



UNIVERSITE CHOUAIB DOUKKALI



Faculté des Sciences El Jadida

Design and Application of an Innovative Composting Unit for the Effective Treatment of Sludge and other Biodegradable Organic Waste in Morocco

MOROCOMP (*LIFE TCY05/MA000141*)



Deliverable 1:

PRODUCTION AND MANAGEMENT OF SLUDGE AND OTHER BOW IN MOROCCO
PRODUCTION ET GESTION DES BOUES DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX
ET DES DECHETS ORGANIQUES BIODEGRADABLES AU MAROC



composting
MOROCOMP

Par :

Omar ASSOUBEI et Mohammed MOUNTADAR

Avec la contribution de :

Ahmed AAJJANE, Jamal AMINE, Samira ETAHIRI, El Mostapha KABIL,
Mohamed RAFRAFI, Mohamed RIHANI et Lala Amina SEMLALI

SOMMAIRE

ENGLISH SUMMARY	iv
SYNTHESE GENERALE	xiv
I- INTRODUCTION GENERALE	1
II- PRODUCTION DES BOUES ET AUTRES DECHETS ORGANIQUES BIODEGRADABLES AU MAROC	4
1- Approche méthodologique	5
1-1 Structuration de l'équipe par type de DOB	5
1-2 Quantification adoptée par type de DOB	6
1-2-1 Production des boues des STEP	
1-2-2 Production des boues de curage	
1-2-3 Déchets agroalimentaires	
1-2-4 Résidus agricoles	
1-2-5 Résidus de transformation du bois	
1-2-6 Déchets d'abattoirs	
2- Analyse des résultats	8
2-1 Quantification par type de DOB	8
2-1-1 Estimation de la production des boues au niveau des stations de traitement des eaux usées	
2-1-2 Estimation de la production des boues de curage au niveau des réseaux d'assainissement urbains	
2-1-3 Estimation de la production des DOB de l'industrie agroalimentaire	
2-1-4 Estimation de la production des résidus agricoles	
2-1-5 Estimation de la production des résidus de transformation du bois	
2-1-6 Estimation de la production des DOB des abattoirs	
2-2 Quantification des DOB par région	13
2-2-1 Estimation de la production des boues par région	
2-2-2 Estimation de la production des boues de curage au niveau des réseaux d'assainissement urbains	
2-2-3 Estimation de la production des résidus agricoles	
2-2-4 Estimation de la production des DOB de l'industrie agroalimentaire	
2-2-5 Estimation de la production des résidus de transformation du bois	
2-2-6 Estimation de la production des DOB des abattoirs	
2-3 Disponibilités des boues et des autres DOB	22
2-3-1 Disponibilité des boues au Maroc	
2-3-2 Composition moyenne des boues au Maroc	
2-3-3 Principaux types de traitements et/ ou d'évacuation des boues au Maroc.	
2-3-4 Analyse critique des voies d'élimination des boues	
2-4 Production et disponibilité des DOB	26
III- GESTION DES DECHETS AU MAROC	28
1- Réglementation en vigueur	29
2- Réglementation en cours d'adoption	30
3- Gestion de déchets solides :	31
3-1 Projets réalisés	
3-2 Projets en cours de réalisation	
3-3 Projets prévus	
IV- LEGISLATION AU MAROC	35
1- Renforcement juridique	36
2- Note de présentation du projet de loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination	37
3- Les limites du cadre juridique actuel	38
4- Les apports du projet de loi 28-00	38

V- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40
VI- ANNEXES	45

40
45

Task 1

Assessment of the existing situation in Morocco and in the EU

ENGLISH SUMMARY

Assessment of the existing situation in Morocco with regard to the production, treatment disposal and reuse of sludge and other BOW.

June 2006

I – Introduction

The treatment of wastewaters results in the production of large quantities of sludge. In Morocco, the volume of rejected wastewaters were estimated to be 550 Mm³/year in 2005 and are expected to reach 900 Mm³/year in the year 2020 (Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat, 2001).

In view of the environmental problems and public health, the increase in the demand for water for human, industrial and agricultural consumption and in view of the repeated drought in Morocco, wastewaters are actually considered as an appreciable water resource. This is why the governmental authority has started a national sanitation and water purification programme. This programme concerns amongst others, the reinforcement of wastewater treatment infrastructures and its objective is to combat water resources pollution from 60% in 2010 (Action Plan 2005-2007, Ministry of Land Management, Water and the Environment). The volume of the treated wastewater, at the level of the 72 treatment plants of Morocco, is about 8% and generates 13,770 tonnes of sludge. On the other hand, the actual production of sludge from the treatment in the urban zone sanitation networks is estimated approximately to 9,900 tonnes. Thus, the potential of the sludge produced in Morocco amounted to 23,310 tonnes in 2005. Projections for the year 2010 predict a sludge production at the STEP level of the order of 123,300 tonnes.

The most important development domains of this sludge are either the energy domain (Biogas production as heat and electricity source), or its biological or agricultural use (compost production). This last use contributes to a mineral and organic component reintegration to the soil.

After all, the texture, the chemical composition of sludge and the eventual use of the product, form the compost systems. These make it necessary sometimes to add materials of mineral nature (clay allowing the mixing of heavy metals) and/or of organic nature to adjust the ratio C/N/P or to improve the texture and quality of the final compost. Thus, biodegradable organic waste (BOW) is for current use in the composting systems of sludge that originates from water treatment plants, allowing the adjustment and improvement of the compost from the sludge of STEP. Composting, therefore, constitutes a simultaneous use of BOW and sludge from these treatment plants.

Morocco, a country with an economy based, to a large extent, on agriculture, has set several irrigated perimeters in order to improve the agricultural production and increase the value of these zones. However, the intensive exploitation systems of the soils at the level of these perimeters cause their deterioration in organic matter in particular, in the Doukkala region. Thus, compost constitutes a local source of cheap, stable organic addition. Thus, the

MOROCOMP project will contribute towards the development of innovative alternatives by taking advantage of the sludge and the other biodegradable organic wastes, which until now, were not used in agriculture.

II- Evaluation of the production of sludge and other biodegradable organic waste in Morocco

While sludge production is easily quantifiable with respect to available data, the diversity of the BOW sources and the scarcity of the relevant official statistics, have obliged us to adopt a particular work strategy. Thus, the teams involved in the MOROCOMP project, have chosen a methodological step which allows, for the first time in Morocco, to establish a quantification of sludge and of the different BOW sources per type and per region in the country.

The methodological approach consists of i) the creation of a BOW resource and sludge inventory, ii) the quantification of each resource (enquiry, field visit, direct evaluation, web search, consultation of official archives) and iii) the compilation and synthesis of the results obtained per activity sector and per Morocco region.

Thus, the five types of sludge and BOW sources that have been listed according to their importance in quantity and in quality are as follows:

- Sludge from waste water treatment stations
- Sludge from the cleaning of sanitary networks
- Waste from agricultural and food industries
- Waste and residues from agricultural production.
- Residues from timber processing and waste from slaughterhouses

The production of every type of waste (sludge and BOW) was part of a separate evaluation in order to produce evidence for their potentialities on a regional scale in view of a rational exploitation by composting. This evaluation required a quantification method adapted to each type of biodegradable organic waste.

1- Quantification Method adopted according to BOW type

The annual sludge production at the level of wastewater treatment stations in Morocco was evaluated based on the following: the waste waters treatment produce the equivalent of 30 to 40 grams of dry material (MS)/inhabitant/day in the form of sludge.

The estimation of the quantity of sludge generated from the cleaning of wastewaters sanitary networks of cities is based on the data of DGCL which stipulate that the wastewaters which circulate in the sanitary networks contain on average 10% of sludge of which 50% have a practical value.

As far as the biodegradable wastes generated in Morocco by the agricultural and food industries, their production was estimated on the basis of statistical availability at the level of the ministry of agriculture and of the ministry of industry and also on the basis of bibliographical studies available on this issue.

The biodegradable residues produced in Morocco were subdivided in three types: i) green residues, dry residues and manure. Residue production was evaluated either starting from bibliographical data, or measured at the level of certain operations and next extrapolated on a national scale.

The estimation of the quantities of biodegradable organic waste produced by the timber processing industry was evaluated starting from official statistics and bibliographical data.

Wastes produced by slaughterhouses were estimated based on i) cattle: 0.38 tonnes of solid wastes and 36 l. of liquid effluents per ton of carcass produced; ii) sheep and goats: 0.48 tonnes of solid wastes and 83 l of liquid effluents per ton of carcass produced.

The estimation of the potential production of sludge and BOW was often based on the average quantity produced per inhabitant of the population concerned.

2 – Quantification according to BOW type

The annual potential and assembled production of each waste type is presented in Tables 1 and 2.

The potential production of sludge at the level of waste water treatment stations is estimated to 435,600 tonnes/year for an agreement ratio to STEP of 100%. For an agreement ratio of the order of 3.2%, the assembled production of sludge is estimated to 13,770 tonnes/year.

The quantity of sludge that can be extracted from all of the sanitary networks in Morocco for the year 2006 is of the order of 14,700 tonnes (according to the estimates of the Direction Générale des Collectivités Locales and the Ministry of Land Management, Water and the Environment of Morocco).

The potential production of biodegradable organic waste by the Agricultural and Food Industry in Morocco is estimated according to the available statistics to be about 532,000

tonnes/year. The assembled production is estimated to 465,900 tonnes per year out of which the sugar industry represents 78%.

After all, agriculture is a strategic sector for the national economy in terms of revenue and employment. This sector constitutes the main source of biodegradable organic waste in Morocco. We have regrouped the different wastes and residues in three classes (green residues, dry residues and manure).

The potential production of residues is evaluated, at maximum, to 88.8 million tonnes per year out of which manure represents 80%. We are limited, as far as the estimation of the assembled production is concerned, to dry residues of large cereal cultivations and to ranch animal manure. Green residues are very much sought after for animal feeding. Thus the assembled production of agricultural residues is of the order of 64.3 million tonnes per year out of which manure constitutes 77%.

The forest in Morocco consists of 500,000 Ha of reforestation, 3.3 million Ha of nappes and 5.8 million Ha of natural forests with 82% of leafy trees and 18% of coniferous trees. The national average of forest coverage is 13%. The potential production of solid residues produced by the timber industry in Morocco was established to 468,803 tonnes per year, whereas the assembled production in that domain is estimated to 168,803 tonnes per year.

In Morocco, the slaughterhouse and red meat processing sector includes: 185 municipal and communal slaughterhouses and 740 butcheries. In 2004, 314,680 tonnes of meat were produced at the level of the kingdom's slaughterhouses. The total quantity of biodegradable organic waste produced, by the slaughterhouses in Morocco, were estimated to about 130,000 tonnes/year.

3 – Quantification of BOW by region

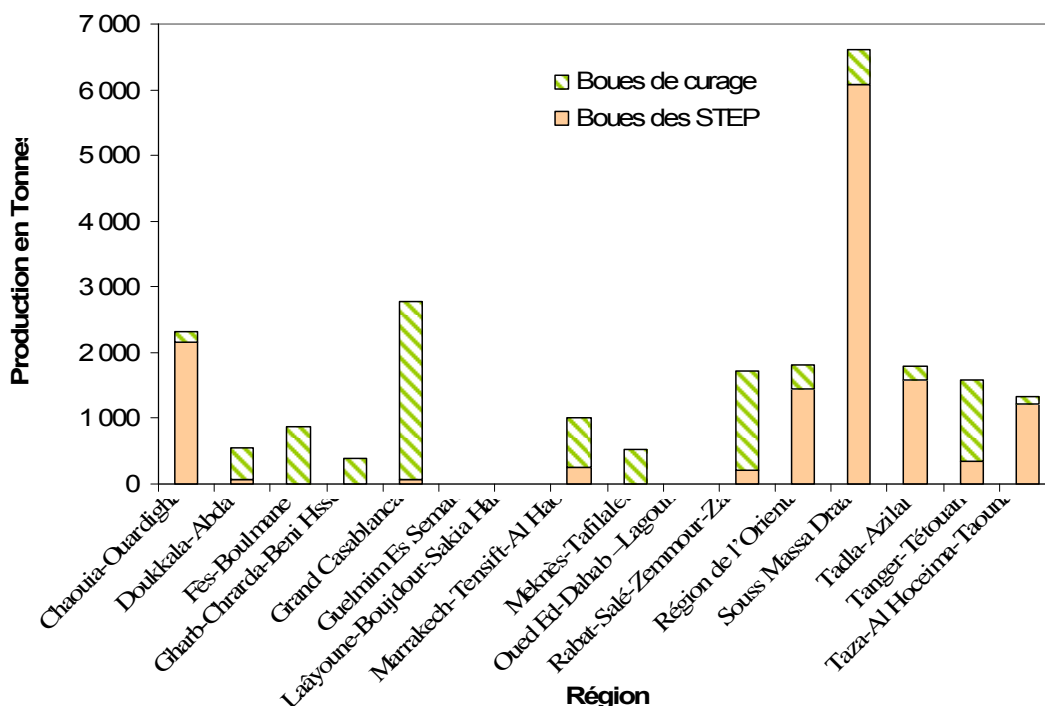
The geographical distribution of the annual production of every type of assembled waste (sludge and BOW) at the level of the 16 administrative regions, that account for Morocco, is shown in Table 3.

The assembled production of sludge at the level of STEP and of the urban sanitary networks from the various administrative regions of Morocco is presented in Figure 1.

We notice that in most of the regions, the production of assembled sludge is more than 1000 tonnes/year with the exception of the Doukkala-Abda, Fes-Boulmane, Gharb-Chrarda-Bni Hsin and Meknes-Tafilalt regions. Sludge production is almost negligible in the three regions of the south, namely: Oued Ed-Dahab-Lagouira, Laayoune-Boujdour-Sakia Hamra and Guelmim-Es Semara.

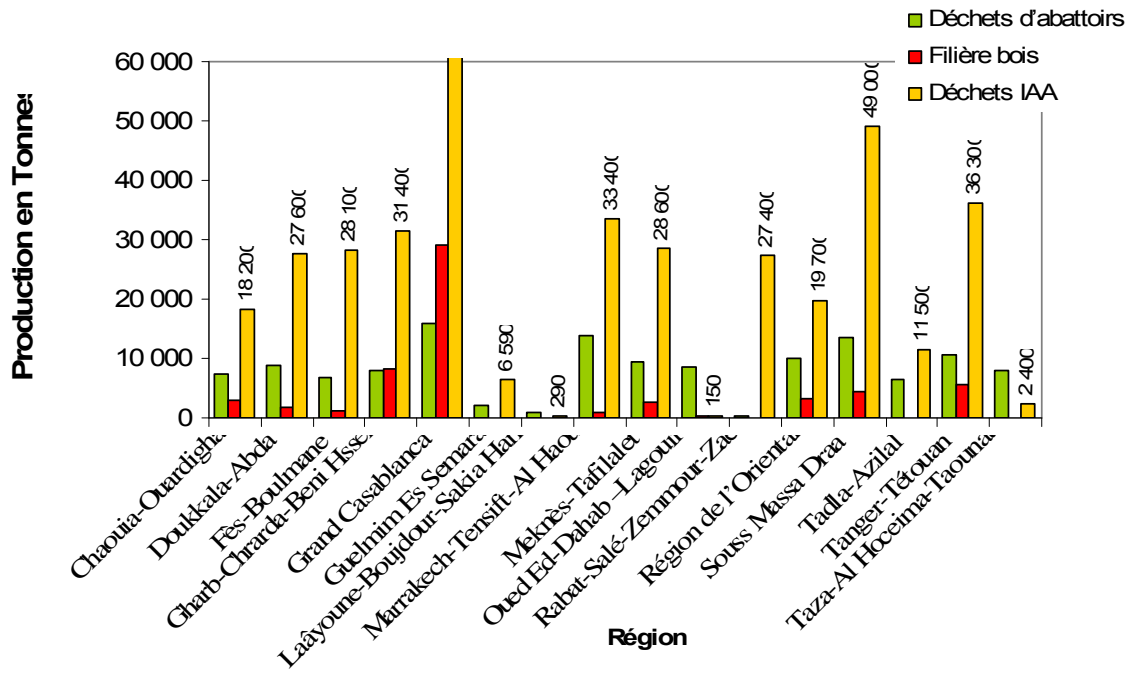
We have summarized in Figure 2 the geographical distribution of the solid waste production for the Agricultural and Food Industries, the Timber Industries and the Slaughterhouses.

