



LIFE Project Number  
<LIFE05 TCY/MA/000141>

FULL PROJECT TITLE  
**‘Design and Application of an Innovative Composting Unit for the Effective Treatment of Sludge and other Biodegradable Organic Waste in Morocco, MOROCOMP’**

**Task 5:**

**Alternative uses of compost – Market opportunities in Morocco**

**Deliverable 17B**

**Market of Compost produced from Sludge and other biodegradable organic waste in Morocco**

**Marché du Compost à base de boues d’épuration des eaux usées au Maroc**



April 2008

# AVANT PROPOS

Cette étude est réalisée dans le cadre du projet MOROCOMP (Life 05 TCY/MA/000141) : Conception et mise en place d'une unité de compostage innovante pour le traitement efficace des boues et de tout autre déchet organique biodégradable au Maroc. Le projet MOROCOMP est financé par l'Union Européenne dans le cadre du programme Life - Pays Tiers 2005. Le projet est piloté par l'Université Chouaib Doukkali en partenariat avec la National Technical University of Athens et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole des Doukkala.

Le projet a mis en place un système de compostage innovant pour le traitement des boues produites par les usines de traitement des eaux résiduaires urbaines et les stations d'épuration de l'eau potable et toute autre déchet organique biodégradable (DOB) au Maroc. Ce projet permettra aux opérateurs et aux autorités nationales de traiter, de gérer et d'utiliser les boues et tout autre Déchet Organique Biodégradable efficacement et ceci en conformité avec la politique environnementale européenne. Il contribue à la préservation des ressources en eau et le sol au Maroc contre le stockage non contrôlé des boues non traitées favorisant ainsi la protection de la santé publique et de l'environnement.

En même temps, l'utilisation des boues traitées et d'autre DOB comme amendement de sol réduira l'utilisation des engrais chimiques et contribuera à protéger les terres arables contre leur dégradation. Il permettra aussi de préserver les eaux souterraines et de surface contre la contamination. Ce système de compostage pourrait être utilisé pour d'autres applications au niveau des usines de traitement des eaux à grande échelle. L'unité installée à Zemamra dans le cadre du projet MOROCOMP servira de pilote de démonstration au Maroc et dans les secteurs géographiques européens ayant des mêmes caractéristiques et faisant face à des problèmes similaires.

Dans le cadre de ce projet plusieurs activités ont été réalisés, notamment :

- l'évaluation de la situation existante dans au Maroc et dans l'Union Européenne concernant la production et la gestion des boues et les autres DOB (traitement, stockage et réutilisation), aussi bien que la législation les concernant.
- l'examen des procédés de compostage dans l'Union Européenne et dans le monde (faire le point sur les pratiques et les meilleures expériences réussies).
- conception et construction d'un système innovateur de compostage aérobique des boues et tout autre DOB basé sur les caractéristiques et les besoins du Maroc
- le développement du procédé de compostage aérobique des boues et des autres DOB
- l'optimisation de l'opération de démonstration du système de compostage
- l'utilisation d'additifs alternatifs efficaces incorporés aussi bien dans le procédé de compostage, que celui du co-compostage des boues et autres DOB.
- l'évaluation des produits de compost comme fertilisant du sol au laboratoire et en plein champ
- le développement des caractéristiques et des directives couvrant le domaine de compostage des boues et d'autres DOB, la caractérisation et l'utilisation comme fertilisant de sol à grande échelle
- l'examen des utilisations alternatives des produits finaux

- l'évaluation du marché de compost et des opportunités d'emploi au Maroc dans ce domaine
- la diffusion de l'état d'avancement du projet et de ses résultats (voyages, conférences, ateliers, rencontres, site Web, matériel imprimé etc..)
- la formation du personnel des autorités compétentes et du personnel qui sera impliqué dans la production et la commercialisation de compost
- l'information et la participation du public
- la gestion du projet et la rédaction des rapports pour l'Union Européenne

Les résultats du projet ont contribué au :

- développement du savoir-faire pour la gestion efficace des boues et tout autre DOB ;
- développement des instruments pour les autorités compétentes afin de concevoir et d'appliquer les schémas appropriés pour la gestion des boues et des autres DOB ;
- acquisition de l'autonomie nationale en matière de procédés technologiques pour la gestion des boues et autre DOB ;
- réduction de l'utilisation des engrais chimiques et la protection des réserves en eau sensibles contre l'eutrophisation ;
- qualification de personnel qui peut être impliqué dans le développement de la technologie étudiée ;
- adoption des priorités de l'UE concernant la récupération et la réutilisation des matériaux ;
- conformité avec le cadre législatif de l'UE existant et avec la politique environnementale concernant la gestion des boues et tout autre DOB ;
- résolution du problème de stockage des boues et d'autres DOB ;
- promotion des pratiques agricoles durables ;
- utilisation des minerais méditerranéens (exp : la bentonite, les zéolites et la perlite comme additifs ;
- production de compost pouvant être utilisé comme fertilisant du sol.

L'objectif de cette étude est de montrer les possibilités de commercialisation du compost au Maroc à partir des données recueillies sur la qualité du sol, les besoins de l'agriculture nationale en engrais organiques et plusieurs utilisations alternatives. Cette étude prend en considération la disponibilité actuelle et future des matières premières à composter (Boues et déchets organiques biodégradables) et la qualité du compost produit et sa conformité avec la législation nationale et européenne.

# SOMMAIRE

<b>AVANT PROPOS</b>	<b>2</b>
<b>Partie 1 : DIAGNOSTIQUE ET ESTIMATION DES BESOINS EN MATIERES ORGANIQUES POUR L'AGRICULTURE AU MAROC</b>	
<b>PROBLEMATIQUE DES SOLS AU MAROC</b>	<b>6</b>
I- Présentation générale	
II- Dégradation des sols au Maroc	
1. Dégradation des sols en zone bour	
2. Dégradation des sols sous irrigation et pertes en matière organique	
3- Conclusion	
<b>PRINCIPALES CULTURES AU MAROC</b>	<b>9</b>
<b>LES ENGRAIS AU MAROC</b>	<b>10</b>
I- Consommation des engrais au Maroc	
1- Utilisation des engrais minéraux	
1.1- Engrais azotés	
1.2- Engrais phosphaté	
1.3- Engrais potassique	
2- Utilisation des engrais minéraux en zones irrigués et en zones bour	
3- Utilisation des engrais minéraux par région	
II- Utilisation des engrais organiques	
III- Marché des engrais au Maroc et réseau de distribution	
1- Evolution de la consommation globale d'engrais	
2- Marché des engrais au Maroc	
3- Réseau de distribution des engrais	
<b>ESTIMATION GLOBALE DES PERTES EN MATIERES ORGANIQUES DES SOLS AU MAROC</b>	<b>23</b>
I- Estimation des pertes de matières organiques en zones irriguées	
II- Estimation des pertes en matières organiques en zones bours	
III- Besoins annuels des sols et des cultures en matière organique stable au Maroc	
<b>Partie 2 : Sources de matières organiques pour l'agriculture au Maroc et marché du compost</b>	
<b>SOURCES DE MATIERES ORGANIQUES AU MAROC</b>	<b>26</b>
I- Le marché du fumier au Maroc	
1- Composition du fumier	
2- Production du fumier au Maroc	
a- Estimation de la production du fumier au Maroc	
b- Estimation indirecte de la production du fumier des bovins, ovins, caprins, équidés et de volaille	
c- Estimation de la production du fumier par mesures directe	
3- Marché du fumier au Maroc	
4- Coût de la matière organique stable originaire du fumier	
5- Apport en fumier et besoins en matières organiques pour les sols au Maroc	
II- Le marché du compost au Maroc	
1- Généralités sur le compost	

2- Technique classique de production du compost (compostage en tas)	
3- Production et utilisation du compost au Maroc	
III- Le marché de la tourbe au MAROC	
<b>COMPOST PRODUIT PAR LA TECHNOLOGIE MOROCOMP</b>	<b>35</b>
I- Evaluation de la production des boues et autres déchets organiques biodégradables au Maroc	
1- Méthode de quantification des boues et des DOB	
2- Quantification des boues et des DOB	
3- Quantification des DOB par région	
II- Disponibilités des boues et des autres DOB au Maroc	
III- Potentiel de production du compost par la technologie MOROCOMP	
IV- Prix de vente du compost MOROCOMP	
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>50</b>

**Partie 1 : DIAGNOSTIQUE ET ESTIMATION DES  
BESOINS EN MATIERES ORGANIQUES POUR  
L'AGRICULTURE AU MAROC**

# PROBLEMATIQUE DES SOLS AU MAROC

## I- Présentation générale

La superficie totale du Maroc est de 712 550 km<sup>2</sup>. La superficie agricole utile SAU couvre environ 9 millions d'hectares, soit environ 12,6 % de la superficie totale du pays, dont 1,3 million d'hectares dans les périmètres irrigués. Les superficies potentielles en terres irrigables s'élèvent à 1 664 000 ha dont 1 364 000 ha d'irrigation pérenne et 300 000 ha d'irrigation saisonnière et d'épandage des eaux de crue. Les superficies aménagées d'une façon moderne ou traditionnelle pour l'irrigation pérenne s'élevaient fin 2004 à 1 458 160 ha dont 1 016 730 ha aménagés par les pouvoirs publics et 441 430 ha par les privés.

En se basant sur les différences de climat, les sols marocains peuvent être classés en deux larges divisions : ceux de la région humide ou semi humide de la région atlantique dans la partie nord-ouest du pays, et ceux des régions arides ou semi-arides du sud-est.

Dans les régions pluvieuses, les sols dominants sont les sols sous végétation herbeuse dont la superficie est restreinte. Les groupes prédominants de sols sont les sols châtaîns et les Tirs ou argiles noires tropicales. La plus grande partie des sols se sont formés sous végétation forestière et montrent en conséquence des marques de lessivage. Les grands groupes représentés sont les sols bruns, lessivés, jaunes-rouges et les gris forestiers. En dépit du lessivage qui s'est produit durant des siècles, la plupart des sols sont encore calcaires. La plus grande partie de l'Atlas Rifain est acide. On trouve d'autres régions à surfaces acides (pH 6,0-6,5) dans la forêt de Maâmora près de Rabat, dans la plus grande partie des plaines côtières sablonneuses au nord de Casablanca, dans les régions de Larache et de Khémisset, et dans certaines parties de la plaine de Chaouia au sud-est de Casablanca. L'érosion, tant géologique qu'agricole, s'est produite dans les plaines inondables le long de presque tous les ruisseaux et rivières. La plaine alluviale la plus connue est celle de l'Oued Sebou, d'habitude appelée la plaine du Rharb. Nombreuses sont les terres de cette plaine qui sont alcalines.

Au Maroc on distingue six régions agroécologiques caractérisées par leur climat, leur topographie, leurs spécificités en terme de ressources naturelles et les systèmes de production. Ces conditions agroécologiques permettent une diversification des cultures. La répartition de ces zones est présentée au tableau 1 ci-dessous. La majorité des **zones favorables** se situe dans la partie nord-ouest du pays caractérisée par des précipitations moyennes dépassant 400 mm. Le système de culture dans cette zone est composé de 60% de céréales (dont 77% de blés), de 10% de maraîchage, de 12% de cultures arborées et de 15% de jachères. Le reste (3%) est composé de tournesol et de cultures fourragères. La **zone intermédiaire** est située dans la plaine centrale (Chaouia – Doukkala) et ses précipitations moyennes varient entre 300 et 400 mm. Le système de culture dans cette zone est composé de 75% de céréales (dont 40% d'orge et 11% de maïs) et 22% de jachère. Les cultures maraîchères et arborées représentent respectivement 2,3 et 0,7%. Les **zones défavorables du sud et de l'est** du pays ont des précipitations moyennes inférieures à 300 mm. Ces zones sont caractérisées par la détérioration de leurs terres à cause de l'érosion

engendrée par les vents forts et les pluies. Elles sont marquées aussi par l'importance de la jachère. Source principale d'aliments pour le bétail, l'orge représente 53% et 78% des céréales respectivement dans le sud et le nord-est du Maroc. Il y a aussi 10% du maïs dans la zone côtière sud. La **zone montagneuse** est caractérisée par des précipitations moyennes relativement élevées (400 mm). Le système de culture dans cette zone est dominé par les céréales (62% avec 60% de blés). La jachère et l'arboriculture représentent 33% et 4% respectivement. La **zone saharienne** est caractérisée par une faible moyenne de précipitation (moins de 150 mm) et ne convient pas aux cultures en bour (agriculture pluviales). La principale activité agricole est l'agriculture des oasis et l'élevage des chameaux.

