



ENDA Maghreb

Rapport d'évaluation des centres de Co - traitement des déchets ménagers mis en place à Missour, Oulmès et Tiflet

Préparé par Brahim SOUDI



Décembre 2003

Table des Matières

1. Problématique générale et objectifs	4
2. Méthodologie adoptée	6
3. Projets mis en place par ENDA Maghreb	8
3.1. Capacité prévisionnelle de traitement pour l'année 2003	8
3.2. Filière technologique.....	8
3.3.1. Principe de fonctionnement.....	8
3.3.2. Etat actuel de fonctionnement du CCT de Tiflet.....	10
3.3.3. Etat actuel de fonctionnement du CCT de Missouri	13
4. Evaluation des résultats de suivi et des essais de valorisation agricole ...	14
4.1. Catégories des paramètres de compostage	15
4.2. Liste des éléments traces métalliques(ETM)	15
4.3. Non uniformité et non-conformité des unités d'expression des paramètres	16
4.4. Résultats de suivi des paramètres du processus de compostage	16
4.5. Limitations des interprétations des résultats des essais de valorisation	18
4.6. Limitations au niveau de la présentation des bulletins périodiques d'analyses	19
4.7. Limitations au niveau de la représentation graphique des résultats	20
4.8. Limitations des dispositifs expérimentaux	22
4.9. Méthodes d'analyses	22
5. Evaluation globale de la qualité du compost	22
6. Recommandations en matière des normes et standards de la qualité du compost.....	25
7. Evaluation des capacités de commercialisation du compost	28
7.2. Coûts actuels du compost produit	28
7.3. La vente du compost	30
7.4. Situation actuelle dans les sites de Tiflet et de Missouri.....	32
8. Evaluation des composantes institutionnelle, organisationnelle et de gestion .	33
8.1. Participants traditionnels dans le domaine de gestion des déchets	33
8.2. Modes de gestion.....	33
8.3. Modes de gestion actuelle et/ou projetés dans les trois CCT	34
8.4. Déductions importantes.....	34
8.5. <i>Quid</i> de la gestion inter – communale ?.....	35
9. Importance du secteur privé et du secteur informel : quelques exemples d'ailleurs.....	36
10. Récapitulatif des propositions d'amélioration des trois CCT.....	37
11. Dissémination et réplique des dispositifs.....	39
12. Conclusion	40
Références	43

Avant - Propos

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre d'une mission d'évaluation des Contres de Co - traitement des déchets ménagers mis en place par Enda Maghreb dans les localités de Missour, Oulmès et Tiflet. L'accent a été mis essentiellement sur la composante relative au compostage et à la valorisation du compost. Les autres aspects de récupération des matériaux recyclables sont traités de manière secondaire car ils ont fait l'objet d'études spécifiques.

Des ébauches de réflexion sur les aspects institutionnels, organisationnelles et de gestion ont été initiés dans le présent rapport. Ces aspects seront approfondis dans le cadre d'un atelier qui réunira les différents départements concernés et dont l'objectif consistera en la proposition d'un schéma organisationnel et institutionnel qui permettra de concrétiser et pérenniser la mise ne place de projets intégrés de co-traitement des déchets. Les nouvelles donnes relatives à la loi sur les déchets, la loi sur l'eau 10 – 95, la nouvelle charte communale et la nouvelle architecture des ministères concernés seront prises en compte.

En concertation avec les responsables d'Enda Maghreb, il sera procédé à la mise en œuvre des recommandations d'amélioration des dispositifs qui sont relatées par le présent rapport.

Cette étude a été appuyée par les rapports de suivi documentés par Enda Maghreb, par les compte- rendus des expérimentations conduites dans le cadre des conventions de recherche conclues entre Enda et la Faculté des Sciences de Kénitra d'une part et Enda et l'Institut National de la Recherche Agronomique d'autre part.

Les responsables et techniciens d'Enda Maghreb ainsi que les élus et responsables au niveau des communes, des services municipaux et des services agricoles ont été très collaboratifs lors des visites effectuées sur le terrain.

1. Problématique générale et objectifs

A l'instar des autres pays en développement, le Maroc est appelé à déployer un effort considérable et soutenu dans le domaine de gestion de déchets solides de manière générale et des déchets ménagers en particulier. Les constats, effectués à nos jours, démontrent de manière claire que la gestion des déchets ménagers connaît plusieurs limitations et contraintes très connues par la plupart des intervenants dans ce secteur. Les plus lourdes parmi ces contraintes sont de nature institutionnelle et de gestion couplées aux faiblesses financières. Ces contraintes se posent, à des intensités variables, de l'amont à l'aval du secteur. Si la collecte des déchets est considérée l'opération la plus coûteuse, plusieurs questions se posent quant aux modes de leur évacuation et de leur traitement : Quelle filière (simple ou composite) ? Quel niveau technologique ?, quel degré de recyclage ? et surtout quel système de gestion ? Le terme gestion sous-entend d'autres questions : Qui gère ? pour quelles capacités financières ? à quel taux de recouvrement des coûts ? Ces questionnements se recoupent parfaitement avec la liste des contraintes et des insuffisances assez bien exprimées par la Direction des Collectivités Locales, par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et par d'autres institutions ministérielles et de recherche.

La nature des déchets ménagers au Maroc est très différente de celle dans les pays occidentaux. Cette différence concerne plusieurs paramètres dont la densité, la composition en éléments traces métalliques, la teneur en eau et la proportion de matières organiques fermentescibles. Ces deux derniers paramètres se trouvent à des niveaux plus élevés dans notre contexte par rapport à celui des pays industrialisés. De ce fait, l'option d'incinération est *ipso facto* écartée. L'option de compostage de la fraction organique fermentescible est donc pleinement justifiée et particulièrement dans nos pays où les sols sont relativement pauvres en matière organique.

L'option du compostage s'inscrit dans l'approche de gestion écologique et durable des déchets. Soulignons toutefois que la totalité des déchets bruts n'est pas compostable ; une proportion est recyclable à l'amont et le refus peut être mis en décharge contrôlée. De là, la notion de Gestion Intégrée des Déchets (GID) semble être une solution optimale. En d'autres termes, on peut dire qu'il n'existe pas de solution unique.

Malgré, que la fraction organique fermentescible des déchets ménagers se trouve en proportion beaucoup moins élevée dans les pays de l'Union Européenne, une directive européenne récente (1999/31/CE), relative à la mise en décharge, vise à encourager la prévention grâce au compostage et à la biogazification des déchets biodégradables (production de biogaz) ainsi qu'au recyclage et à la récupération des déchets inorganiques. Cette même directive comprend des dispositions visant à réduire la mise en décharge des déchets biodégradables, afin d'éviter les dommages environnementaux causés par l'émission de substances de décomposition (gaz de décharge, y compris le méthane, ainsi que les lixiviats).

Dans une brochure officielle de la Communauté Européenne (2000), sont exposés 17 expériences réussies de compostage dans six pays européens (Espagne, France, Irlande, Italie Portugal, Royaume Uni).

Aux Etats-Unis, on peut citer de manière intégrale un conseil de l'USDA (1938) : "*Instead of burning or discharging these materials, it is advisable to make a compost pile*". Ceci démontre la tendance ancienne vers le recyclage et le compostage. L'Agence américaine de Protection de

l'Environnement (EPA, 1995) a hiérarchisé les trois composantes d'une gestion intégrée des déchets selon l'ordre suivant: réduction des déchets à la source, compostage de la fraction organique, recyclage, mise en décharge et enfin incinération. En Floride, on compte actuellement huit grandes unités de compostage. Le potentiel des déchets à composter est estimée à près de 11 millions de tonnes/an (Smith, 1994).

En somme, la filière de compostage s'avère une option écologiquement durable et demeure très défendable. Toutefois, il est impératif de s'assurer qu'un marché existe pour le produit final. Aussi, la prise en compte des conditions de marché et les spécificités locales constituent des éléments importants qui conditionnent le développement de la filière. La vente du produit final peut rapporter des revenus pour financer la filière. Un autre facteur important, pas toujours maîtrisable, réside dans la qualité du produit. Un compost de bonne qualité génère un bénéfice environnemental, augmente la confiance des utilisateurs et favorise une utilisation variée et diversifiée.