Figure 1: Répartition géographique de la production mobilisable des boues au Maroc



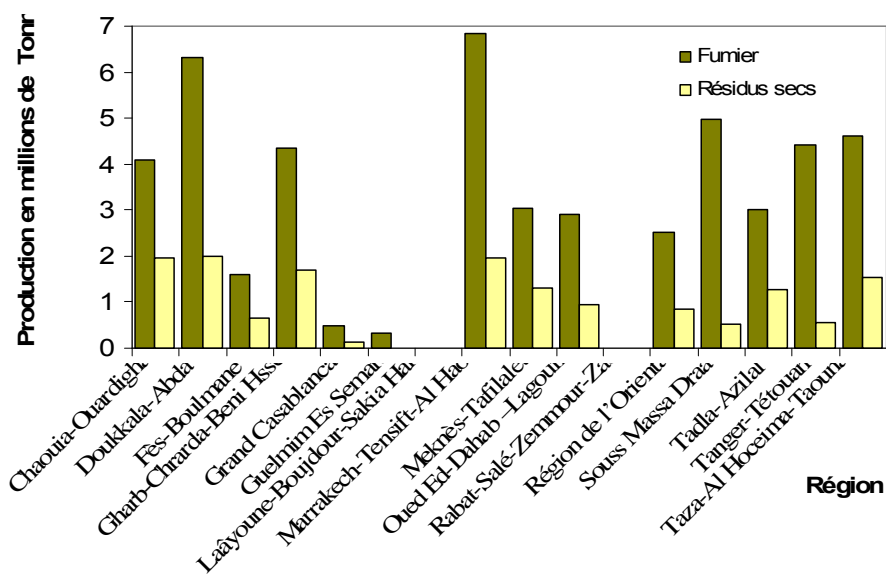
We note that with the exception of the three south Moroccan regions (Oued Ed-Dahab-Lagouira, Laayoune-Boujdour-Sakia Hamra and Guelmim-Es Semara) where BOW production is negligible, the other regions produce quite important BOW quantities.

Figure 2 : Répartition géographique de la production mobilisable des déchets organiques biodégradables au Maroc



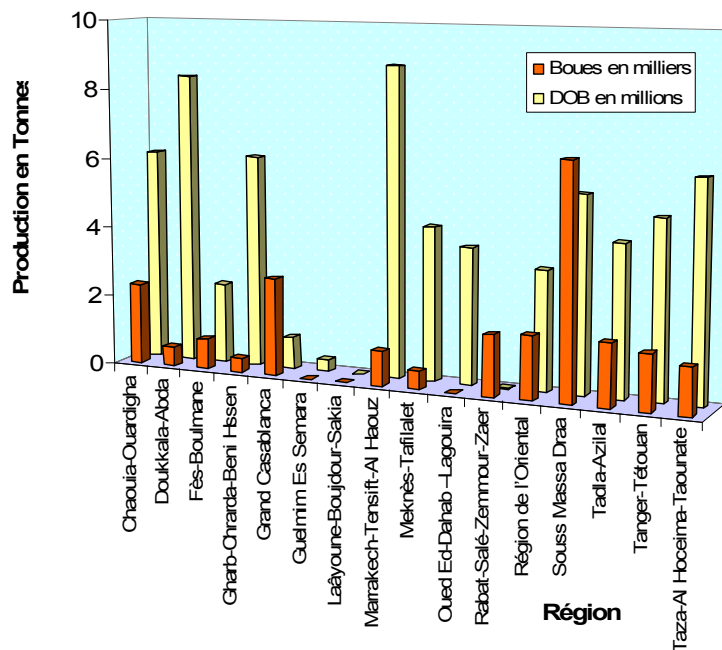
The geographical distribution of the dry residues production of livestock manure at the level of different regions of Morocco is shown in Figure 3. Eventually one important quantity of assembled agricultural BOW is produced in all regions of Morocco, with the exception of the three regions in southern Morocco.

Figure 3 : Répartition géographique de la production du fumier et des résidus agricoles au Maroc



We notice also, that for the regions where there is a significant sludge production, there are important resources in biodegradable organic matter (see Fig. 4) These BOW can be used for a combined use with sludge.

Figure 4 : Répartition géographique des boues et des déchets organiques biodégradables mobilisables au Maroc.



III – Sludge availability and other BOW in Morocco

If the actual assembled sludge production is of the order of 13,770 tonnes/year, forecasts are for a 123,300 tonnes/year production by 2010 (or a nine-fold increase). It is therefore very important, for Morocco, to establish a management and exploitation system for that source of organic matter, the inappropriate management of which can inevitably lead to environmental and major public health problems.

Apart from the individual tests conducted in Ouarzazate and in Ben Sergao where sludge is produced from treated domestic wastewaters, no conclusive experimentation as regards to the exploitation of the residual sludge in Morocco was reported. Sludge is essentially dried and deposited in the proximity of treatment plants or in public discharges or in certain case dispersed on the soil without previous treatment.

As far as BOW are concerned, the most important sources are agricultural residues the potential production of which varies between 67 million and 88.8 million tonnes per year. Nevertheless, the BOW quantity generated by other economic activities is estimated to 1.5 million tonnes per year. The main agricultural residues are manure (73%) and straws from cereals (21%). These two residues are easily assembled if their integration in the composting line allows them to be more competitively profitable.

IV – Management and legislative framework related to waste in Morocco

The responsibility of the sector for wastes is still badly defined and remains divided, without coherence between the various ministries (Minister of Interior, Minister of Health, Minister of Agriculture and Rural Development, Minister of Equipment, Minister of Industry, of Commerce, of Energy and Mines and the Department of the Environment).

Regulations allowing solid waste management in Morocco are the main handicap of this sector. Indeed, the judicial context is relatively less favourable because of non-adaptation of certain ancient judicial texts, because of the delay in adopting new texts as the bill with regards to waste management and their elimination (Bill 28-00 relating to wastes, approved by the Kingdom's Parliament on 5/07/2006). This bill focuses, as a principal objective, on the prevention of pollution, the protection of human health and of the environment against the harmful effects of waste, inciting the reduction of their production, the control of discharges, the organization of transport and information to the public. This bill sets the rules and the fundamental principles which, from now on, constitute the reference point for waste management and their elimination. It allows us to base a rational, modern and effective

management of the respective field of requirements for a durable development and environmental protection.

V – Conclusions

Sludge production in Morocco is in an accelerated progression (from 13,770 in 2006 to 123,000 tonnes in 2010) on account of the urbanization increase and the starting by the governmental authority of the national programme of sanitation and wastewater purification that anticipate the combat of resource pollution in water by 60% in 2010 by reinforcing, amongst others, the wastewater treatment infrastructure.

The actual assembled BOW production is about 65.6 million tonnes, with a large geographical distribution. The BOW proportion which could be integrated in the combined composting systems (Sludge – BOW) will depend on the added value which will be generated by this use.

The MOROCOMP project is the first Moroccan experience, on a pilot scale, on the exploitation of matters concerning the sludge from wastewater treatment stations in Morocco. After all, its running has coincided with the issue of the bill 28-00 which covers the waste management field in Morocco. The MOROCOMP project will thus be an opportunity for the governmental authority to put to work this bill on the basis of the management and ecological recycling of the sludge coming from the treatment plants.

Tâche 1

Evaluation de la situation existante au Maroc et dans l'UE en matière de production, de traitement, de stockage et réutilisation des boues et des déchets organiques biodégradables (DOB).

Action 1-1 :

Etat actuel et future de la production, de la gestion et de la législation relatives aux boues des stations d'épuration des eaux et aux autres déchets organiques biodégradables au Maroc

Synthèse générale

Juin 2006

I- Introduction

Le traitement des eaux usées est à l'origine de production de grandes quantités de boues. Au Maroc, les volumes d'eaux usées rejetés ont été estimés à 550 Mm³/an en 2005 et atteindront 900 Mm³/an à l'horizon 2020 (Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat, 2001).

Au vu des problèmes environnementaux et de santé publique ; de l'accroissement de la demande en eau pour la consommation humaine, industrielle et agricole, et au vu des sécheresses répétées qui sévissent au Maroc, les eaux usées sont considérées actuellement comme une ressource hydrique appréciable. C'est pourquoi l'autorité gouvernementale a mis en place un programme national d'assainissement et d'épuration des eaux usées. Ce programme vise entre autres, le renforcement des infrastructures de traitement des eaux usées et a pour objectif de rabattre la pollution des ressources en eau de 60% en 2010 (Plan d'action 2005-2007, Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement). Le volume des eaux usées traitées au niveau des 72 stations d'épuration du Maroc est d'environ 8% et génère 13770 Tonnes de boues. Par ailleurs, la production actuelle des boues de curage des réseaux d'assainissement des zones urbaines est estimée approximativement à 9900 Tonnes. Ainsi le potentiel de boues produites au Maroc s'élève à 23.310 tonnes en 2005. Les projections pour l'année 2010 prévoient une production de boues au niveau des STEP d'environ 123 300 Tonnes.

Les plus importantes filières de valorisation de ces boues sont soit la valorisation énergétique (production de biogaz comme source de chaleur et d'électricité), soit la valorisation biologique ou agricole (production de compost). Cette dernière contribue à une réintégration des éléments minéraux et organiques dans les sols.

Par ailleurs, la texture, la composition chimique des boues et l'usage escompté du produit final conditionnent les systèmes de compostage. Ces derniers parfois nécessitent des additions de matériaux de nature minérale (argiles permettant de complexer les métaux lourds) et/ou de nature organique pour adapter le rapport C/N/P ou pour améliorer la texture et la qualité du compost final. Ainsi, les déchets organiques biodégradables (DOB) sont d'usage courant dans les systèmes de compostage des boues des stations d'épuration des eaux permettant d'ajuster et d'améliorer la qualité des composts préparés à partir des boues des STEP. Le compostage constitue donc une valorisation simultanée des DOB et des boues de ces stations d'épuration.

Le Maroc, pays dont l'économie est basée en grande partie sur l'agriculture, a aménagé plusieurs périmètres irrigués pour améliorer la production agricole et la mise en valeur de ces zones. Cependant, les systèmes d'exploitation intensifs des sols au niveau de ces périmètres provoquent leur appauvrissement en matière organique en particulier, dans la région des Doukkala. Le compost constitue ainsi une source locale d'amendement organique stable et peu chère.

Ainsi le projet MOROCOMP contribuerait à la recherche d'alternatives innovantes par la valorisation des boues et d'autres déchets organiques biodégradables qui, jusqu'à présent, ne sont pas utilisés en agriculture.

II- Evaluation de la production des boues et autres déchets organiques biodégradables au Maroc

Si la production des boues est facilement quantifiable au regard des données disponibles, la diversité des sources de DOB et la rareté des statistiques officielles à leur propos nous ont obligé à adopter une stratégie de travail particulière. Ainsi, les équipes impliquées dans le projet MOROCOMP, ont opté pour une démarche méthodologique qui a permis, pour la première fois au Maroc, d'établir une quantification des boues et des différentes sources de DOB par type et par région du royaume.

L'approche méthodologique a consisté en i) la réalisation d'un inventaire des ressources de DOB et de boues, ii) la quantification de chaque ressource (enquête, visite de terrain, évaluation directe, recherches sur web, consultation d'archives officielles) et iii) la compilation et la synthèse des résultats obtenus par secteur d'activité et par région du Maroc.

Ainsi, les cinq types de sources de boues et de DOB qui ont été recensés selon leur importance en quantité et en qualité sont comme suit :

- Boues des stations de traitement des eaux usées
- Boues de curage des réseaux d'assainissement
- Déchets des industries agro-alimentaires
- Déchets et résidus des productions agricoles
- Résidus de transformation du bois et déchets d'abattoirs

La production de chaque type de déchet (boues et DOB) a fait l'objet d'une évaluation à part pour mettre en évidence ses potentialités à l'échelle régionale et nationale en vue d'une exploitation rationnelle par compostage. Cette évaluation a nécessité une méthode de quantification adaptée à chaque type de déchet organique biodégradable.

1- Méthode de quantification adoptée par type de DOB

La production annuelle des boues au niveau des stations de traitement des eaux usées au Maroc a été évaluée sur la base suivante : le traitement des eaux usées génère l'équivalent de 30 à 40 grammes de matières sèches (MS)/habitant/jour sous forme de boues.

L'estimation de la quantité de boues de curage du réseau d'assainissement des eaux usées des villes s'est basée sur les données de la DGCL qui stipulent que les eaux usées circulant dans le réseau d'assainissement contiennent en moyenne 10 % de boues dont 50 % sont réellement valorisables.

Quant aux déchets organiques biodégradables générés au Maroc par l'industrie agroalimentaire, l'estimation de leur production a été réalisée sur la base des statistiques disponibles au niveau du ministère de l'agriculture et au ministère de l'industrie et également sur la base des études bibliographiques disponibles en la matière.

Les résidus agricoles biodégradables générés au Maroc ont été subdivisés en trois types: i) les résidus verts, les résidus secs et le fumier. La production de résidus a été évaluée soit à partir des données bibliographiques, soit mesurée au niveau de certaines exploitations et ensuite extrapolée à l'échelle nationale.

L'estimation des quantités de déchets organiques biodégradables générées par l'industrie de transformation du bois a été évaluée à partir de statistiques officielles et de données bibliographiques.

Les déchets produits par les abattoirs ont été estimés sur la base de i) pour les bovins : 0,38 tonnes de déchets solides et de 36 litres d'effluents liquides par tonne de carcasse produite; ii) pour les ovins et les caprins : 0,48 tonnes de déchets et 83 litres d'effluents liquides par tonne de carcasse produite.

L'estimation de la production potentielle de boues et des DOB a été souvent basée sur la quantité moyenne produite par habitant de la population concernée.

2- Quantification par type de DOB

La production annuelle potentielle et mobilisable de chaque type de déchet est présentée aux tableaux 1 et 2.

La production potentielle des boues au niveau des stations de traitement des eaux usées est estimée à 435 600 tonnes/ans pour un taux de raccordement au STEP de 100%. Avec un taux de raccordement d'environ 3,2%, la production mobilisable des boues est estimée à 13 770 Tonnes/an.

La quantité de boues pouvant être extraites de l'ensemble des réseaux d'assainissement au Maroc pour l'an 2006 est d'environ 14 700 Tonnes (selon les estimations de la Direction Générale des Collectivités Locales et du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement marocain).

La production potentielle de déchets organiques biodégradables par l'Industrie Agro-Alimentaire au Maroc est estimée selon les statistiques disponibles à environ 532 000 Tonnes/an. La production mobilisable est estimée à 465 900 Tonnes par an dont l'industrie sucrière représente 78%.

Par ailleurs, l'agriculture est un secteur stratégique pour l'économie nationale en termes de revenus et d'emploi. Ce secteur constitue la principale source de déchets organiques biodégradables au Maroc. Nous avons regroupé les différents résidus et déchets en trois classes (les résidus verts, les résidus secs et le fumier).

