PLATE-FORME INTERDÉPARTEMENTALE POUR LA PROMOTION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DANS LA COOPÉRATION INTERNATIONALE (REPIC)

Valorisation des résidus organiques par biométhanisation dans la région d'Oujda (Maroc)

RAPPORT FINAL

N° de document : 09-3103-TB
Version 1.1

Le 09 mars 2009

erep

Traitement et valorisation de déchets et d'effluents organiques

EREP SA
Chemin du Coteau 28
CH - 1123 ACLENS
SUISSE

Tél. : +41 21 869 98 87
Fax : +41 21 869 01 70

info@erep.ch
www.erep.ch

TABLES DES MATIÈRES

1. Introduction 5

1.1 Objectifs du projet 5
1.2 Plan du projet 6

2. Les régions du Nord 7

2.1 L'Oriental 7
2.2 Tanger-Tétouan 8
2.3 Taza- Al Hoceima Taounat 8

3. Définition des produits Méthanisables 9

4. Méthode d'évaluation des déchets organiques 10

4.1 Les résidus secs des grandes cultures : 10
4.2 Les déjections animales 10
4.3 Les déchets d'abattoirs 11
4.4 Les boues des stations d'épuration STEP 11
4.5 La fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM) 11
4.6 Les déchets de transformation de poissons 11

5. Résultats 12

5.1 Les résidus secs des grandes cultures 12
5.2 Déjections animales 14
5.3 Déchets d'abattoirs 16
5.4 Les boues d'épuration de STEP 17
5.5 Les déchets ménagers fermentescibles 18
5.5.1 Les FFOM du tourisme 20
5.6 Les déchets des poissons 20
5.7 Résumé 21
5.8 Répartition des gisements 22
5.9 Développement 22
5.9.1 Population 22
5.9.2 Agriculture 22
5.9.3 Traitement des eaux usées 22
5.9.4 FFOM 23
5.9.5 Pêche 23

6. Estimation du potentiel méthanogène 24

6.1 Potentiel énergétique 24
6.2 Potentiel total de méthanisation 24

7. Types d'installations 26

7.1 Retour d'expériences du biogaz au Maroc : historique et perspectives d'avenir 26
7.2 Installation de biogaz type « agricole » 26
7.2.1 Ferme marocaine 26
7.2.2 Bilan matière 27

7.2.3 Paramètres de base pour le dimensionnement d'une installation marocaine 27
7.2.4 Installation type « liquide » 28
7.2.5 Installation type « sec » 29
7.2.6 Valorisation du biogaz produit 30
7.2.7 Analyse économique 30
7.3 Installation de type « FFOM » 32

8. L'infrastructure 33

8.1 Le réseau routier 33
8.2 Le réseau électrique 34
8.3 Le réseau gazier 34

9. Cadre politique et Législative 36

9.1 Développement consommation énergétique 36
9.2 La politique 36
9.2.1 Politique énergétique nationale 37
9.3 Législation 37
9.4 Programme de soutien au développement dans les régions 38
9.5 Développement Kyoto Park 38
9.6 CMPP 39

10. Analyse finale du marché du biogaz 41

10.1 Gisement 41
10.2 Potentiel des installations 41
10.3 Développement et infrastructure au Maroc 41
10.4 Politique et législation 41
10.5 Conditions cadres pour le développement de la filière de biogaz 41

11. Références bibliographiques 43

Annexes 45

Annexe 1 : Production des résidus de récolte 46

Annexe 2 : Production déjections animales 49

Annexe 3 : Photos d'une ferme marocaine 51

Annexe 4 : Offre estimative Installation de biogaz 51

1. INTRODUCTION

Le Maroc est doté de ressources énergétiques primaires limitées et affiche donc une très forte dépendance par rapport aux importations de charbon, de pétrole et même d'électricité. Le taux de dépendance énergétique du Maroc enregistre une hausse constante, de 93% en 1994 à plus de 95% aujourd'hui. La croissance annuelle de la consommation d'électricité est de 8%.

Pour diminuer cette dépendance le Maroc a défini dans le Plan National de Développement des Energies Renouvelables et Efficacité Énergétiques (PNDEREE), l'augmentation de la contribution des Energies Renouvelables à 20% du bilan électrique national et 10% du bilan énergétique à l'horizon 2012.

Aujourd'hui, malgré les contraintes énergétiques continues (telles que la croissance de la consommation nationale, les coûts élevés de l'énergie conventionnelle) l'importance de potentiel local, l'évolution considérable des technologies d'énergies renouvelables et la forte croissance mondial, accompagnés d'une baisse sensible et continue des coûts, constituent pour le Maroc des atouts essentiels qui pousseront à l'essor de ces ressources nouvelles pour représenter une part significative dans le bilan énergétique national dans les années à venir.

Un cadre légal, réglementaire et incitatif pour ce programme PNDEREE est en cours de validation. Il comprend :

- Une loi cadre « efficacité énergétique et énergies renouvelables »
- Un fonds de financement pour soutenir les programmes d'efficacité énergétique et énergies renouvelables
- La restructuration de Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) en agence opérationnelle de mise en œuvre de la politique nationale « efficacité énergétique et énergies renouvelables »

Ce programme est soutenu par la Banque Mondiale à travers un Prêt de Politique de Développement Énergie.

La technologie du biogaz a été introduite au Maroc au début des années quatre vingt par l'intermédiaire de digesteurs pilotes de R&D ou de démonstration. Les modèles de digesteurs indiens et chinois ont été les plus utilisés.

Selon le CDER, le potentiel méthanogène des résidus de l'élevage, de l'agro-industrie et des déchets solides municipaux (DSM) et eaux résiduaires, serait de plus de 1 milliard de m^3 de biogaz par an, soit environ l'équivalent de 500 ktep/an. Cela correspond à 4% de la consommation en énergie totale au Maroc en 2005, qui est de 12.3 Mtep.

Le Maroc a tout intérêt à développer la technologie de biogaz pour le traitement des déchets solides et des eaux résiduaires, car il y a des potentialités considérables qui augmentent régulièrement avec l'accroissement démographique et l'élévation du niveau de vie moyen.

1.1 Objectifs du projet

Les objectifs du projet sont définis comme suit :

- Élaborer un inventaire des substrats méthanisables dans la région d'Oujda et du Nord du Maroc. Cet inventaire nous permettra de qualifier et de quantifier les substrats méthanisables disponibles, ainsi que leur localisation géographique, et nous aidera à déterminer le potentiel du marché du biogaz. Dans le cadre du transfert de notre savoir-faire sous forme d'assistance à cet inventaire, on aidera les partenaires marocains à déterminer le potentiel (faisabilité technologique et économique) pour une installation de biogaz.
- Étude des différentes formes de valorisation du biogaz produit (chaleur ou froid et/ou électricité et des types d'installation (sec/humide, capacités etc.) envisagés pour ce marché. Avec l'inventaire sur les types, quantités et distribution géographique des substrats méthanisables, ainsi que les formes de valorisation du biogaz produit, nous pourrons envisager les types d'installations les mieux adaptées pour une utilisation dans la région choisie.

- Élaboration d'un descriptif de la législation et du cadre politique concernant le développement de la filière du biogaz, ainsi que l'élaboration d'un inventaire sur l'infrastructure au Maroc, notamment le réseau d'électricité, de gaz naturel, et le réseau routier, afin de définir les conditions cadres pour une faisabilité économique des installations de biogaz au Maroc.
- Le transfert d'un savoir-faire et d'une expérience à l'échelle pratique par l'assistance à l'élaboration de l'inventaire, le dimensionnement d'une installation de méthanisation; pour pouvoir contribuer efficacement et durablement à l'introduction de la technologie du biogaz. Une visite d'installations de biogaz en Suisse fait également partie du transfert.
- La sensibilisation au biogaz au Maroc dans le but de monter des projets concrets de méthanisation
- Consolidation et création de relations avec les partenaires marocains dans le domaine de biogaz afin de développer nos activités commerciales au Maroc.

1.2 Plan du projet

Le plan du projet est organisé comme suit :

a) Inventaire des substrats méthanisables dans la région d'Oujda et du nord du Maroc avec subdivision en régions définies (région montagneuse, maritime, peuplée, etc.) et les catégories de gisements (agricole, déchets communaux ou produits IAA)

Les régions administratives suivantes font partie du nord du Maroc :

- Oriental
- Taza-Al Hoceima-Taounate
- Tanger-Tétouan

Cet inventaire est établi en suivant les démarches suivantes :

- Définition d'une trame avec une liste des produits méthanisables. Cette trame servira de base pour la recherche. Seront définis par produit : les données nécessaires, comment les obtenir, comment interpréter ces données en un potentiel méthanogène.
- Recherche et collecte des données sur les produits envisagés. Seront au moins définies les quantités et la répartition géographique. Si nécessaire le potentiel méthanogène sera déterminé au moyen d'analyse au laboratoire de l'université d'Oujda.
- Estimation du développement du gisement lié aux développements démographiques et économiques.

b) Concrétisation du potentiel par rapport aux types d'installations en se basant sur les gisements principalement présents (procédés secs ou humides, définition des modes de valorisation du biogaz, taille des installations).

c) Inventaire / description de la législation et du contexte politique au Maroc concernant la filière de biogaz, de la situation actuelle et des développements futurs

d) Inventaire de l'infrastructure ; réseau d'électricité, de gaz naturel et de routes, ainsi que leurs développements

e) Analyse finale du marché du biogaz

Pour les installations potentielles définies précédemment, la faisabilité sera estimée et un bilan économique provisoire établi. Ce bilan économique, combinera les frais d'exploitation, les frais financiers concernant l'amortissement et les recettes possibles.

Ce bilan nous permettra d'estimer si les conditions sont favorables pour développement des installations de biogaz au Maroc. Il nous permettra également de définir quelles conditions-cadre sont nécessaires pour réussir des projets.

2. LES RÉGIONS DU NORD

Les régions considérées dans cette étude sont la région de l'Oriental, la région Tanger-Tetouan, et la région Taza-Al Hoceima-Taounate, montrées en couleur sur la carte ci-dessous.

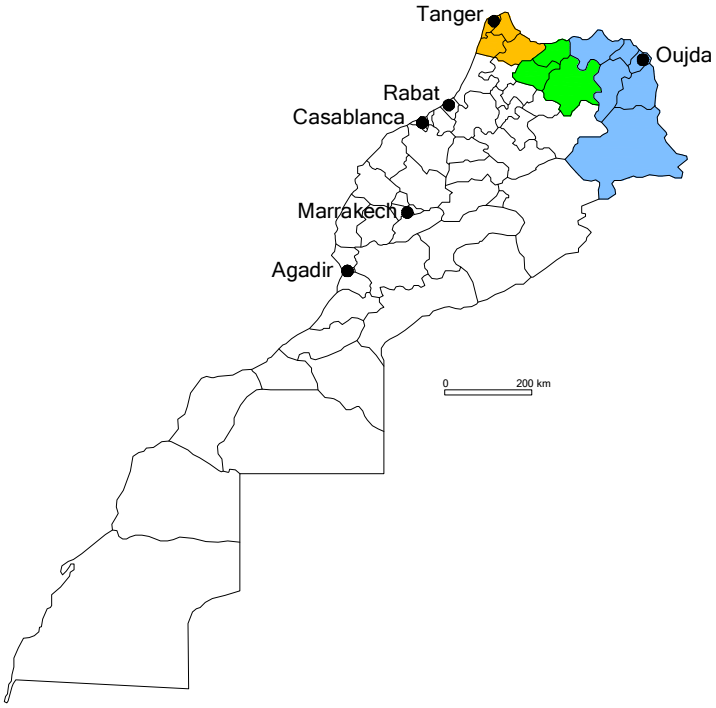


Figure 2-1 : Carte du Maroc et les régions du Nord

2.1 L'Oriental

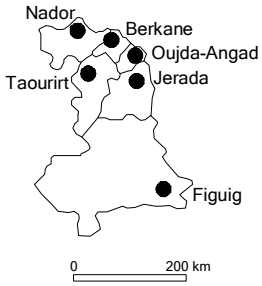


Figure 2-2 : La région de l'Oriental

La région orientale est la deuxième plus grande région du royaume de point de vue superficie. Elle s'étend sur une superficie de 82'820 km^2 soit 11,6% de la superficie globale du pays. La Région de l'Oriental est constituée d'une préfecture (Oujda - Angad) et de 5 provinces (Jerada, Berkane, Taourirt, Figuig et Nador), Sa capitale est Oujda. La région orientale comptait 1'955'000 habitants en 2007, soit 6,6 % de la population du Maroc répartis sur une vaste superficie donnant une densité faible de l'ordre de 23.6 habitants/km². Cependant, trois agglomérations urbaines abritent à elles seules près du 2/3 de la population : Oujda, le Grand Nador et le Grand Berkane. Elles se trouvent toutes au nord de la région.

L'agriculture, comme partout au Maroc, occupe une place considérable dans l'économie de la région, elle est importante surtout dans la partie Nord là où, en plus de la céréaliculture, maraîchères et l'arboriculture fruitière occupent des superficies appréciables. Dans la partie sud, le pastoralisme domine l'activité du monde rural, sur le littoral méditerranéen, la pêche connaît un réel essor dû principalement à l'augmentation de la production du port de Béni N'sar.

2.2 Tanger-Tétouan

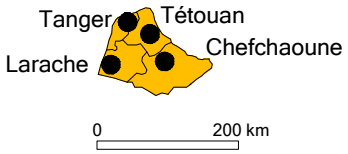


Figure 2-3 : La région Tanger-Tétouan

Grâce à sa situation géographique, la région du Tanger-Tetouan est une des régions les plus favorisées du Maroc. Elle s'étend sur une superficie de 11'570 km², soit 1,6 % de la superficie totale du pays, pour une population de 2'382'000 habitants, la densité est de 205.9 hab/km², son chef-lieu est la ville de Tanger. En effet, avec des reliefs plats ou peu vigoureux, des précipitations importantes et des sols fertiles pouvant accueillir toutes sortes de cultures, la région du Tanger-Tetouan est l'une des régions agricoles les plus importantes du Maroc. L'agriculture y est très intensive : avec moins de 17% de la superficie agricole utile du Maroc, la région du Tanger-Tetouan produit près de 40% de la valeur de la production agricole du Maroc. En outre, sa situation géographique et ses infrastructures portuaires qui facilitent les relations avec l'extérieur, ont favorisé son développement industriel et touristique. Après la région du Centre, la région du Tanger-Tetouan est la seconde région industrialisée du pays.

2.3 Taza- Al Hoceima Taounat

La région de Taza-Al Hoceima-Taounate est située au nord du Maroc, le long de la côte méditerranéenne. Sa superficie est de 24'155 km² pour une population de 1'830'000 habitants, Son chef lieu est Al Hoceima, la densité est de 75.8 hab/km². La région de Taza-Al Hoceima-Taounate se distingue par la diversité et la richesse de son milieu naturel. En effet, elle constitue un trait d'union entre le Rif avec son littoral et ses montagnes d'une part, et le Pré-Rif, le Moyen Atlas, le couloir Fès-Taza et la zone steppique d'autre part. Cette diversité de relief s'accompagne d'une multitude d'étages climatiques : sub-humide, humide, semi-aride et aride. Ce milieu fait de la zone un réservoir de ressources hydriques souterraines et superficielles avec les oueds Inaouen, Ouergha, Rhis, Nekkour... Les données naturelles ont façonné le type d'économie qui a imprégné pendant longtemps la région: l'agriculture en bour et en irrigué (la céréaliculture, l'arboriculture), l'élevage (10% du potentiel national), l'artisanat utilitaire, la pêche (les apports sont estimés à 19 916 tonnes par an environ).

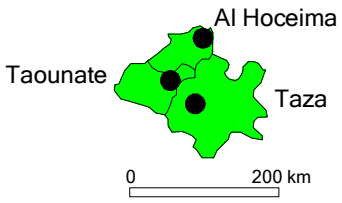


Figure 2-4 : La région Taza - Al Hoceima

3. DÉFINITION DES PRODUITS MÉTHANISABLES

La méthanisation (encore appelée « digestion anaérobie ») est la transformation de la matière organique en un biogaz composé principalement de méthane (CH_4) et de gaz carbonique (CO_2) par un consortium microbien fonctionnant en absence de l'oxygène[1].

En général, presque toute la matière organique non-toxique peut être traitée par méthanisation, sauf la matière ligneuse et fibreuse comme le bois. Chaque matière n'est pas aussi facilement méthanisable qu'une autre et, en fonction de la concentration en composants organiques, la production potentielle de méthane est différente d'un produit frais à l'autre. Le taux de matière sèche distingue les produits méthanisables liquide des produits méthanisables solides.

Le schéma ci-dessous met en évidence les différentes sources de produits/déchets méthanisables.