Avant les expériences d'Enda Maghreb implantés dans les petites et moyennes collectivités, une série d'unités de grande capacité ont été installées dans quelques grandes villes : Rabat- Salé, Marrakech, Agadir, etc. Ces installations ont fonctionné de façons variables mais semblent toutes avoir rencontré les mêmes difficultés, à savoir :des problèmes techniques liés à la forte humidité des déchets, des problèmes de valorisation du compost fini et des problèmes de maintenance des équipements électromécaniques

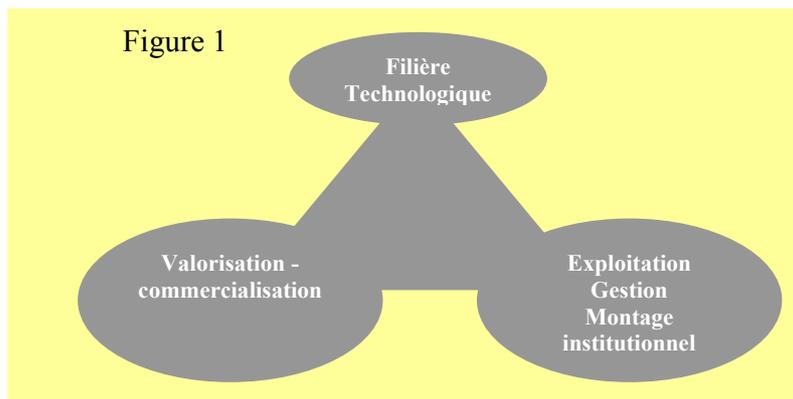
ENDA - Maghreb a déployé des efforts depuis 1998, visant à la mise en place de systèmes alternatifs de traitement des déchets ménagers, à l'échelle des collectivités de petites et moyenne taille. Diverses expériences ont été mises en place à l'échelle des communes de Salé, Tilflet, Oulmès, et Missouri. Les premiers enseignements tirés à l'occasion d'un atelier organisé en novembre 1999, conjointement avec les partenaires institutionnels et académiques ont confirmé l'intérêt de l'option de compostage, selon des procédés appropriés et maîtrisables par les partenaires locaux. L'état d'avancement des dispositifs mis en place par ENDA Maghreb, à l'échelle de trois collectivités est différent, et s'est révélé dépendant d'un certain nombre de contingences locales.

Les responsables d'ENDA Maghreb ont jugé opportun à ce stade de mener la présente étude en vue d'évaluer les actions engagées dans un but d'apporter les améliorations nécessaires des dispositifs et de la démarche adoptée. Les objectifs fixés sont :

- (i) l'évaluation des dispositifs mis en place sur le plan technique, sur le plan valorisation agronomique et sur les plans organisationnels, institutionnels et de gestion;
- (ii) la durabilité et/ou pérennité de ces dispositifs et leur répliquabilité ou dissémination à d'autres localités de taille comparable
- (iii) l'animation d'un atelier national de réflexion réunissant les différents partenaires institutionnels et collectivités territoriales en vue de débattre les aspects organisationnels, institutionnels et de gestion.

2. Méthodologie adoptée

Comme le montre la figure 1, l'évaluation a concerné les trois composantes essentielles d'un projet de compostage : la filière technologique ou processus de compostage, l'exploitation et la gestion du CCT et la valorisation – commercialisation du compost. Le bon fonctionnement et la pérennité de ce système reposent sur un dispositif institutionnel opérationnel partageant les rôles, contributions et responsabilités des partenaires.



Les données et l'information requise pour cette évaluation sont listées ci-après :

- les compte – rendus des visites effectuées à Missour, Oulmès et Tiflet et des entretiens avec les acteurs et institutions locales
- les rapports préliminaires relatant les données de suivi du compostage et les résultats des essais de valorisation agronomique du compost
- les rapports d'activités d'ENDA Maghreb
- les conventions et cahiers des charges
- les fiches de suivi remplies par les gestionnaires
- les entretiens avec les responsables d'ENDA Maghreb et les chercheurs coordonnateurs des conventions de recherche (CEVA)

Pour l'évaluation des composantes techniques des Centres de Co-Traitement (CCT), il a été procédé à l'examen des neuf points ou étapes critiques rapportés dans l'encadré 1. Chaque point critique est décomposée en un certain nombre de questions clés. Le contenu de cet encadré constitue aussi, pour les agents gestionnaires, un recueil des aspects importants à considérer.

Encadré 1. Procédure d'évaluation des unités de compostage

1. Déchets bruts :

- Quelle est la méthode de collecte ?
- Quel est le degré de variations des caractéristiques ?
- Contiennent-ils des déchets ou contaminants spéciaux ?

2. Réception

- Quelle est la nature de la plate-forme de réception ?
- Proportions des déchets et leurs poids ?
- Où sont stockés les déchets réceptionnés ?
- Quelle est la durée de stockage avant le tri ?
- Y a-t-il une odeur qui s'émane au cours de ce stockage ?
- Y a-t-il des lixiviations générées par ce stockage ? quel volume ? quelle destination ?
- Y a-t-il présence de rats ou autres rongeurs ?

3. Opération de tri

- Quel est le procédé de tri ?
- Si le tri est manuel, quelle est la capacité de tri (en Homme.jour)
- Quelle est la proportion des matières triées et quelle est leur destination ?
- Quelles sont les conditions sanitaires et de protection ?

4. Préparation de mélange

- y a-t-il une réduction de la taille ?
- Est-ce que le rapport C/N est connu ? Quelle est sa valeur moyenne ?
- Est-ce que le rapport C/N varie avec les saisons ?
- Est-ce qu'on procède à des ajouts d'agents de réajustement de C/N ?
- Quelle est la teneur en eau moyenne initiale ?

5. Fermentation aérobique ou compostage proprement dit

- Plate-forme de fermentation ? bétonnée ? couverte, etc.
- Quelle est la dimension des andains ?
- Quelle est la méthode de retournement ?
- Fréquence prédéfinie ou au besoin ?
- Comment le suivi de température, de la teneur en eau est effectué ?
- Quelles sont les valeurs extrêmes de température et d'humidité observées ?
- Quelles sont les doses d'eau ajoutées pour réajuster l'humidité ?
- Quelle est la durée moyenne de la période de fermentation aérobique ?
- Comment on décide la fin de la fermentation ?
- Quel est le volume des lixiviats et quelle est leur destination ?

6. Maturation

- Quelles sont les conditions de maturation ? air libre ? sous hangar ?
- Quelle est la durée de maturation ?
- Comment on teste la maturité du produit final ?
- Y a-t-il des opérations qu'on effectue au cours de la maturation

7. Criblage Broyage

- Quelle maille ou taille ?
- Quelle est la destination du refus ?

8. Qualité du produit final

- Quelles sont les analyses ou tests effectués ?
- Quelles sont les normes ou standards adoptés ?

9. Stockage

- Dans quel endroit le compost est stocké ?
- Dans quelles conditions ?

10. Quelle est la durée de stockage (cas de Tiflet) ?

3. Projets mis en place par ENDA Maghreb

Les trois Centres de Co-Traitement (COT) concernés par la présente étude et leur date de mise en service sont rapportés ci-après :

- CCT de Missour : Juillet 2001
- CCT d'Oulmès: Novembre 2003
- CCT de Tiflet : Juin 2001

Ces projets sont implémentés dans le cadre d'un partenariat avec les Services Municipaux techniques et de gestion, les communes concernées et les Directions et Services Régionaux de l'Agriculture et des Eaux et Forêts. Différents partenaires et bailleurs de fonds nationaux et internationaux ont apporté un appui financier à ces projets.

3.1. Capacité prévisionnelle de traitement pour l'année 2003

D'après les données estimatives réalisées par ENDA Maghreb, les capacités nominales prévisionnelles des trois CCT sont rapportées dans le tableau 1.

Tableau 1. Capacités potentielles des trois CCT

CCT	Volume de déchets ménagers à traiter (m ³ /j)	Proportion de déchets mise en décharge (en %)	Production potentielle de compost (Tonne/mois)
Tiflet	45	75	150 - 200
Missour	10	20	100
Oulmès	-	-	60

Pour le cas du CCT d'Oulmès, des retards ont été accumulés dans l'achèvement de mise en place des infrastructures. Le degré actuel de réalisation est inférieur à 50 %. La réception des travaux aura lieu durant le mois de Mars 2004.