Tableau 1 : Caractéristiques des régions agroécologiques au Maroc

Zones	Précipitations (mm)	Moyenne normale des précipitations (mm)	Terres arables (x1000 Ha)	Proportion de terre arable en %	Cultures en %
<b>Favorable</b>	> 400	565	2610	30	Céréale 60% (77% blé)
<b>Intermédiaire</b>	300-400	347	2088	24	Céréale 75% (40% orge et 11% maïs) et 22% jachère
<b>Défavorable Sud</b>	200-300	320	1044	12	Céréale (dont 53% orge) et Jachère
<b>Défavorable Est (oriental)</b>	200-300	248	1044	12	Céréale (78% orge) et Jachère
<b>Montagneuse</b>	400-1000	510	1305	15	Céréale 62% (60% blé) ; jachère 33% ; arboriculture 4%.
<b>Saharienne</b>	< 150	113	609	7	Agriculture des oasis.

## II- Dégradation des sols au Maroc

Les formes de dégradation apparentes des sols suite à l'utilisation agricole inadaptée sont nombreuses :

- appauvrissements (biologiques, organiques, minéraux);
- destructions de structures et des tassements qui affectent les porosités;
- érosion, sédimentation, glissements de terrain;
- salinisation et alcalinisation;
- acidification;
- pollutions (minérales, organiques, radioactives).

Ces modifications ont pour conséquences :

- la diminution de la fertilité des sols;
- la perte de leurs fonctions fondamentales ;
- le ralentissement de la vitesse de fabrication des sols ;
- la modification des vitesses et des orientations des principaux processus de formation et de différenciation des sols (altération des roches, arrangement et mouvements des constituants...).

En conséquence, chaque année, plusieurs dizaines de milliers d'hectares souvent très fertiles sont irréversiblement perdus.

En conséquence l'évolution anthropique des sols porte atteinte à la biodiversité qui se transforme et s'appauvrit ; au cycle de l'eau qui devient plus violent (crues, inondations, sédimentations aval) et qui se raccourcit (l'eau est moins disponible pour les besoins humains) ; à la qualité des eaux qui se polluent, chimiquement et biologiquement, localement et latéralement (l'eau est encore moins disponible pour les besoins humains) et à la fertilité des milieux par rapport aux activités humaines : beaucoup de milieux s'appauvrissent, voir même abandonnés (désertification); mais il y a aussi des milieux qui s'enrichissent grâce aux activités humaines;

Même si les travaux d'inventaire et de cartographie des sols au Maroc ne couvrent qu'environ 30 % du territoire, l'essentiel de ce que sont les sols du Maroc est connu notamment leurs qualités et défauts et les agressions qu'ils subissent du fait de l'intensification de l'occupation humaine. Ainsi on note une dégradation des sols irrigués (1,4 million d'ha) manifesté par la baisse de la teneur en matière organique, la déstructuration de la structure, la baisse de fertilité chimique et la salinisation. En général, il y a une baisse progressive de la productivité agricole.

## 1. Dégradation des sols en zone bour

La dégradation des sols non irrigués (sols bour) qui couvrent l'essentiel de la SAU du pays (environ 7,7 millions d'ha) qui connaissent une baisse des fertilités organiques et chimiques, le développement de l'érosion hydrique et éolienne, la réduction de la capacité de rétention d'eau et de la réserve utile en eau des sols (aridification des régimes hydriques);

## 2. Dégradation des sols sous irrigation et pertes en matière organique

Dans les périmètres irrigués la réduction de la teneur en matière organique est une tendance lourde observée. Elle est causée par une mauvaise gestion des résidus de récoltes (pas d'enfouissement), une faible utilisation des engrais verts (fumier et compost) et à la forte minéralisation des composés organiques. En effet, la teneur en matière organique des sols est généralement inférieure à 1,5 %. Le taux de réduction observé est de l'ordre de 6 à 10 %/an.

L'analyse de la fertilité des sols dans le périmètre irrigué des Doukkala a permis de faire ressortir la tendance d'évolution de la matière organique dans les principaux types de sols sur une période de 10 ans (tableau 2). La perte moyenne décadaire (sur 10 ans) à travers les quatre principaux types de sols des Doukkala varie de 18,1 à 32,6%. **Les pertes se sont avérées plus élevées dans les sols sableux et dans les sols peu évolués.** Ceci peut être expliqué par la faible fraction d'argile qui est susceptible de garantir une protection relative de la matière organique par les associations entre les colloïdes minéraux argileux et les colloïdes humiques. Les faibles taux de déperdition sont observés pour les sols argileux.

Les taux annuels de perte de matière organique par minéralisation dans les Doukkala varient de 1,9 à 3,3%. Ces valeurs permettent de quantifier la matière organique fraîche qui aurait été apportées ou restituées au sol pour éviter les déperditions observées.

Tableau 2 : Evolution de la teneur en matière organique dans les principaux types de sols

Type de sol	Sol en %	Matière organique en %			Perte Moyenne Décadaire (%)
		1987a	1993b	1997c	
<b>Vertisol (Tirs)*</b>	52	1,99	1,50	1,22	21,7
<b>Isohumique (Hamri)</b>	16	2,48	1,47	1,11	32,6
<b>Fersiallitique</b>	15	1,84	1,02	0,85	30,7
<b>Peu évolué (Faïd)</b>	17	1,53	1,35	1,02	18,1

\* les noms entre parenthèses signifient les appellations locales. a : SASMA 1987. Etude de diagnostic de la fertilité des sols des Doukkala. b : Badraoui et Bouaziz (1993). Diagnostic de la fertilité des sols dans les Doukkala (Projet MAMVA/ORMVAD). c : ORMVAD (1997). Diagnostic réalisé par l'ORMVAD.

Malgré les liens constitutionnels entre la matière organique et certaines propriétés intrinsèques du sol, comme sa teneur en argile, l'histoire culturale et le degré d'intensification agricole ont des effets plus marqués sur la dynamique de la matière organique. Ceci peut être illustré par le tableau 3 relatant les données d'analyses de quelques composantes dynamiques de la matière organique. Lorsqu'on compare les sols de Chaouia isohumique à caractère vertique (IVC) et celui de Tadla isohumique à caractère vertique (IVT), qui sont pédogénétiquement identiques, on constate que celui de Tadla est plus pauvre en matière organique et en azote. Ceci est attribué à la mise en valeur intensive qui n'est pas accompagnée d'une gestion adéquate des résidus des cultures. En effet, dans la plupart des périmètres irrigués, et particulièrement le Tadla et les Doukkala à vocation betteravière, les résidus des récoltes sont généralement exportés des parcelles. En plus, la température et l'irrigation assurent des conditions thermiques et hydriques optimales pour la minéralisation. Ce phénomène est amplifié par les travaux de sol fréquents qui augmentent l'accessibilité de la matière organique à la biodégradation.

Tableau 3 : Comparaison de quelques paramètres dynamiques de la matière organique entre une région d'agriculture pluviale (Chaouia) et un périmètre irrigué soumis à une intensification agricole (Tadla) (Soudi, 1989, 1990)

Paramètres	Sol IVT <sup>1</sup> (0 – 10 cm)	Sol IVC <sup>2</sup> (0 – 11 cm)
<b>N-org (g/kg)</b>	1,4	2,2
<b>C-org (g/kg)</b>	13,0	23,3
<b>N-hydrolysable (mg/kg)</b>	915,6	1192,0
<b>N-aminé Total (mg/kg)</b>	428,8	503,4
<b>Ammonium fixé (mg/kg)</b>	71,3	120,8

IVT<sup>1</sup> : sol isohumique à caractère vertique dans le périmètre de Tadla.

IVC<sup>2</sup> : sol isohumique à caractère vertique dans la Chaouia.

Cette comparaison confirme que le type pédologique du sol ne peut pas à lui seul expliquer les tendances d'évolution de la matière organique et que le degré d'intensification et le mode d'exploitation du sol ont un impact non négligeable.

### 3- Conclusion

Les sols au Maroc connaissent une très forte dégradation surtout une perte considérable en matière organique ce qui menace la durabilité des systèmes de production agricole dans le pays. Les besoins en matière organique pour maintenir une productivité durable sont évalués dans la partie 2.

# PRINCIPALES CULTURES AU MAROC

L'agriculture marocaine est dominée par les céréales qui occupent 63% de la totalité des terres arables, suivies par l'arboriculture avec 8%, le maraîchage 2%, les cultures fourragères 2%, les cultures industrielles 3% et les cultures légumineuses 4%, le reste étant en jachère (tableau 4). La majorité des cultures de céréales, légumineuses et fourrages est conduite en bour (agriculture pluviale) et les niveaux de la production sont déterminés par l'importance et la répartition des précipitations annuelles.

Tableau 4 : Utilisation des terres arables au Maroc

Cultures	Superficie (x1000ha)	Superficie en %
Arboriculture	696	8
Céréales	5481	63
Cultures fourragères	174	2
Cultures industrielles	261	3
Jachère	1566	18
Légumineuses	348	4
Maraîchage	174	2
Total	8700	100

Source : RGA/MADRPM. 1997/98

Le tableau 5 montre que le niveau moyen des rendements obtenu est encore faible et que l'avenir de l'agriculture au Maroc reste lié à l'irrigation, notamment pour les cultures ci-après:

- betterave à sucre et canne à sucre qui représentent 60% de la demande en sucre;
- maraîchage destiné à l'exportation (tomate, oignon, etc.);
- agrumes (le Maroc est le septième exportateur mondial) ;
- produits exotiques, fruits et fleurs coupées (introduits récemment dans l'exportation);
- céréales (irrigation d'appoint).

La consommation des engrais au Maroc varie d'une culture à l'autre, ainsi environ 32% des engrais sont utilisés par les agrumes, les cultures sucrières et les cultures maraîchères qui n'occupent que 5% de la superficie cultivée et qui se font essentiellement en irrigué. Quant aux cultures céréalières, qui occupent 63% des superficies cultivées, elles ne mobilisent qu'environ 43% des tonnages globaux.

Les rendements des cultures sont étroitement liés à la consommation en engrais. D'après le tableau 6, les cultures les plus exigeantes en éléments fertilisants sont la betterave, les cultures maraîchères et les plantations fruitières. Leurs rendements sont étroitement liés à l'apport en engrais.

Tableau 5 : Superficie, production et rendement des principales cultures (Moyennes des cinq dernières campagnes agricoles)

Cultures	Superficie (x1000ha)	Production (x1000 tonnes)	Rendement (Tonnes/ha)
Agrumes	76	1300	17,0
Betterave à sucre	61	3100	52,3
Céréales	5000	4300	0,9
Cultures fourragères	360	130	-
Fève	190	152	0,8
Lentille	70	35	0,5
Maïs	300	240	0,8
Maraîchage	232	5000	-
Olivier	548	500	0,9
Palmier dattier	48	59	-
Pois	50	25	0,5
Pois chiche	70	49	0,7
Pomme de terre	56	1200	17,0
Rosacées	194	570	-
Tournesol	70	55	0,8
Vigne	50	310	6,2

Source : MADRPM/DPV, 2003/04

Tableau 6 : Corrélations entre la consommation des engrais et les rendements de cultures.

Produit	Céréale	Légumineuses	Betterave	Canne à sucre	Cultures oléagineuses	Cultures maraîchères	Plantations fruitières
N	0,33	0,18	0,85	-0,33	0,02	0,68	0,71
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,09	0,43	-0,46	0,04	0,52	0,65
K <sub>2</sub> O	0,24	0,12	0,69	-0,56	-0,03	0,61	0,67
Tous	0,26	0,17	0,79	-0,46	0,02	0,70	0,78

Source : IAV Hassan II, 2001.

La coefficient de corrélation est significatif à 0,44 et à  $\alpha = 0,05$

## LES ENGRAIS AU MAROC

Une fertilisation optimale favorise l'obtention de rendements optimaux tout en maximisant la rentabilité des cultures. Elle contribue aussi à maintenir l'équilibre de la fertilité du sol et à éviter l'apparition de différents problèmes culturaux, comme les carences ou la croissance excessive des mauvaises herbes. Fertiliser sans excès permet aussi de réduire les risques de contamination des eaux par les éléments nutritifs, notamment l'azote et le phosphore.

La fertilisation minérale, bien qu'elle soit relativement peu utilisée au Maroc, connaît un progrès assez notable au cours des deux dernières décennies. Or, son emploi ne s'avère profitable que s'il

est justifié par des données sur la fertilité du sol et sur l'apport en éléments fertilisants du fumier, des résidus de culture et d'autres sources de matière organique. D'une part, sur les sols très pauvres, on a parfois avantage à remettre dans le sol autant et même plus d'azote, de phosphore et de potasse que ce qui est enlevé par la culture. D'autre part, toute fertilisation de sols déjà très fertiles ou ayant bénéficié peu auparavant d'un apport important de fumier pourrait n'entraîner aucun profit additionnel et même nuire aux cultures et à l'environnement.