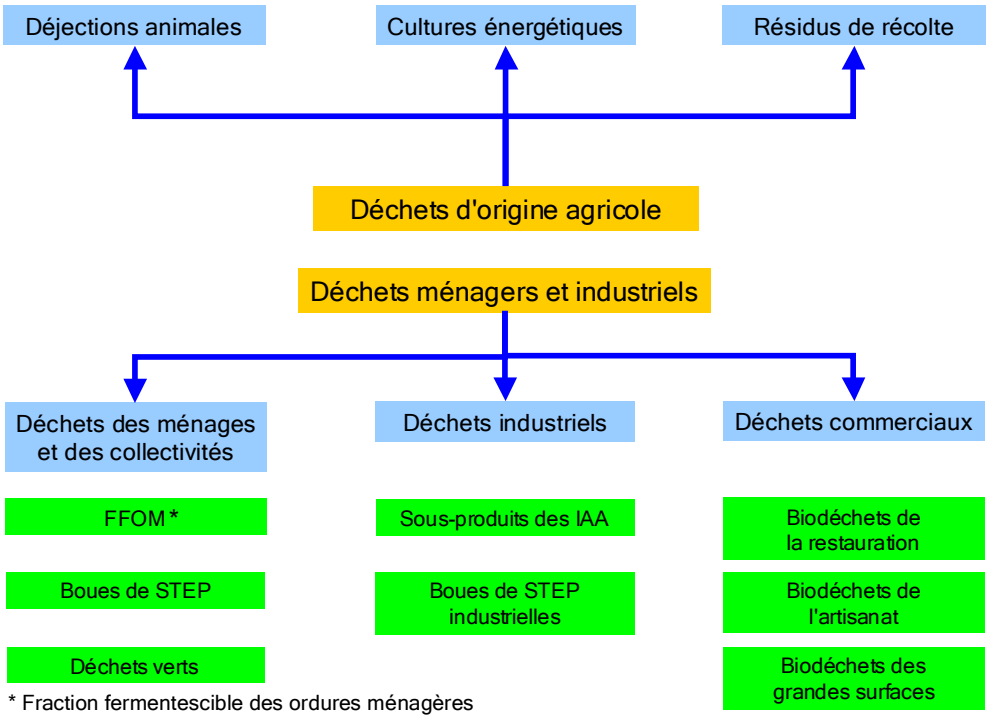


Figure 3-1 : Schéma définissant les des produits/déchets méthanisables

Deux groupes principaux pourraient être définis, notamment les déchets ménagers/industriels et les déchets d'origine agricole. Ceux-ci se subdivisent en déjections animales, en cultures énergétiques et résidus de récolte. Les 3 sous-groupements des déchets ménagers et industriels sont les déchets des ménages et des collectivités, les déchets industriels et les déchets commerciaux.

Les résidus visés dans cette étude sont : les résidus de récolte de grandes cultures, les boues de STEP, les déjections animales, ainsi que les déchets ménagers, les déchets d'abattoirs, et ceux des poissons.

[1] Moletta, La méthanisation, 2008

4. MÉTHODE D'ÉVALUATION DES DÉCHETS ORGANIQUES

4.1 Les résidus secs des grandes cultures :

En l'absence d'études spécifiques à l'échelle nationale, les rendements en résidus à l'hectare des grandes cultures ont été estimés. Ces estimations ont tenu compte des niveaux de productivité calculés à partir des superficies et des productions collectées auprès de la direction régionale d'Agriculture de l'Oriental, et d'après l'Annuaire statistique du Maroc 2008.

Les grandes cultures concernées sont :

- Les céréales : blé dur, blé tendre, orge, maïs, avoine, sorgho et le riz.
- Les légumineuses : fèves, petits-pois, lentilles, pois chiches.
- la betterave à sucre qui fait partie des cultures industrielles.
- La pomme de terre.
- Et la tomate.

4.2 Les déjections animales

Les déjections animales (bovin, ovin, caprin et équin) récupérables pour la méthanisation sont plutôt composées des fumiers.

La production potentielle en fumier est estimée en se référant à la bibliographie pour la production annuelle par espèce et aux statistiques collectées auprès de la direction régionale d'Agriculture, Les références utilisées pour l'évaluation de la quantité potentielle de fumier sont détaillées dans le tableau ci-dessous. (Source 20).

Tableau 4-1 : Production des déjections animales [CORPON, 1988]

Espèces	Production de fumier	Unité	Équivalent UGB / Brebis	
Bovins	15	T/an/UGB	Vache laitière	1
			Vache nourrice	0.7
			Taureau et jeune mâle	0.7
			Génisse	0.7
			Veaux	0.3
Ovins	1	T/an/Brebis	Brebis mère	1
			Bélier	1
			Agneau	0.3
			Agnelle	0.5
Caprins	1.3	T/an/tête		
Équins	13	T/an/tête		

Les quantités présentées au tableau ci-dessus concernent une production totale par an. Les déjections finalement récupérables pour la méthanisation dépendent du fait que le bétail se trouve à l'étable ou pas. Seules les déjections produites pendant le séjour à l'étable sont récupérables. On estime que le bétail se trouve en moyenne 12 heures sur 24 à l'étable et donc que la production mobilisable pour la méthanisation est la moitié de la production totale.

4.3 Les déchets d'abattoirs

Les déchets produits par les abattoirs se répartissent en :

- Déchets solides : dont les matières stercoraires (contenus des panses et des boyaux) récupérées au niveau de la triperie. Ils sont estimés à près de 15% du poids vif de chaque animal abattu, soit l'équivalent de 0,38 Tonnes de déchets /Tonne de carcasse produite chez les bovins et à 0,48 Tonnes de déchets / Tonne de carcasse chez les ovins et les caprins.
- Déchets liquides : Composés par les eaux de lavage et par le sang dont les quantités sont estimés à près de 36 litres / T de carcasse chez les bovins et 83 litres / T de carcasse chez les ovins et caprins.

Dans notre projet on a pris les données d'une étude faite à l'échelle des régions du Maroc par Mohamed RIHANI, puisque les données sur la production des viandes dans les provinces et les régions sont indisponibles, mais qu'elles existent à l'échelle du Maroc.

4.4 Les boues des stations d'épuration STEP

Au Maroc, le traitement des eaux usées génère, sous forme de boues, l'équivalent de 30 à 40 grammes de matière sèche (MS) par habitant et par jour, et la production des boues est estimée à 100 à 150 litres de boues /habitant raccordé/an. En multipliant ce chiffre par le nombre d'habitants de chaque province et le nombre de jours de l'année, on obtient la quantité théorique des boues générées dans chaque province.

Dans cette recherche nous avons pris les données d'un recherche sur production des boues des stations de traitement d'eaux usées au Maroc faite a l'échelle des régions du Maroc, par Mohammed MOUNTADAR et Omar ASSOBHEI.

4.5 La fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM)

La moyenne pondérée à l'échelle des provinces du nord du pays, est de l'ordre de 0.7 kg/hab./j. En multipliant ce chiffre par le nombre d'habitants de chaque province et le nombre de jours par année, on obtiendra donc la quantité des déchets ménagers produits dans chaque province.

Ensuite, en appliquant un taux de 60% pour la fraction fermentescible, la production des FFOM (fraction fermentescible des ordures ménagères) a été calculée. Une distinction est faite entre les FFOM issues des régions urbaines et totales.

Le taux de collecte des ordures ménagères est de 97% pour la région de l'Oriental et de 85% au niveau du Maroc.

L'impact du tourisme à la production de FFOM a également été calculé, ceci sur la base de nombres de nuitées enregistrées.

4.6 Les déchets de transformation de poissons

Une estimation des déchets de transformation de poissons n'a pas pu être établie, faute de données précises. En revanche, les quantités pêchées sont disponibles pour les principaux ports.

5. RÉSULTATS

5.1 Les résidus secs des grandes cultures

Les résultats obtenus sont détaillés dans les tableaux A1 à A5 à l'annexe 1, et le total des résidus agricoles est résumé dans les tableaux 5-1 et 5-2 suivants. Les figures sectorielles 5-1 et 5-2 représentent la répartition des résidus d'agriculture par province et par région.

Tableau 5-1 : Production totale des résidus de récoltes des grandes cultures au Nord du Maroc 2005 - 2006

CULTURES	Superficie totale 2005-06	Production totale 2005-06	Rendement moyen (T/ha)	Rendement moyen en résidus (T/ha)	Quantité de résidus (T)
Céréales	1'180'891	1'662'313	1.4	2.8	3'306'495
Légumineuses	144'541	124'973	0.9	0.5	72'271
Betteraves	9'205	468'254	50.9	6.0	55'230
Tomates	248	5'433	21.9	20.2	5'010
Pomme de terre	4'157	92'652	22.3	1.5	6'236
Total des régions du Nord					**3'445'240**

Tableau 5-2 : Répartition production totale des résidus par province

Provinces	Quantité de résidus (T)
Oujda Angad	436'821
Taourirte	98'836
Jerada	81'737
Nador	561'810
Berkane	118'017
Figuig	19'189
Région de l'Oriental	**1'316'410**
Chefchaoune	178'000
Larache	166'640
Tanger	99'610
Tétouan	121'420
Région Tanger-Tétouan	**565'670**
Al-hoceima	217'310
Taounate	735'710
Taza	610'140
Région Al-Hoceima	**1'563'160**
Total régions du Nord	**3'445'240**

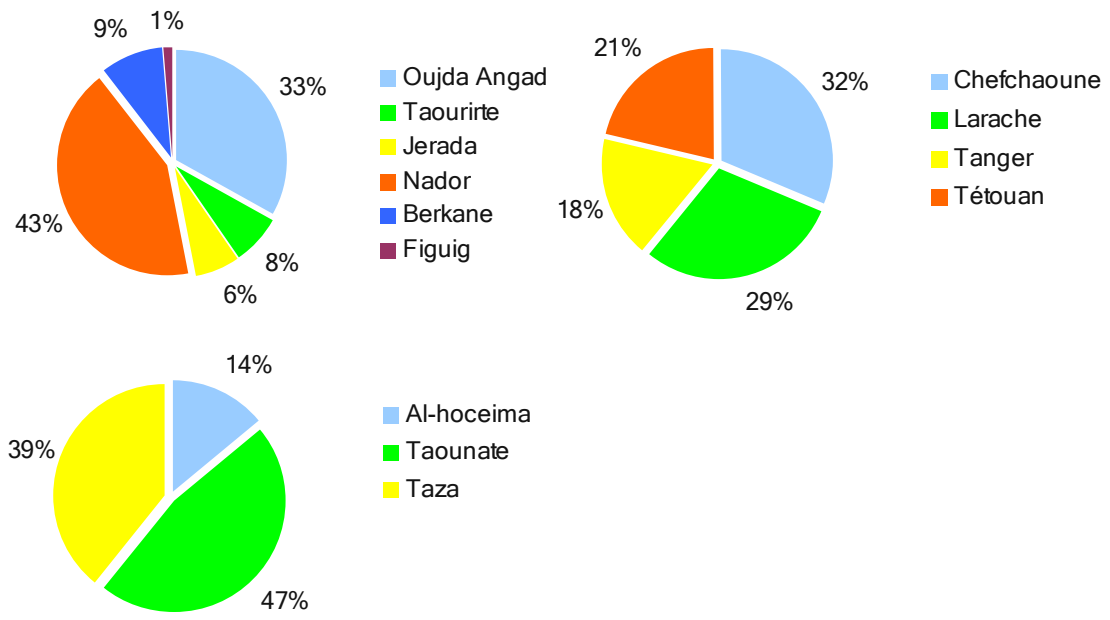


Figure 5-1 : Répartition production résidus de récolte par province

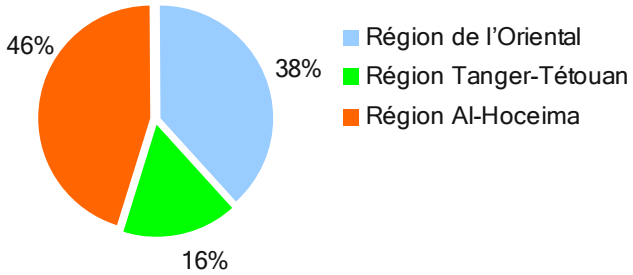


Figure 5-2 : Répartition production résidus de récolte par région

La production totale de résidus de la production agricole est estimée à **3'445'240 T /an** dans les régions considérés. 96% de ce total, donc presque toute production, vient des résidus de céréales. Il faut bien noter que les résidus de récolte des céréales comprennent également la paille, ceci pour la plus grande partie. La paille est utilisée comme litière dans l'élevage et donc elle part dans la production de fumier. Sans résidus de céréales, la production totale n'est que **138'745 T/an**.

La production totale des résidus est beaucoup plus importante dans la région de Taza Al Hoceima Taounate, suivie par la région de l'Oriental, et enfin la région de Tanger-Tetouan. En effet la région Taza Al-Hoceima Taounate possede une superficie plus importante par rapport aux autres régions, grâce aux reliefs plats ou peu rigoureux, des précipitations importantes et des sols fertiles pouvant accueillir toutes sortes de cultures.

Pour la région Oriental, la grande quantité des résidus d'agriculture est localisée dans la province de Nador, suivie par la province Oujda Angad.

Pour la région de Tanger Tétouan, la grande quantité des résidus d'agriculture est localisée dans la province de Chefchaoune, puisque la superficie récoltée est plus grande, et que le rendement moyen en graine est important.

Pour la région de Taza Al Hoceima Taounate, la grande quantité des résidus d'agriculture est localisée dans la province Taza, car il contient les conditions les plus favorables pour l'agriculture, et donc production plus des résidus.

Les résidus secs, particulièrement, les feuilles et collets de la betterave et les fanes des légumineuses alimentaires sont utilisés dans l'alimentation du bétail. Leurs prix de vente sur le marché varie en fonction de la quantité produite selon les années (sèches ou humides).

Dans quelques rares cas (grandes exploitations en zone céréalière, dans les régions où il n'y a pas d'élevage), les résidus sont brûlés mais aucune estimation ne peut être faite faute de statistiques.

Concernant les résidus verts, ils sont soit retournés au sol après la récolte ou incinérés pour éviter la diffusion des maladies (phytopathogènes) ou séchés et utilisés comme combustible dans les ménages en milieu rural.

Généralement, dans la majorité des cas les résidus agricoles sont utilisés comme aliments pour le bétail ou comme combustible en milieu rural.

5.2 Déjections animales

Les résultats obtenus sont détaillées dans les tableaux A6 à A9 à l'annexe 2, et le total est résumé dans les tableaux 5-3 et 5-4 suivants. Les figures sectorielles 5-3 et 5-4 représentent la répartition par province et par région.

Tableau 5-3 : Production totale des déjections animales (fumiers)

Cheptel	Effectif [têtes]	Quantité totale (T/an)	Quantité mobilisable (T/an)
Bovins	595'600	6'075'120	3'037'560
Ovins	3'422'600	3'422'600	1'711'300
Caprins	1'280'000	1'664'000	832'000
Equidés	400'400	5'205'200	2'602'600
Total régions du Nord	**5'698'600**	**16'366'920**	**8'183'460**

* Bétail est 12 h sur 24 h à l'exploitation

Tableau 5-4 : Répartition production totale des fumiers par province

Provinces	Fumier bovin (T/an)	Fumier caprin (T/an)	Fumier ovin (T/an)	Fumier équin (T/an)	TOTAL (T /an)	Quantité mobilisable (T/an)
Oujda Angad	399'840	203'190	689'600	397'800	1'690'430	845'215
Taourirte	-	-	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-	-	-
Nador	344'760	73'320	510'300	295'100	1'223'480	611'740
Berkane	-	-	-	-	-	-
Figuig	71'400	161'200	640'400	132'600	1'005'600	502'800
Région de l'Oriental	**816'000**	**437'710**	**1'840'300**	**825'500**	**3'919'510**	**1'959'755**
Chefchaoune	652'800	316'550	77'600	950'300	1'997'250	998'625
Larache	1'080'180	182'000	246'100	414'700	1'922'980	961'490
Tanger	438'600	52'910	98'300	135'200	725'010	362'505
Tétouan	757'860	217'490	83'700	283'400	1'342'450	671'225
Région Tanger-Tétouan	**2'929'440**	**768'950**	**505'700**	**1'783'600**	**5'987'690**	**2'993'845**
Al-hoceima	475'320	107'510	154'100	369'200	1'106'130	553'065
Taounate	1'028'160	42'900	320'000	1'320'800	2'711'860	1'355'930
Taza	826'200	306'930	602'500	906'100	2'641'730	1'320'865
Région Al-Hoceima	**2'329'680**	**457'340**	**1'076'600**	**2'596'100**	**6'459'720**	**3'229'860**
Total régions du Nord	**6'075'120**	**1'664'000**	**3'422'600**	**5'205'200**	**16'366'920**	**8'183'460**

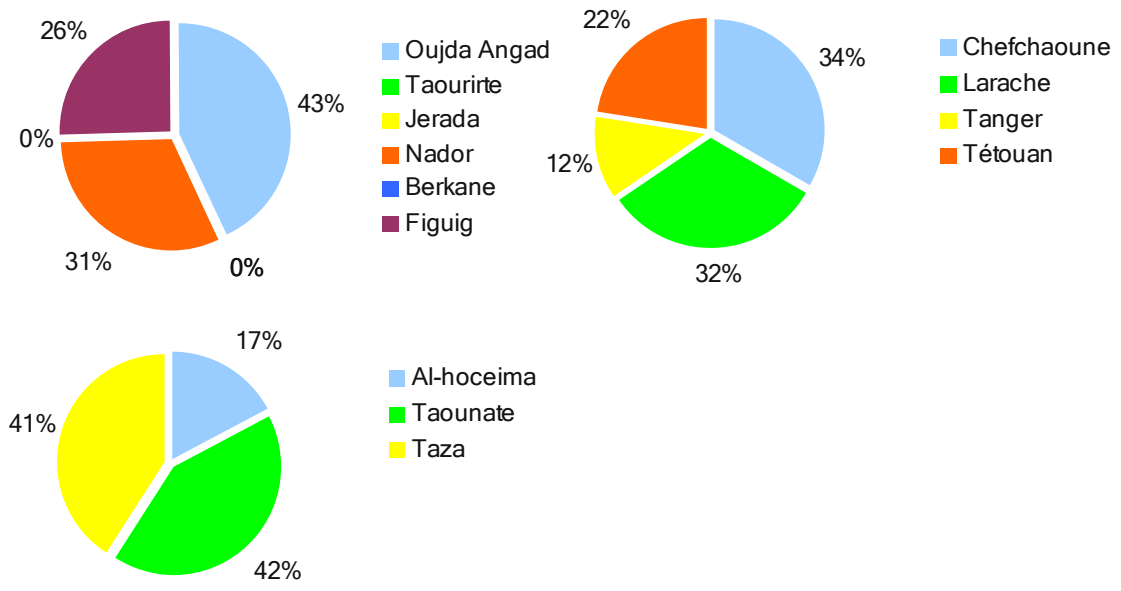


Figure 5-3 : Répartition production fumier par province

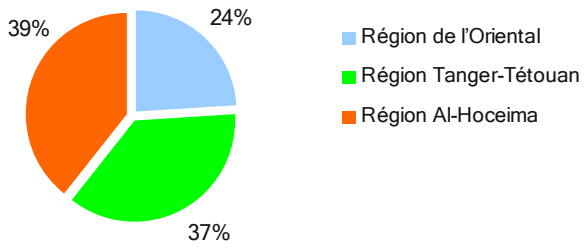


Figure 5-4 : Répartition production fumier par région

La production totale de fumier pour la région du Nord est estimée à **16'366'920 T/an** ; la part mobilisable pour la méthanisation se situe autour de **8'183460 T/an**. Environ 37% de cette production vient du fumier bovin, suivi à 32% par le fumier de cheval, à 21% par du fumier ovin et le reste par le fumier caprin.