3.2. Filière technologique

3.3.1. Principe de fonctionnement

La filière technologique conçue initialement dans les trois CCT est basée sur un traitement composite intégrant les trois composantes : le tri, le compostage de la fraction organique, la récupération des matériaux recyclables (plastiques, verre, carton et papier) et un CET pour l'enfouissement du refus. Ce dernier n'a pas été prévu dans le CCT d'Oulmès. Un schéma de principe de la filière complète est illustré par la figure 2.

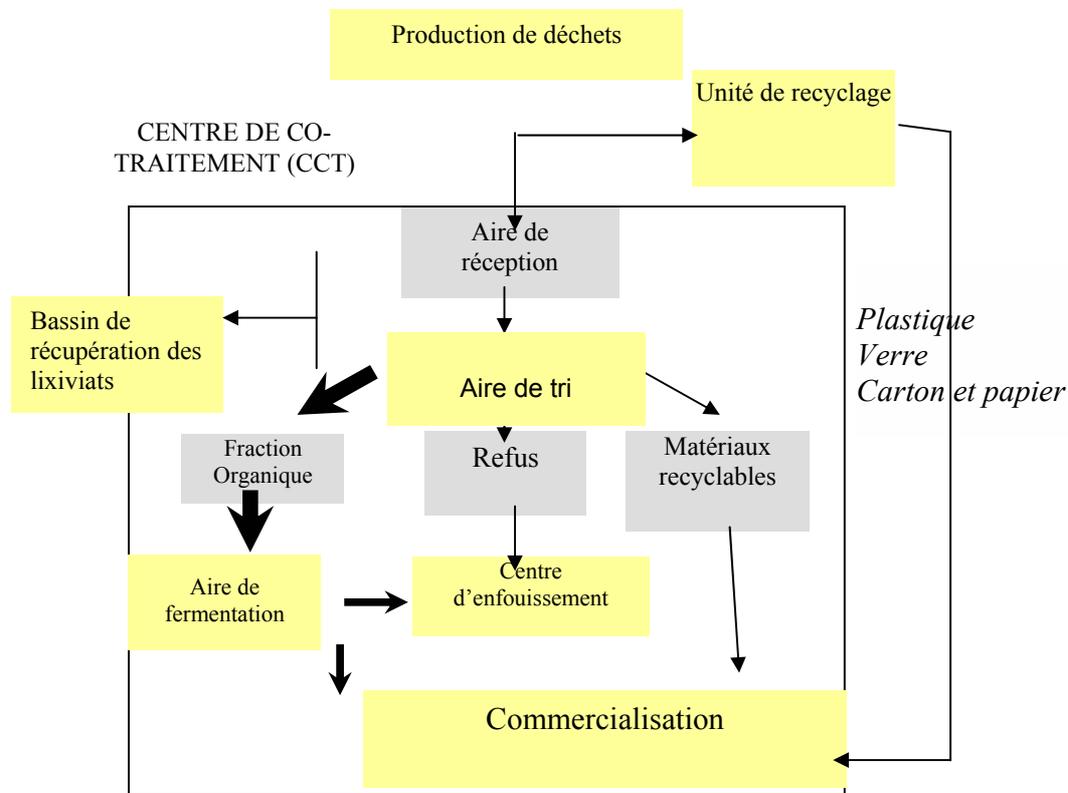


Figure 2. Composantes fonctionnelles de la filière de co-traitement des déchets ménagers à Tiflet

L'aire de compostage est imperméabilisée par deux couches superposées (2 x 25 cm) de Kaolonite (disponible à proximité du site) compactée et légèrement en pente puis recouverte de 30 à 50 cm de terre de couverture qui sert de massif drainant. Les eaux de percolation sont récupérées au point bas dans un drain collecteur et acheminées vers le bassin de stockage.

Les andains de compostage sont de 1.5 m de hauteur et de 2 m de largeur. Ils sont disposés perpendiculairement à l'axe principal de la plate-forme de compostage. La durée de compostage est de 35 à 45 jours en été et de 60 jours en hiver.

Le casier de décharge, comme l'aire de compostage est imperméabilisé selon le même principe que l'aire de compostage. Ce casier couvre une surface rectangulaire de 20 m de large et 250 m de long avec une pente d'inclinaison de 5 % dans l'axe principal et de 2 % dans l'axe secondaire. Un drain collecteur de 100mm de diamètre est installé sur toute la longueur du casier.

L'affinage se fait par les opérations suivantes :

- Tri manuel du compost afin d'en retirer les impuretés (verre, cailloux, plastiques, ...).
- Broyeur perfectionné localement : broyeur à marteaux équipé d'une grille pour le contrôle granulométrique (trous d'environ 20 mm)
- Ensachage manuel

3.3.2. Etat actuel de fonctionnement du CCT de Tiflet

Lors de la visite du CCT de Tiflet, un certain nombre de constats ont été émis et rapportés dans l'encadré 2.

Encadré 2. Constats sur l'état de fonctionnement du CCT de Tiflet (29 Décembre 2003)

Régime de fonctionnement

Le CCT fonctionne à un régime largement inférieur à la capacité nominale. Une quantité inférieure à 2 tonnes/j est traitée. Ceci est attribué au manque de main d'œuvre. On peut même dire que le CCT est presque en arrêt. Le nombre d'ouvriers initialement prévu est de 12. Malgré les grands efforts du personnel d'Enda, il semble que le mode de gestion est soumis à des aléas de main d'œuvre (effectif et qualification).

En somme, on peut dire que le CCT de Tiflet fonctionne à un régime largement inférieur à sa capacité. Le taux d'utilisation ($100 \times (\text{Quantité traitée annuellement} / \text{Capacité nominale annuelle})$) est très faible et a pu chuter à Tiflet à moins de 5 % à cause des problèmes de manque de matériel (Tractopelle) ou de déficit quantitatif et qualitatif de main d'œuvre.

Opération de tri

L'opération de tri ne se déroule pas de manière optimale. Il en résulte une proportion importante variant de 40 à 60 % de corps étrangers de nature variée (Photo A). Cette opération mérite d'être fortement améliorée pour éviter la contamination du compost par les éléments traces métalliques et éviter la dépréciation de sa qualité par la présence des corps étrangers. Ceux-ci compliquent aussi l'opération de broyage.

Les conditions physiques de tri ne sont pas adéquates : l'aire de tri est sous-dimensionnée, manque de bacs de tri sélectif, manque d'une table de tri à mi-hauteur de la taille moyenne des ouvriers, etc.

Fermentation

Les andains doivent être placés sous abri pour éviter une surproduction des lixiviats et une humidité excessive en période pluviale. Des charpentes métalliques avec plastiques des serres peuvent être adoptées. Toutefois le dimensionnement (largeur et hauteur) de ces abris devra tenir compte du passage de l'andaineuse - retourneuse.

Une fois le nombre requis d'ouvriers rétabli, le rendement de tri amélioré et l'andaineuse - retourneuse disponible, il est recommandé d'opter pour des longueurs d'andains plus élevées pour rentabiliser l'espace, optimiser les manoeuvres de la retourneuse et homogénéiser les différentes interventions de tri et d'arrosage.

Le processus de compostage semble fonctionner normalement. Toutefois, trois contraintes majeures doivent être levées :

- une humidité excessive en période pluvieuse ;
- un approvisionnement en eau discontinu qui ne répond pas toujours au besoin de réajustement de l'humidité en période sèche.
- Des amas ou agglomérats de déchets de structure massive (non aérée) se trouvent en proportions importantes dans les tas et surtout pendant les trois premières semaines. Il est probable que ces amas de déchets proviennent du contenu de sachets noirs qui ont été vidés. Un déchiquetage semble être une opération utile.

Production et devenir des lixiviats

Le bassin d'accumulation reçoit deux catégories de lixiviats : les lixiviats de l'aire de compostage et les lixiviats du CET. Il est mentionné que les lixiviats servent par moment pour l'arrosage des andains. Il s'agit là d'une opération dangereuse pour deux raisons essentielles : (i) l'arrosage des andains avec les lixiviats après la phase thermophile contamine le compost, (ii) les lixiviats provenant du CET, recevant aussi des déchets ménagers bruts, sont contaminés en éléments traces métalliques. En plus, le bassin de stockage reçoit les eaux de traitement et de lavage du plastique chargées en sodium. Si cet élément favorise, en concentrations élevées, la floculation des matières en suspension, l'usage de lixiviats pour l'arrosage augmentera la salinité du compost ce qui limitera son usage en agriculture.

