependant, dans le secteur agro-industriel, le Ministère de l'Industrie joue aussi un rôle clé par le contrôle des principales usines publiques comme l'industrie sucrière. L'engagement des Autorités Ministérielles de l'Environnement est aussi important car la production de Biogaz peut aider à résoudre des questions relatives aux pollutions environnementales des industries, des municipalités et des zones rurales. Le Ministère de l'Energie, qui s'occupe des énergies renouvelables, est assez intéressé par le domaine du Biogaz qui est une des formes d'énergie alternative qui peut être utilisée à la fois pour le chauffage et la production d'électricité.

L'intérêt combiné de toutes ces autorités doit former une base solide pour un engagement futur dans le secteur du Biogaz. Afin de coordonner les intérêts, il est suggéré de former un comité de représentants des différents Ministères, où chacun d'eux peut participer à l'élaboration d'un programme de Biogaz joint et où une meilleure coordination des activités peut avoir lieu. L'information sur les nouvelles initiatives et les possibilités internationales dans ce domaine seront également mieux diffusées.

## **6.2 Formation et Transfert Technologique**

La technologie du Biogaz et les cours sur la digestion anaérobie ne font pas partie de façon importante des programmes universitaires au Maroc. Les universités sont présentes à Rabat, Casablanca, Oujda, Kinitra, Fes, Meknes, Marrakech et Agadir. Toutes ces universités ont une faculté des sciences, et plusieurs d'entre elles ont une formation en micro-biologie. L'institution qui a la formation la plus développée dans la technologie du Biogaz et des fermentations est l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Cette université a 2.200 étudiants et 350 professeurs. L'institut est divisé en plusieurs sections avec un total de 35 départements. Dans la section des industries agro-alimentaires, on trouve les départements de microbiologie, technologie, biochimie, nutrition et industrie alimentaire. Ils possèdent un petit laboratoire de fermentation et sont généralement impliqués dans des projets relevant de l'utilisation et du traitement des déchets agro-alimentaires. Le département assure la formation de maîtrises. Une thèse de doctorat dans ce domaine est à l'étude actuellement. Le département et cette section de l'université ont des locaux et des équipements, qui pourraient logiquement servir de support logistique pour des unités de démonstration.

## **6.3 Recommandations**

Afin d'implanter des projets dans le domaine du Biogaz, il est nécessaire d'établir une stratégie d'optimisation des ressources. Les points suivants doivent faire partie d'une stratégie générale:

1. Etablissement d'un Comité de représentant des différents Ministères intéressés par le secteur du Biogaz
2. Formulation d'un programme national basé sur des projets de démonstration dans différents secteurs et où les trois projets proposés pourraient être inclus
3. Etablissement des moyens financiers nécessaires à la mise en place du programme de démonstration incluant les arrangements spécifiques avec des sponsors internationaux pour des projets spécifiques
4. Formulation d'une formation et d'un programme de transfert technologique basé sur un centre universitaire au Maroc

Cette stratégie devrait permettre l'installation d'un programme de Biogaz

tenant compte des possibilités locales. Si la tendance actuelle est maintenue, on pourrait craindre chaque secteur qui a son propre programme et financement investisse parfois dans des technologies étrangères pas très bien testées. La possession de peu de ressources nationales pour l'évaluation des possibilités et l'absence de démonstration nationale dans plusieurs secteurs n'apportent qu'une faible expérience aux ministères, industries et municipalités pour le choix des différentes technologies. C'est pourquoi, tout programme majeur doit être relié à un transfert de technologie et de formation. Les principaux objectifs pourraient être:

1. De tester si la dégradabilité anaérobie de différents types de déchets solides et liquides peut être prédite à partir de la composition en sucres, lipides et protéines de chaque type de déchet
2. De développer des modèles mathématiques qui pourraient être utilisés pour le design et la simulation des processus du Biogaz
3. De comparer les performances au cours du temps des types de digesteurs clés avec différents types de déchets ainsi que leur stabilité d'opération et leur efficacité
4. De développer des prototypes pour le traitement optimum de sources mixtes de déchets
5. D'accéder à des bi-produits comme le recyclage de l'eau et l'utilisation des engrais et du Biogaz
6. De développer des programmes informatiques qui incluraient la configuration optimale et la diffusion pour chaque industrie avec les caractéristiques d'apport au cours du temps

## **7. Personnes contactées**

### **Ministère de l'Agriculture:**

M. Benssouda Korechi Taleb, Directeur

M. Choukri Hassan, Chef de Service

Ms. Chakiri Faouzia, Chef du Bureau de Cooperation avec le Systeme des N.U.

### **Institut Agronomiques et Veterinaire Hassan II**

Department de Genie, Industriel, Alimentaire

Abdellatif Achkari-Begdouri,

### **PNUD:**

Luc Franzoni, Representant Resident Adjoint

Mdm. Khadija Belfakin, Assistante Representant Resident, Responsable pour les volets envrionnements.

Guy Vanmeenen, UNDP/UNIDO JPO

### **Ministère de l'Environnement:**

M. Ejudina Hadj-Mabrouk, Conseiller Technique, Projet PNUD/UNESCO "Strategie Nationale de Protection Environnement et de Developpement Durable"

### **Ministère du Commerce et de l' Industrie**

Mohammed Benayada, Ingenieur d'Etat au Serice de la Protection de l'Environnement

### **Ministère de l'Energie**

Mohammed Toarfil Adyel, Directeur de l'Energie

### **Centre de developpement des energies renouvelables:**

Mohammed Moubdi, Secretaire General

Said Mouline, Directeur Scientifique & Technique

M. Owsianowsky, GTZ, Chef de Programme Special Energie

Marc Wauthelet, Ingenieur Agronome, GTZ, Programme Special Energie

**Project GEM - Gestion de l'Energie dans les entreprises Marocaines**

Gilbert Richard, Chef de Mission, RCG/Hagler, Bailly, Inc.

Mustapha Benkhassi, Expert Conseil en Maitrise de l'Energie

**L'office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss Massa:**

Mahammed Tazi, Directeur

**Societe l'Espadon:**

Driss Dadoun, Directeur

**National Sugar Mill Society of du Beht:**

Mohammed Debbarh, Directeur General

**SUNAG:**

Mohammed Benjelloun, Directeur d'Exploitation

**SOTRAMEG:**

Abdelmajid Bouchabchoub, Directeur d'usine

**RIM-LCS, Consortium of the Society Benabdallah & Fils:**

Benabdallah Zouhair, Administrateur