Par région on voit des différences spécifiques, notamment dans la région de l'Oriental, le fumier ovin représente 47% du total, suivi par le fumier bovin et équin, les deux de 21%.

La région de Tanger-Tétouan montre une majorité pour le fumier bovin (49%), suivi par le fumier équin (30%) et caprin (13%), tandis que dans la région Al-Hoceima le fumier équin représente la majorité (40%), suivi par le fumier bovin (36%), ovin (17%) et caprin (7%).

Généralement le fumier est soit vendu en l'état aux producteurs maraîchers soit épandu dans les champs sans aucun traitement.

5.3 Déchets d'abattoirs

Les déchets des abattoirs sont des déchets qui proviennent du tube digestif et du sang des animaux abattus. Ils présentent un taux de Matière Sèche de l'ordre de 40 % et une composition globale riche en fibres et en éléments nutritifs (voir tableau 5-5 qui justifie et incite à une récupération de ces déchets en vue d'une valorisation rationnelle.

Tableau 5-5 : Composition déchets d'abattoir

Nature du rejet	DCO	DBO5	NTK	PT
Sang	374 g/l	172 g/l	30 g/l	8 g/l
Contenus de panses et tubes digestion	246 g/l	231 g/l	22 g/Kg	6 g/Kg

DCO : Demande chimique en oxygène

DBO : Demande biologique en oxygène

NTK : Azote Kjeldahl

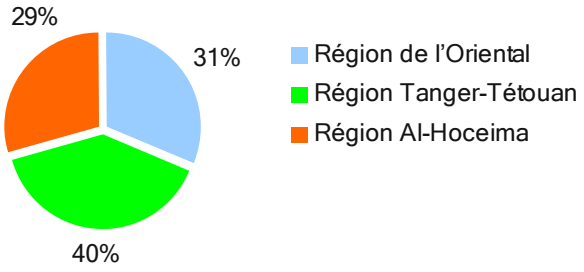
PT : Phosphore Totale

Les estimations de déchets d'abattoirs produits annuellement dans les provinces du nord du Maroc sont présentées au tableau 5-6. Il existe seulement des données sur les quantités totales produites par région. Les quantités de déchets d'abattoirs sont réparties par province, selon la répartition de la population.

Tableau 5-6 : Production et répartition des déchets d'abattoir

Région	DOB* des abattoirs (T/an)
Oujda Angad	2'101
Taourirte	911
Jerada	468
Nador	3'180
Berkane	1'186
Figuig	554
Région de l'Oriental	**8'400**
Chefchaoune	2'411
Larache	2'111
Tanger	3'575
Tétouan	2'402
Région Tanger-Tétouan	**10'500**
Al-hoceima	1'753
Taounate	2'910
Taza	3'238
Région Al-Hoceima	**7'900**
Total régions du Nord	**26'800**

* Déchet organiques biodégradables



La production totale s'élève à **26'800 T /an**, dont 40% vient de la région Tanger-Tétouan, 31% de l'Oriental et 29% de la région de Al-Hoceima.

Les statistiques nationales de 2004 montrent une production totale de déchets organiques biodégradables de 130'130 T, 48.4% venant d'abattage des bovins, 45.9% d'ovins et 5.7% de caprins. La partie matière stercoraire représente 88.2% du total et le sang 11.8%.

En Europe il existe une réglementation très stricte par rapport à l'utilisation du sang dans la méthanisation et une stérilisation à au moins 133°C est obligatoire. La production de la matière stercoraire est de **23'640 T/an**.

Les abattoirs dans les régions du nord du Maroc ne sont pas encore équipés de système de récupération des sous produits d'abattage en vue d'une valorisation. Le sang, le contenu stomacal, urines et fèces des animaux et quelques morceaux de graisses, de laine et autres constituants organiques sont drainés avec les eaux de nettoyage vers le collecteur des eaux usées.

Les déchets solides des abattoirs sont transportés vers les décharges et dépotoirs publics où ils se retrouvent avec les déchets et ordures ménagères.

5.4 Les boues d'épuration de STEP

La composition moyenne des boues d'épuration au Maroc est donnée au tableau 5-7 suivant.

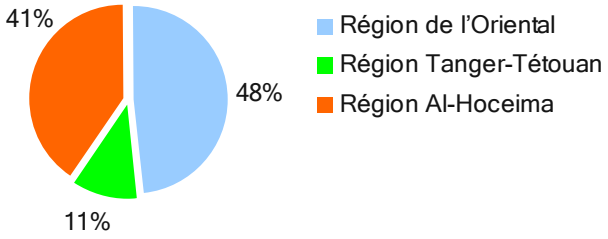
Tableau 5-7 : Composition moyenne de boues d'épuration au Maroc

Paramètre	MgO%	CaO%	K2O%	P%	C/N	N%	MO%	pH
Valeur	1,26	6,76	0,28	0,76	13	1,45	38	6,7

On remarque que celles ci contiennent environ 38% de matière organique (MO) avec un rapport C/N de 13 indiquant que ces boues sont utilisables en compostage. On note également la présence notable du phosphore et du potassium qui favorise la croissance des micro-organismes lors du compostage.

Tableau 5-8 : Production et répartition des boues de STEP

Région	Production de boues des STEP (T/an)
Oujda Angad	363
Taourirte	157
Jerada	81
Nador	550
Berkane	205
Figuig	96
Région de l'Oriental	**1'452**
Chefchaoune	76
Larache	67
Tanger	113
Tétouan	76
Région Tanger-Tétouan	**333**
Al-Hoceima	271
Taounate	449
Taza	500
Région Al-Hoceima	**1'220**
Total régions du Nord	**3'005**



Selon les données de [Mountadar] la production totale s'élève à 3'005 T/an à un taux de matière sèche de 3%.

Si on estime la production journalière en boues d'épuration en MS par habitant (30 - 40 g), le total des régions du Nord devrait être 78'780 T de matière sèche/an.

Généralement, ces résultats montrent que la production actuellement mobilisable des boues au nord du pays est bien faible par rapport au potentiel réel existant. Ceci est la conséquence du faible taux de raccordement des populations urbaines aux stations de traitement des eaux usées et au faible taux d'eaux usées traitée à la province du nord du pays. Malgré la production modeste de boues au niveau des stations de traitement, leur gestion pose de sérieux problèmes économiques, environnementaux et de santé publique (dépôt, infiltration, odeurs…).

Il faut noter, bien que la région de Tanger-Tétouan soit la plus grande en termes de population, sa production de boues de STEP est très faible.

5.5 Les déchets ménagers fermentescibles

Les déchets ménagers sont un mélange hétérogène de matériaux ayant des propriétés physiques et chimiques très différentes. Cette composition est largement déterminée par la nature des déchets et leur emballage ainsi que les pratiques de consommation, qui varient en fonction du niveau de vie et des habitudes culturelle. L'analyse de l'évolution de la composition de ces déchets montre une légère diminution des matières organiques au bénéfice d'autres produits. Aucune variation significative n'a été mise en évidence entre 1966 et 1999 (voir tableau 5-9 suivant).

Tableau 5-9 : Composition des déchets marocains

Principales composantes des déchets	1960	1990	1999
Matières organiques	75%	65 à 70%	50 à 70%
Papier-carton	15%	18 à 20%	5 à 10%
Plastique	0,3%	2 à 3%	6 à 8%
Métal	0,4%	1 à 3%	1 à 4%
Verre-débris de céramiques	0,6%	1%	1 à 2%
Divers	8,8%	5 à 7%	16%
Densité		0,4 kg/L	0,4 à 0,5 kg/L
Humidité		65 à 70%	70%

La production spécifique journalière des ordures ménagères est fonction du taux d'urbanisation, de la taille et de la richesse de la commune. Même si les taux de collecte semblent un peu élevés, les décharges municipales ne sont pas contrôlées, en plus de l'existence d'un nombre important de dépotoirs sauvages.

La production des déchets ménagers est détaillée dans le tableau 5-10, en se basant sur une production journalière de 0.7 kg déchets ménagers par habitant.

Tableau 5-10 : Production et répartition des FFOM en 2007

Région	Population Totale	Population Urbaine	% Urbaine	Production totale FFOM (T/an)	FFOM urbaines (T/an)
Oujda Angad	489'000	431'000	88	74'964	66'072
Taourirte	212'000	127'000	60	32'500	19'469
Jerada	109'000	68'000	62	16'710	10'424
Nador	740'000	386'000	52	113'442	59'174
Berkane	276'000	163'000	59	42'311	24'988
Figuig	129'000	64'000	50	19'776	9'811
Région de l'Oriental	**1'955'000**	**1'239'000**	**63**	**299'702**	**189'939**
Chefchaoune	547'000	60'000	11	83'855	9'198
Larache	479'000	229'000	48	73'431	35'106
Tanger	811'000	759'000	94	124'326	116'355
Tétouan	545'000	401'000	74	83'549	61'473
Région Tanger-Tétouan	**2'382'000**	**1'449'000**	**61**	**365'161**	**222'132**
Al-Hoceima	406'000	124'000	31	62'240	19'009
Taounate	674'000	70'000	10	103'324	10'731
Taza	750'000	255'000	34	114'975	39'092
Région Al-Hoceima	**1'830'000**	**449'000**	**25**	**280'539**	**68'832**
Total régions du Nord	**6'167'000**	**3'137'000**	**51**	**945'401**	**480'902**

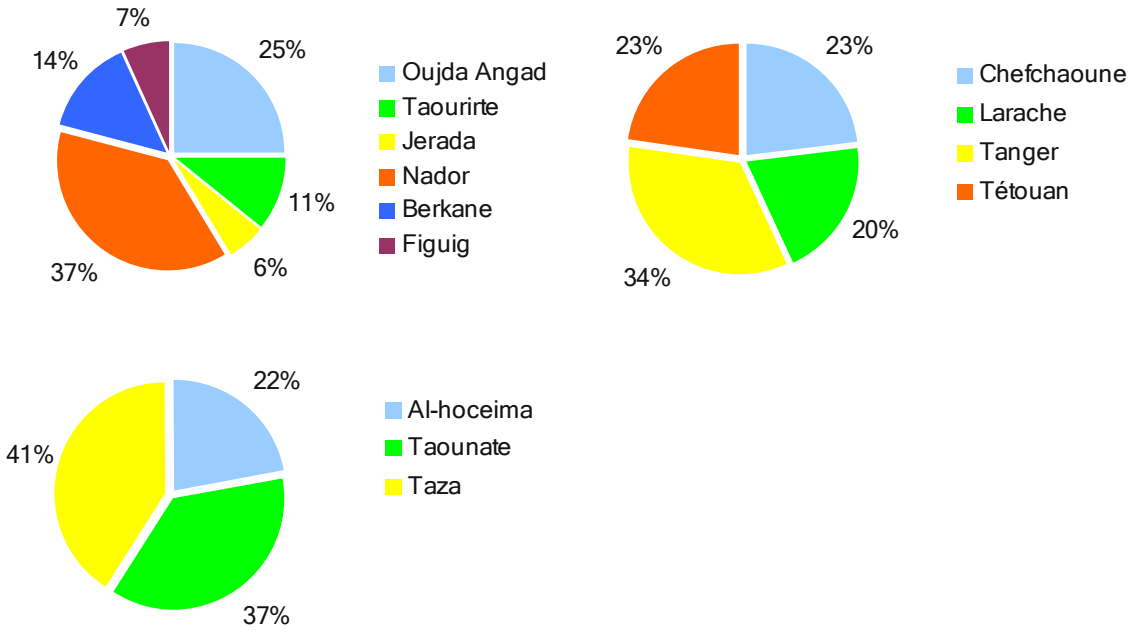


Figure 5-5 : Répartition production FFOM par province

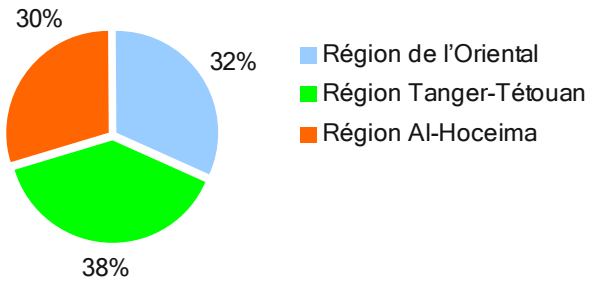


Figure 5-6 : Répartition production FFOM par région

La production totale de FFOM est estimée à **945'401 T/an**.

La quantité des FFOM est proportionnelle au nombre d'habitants, puisque la production des déchets ménagers est fonction du taux d'urbanisation.

La province de Nador affiche la production la plus importante pour la région de l'Oriental, pour la région de Tanger-Tétouan, c'est la province de Tanger, et pour la région de Taza Al-Hoceima Taounate, c'est la province de Taza.

5.5.1 Les FFOM du tourisme

Les FFOM issues du tourisme ont été estimées à partir du nombre de nuitées touristiques. Le tableau suivant les montre pour 2007, par classe d'hôtel.

Tableau 5-11 : Nuitées touristiques 2007

	Hôtel 5*****	Hôtel 4****	Hôtel 3***	Hôtel 2**	Hôtel 1*	Total
Région de l'Oriental	-	36'620	57'203	29'995	22'339	146'157
Région Tanger-Tétouan	141'241	312'478	361'092	141'587	48'226	1'004'624
Région Taza	-	-	17'808	25'359	13'158	56'325
Total régions du Nord	**141'241**	**349'098**	**436'103**	**196'941**	**83'723**	**1'207'106**

Si on estime également une production de 0.7 kg par personne par jour (nuitée), dont 60 % de fraction fermentescible, la production totale en FFOM se monte à 507 T/an. Cette production a principalement lieu dans la région de Tanger-Tétouan. Par rapport au tonnage de FFOM lié aux déchets ménagers de cette région (222'132 T/an), la production des FFOM du tourisme ne représentent que 0.2 %.

Bien sûr, dans les zones touristiques comme les centres balnéaires ce gisement pourrait être intéressant à valoriser. Il faut noter que la haute-saison de production est concentrée sur les mois d'été.

5.6 Les déchets des poissons

Faute de données sur les productions de déchets, on se limite à présenter les quantités pêchées.

Tableau 5-12 : Quantités de poisson pêchées dans la région du Nord

	Province	Site	Quantité pêchée (T/an)
Région de l'Oriental	Nador	Ras kebdana	3'244
	Nador	Nador	14'064
	Nador	Sidi H'saine	-
Total de la région			**17'308**
Région Tanger-Tetouane	Tétouan	Oued laou	1'487
	Tétouan	M'diq	10'103
	Tanger	Tanger	8'992
	Tanger	Asilah	74
	Tétouan	Ksar sghir	4
	Larache	Larache	14'363
Total de la région			**35'023**
Région Al-Hoceima	Al-Hoceima	Al-Hoceima	15'589
	Al-Hoceima	Cala Iris	1'389
	Al-Hoceima	Jebha	2'938
Total de la région			**19'916**
Total régions du Nord			**72'247**

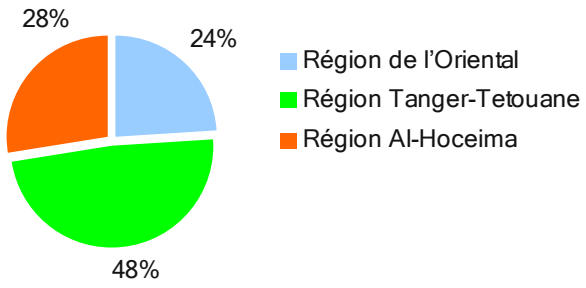


Figure 5-7 : Répartition production déchets de poisson par région

La plus grande région de pêche dans la zone du Nord est Tanger-Tétouan (48%) suivie par Al-Hoceima (28%) et l'Oriental (24%). La quantité totale pêchée s'élève 72'247 T/an.

Géographiquement, La Méditerranée ne constitue que 5.2% du tonnage des débarquements des produits de la pêche au Maroc (rien que 1.1 % en valeur). C'est donc sur les captures en Atlantique que repose toute l'industrie des pêches au Maroc.

5.7 Résumé

Le tableau 5-13 et la figure suivants montrent un récapitulatif des quantités des déchets inventoriés.