(Suite de l'encadré 2)

Retournement des andains

Les andains sont retournés manuellement. Une andaineuse – retourneuse a été perfectionnée localement mais elle n'est pas opérationnelle. Le retournement manuel occasionne une surcharge des ouvriers. La fréquence de retournement ne semble être maîtrisée par les ouvriers.

Broyage

Il est très difficile d'accepter un broyage du compost qui contient une proportion de 50 % de corps étrangers qui ont échappé à l'opération de tri manuel à la réception. Prévoir un second tri avant le broyage ne semble pas être une opération rentable en terme «d'économie d'échelle». En effet, les frais de fonctionnement occasionnés par toutes les interventions qui s'opèrent pendant toute la durée de fermentation (40 à 60 jours) ne seront pas justifiés lorsqu'on considère que les déchets mis en compostage contiennent près de 50 % de corps étrangers indésirables.

Maturation

Les tas de compost broyé, mis en maturation à l'air libre, se colmatent (prise en masse des amas) après les pluies (Photo B). Il en résulte une diminution de la circulation d'oxygène. Il semble que la température remonte à 50 °C après réhumidification. Ce contrôle doit continuer, avec quelques retournements, jusqu'à la stabilisation de la température autour de 30 °C. Il est aussi recommandé à ce que les tas en maturation soient placés sous abri.

Cadré général

Le CCT tel qu'il a été aménagé initialement est acceptable. Actuellement, on constate quelques faiblesses :

- une faible maîtrise de la circulation et de drainage des eaux de pluie mélangées aux lixiviats malgré tous les efforts déployés dans ce sens. Un curage du réseau est urgent (Photo D).
- le pourtour du bassin d'accumulation des lixiviats doit être réaménagé.
- Une bande de décharge sauvage recevant le contenu des bacs de déchets ménagers est constituée derrière l'aire de tri et sur une bonne partie de la longueur de l'aire de fermentation
- L'esthétique général du site mérite d'être améliorée et entretenue.

Matériel utilisé

- L'andaineuse - retourneuse est non adaptée.
- Le broyeur est probablement d'un excellent rapport qualité - prix mais la qualité des matériaux utilisés et le manque d'entretien risquent de ne pas permettre une longévité à cause de l'humidité des déchets.

Récupération des matériaux recyclables

Comme il sera souligné plus loin, cette opération est très importante mais demeure en phase de mise au point. Pour le cas de plastiques, un traitement adéquat est effectué et un tri sélectif basé sur le type, la nature et la couleur est adopté.

D'autres constats, méritant d'être davantage étoffés et argumentés, concernent le CET :

- Si le CET a été initialement conçue pour recevoir essentiellement le refus non organique et non recyclable, actuellement il reçoit des déchets ménagers bruts très riches en matières organiques fermentescibles. La production de biogaz qui en résulte, suite à la biodégradation anaérobie, risque d'engendrer à la longue un risque d'explosion. Des mesures de concentrations de biogaz méritent d'être effectuées. La fourchette de valeurs – limites d'explosivité est située entre 5 et 15 %.
- La forme allongée du casier (20 m de largeur et 250 m de longueur) n'est pas recommandée pour la mise en place d'un collecteur optimal de biogaz.
- Si on observe la bordure du casier, on constate une production importante de lixiviats stagnants qui se drainent difficilement vers le bassin. Il est recommandé d'améliorer ce drainage et d'établir un bilan hydrique permettant de donner une estimation fiable du volume de lixiviats.



Photo A . Tas de compost final présentant une proportion importante de divers corps étrangers : morceaux de carrelage, petits objets en plastiques, os, ampoules, bois, etc



Photo B . Etat de broyeur après une année de fonctionnement. Cela peut être attribué aux effets combinés de la nature des matériaux, à l'humidité des déchets et au manque d'entretien



Photo C . tas de compostage en maturation ayant été arrosé, après broyage, par la pluie ce qui a provoqué un colmatage. Il convient comme recommandé de couvrir l'aire de maturation



Photo D . Dépôt des déchets ménagers tout au long de l'aire de fermentation. On peut observer aussi les eaux de pluie et les eaux de lixiviats

3.3.3. Etat actuel de fonctionnement du CCT de Missour

Les constats émis lors de la visite du CCT de Missour sont rapportés dans l'encadré 3.

Encadré 3. Constats sur l'état de fonctionnement du CCT de Missour (5 Janvier 2004)

Régime de fonctionnement

Le CCT fonctionne à un régime très acceptable. Elle couvre la totalité des déchets réceptionnée.

Opération de tri

Comparée à Tiflet, l'opération de tri se déroule pas de manière optimale. Cette opération est assurée actuellement par 4 femmes. Les conditions de tri sont acceptables. Il est recommandé d'installer un tapis roulant dans le moyen terme. Les bacs de récupération des matériaux recyclables doivent être plus grands.

Fermentation

Il est recommandé de doter l'unité d'une andaineuse – retourneuse opérationnelle et d'opter pour des longueurs d'andains plus élevées pour rentabiliser l'espace, optimiser les manoeuvres de la retourneuse et homogénéiser les différentes interventions de tri et d'arrosage. Le sol de l'aire de fermentation doit être bétonné car le retournement à la fourche risque de décapiter la couche d'imperméabilisation. Un déchiquetage des amas agglomérés doit être adopté pour soumettre toutes les particules au processus de biodégradation.

Production et devenir des lixiviats

La production de lixiviats est maîtrisée. Toutefois, on assiste à une accumulation d'eau au niveau de la surface basale de l'andain. Le bétonnage du sol avec l'inclinaison de l'aire de fermentation permettra de résoudre ce problème.

Retournement des andains

Les andains sont retournés manuellement mais à une fréquence pifométrique. La sonde de suivi de la température et de l'oxygène lacunaire est en panne.

Broyage

Le broyage se fait correctement après un second tri. Le résultat de celui – ci dénote que le tri initial est fait de manière correcte.

Maturation

Les tas de compost broyé, mis en maturation à l'air libre, risque de se lessiver et/ou se colmater en cas de pluie. Il est recommandé d'assurer la maturation sous abri. Un contrôle périodique de la température doit être adoptée avec arrosage et retournement, jusqu'à la stabilisation de la température autour de 30 °C.

Cadré général

Le cadre général du CCT est adéquat. Une fois l'eau est suffisamment disponible suite à l'adduction assurée par la municipalité, un aménagement des espaces verts permettra d'embellir le paysage du centre.

Matériel utilisé

Le matériel utilisé doit être renforcé.

Récupération des matériaux recyclables

On assiste actuellement à une récupération de matériaux recyclables (plastiques, verre, carton etc.). Le CCT doit être doté d'une unité de traitement des plastiques et d'un broyeur.

Comme on va le souligner plus loin, le CCT de Missour, fonctionne largement mieux que celui de Tiflet malgré que l'approche émane de celui – ci. Ceci est attribué en grande partie au mode de

gestion basée sur un contrat de gérance. En outre, les responsables locaux, soucieux de l'environnement du centre, soutiennent significativement le gestionnaire.

4. Evaluation des résultats de suivi et des essais de valorisation agronomique

Cette évaluation concerne les résultats des essais de valorisation agronomique et de suivi du processus de compostage produits dans le cadre des deux conventions de recherche – développement conclues entre ENDA Maghreb et deux institutions de recherche : la Faculté des Sciences de Kénitra pour le CCT de Missouri et l'Institut National de la Recherche Agronomique pour le CCT de Tiflet.

Il est important d'attirer l'attention sur le fait que les études entreprises ne sont pas encore achevées et finalisées dans les rapports finaux. Ceux – ci sont prévus pour le mois de Janvier 2003. De ce fait, le dépouillement a concerné les rapports mensuels et les fiches dites de suivi. Cette situation a l'inconvénient de ne pas disposer de l'ensemble des résultats mais offre un grand avantage qui consistera à améliorer dans les rapports finaux, comme nous allons le voir, la méthode de présentation des résultats et de leur interprétation. Aussi, un échange de points de vue et une discussion avec les chercheurs seront assurés dans le but d'améliorer la démarche globale autour de la thématique de compostage et de valorisation du compost.