Les engrais minéraux sont pour la plupart des engrais dont les éléments nutritifs, principalement l'azote, le phosphore et le potassium, sont très solubles et rapidement disponibles pour la plante. Ces engrais sont plus concentrés que les engrais de ferme (ou engrais organiques) et sont constitués d'un seul élément fertilisant (engrais simples) ou de plusieurs (engrais composés).

Les quantités à apporter sont toujours modérées: en grande culture elles varient en général de 100 à 500 kg à l'hectare selon la richesse de l'engrais considéré et selon les cultures pratiquées. En arboriculture et en maraîchage elles peuvent atteindre 1 tonne à l'hectare et parfois davantage.

Les engrais organiques s'opposent aux engrais minéraux par leur origine: ils sont constitués de matières ayant appartenu à des êtres vivants. La distinction entre amendements organiques (fumier, purin, engrais verts, résidus de récolte) et engrais organiques reste assez théorique. On peut cependant dire que les engrais organiques sont beaucoup plus concentrés et plus riches en azote que les amendements.

La fertilisation des cultures met l'accent sur la fertilisation minérale, le fumier, les cultures de couverture ou engrais verts, les résidus de cultures, etc. Les tableaux 7 et 8 présentent une comparaison des deux approches.

Tableau 7 : Comparaison des engrais de ferme aux engrais minéraux.

<b>Engrais de ferme (fumier, engrais verts, résidus de cultures ...)</b>	<b>Engrais minéraux</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apportent aux plantes des éléments nutritifs majeurs et mineurs en proportion variables selon la disponibilité dans le temps.</li> <li>- Apportent une quantité non négligeable de matière organique.</li> <li>- Contribuent à maintenir une bonne structure de sol et par conséquent la fertilité du sol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apportent aux plantes des éléments nutritifs immédiatement assimilables, permettant un démarrage rapide de la culture.</li> <li>- N'apportent aucune matière organique au sol.</li> <li>- Peuvent modifier l'équilibre naturel des micro-organismes du sol.</li> <li>- Utilisation de ressources non renouvelables pour la fabrication des produits synthétiques</li> </ul>

Tableau 8 : Comparaison des amendements organiques aux amendements minéraux.

Amendements organiques	Amendements minéraux
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentent progressivement la quantité et la qualité de matière organique.</li> <li>- Améliorent la capacité du sol à retenir l'eau, ce qui est très utile en période de sécheresse.</li> <li>- Libèrent progressivement des éléments nutritifs (azote, potassium, phosphore, manganèse, etc.).</li> <li>- Favorisent la croissance des plantes en améliorant l'aération et la cohésion du sol.</li> <li>- Améliorent l'infiltration de l'eau dans le sol et par conséquent diminuent le risque de ruissellement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permettent aux plantes de mieux absorber les éléments nutritifs en corrigeant certaines propriétés physicochimiques du sol (ex. : chaux agricole).</li> </ul>

Selon les caractéristiques recherchées, les engrais et les amendements minéraux peuvent être complémentaires des engrais de ferme et des amendements organiques.

## I- Consommation des engrais au Maroc

La croissance démographique et la volonté d'améliorer le niveau de vie en milieu rural nécessitent l'augmentation de la productivité de l'agriculture au Maroc. Ceci ne peut se faire qu'à travers l'amélioration de la conduite des cultures en adoptant des techniques culturales performantes. La fumure raisonnée constitue un pilier principal, permettant de réaliser des gains de productivité appréciables. L'analyse de la situation actuelle en matière d'utilisation des engrais montre une sous utilisation par rapport aux besoins et une faible rationalisation de la fertilisation. Le nombre d'exploitations agricoles ayant utilisé des engrais, s'élève à 732 550 soit 51,2% des exploitations et le taux d'utilisation augmente avec la taille de l'exploitation. Les apports en éléments nutritifs ne sont actuellement que de 45 unités fertilisantes par hectare, couvrant 33% des besoins. Le faible niveau d'utilisation d'engrais se traduit non seulement par une perte de rendement mais aussi par un appauvrissement continu des sols marocains en éléments nutritifs. Cette situation est liée notamment au renchérissement du coût des engrais non compensé par l'évolution des prix à la production. Outre les inconvénients agronomiques (baisse de la productivité, augmentation des charges), l'emploi irrationnel des engrais minéraux peut, à la longue, avoir des effets indésirables sur le milieu naturel.

### 1- Utilisation des engrais minéraux

#### 1.1- Engrais azotés

La consommation de l'azote a évolué rapidement de 1979/80, où elle était de 87 415 tonnes, à 1985/86 où elle a atteint 136 582 de tonnes. Ceci est probablement lié à la vulgarisation et à la subvention des engrais. Elle a évolué moins rapidement durant la période 1985/86 à 1993/94. Ceci peut être expliqué par la suppression des subventions, l'augmentation des prix et les sécheresses intervenues au début des années 90. Cette consommation a ensuite connu des

fluctuations où plusieurs facteurs interviennent. Elle est actuellement de l'ordre de 224 722 tonnes et elle constitue 56 à 57% pour cent des UF's totales consommées.

Parmi les engrais azotés utilisés au Maroc, l'ammonitrate est le plus consommé avec 27%, suivi de l'urée avec 17%. Le sulfate d'ammoniaque est le produit azoté le moins consommé. L'engrais ternaire 14-28-14, qui est le principal engrais de fond, contribue pour 15% dans la consommation d'azote.

### **1.2- Engrais phosphaté**

La consommation de phosphate a légèrement augmenté de 1979/80, où elle était de 67 158 tonnes, à 1989/90 où elle a atteint 116 590 tonnes. Des fluctuations importantes ont surgi, notamment des baisses liées à l'augmentation du prix. La consommation est actuellement de l'ordre de 117 000 tonnes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ce qui constitue 29,5% de la consommation totale d'UF.

### **1.3- Engrais potassique**

Le potassium est l'élément nutritif le moins consommé au Maroc. La consommation enregistrée en 1979-80 était de 36 776 tonnes et elle est actuellement de l'ordre de 55 000 tonnes de K<sub>2</sub>O. Elle constitue 14,5% de la consommation totale d'UF. Le chlorure de potassium est moins consommé car il est déconseillé à cause de son effet salinisant. Malgré la haute teneur en K<sub>2</sub>O du sulfate de potassium, l'apport provenant du 14-28-14 reste supérieur, car il est le plus demandé par les agriculteurs. Le sulfate de potassium est utilisé essentiellement sur les cultures industrielles et horticoles de grande rentabilité.

## **2- Utilisation des engrais minéraux en zones irrigués et en zones bour**

L'analyse de la consommation des engrais selon les zones agricoles montre qu'environ 58% des tonnages sont utilisés au niveau des zones irriguées, contre 42% en bour. Les superficies totales de chaque culture et la part fertilisée des superficies respectivement en bour et irriguées sont présentées dans le tableau 9.

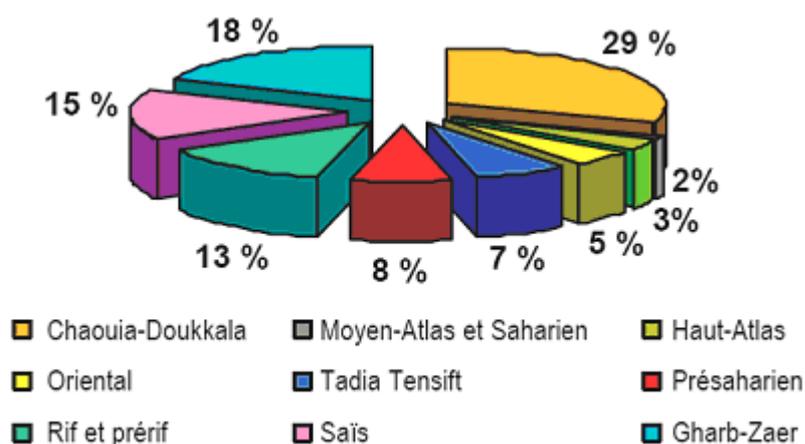
Tableau 9 : Superficies des cultures et proportions fertilisées, en bour et en irrigué

Culture	Superficie x1000 Ha	Superficie fertilisée en %	
		Bour	Irriguée
Céréales	5000	20	90
Légumineuses	380	20	90
Fourrages	360	50	100
Agrumes	76	-	100
Rosacées	194	40	80
Olivier	548	30	60
Vigne	50	60	100
Maraîchage serre	23	-	100
Maraîchage champ	209	80	90
Palmier dattier	48	-	10
Tournesol	70	100	-
Betterave à sucre	61	-	100
Pomme de terre	60	-	100

### 3- Utilisation des engrais minéraux par région

L'analyse de la répartition de la consommation d'engrais par zone agricole fait ressortir que la consommation est concentrée notamment dans le nord ouest du Maroc, en l'occurrence les zones de Chaouia-Doukkala, Gharb-Zaer, Saïs et Rif et Pré-Rif. Le pourcentage de répartition est présenté dans la figure 1.

Figure 1 : Distribution des engrais par du Maroc



Le niveau moyen actuel d'utilisation d'engrais est de 398 000 tonnes d'unités fertilisantes (UF) toutes formules confondues. Cette quantité représente à peine le tiers des besoins de l'agriculture estimés à 1,2 million de tonnes d'UF. Ce faible niveau d'utilisation se traduit par un appauvrissement continu des sols marocains en éléments nutritifs.

Les fluctuations enregistrées sont liées aux variations de la consommation d'engrais puisque la SAU a presque stagné. La consommation en N/ha et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha connaît les mêmes fluctuations que la consommation totale, tandis que la consommation de K<sub>2</sub>O/ha est à peu près stable. En effet,

les apports en éléments fertilisants à l'hectare ne dépassent pas actuellement 45 UF, soit 33% des besoins, qui sont de 138 UF.

## II- Utilisation des engrais organiques

Les engrais organiques utilisés au Maroc sont principalement le fumier de bovin, d'ovin et caprins et d'équidés. La tourbe est utilisée non pas comme engrais organique mais plutôt comme support de démarrage de certaines cultures en maraîchage ou en arboriculture. Les engrais verts sont utilisés uniquement dans un nombre très limité d'exploitations. Le compost est quasi absent du marché national et son utilisation est limitée à certaines pépinières.

Le fumier est constitué par un mélange de litière et de déjections ayant subi des fermentations plus ou moins poussées à l'étable ou en tas. La composition moyenne du fumier est variable selon les animaux, la nature de la litière, la proportion de paille et de déjections, l'alimentation et le degré de décomposition du fumier.

Les caractéristiques et les doses d'utilisation du fumier de bovins et du fumier d'ovins sont présentées dans le tableau 10 (Chafia, 2003). Les doses préconisées peuvent être réduites selon la disponibilité. Le fumier est apporté surtout aux cultures céréalières et maraîchères. Par ailleurs, certaines tentatives de compostage par des industriels ont été notées. Ces actions sont timides mais elles auront un avenir important avec le développement des cultures maraîchères biologiques.

Tableau 10 : Composition du fumier des ovins et des bovins selon Chafia El Alaoui, 2003.