Tableau 5-13 : Récapitulatif des quantités des déchets inventoriés

	Résidus agricoles (T/an)	Fumiers mobilisables (T /an)	Boues d'épuration (T /an)	FFOM (T /an)	Déchets d'abattoirs (T /an)
Oujda Angad	436'821	845'215	363	74'964	1'853
Taourirte	98'836	-	157	32'500	803
Jerada	81'737	-	81	16'710	413
Nador	561'810	611'740	550	113'442	2'804
Berkane	118'017	-	205	42'311	1'046
Figuig	19'189	502'800	96	19'776	489
Région de l'Oriental	**1'316'410**	**1'959'755**	**1'452**	**299'702**	**8'400**
Chefchaoune	178'000	998'625	76	83'855	2'127
Larache	166'640	961'490	67	73'431	1'862
Tanger	99'610	362'505	113	124'326	3'153
Tétouan	121'420	671'225	76	83'549	2'119
Région Tanger-Tétouan	**565'670**	**2'993'845**	**333**	**365'161**	**10'500**
Al-hoceima	217'310	553'065	271	62'240	1'546
Taounate	735'710	1'355'930	449	103'324	2'566
Taza	610'140	1'320'865	500	114'975	2'856
Région Al-Hoceima	**1'563'160**	**3'229'860**	**1'220**	**280'539**	**7'900**
Total régions du Nord	**3'445'240**	**8'183'460**	**3'005**	**945'401**	**26'800**

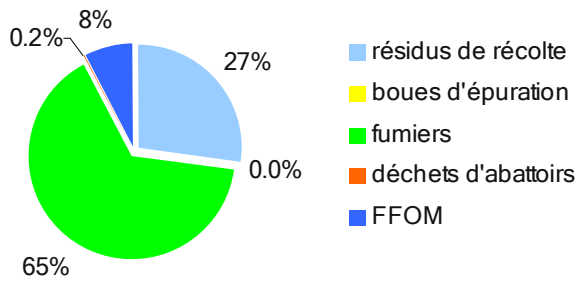


Figure 5-8 : Répartition par type de déchet

En quantité les fumiers représentent 65% du total, suivi par les résidus de récolte (27%), dont principalement les résidus céréales, et les FFOM (8%). Au niveau de la région du nord du Maroc, les quantités de boues de STEP et les déchets d'abattoir sont négligeables ainsi que les quantités de déchets générés par la transformation de poisson si on compare la quantité pêchée avec les autres gisements.

5.8 Répartition des gisements

En observant les types de déchets organiques disponibles on peut définir trois groupes de ceux-ci, à savoir les déchets d'élevage (fumiers) les résidus de récolte et les FFOM issues des ordures ménagères. Les déchets d'origine agricole sont repartis selon la concentration des activités agricoles dans les différentes provinces. Les FFOM sont concentrées dans les régions urbaines et dans des zones touristiques.

Un focus plus local permet de définir les concentrations de déchets au niveau des abattoirs, des usines de transformation de poisson et des centres touristiques.

5.9 Développement

5.9.1 Population

Dans le passé, la population marocaine a augmenté de façon régulière jusqu'à 2000. Depuis les années 2000 à 2004, on observe un ralentissement de la croissance démographique et même une diminution de la population en 2004. Le taux de natalité des Marocains diminue depuis quinze ans ; le groupe d'âge le plus fort est le groupe de 15 à 19 ans.

5.9.2 Agriculture

Après deux années de faible performance, les activités agricoles connaissent un mouvement sensible de relance. La campagne agricole 2008/2009 s'annonce largement favorable et promet de ramener l'écart de production au-delà de son niveau tendanciel. A fin décembre 2008, le cumul pluviométrique a dépassé celui d'une année normale de 106%. Cet excédent a concerné l'ensemble des régions agricoles et a induit une élévation de 40,7% des réserves en eau des barrages à usage agricole.

Outre les répercussions attendues de l'amélioration des conditions climatiques, la campagne 2008/09 bénéficie du lancement du Plan Maroc Vert. Axé autour de sept filières agricoles les plus compétitives (agrumes, olives, maraichères, horticulture, céréales, lait, avicole et viande bovine), le plan promet de générer un gain supplémentaire de CHF 9 à 13 milliards à la valeur ajoutée agricole à l'horizon de 2020. En 2009, les premières actions du Plan Vert ont visé l'amélioration des rendements des cultures céréalières, à travers l'élargissement, de 35 mille hectares, des surfaces destinées aux semences sélectionnées de blé ; l'objectif étant de renforcer les stocks de ces graines, après une forte chute en 2008.

Une intensification de l'agriculture engendrait également une augmentation des résidus de récolte et autres déchets agricoles, comme les déjections animales.

5.9.3 Traitement des eaux usées

Selon l'Institut für Siedlungswasserwirtschaft de la RWTH Aachen le Maroc est seulement au début du développement d'un traitement contrôlé des eaux usées, aussi bien dans les régions urbaines que rurales.

Dans la plupart des villes les eaux usées sont collectées dans des systèmes de canalisation techniquement insuffisants et sont, en général, envoyées ensuite directement dans le prochain exutoire sans traitement supplémentaire. Au total il y a au Maroc approximativement 50 stations d'épuration des eaux mais qui ne fonctionnent pas à 80%. L'ONEP (Office Nationale de l'eau potable) gérait au début de 2006 13 stations d'épuration et leur nombre doit s'accroître à 30 jusqu'en 2007.

Jusqu'en 2025 le gouvernement du Maroc souhaite investir 18,3 milliards d'Euros dans la gestion de l'eau. Un tiers de ces investissements sont prévus pour l'évacuation et le traitement des eaux usées. Même si plus de 70% de la population urbaine (18 millions d'habitant) a un raccordement à la canalisation, seulement une partie marginale des eaux collectées est épurée. Dans les régions rurales où vivent 12 millions d'habitants, aucune canalisation n'existe. Sur les 500 millions m3 d'eaux usées qui sont collectées annuellement, 30 % retournent directement et sans traitement aucun dans le cycle de l'eau, selon un rapport des Nations Unies. Pour cette raison les réserves

d'eaux sont polluées et salées. 27% s'infiltrent dans le sol dont la moitié est utilisée pour l'irrigation dans l'agriculture. Le reste de 43% arrive sans traitement dans la mer.

Ainsi, seulement 5% des eaux communales sont traitées.

5.9.4 FFOM

Au Maroc, la production des déchets solides est en augmentation constante. Selon les statistiques les plus récentes, elle est estimée à 6,5 millions de tonnes par an.

Ces déchets sont constituées essentiellement par de la matière fermentescibles (67%) et se caractérise par un taux humidité élevé (60 à 70 %), une forte densité (0,5) et un faible pouvoir calorifique (1000 kcal/kg).

Le taux de matière organique des ordures ménagères a tendance à baisser, à cause d'une augmentation des emballages en plastique. De plus en plus l'achat des produits se fait au supermarché au lieu des souks, d'où une augmentation des emballages.

Sur la proportion collectée (85%) une faible part (2%) est recyclée ou mise en décharge contrôlée. Le reste est mis en décharge (non contrôlée) sans aucune forme de contrôle ou de traitement.

Le concept de décharge contrôlée est connu mais ne fait pas l'objet de pratique régulière. La majorité des décharges arrivées à saturation ou en cours d'exploitation présentent un risque pour l'environnement et nécessitent un plan de réhabilitation pour lutter contre les dégâts qui peuvent être engendrés par ces dépôts sauvages.

Le traitement des déchets par compostage a été choisi comme procédé de valorisation le plus adapté à la nature des déchets produits. Quelques villes ont disposé d'UTOM (Usines de Traitement des Ordures Ménagères) conçues pour fabriquer du compost. Le procédé du compostage, utilisé en Europe, consisté en un broyage des déchets bruts, en leur tri, en leur fermentation et ensuite en leur stockage.

L'ensemble de ces UTOM ne fonctionne pas actuellement à cause de :

- la technique utilisée qui n'est pas adaptée à la nature des ordures ménagères du Maroc car les déchets produits au Maroc sont plus humides que ceux produits en Europe. Par conséquent un colmatage se produit à la phase de broyage.
- problèmes de gestion et manque d'entretien de l'UTOM,
- problèmes financiers : la filière de vente et d'utilisation du compost n'a souvent pas été bien mise en place

5.9.5 Pêche

Après une forte régression au deuxième trimestre 2008, accentuée par des mouvements de grèves, les activités de la pêche ont repris au troisième trimestre (17,4%). Cette reprise tient au raffermissement des débarquements des poissons pélagiques (+15%, en glissement annuel), notamment au niveau des ports atlantiques, où s'opère plus de 95% du volume global des débarquements. Les espèces benthiques ont affiché une performance notable, à l'exception des crustacés et des mollusques, dont les quantités pêchées ont nettement fléchi.

Ce regain global d'activité a été favorisé par un ensemble de mesures publiques dont, notamment, l'augmentation de 30% des quantités autorisées de la pêche du poulpe et le relèvement des prix de vente de poissons aux opérateurs industriels. Ces derniers ont monopolisé 33% du volume global des débarquements, soit une progression de 48%, au terme des onze premiers mois de 2008. Les ventes destinées à la consommation ont été moins dynamiques (+3%). En contrepartie, un fort mouvement de stockage sous congélation a été constaté, en réponse à une accélération des ventes extérieures de poissons frais, dont la croissance s'est établie à 10,3%, au cours de la même période.

En 2009, bien que le secteur profite de la mise en action du plan Ibhar, visant essentiellement à moderniser la flotte côtière et améliorer les conditions de travail et de vie des pêcheurs, la reprise de sa valeur ajoutée pourrait être encore fragilisée. Les effets du nouveau plan pourraient tarder à se manifester rapidement, au vu des difficultés auxquelles est soumis le secteur depuis près de cinq ans. Une fois passés les effets d'ajustement mécanique, l'évolution de sa valeur ajoutée reposera beaucoup plus sur des poissons à faible valeur ajoutée, qui évoluent selon un profil heurté depuis quelques années.

6. ESTIMATION DU POTENTIEL MÉTHANOGÈNE

6.1 Potentiel énergétique

Le potentiel énergétique est calculé en appliquant aux quantités de matières brutes un rendement de biogaz spécifique. Il est donc exprimé en kWh d'énergie sous forme de biogaz par tonne de matière fraîche. Les rendements sont présentés dans le tableau 6-1 suivant.

Il faut noter que ce potentiel comprend un chiffre global et que celui-ci peut varier de cas en cas.

Tableau 6-1 : Potentiel énergétique

Catégories	Type	Sous-type	Rendement biogaz kWh/T MF
Déchets d'origine agricole	déjections animales	fumier bovin	365
Déchets d'origine agricole	déjections animales	fumier ovin	595
Déchets d'origine agricole	déjections animales	fumier caprin	595
Déchets d'origine agricole	déjections animales	fumier équin	420
Déchets d'origine agricole	résidus de récolte	céréales	1'600
Déchets d'origine agricole	résidus de récolte	légumineuses	300
Déchets d'origine agricole	résidus de récolte	pommes de terre	300
Déchets d'origine agricole	résidus de récolte	tomates	300
Déchets d'origine agricole	résidus de récolte	betteraves	300
Déchets ménagers et industriels	déchets des ménages et des collectivités	FFOM	840
Déchets ménagers et industriels	déchets des ménages et des collectivités	boues d'épuration	105
Déchets ménagers et industriels	déchets industriels	déchets d'abattoir	310
Déchets ménagers et industriels	déchets industriels	déchets de poisson	500

Les résidus de récoltes concernent plutôt les plantes et feuilles et donc le rendement de biogaz est estimé à un même niveau pour tout résidu.

6.2 Potentiel total de méthanisation

Dans l'inventaire du chapitre précédent toutes les quantités disponibles sont présentées. Pour la mobilisation des déchets, on a pris compte des points suivants :

- pour ne pas compter en double la quantité de paille, composant principal des résidus de récolte de céréales, on n'utilise pas les chiffres donnés sur la production en résidus mais on prend seulement en compte la quantité de production de fumier, dans laquelle l'utilisation de paille est incorporée.
- concernant les déchets d'abattoirs on ne prend que la matière stercoraire et pas le sang en raison d'une hygiénisation à mettre en place. La matière stercoraire représente 88.2% du total.
- les déchets d'abattoirs et de poissons sont mis ensemble sous le nom de déchets d'industrie agroalimentaire (déchets IAA)
- les FFOM et les boues de STEP sont mises ensemble sous le nom de déchets urbains. Des FFOM seules la partie produite dans les régions urbaines est prise en compte, la récupération des déchets dans les zones rurales étant encore plus difficile que dans les zones urbaines. Les totaux en FFOM récupérables issus des zones rurales diminuent ainsi de 945'401 à 480'902 T/an.

Le tableau 6-2 présente le potentiel énergétique théorique des déchets organiques inventoriés pour la méthanisation.

Tableau 6-2 : Potentiel énergétique théorique méthanogène du nord du Maroc

Région	Résidus de récolte	Fumiers	Déchets urbains	Déchets IAA	TOTAL
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Oujda Angad	260	422'110	53'870	590	476'830
Taourirte	250	0	15'880	260	16'390
Jerada	100	0	8'500	130	8'730
Nador	7'600	298'520	48'270	900	355'290
Berkane	3'380	0	20'380	330	24'090
Figuig	40	279'350	8'000	160	287'550
Région de l'Oriental	**11'630**	**999'980**	**154'900**	**2'370**	**1'168'880**
Chefchaoune	480	435'960	6'580	680	443'700
Larache	9'420	411'580	25'070	600	446'670
Tanger	320	153'420	83'090	1'010	237'840
Tétouan	1'230	287'430	43'900	680	333'240
Région Tanger-Tétouan	**11'450**	**1'288'390**	**158'640**	**2'970**	**1'461'450**
Al-hoceima	1'610	242'110	13'600	490	257'810
Taounate	12'650	572'970	7'710	820	594'150
Taza	4'290	611'620	27'960	910	644'780
Région Al-Hoceima	**18'550**	**1'426'700**	**49'270**	**2'220**	**1'496'740**
Total régions du Nord	**41'630**	**3'715'070**	**362'810**	**7'560**	**4'127'070**

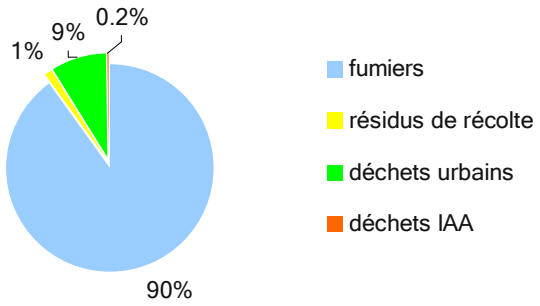


Figure 6-1 : Répartition potentiel énergétique par type de déchet

En supprimant les résidus de céréales et en prenant seulement la partie des FFOM issues des zones urbaines et en appliquant le taux de collecte actuelle, la proportion énergétique issue des fumiers représente ainsi 90% du total, suivi par les déchets urbains, avec 9%. Les résidus de récolte, sans céréales représentent ainsi seulement 1% du potentiel énergétique total.

Le potentiel énergétique théorique total du nord est estimé à 4'178'060 MWh ou 0.33 Mtep.

Le GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) a fait une étude globale sur le potentiel des énergies renouvelables au Maroc. Dans cette étude un potentiel du biogaz a été estimé à 0.5 Mtep.

7. TYPES D'INSTALLATIONS

Les résultats du chapitre 6 ont montré que 2 types de déchets sont bien présents, à savoir les fumiers et les déchets urbains, dont principalement les FFOM. Il sera donc intéressant de baser également les installations de méthanisation sur ces deux types de déchets organiques.

7.1 Retour d'expériences du biogaz au Maroc : historique et perspectives d'avenir

La technologie du biogaz est une solution innovante pour la bonne gestion des déchets organiques solides et liquides, et aussi comme source d'énergie propre et renouvelable aussi bien pour les zones urbaines que rurales.

Au cours des deux dernières décennies, la biométhanisation des eaux usées résiduelles et des déchets organiques a sensiblement progressé, principalement en raison de la montée en puissance de la valorisation du biogaz qui offre une série de nouvelles applications durables et qui respectent l'environnement.

Par ailleurs, les procédés classiques d'incinération ne sont pas adaptés aux ordures ménagères marocaines en raison de la forte humidité de ces déchets (60 à 70 % : prédominance des matières organiques) et de leur faible pouvoir calorifique (900 à 1000 kcal/kg : faible teneur en matières combustibles et emballages).

Au Maroc, le système chinois a été mis à l'essai dans les districts ruraux et environ 350 unités de petites dimensions ont été construites depuis 1983, principalement dans les régions du Haouz et du Souss Massa, ce qui a représenté une capacité installée de 3000 m^3, Le volume des digesteurs a varié entre 10 et 180 m^3.

Ce parc de digesteurs de petites et moyennes capacités a été installé au prix de grands efforts fournis par le CDER et par les Offices du Département de l'Agriculture, mais sans succès notable. Les obstacles majeurs à la diffusion de cette technologie en milieu rural sont vraisemblablement la non-disponibilité de l'eau, l'insuffisance de suivi technique des installations et l'insuffisance des mesures d'incitation.

Cependant, le coût de l'investissement représente le premier obstacle à la mise en place d'une installation productrice de biogaz. La méconnaissance de cette technique représente le second handicap de la méthanisation. Une sensibilisation du public concerné permettrait d'attirer l'attention sur cette nouvelle énergie très prometteuse tant à un niveau économique qu'écologique.