Après dépouillement des rapports relatifs à ces études, il a été jugé utile de formuler quelques limitations et recommandations relatives aux aspects suivants :

- Dispositifs expérimentaux
- Paramètres de suivi du processus de compostage
- Interprétation des données de monitoring du processus de compostage
- Interprétation des essais de valorisation
- Forme de présentation des résultats
- Méthodes d'appréciation de la valeur agronomique
- Extrapolation des résultats

Deux conditionnalités cadrent cette évaluation :

- Respecter l'adéquation entre le contenu des conventions signées entre ENDA et les deux institutions de recherche et les résultats des travaux
- Formuler des recommandations et suggestions d'amélioration de ce type de projets en adoptant une démarche qualité d'amélioration continue: planifier – réaliser – évaluer – mettre en œuvre.

Il s'agit donc d'une évaluation pour l'amélioration des essais de suivi et de valorisation et non pas d'une audit de qualité de prestation.

4.1. Catégories des paramètres de compostage

Il a été constaté à travers les dispositifs et protocoles adoptés, aussi bien dans le CCT de Tiflet qu'à celui de Missouri, que le paquet de paramètres de suivi n'a pas été scindé en catégories correspondantes aux différentes phases du processus : paramètres de démarrage du compostage, paramètres de monitoring du processus et paramètres d'appréciation de la qualité du produit final. Comme il est indiqué dans le tableau 2, chaque groupe de paramètres doit répondre à une fourchette de valeurs standards et correspondre à des critères spécifiques d'évaluation. Ceci permet d'identifier les réajustements à faire pour garantir un bon déroulement du processus et une bonne qualité du produit final.

Tableau 2. Catégorisation des paramètres de compostage

Paramètres	Utilité/Raison
Paramètres de démarrage	
Humidité C/N Taille des particules	Ajuster ces paramètres au besoin pour assurer un bon démarrage et un bon déroulement du processus.
Paramètres de monitoring	
Humidité Aération ou Oxygène lacunaire Température	Identifier au moment opportun les besoins de retournement (pour aérer ou diminuer le taux d'humidité etc.) Contrôler la température Identifier la phase et la durée de la phase thermophile)
Paramètres de qualité	
<u>Paramètres physiques</u> : Humidité, Présence d'objets étrangers ou contaminants visibles	Evaluation de la qualité du compost, de sa valeur agronomique et de son état hygiénique par rapport aux normes et standards disponibles et par rapport au type d'usage REMARQUE : Les éléments nutritifs peuvent être omises de la liste des paramètres de qualité car leurs teneurs ne gênent pas a priori et sont assez variables. Toutefois, ils représentent la valeur fertilisante potentielle du compost. Il est assez rare qu'on leur attribue des valeurs limites.
<u>Paramètres chimiques et biochimiques</u> : C ; N, C/N, Matière organique totale, Matière organique oxydable, CE, pH)	
<u>Éléments nutritifs</u> : N, P, K, S (formes organiques et inorganiques), Ca, Mg.	
<u>Contaminants chimiques</u> : éléments traces métalliques (Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn, Hg, As, Se)	
<u>Indicateurs de contamination biologique</u> : Salmonelle Sp E.coli ou Coliformes fécaux	Qualité sanitaire du compost
<u>Maturité</u>	Permet de décider du type d'usage

4.2. Liste des éléments traces métalliques(ETM)

La liste des éléments traces métalliques considérée demeure incomplète. Les ETM généralement considérés dans l'appréciation du niveau de contamination métallique des composts et des biosolides de manière générale sont : As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn. Certains ETM comme le Cd, le Cr le Hg, non considérés dans les essais réalisés, peuvent se

trouver en quantités appréciables dans les déchets urbains. Les principales origines de ces métaux, réputés par leur grande toxicité, sont rapportées ci-après :

Cd : Piles au Cd/Ni, alliages, composants électroniques, et cadmiage des pièces, coloration des verres et plastiques, stabilisant des polymères

Cr : Pigment des peintures, dichromate des piles, chromage

Hg : Produit anti-champignon des papiers, peintures, piles au calomel (HgCl_2)

4.3. Non uniformité et non-conformité des unités d'expression des paramètres

Les unités d'expression des métaux lourds, particulièrement pour le cas des résultats relatifs au CCT de Missouri, ne sont pas uniformes. Différentes unités ont été utilisées pour la même nature de paramètres: $\mu\text{g/g}$; ppm ; mg/kg et % et parfois dans un même tableau de présentation des résultats. Ceci ne permet pas une lecture facile des résultats et particulièrement par un non spécialiste qui ne dispose pas des ordres de grandeurs des paramètres considérés. Cela rend également difficile l'interprétation des résultats et leur comparaison aux normes et standards ce qui risque d'induire des confusions et des erreurs dans l'appréciation de la qualité du compost.

Selon les normes et standards, les ETM sont exprimés en mg/kg de matière sèche.

Ce problème a concerné aussi l'expression des éléments fertilisants K_2O et P_2O_5 qui sont exprimés de façon non uniforme soit en % ou en ppm. L'expression des teneurs en ppm est à éviter car elle peut induire des confusions entre mg/litre (masse/volume) et mg/kg (masse/masse).

4.4. Résultats de suivi des paramètres du processus de compostage

Teneurs en oxygène lacunaire

Le taux d'oxygène lacunaire a été rarement en dessous du seuil autorisé de 5 % mais les valeurs enregistrées demeurent trop élevées dans la majorité des cas. Elles dépassent anormalement le taux d'oxygène de l'air ambiant (21 %). Il y a lieu de relativiser les résultats en tenant compte des spécificités de l'appareil de mesure basées probablement sur le pourcentage par rapport aux taux de saturation.

Les résultats de suivi montrent toutefois conclure que le processus de fermentation aérobie a été assuré normalement.

Température

Les résultats de suivi de ce paramètre montrent que le processus de compostage passe par des régimes thermiques favorables à l'assainissement du compost. Toutefois, on constate que la température augmente, par moment, de manière excessive pour dépasser (cas de Missouri) 75 °C. Cela risque de provoquer une inhibition de l'activité biologique de décomposition. Aussi, les résultats ne montrent pas clairement les différentes phases du processus pour positionner la durée de la phase thermophile.

Humidité

Pour le cas de Missouri, les courbes d'évolution de l'humidité ont montré des taux d'humidité qui sont pour la majorité autour de 30 %. Ce taux est en deçà des exigences du processus. Ajoutons que malgré les valeurs élevées de température, le phénomène de pasteurisation du compost exige des humidités minimales voisines de 45 – 50 %.

Autres paramètres

D'autres paramètres notamment N total, C/N, matière organique, ETM, phosphore et potassium ont fait l'objet de suivi au cours du processus de compostage. Ce suivi ne semble pas nécessaire pour les raisons suivantes :

- Génération d'un surcoût supplémentaire relatif aux frais d'analyses surtout pour le cas des ETM
- La dynamique du phosphore et de potassium ne semble pas jouer un rôle clair dans le processus de compostage. En outre, l'amplitude de fluctuations risque d'être inférieure à l'erreur d'analyse.
- La matière organique et son corollaire le rapport C/N sont importants à déterminer au démarrage et à la fin de la fermentation aérobique lorsque la température chute à moins de 40 °C.

Des exemples d'anomalies, ayant caractérisé le suivi de ce type de paramètres, sont rapportés ci-après :

Rapport C/N

Globalement, les résultats ne montrent pas une évolution (diminution) consistante du rapport C/N. En effet, on assiste parfois à des fluctuations anormales au cours de la fermentation aérobique. Ceci pourrait être attribué à l'opération d'échantillonnage et/ou aux erreurs d'analyses. L'échantillonnage au cours du compostage peut être évidemment influencé par l'opération de retournement.