	Fumier d'ovins	Fumier de bovins
<b>Matériau</b>	<b>Pour mille</b>	
<b>Matière organique sèche</b>	280 à 320	120 à 170
<b>Humus</b>	100 à 150	50 à 100
<b>Éléments fertilisants</b>	<b>kg/tonne de fumier</b>	
<b>Azote Total</b>	8 à 8,5	4 à 5
<b>Phosphore P2O5</b>	2 à 2,4	2,5 à 3
<b>Potassium K2O</b>	6,5 à 6,8	5 à 6
<b>Calcium</b>		5 à 4,5
<b>Magnésium</b>		0,2 à 1
<b>Doses d'utilisation annuelles</b>	<b>En tonne /ha</b>	
<b>- en tête d'assolement</b>	40 à 50	50 à 60
<b>- en fumure d'entretien</b>	20 à 25	24 à 30

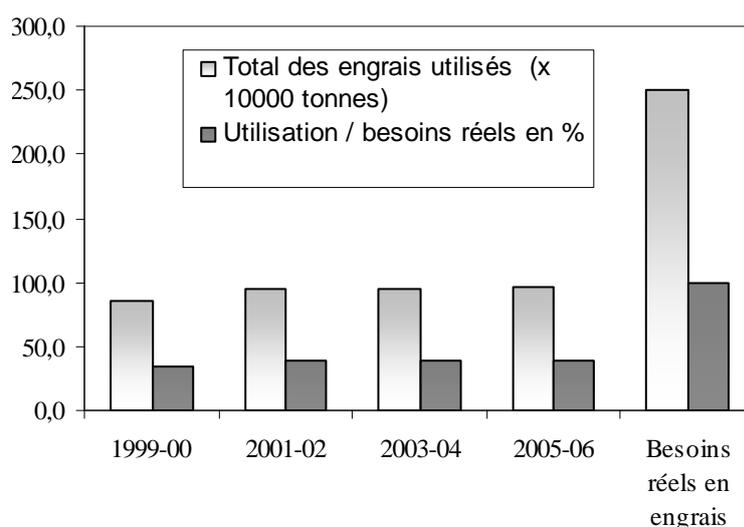
\* : Le mode d'apport est l'apport direct au sol

### III- Marché des engrais au Maroc et réseau de distribution

#### 1- Evolution de la consommation globale d'engrais

L'évolution de la consommation globale d'engrais au cours des campagnes agricoles 1990 à 2004 est présentée dans la figure 2. L'analyse de la situation actuelle en matière d'utilisation d'engrais montre une sous utilisation par rapport aux besoins réels du pays, qui s'élèvent à environ **2,5 millions de tonnes**. Le niveau bas de consommation des engrais (moins de 40 % des besoins réels en engrais) s'explique par les risques climatiques de plus en plus élevés qu'affrontent les agriculteurs d'une part, et les hausses successives de prix des engrais d'autre part. Les exploitants s'orientent vers la réduction du niveau des investissements en intrants notamment au début des campagnes agricoles. L'évolution de la consommation des engrais au cours des campagnes agricoles 1999 à 2006 est présentée dans la figure 10.

Figure 2 : Evolution de la consommation globale des engrais au Maroc



Au Maroc seules 51 % des exploitations agricoles utilisent les engrais; par conséquent, la productivité agricole demeure encore très faible. Mis à part les grands domaines qui représentent 7% des exploitations et qui pratiquent une agriculture de pointe intégrant des solutions complètes de nutrition végétale, selon les besoins de leurs cultures, la majeure partie des agriculteurs (qui représente plus de 70% des exploitations) n'utilise pas les fertilisants pour corriger les carences du sol. De plus, les quantités utilisées demeurent en moyenne largement en deçà des applications techniques recommandées. En dépit de certaines contraintes, en l'occurrence celles liées à la capacité financière des agriculteurs, **il y a un potentiel extraordinaire pour le développement et l'intensification de l'utilisation d'engrais.**

## 2- Marché des engrais au Maroc

La politique de développement agricole du Maroc est basée sur l'emploi des méthodes rationnelles d'utilisation des différents facteurs de production. Parmi ces facteurs, l'engrais, qui constitue un élément déterminant de la productivité, jouit d'une place privilégiée. L'approvisionnement du pays en engrais et sa commercialisation sont passés par trois grandes phases.

Une première période (1956 et 1974) où l'approvisionnement du marché en engrais était caractérisé par une liberté d'importation et une concentration de la distribution dans les grands centres urbains. En cette période l'Etat a instauré une subvention à l'utilisation de ces intrants, l'exonération des taxes douanières à l'importation et la responsabilisation de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) pour approvisionner le pays en engrais. En 1975, et pour éviter l'instabilité du marché des engrais, l'état fixa leur prix de vente au Maroc.

Depuis 1986, un ralentissement de la croissance de la consommation d'engrais a été observé, en partie à la suite de la volonté de l'Etat de se désengager du coût de la subvention aux engrais, qui a commencé à augmenter suivant des augmentations importantes des prix de ces produits.

Depuis juillet 1990, et en vue de mettre en place un marché concurrentiel des engrais, l'approvisionnement est totalement libéralisé. En effet, les industriels peuvent s'approvisionner librement tant en engrais locaux qu'en engrais importés, en s'adressant au marché local ou en procédant à des importations. Toutefois, le secteur continue à bénéficier des exonérations de taxes douanières à l'importation.

Ainsi des formules sont fabriquées par les sociétés distributrices d'engrais, à la demande de leurs clients, en recourant au mélange physique d'engrais importés ou fabriqués localement, avec ou sans additifs. Quant aux importations, elles concernent principalement les produits azotés (urée 46% N, sulfate d'ammoniaque 21% N et ammonitrate 33,5% N) et les produits potassiques (sulfate de potasse 48-50% K<sub>2</sub>O et chlorure de potasse 60% K<sub>2</sub>O). D'autres formules de fertilisants organiques ou minéraux, correcteurs de carences ou régulateurs de croissance, sont importés, permettant de subvenir à certains besoins très limités, notamment au niveau des cultures intensives.

Par ailleurs, **la commercialisation du fumier n'est pas organisée, et les ventes se font généralement dans un circuit non maîtrisé.** Ainsi, les statistiques en matière de ventes et de prix de vente sont très variables et non officielles.

## 3- Réseau de distribution des engrais

Au Maroc, l'approvisionnement du pays en engrais est assuré principalement par la société FERTIMA (environ 42%), deux sociétés moyennes (36 %) avec une quantité moyenne annuelle distribuée variant de 156 000 à 190 000 tonnes ; trois petites à moyennes sociétés (14%) et six petites sociétés (8%).

La distribution locale des engrais se fait à travers trois principaux circuits :

- Vente directe à partir des usines et dépôts des sociétés de distribution. Ces ventes concernent pour la grande majorité, des exploitations de grande taille et des coopératives soit de la réforme agraire soit d'approvisionnement. Ces ventes concernent aussi certaines cultures sous contrat telle que la betterave à sucre.
- Circuits des revendeurs qui s'approvisionnent à partir des usines et dépôts des sociétés distributrices, puis les rétrocèdent aux agriculteurs.
- Circuit de points de vente situés au niveau des centres de travaux ou centres de mise en valeur agricole (institutions régionales du Ministère de l'agriculture) relevant respectivement de la DPA et de l'ORMVA. Ces points de vente, qui constituent la principale source d'approvisionnement en engrais pour les petits agriculteurs, sont en grande partie approvisionnés par la société FERTIMA.

L'analyse de la distribution des revendeurs par région se présente dans le tableau 11. L'analyse du réseau de commercialisation des engrais fait ressortir que les revendeurs sont concentrés principalement dans le Gharb - Zaer, Chaouia et Doukkala suivi du Saïs, l'Oriental, le Rif et le Prérif. Les autres régions n'ont pas un réseau important de revendeurs d'engrais.

Cette situation est due au fait que les revendeurs préfèrent s'installer dans les périmètres irrigués et dans les zones favorables où les ventes sont régulières et tendent à être stables; c'est le cas notamment des régions d'Agadir, de Casablanca, de Kénitra-Sidi Kacem, Nador-Berkane, Laarache, El Jadida, Benslimane, etc. De plus, il a été constaté que le développement de la production agricole en irrigué, le remplacement des cultures traditionnelles et la multiplication des projets intégrés dans le milieu rural entraînent l'augmentation du nombre de revendeurs d'engrais.

Tableau 11 : Distribution des dépôts et revendeurs des engrais

Région	Nombre de revendeurs et dépôts	%
Saïs	99	10
Chaouia - Doukkala	203	21
Gharb - Zaer	189	19,4
Tadla - Tensift	80	8
Oriental	100	10
Moyen Atlas	46	5
Haut Atlas	67	7
Rif et Prérif	123	12,6
Présaharien	66	7
Saharien	1	-
<b>Total</b>	<b>974</b>	<b>100</b>

Source : IAV Hassan II, 2001

Par contre, le phénomène de sécheresse ou de stress hydrique conduisant à une diminution de l'utilisation des engrais, a engendré la fermeture de plusieurs points de vente d'engrais, notamment dans les zones arides et semi-arides (régions du sud, Figuig, Kelaâ Seraghna, Essaouira, Ouarzazate, etc.).

Les points de vente, au nombre de 360, permettent l'approvisionnement des zones lointaines d'une part et la régulation des prix au niveau local d'autre part. Cependant, ces points de vente sont fermés au fur et à mesure de l'installation de revendeurs privés.

La liste des principaux distributeurs et revendeurs d'engrais au Maroc est présentée ci-dessous :

## Liste des distributeurs d'engrais organiques au Maroc

### **Sociétés de commercialisation des engrais organiques au Maroc Agri Trade Maroc**

108, bd Ambassadeur Ben Aïcha, c/o S.c.e. 20300 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 24 59 00

Fax : +212 22 24 58 85

### **Comptoir Agricole des Semences ( Casem )**

route d' Azemmour ang. bd Mly Abderrahman, bloc B. 20050 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 90 43 43

Fax : +212 22 90 32 14

### **Fine Flowers**

41, avenue des Pléiades. 20100 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 86 58 76

Fax : +212 22 86 58 76

### **Agriculturel And Trading Company s.a.r.l. (Atraco s.a.r.l.)**

101, rue de Saint Saëns, Belvédère. 20300 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 40 28 97

Fax : +212 22 24 71 18

### **Sté Chérifienne d'Engrais et de Produits Chimiques (S.c.e.)**

108, bd Ambassadeur Ben Aïcha. 20300 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 24 59 00

Fax : +212 22 24 58 85

### **Trade and marketing center**

90-91 et 93 rte nationale- Ouled Dahou. Agadir. Maroc

Téléphone : +212 28 31 92 82

Fax : +212 28 31 92 85

### **Ercros Maghreb**

10, rue Ahmed Lazrak -ex El Farahidi, 1<sup>er</sup>ét.. 20100 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 94 04 55

Fax : +212 22 94 14 54

### **Agro Spray Technic s.a.r.l.**

quartier Takadoum q.i., lot. n°28. 10000 Rabat. Maroc

Téléphone : +212 37 63 84 32

Fax : +212 37 63 85 37

### **Bodor s.a.r.l.**

8, rue Ait Baha -ex Ferdinand Lesseps. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 20 02 77

Fax : +212 22 29 67 85

### **Vita Maroc s.a.**

33, rue Chaouia -ex Colbert. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 27 51 45

Fax : +212 22 29 35 49

### **Agricultural Materials Company (Agrimatco s.a.)**

27, bd Mohamed Zerktouni, 7<sup>er</sup>ét. 20100 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 48 76 61

Fax : +212 22 48 76 64

### **New Garden s.a.r.l**

13, bd Al Alaouyine, 2<sup>er</sup>ét. appt.9. 10000 Rabat. Maroc

Téléphone : +212 64 39 50 75

Fax : +212 37 70 53 03

### **Charaf Corporation (Charaf Corp. s.a.)**

130, bd d' Anfa, 3<sup>o</sup>ét. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 27 06 87

Fax : +212 22 29 50 56

**Ets Chulliat et Lahlou**

13, bd Ain Taoujtate -ex Jouffroy. 20050 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 36 73 90

Fax : +212 22 48 72 77

**Sté de Production et Commercialisation de Produits Chimiques, Agricoles et Industriels (Promagri )**

Sidi Maârouf de Bouskoura. 20190 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 33 50 54

Fax : +212 22 33 50 75

**Compagnie de Produits Chimiques du Maroc ( C.p.c.m. )**

bd Oukat Badi, Roches Noirs. 20300 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 40 20 70

Téléphone : +212 22 40 20 71

Fax : +212 22 24 83 44

**Promo Pièces s.a.r.l.**

129, rue du Lieutenant Mahroud Mohamed. 20300 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 40 10 03

Fax : +212 22 40 10 06

**Comptoir Agricole du Souss**

zone industrielle , rte de Biougra. 80150 Aït Melloul. Maroc

Téléphone : +212 28 24 74 10

Fax : +212 28 24 74 15

**Bioda Maroc s.a.r.l.**

169, lot Yasmina I. Aït Melloul. Maroc

Téléphone : +212 28 24 09 94

Fax : +212 28 24 00 92

**Le Monde du Jardin**

57, rue Abou Al Alaa Zahar -ex Vésale, quartier des Hôpitaux. 20100 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 86 09 03

Fax : +212 22 86 01 20

**Process**

Usine Anza. 80000 Agadir. Maroc

Téléphone : +212 28 20 40 02

Fax : +212 28 24 74 15

**Pépinière l'Univers Végétal**

1, rue Baghdad. 20800 Mohammedia. Maroc

Téléphone : +212 23 32 59 76

Fax : +212 23 32 50 70

**Gallia Industries s.a.**

rue Al Adarissa , z.i. Berrechid. Maroc

Téléphone : +212 22 32 43 73

Fax : +212 22 32 56 26

**Timac Agri Maroc**

290, bd Mohamed Zerktouni. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 26 50 38

Fax : +212 22 48 14 52

**Sté Agricole de Fertilisants Maroc (Agrifertil s.a.r.l.)**

zone industrielle, lot. 158. 24000 El Jadida. Maroc

Téléphone : +212 23 37 01 94

Fax : +212 23 37 01 94

**Scpc Sapel**

Zone Industrielle, lot n°15. 20800 Mohammedia. Maroc

Téléphone : +212 23 30 19 17

Fax : +212 23 31 42 32

**Agripharma s.a.r.l.**

2, allée des Villas. 20250 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 35 59 50

Fax : +212 22 34 06 83

**Union Nationale des Coopératives Agricoles Marocaines (U.n.c.a.m)**

48, rue d' Alger. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 20 02 48

Fax : +212 22 26 24 04

**Sté Marocaine des Fertilisants (Fertima)**

3, rue Abdelkader ElMazini-ex Corneille, bd. Mly Youssef 1<sup>o</sup>ét. 20000 Casablanca. Maroc

Téléphone : +212 22 48 43 47

Fax : +212 22 48 43 54

# ESTIMATION GLOBALE DES PERTES EN MATIERES ORGANIQUES DES SOLS AU MAROC

## I- Estimation des pertes de matières organiques en zones irriguées

L'estimation des pertes en matières organiques des sols irriguées au Maroc est traitée à travers l'exemple du périmètre irrigué des Doukkala qui est soumis aux mêmes pratiques agricoles et aux mêmes rythmes d'exploitation.