D'après une enquête du CDER, environ 45% des fermenteurs (digesteurs) existants ne fonctionnent pas correctement et ce pour des raisons techniques (problèmes d'étanchéité, l'insuffisance de l'information et de la formation continue au niveau local, la faiblesse des installations techniques, l'absence de personnel qualifié, de faibles productions de méthane, manque d'entretien …).

Dans le cas des digesteurs qui sont opérationnels, le biogaz produit a été généralement utilisé pour la cuisson et l'éclairage. Pour la production de force motrice et la réfrigération, les installations étaient d'une capacité supérieure à 60 m^3 de volume du digesteur.

7.2 Installation de biogaz type « agricole »

7.2.1 Ferme marocaine

Une ferme typique pour la région d'Oujda a été visitée. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Effectif bétail : 20 bovins et 400 ovins.
- Les bovins sont toujours à l'étable et les ovins de 10h00 - 14h00 et de 20h00 - 4h00. Le bétail est à l'étable 12 h sur 24 h.
- Production fumier : ovins, 4 brouettes à 20 kg (estimation) par jour ; bovins, 16 brouettes à 20 kg par jour, soit au total environ 400 kg de fumier par jour

Les photos en annexe 3 donnent une idée sur la situation de l'élevage.

En se basant sur les impressions reçues pendant la visite on faire poser les remarques générales suivantes :

- Production fumier bien repartie sur l'année
- Fumier très sec, voir photos. Ce fumier est stocké pour quelque temps.
- Fumier pailleux contenant des indésirables (plastiques etc.)
- Raclage manuel chaque jour et transport par brouette.

Les buts envisagés pour une installation de biogaz agricole sont:

- Production d'énergie pour les besoins propres
- Meilleure valorisation des éléments fertilisants
- Traitement des eaux usées et biodéchets locaux.

Sur la base de la visite on s'est posé également les questions suivantes :

- Est-ce que l'on peut faire de l'irrigation en épandant le digestat ?
- Peut-on diluer les intrants avec des eaux usées ?
- Peut-on diluer les intrants avec de l'eau d'irrigation ?

7.2.2 Bilan matière

La production de fumier est estimée à:

- 116.8 t/an fumier bovin à 33% MS
- 29.2 t/an fumier ovin à 45% MS

La figure suivante montre le bilan matière de la digestion.

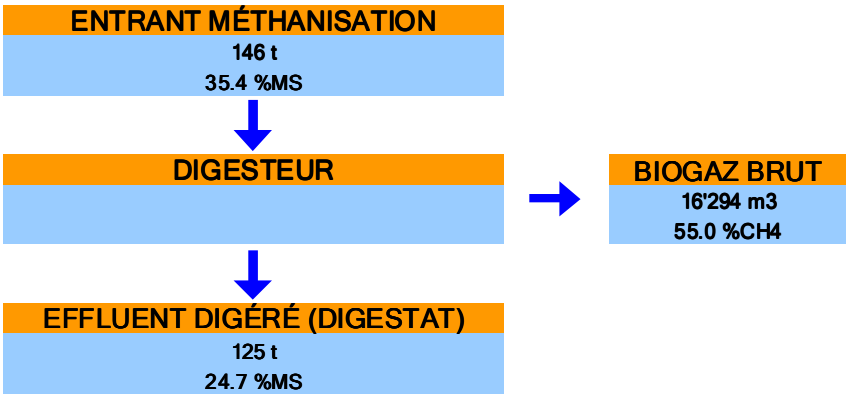


Figure 7-1 : Le bilan matière

7.2.3 Paramètres de base pour le dimensionnement d'une installation marocaine

Afin de développer une installation marocaine on a tenu compte les paramètres suivants pour le dimensionnement du système

- substrat trop sec par rapport à l'utilisation optimale d'une installation type chinois
- l'utilisation de matière fibreuse nécessite un brassage automatique du digesteur et le broyage des intrants
- valorisation du biogaz : éclairage à gaz, frigo à gaz, cuisinière à gaz, pompe d'irrigation, production électricité
- digestat épandage/ irrigation

- utilisation facile, sans trop d'automatisation
- construction locale

7.2.4 Installation type « liquide »

Une installation de biogaz a été dimensionnée, sur la base du concept chinois.

Au niveau technique, les installations de type chinois ont quelques limites:

- Le taux de matière sèche des intrants devrait être au maximum 7%. Les systèmes opèrent bien avec des intrants liquides, dont les lisiers et les eaux usées. Il faut éviter une introduction trop importante de la matière fibreuse. Un taux de MS trop élevé ainsi qu'une introduction de la matière fibreuse nécessitant un broyage et un brassage intensives, ce qui n'est pas vraiment prévu dans la conception des installations chinoises.
- Problèmes d'étanchéité du dôme de collecte de biogaz. La construction d'un digesteur requiert une certaine qualité au niveau de la maçonnerie.

Par rapport au type chinois l'installation est automatisée pour garantir un broyage des intrants, une alimentation et un brassage du digesteur. Une illustration de l'installation est donnée à la figure 7-2.

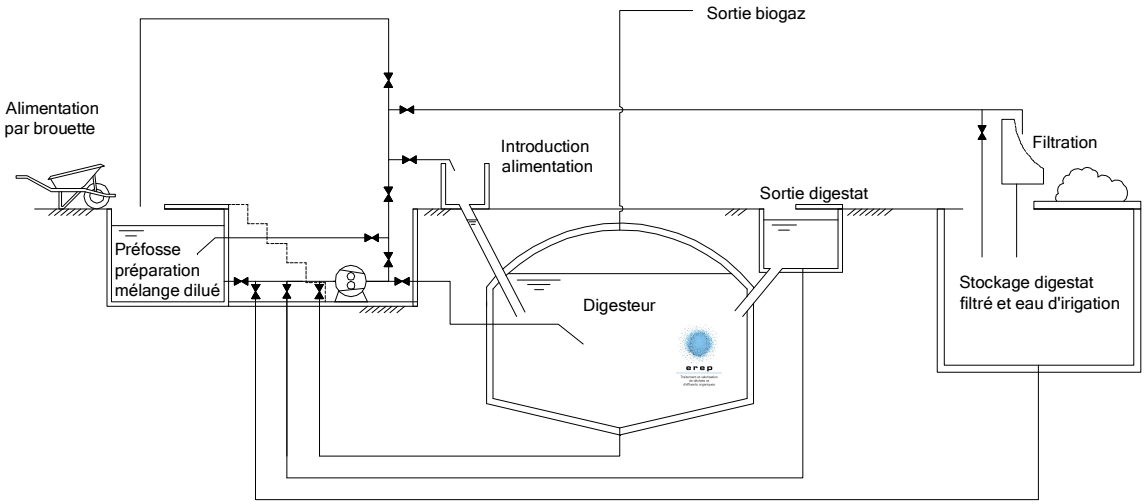


Figure 7-2 : Illustration installation de biogaz de type « liquide »

Le taux de matière sèche maximum est fixé 7% MS, basé sur l'expérience avec des installations chinoises. Un taux plus haut engendrait des problèmes de mélange et de transport des flux. Cela nécessite donc une dilution des intrants avec de l'eau (d'irrigation).
Le type « liquide » serait en fait le type « chinois » amélioré/ automatisé. Une pompe broyeuse est installée pour le transport des liquides et le broyage des différentes matières. À l'aide de vannes, la pompe est positionnée pour les fonctions requises.

Dans une préfosse un mélange est préparé entre les fumiers collectés à la brouette et l'eau d'irrigation. Cette préparation se fait chaque jour ou chaque 2 jours. Une pompe broyeuse broie et mélange.

Le digesteur est alimenté (manuellement) depuis la préfosse 1 ou 2 fois par jour par la même pompe. Ensuite quelques fois par jour le digesteur est brassé par la pompe, en mode de récirculation.

Le volume alimenté est également sorti du digesteur à l'aide de la pompe. Le digestat sortant est filtré au moyen d'un tamis courbe pour évacuer la matière fibreuse. Le digestat filtré est réutilisé pour diluer le fumier.

Quelques paramètres de dimensionnement sont présentés ci-après:

- Production annuelle de fumier (bovin et caprin/ovin) : 146 t/an fumier
- Besoin en liquide pour la dilution de la matière sèche : 592 t/an eau d'irrigation / digestat dilué
- Taux de matière sèche entrant : 7% MS
- Temps de stockage dans la préfosse : 2.5 jours ; volume préfosse 5 m^3
- Digesteur enterré ; temps de séjour : 50 jours ; volume 100 m^3, diamètre 6.5 m, hauteur nette : 3 m
- Bac d'introduction alimentation digesteur ; volume : 1 m^3
- Sortie digestat, volume : 3 m^3
- Stockage digestat / eau d'irrigation, temps de stockage 15 jours, volume 30 m^3
- Température des intrants (moyenne annelle) 17 °C, température ambiante annuelle 20°C, température digesteur sans système de chauffage estimée à 18°C.

Pour améliorer la production de biogaz, le digesteur peut être complété par un système de chauffage par énergie solaire.

Pendant la journée une cuve d'eau est chauffée grâce au soleil. L'eau réchauffée circule entre les panneaux solaires et la cuve. Depuis la cuve un circuit séparé fournit la chaleur au digesteur. Le volume de la cuve est dimensionné d'une telle façon qu'il permet un stockage de chaleur pendant la période de nuit afin de la transmettre au digesteur.

Il faut noter que ce type d'installation dérivé du système chinois serait un prototype et il n'existe pas de données sur un retour d'expérience.

7.2.5 Installation type « sec »

En vue de réduire l'utilisation de l'eau pour la production biogaz, un autre type d'installation est également pris en compte, basé sur la fermentation « sèche ». L'installation est schématisée à la figure 7-3.

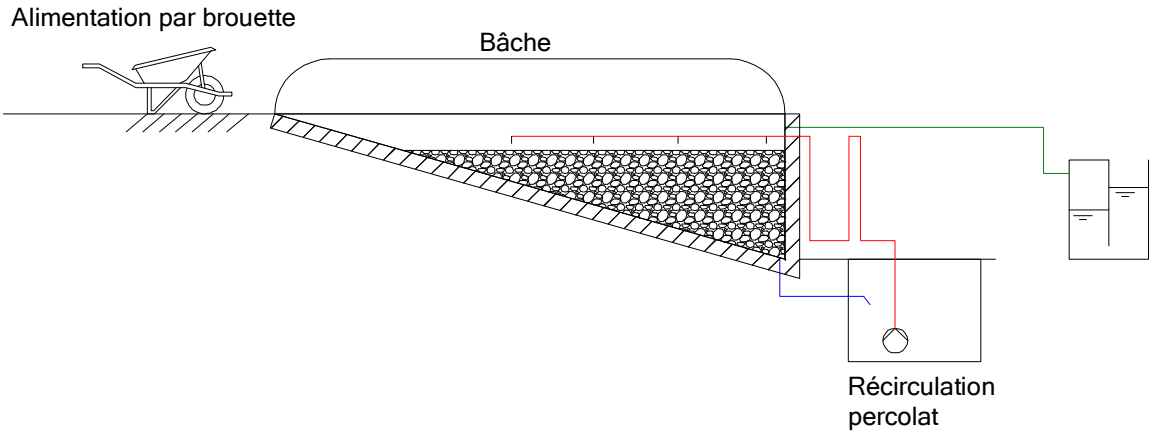


Figure 7-3 : Installation de biogaz de type « sec »

L'installation est opérée en mode discontinu, c'est-à-dire que le digesteur est rempli en une fois, suivi par une phase de production de biogaz. Ensuite le digesteur est complètement vidé en une fois. La production de biogaz issue d'un seul digesteur en mode discontinu n'est donc pas constante. Pour obtenir une production continue de biogaz, plusieurs digesteurs sont opérés parallèlement avec un décalage entre les phases d'opération. Un digesteur est en train de produire du biogaz, tandis qu'un autre est en train d'être rempli.

Un côté du digesteur est construit en pente, pour faciliter son remplissage par brouette et sa vidange par tracteur. Le remplissage se fait par brouette / tracteur selon taille d'installation et

pendant une période toute la production journalière du fumier est directement vidée dans le digesteur jusqu'au moment ou le digesteur est plein.

Quelques paramètres de dimensionnement sont présentés ci-après:

- Production annuelle de fumier (bovin et caprin/ovin) : 146 t/an fumier
- Nombre de digesteurs : 3
- Temps de séjour par digesteur : 60 jours
- Temps de remplissage d'un digesteur : 20 jours
- Volume du digesteur : 30 m^3
- Volume cuve de recirculation de percolat : 5 m^3
- Température des intrants (moyenne annelle) 17 °C, température ambiante annuelle 20°C, température digesteur sans système de chauffage estimée à 18°C.

Aussi pour ce système on peut envisager un système de chauffage, qui chauffe le percolat qui percole à travers de la masse de fumier.

7.2.6 Valorisation du biogaz produit

On peut envisager plusieurs possibilités de valorisation du biogaz produit : production de l'électricité, chaleur ou froid, mais aussi d'autres valorisations telles que les cuisinières à biogaz, frigos à gaz, éclairage à gaz, ou moteurs à gaz utilisés pour extraire de l'eau de puits.

Vu la taille des installations envisagées, la valorisation du biogaz est donc plutôt pour satisfaire les propres besoins en énergie. L'exemple est donné pour la ferme visitée. Au total la production journalière en biogaz serait 45'000 l.

On peut envisager les sources de consommation suivantes :

- Lampe à gaz : 120 - 150 litres de biogaz par jour
- Frigo capacité 100 l volume : 2'000 l/j
- Cuisine, 1.2 kg propane/butane par jour : 3'600 l/j
- Pompage irrigation hiver, 10 l benzine par jour : 18'000 l/j
- Pompage irrigation été, 30 l benzine par jour : 54'000 l/j

La production d'électricité ou l'injection dans un réseau de gaz ne peuvent être envisagées que pour des installations de plus grande capacité.

7.2.7 Analyse économique

Une analyse économique approximative a été élaborée sur l'installation de biogaz de type « liquide ».

Coûts d'investissement

Les coûts de construction d'une installation de biogaz ont été estimés par la société SCEHEF (Sté de Construction et d'Équipement Hydraulique « El Fath ») à Oujda. L'offre budgétaire est montrée en annexe 4.

Les coûts d'investissement s'élèvent à DH 150'000,- , soit environ CHF 20'000,- . En prenant la marge (besoin de couches de protection spéciales à l'intérieur du digesteur pour garantir l'étanchéité, d'importation de matériel en dehors du Maroc, etc.) on estime les coûts d'investissement totaux à CHF 30'000,-. On admet un ratio coûts d'investissement gros-œuvre - équipements de 67 - 33%.

Analyse économique

Le tableau 7-1 suivant montre le résultat de l'analyse économique.

Pour le calcul les paramètres suivants ont été appliqués :

- Sur la base des ratios bibliographiques, il est admis de considérer des **frais de réparation annuels** se situant à 2 % de l'investissement pour les équipements électromécaniques et à 1 % de l'investissement pour le gros-œuvre et les bâtiments.
- Les **consommables** sont estimés à 0.1% des coûts d'investissements.
- La consommation d'électricité est estimée à 10 kWh par tonne entrante à un tarif de DH 1.15 (CHF 0.15) / kWh.
- Les coûts du personnel, de l'épandage et des assurances sont admis à CHF 0.-

- **Frais financiers** : Les durées d'amortissement communément admises sont de 20 ans sur les ouvrages du gros-œuvre, de 8 ans sur les équipements et de 5 ans sur le groupe de cogénération. Le taux d'intérêt sur le capital investi est admis à 5 % par an.

- **Économie consommation de benzine** : Les coûts de benzine sont DH 10,- par litre (CHF 1.31/l). Si la production de biogaz peut couvrir la consommation en benzine pour le pompage de l'eau d'irrigation et on estime celle-ci à environ 3'000 l par an, l'installation de biogaz permettrait une économie de CHF 3'900,- par an.

Tableau 7-1 : Analyse économique

[A] FRAIS D'EXPLOITATION		
Réparations/Entretien	. Équipements	200.00
	. Gros-œuvre	200.00
Consommables, analyses, contrôles		30.00
Électricité (10 kWh / t)		225.00
Total frais d'exploitation [A]		**655.00**
[B] FRAIS FINANCIERS		
Intérêts et amortissements	. Équipements	1'547.22
	. Gros-œuvre	1'604.85
Total frais financiers [B]		**3'152.07**
[C] RECETTES / ÉCONOMIES		
Économie coûts de benzine		3'900.00
Total recettes [C]		**3'900.00**
Excédent brut d'exploitation (EBE) [C] - [A]		**3'245.00**
RESULTAT NET ANNUEL ANALYSE ÉCONOMIQUE [C] - [B] - [A]		**92.93**
Temps de retout brut (TRB) [Investissement / EBE]		**9.2**

L'excédent brut d'exploitation (EBE) est obtenu en soustrayant les frais d'exploitation (A) au total des recettes (C). Il est **positif** de **CHF 3'245.-** par an.

Pour être rentable, une installation doit montrer au moins un EBE positif. De plus, le total de (C)-(A)-(B) doit aussi être positif.

Au total, et en incluant les frais financiers, cette analyse économique montre un résultat net annuel qui est **positif** de **CHF 92.93** .

Une méthode pour contrôler la rentabilité est le calcul d'un Temps de Retour Brut (TRB). Celui-ci est élaboré uniquement lorsque le résultat net (C – B – A) affiche un montant positif.

Ce TRB est calculé comme suit : $TRB = \frac{[\text{Coûts d'investissement}]}{[\text{Excédent Brut d'Exploitation (EBE)}]}$

Le Temps de Retour Brut est calculé à 9.2 ans.