La production potentielle de résidus est évaluée, au maximum, à environ 88 8 millions de tonnes par an dont le fumier constitue 80 %). Nous nous sommes limité pour l'estimation de la production mobilisable aux résidus secs des grandes cultures céréalières (paille) et le fumier animal (bovins, ovins, caprins et équidés), étant donné la forte sollicitude pour les résidus verts (alimentation animale) et le fumier d'aviculture (maraîchage). Ainsi la production mobilisable de résidus agricoles est d'environ 64,3 Millions de tonnes par an dont le fumier constitue 77%).

La forêt marocaine est composée de 500 000 Ha de reboisements, de 3,3 millions Ha de nappes alfatières et de 5,8 millions Ha de forêts naturelles avec 82% feuillues et 18% de conifères. La moyenne nationale du taux de couverture de ces forêts est de 13 %. La production potentielle de **des résidus** solides générés par l'industrielle du bois au Maroc a été établie à 468 803 tonnes par an alors que la production mobilisable de cette filière est estimée 168 803 tonnes par an.

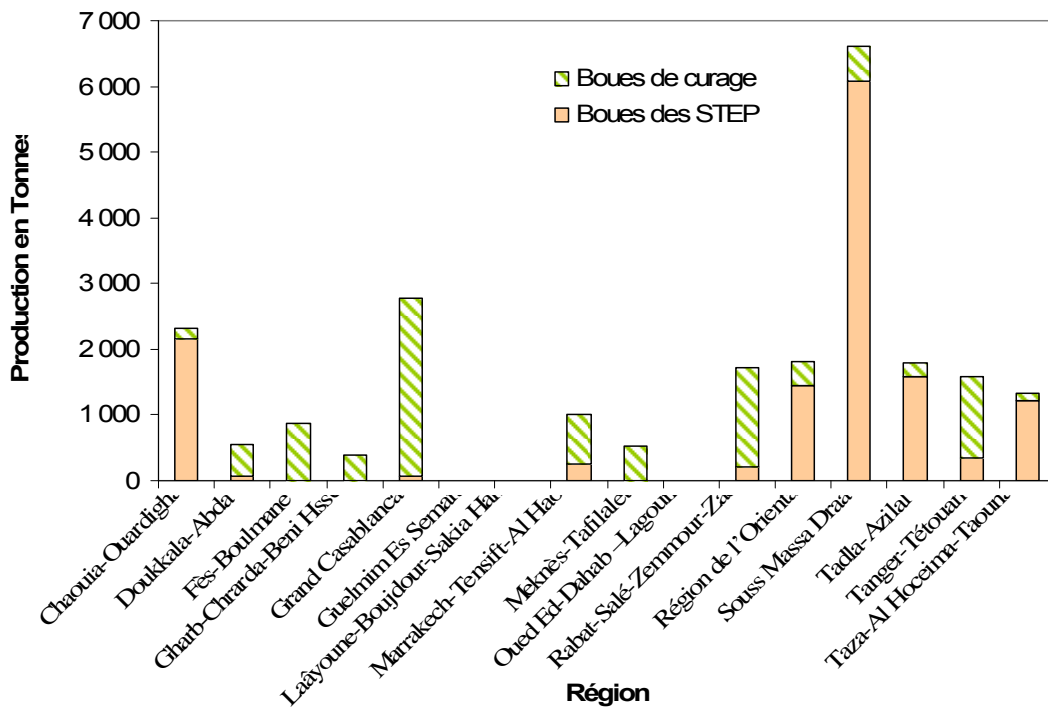
Au Maroc, le secteur des abattoirs de préparation des viandes rouges comprend : 185 abattoirs municipaux et communautaires et 740 tueries de souks et produits. En 2004, 314 680 tonnes de viandes ont été produites au niveau des abattoirs du royaume. La quantité totale de déchets organiques biodégradables produite par les abattoirs au Maroc a été estimée à environ 130 000 Tonnes/an.

3- Quantification des DOB par région

La répartition géographique de la production annuelle de chaque type de déchet (boues et DOB) mobilisable au niveau des 16 régions administratives, que compte Maroc, est présentée au tableau 3.

La production mobilisable des boues au niveau des STEP et des réseaux d'assainissement urbains par les différentes régions administratives du Maroc est présentée dans la figure 1

Figure 1: Répartition géographique de la production mobilisable des boues au Maroc



On remarque que dans la plupart des régions, la production de boues mobilisable dépasse 1000 T/an à l'exception des régions Doukkala-Abda, Fès-Boulmane, Gharb-Chrarda-Bni Hsin et Mèknès-Tafilalt. La production de boues est presque négligeable pour les trois régions sud du Maroc à savoir : région Oued Ed-Dahab-Lagouira, région Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra et la région de Guelmim-Es Semara.

Nous avons résumé dans la figure 2 la répartition géographique de la production de déchets solides produits par les industries Agro-Alimentaires, des industries du bois et des abattoirs.

Tableau 1 : Production des boues au Maroc (2005).

Nature du déchet	Origine	Quantité mobilisable (tonne/an)	Quantité mobilisable%	Production potentielle (tonne/an)
Boues (en	Station de traitement des eaux usées	13 770	58,2	438 000
Matières sèches)	Curage des réseaux d'assainissement urbains	9 901	41,8	14 700
Total		23 671	100	452 700

Tableau 2 : Production de déchets organiques biodégradables au Maroc.

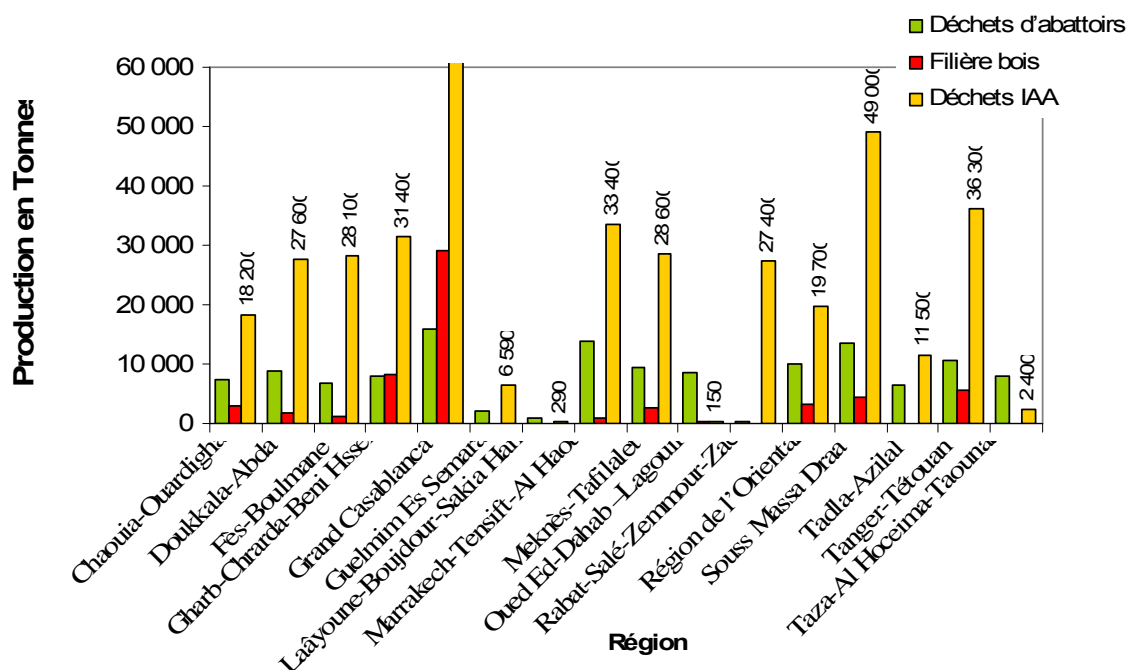
Nature du déchet	Origine	Quantité mobilisable (tonne/an)	Quantité mobilisable En %	Production potentielle totale (tonne/an)
Déchet industrie agro- alimentaire	Industrie sucrière	365 000	0,54	532 000
	Conserveries de poisson	12 400	0,02	
	Huileries	77 500	0,11	
	Industrie laitière	8 000	0,01	
	Industrie de tabac	3 000		
Résidus agricoles	Cultures céréalières	14 769 903	21,70	15 388 114 1 731 000 à 2 282 000 49 511 000 à 70 250 000 373 400 à 883 600
	Cultures (légumes, betteraves, canne à sucre, toumesols)	618 211	0,91	
	Résidus verts (pomme de terre, tomates, etc.)	1 731 000	2,55	
	Fumier (bovin, ovin, caprin, équidé)	49 511 000	73,00	
	Fumier (aviculture, poulet)	373 400	0,55	
Résidus de bois	Scieries	108 603	0,16	468 803
	Bois	19 000	0,03	
	Papier, carton et imprimerie	41 200	0,06	
Déchets d'abattoirs	Abattoirs de viandes rouges	130 000	0,19	130 000
Total :		67 768 217	100	68 584 617 à 90 384 817

Tableau 3 : Répartition géographique de la production mobilisable de boues et de déchets organiques biodégradables au Maroc

Région	Production (Tonnes/an)							Total Tonnes/an
	Boues des STEP	Boues de curage	Déchets d'abattoirs	Filière bois	Déchets IAA	Fumier	Résidus agricoles secs	
Chaouia-Ouardigha	2 158	155	7 300	2 800	159 434	4 073 600	1978 100	6 223 547
Doukkala-Abda	67	479	8 700	1 700	24 178	6 319 500	1993 600	8 348 224
Fès-Boulmane	0	866	6 900	1 300	24 616	1 604 700	649 100	2 287 482
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	0	391	8 000	8 200	27 507	4 338 000	1699 900	6 081 998
Grand Casablanca	73	2 707	16 000	29 200	185 018	497 000	139 100	869 098
Guelmim Es Semara	0	0	2 000	0	5 773	311 200	15 500	334 473
Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra	0	0	1 000	0	254	0	0	1 254
Marrakech-Tensift-Al Haouz	248	756	13 700	1 000	29 259	6 823 400	1978 100	8 846 463
Meknès-Tafilalet	0	536	9 400	2 600	25 055	3 051 100	1298 200	4 386 891
Oued Ed-Dahab –Lagouira	0	0	8 400	200	131	2 920 100	958 100	3 886 931
Rabat-Salé-Zemmour-Zaer	198	1 534	430	0	24 003	0	0	26 165
Région de l'Oriental	1 452	358	10 000	3 100	17 258	2 520 700	849 900	3 402 768
Souss Massa Draa	6 076	536	13 500	4 400	42 926	4 984 300	509 900	5 561 638
Tadla-Azilal	1 584	203	6 400	100	10 074	3 017 100	1267 300	4 302 761
Tanger-Tétouan	333	1 262	10 500	5 500	31 800	4 427 100	571 800	5 048 295
Taza-Al Hoceima-Taounate	1 220	118	7 900	100	2 102	4 623 100	1545 400	6 179 940
Total	13 409	9901	130 130	60 200	465 900	49 510 900	15 454 000	65 644 440

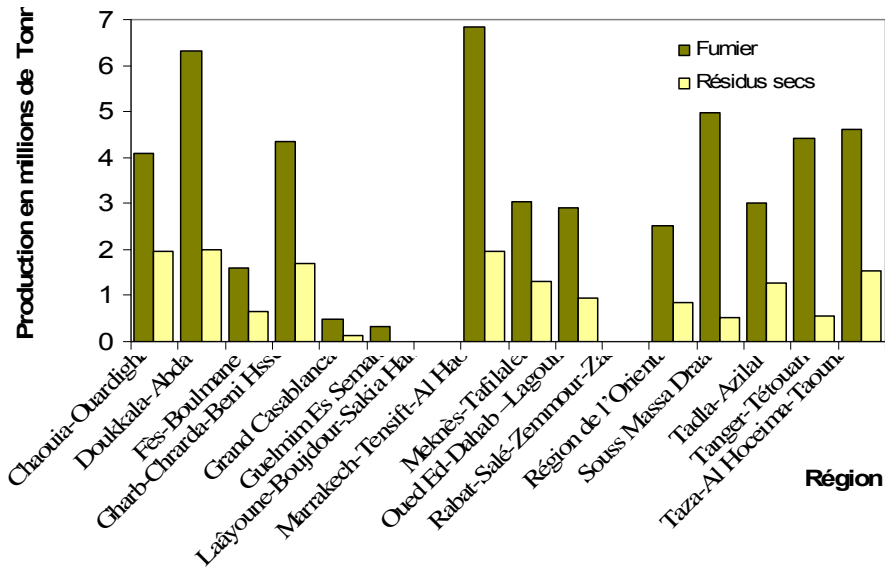
Nous remarquons qu'à l'exception des trois régions du sud marocain (Oued Ed-Dahab-Lagouira, Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra et Guelmim-Es Semara) où la production de DOB est négligeable, les autres régions produisent des quantités assez importantes de DOB.

Figure 2 : Répartition géographique de la production mobilisable des déchets organiques biodégradables au Maroc



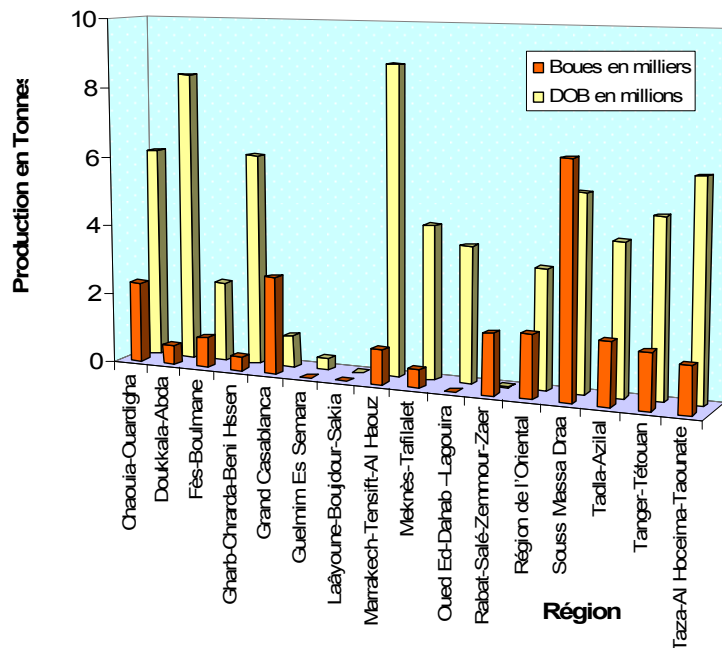
La répartition géographique de la production des résidus secs et du fumier du cheptel au niveau des différentes régions du Maroc est présentée dans la figure 3. Il en ressort qu'une quantité importante de DOB agricoles mobilisable est produite par toutes les régions du Maroc sauf les trois régions du sud marocain.

Figure 3 : Répartition géographique de la production du fumier et des résidus agricoles au Maroc



Nous remarquons aussi, que pour les régions où il y a une production significative de boues, il y a des ressources importantes de matières organiques biodégradables (voir figure 4). Ces DOB peuvent être utilisées pour une valorisation combinée avec les boues.

Figure 4 : Répartition géographique des boues et des déchets organiques biodégradables mobilisables au Maroc.



III- Disponibilités des boues et des autres DOB au Maroc

Si la production actuelle de boues mobilisable est de 13 770 T/An, Les prévisions prévoient pour 2010 une production de 123 300 T/an (soit une augmentation de 9 fois). Il est donc très important, pour le Maroc, de mettre en place un système de gestion et de valorisation de cette source de matière organique dont la gestion inappropriée peut conduire inévitablement à des problèmes environnementaux et de santé publique majeurs.