Les taux annuels de perte de matière organique stable (humus) par minéralisation dans les Doukkala varient de 1,9 à 3,3%. Ces valeurs permettent de quantifier la matière organique fraîche qui aurait été apportées ou restituées au sol pour éviter les déperditions observées. En effet, sur la base d'une teneur de 3250 tonnes de sol à l'hectare, avec une épaisseur moyenne de la couche de sol de 25 cm (généralement l'épaisseur de la couche de sol est comprise entre 25 et 30 cm), avec une superficie de 10 000 m<sup>2</sup>/hectare et une densité moyenne apparente du sol de 1,3 kg/dm<sup>3</sup> (généralement cette densité est comprise entre 1,2 et 1,4 kg/dm<sup>3</sup>); la teneur en matière organique des sols dans les Doukkala est d'environ 1,2 %, d'où une quantité de matière organique de 39 tonnes / hectare. Les pertes annuelles en matière organique dans les Doukkala sont estimées en moyenne à 2,6% soit **une perte d'environ une tonne de matière organique stable par hectare et par année**, particulièrement en humus stable. Ces pertes peuvent être supérieures pour les cultures légumières.

## II- Estimation des pertes en matières organiques en zones bours

Par ailleurs, les zones bours utilisent principalement le fumier à la fois comme engrais pour la production agricole et comme amendement du sol. D'après les pratiques observées et qualifiées de "bonnes pratiques" à l'échelle nationale, les doses appliquées sont d'environ 20 Tonnes/ha une année sur trois (soit 6,7 tonnes/ha/an) sans distinction entre les cultures (céréales, cultures fourragères, arboriculture...). Sachant que les teneurs en matières organiques sèches dans les fumiers de bovin ou des ovins sont généralement comprises entre 12 et 30 %, on en déduit que l'apport annuel de matières organiques dans les zones bours est estimé en moyenne à 1,3 Tonnes/ha. Par ailleurs, seulement 50% de cette matière organique se présente sous forme d'humus, l'apport donc en matière organique qui compense **les pertes annuelles des sols bours en humus est de 650 kg/hectare et par année**.

### III- Besoins annuels des sols et des cultures en matière organique stable au Maroc

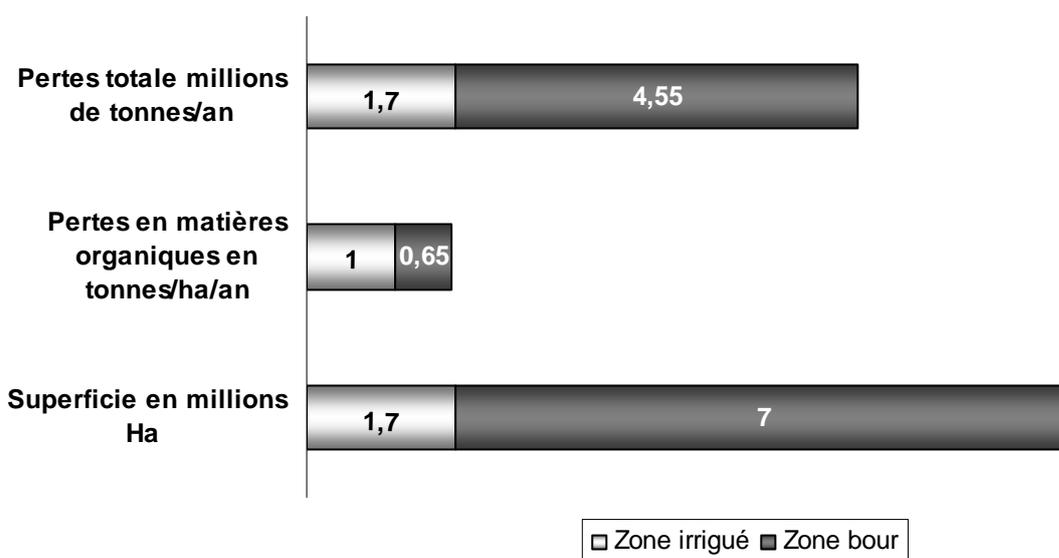
Sur la base d'une perte annuelle de 650 kg de matière organique/hectare de sols bours, les besoins en matières organiques stables compatibles avec une agriculture durable dans ces zones, qui représentent plus de 7 millions d'hectares au Maroc, sont d'environ : 4,55 million de tonnes par année.

Les superficies potentielles en terres irrigables au Maroc s'élèvent à 1664000 ha dont 1364000 ha d'irrigation pérenne et 300000 ha d'irrigation saisonnière et d'épandage des eaux de crue. Si on considère que les besoins en amendement organique des zones irriguées du Maroc sont similaires à ceux du périmètre irrigué des Doukkala, la quantité de matière organique nécessaire pour compenser les pertes annuelles qui sont d'environ une tonne de cette matière, s'élèveront à 1,7 Millions de tonnes par année.

Ainsi le total des **besoins annuels des sols au Maroc en matières organiques stable est d'environ 6,25 millions de tonnes** (figure 3). La satisfaction des ces besoins constitue une garantie de la durabilité des systèmes agricoles au Maroc avec une production agricole rentable.

L'utilisation du fumier et la mobilisation de nouvelles sources d'engrais organiques est une condition sine qua none de la durabilité du système agricole national (maintient de teneurs des sols en matière organique compatibles avec une productivité agricole suffisante et durable). Le compostage des boues des stations d'épuration et de déchets organiques biodégradable est une source potentielle d'amendement des sols au Maroc. Elle a le double avantage de contribuer à la durabilité de nos systèmes de production agricole et de contribuer à la protection de l'environnement, des ressources en eau et la santé publique dans notre pays.

Figure 3 : Estimation globale des pertes en matières organiques des sols au Maroc



## **Partie 2 : SOURCES DE MATIERES ORGANIQUES POUR L'AGRICULTURE AU MAROC ET MARCHÉ DU COMPOST**

# SOURCES DE MATIERES ORGANIQUES AU MAROC

La principale source de matière organique pour l'agriculture au Maroc est le fumier dont le marché national est très désorganisé. Cependant, il existe au Maroc un marché limité de la tourbe, qui est beaucoup moins utilisée que le fumier et sert surtout comme support de démarrage de certaines cultures maraîchères ou en arboriculture. Le marché des engrais verts est inexistant et ce type d'amendement est rencontré uniquement dans un nombre très limité d'exploitations. Le compost est quasi absent du marché national et son utilisation est limitée à certaines pépinières. Cependant ce dernier présente un potentiel de développement très prometteur au Maroc.

## I- Le marché du fumier au Maroc

### 1- Composition du fumier

Le fumier est constitué par un mélange de litière et de déjections ayant subi des fermentations plus ou moins poussées à l'étable ou en tas. La composition moyenne du fumier est variable selon les animaux, la nature de la litière, la proportion de paille et de déjections, l'alimentation et le degré de décomposition du fumier. Les caractéristiques et les doses d'utilisation du fumier de bovins et du fumier d'ovins sont présentées dans le tableau 12 (Chafia, 2003). Les doses préconisées peuvent être réduites selon la disponibilité. Le fumier est apporté surtout aux cultures céréalières et maraîchères.

Tableau 12 : Composition du fumier des ovins et des bovins selon Chafia El Alaoui, 2003.

	Fumier d'ovins	Fumier de bovins
<b>Matériau</b>	<b>Pour mille</b>	
Matière organique sèche	280 à 320	120 à 170
Humus	100 à 150	50 à 100
<b>Eléments fertilisants</b>	<b>kg/tonne de fumier</b>	
Azote Total	8 à 8,5	4 à 5
Phosphore P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2 à 2,4	2,5 à 3
Potassium K <sub>2</sub> O	6,5 à 6,8	5 à 6
Calcium		5 à 4,5
Magnésium		0,2 à 1
<b>Doses d'utilisation annuelles*</b>	<b>En tonne /ha</b>	
- en tête d'assolement	40 à 50	50 à 60
- en fumure d'entretien	20 à 25	24 à 30

\* apport direct au sol.

## 2- Production du fumier au Maroc

### a- Estimation de la production du fumier au Maroc

La production potentielle en fumier à l'échelle nationale est estimée en se référant à la bibliographie pour la production annuelle par espèce et aux statistiques publiées par le Ministère d'Agriculture pour les effectifs des bovins, des ovins, des caprins et des équidés.

Les références utilisées pour l'évaluation de la quantité potentielle de fumier sont détaillées dans les tableaux 13 et 14 ci-dessous :

Tableau 13 : Production des déjections animales (CORPON, 1988)

Espèces	Unité	Production de fumier
<b>Bovins</b>	T/an/UGB	15
<b>Ovins</b>	T /an/Brebis	1,0
<b>Caprins</b>	T/an/animal	1,3
<b>Equins</b>	T/an/animal	13

Tableau 14 : Equivalences en UGB (Unité Gros Bétail) et BRE (Brebis) (CORPON, 1988)

Espèces	Equivalent UGB ou BRE	
<b>Bovins</b>	<b>Vache laitière</b>	1,0
	<b>Vache nourrice</b>	0,7
	<b>Taureau et jeune mâle</b>	0,7
	<b>Génisses</b>	0,7
	<b>Veaux</b>	0,3
<b>Ovins</b>	<b>Brebis mère</b>	1,0
	<b>Bélier</b>	1,0
	<b>Agneau</b>	0,3
	<b>Agnelle</b>	0,5

Concernant l'effectif des poulets de chair et des poulets pondeuses, les effectifs ont été approchés en considérant la production annuelle de viande blanche et celle des œufs rapportées au poids moyen par tête à la vente pour la poulet de chair et au nombre d'œufs par poule par an pour la poule pondeuse. Le poids moyen à la vente retenu pour le poulet de chair est de 1,75 kg par tête et le nombre moyen d'œufs considéré pour la poule pondeuse est de 250 unités par tête par an.

### b- Estimation indirecte de la production du fumier des bovins, ovins, caprins, équidés et de volaille

La quantité potentielle de fumier des principales espèces du cheptel national est estimée à 70,24 millions de tonnes (tableau 15).

Il est à signaler que la quantité de fumier produite par Unité Gros Bétail (UGB) a été estimée pour 24 heures et que pour la majorité des systèmes de production animale, les animaux passent

environ 12 heures à l'extérieur des locaux d'élevage. Par conséquent, la quantité de fumier mobilisable pourrait être estimée à 50% de la production potentielle ; soit 35,12 millions de tonnes.

Le fumier provenant de l'activité avicole est estimé à près de 884 milles tonnes par an.

Tableau 15: Estimation indirecte de la production de fumier de bovins, ovins, caprins, équidés et de volaille.