Cette première estimation a permis de montrer une rentabilité positive. C'est grâce aux fortes économies au niveau de la consommation en benzine utilisé pour alimenter la pompe d'irrigation qu'une installation pourrait être amortie en moins de 10 ans.

7.3 Installation de type « FFOM »

Il existe deux filières de méthanisation de la fraction organique des ordures ménagères. La première filière est basée sur une séparation à la source de la fraction organique des déchets ménagers. Les FFOM sont ensuite collectées séparément. Sur le site de l'installation de biogaz, les intrants sont seulement contrôlés sur les indésirables et les FFOM sont méthanisées dans un digesteur de type « Kompogas ».

Une autre filière est basée sur une collecte complète des ordures ménagères et ensuite un tri sur site de la fraction fermentescible. Cette filière est connue sous le nom « traitement mécano biologique ».

L'étude en cours ne permet pas de définir en détail le potentiel de traitement des FFOM au nord du Maroc.

Comme déjà montré au § 5.5 le pourcentage de la fraction organique des déchets ménagers est assez élevé (entre 50 et 70 % en 1999) et donc une méthanisation pourrait être intéressante.

L'installation d'un traitement des FFOM devrait faire partie de la gestion des déchets. Pour l'instant tous les déchets collectés sont mis à la décharge (contrôlée / sauvage). Actuellement même au niveau de cette filière de « traitement » des déchets ménagers la gestion est assez loin d'être optimale.

L'intégration de la méthanisation pour le traitement des biodéchets (soit par traitement mécano biologique soit par méthanisation des FFOM issues d'une collecte sélective) pourraient être une solution très intéressante.

8. L'INFRASTRUCTURE

8.1 Le réseau routier

Cet aspect intéresse les questions qui pourraient être liées à l'approvisionnement des installations de biogaz.

Le développement rural, l'un des objectifs de la politique de proximité préconisée par le gouvernement, constitue un enjeu réel pour le développement global et nécessite une forte participation de tous les intervenants pour plusieurs considérations se rapportant notamment à l'aménagement équilibré du territoire, au renforcement de la solidarité nationale à travers la réduction des disparités régionales, ainsi qu'à l'amélioration des conditions socio-économique de la population par la promotion de l'emploi, la lutte contre la pauvreté et la préservation des ressources naturelles du pays.

Dans ce cadre, les infrastructures de base, en particulier celles relatives aux routes de désenclavement, jouent un rôle essentiel dans la stratégie de développement social et économique du monde rural. Les routes rurales facilitent, en effet, l'accessibilité de la population rurale aux services sociaux de base, garantit les échanges économiques et valorisent les ressources locales.

Afin de réaliser cette stratégie, le gouvernement a mis en place des programmes de développement rural et les moyens nécessaires pour activer la réalisation des équipements de base en vue de répondre aux besoins urgents de désenclavement dans des délais raisonnables.

Ces actions ont abouti en 1995 à la définition du Programme National des Routes Rurales (PNRR) qui vise la construction et l'aménagement de 11.236 km de routes jugées prioritaires sur 7 à 9 ans qui se répartissent entre la construction de 5.472 km de routes revêtues et l'aménagement de 5.764 km de routes non revêtues. L'achèvement de ce programme en 2005 a permis de porter le taux des populations desservies par une route à 54% contre 36% enregistré en 1995.

Le Premier Programme National des Routes Rurales (PNRR I) a été achevé en 2005, soit en moyenne un rythme de réalisation de 1000 km/an.

À partir de 2005 le Premier Programme est suivi par le Deuxième Programme National des Routes Rurales (PNRR II). Ce programme constitue un prolongement des efforts consentis pour le désenclavement dans le cadre du premier programme. Le PNRR II vise l'augmentation du taux d'accessibilité de la population rurale au réseau routier de 54 % en 2005 à 80 % à l'horizon 2015 par la réalisation de 15.000 km de routes rurales, ceci à un rythme de réalisation de 2000 km/an.

L'état des routes en 2005 dans les trois régions du nord est montré aux tableaux 8-1 et 8-2 suivants.

Tableau 8-1 : État des routes dans les trois régions du nord en 2005

Région	Routes nationales				Routes régionales				Routes provinçales			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
L'Oriental	38.6	20.8	16.2	24.4	38	23.4	14.1	24.5	43.6	16.4	9.7	30.3
Taza - Al Hoceima - Taounate	35	20.8	18.8	25.4	41.2	18.7	17.1	23	43.2	16.9	13.6	26.3
Tanger - Tétouan	54.5	13.5	18.1	13.9	38.6	16.6	6.1	38.8	46.7	12.5	17.3	23.4
TOTAL GENERAL MAROC	**49.7**	**17.5**	**16.4**	**16.4**	**49.3**	**19.3**	**15.1**	**16.3**	**44.6**	**16.2**	**12.7**	**26.4**

A - Bon
B - Acceptable
C - Mauvais
D - Très mauvais

Tableau 8-2 : Pourcentage des routes revêtues et non-revêtues par type de route

	Nationales		Régionales		Provinçales		Total	
	% R	% N-R	% R	% N-R	% R	% N-R	% R	% N-R
L'Oriental	82	18	66	34	47	53	61	39
Taza - Hoceima - Taounate	95	5	94	6	56	44	71	29
Tanger - Tétouan	100	-	100	-	77	23	89	11
TOTAL	**87**	**13**	**88**	**12**	**46**	**54**	**61**	**39**

R - revêtu
N-R - non revêtu

8.2 Le réseau électrique

Pour développer la vie socio-économique dans les zones rurales, un programme d'électrification, le PERG (Programme de l'Électrification Rurale Globale) a été lancé à 1996. Ce programme a permit de passer d'un taux d'électrification de 18% en 1996 jusqu'à 93% en 2008.

La figure suivante montre le taux d'électrification du Maroc en 1996 et en 2008.

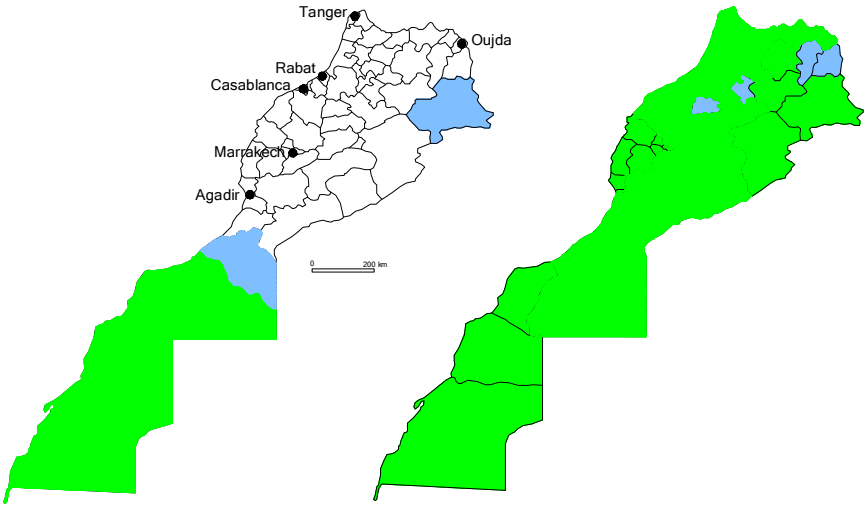


Figure 8-1 : Taux d'électrification au Maroc en 1996 et 2008
En gris : taux < 50%
En bleu : taux 50 à 80 %
En vert : taux > 90%

La différence entre 1996 et 2008 et spectaculaire. Dans la région du nord seules les provinces de Jerada et Taouirt ont un taux d'électrification entre 50 et 80%. Depuis 2007 de PERG a été prolongé par le Plan de Valorisation de l'Électrification Rurale (PlanVER).

8.3 Le réseau gazier

L'utilisation de gaz naturel n'est pas répandue au Maroc, mais la garantie d'une certaine sécurité énergétique, axe numéro un de la stratégie du ministère de l'Énergie et des Mines, impose au Maroc de diversifier les formes et les sources, dont le gaz naturel.

En ce moment il existe seulement le gazoduc Maghreb Europe (GME), qui va de l'Algérie jusqu'en Espagne, voir la figure suivante.

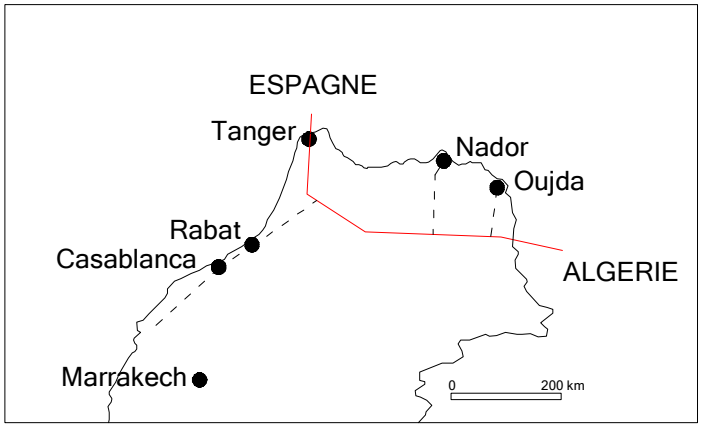


Figure 8-2 : Le gazoduc Maghreb Europe (GME) et les brettelles envisagées

Un plan élaboré par le Ministère de l'Énergie et des Mines prévoit la construction de bretelles qui vont alimenter des villes comme Oujda, Nador, Fès, Meknès, Khémissat, l'axe Kénitra-Casablanca, Jorf Lasfer et même Agadir.

Ce plan gazier finalisé au début 2003 par le ministère de l'´Énergie vise à rattraper le retard du Maroc dans ce domaine. A signaler qu'à ce jour, cette ressource contribue pour 0,36% à peine dans le bilan énergétique contre 23% pour l'Algérie, 12% pour l'Égypte, 9% pour la Tunisie et 7% pour la Turquie.

Concrètement, le plan prévoit de contribuer pour 23% à la satisfaction de la demande nationale d'ici 2020 afin de réduire la dépendance à l'égard du pétrole. «Ce plan permettra de tirer profit de la proximité du fournisseur algérien en réduisant le coût du transport», souligne une étude de la Direction des études et de la prévision financières (DEPF).

Pour le moment, la part de gaz revenant au Maroc au titre de la redevance de transit est de 600 millions de m^3 par an. Ce n'est pas énorme et, de plus, la quasi-totalité de ce volume (soit 540 millions de m^3) sera utilisée par la centrale électrique de Tahadart. Une convention de cession de gaz de redevance a d'ailleurs été signée entre l'État et l'ONE (Office National de l'Énergie), le 19 décembre 2002. Mais il faut savoir que des travaux d'extension du GME sont en cours. Ils feront passer la capacité de transit de 8,5 milliards de m^3 actuellement à 12,5 milliards de m^3 à l'achèvement des travaux, prévu pour la fin du troisième trimestre de 2004.

En tout cas, selon les estimations du ministère de l'Énergie et des Mines, la consommation de gaz naturel à l'horizon 2020 devrait atteindre quelque 5,1 milliards de m^3, dont 3,3 milliards de m^3 dans le seul secteur de l'électricité. Compte tenu des avantages énormes en termes de rendement, donc d'économies, qu'offre l'utilisation du gaz naturel, l'estimation du ministère sur les besoins de consommation pourrait être largement être dépassée. Encore faut-il que les opérateurs, autres qu'électriques, connaissent la tarification et la fiscalité qui seront appliquées à ce produit. Pour le moment, le ministère se contente d'indiquer que la tarification et la fiscalité seront «appropriées», sans plus de précision.

9. CADRE POLITIQUE ET LÉGISLATIVE

9.1 Développement consommation énergétique

La demande d'énergie du Maroc, surtout la demande d'électricité, a augmenté de façon notable dans les dernières années, en raison de la prospérité croissante, ainsi que de la croissance de la population, dont on peut toutefois constater un ralentissement. En moyenne on peut observer une croissance de la demande d'énergie primaire de 3,5 %/an. Les ressources nationales permettent de couvrir seulement 5 % de la demande d'énergie.

La croissance de la consommation d'électricité est avec 6,9 % /an nettement plus élevée que la croissance de la demande d'énergie. La croissance de la demande d'énergie s'explique par la poursuite de l'électrification du pays et par le développement économique. L'électrification du pays, qui a déjà atteint 86 %, ne jouera plus grand rôle pour la croissance de la demande dans quelques années. Toutefois, la part de l'électricité dans la consommation d'énergie continuera à augmenter.

La croissance de la demande d'énergie et d'électricité peut être ralentie par des mesures d'efficacité énergétique, dont le potentiel a été évalué approximativement au triplement du taux de la croissance d'énergie primaire par Produit Intérieur Brut ainsi que du taux de la croissance d'électricité par PIB jusqu'en 2012, ce qui donne une économie de 6,0 % de l'énergie primaire et de 6,3 % de l'électricité jusqu'en 2012 en comparaison avec l'extrapolation des données de 2000 à 2005 (scénario business as usual). Pour atteindre l'objectif d'amener la contribution des énergies renouvelables à 20 % du bilan électrique et à 10 % du bilan énergétique national à l'horizon 2012, il faudra produire de 5.880 à 6.270 GWh d'électricité par des énergies renouvelables et remplacer environ 1.470 à 1.560 ktep de la demande d'énergie primaire en 2012 par des renouvelables.

9.2 La politique

La politique nationale de promotion des énergies renouvelables repose en premier lieu sur les services et institutions relevant du Ministère de l'Énergie et des Mines (MEM). Pour mener à bien ses missions, le MEM s'appuie sur trois piliers institutionnels : deux organismes spécialisés, le Centre de Développement des Energies Renouvelables et l'Office National de l'Électricité, et les services centraux du ministère.

En matière de promotion des EnR, la Direction de l'Électricité et des Energies Renouvelables assume des tâches de planification stratégique, d'animation et de coordination des actions, de préparation de la législation et de la réglementation, de contrôle des institutions spécialisées sous tutelle (CDER et ONE). Les systèmes tarifaires sont fixés, pour l'électricité, par la Direction de l'Électricité et des Energies Renouvelables, et pour les produits pétroliers et le gaz naturel, par la Direction des combustibles et carburants.

À l'heure actuelle, la promotion des énergies renouvelables repose en grande partie sur le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER), un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, qui est placé sous la tutelle du Ministère de l'Énergie et des Mines. A sa création en 1982, le CDER est chargé de missions de recherche développement et de formation technique en vue de la promotion et du développement des énergies renouvelables.

Le centre dispose d'un noyau d'experts et de techniciens spécialisés, d'ateliers et de laboratoires, d'un centre de documentation, d'une unité de formation et de moyens d'intervention sur le terrain.

Les attributions du CDER se limitent pour l'instant à des missions de recherche développement et de formation en matière d'EnR.

En pratique, pour déjouer les insuffisances de la loi n°26-80, le CDER a été conduit à mener des actions qui dépassent ses attributions, tant dans le secteur de l'efficacité énergétique que dans celui des EnR. Cette situation fragilise le CDER et limite sa capacité d'intervention.

Une loi sur les énergies renouvelables, est en cours de validation au parlement. À part cette loi il y aura des fonds pour le financement des projets. Le CDER réfléchit en ce moment à la mise en place d'un système de financement. On peut penser à un système de rémunération sur l'électricité produite.

Pour l'instant, la structure du CDER ne le permet pas de financer des projets. Il est en train d'évoluer sous forme d'une agence, ce qui lui donnera plus de possibilités pour le financement des projets, par le développement des pôles de compétence régionale.

Dans une année, dès que la loi sera en vigueur et après la transformation du CDER, les mesures (financières) sur l'incitation des énergies renouvelables seront plus claires.

Le CDER est en train de se transformer dans l'Agence de Développement des Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (ADEREE).

L'étude globale du GTZ est maintenant en train d'être détaillée par l'élaboration d'un masterplan régional sur la biomasse (dont également la filière bois) pour tout le Maroc.

Dans ce masterplan le potentiel de la biomasse sera précisé. Les résultats de cette étude sont prévus pour juin 2011. Pour l'Oriental, la région d'Oujda fait également partie de l'étude.

L'objectif général de la coopération entre le Maroc et l'Allemagne par le programme de gestion et de protection de l'environnement (PGPE) pour 2012 s'intitule "Le Maroc dispose d'un cadre réglementaire et technique complet et le met en œuvre de manière efficace à travers des instruments et procédures adaptés aux exigences internationales".

9.2.1 Politique énergétique nationale

Le développement des sources d'énergies renouvelables nationales constitue l'une des priorités de la politique énergétique nationale, dont les grands axes visent :

- Le renforcement de la sécurité d'approvisionnement en énergie à travers la diversification des sources et ressources, l'optimalisation du bilan énergétique et la maîtrise de la planification des capacités
- L'accès généralisé à l'énergie, par la disponibilité d'une énergie moderne pour toutes les couches de la population et à des prix compétitifs
- Le développement durable par la promotion des énergies renouvelables, pour le renforcement de la compétitivité des secteurs productifs du pays, la préservation de l'environnement par le recours aux technologies énergétiques propres, en vue de la limitation des émissions des gaz à effet de serre et la réduction de la forte pression exercée sur le couvert forestier
- Le renforcement de l'intégration régionale à travers l'ouverture aux marchés euro-méditerranéens de l'énergie et l'harmonisation des législations et des réglementations énergétiques.

La stratégie énergétique nationale accorde une importance capitale à la mobilisation des ressources énergétiques renouvelables (éolienne, solaire, biomasse) notamment pour la production électrique avec un objectif de relever la part de ces énergies à 10% dans le bilan énergétique global et 20% dans la production électrique à l'horizon 2012, et à une gestion rationnelle de la demande énergétique à travers une implication massive dans le programme d'efficacité énergétique au niveau des secteurs consommateurs.