A part les essais ponctuels menés à Ouarzazate et à Ben Sergao où les boues sont produites à partir d'eaux usées traitées d'origine exclusivement domestique, aucune expérimentation concluante en matière de valorisation des boues résiduaire au Maroc n'a été reportée. Les boues sont essentiellement séchées et déposées à proximité des stations d'épuration ou dans les décharges publiques ou dans certains cas épandus au sol sans traitement préalable.

Quant aux DOB, les plus importantes sources, sont les résidus agricoles dont la production potentielle varie entre 67 millions et 88,8 millions de tonnes par an alors que celle générés par les autres activités économiques est estimée à 1,5 millions de tonnes par an. Les principaux résidus agricoles sont le fumier (73%) et la paille des céréales (21%). Ces deux résidus sont facilement mobilisables si leur intégration dans la filière de compostage leur permet plus value concurrentielle.

IV- Gestion et cadre législatif relatif aux déchets au Maroc

La responsabilité du secteur de déchets est encore mal définie et reste partagée, sans cohérence ni complémentarité, entre plusieurs ministères (Ministère de l'Intérieur, Ministère de la Santé, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Ministère de l'Équipement, Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Énergie et des Mines et le Département de l'Environnement.

La réglementation permettant de gérer les déchets solides au Maroc est le principal handicap du secteur. En effet, le contexte juridique est relativement peu favorable à cause de l'inadaptation de certains textes juridiques anciens et de la lenteur dans l'adoption des nouveaux textes dont le projet de loi relatif à la gestion des déchets et à leur élimination (projet de loi 28-00 relative aux déchets approuvée par le parlement du Royaume le 5/07/2006). Ce projet se fixe comme objectif principal de prévenir la pollution, de protéger la santé de l'homme et l'environnement contre les effets nocifs dus aux déchets en incitant à la réduction de leur production et leur valorisation, la mise en décharge contrôlée, l'organisation du transport et l'information du public. Ce projet de loi pose les règles et les principes fondamentaux qui constituent désormais le référentiel de base pour la gestion des déchets et leur élimination. Il permet d'asseoir une gestion rationnelle, moderne et efficace du secteur respectueuse des exigences du développement durable et de la protection de l'environnement.

V- Conclusions

La production des boues au Maroc est en progression accélérée (de 13 770 en 2006 à 123 000 tonnes en 2010) du fait l'urbanisation croissante et de la mise en place par l'autorité gouvernementale du programme national d'assainissement et d'épuration des eaux usées qui prévoit de rabattre la pollution des ressources en eau de 60% en 2010 par le renforcement des infrastructures de traitement des eaux usées entre autres.

La production actuelle de DOB mobilisable est d'environ 65,6 Millions de tonnes, avec une large répartition géographique. La proportion de DOB qui pourra être intégrée dans les systèmes de compostage combinés (Boues – DOB) dépendra de la plus value qui sera générée par cet usage.

Le projet MOROCOMP constitue la première expérience marocaine en matière de valorisation des boues des stations d'épuration des eaux usées au Maroc. Par ailleurs, son exécution a coïncidé avec la promulgation de la loi 28-00 sur la gestion des déchets au Maroc. Le projet MOROCOMP sera ainsi, du moins pour la gestion et le recyclage écologique des boues des stations d'épuration, une opportunité pour l'autorité gouvernementale pour la mise en œuvre de cette loi.

1-

Introduction générale

Le traitement des eaux usées est à l'origine de production de boues de qualité et de quantité d'importance variable selon le procédé de traitement utilisé dans les stations d'épuration de ces eaux. Au Maroc, les volumes d'eaux usées rejetés ont été estimés en 2005 à 550 Millions de m³/an et atteindront 900 Mm³ /an à l'horizon 2020 (Conseil Supérieur de l'Eau, 2001).

A l'inverse des pays en développement, au Maroc, l'essentiel des eaux usées est déversé dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable. Néanmoins, ces dernières années, au vu des problèmes environnementaux et de santé publique ; de l'accroissement de la demande en eau pour la consommation humaine, industrielle, agricole et au vu des sécheresses répétées qui sévissent au Maroc, les décideurs ont été sensibilisés, et désormais, les eaux usées sont considérées comme une ressource hydrique appréciable. De là est née l'idée de mettre en place un programme national d'épuration des eaux usées. Ce programme vise le renforcement des infrastructures de traitement des eaux usées à l'échelle du Royaume.

Actuellement, il y a environ 74 stations d'épuration des eaux usées (STEP) au Maroc (MEDAWARE, 2004), dont 42 sont situées dans des municipalités, des collectivités locales ou dans des centres ruraux. 4 d'entre elles sont situées dans des villes où la population excède 100.000 habitants. Plusieurs de ces stations ont été construites ces 3 dernières décades, mais rares sont celles qui sont encore fonctionnelles en raison de problèmes de suivi, d'entretien ou d'inadaptation de la filière de traitement.

Quelque soit le système d'épuration adopté, le traitement des eaux usées s'accompagne d'une production de quantités de boues non négligeables dont il faut se débarrasser. En effet, la production annuelle de boue au niveau des STEP marocaines est estimée approximativement à 435 600 tonnes. Plusieurs filières pour l'élimination de ces boues existent, cependant le choix est tributaire du coût d'installation, de l'origine de boues, de la valeur ajoutée du produit qui en résulte et de l'impact que pourrait avoir la filière retenue sur l'environnement. La valorisation énergétique (production de biogaz comme source de chaleur et d'électricité) et la valorisation biologique ou agricole (production d'engrais et de compost) constituent des technologies vertes qui permettent de transformer les boues en produits à haute valeur ajoutée tout en minimisant les risques de pollution (Prevot, 2000 ; ADEME, 2001 ; Aubain et al., 2002). Le recyclage ou la valorisation agricole des boues après compostage contribuent à une réintégration des éléments minéraux et organiques dans les sols, ce qui permet de se rapprocher des cycles naturels (De Bertoldi et al., 1983). Néanmoins, l'épandage des composts obtenus ne doit pas se faire sans s'être assuré de leur innocuité, de leur stabilisation et de leur maturité. De plus, le compost de boues doit être exempt de phytotoxicité, avec des teneurs en métaux lourds (Cu, Zn, Cd, Hg, Cr...) et des teneurs en micro-polluants organiques (phthalates, PCB, HAP...) inférieures aux normes internationales en vigueur.

Par ailleurs, la texture et la composition chimique des boues conditionnent les systèmes de compostage qui parfois implique des additions d'autres matériaux. Le choix des additifs est déterminé par l'origine des boues et par l'usage escompté du compost. Les additifs sont soit de nature minérale (argiles) permettant de complexer les métaux lourds ; de nature organique pour adapter le rapport C/N/P ou pour améliorer la texture et la qualité du compost final. Les déchets organiques biodégradables (DOB) sont d'usage courant dans les systèmes de compostage des boues des stations d'épuration des eaux. Cette filière constitue au fait une valorisation des DOB et des boues des stations d'épuration des eaux usées, par compostage en produits utilisables comme fertilisants, ayant la composition chimique et biologique souhaitée, pour la production agricole.

Au Maroc, pays dont l'économie est basée en grande partie sur l'agriculture, a développé plusieurs périmètres irrigués pour améliorer la production agricole et pour la mise en valeur de ces zones. Cependant, les systèmes d'exploitation intensifs des sols au niveau de ces périmètres provoquent leur appauvrissement en matière organique. Le compost peut constituer donc une source locale d'amendement organique stable et peu chère pour ces sols. En effet, dans les périmètres irrigués, les conditions d'humidité et de températures clémentes favorisent la minéralisation. Par conséquent, l'absence d'amendements organiques et/ou de restitution des résidus de cultures entraîneraient, à long terme, la réduction du taux en matière organique dans les sols qui pourrait être accompagnée par une dégradation de la structure ce dernier et une détérioration de sa fertilité chimique; mettant ainsi en péril la durabilité des systèmes de production. Aussi, la forte intensification, dans ces périmètres, en années d'hydraulicité normale, le développement d'élevage, l'exportation des résidus de cultures hors parcelles pour l'alimentation du cheptel, la faible utilisation du fumier sont des facteurs ayant contribué fortement à la dégradation de la teneur des sols en matière organique en particulier dans la région des Doukkala.

Conscient de cette tendance, le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural n'a cessé de multiplier ses efforts de sensibilisation des agriculteurs sur l'importance des amendements organiques des sols, en particulier, la restitution de résidus de cultures aux sols (chaumes, feuilles et collets de betterave...). Cependant, la réaction des agriculteurs est restée timide avec le développement d'un marché de résidus assez important pour l'alimentation du cheptel avec la succession d'années de sécheresse. Par conséquent, la recherche d'alternatives, techniquement facile à maîtriser et à bon marché, serait indispensable pour éviter la dégradation de la ressource sol. Le compost des boues des STEP et autres DOB, constitue une alternative attrayante à plusieurs égards.

Le projet MOROCOMP contribuerait à la recherche d'alternatives innovantes par la valorisation des boues et d'autres déchets organiques biodégradables qui, jusqu'à présent, ne sont pas utilisés en agriculture.

II-

Production des boues et autres déchets organiques biodégradables au Maroc

Si la production des boues est facilement quantifiable au regard des données disponibles, la diversité des sources de DOB et la rareté des statistiques officielles à leur propos nous ont obligé à adopter une stratégie particulière. Ainsi, les équipes impliquées dans le projet MOROCOMP, ont opté pour une démarche méthodologique qui a permis, pour la première fois au Maroc, d'établir une quantification des différentes sources de DOB par région et par secteur d'activité.

1- Approche méthodologique

La quantification de la production des boues et des différentes sources DOB au niveau du Maroc a nécessité i) une subdivision des différents types de DOB par secteur de production, ii) une organisation de l'équipe intervenant dans cette sous action et iii) une adoption d'une approche pour la collecte de données et l'inventaire des différentes sources de DOB.

Ainsi notre approche méthodologique a consisté à :

- la réalisation d'un inventaire des ressources de DOB et de boues
- l'évaluation de la production des boues des STEP et de curage des réseaux d'assainissement urbain
- la quantification de chaque ressource de boues et de DOB (enquête, visite de terrain, évaluation directe, recherches sur web, consultation d'archives officielles)
- la compilation et synthèse des résultats obtenus par secteur d'activité et par région

1-1 Structuration de l'équipe par type de DOB

Les activités de cette action ont concerné particulièrement l'inventaire et la quantification des boues et des déchets organiques biodégradables (DOB) au Maroc. L'objectif étant d'évaluer la production et la répartition géographique des différentes sources de boues et de DOB. L'objectif final étant, la valorisation de ces produits en compost utilisable comme fertilisant pour la production agricole.

Ces activités ont été réparties selon l'origine et l'importance de chaque type de « ressource » entre les membres de l'équipe UCD avec la contribution de l'équipe de l'ORMVAD (voir tableau 1).

Chaque type de « déchet » a fait l'objet d'une évaluation à part pour mettre en évidence ses potentialités à l'échelle du Maroc en vue d'une exploitation rationnelle par compostage.

Chaque équipe responsable de la collecte de données concernant chaque type de déchet organique biodégradable a présenté son approche méthodologique et sa stratégie pour

collecter les informations (origine, production, traitement, stockage et usages) et évaluer les productions annuelles potentielles et mobilisables du déchet en question. Des visites pour la collecte des données et pour les mesures sur le terrain ont été également programmées pour la validation de l'approche adoptée. Les résultats obtenus par chaque équipe ont fait l'objet d'exposés et de débats avant leur validation définitive.

Tableau 1 : Constitution d'équipes de travail

Type de ressource	Equipes
Boues des stations de traitement des eaux usées	M. Mountadar, F. Hanafi et O. Assobhei
Boues de curage des réseaux d'assainissement	A. Aajjane, W. Moustahwid et L. A. Semlali
Déchets des industries agro-alimentaires	S. Etahiri, J. Amine et B. Bihaoui
Déchets et résidus des productions agricoles	M. Rafrafi, M. Kabil et B. Droussi
Résidus de transformation du bois et déchets d'abattoirs	M. Rihani, R. Herrar et K. Chedad

1-2 Quantification adoptée par type de DOB

1-2-1 Production des boues des STEP

La production annuelle des boues au niveau des stations de traitement des eaux usées au Maroc a été évaluée à 435 600 Tonnes/an. Il a été constaté que le *traitement des eaux usées génère l'équivalent de 30 à 40 grammes de matières sèches (MS) /habitant/jour sous forme de boues*. La production de boues au niveau des différentes STEP a été estimée sur la base de la constatation ci-dessus.

1-2-2 Production des boues de curage

Au Maroc, l'estimation de la quantité de boues de curage du réseau d'assainissement des eaux usées des villes, ne peut se baser sur les quantités extraites lors des opérations d'assainissement puisque celles-ci semblent encore être arbitraires et non organisées. D'après les données de la Direction Générale des Collectivités Locales (DGCL), il existe une relation entre le volume des eaux usées et la quantité de boues générées. Cette relation stipule que *les eaux usées circulant dans le réseau d'assainissement contiennent en moyenne 10 % de boues dont 50 % sont réellement valorisables*. Sur cette base une démarche méthodologique a été adoptée. Elle a permis de vérifier cette relation et d'estimer la quantité des boues de curage sur le terrain.

1-2-3 Déchets agroalimentaires

L'estimation des déchets organiques biodégradables générés au Maroc par l'industrie agroalimentaire a été réalisée sur la base des *statistiques disponibles* au niveau du ministère de l'agriculture et au ministère de l'industrie et également sur la base des *études bibliographiques disponibles* en la matière.

1-2-4 Résidus agricoles

Les résidus agricoles biodégradables générés au Maroc sont de trois types: **i)** les résidus verts des cultures maraîchères (tomate sous serre, tomate de plein champs, bananier et les cucurbitacées, **ii)** les résidus secs à savoir la paille des céréales, des légumineuses alimentaires, les feuilles et les bouts blancs de la canne à sucre et les feuilles et collets de la betterave à sucre ; **iii)** le fumier provenant de l'élevage des bovins, ovins, équidés et de l'aviculture.

La production de résidus a été évaluée soit à partir des *données bibliographiques* soit *mesurée au niveau de certaines exploitations et ensuite extrapolée* à l'échelle nationale. Les mesures réalisées au niveau des exploitations ont porté sur le fumier des différentes espèces. Ainsi, une vingtaine d'exploitations, représentant les différents systèmes de production à l'échelle nationale (production intensive en irrigué, production extensive en zone pluviale) ont été visitées pour la réalisation de ces mesures.

1-2-5 Résidus de transformation du bois

L'estimation des quantités de déchets organiques biodégradables générées par l'industrie de transformation du bois a été évaluée à partir de *statistiques officielles*. En général, *la production moyenne de résidus durant le sciage des bois est d'environ 35 % et 55 % de la biomasse des grumes utilisées respectivement pour les bois résineux et les bois feuillus*, dont 10 % de sciure, 20 % d'écorces, 20 % de dosses et délignures et 3 % de chutes de tronçonnage (ITEBE, 2003).

1-2-6 Déchets d'abattoirs

Au Maroc, les déchets produits par les abattoirs se répartissent en deux catégories : **i)** les 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* (Houlier, 1988) et **ii)** les déchets liquides : composés par les eaux de lavage et par le sang dont les quantités sont estimés à 36 litres/Tonnes de carcasse chez les bovins et à 83 litres/Tonnes de carcasse chez les ovins et les caprins (Houlier, 1988).