Par la même occasion, il convient de signaler que les résidus d'aliments qui prédominent dans les déchets compostés (selon les fiches de suivi) ont un rapport C/N généralement inférieur ou égal à 15. De ce fait, il s'impose de s'assurer du rapport C/N du mélange initial. Pourtant les valeurs citées dans les différents rapports sont comprises dans la fourchette 20 -30 sans pour autant mentionner l'apport d'un additif carboné et/ou structurant.

Matière organique

Les résultats de suivi de la matière organique au cours du compostage ne sont pas consistants. En effet, si on considère que les valeurs observées de l'azote organique, fraction majoritaire de l'azote total, sont faibles en terme relatif par rapport au carbone organique et subissent de faibles variations temporelles (d'après les résultats exposés dans le volet Missouri), les fluctuations de la teneur en matière organique doivent être normalement synchroniques et d'amplitude comparable à celles du rapport C/N. Ceci ne s'est pas confirmé par les courbes d'évolution du rapport C/N.

Eléments Traces Métalliques

Des fluctuations des concentrations en ETM au cours du compostage d'un même andain n'ont pas été suffisamment interprétées. Ces fluctuations ont concerné essentiellement le Pb, Zn et Mn. Les variations notables entre les andains peuvent être attribués aux différences dans les rendements de tri.

Pour des raisons pratiques, et étant donnée la lourdeur et le coût de ce type d'analyse, on peut se contenter de la détermination des ETM sur le produit final. Une minimisation de la contamination métallique peut être assurée par un tri à la source et/ou par un tri adéquat effectué le plus immédiatement possible après réception des déchets bruts.

4.5. Limitations des interprétations des résultats des essais de valorisation

Eléments nutritifs

Le phosphore total est en majeure partie sous forme organique. Le pool de phosphore assimilable par la plante comprend le phosphore inorganique (l'ion orthophosphate par exemple) initialement présent dans le compost et le phosphore provenant de la minéralisation du phosphore organique natif du sol et du phosphore organique du compost. Selon les résultats d'analyses rapportés, les teneurs en phosphore total du compost sont comprises en 1 et 1.8 % (10 000 à 18 000 mg/kg) dont une majeure proportion est sous forme organique. On ne peut pas donc dire, comme il a été fait, que les doses 10 ; 30 et 60 tonnes/ha apportent au sol respectivement 1 400 ; 1800 et 2 030 mg/kg sous forme d'éléments nutritifs assimilables. Les teneurs en phosphore assimilable dans les sols cultivés ne dépassent pas, dans la majorité des situations, les 100 mg/kg. La même réflexion peut être faite pour le cas du potassium et d'azote. Pour ce dernier, les résultats mériteraient d'être complétés par un suivi d'azote minéral assimilable (ammoniacal et nitrique).

Pour estimer la contribution du compost à la fourniture d'éléments nutritifs assimilables N, P₂O₅ et K₂O, on peut adopter les recommandations suivantes :

- Pour le cas de l'azote, les travaux récents effectués, à l'IAV Hassan II, sur la valeur fertilisation du compost du CCT de Salé Bab Lamrissa (El herradi et al. ; 2003), ont évalué un taux de minéralisation annuel (première année) de l'ordre de 30 %.

- La quantité de phosphore assimilable est calculée en adoptant un taux de 50 % du phosphore total présent dans le compost. Ainsi, une tonne de compost contenant 2 % de phosphore sur base de matière sèche, apporterait la première année l'équivalent de 23 kg de P_2O_5 /ha ($1\ 000\ kg \times 0.02 \times 0.5 \times 2.29$). Le facteur 2.29 permet de convertir le phosphore (P) en unité fertilisante phosphatée conventionnelle exprimée en P_2O_5 .
- Pour le cas du potassium, on considère, en général, que 90 % du potassium présent dans le compost est disponible la première année d'application. Un facteur multiplicatif de 1.2 est utilisé pour convertir le potassium (K) en unité fertilisante potassique conventionnelle (K_2O).

Matière organique

Il a été rapporté dans les rapports relatifs au CCT de Missouri que les apports des trois doses croissantes de compost (10 ; 30 et 60 tonnes/ha) ont presque doublé la teneur en matière organique du sol (de 0.45 % à plus de 0.9 % en moyenne). Ces valeurs semblent être un peu excessives à cause du fait que le dosage la matière organique dans un sol ayant récemment reçu un produit d'amendement organique comme le compost, comptabilise aussi bien la matière organique native du sol que celle fraîchement apportée par le compost. Cette dernière ne peut pas être qualifiée de matière organique du sol qu'après son humification totale. Il s'agit d'une matière organique dite « fraîche » (à ne pas confondre avec les déchets bruts) même si un compost mûr peut contenir de l'ordre de 7 % de substances humiques. Il faut donc plus de temps pour que la matière organique du sol, selon sa signification biochimique réelle, subisse ce niveau d'accroissement. Selon les équations du bilan de l'humus, si on suppose que le compost utilisé ait un taux d'humification maximal de 20 % , l'accroissement de la teneur en matière organique généré par les doses apportées varierait de 0.2 à 0.4 % une année après l'incorporation du compost au sol.

Dans le cas d'un amendement organique récent, il est recommandé de séparer, par centrifugation dans l'eau, la fraction de la matière organique libre de la matière organique liée et d'effectuer ensuite le dosage sur le culot contenant la matière organique humifiée.

4.6. Limitations au niveau de la présentation des bulletins périodiques d'analyses

L'examen de la forme et le contenu des bulletins d'analyse a permis de déceler quelques faiblesses qui résident dans la difficulté d'exploitation et de comparaison en plus du manque d'un certain nombre d'informations essentielles. Il est recommandé de standardiser la forme de ces bulletins au niveau des laboratoires. Un exemple de bulletin proposé est rapporté ci-après.

Préciser en % ? s'agit-il de P ou P₂O₅ ?

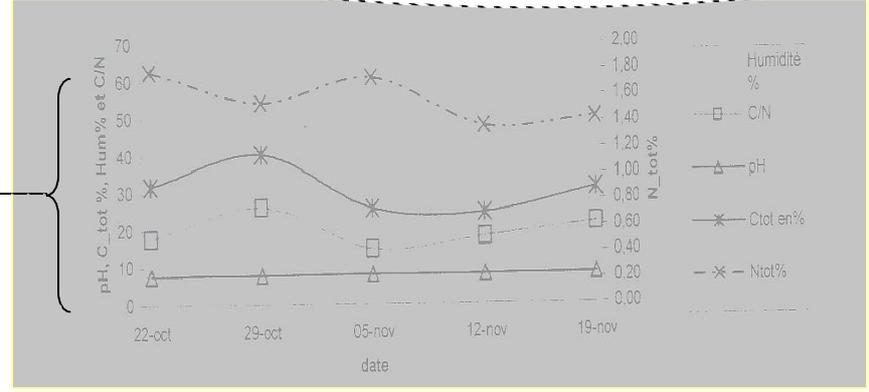
C'est peut être en mg/kg ; exprimer plutôt en % comme pour K₂O ? s'agit -il e

Unité ? mg/kg

Ici le Fe est en % ; pourquoi pas aussi en mg/kg

	K ₂ O	P ₂ O ₅	Pb	Zn	Cu	Fe	Mn
Sol ENCA1	2,19	960	140	64	39	4,03	0,05
sol ENCA2	2,2	1200	140	100	42	5,59	0,085
Sol ENCA3	1,91	1000	190	150	38	6,2	0,1
Sol ECA1	2,32	1200	210	215	44	6,5	0,1
Sol ECA2	2,46	1450	210	220	46	6,8	0,12
Sol ECA3	2,82	1620	220	242	49	6,7	0,11

Plusieurs paramètres de différentes grandeurs et de différentes unités (pH ; C ; Humidité ; C/N) sur l'axe des ordonnées rendent difficiles l'interprétation des fluctuations



4.8. Limitations des dispositifs expérimentaux

Les dispositifs expérimentaux adoptés ne permettent pas un traitement statistique adéquat. Ils restent toutefois valables si on considère la contrainte dictée par leur implantation chez des agriculteurs. Aussi, les budgets alloués aux expérimentations ne permettent pas de combiner plusieurs variantes.

Il est recommandé d'étoffer par la suite ces expérimentations par les variantes suivantes :

- différents types de sols
- différentes cultures
- expériences contrôlées au laboratoire notamment pour l'évaluation de la cinétique de minéralisation de l'azote
- tests biologiques de maturité du compost

Ces essais peuvent être conduits dans une première phase dans des conditions contrôlées au laboratoire et en conditions sous serre par la suite validés par des essais en plein champ.