Cheptel	Effectif (2003) (1,2)	UGB ou Brebis (4)	Fumier (T par UGB ou animal par an) (4)	Quantité total en T/an	Kg/tête/jour
<b>Bovins</b>	<b>2 688 600</b>			<b>29 210 145</b>	<b>30</b>
Vache laitière	1 212 378	1,0	15	18 185 677	
Vaches nourrice	250 271	0,7	15	2 627 846	
Génisse	217 449	0,7	15	2 283 210	
Taureau ou jeune mâle	262 526	0,7	15	2 756 519	
Veaux et velle	745 976	0,3	15	3 356 893	
<b>Ovins</b>	<b>16 743 000</b>			<b>12 639 987</b>	<b>2,1</b>
Brebis mère	9 105 848	1,0	1	9 105 848	
Belier	713 051	1,0	1	713 051	
Agneau	3 204 811	0,3	1	961 443	
Agnelle	3 719 290	0,5	1	1 859 645	
<b>Caprins</b>	<b>5 208 300</b>		1	<b>6 770 790</b>	<b>3,6</b>
Chèvre mère	2 950 856	1,0			
Bouc	296 623	1,0			
Agneau	880 453	0,3			
Agnelle	1 080 368	0,5			
<b>Équidés</b>	<b>1 663 400</b>		13	<b>21 624 200</b>	<b>35,6</b>
Chevaux	154 600				
Mulet	525 400				
Ane	983 400				
<b>Volaille</b>	<b>174 571 429</b>		13	<b>883 571</b>	<b>35,6</b>
Poulet de chair en 2004	164 571 429		4,5*	740 571	
Poule pondeuse en 2004	10 000 000		14,3*	143 000	
<b>TOTAL</b>				<b>71 128 694</b>	

\* Fumier (kg par tête par an)

### c- Estimation de la production du fumier par mesures directe

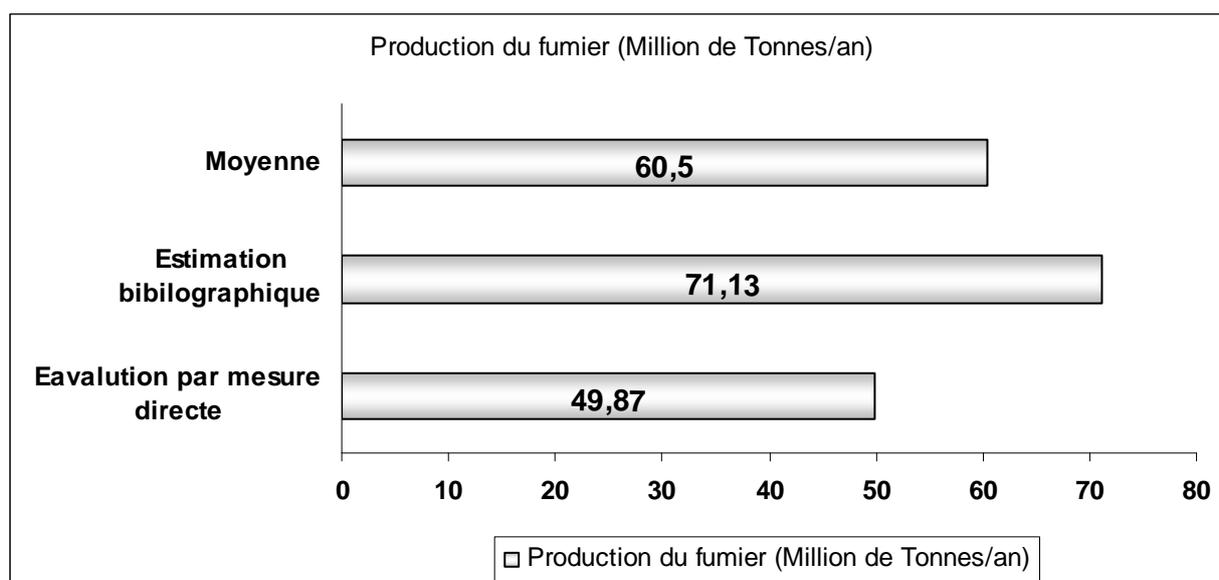
La quantité potentielle de fumier des principales espèces du cheptel national estimée à partir des mesures directes à la ferme (tableau 16) est de 45,5 millions de tonnes ; soit une production mobilisable de près de 23 millions de tonnes. Le fumier provenant de l'activité avicole est estimé à partir des mesures à près de 373 milles tonnes par an.

Tableau 16 : Production de fumier de bovins, ovins, caprins, équidés et de volaille d'après les mesures directes effectuées dans les zones irriguées et bours des Doukkala.

Cheptel	Effectif (2003)	Fumier (T/tête/an)	Quantité total en T/an	Kg/tête/jour
<b>Bovins</b>	2 688 600	9,0	24 197 400	25,0
<b>Ovins</b>	16 743 000	0,6	10 045 800	1,6
<b>Caprins</b>	5 208 300	0,6	3 124 980	1,6
<b>Equidés</b>	1 663 400	7,0	12 142 820	20,0
<b>Poulet de chair (5) en 2004</b>	164 571 429	1,4	230 400	
<b>Poule pondeuse (5) en 2004</b>	10 000 000	14,3	143 000	
<b>TOTAL</b>			<b>49 884 400</b>	

La production annuelle totale de fumier au Maroc, évaluée par mesure directe ou estimée à partir des données bibliographiques, est présentée dans la figure 4 ci-dessous :

Figure 4 : Production du fumier au Maroc



### 3- Marché du fumier au Maroc

La production du fumier est relativement concentrée dans la partie nord et les périmètres irrigués du Royaume (tableau 17). La commercialisation du fumier n'est pas organisée, le fumier, est généralement soit vendu en l'état aux producteurs maraîchers soit épandu dans les champs sans aucun traitement. Il est caractérisé par son indisponibilité locale et saisonnière, impliquant des prix souvent aléatoires et spéculatifs. Les ventes se font généralement dans un circuit non maîtrisé. Ainsi, les statistiques en matière de ventes et de prix de vente sont très variables et non officielles. Le fumier est souvent exporté des zones de production vers les zones de maraîchage où son utilisation est rentabilisée par les prix souvent élevés des produits maraîchers. Pour la

céréaliculture, le fumier utilisé est celui produit au niveau de l'exploitation ou dans la même zone pour éviter les frais de transport que les faibles récoltes obtenues en fin de campagnes ne permettent pas de supporter. Les besoins en fumier sont très importants, donc le tonnage à transporter est élevé d'où coût excessifs.

Les prix de vente sont très variables et tributaires des précipitations. Ainsi, les prix du fumier varient selon leur qualité de 100 à 200 Dirham la tonne.

Tableau 17 : Répartition géographique de la production mobilisable de fumier d'animaux au Maroc

<b>Région</b>	<b>Production du fumier (Tonnes/an)</b>
Chaouia-Ouardigha	4 073 600
Doukkala-Abda	6 319 500
Fès-Boulmane	1 604 700
Gharb-Chrarda-Beni Hssen	4 338 000
Grand Casablanca	497 000
Guelmim Es Semara	311 200
Marrakech-Tensift-Al Haouz	6 823 400
Meknès-Tafilalet	3 051 100
Oued Ed-Dahab –Lagouira	2 920 100
Région de l'Oriental	2 520 700
Souss Massa Draa	4 984 300
Tadla-Azilal	3 017 100
Tanger-Tétouan	4 427 100
Taza-Al Hoceima-Taounate	4 623 100
<b>Total</b>	<b>49 510 900</b>

Certes le fumier fournit une matière organique fermentescible non décomposée, cependant il provoque l'immobilisation de l'azote après l'apport et risque d'entraîner un effet dépressif sur les jeunes plantules et des dommages aux semis et aux cultures. Le fumier véhicule les graines de plantes adventices et les germes phytopathogènes. Le transfert de fumier d'une région à l'autre du Maroc devient non pas seulement un facteur de transfert inter-régions de la fertilité des sols mais également un moyen de transport des insectes, de graines de mauvaises herbes (dont récemment la morelle jaune) et des nématodes dans les régions maraîchères. Par conséquent l'utilisation intensive des pesticides devient imposée et le risque d'élévation du taux de résidus sur produits. Souvent trop humide le fumier ne permet pas un épandage uniforme. Le fumier est souvent coûteux à l'achat, au transport et exige beaucoup de main d'œuvre.

#### **4- Coût de la matière organique stable originaire du fumier**

Les teneurs en matières organiques sèches dans les fumiers de bovins et ceux des ovins sont respectivement comprises entre est de 12 – 17% et 28 – 32%. Les teneurs en humus stable sont respectivement d'environ 7,5% et 12,5 dans les fumiers de bovins et ceux des ovins. Le tableau

18 présente les quantités et le prix de matière organique et de l’humus stable obtenu à partir du fumier.

Tableau 18 : Coût de la matière organique stable originaire du fumier

<b>Matériau</b>	<b>Fumier d’ovins</b>	<b>Fumier de bovins</b>
Matière organique sèche pour mille	280 à 320	120 à 170
Humus pour mille	100 à 150	50 à 100
Production de fumier (millions de Tonnes/an)	12,64	29,21
Production de matière organique sèche* (Millions de Tonnes/an)	3,78	4,23
Production d’humus stable* (Millions de Tonnes/an)	<b>0,47</b>	<b>0,32</b>
Prix de vente moyen du fumier en DH/tonne	200	150
Coût de l’humus du fumier en DH/Kg	<b>1,60</b>	<b>2,00</b>

\* valeur moyenne

NB : Cette évaluation du prix basée sur la richesse du fumier en humus stable néglige en partie le rôle du fumier en tant que fertilisant du sol par ses apports en éléments nutritifs directement assimilables.

## **5- Apport en fumier et besoins en matières organiques pour les sols au Maroc**

Au chapitre précédent nous avons évalué les **besoins annuels des sols au Maroc en matière organique stable à environ 6,25 millions de tonnes**. Afin de compenser les pertes des sols en matières organiques stables, il faudrait apporter une quantité de fumier contenant l’équivalent de cette quantité d’humus.

La production nationale en fumier de bovins est de 29,21 millions de tonnes/an avec un taux d’humus de 75 kg/tonnes soit une production d’humus totale de **2,19 millions de tonnes/an**. Quant à la production nationale en fumier des ovins, elle est de 12,64 millions de tonnes/an avec un taux d’humus de 125 kg/tonne soit une production d’humus de **1,58 millions de tonnes/an**.

La production du fumier des équidés et des caprins est de 6,77 et 21,62 millions de tonnes/an. A la base d’une hypothèse de 100 kg/tonne d’humus stable, la quantité de matière organique stable de ce type de fumier s’élève à **2,84 millions de tonnes/an**.

Le fumier de volaille n’a pas été pris en considération étant donnée la faible quantité annuelle produite (0,88 millions de tonnes/an) et sa faible teneur en matières organiques stables.

**La production totale annuelle en matière organique stable à partir du fumier est de 6,61 millions de tonnes/an**. La mobilisation de cette quantité constitue une garantie de la durabilité des systèmes agricoles au Maroc garantissant ainsi une production agricole minimale. Cette évaluation pourrait satisfaire les besoins des sols du Maroc en matière organique stable. Cependant il faudrait supporter tous les inconvénients occasionnés par ce type d’amendement organique comme cité précédemment.

Par ailleurs, les productions de fumiers utilisées dans cette évaluation des sources d'humus stable au Maroc, sont des productions potentielles, basées sur les indices UGB (Unité Gros Bétail) et BRE (Brebis) (CORPON, 1988). Sur la base de ces indices la production total du fumier au Maroc serait de 71,13 millions de tonne/an. Cependant, cette production n'est que de 49,88 Tonnes/an et correspond à une production mobilisable.

La production mobilisable représente 70,12 % de la production potentielle de fumier au Maroc. La quantité de matière organique stable correspondante ne dépasserait guère 4,63 millions de tonnes /an. **Le manque à gagner dans ce deuxième cas est de 1,57 millions de tonnes de matière organique stable/an. Ainsi la mobilisation d'autres sources de matière organique stable est à rechercher pour éviter la dégradation des sols arables au Maroc.**

## II- Le marché du compost au Maroc

### 1- Généralités sur le compost

Le compost joue deux rôles majeurs: un rôle fertilisant qui réside dans la fourniture progressive des éléments nutritifs aux plantes cultivées et le renforcement de l'efficacité des engrais minéraux apportés, et un rôle d'amélioration des propriétés physiques des sols (rétention en eau, structure). Il est clair que la disponibilité de certains éléments nutritifs diminue au cours du compostage mais cette diminution est compensée par les autres avantages offerts par le compost.

L'utilisation du compost comme produit d'amendement présente plusieurs avantages par rapport à l'incorporation du fumier frais ou d'autres résidus organiques non décomposés. En effet, le fumier véhicule, d'une région à l'autre, les insectes, les graines de plantes adventices et les germes phytopathogènes. Ces problèmes sont entièrement éradiqués par le processus de compostage durant la phase thermophile. Des recherches récentes montrent que l'incorporation du compost aux sols permet, par le développement de saprophytes compétitifs, d'inhiber certains germes phytopathogènes. En plus de ces avantages, le compostage permet de réduire le volume des déchets d'environ 45 à 50 %, ce qui rend son application et son transport plus commodes et moins coûteux.

Le patrimoine humique des sols est non extensible et demeure plutôt sujet à des pertes colossales à cause de la mauvaise gestion des résidus de récolte, de la mise en culture de terrains de parcours, du phénomène d'érosion et d'autres pratiques non rationnelles.