2- Analyse des résultats

2-1 Quantification par type de DOB

2-1-1 Estimation de la production des boues au niveau des stations de traitement des eaux usées

Il a été constaté qu'au Maroc le traitement des eaux usées génère l'équivalent de 30 à 40 grammes/habitant/jour de matière sèche (MS), sous forme de boues. Pour une population de l'ordre de 30 millions, la quantité de boues produite est estimée au maximum à 435 600 tonnes/ans.

Au niveau de la plupart des centres ruraux, les habitats sont de type dispersé, et donc ils ne disposent pas de réseaux d'assainissement et par conséquent il est impossible ~~hité~~ de récupérer les eaux usées en vue de leur traitement. La population concernée est estimée à 14 millions d'habitants soit un total de boues non récupérables, estimé à 203 280 Tonnes/an.

Au niveau des villes, les réseaux d'assainissement desservent environ 16 millions d'habitants et par conséquent, le potentiel de production de boues est d'au maximum 232 320 Tonnes/ an. Cependant, au Maroc, environ 40 % des stations de traitement des eaux usées sont fonctionnelles. Les eaux usées de la plupart des villes côtières sont déversées en mer sans aucun traitement préalable.

La production des boues par les stations opérationnelles dans les différentes régions du Maroc est estimée à 13 770 Tonnes/an. Actuellement, les plus importantes d'entre elles, en terme de production de boues, sont présentées au tableau 2. Celles-ci contribuent à hauteur de 11 000 Tonnes/an de boues valorisables à l'échelle du Maroc. Les petites villes, contribuent avec 2 770 Tonnes/an de boues.

Tableau 2 : Production des boues par les plus importantes STEP au Maroc

Type de traitement	Localité	Nombre d'habitant	Boues en Tonnes/an
Boues activées	Nador	100 000	1 089 - 1 452
	Al Hoceima	84 000	915 - 1 220
	Khouribga	75 000	812 - 1 083
	Béni Mellal	110 000	1 200 - 1 597
Lagunage	Benslimane	37 000	402 - 537
Infiltration Percolation	Agadir	350 000	3 811 - 5 082

2-1-2 Estimation de la production des boues de curage au niveau des réseaux d'assainissement urbains

L'estimation de la quantité de boues de curage au Maroc ne peut se baser sur les quantités extraites lors des opérations d'assainissement puisque celles-ci semblent encore être arbitraires et non organisées. La fréquence des opérations de curage est tributaire des conditions climatiques i.e. de la pluviométrie et de l'urgence liée à l'état du réseau d'égout.

D'après les données de la Direction Générale des Collectivités Locales (DGCL), il existe une relation entre le volume des eaux usées et la quantité de boues générées. Cette relation stipule que les eaux usées circulant dans le réseau d'assainissement contiennent en moyenne 10 % de boues dont 50 % sont réellement valorisables. D'autre part, la quantité des eaux usées qui passe dans le réseau d'égouts ne constitue que 75% du total des eaux usées générées par les activités industrielles et ménagères. Ceci a permis de mettre en évidence une démarche méthodologique qui a été vérifiée au niveau de 3 villes (Casablanca, El Jadida et Safi).

Le tableau 3 présente l'évolution et les prévisions, à l'échelle nationale, de la production des eaux usées et des boues pouvant être extraites de l'ensemble des réseaux d'assainissement au Maroc. Cette estimation est basée sur les volumes d'eaux usées produites selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement marocain entre 1960 et 2020. La production de boues de curage estimée pour l'an 2006 est d'environ 14 700 Tonnes.

Tableau 3 : Evolution et prévision de la production des eaux usées et des boues au Maroc

Année	Volume estimé d'eaux usées (10⁶ m³/an)	Quantité potentielle de boues en Matière Sèche (10³ Tonnes/an)
1960	48	1,19
1970	129	3,19
1980	270	6,68
1990	370	9,15
2000	495	12,25
2010	666	16,48
2020	900	22,27

2-1-3 Estimation de la production des DOB de l'industrie agroalimentaire

La production potentielle de déchets organiques biodégradables par l'Industrie Agro-Alimentaire au Maroc est estimée selon les statistiques disponibles à environ 532 000 Tonnes/an.

La répartition de la production de déchets solides par branche d'activité de l'IAA est présentée dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Répartition de la production des déchets industriels par branche d'activité (rapport REEM)

Branches industrielles	Quantité de déchets produits (Tonnes/an)
Industries sucrières	365 000
Conserveries de poissons et autres fruits de mer	12 400
Huileries et corps gras	77 500
Boisson et tabac	3 000
Industrie laitière	8 000

Ces données montrent que l'industrie sucrière est le premier grand producteur de déchets solides suivie par l'industrie oléicole et l'industrie laitière. Constituant ainsi, les sources les plus intéressantes de déchets organiques biodégradables pour le processus de compostage. 465 900 tonnes de déchets sont mobilisables pour un usage alternatif.

2-1-4 Estimation de la production des résidus agricoles

L'agriculture est un secteur stratégique pour l'économie nationale en termes de revenus et d'emploi.

Pour évaluer la production de déchets organiques biodégradables générés par l'agriculture au Maroc, nous avons d'abord ciblé les cultures générant les plus importantes quantités de déchets et nous les avons classé selon leur type :

- **les résidus verts** des cultures maraîchères, en l'occurrence ceux des cultures de tomate sous serre, tomate de plein champs, le bananier et les cucurbitacées,
- **les résidus secs** à savoir la paille des céréales et des légumineuses alimentaires, les feuilles et les bouts blancs de la canne à sucre et les feuilles et collets de la betterave à sucre
- **le fumier** provenant de l'élevage des bovins, ovins, équidés et de l'aviculture.

Les productions de résidus ont été soit évaluées à partir des données bibliographiques soit mesurés au niveau de certaines exploitations et extrapolées à l'échelle nationale.

Les résidus agricoles retenus pour la production végétale sont la paille des céréales, les fanes des légumineuses alimentaires, les feuilles et collets de la betterave à sucre, les

feuilles et les bouts blancs de la canne à sucre, les feuilles et tiges de tournesol et ceux de l'arachide.

Pour la production animale, les résidus considérés sont le fumier des bovins, ovins, caprins, équidés, le poulet de chair et la poule pondeuse.

Les productions annuelles de résidus issus de la production agricole sont données au tableau 5

Tableau 5 : Productions annuelles de résidus agricoles

Type de résidu	Production en millions de Tonnes/an
Paille des céréales	14,836
Résidus secs des autres cultures	0,618
Résidus verts	1,731 à 2,282
Fumier des animaux de production et de trait	49,5 à 70,25
Fumier de l'aviculture	0,3734 à 0,8836

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

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

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

2-1-5 Estimation de la production des résidus de transformation du bois

En général, le rendement matière d'une scierie est de l'ordre de 65 % pour les bois résineux et de 45 % pour les bois feuillus (ITEBE, 2003). La production moyenne de résidus durant le sciage des bois est donc égale à environ 35 % et 55 % de la biomasse des grumes utilisées respectivement pour les bois résineux et feuillus, dont 10 % de sciure, 20 % d'écorces, 20 % de dosses et délignures et 3 % de chutes de tronçonnage (ITEBE, 2003).

Les scieries produisent l'essentiel des déchets de bois de l'industrie de première transformation. Les déchets de scieries peuvent trouver des débouchés vers les industries

de trituration (pâte à papier, panneaux de particules). Cependant, la plupart des résidus sont traditionnellement utilisés comme combustible, agents de nettoyage des chantiers industriels, litière pour la volaille ou le bétail...etc.

Compte tenu du fait que le volume global de bois d'œuvre et d'industrie produit à l'échelle nationale, et que près de la moitié du volume du bois importé sont transformés dans des scieries, la potentialité du pays en matière de production de sciure par l'industrie de première transformation du bois peut être estimée, pour l'année 2004, comme suit (voir tableau 6) :

Tableau 6 : Estimation de la production annuelle de sciure par l'industrie de première transformation du bois au Maroc.

	Bois industrialisé Tonnes/an	Sciure produite (**) Tonnes/an
Bois d'œuvre et d'industrie produit annuellement	567 329	56 733
Bois d'œuvre et d'industrie importé annuellement (*)	960 564	51 870
Total	1 086 034	108 603

(*) : 54 % de ce volume est transformée par les scieries de bois.

(**): La production de sciure représente 10 % du volume de bois transformé par les scieries.

Une évaluation de la quantité de déchets solides générés par l'industrielle du bois au Maroc a été établie par l'étude PROGNOS (2000) à 60 200 Tonnes/an. Les déchets générés par les industries du bois et des articles en bois sont de 19 000 Tonnes/an. Celle des industries du papier, du carton et des imprimeries est estimée à 41 200 Tonnes/an.

2-1-6 Estimation de la production des DOB des abattoirs

Au Maroc, le secteur des abattoirs de préparation des viandes rouges comprend : 185 abattoirs municipaux et communautaires et 740 tueries de souks. Il est à signaler que les abattoirs au Maroc ne sont pas équipés de système de récupération des sous produits d'abattage en vue d'une valorisation. Le sang, le contenu stomacal souillé par les régurgitations, 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.

Les déchets produits par les abattoirs se répartissent en deux catégories :

- les 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 (Houlier, 1988).
- Les déchets liquides : Composés par les eaux de lavage et par le sang dont les quantités sont estimés à près de 36 litres par tonne de carcasse chez les bovins et 83 litres par tonne de carcasse chez les ovins et caprins (Houlier, 1988).

A partir de ces données, la quantité totale de déchets organiques biodégradables produite par les abattoirs au Maroc a été estimée à environ 130 130 Tonnes/an (tableau 7) dont 70 000 tonnes par an, produite en milieu urbain, est mobilisable.

Tableau 7 : Estimation des DOB produits annuellement par les abattoirs des viandes rouges au Maroc.

Carcasse	Production de viande (*)	Total déchets (T/an)
Bovins	151 500	63 024
Ovins	106 050	59 704
Caprins	13 130	7 402
Total	270 680	130 130

(*) Valeurs de l'année 2004 (MADRPM/DE/Service de l'orientation)

2-2 Quantification des DOB par région

D'après les résultats du recensement général de la population et de l'habitat de 2004 (Haut Commissariat au Plan), la population marocaine est de 29840273 habitants, résidant dans 45 provinces et 26 préfectures réparties sur 16 régions administratives (voir tableau 8) :

Tableau 8 : Recensement général de la population marocaine (2004).

Région	Nombre de provinces et/ou préfectures	Nombre d'habitant
Oued-Eddahab-Lagouira	2 provinces	99 196
Laâyoune-Boujdour-Sakia El Hamra	2 provinces	255 615
Guelmim-Es-Smara	5 provinces	462 276
Souss-Massa-Draâ	5 provinces et 2 préfectures	3 110 938
Gharb-Chrarda-Béni Hssen	2 provinces	1 858 287
Chaouia-Ouardigha	3 provinces	1 654 843
Marrakech-Tensift-Al Haouz	4 provinces	3 098 511
Oriental	5 provinces et 1 préfecture	1 913 278
Grand Casablanca;	9 préfectures	3 613 350
Rabat-Salé-Zemmour-Zaer	1 province et 4 préfectures	2 356 286
Doukkala-Abda	2 provinces	1 983 272
Tadla-Azilal	2 provinces	1 450 226
Meknès-Tafilalet	4 provinces et 2 préfectures	2 140 042
Fès-Boulmène	2 provinces et 3 préfectures	1 571 210
Taza-Al Hoceima-Taounate	3 Provinces	1 806 585
Tanger-Tétouan	3 provinces et 2 préfectures	2 466 358
16 régions	45 provinces 26 préfectures	29 840 273

* = D'après les résultats du recensement général de la population et de l'habitat de 2004 (HCP).

2-2-1 Estimation de la production des boues par région

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. Soit pour une population de 30 millions d'habitant, une production potentielle de 435 600 tonnes/ans. La population raccordée aux réseaux d'assainissements urbains est estimée à environ 16 millions d'habitant correspondant à une production potentielle annuelle de boues de : 232 320 tonnes/ an.

Au Maroc, environ 40 Mm³ des eaux usées sont traitées sur les 550 Mm³ produites en 2005 (soit 8%). Ce volume traité génère environ 13 770 Tonnes/an de boues. La production potentielle de boues par les STEP des différentes régions du Maroc est résumée dans le tableau 9.

Tableau 9 : Production potentielle des boues par les STEP au niveau des différentes régions administratives du Maroc

Région	Production potentielle de boues des STEP (Tonnes/an)
Chaouia-Ouardigha	2 158
Doukkala-Abda	67
Fès-Boulmane	00
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	00
Grand Casablanca	73
Guelmim Es Semara	00
Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra	00
Marrakech-Tensift-Al Haouz	248
Meknès-Tafilalet	00
Oued Ed-Dahab –Lagouira	00
Rabat-Salé-Zemmour-Zaer	198
Région de l’Oriental	1 452
Souss Massa Draâ	6 076
Tadla-Azilal	1 584
Tanger-Tétouan	333
Taza-Al Hoceima-Taounate	1 220
Total	13 770

Les STEP productrices des grandes quantités de boues sont mentionnées au tableau 10 ci-dessous. La quantité de boues produite est estimée à 11 000 tonnes/an valorisable à l’échelle du Maroc. La production des boues au niveau des petites STEP situées dans les petites villes, est estimée à 2 770 tonnes/an. Actuellement la quantité totale de boues valorisables est de 13 770 tonnes/an à l’échelle du Maroc.

Actuellement la région du Souss-Massa-Draâ produit à elle seule presque la moitié de la quantité de boues au Maroc ; suivie par les régions de Chaouia-Ouardigha, de l’Oriental, de Tadla-Azilal et de Taza-Al Hoceima-Taounate. La production de boues est négligeable pour les trois régions sud du Maroc à savoir : la région Oued Ed-Dahab–Lagouira, la région Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra et la région de Guelmim-Es Semara.

Tableau 10 : Principales STEP du Maroc productrices de boues

Type de traitement	Localité	Nombre d'habitants	Quantité de boues estimée (tonnes/an)
Boues activées	Nador	100 000	1 452
	Al Hoceima	84 000	1 220
	Khouribga	75 000	1 083
	Béni Mellal	110 000	1 597
Lagunage	Benslimane	37 000	537
Infiltration Percolation	Agadir	350 000	5 082
Total		756 000	10 971

2-2-2 Estimation de la production des boues de curage au niveau des réseaux d'assainissement urbains

Le tableau 11 présente les quantités de boues pouvant être extraites des réseaux d'assainissement des régions du Maroc. Ces quantités sont déduites à partir des volumes des eaux usées tels que déclarés en 2003 par les différents opérateurs à l'échelle locale. D'après ce tableau, nous constatons que la plus grande production des boues de curage est extraite du réseau d'assainissement des grandes agglomérations du Royaume avec la région du Grand Casablanca en premier, suivie par la région de Rabat-Sale-Zemmour-Zaer, la région de Tanger-Tétouan, la région de Fès-Boulmane, la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz, la région de Souss Massa Draa, la région du Meknès-Tafilalt, la région de Doukkala-Abda...

Tableau 11 : Production potentielle des boues de curage au niveau des différentes régions administratives du Maroc

Région	Production potentielle de boues de curage en Tonnes/an
Chaouia-Ouardigha	155
Doukkala-Abda	479
Fès-Boulmane	866
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	391
Grand Casablanca	2707
Guelmim Es Semara	0
Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra	0
Marrakech-Tensift-Al Haouz	756
Meknès-Tafilalet	536
Oued Ed-Dahab –Lagouira	0
Rabat-Sale-Zemmour-Zaer	1534
Région de l’Oriental	358
Souss Massa Draa	536
Tadla-Azilal	203
Tanger-Tétouan	1262
Taza-Al Hoceima-Taounate	118
Total	9 901

2-2-3 Estimation de la production des résidus agricoles

La répartition des résidus secs et du fumier du cheptel par région est consignée dans le tableau 12.