4.9. Méthodes d'analyses

Les procédés d'analyse ne sont pas toujours adaptés aux déchets ménagers et au compost. Les méthodes utilisées ne sont pas toujours mentionnées. Ce volet constitue une lacune à l'échelle nationale. Dans un but de standardisation et d'uniformisation de ces méthodes, il est recommandé de lancer, dans le cadre des activités du Comité National Normes & Standards, avec la participation active du Ministère de l'Agriculture, une normalisation des analyses des déchets et des produits d'amendement organique de manière générale. Il est clair qu'on s'inspirera des références internationales dans ce domaine.

5. Evaluation globale de la qualité du compost

Si on examine l'évolution des paramètres de compostage, on peut dire que la fermentation aérobique se déroule normalement. Le compostage passe par la phase thermophile nécessaire à sa pasteurisation pendant une période d'au moins 3 jours. Les données de dénombrement des bactéries pathogènes montrent clairement que le compost est assaini. Cette appréciation mérite d'être complétée par le dénombrement des E.Coli et des Coliformes Fécaux.

L'humidité est un paramètre qui mérite d'être contrôlé avec plus de rigueur.

Les variations de métaux lourds entre les différents andains méritent d'être maîtrisées par une amélioration de l'opération de tri. Celle-ci doit être la plus complète possible et doit se faire immédiatement après réception des déchets bruts.

Les essais agronomiques réalisés ont montré que la croissance et le développement des cultures expérimentées se sont déroulés normalement voire avec une nette amélioration. Aucune phytotoxicité n'a été décelée aussi bien pour la culture d'aubergine que pour la culture de pomme de terre.

L'analyse de quelques éléments traces métallique, effectuée sur Pomme de terre par exemple, montrent que les teneurs mobilisées par la plante sont dans des fourchettes normales (Tableau 3).

Tableau 3. Teneurs en éléments traces métalliques dans la pomme de terre (analyses effectuées par l'Institut National d'Hygiène)

ETM	Teneurs en mg/kg
Pb	0.65
Cu	2.61
Fe	350
Zn	76.30

Malgré que les observations effectuées montrent un impact positif sur les propriétés du sol, les constats effectués ne permettent pas de tirer des conclusions extrapolables. Les effets d'amendements organiques sur les propriétés physiques et physico-chimiques (structure, rétention en eau, richesse en substances humiques, CEC) ne peuvent s'exprimer de manière significative qu'après une durée d'au moins une année.

Différents types de sols et différentes cultures (de la zone considérée) doivent être expérimentées pour pouvoir évaluer les conditions d'utilisation. Un bon raisonnement s'impose pour le choix de traitements lors de l'élaboration des dispositifs expérimentaux pour économiser les frais de suivi et d'analyses.

Les valeurs moyennes disponibles des paramètres de qualité du compost des deux CCT de Missouri et de Tiflet sont récapitulées dans le tableau 4.

Comme le montre le tableau 4, les teneurs en éléments N, P et K sont comprises dans des fourchettes normales des composts de déchets ménagers

Tableau 4. Teneurs moyennes du compost en N, P et K

Paramètre	Unité	Valeurs		Norme/usage agricole	Méthode d'analyse*
		Tiflet	Missour		
pH	Unités de pH	8	7.5	5 - 7.5	
CE	mS/cm	4 - 9	3 - 3.6	2 - 5	
Humidité	(%)	-	-	30 -35	
N total	(% MS)	1.68	1.5 - 2.5	-	
P total	(% MS)	0.84	0.5 - 3.8	-	
K total	(% MS)	0.67	1.02 - 1.8	-	
ETM	mg/Kg MS				
Cd		-			
Pb		14 - 21	20 - 45	150	
Cr		-	-		
Ni		-	6 - 8	60	
Cu		41 - 108	80 - 160	100	
Zn		39 - 179	20 - 300	500	
Mn**		-	-	-	
Fe**		1057 - 5260	2000 - 6000	-	
Mo		-	-	-	
Co**		-	6 - 23	-	
Hg					
As					
Se					
Contamination biologique					
Salmonelles	N /25 g	0			
Staphylocoques	N/g	0			

* non précisée ni dans les rapports consultés ni dans les bulletins d'analyses des ETM

** ces éléments ne sont pas généralement considérés dans la liste des métaux lourds normalisée ; il s'agit plutôt d'oligo-éléments.

Comme on peut le constater, il est important de signaler qu'on ne dispose pas, à ce stade, de données complètes permettant de juger la qualité globale du compost. L'appréciation de celle-ci mérite d'être complétée par :

- la présence et la teneur en objets indésirables tranchants et non tranchants ainsi que leur proportion
- les autres éléments traces métalliques comme indiqué plus haut
- un ou deux tests de maturité

Pour le cas du test de maturité, il est urgent le réaliser car il revêt une importance capitale. En effet, l'utilisation d'un compost qui n'est pas mûr (immature) peut causer des effets néfastes sur la croissance des plantes. Cela est attribué à la présence de composés phytotoxiques. Plusieurs tests physiques, chimiques, biochimiques et biologiques sont disponibles. La méthode la plus

simple, pouvant être adoptée sans difficulté dans les projets CCT locaux, est celle de test de germination préconisée par Zucconi et al. (1984). Le principe consiste à placer des graines de cresson (*Lepidium Sativum, L.*) ou de Ray Gras d'Italie dans une série boîtes de Pétri avec papier filtre imbibé de doses croissantes de d'extrait de compost; une autre série témoin (sans compost) est préparée. L'ensemble est placé dans un incubateur réglée à 27 °C pendant 24 heures. A la fin de l'incubation, le nombre de graines germées et la longueur des racines sont évalués. On calcul ainsi un Indice de Germination (IG) :

$$IG : (GB/GT) . (LB/LT) . 100$$

IG: indice de germination

GB: Nombre de graines germées dans le cas d'apport des boues

GT : Nombre de graines germées dans le cas du traitement témoin

LB : Longueur des racines dans le cas d'apport des boues

LT : Longueur des racines dans le cas du traitement témoin

Comme il sera mentionné ci-après, si l'Indice de Germination (IG) est inférieur à 60 %, le compost doit être appliqué 90 jours avant l'installation de la culture. Si l'IG est inférieur à 50 %, le compost n'est pas encore mûr et il est recommandé de continuer le compostage jusqu'à la maturité.

6. Recommandations en matière des normes et standards de la qualité du compost

On se propose dans cette section de procéder à une mise au point des normes de contrôle de la qualité du compost par rapport à celles rapportées dans le manuel sur le compostage (Souidi, 2001). Comme signalé auparavant, un effort de normalisation de la qualité du compost des déchets et des fertilisants organiques de manière générale, doit être déployé à l'échelle nationale. Des tentatives d'adaptation au contexte marocain doivent être faites en tenant compte de la nature des déchets transformées, de la nature des sols et des différents types d'usage. En ce qui concerne les normes des éléments traces métalliques et les parasites dans les boues résiduelles, une tentative d'adaptation a été faite par Souidi et Bazza (2003) pour la région du proche orient.

A ce stade, on peut retenir les normes de qualité relatés par le tableau 5.