Ce phénomène est assez bien exprimé dans les périmètres irrigués où la restitution des résidus de récolte au sol est presque nulle. Ajoutons à cela que ces déperditions sont amplifiées par le processus de minéralisation assez intense, compte tenues des conditions hydriques et thermiques favorables pour la microflore minéralisatrice dans ces régions.

En plus de l'utilisation du compost comme produit d'amendement organique des sols, il peut être aussi valorisé pour la fabrication des substrats de cultures et les pots de pépinières de plantes ornementales et forestières. Le secteur d'agriculture biologique est également un excellent champ de valorisation du compost.

Toutes les matières d'origines végétale et animale, ainsi que tous les déchets fermentescibles, sont compostables. Toutefois, un certain nombre de paramètres de la matière première et/ou du mélange de deux ou plusieurs ingrédients sont importants à considérer pour le démarrage et le bon déroulement du processus de compostage. La richesse du compost produit dépend de la nature et des proportions des différents ingrédients. Il convient de souligner qu'au Maroc, on dispose d'une panoplie de matières compostables (boues d'épuration des eaux usées, fumiers, déchets verts agricoles générées par les cultures sous serre, et d'autres produits de grande valeur pour le compostage).

Le compost est à la fois un engrais organique et un amendement des sols pauvres. Le tableau 19 présente les principales caractéristiques et avantages comparés du compost au fumier.

Tableau 19 : Avantages comparés d'un bon compost mûre et d'un fumier

<b>Compost mûre</b>	<b>Fumier</b>
Fournit une matière organique plus humifiée, plus stable et de qualité constante.	Fournit une matière organique fermentescible non décomposée.
Favorise une libération progressive de l'azote et des éléments nutritifs immédiatement après l'apport.	Provoque l'immobilisation de l'azote après l'apport et risque d'entraîner un effet dépressif sur les jeunes plantules et des dommages aux semis et aux cultures.
Les nématodes, agents pathogènes et graines de mauvaises herbes sont détruits grâce à l'élévation de la température entre 65°C et 70°C au cours du compostage	Contient une charge polluante importante et risque d'infester les cultures par les nématodes et autres parasites ainsi que les mauvaises herbes. L'utilisation intensive des pesticides devient imposée et le risque d'élévation du taux de résidus sur produits
Permet un épandage facile et uniforme, même à faible dose, grâce à sa texture grumeleuse et friable.	Souvent trop humide et ne permet pas un épandage uniforme.
Les doses d'application sont faibles donc, les volumes à transporter sont réduits.	Besoins importants, donc fort tonnage à transporter d'où coût élevé.
Disponible toute l'année.	Indisponibilité locale et saisonnière.
Moins coûteux en respectant les doses conseillées.	Coûteux à l'achat, au transport et exige beaucoup de main d'œuvre.

## 2- Technique classique de production du compost (compostage en tas)

Trois paramètres essentiels doivent être maîtrisés pour garantir un bon démarrage de compostage: le rapport C/N, l'humidité du mélange et la taille des particules.

Le **rapport C/N** doit être compris entre 25 et 35 (de préférence autour de 25). Si le rapport C/N est inférieur à 20, on assiste à une perte d'azote et à une production d'ammoniaque et donc à l'émanation de mauvaises odeurs. Si le C/N est supérieure à 40, le processus de biodégradation devient lent. Pour cela, un mélange de matières carbonées et azotés est recommandé.

La teneur en eau (**humidité**) est un facteur important pour l'activité des micro-organismes. Dans la pratique, il convient d'éviter une forte humidité car l'excès d'eau chasse l'air de l'espace

lacunaire du tas en compostage, ce qui déclenche des conditions d'anaérobiose et une très mauvaise circulation d'air à l'intérieur du tas. Les conditions d'anaérobiose généralisées ou localisées commencent à se produire au delà de 65-70%. La teneur en eau optimale pour le processus de compostage est comprise entre 50 et 60%.

**La taille des matériaux** à composter doit être comprise entre 1,3 et 5 cm pour faciliter la biodégradation. Pour cela, on doit procéder au broyage lorsque les matériaux dépassent significativement cette grandeur. Signalons que la granulométrie ne doit pas non plus être fine pour éviter le tassement du tas et par conséquent une réduction de la circulation de l'air.

### **3- Production et utilisation du compost au Maroc**

La production du compost au Maroc est très limitée voire inexistante. En effet, il y a eu des expériences menées à l'échelle pilote dans les structures de recherche – développement du pays et chez des particuliers. Quelques unités de compostage, avec des productions annuelles très réduites ont vu le jour ces dernières années, notamment dans les villes d'El Jadida, de Marrakech et de Rabat. Les matériaux compostés sont soit des déchets ménagers, des restes de restaurants et le marc de café.

La commercialisation de ces composts est très réduite en raison de la très faible production et de son irrégularité. Souvent, les acheteurs sont les pépiniéristes et certaines fermes horticoles.

Par ailleurs, certaines tentatives de compostage par des industriels ont été notées. Ces actions sont timides mais elles auront un avenir important avec le développement des cultures maraîchères biologiques. Une société installée à El Jadida, commercialise un compost produit entre autres à base de marc de café. Le produit est commercialisé à l'échelle nationale, son prix de vente est de 60 DH par sac de 50 kg avec une humidité de 40% soit 2 DH/kg de matière sèche.

### **III- Le marché de la tourbe au MAROC**

La tourbe est une roche végétale tendre composée de :

- 10-20 % de matière organique végétale
- 80-90 % d'eau, issue de la tourbière.

Sec, un bloc de tourbe brûle comme du charbon car il contient jusqu'à 50 % de carbone. La tourbe blonde (couleur tabac) provient des couches superficielles, on y reconnaît bien les restes végétaux. La tourbe brune est plus pâteuse, mieux décomposée. On la trouve dans les tourbières de plaine mais aussi dans les couches profondes des tourbières de montagne. C'est un combustible recherché.

Cependant contrairement au fumier et au compost, la tourbe n'est pas un engrais. Elle est utilisée par les horticulteurs pour ses propriétés de rétention d'eau et comme support de culture. On en fait aussi des godets pour les fleurs et les légumes. Elle contient peu de sels minéraux. De plus, elle est acide, ce que tous les végétaux n'apprécient pas.

La tourbe est commercialisé au Maroc au prix de 65 DH/80 litres avec une humidité de 50% soit 2,30 DH / kg de matière sèche.

## **COMPOST PRODUIT PAR LA TECHNOLOGIE MOROCOMP**

C'est un compost produit selon la technique MOROCOMP à partir de boues d'épuration des eaux usées et de déchets organiques biodégradables (DOB). En effet, 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 Mm<sup>3</sup>/an en 2005 et atteindront 900 Mm<sup>3</sup>/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 considérés 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 traitée 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.

## **I- 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 des boues et des 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 des boues et des DOB**

La production annuelle potentielle et mobilisable de chaque type de déchet est présentée aux tableaux 20 et 21.

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 22.

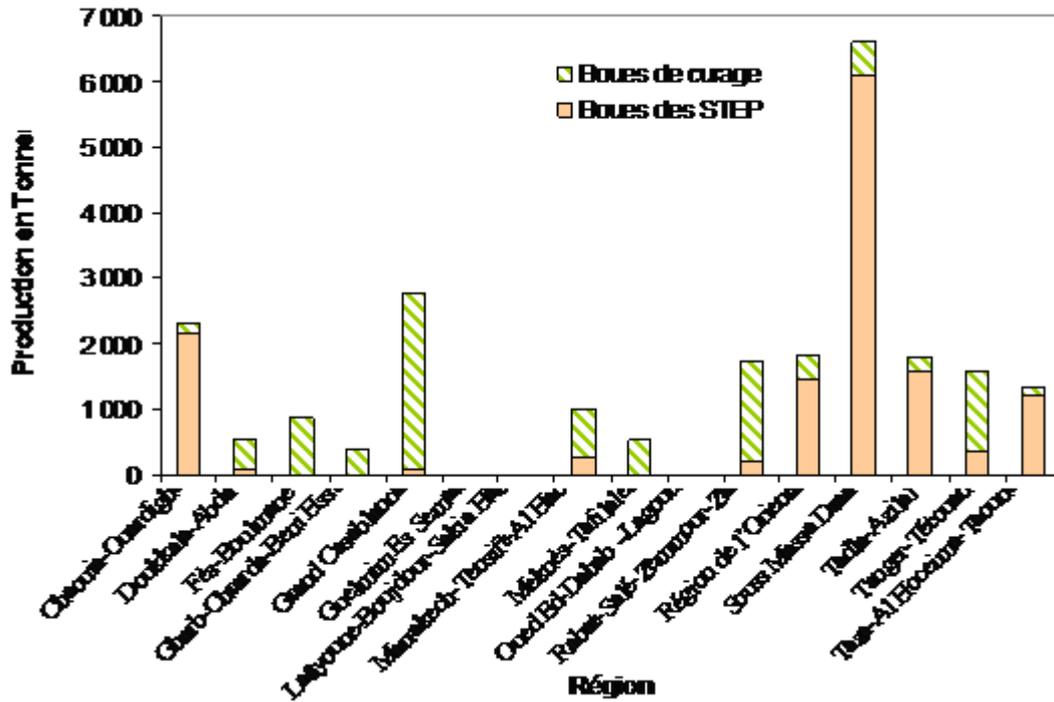
La production mobilisable des boues au niveau des STEP et des réseaux d'assainissement urbains par les différentes régions administratives du Maroc est présentée dans la figure 5.

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 6 la répartition géographique de la production de déchets solides produits par les industries Agro-Alimentaires, des industries du bois et des abattoirs.

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 5 : répartition géographique de la production mobilisable des boues 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 6. 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 6 : Répartition géographique de la production mobilisable des déchets organiques biodégradables au Maroc

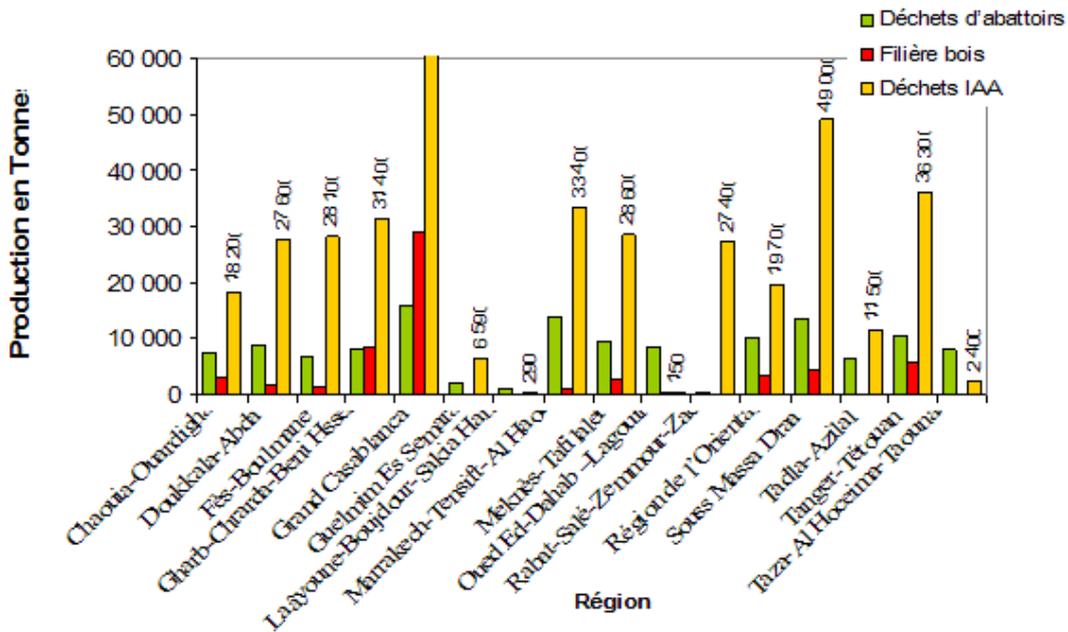


Tableau 20 : Production des boues au Maroc (2005).