Il en ressort ce qui suit :

- 66% de la production des résidus secs est concentrée dans les régions de : Chaouia Ouardiga, Doukkala Abda, Gharb Chrada Bni Hsen, Marrakech Tansift El Haouz, Meknès Tafilalet, et Tadla Azilal.
- 76% de la production du fumier des bovins est concentrée dans les régions de : Chaouia Ouardiga, Doukkala Abda, Gharb Chrada Bni Hcen, , Marrakech Tansift El Haouz, Sous Massa Darâa, Tanger Tétouan et Taza El Hoceima Taounate.

Tableau 12 : Répartition de la production des résidus secs et du fumier du cheptel au niveau des différentes régions du Maroc.

Production (millier T /an) Région	Résidus secs	Fumier Bovins	Fumiers Ovins	Fumier Caprins	Fumier Equidés	Total
Chaouia Ouardiga	1 978,1	1 984,2	1 095,0	59,4	935,0	6 051,7
Doukkala Abda	1 993,6	3 194,1	984,5	28,1	2 112,8	8 313,1
Fès Boulmane	649,1	532,3	482,2	153,1	437,1	2 253,8
Gharb Chrada Bni Hsen	1 699,9	2 564,9	582,7	12,5	1 177,9	6 037,9
Grand Casablanca	139,1	362,9	70,3	3,1	60,7	636,1
Guelmim Es Smara	15,5	72,6	90,4	87,5	60,7	326,7
Laâyoune-Boujdour-S El Hamra	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Marrakech Tansift El Haouz	1 978,1	3 290,9	1 426,5	503,1	1 602,9	8 801,5
Meknès Tafilalet	1 298,2	1 040,5	1 014,6	328,1	667,9	4 349,3
Oriental	958,1	846,9	1 285,8	253,1	534,3	3 878,2
Oued Eddahab -Lagouira	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Rabat Salé Zemour Zair	849,9	1 524,5	432 0	90,6	473,6	3 370,6
Sous Massa Draâ	509,9	2 516,5	803,7	656,3	1 007,8	5 494,2
Tadla Azilal	1 267,3	1 427,6	703,2	315,6	570,7	4 284,4
Tanger Tétouan	571,8	2 661,7	321,5	387,5	1 056,4	4 998,9
Taza El Hoceima Taounate	1 545,4	2 177,8	753,4	246,9	1 445,0	6 168,5
Total	15 454,0	24 197,4	10 045,8	3 124,9	12 142,8	64 964,9

- 65% de la production du fumier des ovins est concentrée dans les régions de : Chaouia Ouardiga, Marrakech Tansift El Haouz, Meknes Tafilalet, Rabat Salé Zemour Zair, Oriental, Taza El Hoceima Taounate et Doukkala Abda.

Concernant le fumier provenant de l'aviculture, près de 70% est produite sur l'axe Rabat-Casablanca.

2-2-4 Estimation de la production des DOB de l'industrie agroalimentaire

Une évaluation de la quantification des déchets solides générés par l'activité industrielle au Maroc a été établie par l'étude PROGNOS (2000) à environ 974 070 T dont 118 900 T de déchets dangereux. Le secteur de l'IAA produit environ 532 000 T/ an de déchets solides dont 9 630T/an de déchets dangereux, ce qui laisse un important potentiel de déchets organiques biodégradables susceptibles d'être valorisés sous forme de compost. La répartition de la production des déchets les industries agro-alimentaires par région est montrée au tableau 13.

La région du Grand Casablanca, produit à elle seule environ 40% des déchets solides générés par l'industrie agro-alimentaire. Les autres régions ne dépassent guère 10% pour chacune d'elle. La production de déchets solides générée par l'industrie agro-alimentaire est relativement bien répartie à l'échelle nationale sauf pour les régions de Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra et Oued Ed-Dahab –Lagouira où la production est minimale.

Tableau 13: Quantités de déchets solides produits par industriels l'IAA dans les différentes régions marocaines (en tonnes) selon l'étude PROGNOS (2000).

Région	Déchets des Industries Agro-Alimentaires en Tonnes/an
Chaouia-Ouardigha	18 200
Doukkala-Abda	27 600
Fès-Boulmane	28 100
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	31 400
Grand Casablanca	211 200
Guelmim Es Semara	6 590
Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra	290
Marrakech-Tensift-Al Haouz	33 400
Meknès-Tafilalet	28 600
Oued Ed-Dahab –Lagouira	150
Rabat-Sale-Zemmour-Zaer	27 400
Région de l'Oriental	19 700
Souss Massa Draâ	49 000
Tadla-Azilal	11 500
Tanger-Tétouan	36 300
Taza-Al Hoceima-Taounate	2 400
TOTAL	531 830

2-2-5 Estimation de la production des résidus de transformation du bois

La production nationale de sciure par l'industrie de première transformation du bois est estimée à la base du volume global de bois d'œuvre et d'industrie produit à l'échelle nationale et la moitié du volume du bois importé est transformé dans des scieries marocaines (Tableau 14).

La production des résidus de transformation du bois pour la région du Grand Casablanca est d'environ 48 %. La production des résidus de transformation du bois par les régions de Gharb Chrarda Beni-Hsen, de Chaouia-Ouardigha, de Doukkala-Abda, de Fès-Boulemane, de Marrakech-Tensift Al Haouz, de Meknès-Tafilalet, de Rabat-Sala-Zemmour-Zaer, de Souss Massa-Draâ, de Tanger-Tétouan. Les autres régions contribuent à moins de 0,7% de la production nationale (Région de l'Oriental, Tadla-Azilal, Taza-Al Hoceima-Taounate, Guelmim-Es-Semara, Laâyoune-Boujdour-Sakia Hamra et la région de Oued Ed-Dahab–Lagouira.

Tableau 14: Estimation de la production annuelle de sciure par l'industrie de première transformation du bois au Maroc.

	Quantités de bois industrialisé (Tonne/an)	Quantité de sciure produite** (Tonne/an)
Bois d'œuvre et d'industrie produit	567 329	56 733
Bois d'œuvre et d'industrie importé	518 705*	51 870
Total	1 086 034	108 603

(*) Le chiffre représente 54 % du volume total de bois importé.

(**) La quantité de sciure représente 10 % du volume de bois transformé par les scieries.

Une évaluation de la quantité des déchets solides générés par l'activité industrielle liée à la filière du bois au Maroc a été établie par l'étude PROGNOS (2000) à 61 200 Tonnes/an (voir tableau 15)

Tableau 15 : Quantités de déchets générés par les industries du bois et de carton par les différentes régions administratives du Maroc (PROGNOS, 2000).

Région	Bois et articles en bois Tonnes/an	Papier, carton et imprimerie Tonnes/an	Total
Chaouia-Ouardigha	1 500	1 300	2 800
Doukkala-Abda	0	1 700	1 700
Fès-Boulemane	600	700	1 300
Gharb Chrarda Beni-Hsen	500	7 700	8 200
Grand Casablanca	10 700	18 500	29 200
Guelmim-Es-Semara	0	0	0
Laâyoune-Boujdour	0	0	0
Marrakech-Tensift Al Haouz	500	500	1 000
Meknès-Tafilalet	1 900	700	2 600
Oriental	0	200	200
Oued Ed-Dahab Lagouira	0	0	0
Rabat-Sala-Zemmour-Zaer	1 700	1 400	3 100
Souss Massa-Draâ	1 200	3 200	4 400
Tadla-Azilal	0	100	100
Tanger-Tétouan	300	5 200	5 500
Taza-Al Hoceima-Taounate	100	0	100
Total	19 000	41 200	60 200

2-2-6 Estimation de la production des DOB des abattoirs

Au Maroc, le secteur des abattoirs de préparation des viandes rouges comprend : 185 abattoirs municipaux ou communautaires et 740 tueries de souks.

L'estimation de déchets d'abattoirs produits annuellement au Maroc a été réalisée sur la base de la population des 16 régions du pays (voir tableau 16) :

Tableau 16 : Répartition régionale des DOB produits annuellement par les abattoirs de viandes rouges au Maroc.

Région	Déchets d'abattoirs (T/an)
Chaouia-Ouardigha	7 300
Doukkala-Abda	8 700
Fès-Boulemane	6 900
Gharb Chrarda Beni-Hsen	8 000
Grand Casablanca	16 000
Guelmim-Es-Semara	2 000
Laâyoune-Boujdour	1 000
Marrakech-Tensift Al Haouz	13 700
Meknès-Tafilalet	9 400
Oriental	8 400
Oued Ed-Dahab Lagouira	430
Rabat-Sala-Zemmour-Zaer	10 000
Souss Massa-Draâ	13 500
Tadla-Azilal	6 400
Tanger-Tétouan	10 500
Taza-Al Hoceima-Taounate	7 900
Total	130 130

* = D'après les résultats du recensement général de la population et de l'habitat de 2004 (HCP).

2-3 Disponibilités des boues et des autres DOB

2-3-1 Disponibilité des boues au Maroc

Le Tableau 17 présente les productions potentielles et mobilisables des boues des stations d'épuration des eaux usées et des boues de curage des réseaux d'assainissement. La production mobilisable est estimée à 23 600 T/an sur une production potentielle de 450 300T/an, soit 5,2% de cette dernière.

Dans le cadre du Plan d'action 2005-2007, le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, prévoit l'élaboration et la mise en œuvre, à partir de 2005 en collaboration avec le Ministère de l'Intérieur d'un programme national d'assainissement et de dépollution des eaux usées. Le programme a pour objectif de rabattre la pollution des ressources en eau de 60% en 2010. Le financement de ce programme décidé par la Commission Interministérielle de l'Eau sera assuré en partie par les Agences de Bassins hydrauliques dans le cadre de la mise en œuvre de la politique d'incitation à la préservation des ressources en eau et de l'environnement initiée par le MATEE. Partant de là, et sur la base d'une production annuelle d'eaux usées de 660 Mm³/an (prévue en 2010), la quantité de boue mobilisable au niveau des STEP est estimée à environ 123 300 T/an. Il est donc très important pour le Maroc de mettre en place un système de gestion et de valorisation de cette source de matière organique. La gestion inappropriée de ces boues peut conduire inévitablement à des problèmes environnementaux et de santé publique majeurs.

2-3-2 Composition moyenne des boues au Maroc

La composition moyenne des boues au Maroc est montrée au tableau 18. 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 favorisent la croissance des micro-organismes lors du compostage.

Tableau 17 : Production des boues au Maroc (2005).

Nature du déchet	Origine	Quantité mobilisable (tonne/an)	Quantité mobilisable%	Production potentielle (tonne/an)
Boues (en	Station de traitement des eaux usées	13 770	58,2	438 000
Matières sèches)	Curage des réseaux d'assainissement urbains	9 901	41,8	14 700
Total		23 671	100	452 700

Tableau 18 : Caractéristiques physico-chimiques moyennes des boues au Maroc en % de matière sèche (MS%)

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

2-3-3 Principaux types de traitements et/ ou d'évacuation des boues au Maroc.

Au Maroc plusieurs expériences ont été menées pour déterminer les performances de certaines filières de traitement des boues. Ci-dessous les différentes filières utilisées :

- compostage en andains retournés (déchets ménagers) ;
- stabilisation à la chaux des boues liquides (au niveau de certaines industries agroalimentaires) ;
- déshydratation et stockage (au niveau de certains STEP) ;
- séchage naturel (au niveau de certains STEP) ;
- incinération (au niveau des hôpitaux) ;
- mise en décharge (toute sorte de déchets solides).

Les essais conduits en matière de valorisation des boues résiduaires au Maroc sont limités comparés à ceux réalisés sur la réutilisation des eaux usées épurées. En effet des essais ponctuels ont été menés à Ouarzazate et à Ben Sergao où les eaux usées sont d'origine exclusivement domestiques.

- A Ouarzazate, les boues issues de lits de séchage ont donné des résultats très satisfaisants dans un essai agronomique concernant la culture du Ray Gras d'Italie. En effet, l'augmentation de matière sèche produite a dépassé les 200 % par rapport au témoin. Aucune accumulation de métaux lourds n'a été détectée dans le sol ou dans le végétal.
- Dans le cas de Ben Sergao, les boues ont été compostées et utilisées pour l'amendement organique de deux espèces de gazon. Les paramètres hauteur et production de matière sèche ont été significativement améliorés. Le compostage a permis un assainissement total des boues ce qui a complètement éliminé le risque de contamination biologique.

2-3-4 Analyse critique des voies d'élimination des boues

Selon les études bibliographiques, chaque filière de traitement se distingue des autres filières par ses avantages et ses inconvénients (voir tableau 19).

Tableau 19 : Caractéristiques de chaque type de traitement des boues.

Filière	Appréciation
Incinération	A proscrire (incinération partielle dans les grandes STEP)
Mise en décharge contrôlée	Faisable en absence de terrains agricoles sur un rayon de 3 Km ou si les boues sont riches en métaux lourds.
Chaulage	Avantageux (suppression de pathogènes, réduction des odeurs, etc.) mais non justifié dans les sols alcalins
Séchage naturel	Coût faible avec la possibilité de valorisation agronomique
Compostage	Obtention d'un excellent produit d'amendement organique avec la suppression de pathogènes
Autres voies	Coûteuses

2-4 Production et disponibilité des DOB

Les plus importantes sources de déchets et résidus organiques biodégradables, en quantité, sont les résidus agricoles (tableau 20). La production potentielle de cette ressource varie entre 67 et 88,8 Millions de tonnes par an, alors que la production potentielle des DOB générés par d'autres activités économiques est estimée à 1,5 Millions de tonnes par an. Les principaux résidus agricoles sont le fumier (73,01) et la paille des céréales (21,77%). Ces deux résidus sont facilement mobilisables s'ils sont intégrés dans des filières de valorisation à haute valeur ajoutée comme le compostage. Ces ressources sont très intéressantes dans la mesure où leur production est bien répartie à l'échelle nationale.

Tableau 20 : Production de déchets organiques biodégradables au Maroc.

Nature du déchet		Quantité mobilisable (tonne/an)	Quantité mobilisable En %	Production potentielle totale (tonne/an)
Déchet industrie agro-alimentaire	Industrie sucrière	365 000	0,54	532 000
	Conserveries de poisson	12 400	0,02	
	Huileries	77 500	0,11	
	Industrie laitière	8 000	0,01	
	Industrie de tabac	3 000	0,00	
Résidus agricoles	Cultures céréalières	14 769 903	21,70	15 388 114 1 731 000 à 2 282 000 49 511 000 à 70 250 000 373 400 à 883 600
	Cultures (légumes, betteraves, canne à sucre, tounesols)	618 211	0,91	
	Résidus verts (pomme de terre, tomates, etc.)	1 731 000	2,55	
	Fumier (bovin, ovin, caprin, équidé)	49 511 000	73,00	
	Fumier (aviculture, poulet)	373 400	0,55	
Résidus de bois	Scieries	108 603	0,16	468 803
	Bois	19 000	0,03	
	Papier, carton et imprimerie	41 200	0,06	
Déchets d'abattoirs	Abattoirs de viandes rouges	130 000	0,19	130 000
Total :		67 768 217	100	68 584 617 à 90 384 817

III-
Gestion des déchets au Maroc

En attendant la mise en application de la loi 28-00 relative aux déchets¹ approuvée par le parlement du Royaume le 5/07/2006, la responsabilité de ce secteur est encore mal définie et reste partagée, sans cohérence ni complémentarité, entre les intervenants suivants :

- Ministère de l'Intérieur : ce Ministère a la tutelle des communes. En effet, si les communes sont autonomes en matière de gestion des déchets ménagers, leur budget et leurs investissements sont soumis au contrôle du Ministère de l'Intérieur.
- Ministère de la Santé : ce Ministère est l'autorité compétente pour la gestion des hôpitaux et des centres de soins. Il est donc responsable de la gestion des déchets produits par ces établissements.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural : ce Département intervient dans l'identification des sites de décharges, essentiellement dans les régions forestières, ainsi que dans la mise en place des unités de compostage.
- Ministère de l'Équipement : ce Ministère est l'autorité compétente en matière de ressources en eau et par conséquent intervient dans le choix des sites de décharges.
- Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Énergie et des Mines : ce Ministère est l'autorité de tutelle des activités commerciales et industrielles. A ce titre, il a un rôle de conseil pour l'élimination de leurs déchets et pour la mise en place de filières de valorisation.
- Département de l'Environnement : malgré son engagement dans différents milieux et secteurs d'activités, c'est un département de mission et non de gestion. Il s'occupe principalement de la coordination, de la collecte des données, des études, de l'élaboration des lois, de la réglementation, des normes et directives ayant trait à l'environnement.