9.3 Législation

Une loi sur les énergies renouvelables est en train d'être adoptée. On présente ici le texte du préambule du projet de loi relative aux énergies renouvelables.

Le nouveau cadre législatif du secteur des énergies renouvelables, fixe notamment comme objectifs :

- La promotion de la production d'énergie à partir de sources renouvelables de sa commercialisation et de son exportation par des entités publiques ou privées

- L'assujettissement des installations de production d'énergie à partir de sources renouvelables à un régime d'autorisation ou de déclaration
- Le droit, pour un exploitant, de produire de l'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables pour le compte d'un consommateur ou un groupement de consommateurs raccordés au réseau électrique nationale moyenne tension, haute tension et très haute tension, dans le cadre d'une convention par laquelle ceux-ci s'engagent à enlever et à consommer l'électricité ainsi produite exclusivement pour leur usage propre.

Ainsi, et afin d'atteindre ces objectifs, cette loi instaure un cadre juridique offrant des perspectives de réalisation et d'exploitation d'installations de production d'énergie électrique à partir de sources d'énergies renouvelables par des personnes physiques ou morales, publiques ou privés, en précisant en particulier les principes généraux qui doivent les guider, le régime juridique applicable y compris pour la commercialisation et l'exportation.

En vue d'encourager le développement d'installations de production d'énergie à partir de sources d'énergies renouvelables, un système financier et fiscal approprié et incitatif sera mis en place.

9.4 Programme de soutien au développement dans les régions

Un programme a été lancé pour le soutien au développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les régions. L'approche régionale pour la mise en œuvre du plan nationale EnR et EE vise, dans une première étape, 5 régions dont l'Oriental. Le 6 mars une convention de partenariat a été signée avec la région de l'Oriental.

L'objet de la convention prévoit également le développement de l'expertise sur les énergies renouvelables dans la région par l'encouragement de la R&D et la constitution d'entreprises énergétiques avec l'objectif double de promotion de services énergétiques de proximité et de création d'emplois.

Le plan d'action régional consiste en la mise en œuvre de programmes suivants :

1. Élaboration d'une stratégie (Masterplan), dont entre autre une réalisation d'un Masterplan Biomasse (déchets solides et liquides, déchets agricoles, etc) au niveau de la région de l'Oriental.
2. Indentification de projets d'investissements dans les domaines des EnR et EE, dont la réalisation d'études de faisabilité de projets de biogaz pour la production thermique et électrique
3. Appui à la création d'un Pôle de Compétences Énergies et Environnement. Sur se pôle sera promu le développement de micro entreprises de services énergétique de proximité « Maisons Énergie ».

   Pour encourager la recherche et développement une cellule énergies renouvelables et efficacité énergétique sera créé au niveau de l'université Mohammed Premier et bénéficiera de l'encadrement technique du CDER et d'un appui logistique des partenaires notamment l'Université Mohamed Premier.

9.5 Développement Kyoto Park

Le Pôle de Compétence Énergies et Environnement s'appelle Kyoto Park. Ce parc sera réalisé par le MEDZ, qui fait partie de la Caisse de Dépôt et de Gestion (CDG), une institution financière. Le MEDZ a pour mission la conception, la création, l'aménagement, le développement et la gestion d'une nouvelle génération de zones d'activités (Touristiques, Industrielles, Urbaines, Spéciales et autres) répondant aux normes internationales en matière d'équipement et de service, dans un cadre agréable et de qualité.

Le projet du Technopole d'Oujda est un projet qui sera articulé autour de 4 composantes:

- Industrie & Logistique
- Formation / R&D
- Commerce
- Services, notamment une zone offshoring

La 1ère composante du projet se composera de son tour de :

- Kyoto Park : Une espace pour accueillir des industriels qui fabriquent les équipements liés aux énergies renouvelables (solaire, éolien, efficacité énergétique..)
- Une zone PME/PMI (industrie classique)
- Une zone logistique.

L'offre aux entreprises comprendra des terrains nus viabilisés (eau, électricité, assainissement, téléphone…), des bâtiments industriels prêts à l'emploi, des entrepôts logistiques…

La zone sera dotée d'une structure de gestion dédiée qui assurera des services aux entreprises (guichet unique, restauration…) et des services aux personnes (animation, hygiène…)

Les études d'exécution de la 1ère tranche qui englobera notamment le Kyoto Park ont été réalisées. Le projet est actuellement en phase d'autorisation.

Concernant les mesures incitatives, des négociations sont actuellement en cours avec l'état représenté par différents ministères (industrie, énergie…) afin de doter ce projet d'un cadre réglementaire et fiscal spécifique. Une communication sur ce sujet ne pourra sera faire qu'après aboutissement desdites négociations.

La commercialisation officielle du projet débutera quelques mois après le démarrage effectif des travaux.

9.6 CMPP

Crée en juin 2000, le Centre Marocain de Production Propre (CMPP) est le fruit d'un partenariat public - privé entre le Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce et de la Confédération Générale des Entreprises du Maroc (CGEM). Le CMPP fait partie du réseau international des Centres Nationaux de Production Propre, mis en place à travers le monde par le programme conjoint de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE).

La mission principale du CMPP est l'assistance technique aux entreprises marocaines pour l'adoption des technologies plus propres et des systèmes de management permettant d'améliorer simultanément la performance économique, en termes de productivité et de compétitivité, et la performance environnementale.

CMPP bénéficie d'un financement octroyé par le gouvernement suisse à travers le Secrétariat d'État à l'Économie (SECO).

Les services offerts par le CMPP sont :

- La sensibilisation et la diffusion du concept de la Production Plus Propre auprès des industriels, des organismes gouvernementaux ainsi que les institutions académiques
- La formation en ingénierie environnementale, des ressources humaines des entreprises industrielles, des associations professionnelles, des bureaux de conseil et d'expertise, des établissements publics et privés et des organismes gouvernementaux
- La réalisation de diagnostics et des évaluations environnementales des unités industrielles pour démontrer les bénéfices de la mise en œuvre du concept de production plus propre
- La promotion des lignes de crédits (notamment la FODEP : Fond de Dépollution Industrielle) permettant aux entreprises d'accéder aux sources de financement des projets de transfert de technologies propres et l'assistance technique en ingénierie financière pour l'établissement des dossiers de demande de financement
- Le conseil sur les politiques environnementales par la proposition aux autorités gouvernementales de recommandations et projets de textes réglementaires relatifs à la promotion de la production plus propre
- La conduite de projets dans le cadre de la coopération nationale et internationale, tant bilatérale que multilatérale, pour la mise en œuvre des conventions internationales environnementales applicables au secteur industriel

Nous avons eu l'occasion de rencontrer Mme HANZAZ, directrice du CMPP. Le but de cette séance était de présenter notre projet et de nous informer sur les possibilités (financières) que peut offrir le CMPP.

Mme HANZAZ a souligné l'importance de notre projet, et sa disposition à le soutenir conformément à la recommandation de REPIC. Elle souhaite être informée des résultats du projet.

Concernant les possibilités du financement, elle nous a remis une copie du projet de loi sur les énergies renouvelables au Maroc.

Le CMPP promeut des solutions pratiques et prouvées pour encourager les énergies renouvelables dans le secteur industriel, sa principale cible, du fait que les industriels cherchent plutôt des exemples à suivre et non seulement des idées. Il ne finance pas des projets / installations en développement, mais des techniques prêtes à appliquer.

Il serait possible, dans le proche avenir, de nous impliquer dans les campagnes de sensibilisation pour la promotion de l'énergie de biogaz, en tant qu'experts nationaux et internationaux.

Enfin Mme la directrice à souhaité que notre étude du potentiel en biogaz dans les trois régions du nord du Maroc, soit suivie par une étude similaire sur le reste du territoire Marocain, pour apporter une base de données complète sur l'état des lieux et les perspectives de la technologie de biogaz au Maroc.

10. ANALYSE FINALE DU MARCHÉ DU BIOGAZ

10.1 Gisement

Le potentiel énergétique théorique total du nord est estimé à 4'178'060 MWh ou 0.33 Mtep, la proportion énergétique issue des fumiers représente ainsi 90% du total, suivi par les déchets urbains, soit les FFOM pour 9%. Les résidus de récolte, sans céréales représentent ainsi seulement 1% du potentiel énergétique total.

Dans les zones rurales et agricoles le gisement principal est constitué par les fumiers ; dans la zone urbaine, par les FFOM.

10.2 Potentiel des installations

L'inventaire des produits méthanisables montre bien que de loin, le plus grand gisement est celui des fumiers, donc un déchet agricole issu de l'élevage ovin, bovin et caprin. Un type d'installation potentiellement intéressant est donc de type « agricole ». Elle permet également de traiter les eaux usées et une partie des FFOM rurales afin de proposer également une méthode locale pour l'assainissement des eaux usées et des biodéchets.

La priorité actuelle au niveau des déchets urbains est la mise en place d'une filière d'assainissement pour le traitement des déchets ménagers ainsi que pour le traitement des eaux usées. La méthanisation pourrait donc faire partie du développement, comme par exemple la méthanisation des boues de STEP ou des FFOM.

10.3 Développement et infrastructure au Maroc

Les programmes spécifiques ont bien développé l'infrastructure électrique et routière du pays. En 2008 le taux d'électrification a atteint un niveau de 93%. Un réseau gazier bien reparti n'est, en revanche, pas présent au Maroc. Il existe seulement le gazoduc Maghreb Europe, qui va de l'Algérie en Espagne.

10.4 Politique et législation

Au Maroc la volonté est bien présente pour mettre en place une politique et une législation concernant les énergies renouvelables. Un cadre législatif est en cours d'adoption et le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER) est en train de se transformer en une agence afin de lui permettre de financer des projets.

En vue d'encourager le développement d'installations de production d'énergies renouvelables, un système financier et fiscal approprié et incitatif sera mis en place. Pour l'instant il n'existe aucune information autour de ce sujet.

10.5 Conditions cadres pour le développement de la filière de biogaz

Quatre conditions cadres pourraient être définies étant importantes pour réussir un développement de la filière du biogaz au Maroc :

1. Présence en quantités suffisantes de la matière organique méthanisable et les possibilités de les mobiliser
2. Volonté politique ; présence législation et mesures incitatives (financières)
3. Rentabilité économique des installations de biogaz
4. Fiabilité technique des installations de biogaz

L'étude a montrée qu'au Maroc la volonté de développer des énergies renouvelables est bien présente. Les énergies solaires et éoliennes sont déjà bien connues et sont en train de se

développer. Après les mauvaises expériences avec les installations de biogaz de type « chinois », la filière du biogaz n'existe plus et elle est pour l'instant mal connue.

L'inventaire des gisements méthanisables dans la région étudiée a montré le potentiel de développement des installations agricoles ainsi que des installations type FFOM. Le développement de ce dernier type dépend des priorités actuelles dont la mise en place d'une filière d'assainissement des déchets ménagers et des eaux usées. La méthanisation pourrait faire partie des techniques pour le traitement des ceux-ci.

La politique et la législation sont favorables, il nécessite encore des incitations financières pour développer des installations plus grandes qui se focalisent sur la production et l'injection dans le réseau de l'électricité. Celles-ci sont en train d'être mise en place.

Un dimensionnement d'une petite installation agricole et une analyse économique sur celle-ci nous a permis de montrer sa rentabilité au niveau des économies de la consommation en carburant fossile.

Au niveau agricole, où le plus grand gisement sous forme des fumiers se trouve, un développement d'un type d'installation adapté aux conditions marocaine s'avère nécessaire pour oublier l'échec des systèmes chinois.

Il permettrait de pouvoir construire des installations de biogaz d'un côté avancées par rapport aux installations chinoises et d'autre côté adaptées au développement du pays.

Pour ceci, la recherche pilote sur place s'avère une étape primordiale pour montrer la fiabilité technique d'une installation de biogaz (agricole) de type marocain.

11. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Monographie de la région orientale 2008

Monographie environnemental da la région oriental 2002

Monographie environnemental da la région nord ouest 2002

Présentation de la région tanger -Tétouan,

disponible sur < Fr.wikipedia.org/wiki/Tanger-Tétouan>

Présentation Taza-Al Hoceima-Taounate,

disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Taza-Al_Hoceima-Taounate>

Présentation de la région Taza-alhoceima-taounate,

disponible sur http://doc.abhatoo.net.ma/doc/IMG/pdf/15taza.pdf

Centre d'information sur l'énergie durable et l'environnement du Maroc, les énergies renouvelables : présentation général

disponible sur < http://www.ciede.org.ma/siedcc/siedcc/InfosTechniques/ENR_PresGen.html>

Définition des déchets organiques,

disponible sur <www.science-decision.fr/cgi-bin/topic.php?topic=BUR>

Définition réglementaire de l'union européenne des déchets organiques,

disponible sur <www.ademe.fr/bretagne/telechargement/do_reglementation.doc>

L'article 3 de la loi marocain n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination

Guide du traitement des déchets, Alain Damien, 4° édition

Origines des déchets organiques,

disponible sur <http://www.science-decision.fr/cgi-bin/topic.php?topic=BUR&chapter=1>

Livre de compost : gestion de la matière organique par Michel Mustin

Les types des déchets organiques,

disponible sur <www.biomasse-normandie.org/dechets-organiques-generalites_38_fr.html>

Typologies des déchets organiques,

disponible sur <pagesperso-orange.fr/atout.boues/Pub%20etudemarche2005.pdf>

Centre d'information sur l'énergie durable et l'environnement du Maroc, solutions techniques pour l'élimination des déchets urbains solides,

disponible sur <www.ciede.org.ma/siedcc/siedcc/InfosTechniques/Solutions.html>

Techniques de gestion des déchets organiques,

disponible sur < www.gers.pref.gouv.fr/Dechets/tech03.htm>

Techniques de gestion des déchets organiques,

disponible sur <www.gers.pref.gouv.fr/Dechets/tech01.htm>

Gestion des déchets organiques,

disponible sur <web.ifrance.com>

Guide du traitement des déchets, Alain Damien ; 4° édition

Mr. Mohamed RAFRAFI (ORMVA des Doukkala), Pr. El Mostafa KABIL (UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI), (avril 2006), Evaluation de la production des résidus agricoles au Maroc.

Mr. Mohamed RIHANI, (Juin 2006), les résidus de transformation du bois & les déchets d'abattoirs de viandes rouges au Maroc.

Mr. Mohammed MOUNTADAR et Omar ASSOBHEI,(juin2006), production des boues des stations de traitement Des eaux usées au Maroc.

Monographie environnemental da la région oriental 2002 d'un rapport « plan de gestion des déchets solides » élaboré par Mr CHOUAOUTA Hassan pour les régions de nord ouest

Options de gestion des déchets solides municipaux adaptées aux contextes des Pays du Sud, Direction régionale d'Agriculture d'Oujda

Annuaire statistique du Maroc 2008

CENTRE DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES, Mohamed MAKAOUI

GTZ, Etude sur le cadre organisationnel, institutionnel et législatif pour la promotion des Énergies Renouvelables, Rapport préfinal - Version longue, décembre 2007.