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
<b>Total</b>		<b>23 671</b>	<b>100</b>	<b>452 700</b>

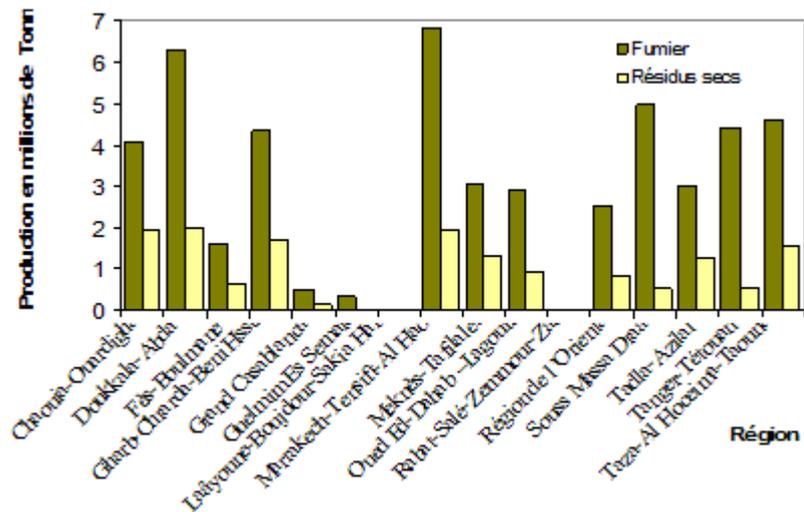
Tableau 21 : Production de déchets organiques biodégradables au Maroc.

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

Tableau 22 : Répartition géographique de la production mobilisable de boues et de déchets organiques biodégradables au Maroc

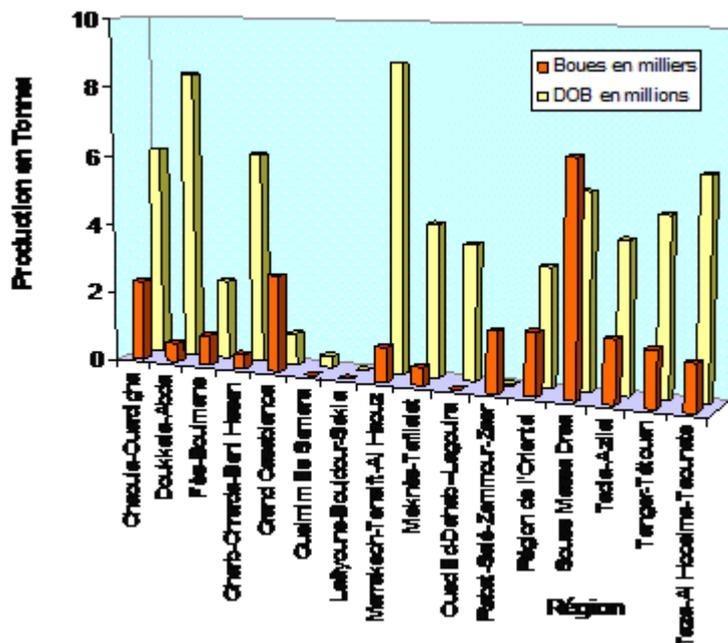
Région	Production (Tonnes/an)							Total Tonnes/an
	Boues des STEP	Boues de curage	Déchets d'abattoirs	Filière bois	Déchets IAA	Fumier	Résidus agricoles secs	
Chaouia-Ouardigha	2 158	155	7 300	2 800	159 434	4 073 600	1978 100	6 223 547
Doukkala-Abda	67	479	8 700	1 700	24 178	6 319 500	1993 600	8 348 224
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
<b>Total</b>	<b>13 409</b>	<b>9901</b>	<b>130 130</b>	<b>60 200</b>	<b>465 900</b>	<b>49 510 900</b>	<b>15 454 000</b>	<b>65 644 440</b>

Figure 6 : 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 7). Ces DOB peuvent être utilisées pour une valorisation combinée avec les boues.

Figure 7 : Répartition géographique de la production mobilisable des boues et des déchets organiques biodégradables au Maroc



## **II- 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 résiduaires 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 valeur concurrentielle.

## **III- Potentiel de production du compost par la technologie MOROCOMP**

La composition initiale pour la production de compost selon le procédé MOROCOMP est comme suit : 30 à 50% de boues et 50 à 70 % de DOB. La composition des DOB varie selon les conditions optimales nécessaires pour démarrer le processus de compostage.

La préparation du compost nécessite 8 à 12 jours en bioréacteur aérobique et 2 à 3 semaines de maturation en tas à l'air libre et enfin une maturation de finition en sac. Généralement, 35 à 40 jours suffisent pour obtenir un compost mature directement utilisable. La quantité de compost finale produite est d'environ 55% du poids des matériaux utilisés initialement.

Le potentiel de production du compost est intrinsèquement lié à la production des boues et de leur qualité. Les boues des industries alimentaires et des stations de traitement des eaux usées domestiques sont de très bonnes matières pour faire un compost conforme aux exigences de qualité des productions végétales et aux standards de protection de l'environnement.

Le tableau 23 ci-dessous présente l'évolution de la production des boues au Maroc au regard de l'évolution de la construction des STEP et de la production des eaux usées au Maroc. Cette production est estimée sur les bases suivantes :

- l'évolution de la production des eaux usées au Maroc ([http://doc.abhatoo.net.ma/DOC/IMG/pdf/eaux\\_usees.pdf](http://doc.abhatoo.net.ma/DOC/IMG/pdf/eaux_usees.pdf)) ;
- la production de 100 litres d'eaux usées par habitant et par jour en milieu urbain.
- la production de 30 à 40g (matière sèche) de boues par habitant et par jour

- le programme national d'assainissement liquide et le traitement des eaux usées pour la période 2007-2015 qui prévoit de réduire le taux de la pollution de 60 % à l'horizon 2010 et de 80 % à l'horizon 2015.

Tableau 23 : évolution de la production des boues d'épuration des eaux usées

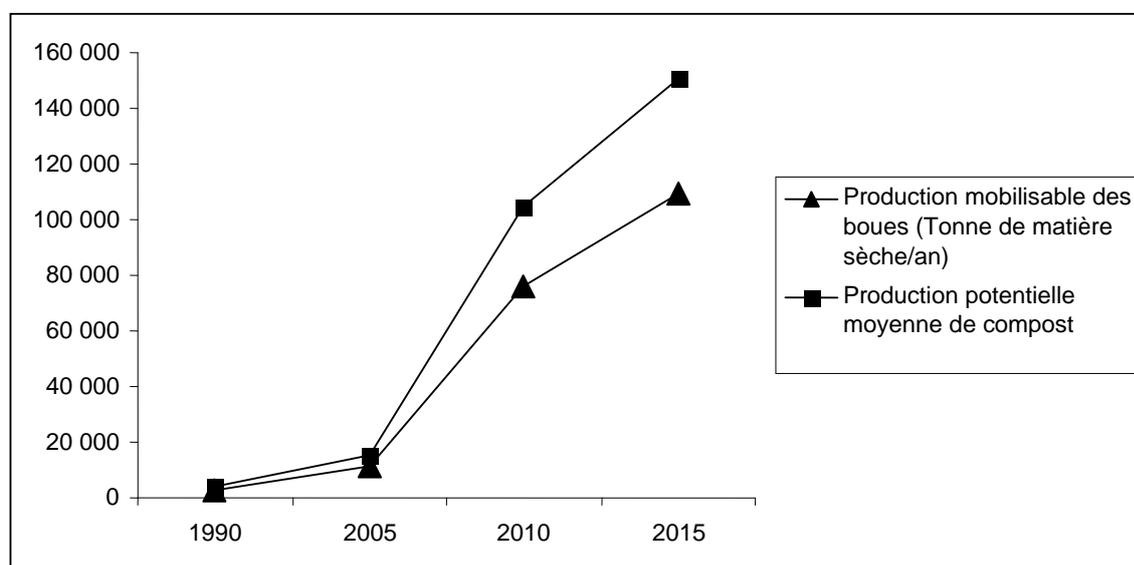
Année	1990	2005	2010	2015
Production des eaux usées en million de m <sup>3</sup>	370	550	670	780
Production potentielle des boues (Tonne de matière sèche/an)	247 000	366 000	446 000	520 000
Production mobilisable des boues (Tonne de matière sèche/an)	2500 - 3300	8500 – 13800*	65000-87000**	94000-125000**

\* : mobilisable à partir des eaux usées urbaines

\*\* : projections selon le programme national d'assainissement liquide et le traitement des eaux usées

La capacité globale de production de compost selon le procédé MOROCOMP à l'horizon 2010 est estimée à 83 000 – 140 000 Tonnes de matière sèche et atteindra les 120 000 à 200 000 Tonnes en 2015 (Figure 8).

Figure 8 : Evolution du potentiel de production du compost à base de boues d'épuration des eaux usées pour la période 2009 - 2015



## IV- Prix de vente du compost MOROCOMP

Le compost produit selon la technologie MOROCOMP sera commercialisé en sac de 50 kg comme c'est le cas du compost de marc de café commercialisé au Maroc. Le prix de vente du compost MOROCOMP est évalué à 90 Dirham/50 kg de matière sèche. Le prix prend en

considération tous les coûts relatifs à la production du compost et sa mise sur le marché. D'autre part, le prix tient compte des produits concurrents soit importés soit produits au Maroc (tableau 24).

Tableau 24 : Comparaison du coût de l'humus stable à partir compost produit par le procédé MOROCOMP aux autres engrais organiques commercialisés au Maroc.

	Conditionnement en Kg	Prix en DH	Humidité %	Prix en DH/Kg de matière sèche*	Prix en DH/kg d'humus stable**
Compost MOROCOMP	50	70	20	2,00	2,50
Compost de marc de café	50	60	40	2,00	3,34
Tourbe***	80 litre (= 48kg)	65	50	2,71	-
Fumier de bovins	1000	150		0,15	2,00
Fumier d'ovins	1000	200		0,20	1,60

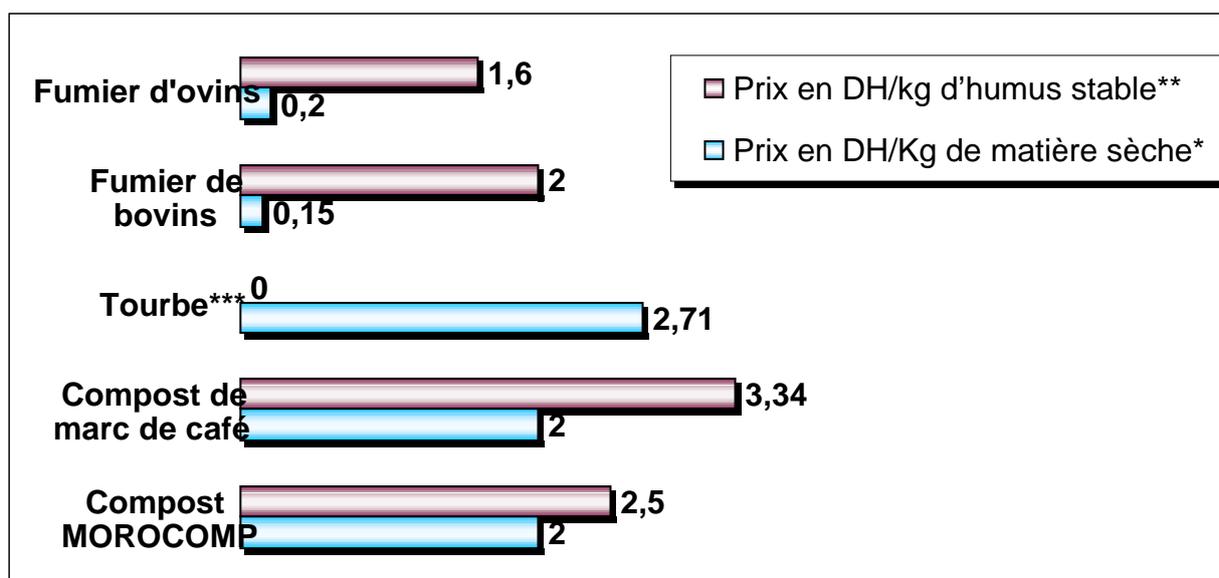
\* : tenant compte de % humidité

\*\* : sur la base de 50% d'humus stable dans les composts

\*\*\* : densité 0,6 kg/litre

Le prix de vente du compost produit selon le procédé MOROCOMP rapporté au kg d'humus stable est inférieur à celui des autres engrais organiques (figure 9), quoique celui relatif au fumier est très compétitif. En effet, les avantages du compost MOROCOMP à ceux du fumier ont été cités dans le chapitre précédent d'une part et d'autre part, il faut mobiliser un grand volume de fumier (frais de transport, encombrement des locaux, nuisances olfactives...) ce qui se répercute sur la compétitivité du fumier par rapport au compost.

Figure 9 : comparaison des prix de l'humus stable à partir d'engrais organiques commercialisés au Maroc



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. 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.
2. 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.
3. 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).
4. Corpen, 1988 - Secrétariat d'état auprès du premier ministre.
5. Centre de Référence en Agriculture et en Agroalimentaire du QUEBEC 2003. Charges fertilisantes des effluents d'élevage : valeurs références, production œufs de consommation.