1- Réglementation en vigueur

La réglementation permettant de gérer les déchets solides au Maroc est le principal handicap du secteur. En effet, le contexte juridique est relativement peu favorable à cause de l'inadaptation de certains textes juridiques anciens et de la lenteur dans l'adoption des nouveaux textes. Parmi les textes en vigueur, on peut citer :

- Le dahir du 25/8/1914 qui porte sur la réglementation des établissements insalubres, incommodes ou dangereux. Ces établissements sont soumis au contrôle et à la surveillance de l'autorité administrative. Ils sont divisés en trois classes

¹ Dans ce rapport, du point de vue législatif, les boues des stations d'épuration des eaux sont considérées comme des « déchets solides industriels » dans la mesure où elles sont générées par l'industrie de traitement des eaux.

suivant la nature des opérations qui y sont effectuées ou les inconvénients qu'ils présentent au point de vue de la sécurité, de la salubrité ou de la commodité publique.

- Le dahir du 8/12/1912, complété par le dahir du 30/7/1918, relatif aux mesures sanitaires pour la protection de l'hygiène publique, confère aux pachas et aux caïds des pouvoirs spéciaux pour assurer l'hygiène publique et la salubrité en ville. L'arrêté ministériel du 18/1/1950 interdisant l'installation de certaines industries dans les villes et les centres délimités par arrêté.
- La Charte communale du 30/9/76 : cette charte confie aux collectivités locales l'assainissement liquide et solide. En effet, l'article 30 du dahir n° 1-7-583 relatif à l'organisation communale dispose que le " conseil communal règle par délibérations les affaires de la commune et, à cet effet, décide des mesures à prendre pour assurer à la collectivité locale son plein développement économique, social et culturel ". Pour ce faire, "il décide de la création et de l'organisation des services publics communaux et de leur gestion soit par voie de régie ou autonome, soit par concession ".
- La Loi 12-90 sur l'urbanisme : cette loi précise que le Schéma Directeur d'Aménagement Urbain qui prévoit notamment "les endroits devant servir de dépôt aux ordures ménagères" doit être, préalablement à son approbation, soumis aux conseils communaux concernés. Quant au Plan d'Aménagement prévu par la même loi, il doit définir des servitudes à établir dans l'intérêt de l'hygiène, de la sécurité et de la salubrité publique.
- La Loi 10-95 sur l'eau : cette loi a prévu d'une manière générale la réglementation des dépôts: elle interdit de déposer ou d'enfouir des déchets solides dans le domaine public hydraulique. Les agences de bassin, en cours de création, seront chargées dans le cadre de cette loi de surveiller les risques potentiels que représentent les décharges.

2- Réglementation en cours d'adoption

Concernant les textes en cours de promulgation :

- Le projet de loi relatif à la lutte contre la pollution de l'atmosphère: ce projet de loi vise l'interdiction d'émettre, de déposer, de dégager ou de rejeter dans l'atmosphère des polluants au-delà des normes fixées par voie réglementaire. Ces polluants se présentent comme suit: poussière, substances inorganiques essentiellement sous forme de poussière, substances inorganiques essentiellement sous forme de vapeur, de gaz ou de particules et substances cancérigènes.

- Le projet de loi relatif à la gestion des déchets et à leur élimination : ce projet se fixe comme objectif principal de prévenir la pollution, de protéger la santé de l'homme et l'environnement contre les effets nocifs dus aux déchets en incitant à la réduction de leur production et leur valorisation, la mise en décharge contrôlée, l'organisation du transport et l'information du public. Elle classe les décharges en trois catégories selon la nature des déchets. Ce projet de loi s'applique aux déchets ménagers et assimilés, déchets inertes, industriels, médicaux et dangereux. Il s'applique aussi aux épaves maritimes, aux épaves d'aéronefs, ainsi qu'aux cadavres d'animaux.

Malgré l'approbation de loi récente 28-00, la gestion actuelle des déchets au Maroc reste insuffisante et a des effets négatifs sur l'environnement, la santé des populations, le tourisme et la qualité de vie en général. La quantité des déchets produits dans le pays n'est pas très importante alors que les problèmes de leur gestion proviennent de :

- l'insuffisance de dispositif nécessaire à leur traitement.
- la défaillance de la collecte et des traitements des déchets
- l'absence des activités de recyclage,
- l'absence de collecte et de mise en décharge en milieu rural.

Cependant au fur et à mesure que les régions se développent et que la population prend de plus en plus conscience de la dégradation de son environnement, un lien étroit s'instaure entre la gestion des déchets et la qualité de l'environnement. Les gestionnaires de ce secteur sont ainsi appelés à trouver des solutions urgentes. A cet effet, plusieurs projets ont été lancés dont les plus importants sont cités ci-dessous.

3- Gestion de déchets solides :

3-1 Projets réalisés

Afin d'améliorer la gestion du secteur des déchets au Maroc, plusieurs projets ont été mis en œuvre notamment en partenariat avec des organismes internationaux tels que la Banque Mondiale (pour la ville de Fès), l'USAID (pour Meknès, Azrou et Ouled Teima), le Gouvernement allemand (pour Larache) et le Gouvernement danois (pour Tanger et Khemisset). D'autres projets concernant la gestion des déchets ont été réalisés tels que :

- Réalisation d'une enquête pour le diagnostic et la gestion de déchets solides à l'échelle locale. Les résultats de cette enquête ont été présentés dans des ateliers régionaux et au cours du séminaire national sur la gestion des déchets solides organisé à Rabat en 1999. Ce travail a pour objectif de mettre en place un plan d'action concerté pour la gestion des déchets solides au Maroc.

- Réalisation d'un guide d'amélioration de la gestion des déchets solides au profit des ingénieurs et techniciens des collectivités locales (aspect technique), ainsi que les présidents des conseils municipaux. Ce guide vise à aider les responsables locaux à prendre la bonne décision pour l'amélioration de la gestion des déchets.
- Réalisation d'une étude sur les Directives Nationales pour l'amélioration de la gestion des déchets solides au Maroc en coopération avec l'Agence Japonaise Internationale pour la Coopération (JICA). Cette étude avait pour objectifs :
 - Le diagnostic de la situation actuelle de la gestion des déchets solides ;
 - La formulation de directives visant à améliorer la gestion des déchets solides au niveau national et municipal ;
 - L'élaboration d'un projet de loi sur les déchets ;
 - La mise en place de décharges contrôlées ;
 - La mise en place de ponts bascules ;
 - L'étude de la gestion des déchets médicaux, industriels et dangereux.
- Elaboration d'un projet d'étude pour la création d'un Centre National d'élimination des déchets dangereux, industriels et hospitaliers dans l'axe Casablanca-Mohammedia, ainsi qu'un programme régional pour la gestion des déchets solides de la région de Tanger en coopération avec l'Agence Allemande (GTZ).
- Etude de la gestion des déchets industriels de la Zone Casa- Mohammedia. Cette étude a été réalisée dans le but d'améliorer la qualité et la quantité des déchets industriels dans la région du grand Casablanca avec la mise en place d'une bonne vision concernant l'élimination de ces déchets. Cette étude, la première de ce genre au Maroc, a pour objectif d'améliorer la gestion des déchets industriels par le biais de la mise en place d'unités de traitement spécialisées pour chaque type de déchets.

Cependant, ces projets se sont limités à des études d'optimisation et aucune réalisation n'a vu le jour à l'exception de l'unité de compostage de déchets ménagers d'Agadir. Par ailleurs, un autre projet qui a consisté à réhabiliter une décharge sauvage à Akreuch a vu le jour dans la Wilaya de Rabat-Salé. Cette décharge, mise en service en 1985, reçoit environ 151 700 tonnes par an de déchets (ménagers, industriels, médicaux, etc.). Afin de limiter les effets négatifs de cette décharge sur l'environnement (dégradation importante des ressources en eau, dégagement d'odeurs nauséabondes et prolifération de parasites), la Wilaya a délégué la gestion de cette décharge à une société privée. Celle-ci devra assurer :

- la création de nouveaux accès à la décharge afin d'exploiter les zones qui n'étaient pas accessibles,
- la couverture des zones comblées,
- le drainage et l'évacuation des lixiviats vers l'Oued Bouregreg. Bien que ces actions ne permettent pas une protection totale de l'environnement (ressources

en eau, etc.), elles sont très importantes pour assurer un bon fonctionnement d'une décharge sauvage et pour garantir un meilleur passage vers la nouvelle décharge Aïn Aouda en réhabilitant la décharge actuelle d'Akreuch.

3-2 Projets en cours de réalisation

En matière de gestion de déchets solides au Maroc, nous citons les projets en cours suivant :

- Le Schéma Directeur d'Assainissement Solide de la Wilaya de Rabat Salé.
- Les projets de décret et d'arrêté relatifs respectivement à la mise en place de décharges contrôlées et à la gestion des sachets en plastiques;
- L'étude relative à la gestion des déchets industriels et hospitaliers élaborée dans le cadre de la coopération maroco - allemande et qui a proposé l'installation d'un centre national de traitement de ces déchets;
- Le plan régional de la gestion des déchets solides de la région de Tanger - Tétouan en cours d'élaboration, dans le cadre du Projet de Gestion de l'Environnement, avec la participation de la GTZ.

3-3 Projets prévus

Afin, d'assurer la viabilité des futures entreprises dans le domaine des déchets, il serait judicieux de limiter, voire interdire les initiatives isolées et de réaliser, comme il a été envisagé dans le projet de loi sur la gestion des déchets :

- un plan national de gestion des déchets dangereux,
- des plans directeurs préfectoraux ou provinciaux de gestion des déchets ménagers et assimilés, industriels non dangereux, médicaux et inertes. Ces plans dresseront notamment les bilans de la quantité et de la nature des différents types de déchets et définiront les objectifs et les mesures de réduction ou d'élimination. C'est seulement de cette manière et avec l'adoption du projet de loi que des projets bien conçus peuvent voir le jour pour la solution définitive du problème.

En attendant, des mesures doivent être prises pour améliorer progressivement la situation actuelle notamment :

- Amélioration de l'hygiène et de l'esthétique urbaine par l'organisation du réseau et la fréquence de collecte et du déversement des déchets.
- Fermeture progressive ou réhabilitation de certains dépotoirs et création de décharges contrôlées pour les zones très dégradées.

- Réalisation de projets pilotes, d'actions de démonstration, de sensibilisation et d'éducation environnementale pour changer le comportement du citoyen et des autres intervenants à l'égard des déchets. C'est le cas de ce projet MOROCOMP 0141
- Encouragement des initiatives privées pour la promotion de sociétés de service dans les domaines de la collecte, du tri et du recyclage des déchets et l'aménagement et l'exploitation des décharges contrôlées.
- Réduction du volume des déchets par l'application des principes " producteur payeur " pour réduire les quantités arrivant aux décharges, et " pollueur payeur " pour diminuer la pollution produite par les déchets dangereux et toxiques.

IV-
Législation au Maroc

A la lumière de l'examen du volet relatif à la situation actuelle du secteur des déchets au Maroc et des efforts menés dans ce sens, des défaillances au niveau des services de collecte, du transport, du traitement et de l'élimination ont été mises en évidence. Ces défaillances sont d'origine institutionnelle, juridique, financière, technique et/ou éducationnelle. Ici nous traitons uniquement l'aspect juridique relatif aux déchets solides.

Le cadre juridique qui pourrait avoir un lien avec le secteur des déchets est très vaste et souffre de nombreuses contraintes qui pourraient être résumées comme suit :

- Absence d'une législation spécifique réglementant le secteur des déchets: les communes sont chargées de la collecte des déchets et les communautés urbaines sont responsables de leur élimination. Toutefois, l'insuffisance de mesures réglementaires spécifiques et adaptées pour les grandes catégories de déchets (ménagers, industriels et médicaux) a engendré plusieurs problèmes dans les modalités de gestion, et une dilution des responsabilités en matière d'élimination des déchets par les producteurs.
- Absence d'une loi relative aux études d'impact sur l'environnement : cette situation a engendré le développement des décharges sauvages qui ne respectent aucune norme environnementale. Cependant, avec l'adoption du projet de loi en janvier 2003 par la Chambre des Conseillers, on peut s'attendre à sa promulgation dans les mois prochains ce qui va résoudre une partie du problème.
- Absence d'une loi cadre sur la protection et la mise en valeur de l'environnement : cette loi pourrait organiser plusieurs secteurs environnementaux et participer indirectement à l'amélioration de la gestion des déchets au Maroc. Cette loi a été également adoptée en janvier 2003 par la Chambre des Conseillers et elle sera promulguée dans les mois prochains.
- Absence de normes et de standards en matière de contrôle dans le domaine de la collecte, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets.

1- Renforcement juridique

Le cadre juridique relatif aux déchets est très vétuste, fragmenté et non spécifique, et par conséquent ne répond plus aux contraintes actuelles d'optimisation de la gestion de ce secteur. Les principales suggestions pour combler ces lacunes sont les suivantes :

- L'adoption du projet de loi 28-00 relatif à la gestion des déchets et à leur élimination : ce projet de loi, en phase finale de promulgation permettra, entre autres, la prévention de la pollution liée aux déchets, la préservation de la santé de

l'homme et la protection de l'environnement à travers une réduction valorisation des déchets, une élimination écologique, etc.

- L'élaboration et l'adoption des décrets d'application du projet de loi sur les études d'impact : cette action aura nécessairement des effets positifs indirects sur le secteur des déchets à travers l'obligation de la réalisation des études d'impact pour les décharges, les centres de traitement des déchets, les unités industrielles, les hôpitaux, etc.
- L'activation de la révision du dahir de 1914 relatif aux établissements classés.
- L'élaboration de décrets d'application spécifiques à la gestion des déchets hospitaliers et des déchets dangereux

2- Note de présentation du projet de loi n° 28-00 relative à la gestion des déchets et à leur élimination

Face au développement industriel, urbanistique et démographique des agglomérations urbaines, le problème de gestion des déchets, notamment des déchets ménagers et assimilés, des déchets industriels, médicaux et dangereux se pose avec une forte acuité. Les quantités de déchets produites constituent une menace sérieuse pour l'environnement dans la mesure où les conditions actuelles de collecte, de transport, de mise en décharge ou de recyclage de ces déchets sont nettement insuffisantes et inadaptées. La prolifération des décharges sauvages incontrôlées, le faible taux de collecte, l'inexistence des installations de traitement et surtout la désresponsabilisation des générateurs des différents types de déchets sont autant d'indicateurs qui révèlent l'état de quasi abandon dans lequel se trouve le secteur des déchets solides.