Note de conjoncture, n° 13 janvier 2009, INSTITUT NATIONAL D'ANALYSE DE LA CONJONCTURE

Par M. BENZAKOUR, R. SAISSI et G. DIDIER, SITUATION ACTUELLE ET EVOLUTION DE LA GESTION DES DECHETS SOLIDES AU MAROC

Plan gazier: Le projet piétine (L'Economiste du Maroc 22/08/2008)]

Brochure CMPP, la production propre, un outil pour le développement durable

Rapport Annuel 2007 du CMPP

Les énergies renouvelables au Maroc - le débat est lancé - , Bureau de l'UNESCO à Rabat, 2007

Financing the development of the renewable energy in the Mediterranean region, Baseline study for Morocco, UNEP Division Technology, Industry & Economics, May 2003

Annexes

Annexe 1 : Production des résidus de récolte

Tableau A1 : Production des résidus de céréales 2005-2006

Provinces	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement en grains (T/Ha)	Rendement moyen en résidus secs (T/Ha)	Quantité de résidus (T)
*Oujda Angad	155'700	73'550	0.47	2.80	435'960
**Taourirte	35'000	1'750	0.05	2.80	98'000
**Jerada	29'070	8'953	0.31	2.80	81'396
*Nador	191'600	198'070	1.03	2.80	536'480
**Berkane	38'121	20'560	0.54	2.80	106'739
**Figuig	6'800	5'590	0.82	2.80	19'040
Région de l'Oriental	**456'291**	**308'473**	**0.68**	**2.80**	**1'277'615**
*Chefchaoun	63'000	86'700	1.38	2.80	176'400
*Larache	48'300	78'340	1.62	2.80	135'240
*Tanger	35'200	44'430	1.26	2.80	98'560
*Tétouan	41'900	55'690	1.33	2.80	117'320
Région Tanger-Tétouan	**188'400**	**265'160**	**1.41**	**2.80**	**527'520**
*Al-Hoceima	75'700	78'260	1.03	2.80	211'960
*Taounate	247'700	583'300	2.35	2.80	693'560
*Taza	212'800	427'120	2.01	2.80	595'840
Région Al-Hoceima	**536'200**	**1'088'680**	**2.03**	**2.80**	**1'501'360**
Total régions du Nord	**1'180'891**	**1'662'313**	**1.41**	**2.80**	**3'306'495**

Tableau A2 : Production des résidus de légumineuses 2005-2006

Provinces	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/ha)	Rendement moyen en résidus (T/Ha)	Quantité de résidus (T)
Oujda Angad	-	-			-
**Taourirte	225	60	0.27	0.50	113
Jerada	-	-			-
*Nador	1'400	920	0.66	0.50	700
**Berkane	586	279	0.48	0.50	293
**Figuig	30	9	0.30	0.50	15
Région de l'Oriental	**2'241**	**1'268**	**0.57**	**0.50**	**1'121**
Chefchaoune	3'200	2'150	0.67	0.50	1'600
*Larache	5'200	3'130	0.60	0.50	2'600
*Tanger	2'100	990	0.47	0.50	1'050
*Tétouan	8'200	6'150	0.75	0.50	4'100
Région Tanger-Tétouan	**18'700**	**12'420**	**0.66**	**0.50**	**9'350**
*Al-hoceima	10'700	3'890	0.36	0.50	5'350
*Taounate	84'300	79'055	0.94	0.50	42'150
Taza	28'600	28'340	0.99	0.50	14'300
Région Al-Hoceima	**123'600**	**111'285**	**0.90**	**0.50**	**61'800**
Total régions du Nord	**144'541**	**124'973**	**0.86**	**0.50**	**72'271**

Tableau A3 : Production des résidus de pommes de terre 2005-2006

Provinces	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)	Rendement moyen en résidus secs (T/Ha)	Quantité de résidu (T/an)
Oujda Angad	170	2'850	16.8	1.5	255
Taourirte	65	915	14.1	1.5	98
Jerada	25	375	15.0	1.5	38
Nador	1'440	13'795	9.6	1.5	2'160
Berkane	2'408	74'653	31.0	1.5	3'612
Figuig	49	64	1.3	1.5	74
Région de l'Oriental	**4'157**	**92'652**	**22.3**	**1.5**	**6'236**
Chefchaoune	-	-	-	-	-
Larache	-	-	-	-	-
Tanger	-	-	-	-	-
Tétouan	-	-	-	-	-
Région Tanger-Tétouan	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Al-hoceima	-	-	-	-	-
Taounate	-	-	-	-	-
Taza	-	-	-	-	-
Région Al-Hoceima	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Total régions du Nord	**4'157**	**92'652**	**22.3**	**1.5**	**6'236**

Tableau A4: Production des résidus de tomates 2005-2006

Provinces	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)	Rendement moyen en résidus secs (T/Ha)	Quantité de résidus (T)
Oujda Angad	30	630	21	20.2	606
Taourirte	31	666	21	20.2	626
Jerada	15	225	15	20.2	303
Nador	71	570	8	20.2	1'434
Berkane	98	3'340	34	20.2	1'980
Figuig	3	2	1	20.2	61
Région de l'Oriental	**248**	**5'433**	**21.9**	**20.2**	**5'010**
Chefchaoune	-	-	-	-	-
Larache	-	-	-	-	-
Tanger	-	-	-	-	-
Tétouan	-	-	-	-	-
Région Tanger-Tétouan	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Al-hoceima	-	-	-	-	-
Taounate	-	-	-	-	-
Taza	-	-	-	-	-
Région Al-Hoceima	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Total régions du Nord	**248**	**5'433**	**21.9**	**20.2**	**5'010**

Tableau A5: Production des résidus de betteraves 2005-2006

Provinces	Superficie (Ha)	Production (T)	Rendement (T/Ha)	Rendement moyen en résidus secs (T/Ha)	Quantité de résidus (T)
Oujda Angad	-	-	-	-	-
Taourirte	-	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-	-
Nador	3'506	184'903	52.7	6	21'036
Berkane	899	43'821	48.7	6	5'394
Figuig	-	-	-	-	-
Région de l'Oriental	**4'405**	**228'724**	**51.9**	**6**	**26'430**
Chefchaoune	-	-	-	-	-
Larache	4'800	239'530	49.9	6	28'800
Tanger	-	-	-	-	-
Tétouan	-	-	-	-	-
Région Tanger-Tétouan	**4'800**	**239'530**	**49.9**	**6**	**28'800**
Al-hoceima	-	-	-	-	-
Taounate	-	-	-	-	-
Taza	-	-	-	-	-
Région Al-Hoceima	-	-	-	-	-
Total régions du Nord	**9'205**	**468'254**	**50.9**	**6**	**55'230**

Annexe 2 : Production déjections animales

Tableau A6: Production de fumier bovin en 2005-2006

Province	Effectif [têtes]	UGB / tête *	Fumier (T/UGB/an)	Quantité totale (T/an)	Quantité mobilisable** (T/an)
Oujda Angad	39'200	0.68	15	399'840	199'920
Taourirte	-	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-	-
Nador	33'800	0.68	15	344'760	172'380
Berkane	-	-	-	-	-
Figuig	7'000	0.68	15	71'400	35'700
Région de l'Oriental	**80'000**	**0.68**		**816'000**	**408'000**
Chefchaoune	64'000	0.68	15	652'800	326'400
Larache	105'900	0.68	15	1'080'180	540'090
Tanger	43'000	0.68	15	438'600	219'300
Tétouan	74'300	0.68	15	757'860	378'930
Région Tanger-Tétouan	**287'200**	**0.68**		**2'929'440**	**1'464'720**
Al-hoceima	46'600	0.68	15	475'320	237'660
Taounate	100'800	0.68	15	1'028'160	514'080
Taza	81'000	0.68	15	826'200	413'100
Région Al-Hoceima	**228'400**	**0.68**		**2'329'680**	**1'164'840**
Total régions du Nord	**595'600**	**0.68**		**6'075'120**	**3'037'560**

* Moyenne des bovins
** Bétail est 12 h sur 24 h à l'exploitation

Tableau A7: Production de fumier caprin en 2005-2006

Province	Effectif [têtes]	Fumier (T/tête/an)	Quantité totale (T/an)	Quantité mobilisable* (T/an)
Oujda Angad	156'300	1.3	203'190	101'595
Taourirte	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-
Nador	56'400	1.3	73'320	36'660
Berkane	-	-	-	-
Figuig	124'000	1.3	161'200	80'600
Région de l'Oriental	**336'700**		**437'710**	**218'855**
Chefchaoune	243'500	1.3	316'550	158'275
Larache	140'000	1.3	182'000	91'000
Tanger	40'700	1.3	52'910	26'455
Tétouan	167'300	1.3	217'490	108'745
Région Tanger-Tétouan	**591'500**		**768'950**	**384'475**
Al-hoceima	82'700	1.3	107'510	53'755
Taounate	33'000	1.3	42'900	21'450
Taza	236'100	1.3	306'930	153'465
Région Al-Hoceima	**351'800**		**457'340**	**228'670**
Total régions du Nord	**1'280'000**		**1'664'000**	**832'000**

* Bétail est 12 h sur 24 h à l'exploitation

Tableau A8: Production de fumier ovin en 2005-2006

Province	Effectif [têtes]	Fumier (T/tête/an)	Quantité totale (T/an)	Quantité mobilisable* (T/an)
Oujda Angad	689'600	1	689'600	344'800
Taourirte	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-
Nador	510'300	1	510'300	255'150
Berkane	-	-	-	-
Figuig	640'400	1	640'400	320'200
Région de l'Oriental	**1'840'300**		**1'840'300**	**920'150**
Chefchaoune	77'600	1	77'600	38'800
Larache	246'100	1	246'100	123'050
Tanger	98'300	1	98'300	49'150
Tétouan	83'700	1	83'700	41'850
Région Tanger-Tétouan	**505'700**		**505'700**	**252'850**
Al-hoceima	154'100	1	154'100	77'050
Taounate	320'000	1	320'000	160'000
Taza	602'500	1	602'500	301'250
Région Al-Hoceima	**1'076'600**		**1'076'600**	**538'300**
Total régions du Nord	**3'422'600**		**3'422'600**	**1'711'300**

* Bétail est 12 h sur 24 h à l'exploitation

Tableau A9: Production de fumier équin en 2005-2006

Province	Effectif [têtes]	Fumier (T/tête/an)	Quantité totale (T/an)	Quantité mobilisable* (T/an)
Oujda Angad	30'600	13	397'800	198'900
Taourirte	-	-	-	-
Jerada	-	-	-	-
Nador	22'700	13	295'100	147'550
Berkane	-	-	-	-
Figuig	10'200	13	132'600	66'300
Région de l'Oriental	**63'500**		**825'500**	**412'750**
Chefchaoune	73'100	13	950'300	475'150
Larache	31'900	13	414'700	207'350
Tanger	10'400	13	135'200	67'600
Tétouan	21'800	13	283'400	141'700
Région Tanger-Tétouan	**137'200**		**1'783'600**	**891'800**
Al-hoceima	28'400	13	369'200	184'600
Taounate	101'600	13	1'320'800	660'400
Taza	69'700	13	906'100	453'050
Région Al-Hoceima	**199'700**		**2'596'100**	**1'298'050**
Total régions du Nord	**400'400**		**5'205'200**	**2'602'600**

* Bétail est 12 h sur 24 h à l'exploitation

Annexe 3 : Photos d'une ferme marocaine

Brouette Fumier ovin

Vaches au foin

Fumier bovin

Fumier bovin

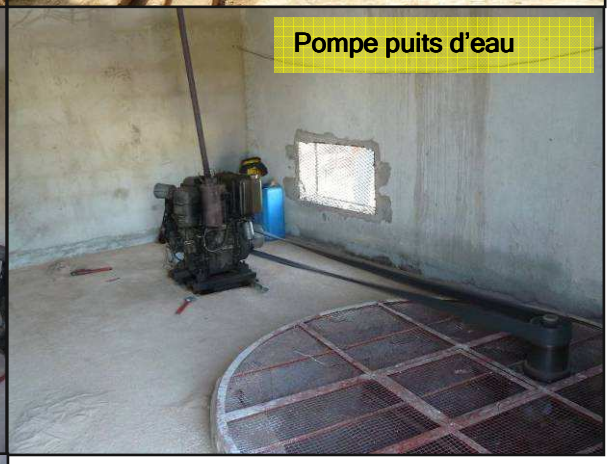
Tas de fumier

Détail tas de fumier

erep

Traitement et valorisation de déchets et d'effluents organiques

Pompe puits d'eau


Pompe puits d'eau

Épandage oliviers

Annexe 4 : Offre estimative Installation de biogaz

CONSTRUCTION D'UN DIGESTEUR DE 100 M3

BORDEREAU DES PRIX FORMANT DETETAIL ESTIMATIF

no	DESIGNATIONS	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	Décapage et nivellement en surface	m2	65	15,00	975,00
2	Terrassement en terrain de toute nature y compris le rocher	m3	141	100,00	14100,00
3	Blocage en pierres seches	m2	50	40,00	2000,00
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3	m3	35	1500,00	52500,00
5	Acier pour béton armé T10/T12 (80 /100 kg/m3)	kg	3134	15,00	47010,00
6	Enduit étanche interieur	m2	215	30,00	6450,00
7	Construction d'escaliers	U	4	150,00	600,00
8	Fourniture et pose de buse en PVC de 200 mm	ml	6	80,00	480,00
9	Fourniture et pose d'un filtre	U	1	2500,00	2500,00
10	Fourniture et pose d'une pompe de recyclage	U	1	5000,00	5000,00
11	fourniture et pose de vannes	U	12	150,00	1800,00
12	Fourniture et pose de tuyau en PVC de 160 mm	ML	40	30,00	1200,00
13	Fourniture et pose d'un compteur à daz	U	1	2500,00	2500,00
14	Fourniture et pose d'un groupe éléctrogène de 3 KVA adaptable au biogaz épuré	U	1	4500,00	4500,00
15	Confection d'un système de purification du biogaz	U	1	1000,00	1000,00
			TOTAL (hors taxes)		142615,00
			SOMME A VALOIR		7385,00
			TOTAL (hors taxes)		150000,00

ARRETE LE PRESENT DETAIL ESTIMATIF A LA SOMME DE : CENT CINQUANTE MILLES DIRHAMS (HORS TAXES)

S.C.E.H.E.F. S.A.R.L.
Sté de Construction et d'Equipement Hydraulique "EL FATH"
Bd. El Mansour Dahbi Imm. A4
4 bis, Hay Koulouchi - OUJDA

erep
Traitement et valorisation de déchets et d'effluents organiques

CONSTRUCTION D'UN DIGESTEUR DE 100 M3

AVANT METRE

no	DESIGNATIONS	Unité	Nbre	DIMENSIONS			PARTIEL	TOTAL
				L	l	h		
	PREFOSSE DE PREPARATION DE MELANGE DILUE (2,00x2,00x1,60m)							
1	Décapage et novellement en surface	m2	1	2,00	2,00			**4,00**
2	Terrassement en terrain de toute nature y compris le rocher	m3	1	2,30	2,30	1,60		**8,46**
3	Blocage en pirres seches	m2	1	2,00	2,00			**4,00**
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3							
	a) radier	m3	1	2,30	2,30	0,15	0,79	
	b) parois	m3	1	8,30	0,15	1,50	1,87	
	c) dalle	m3	1	2,30	2,30	0,10	0,53	
	déduire trappe d'acces	m3	1	1,00	1,00	0,10	0,10	**3,09**
5	Acier pour béton armé T10 (80kg/m3)	kg						**247,00**
6	Enduit étanche interieur							
	a) radier	m2	1	2,30	2,30		5,30	
	b) parois	m2	1	8,30		1,50	12,45	**17,75**
	AIRE DE MANŒUVRE DES VANNES							
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3							
	a) radier	m3	1	1,30	0,15	1,00	0,20	
	b) parois	m3	1	4,30	1,00	0,15	0,65	**0,85**
5	Acier pour béton armé T10 (80kg/m3)	kg						**68,00**
6	Enduit étanche interieur							
	a) radier	m2	1	1,00	1,00		1,00	
	b) parois	m2	1	4,30		1,00	4,30	**5,30**
7	Construction d'escaliers	U	4					**4,00**

S.C.E.H.E.F. S.A.R.L.
Sté de Construction et d'Equipement Hydrauliques "SCE.H.E.F"
Bd. El Mansour Dahbi Lot A4
4 bis, Hay Koutoubia - OUJDA

	FERMENTEUTR DE 100 m3 D= 6,00 m h= 3,60 m							
1	Décapage et novellement en surface	m2	1	7,00	7,00			**49,00**
2	Terrassement en terrain de toute nature y compris le rocher	m3	1					**102,00**
3	Blocage en pirres seches	m2	1					**30,00**
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3							
	a) radier	m3	1			0,15	30,00	
	b) parois	m3	1				10,17	
	c) voute	m3	1				4,49	**19,49**
5	Acier pour béton armé T10 (100kg/m3)	kg						**1949,00**
6	Enduit étanche interieur							
	a) radier	m2	1				30,00	
	b) parois	m2	1				67,80	
	c) voute	m2	1				30,00	**127,80**
8	Fourniture et pose de buse en PVC de 200 mm	ml	1					**6,00**
	REGARD SORTIE DE DIGESTRAT L = 1,50 m L = 1,50 m h = 1,50 m e = 0,15 m							
2	Terrassement en terrain de toute nature y compris le rocher	m3	1	1,80	1,80	1,65		**5,35**
3	Blocage en pirres seches	m2	1	1,80	1,80			**3,24**
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3							
	a) radier	m3	1	1,80	1,80	0,15	0,49	
	b) parois	m3	1	6,60	1,50	0,15	1,49	**1,98**
5	Acier pour béton armé T10 (80kg/m3)	kg						**158,00**
6	Enduit étanche interieur							
	a) radier	m2	1	1,50	1,50		2,25	
	b) parois	m2	1	9,00	1,50		13,50	**15,75**

S.C.E.H.E.F. S.A.R.L.
Société de Construction et d'équipement Hydraulique "EL FAJR"
Bd. El Mansour Dahbi Rue A4
4 bis. Hay Koutoubia - OUJDA

	BASSIN DE STOCKAGE DE DIGESTRAT DE 30 m3 L = 4,00 m l = 3,00 m h = 2,50 m							
1	Décapage et novellement en surface	m2	4	3,00				**12,00**
2	Terrassement en terrain de toute nature y compris le rocher	m3	4	3,00	2,50			**30,00**
3	Blocage en pirres seches	m2	1	4,00	3,00			**12,00**
4	Béton pour béton armé dosé à 350 kg /m3							
	a) radier	m3	1	4,30	3,00	0,15	1,94	
	b) parois	m3	1	14,00	2,50	0,15	5,25	
	c) dalle	m3	1	4,30	3,00	0,15	1,94	
	déduire trappe d'acces	m3	1	2,00	1,50	0,15	0,23	**8,90**
5	Acier pour béton armé T10 (80kg/m3)	kg						**712,00**
6	Enduit étanche interieur							
	a) radier	m2	1	4,30	3,00		12,90	
	b) parois	m2	1	14,00	2,50		35,00	**47,90**
9	Fourniture et pose d'un filtre	U	1					**1,00**
	EQUIPEMENT HYDRO-MECANIQUE ET PERIPHERIQUE							
10	Fourniture et pose d'une pompe de recyclage	U	1					**1,00**
11	fourniture et pose de vannes	U	12					**12,00**
12	Fourniture et pose de tuyau en PVC de 160 mm	ml						**40,00**
13	Fourniture et pose d'un compteur à daz	U	1					**1,00**
14	Fourniture et pose d'un groupe éléctrogène de 3 KVA adaptable au biogaz épuré	U	1					**1,00**
15	Confection d'un système de purification du biogaz	U	1					**1,00**

S.C.E.H.E.F. S.A.R.L.
Société de Construction et d'Equipement Hydraulique "EL FATH"
Bd. El Mansour Dahbi Imm. A4
4 bis, Hay Kouloughli OUJDA