L'une des finalités majeures du présent projet de loi est de jeter les bases d'une politique nationale en matière de gestion des déchets qui s'articule autour d'un double objectif : moderniser les processus de gestion en vigueur dans le secteur et réduire autant que possible les impacts négatifs des déchets sur la santé de l'homme et l'environnement. Cette politique s'inscrit dans le contexte général de rénovation des procédés de gouvernance et de gestion des services publics. Elle prend en compte l'évolution des modes de consommation et d'organisation sociale tout en prenant appui sur les perspectives économiques et financières prometteuses, que les récentes initiatives de gestion déléguée initiées dans ce secteur, ont bien mis en évidence.

Aussi, les apports de ce projet de loi excèdent-ils le comblement d'un vide juridique pour s'attacher à poser les jalons d'un cadre général de gestion adapté aux réalités du pays. Il permet au Maroc, en outre, d'honorer ses engagements souscrits à de nombreuses conventions recommandant la mise en place d'une gestion rationnelle et écologique des déchets.

3- Les limites du cadre juridique actuel

Plusieurs textes en vigueur font référence aux déchets : le dahir du 25 août 1914 portant réglementation des établissements insalubres, incommodes et dangereux exige dans son article 5 que le mode et les conditions d'évacuation des déchets et des résidus desdits établissements soient définis préalablement à toute autorisation, le dahir du 11 avril 1922 relatif à la pêche dans les eaux continentales interdit dans son article 6 de rejeter ou d'amener dans ces eaux des substances ou appâts susceptibles de les polluer, la loi n°10-95 sur l'eau dont de nombreuses dispositions interdisent le rejet des déchets solides dans « les oueds à sec, dans les puits, abreuvoirs et lavoirs publics, forages, canaux ou galeries de captage des eaux..... » (art.54) et la loi n°78-00 du 3 octobre 2002 portant charte communale qui, dans son article 39, habilite les communes à assurer « collecte, transport, mise en décharge publique et traitement des ordures ménagères et des déchets assimilés ».

Ces dispositions et bien d'autres – art. 609 du code pénal par exemple - montrent que la question de la gestion des déchets n'est pas totalement absente de la législation en vigueur, mais la place qui lui y est réservée est si minime qu'on peut parler à son propos d'un état de sous réglementation notoire. Et ceci au moment même où le secteur des déchets fait l'objet sur le plan international d'un effort normatif remarquable se traduisant par la définition d'un cadre juridique cohérent régissant les mouvements transfrontières des déchets. Et où la plupart des partenaires du pourtour méditerranéen se sont dotés d'une législation interne faisant ressortir le rôle de toutes les parties prenantes engagées dans le processus de gestion des déchets.

4- Les apports du projet de loi 28-00

Ce projet de loi pose les règles et les principes fondamentaux qui constituent désormais le référentiel de base pour la gestion des déchets et leur élimination. Il permet d'asseoir une gestion rationnelle, moderne et efficace du secteur respectueuse des exigences du développement durable et de la protection de l'environnement. Ses apports les plus importants peuvent être résumés dans les points suivants :

- Il définit les différents types de déchets, spécifie leur mode de gestion et précise le niveau de leur prise en charge ;
- Il réglemente de manière claire la gestion des déchets dangereux en les soumettant à un système d'autorisation préalable à tous les stades de leur gestion : collecte, transport, stockage et élimination. Il interdit, en outre, tout mélange des déchets dangereux avec les autres catégories de déchets, tout enfouissement, traitement ou stockage de ces déchets en dehors des installations qui leur sont spécialement réservées ;

- Il pose les règles d'organisation des décharges existantes et appelle à leur remplacement par des décharges contrôlées en prenant le soin de les classer en trois catégories distinctes en fonction du type de déchets qu'elles sont autorisées à recevoir ;
- Il fait de la planification un outil fondamental du système de gestion des déchets en prévoyant l'établissement de trois sortes de plans directeurs, à trois niveaux territoriaux différents : un plan directeur national pour la gestion des déchets dangereux, un plan directeur régional pour la gestion des déchets industriels et médicaux non dangereux, des déchets agricoles et inertes, un plan directeur préfectoral ou provincial destiné à la gestion des déchets ménagers et assimilés, sans oublier que les communes ou leur groupement sont également habilités à élaborer un plan communal ou intercommunal de gestion des déchets ménagers et assimilés ;
- Il met en place un système de responsabilisation à la source des générateurs des déchets en s'inspirant des principes de base mondialement reconnus tels le principe de prévention, le principe pollueur-payeur et le principe de correction par priorité à la source dont l'application en matière de gestion des déchets permettra de préserver la santé de l'homme et la protection de l'environnement dans une perspective de développement durable ;
- Il établit un système de contrôle et de constatation des infractions, assorti de sanctions à la fois graduelles et dissuasives, en fonction de la gravité des infractions commises ;
- Il tient compte des contraintes financières, techniques et humaines liées à son application et prévoit, à cet effet, des mesures et des échéances transitoires suffisamment importantes afin de permettre à tous les opérateurs concernés de se mettre à niveau en procédant à la mise en place des aménagements et infrastructures appropriés et à la préparation des ressources humaines nécessaires à une gestion efficace des déchets.

Par ailleurs, il est important de souligner que le présent projet de loi ne prévoit aucune création de structures administratives nouvelles. Bien au contraire, sa mise en œuvre offre de réelles perspectives en matière de promotion de l'investissement, de création d'emploi et d'amélioration du cadre de vie de la population.

V-
Références Bibliographiques

- ADAD H. « mémoire de DESA » Université Mohammed V Agdal Rabat.2003.
- ADEME, 2001. Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture. Dossier documentaire, p : 30.
- AGR (1998). Epuration et réutilisation des eaux usées à des fins agricoles. Projet MOR 86/018. PNUD/FAO/OMS.
- AGR/DDGI (1999). Consolidations de la stratégie nationale en matière de réutilisation des eaux usées en agriculture, MADRPM/PNUD.
- Amir S., 2005. Contribution à la valorisation de boues de stations d'épuration par compostage : devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du composte. Thèse Institut National Polytechnique de Toulouse. 431p.
- Annuaire de statistique du Maroc, 1998, Ministère de la prévision économique et du plan. Approche pour une stratégie nationale sur la gestion et de traitement des déchets hospitaliers, Ministère de la santé, 1999.
- Atelier sur la gestion des déchets solides à Agadir, Secrétariat d'état chargé de l'environnement, 1998.
- BAHIJ J. et SOUDI B., 2003. Réutilisation des eaux usées épurées en agriculture au Maroc. Séminaire international, Tunis 24-25 Septembre 2003.
- BERRADY K. (1994)" Contribution à l' étude du peuplement benthique de la lagune de NADOR , soumis aux apports des eaux usées brutes et épurées. DEA. Université Chouaib Doukkali.
- Bulletin Officiel (1995). Loi 10-95 sur l'eau. Bulletin officiel n°4325.
- BOUDRARE, A. BOUAZIZ, P. DEBAEK et A. CHEKLI : 2002 : Impact du travail du sol sur l'installation, la productivité et l'efficacité d'utilisation de l'eau du tournesol en conditions pluviales de la région de Meknès. Société Marocaine d'Agronomie. Actes du premier symposium sur le développement de la filière des oléagineux au Maroc.
- BOUHOUM K. , OUAZANI N. , MANDI L. , ABOUFIRASSI M. , BOUARAB L. , BONToux J. , AND SCHWARTZBORD (1995). 2nd International Symposium on wastewater Reclamation and Reuse . Iraklio,GREECE.
- Centre de Référence en Agriculture et en Agroalimentaire du QUEBEC 2003. Charges fertilisantes des effluents d'élevage : valeurs références, production œufs de consommation.
- CHOUKRALLAH R. (1998) .Sewage Treatment and Reuse for Small Communities : Mediterranean and European Experiences.
- Collecte et traitement des ordures ménagères au Maroc, Ministère de l'Intérieur, 1995.
- Collecte, traitement et valorisation des ordures ménagères du quartier Skala. Essaouira. Maroc, ENDA Maghreb, 1998.

- Conférence nationale sur la gestion des déchets solides au Maroc, Secrétariat d'état chargé de l'environnement, 1999.
- CORPEN, 1988 - Secrétariat d'état auprès du premier ministre chargé de l'environnement, Mission Eau Nitrate - Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (France) - Bilan de l'azote à l'exploitation, Novembre 1988, 35 p. cité par Le Villio, D. Arrouays, W. Deslais, J. Daroussin(Y. Le Bissonnais et D. Clergeot in : Étude et Gestion des Sols, Volume 8, 1,2001 - pages 47 à 63.
- Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (1994). Réutilisation des eaux usées en agriculture.
- Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (2001). Economie de l'eau.
- DE BERTOLDI M., VALLINI G. and PERA A., 1983. The biology of composting: a review. Waste. Mngmt Res. 1, 157-176.
- Direction Générale des Collectivités Locales DGCL (1995). Epuration des eaux usées au Maroc.
- Direction Générale des Collectivités Locales DGCL/DEA (1996). Réutilisation agricole des eaux usées au Maroc.
- DGH (2000). Etude du plan national de protection de la qualité des ressources en eau. PGRE/ME.
- Directives nationales pour l'amélioration de la gestion des déchets solides, Ministère de l'Environnement, 1997.
- El ALAMI K., 1997. Effet de la mise en culture dans la zone aride sur le statut de la matière organique : observations expérimentales et modélisation. Thèse de DES, Faculté des Sciences Université Mohamed V. Rabat.
- FALAKI K. « le lagunage algal à haut rendement, une solution à l'épandage non contrôlé » doctorat es –Sciences, Université Chouaib Doukkali . 2001.N°110.
- Gestion des déchets industriels dans la zone du grande Casablanca, Secrétariat d'état chargé de l'environnement, Ministère de l'industrie, du commerce et de l'artisanat, (ONUUDI), 1999.
- Gestion des déchets industriels et dangereux au Maroc, Département de l'Environnement, 1998.
- Gestion des déchets solides de la Wilaya de Rabat-Salé, LPEE et ONEP, 1999.
- JEMALI A. et KERAI A. (1999). Expérience marocaine dans le domaine de la réutilisation des eaux à des fins agricoles. OADA.
- JEMALI .A et KEFATI A ., ministère de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forets administration du génie rural direction du développement et de la gestion d'irrigation. Forum sur la gestion de la demande en eau. Mars 2002.

- JEMALI A. et KERFATI A. (2001). Impact de la réutilisation des eaux non conventionnelles. OADA.
- JEMALI A. (2001). Expérience marocaine en matière de réutilisation des eaux usées. FAO Atelier du 12 au 14 Novembre, Amman.
- KERFATI A. (2001). Amélioration des procédures de gestion et d'utilisation des ressources hydriques en agriculture dans le Royaume du Maroc. OADA.
- Les causes économiques de la dégradation du milieu naturel, le cas de la province d'Azilal. Séminaire National sur l'Aménagement des Bassins Versants. 18-23 Janvier.
- Les lixiviats de la décharge d'Akreuch, caractérisation et impact sur les ouvrages de l'ONEP, ONEP, 1998.
- M. SADIKI, A. HILALI, L. BELLIOUA et B. JANIDI : 2002 : Recherche de variété d'arachide pour la culture dans le périmètre du Loukkos. Société Marocaine d'Agronomie. Actes du premier symposium sur le développement de la filière des oléagineux au Maroc.
- Manuel pratique à l'élimination des déchets solides municipaux, Secrétariat d'état chargé de l'environnement, 1999.
- MARA/MEFPF/PNUD/FAO, Estrade R. 1988. Source : Département de l'Environnement, 1995, 1997, 1999, 2000
- Mémento de la fertilisation des cultures légumières : 1997, page 371 et 378.
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes du Maroc : Direction de la Programmation et des Affaires Economiques : 2004 : Enquête élevage, effectif des Bovins, Ovins et caprins, Décembre 2003.
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes du Maroc : Direction de la Programmation et des Affaires Economiques : 2004 : Enquête élevage, effectif des animaux de trait, Décembre 2003.
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes du Maroc : Direction de la Programmation et des Affaires Economiques : 2004 : Bases de données des statistiques agricoles (2000-2004).
- Ministère de l'Intérieur DEA .1995.
- Municipalité de BOUJAAD.
- ONEP- GTZ (1998). Approche de la typologie des eaux usées urbaines au Maroc.
- ONEP-FAO (2001). Développement de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement en zone rurale. Amélioration des connaissances dans le domaine des procédés de valorisation des eaux usées épurées. Projet UTF/MOR/023.
- Participation du secteur privé dans la gestion des déchets, GTZ, 1995.

- PREM (2001). Document technique sur les normes et standards pour la réutilisation des eaux usées au Maroc.
- PREM (2001). Projet pilote de traitement et de réutilisation des eaux usées de la commune rurale de Drarga.
- PREVOT H., 2001. La récupération de l'énergie issue du traitement des déchets. Rapport du Conseil Général des Mines. Juillet 2000. <http://www.environnement.gouv.fr/telch/2001-t3/010731-rapport-prevot-dechets-energie.pdf>.
- Projet " Protection et Gestion des Ecosystèmes Forestiers du Rif ". Note de présentation du projet, Direction Régionale des Eaux et Forêts du Rif. 1998.
- Publication du MATEE <http://www.casafree.com/modules/news/article.php?storyid=5143>.
- Publication du MATEE. http://terrevie.ovh.org/Ressources%20eau_2.pdf .Ministère de l'Environnement, « Réutilisation des eaux usées épurées en agriculture au Maroc »
- Publication du rapport de la tâche 1 du projet MEDAWARE , 2004. publiée sur Internet, <http://www.ntua-uest.gr/medaware>
- Rapport sur l'Etat de l'Environnement du Maroc 236 Milieux Humains. Déchets Chapitre IV 2003
- Schéma directeur d'assainissement solide de la Wilaya de Rabat-Salé, Ministère de l'intérieur, 1998.
- Séminaire sur la privatisation de la collecte et le traitement des ordures, Ministère de l'intérieur, 1992.
- Situation des rejets industriels au Maroc, Ministère du commerce, de l'industrie et de l'artisanat, 1994.
- SNDAL (1998). Schéma directeur national d'assainissement liquide : Réutilisation des eaux usées.
- SOUDI B., KERBY et CHOUKRALLAH R., Projet PREM .Transfert de technologie en agriculture. MADRPM /N°67.Avril 2000.
- Stratégie nationale pour la protection de l'environnement et le développement durable, Ministère de l'environnement, 1995.
- XANTHOULIS D. : réutilisation des eaux usées a des fins agricoles 1988-1992 (Ouarzazate, Maroc) PNUD - FAO – OMS, projet MOR 86/018royaume du Maroc, ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole, Administration du Génie Rural.

VI-
Annexes

ANNEXE 1 : Evaluation de la production des boues par les stations de traitement des eaux usées au Maroc par : M. Mountadar, F. Hanafi et O. Assobhei

ANNEXE 2 : Evaluation de la production des boues de curage des réseaux d'assainissement au Maroc par : A. Aajjane, W. Moustahwid et L. A. Semlali

ANNEXE 3 : Evaluation de la production de déchets des industries agro-alimentaires au Maroc par : S. Etahiri, J. Amine et B. Bihaoui

ANNEXE 4 : Evaluation de la production de résidus de transformation du bois et des déchets d'abattoirs par : M. Rihani, R. Herrar et K. Chedad

ANNEXE 5 : Evaluation de la production de déchets et résidus des productions agricoles par : M. Rafrafi, M. Kabil et B. Droussi