Tableau 5. Objectif de qualité d'un compost d'ordures ménagères (adaptées de plusieurs sources par Souli et Grela, 2003)

Paramètre/Constituants	Valeurs limites valorisation en agriculture	Valeurs limites valorisation en espaces verts	Remarques
Granulométrie	7 – 13 mm	7 mm	
Humidité (% MS)	30 – 35 %	30 %	
Matière organique (% MB)	30 – 40 %	30 – 50 %	Un maximum de 40 % est toléré
C/N	12 à 15	12 à 15	
pH	5 – 7.5	5 – 7.5	
Conductivité (mS/cm)	2 – 5	2 – 3	Des niveaux de salinité plus élevés peuvent être admises pour les cultures tolérantes et halophytes. Attention : pour les substrats de pépinière, les normes doivent être plus strictes
Inertes totaux de diamètre < 5 mm	Inférieur à 8% sur MS	< 2 %	
Dont verre de diamètre < 5 mm	Inférieur à 0,5% sur MS	0 %	
Verres et métaux de diamètre < 2 mm	Inférieur à 5% sur MS	0 %	
Synthétiques ½ lourds de diamètre < 5 mm	Inférieur à 1% sur MS	1 %	
Synthétiques légers (films) de diamètre < 5 mm	Inférieur à 0,5% sur MS	1 %	
Synthétiques totaux de diamètre < 2 mm	Inférieur à 1,7% sur MS en moyenne avec analyse en continu	1%	
Coupants, tranchants, seringues	Absence	Absence	
Plastiques et textiles	< 5 %	< 1 – 2 %	
Eléments traces métalliques (mg/Kg de MS)			
As	13	75	Les normes peuvent être majorées de 25 % pour le cas des sols à pH basique. Pour le cas de sols sableux à pH acide à neutre et de faible CEC, ces normes doivent être révisées à la baisse. Pour le cas des espaces verts et contrairement aux sols agricoles, le risque d'accumulation est quasi nul car les apports se font essentiellement au démarrage.
Cd	3	20	
Cu	100	750	
Cr	210	1050	
Hg	0.8	5	
Ni	62	180	
Pb	150	150	
Se	2	14	
Zn	500	1800	
Maturité (appréciée par le taux de germination des graines de cresson)*	> 60 %	60 %	
Salmonella (Normes australiennes) E.Coli Entérovirus Ténia, Ascaris, Oeufs de parasites	< 1766/50 g MS < 100 MPN < 1/100 g MS Absence	? (Valeurs plus strictes)	Les essais de compostage montrent qu'il y a suppression de la totalité des germes pathogènes.

*: d'autres tests peuvent être adoptées (Cf. manuel sur le compostage de Souli (2001).

Les paramètres de qualité rapportés dans le tableau 5 sont nécessaires et suffisants pour l'appréciation de la qualité globale du compost et de juger de son aptitude à être utilisé en agriculture et/ou en espaces verts. D'autres paramètres à caractère nutritif, notamment l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium ou d'autres oligo-éléments, sont importants pour l'évaluation de la valeur fertilisante minérale du compost et donc pour la rationalisation de la fumure minérale classique. Toutefois, il y a lieu de distinguer parmi ces formes la forme minérale de la forme organique.

Une autre approche de classification de la qualité des biosolides (compost issu de différents types de déchets organiques) est adoptée par EPA (NSW, 1997). Elle est basée sur deux critères ayant différents niveaux de qualité :

- Critère de contamination : contamination en métaux lourds en d'autres micropolluants avec cinq niveaux décroissants de qualité : A (qualité supérieure) à E (qualité la plus faible)
- Critère de stabilisation : contamination en pathogènes et problèmes d'odeurs de niveaux décroissants de qualité (A à C). A correspond à la meilleure qualité et C à la plus mauvaise qualité.

Comme le montre le tableau 6, cette classification permet de générer différentes classes listant les possibilités de valorisation du compost. Selon des degrés de restriction croissants.

Tableau 6. Classes d'utilisation du compost (NSW EPA, 1997).

Classes du biosolide	Options de valorisation autorisées	Critères de qualité minimale	
		Niveau de contamination	Niveau de stabilisation
Utilisation non restrictive	<ul style="list-style-type: none"> - Jardins des maisons - Sites accessibles par le public - Espaces verts urbains - Agriculture, - Sylviculture - Réhabilitation des sites et des sols - Enfouissement et mise en décharge 	A	A
Utilisation restrictive 1	<ul style="list-style-type: none"> - Sites accessibles par le public - Espaces verts urbains - Agriculture, - Sylviculture - Réhabilitation des sites et des sols - Enfouissement et mise en décharge 	B	A
Utilisation restrictive 2	<ul style="list-style-type: none"> - Agriculture, - Sylviculture - Réhabilitation des sites et des sols - Enfouissement et mise en décharge 	C	B
Utilisation restrictive 3	<ul style="list-style-type: none"> - Sylviculture - Réhabilitation des sites et des sols - Enfouissement et mise en décharge 	D	B
Impropre à l'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Enfouissement et mise en décharge 	E	C

7. Evaluation des capacités de commercialisation du compost

7.2. Coûts actuels du compost produit

Les coûts d'investissement (CI) et de fonctionnement des CCT de Tiflet et de Missour sont rapportés dans le Tableau 7. Les réflexions émises sont basées sur le potentiel de production et pas sur la production réelle. Les CCT de Tiflet et de Missour se caractérisent par un faible taux d'utilisation de la capacité nominale.

Tableau 7. Coûts d'investissement et de fonctionnement des CCT de Tiflet et de Missour

Paramètre	Tiflet	Missour
Population	60 000	18 000
Production prévisionnelle de compost (tonnes/an)	1 400	7 20
Coût total d'investissement (CI en Dirhams)	2 770 000	1 746 000
Coût total de fonctionnement (CF en Dirhams)	352 798	179 438
Coût unitaire d'investissement (Dirhams/tonne de compost)	2 000	2 425
Coût unitaire de fonctionnement (Dirhams/tonne de compost)	200	220
CI/tête d'habitant	46	97
CF/tête d'habitant	60	10

La lecture de ces données de coût permet d'émettre les constats suivants :

- i. Le coût unitaire de fonctionnement (rapporté à la tonne de compost) est relativement élevé. En effet, il sera très difficile de garantir le recouvrement de ce coût car le prix de vente ne doit pas dépasser celui des produits concurrentiels comme le fumier dont le prix dépasse rarement 150 DH/tonne.
- ii. Le coût d'investissement est aussi très élevé. Ceci ne peut pas être attribué au type d'équipement car celui – ci est très modeste mais probablement aux aménagements du site de compostage et au site de CET. Toutefois, on constate que lorsqu'on le rapporte ce coût à l'unité de production, on s'aperçoit qu' il diminue de manière significative avec la taille de l'unité de traitement. En effet, il a augmenté de presque 21 % lorsqu'on passe d'une production nominale de 1400 tonnes/an (cas de Tiflet) à 720 tonnes/an (cas de Missour). Il est clair que cela peut dépendre de la nature d'équipement mais l'examen des cas rapportés dans le tableau 8 confirme cette tendance.

Tableau 8. Exemples de coûts d'investissement

Site	Capacité nominale (tonne/an)	Coût unitaire d'investissement (DH/tonne)
UPAOA* à Agadir	73 000 – 92 000	440
Unité1 en France	22 000	380
Unité 2 en France	6 000	1 000

*: Unité de Production d'Amendement Organique d'Agadir
Unités 1 et 2 citées par ADEME (1998)

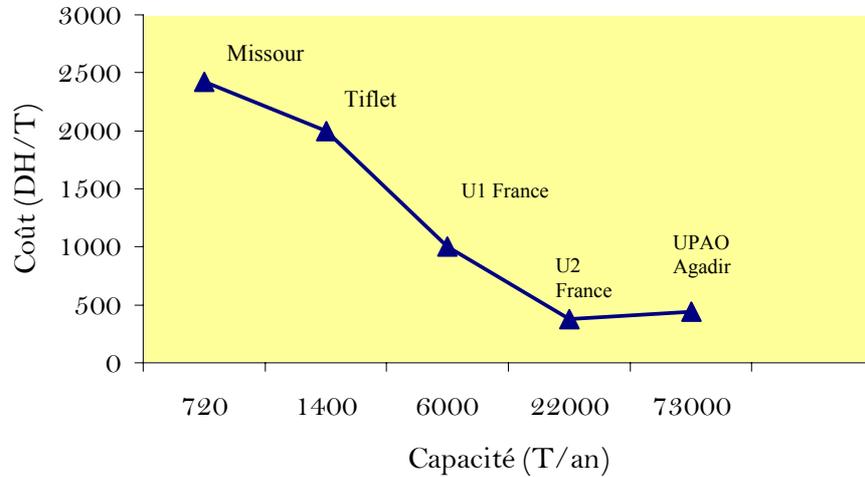
Comme le montre la figure 2, la mise en graphique du coût d'investissement en fonction de la capacité nominale annuelle de production de compost montre une décroissance quasi – exponentielle du coût avec l'augmentation de la taille de l'unité. Le coût peut être, en moyenne, divisé par 5 lorsque la capacité est multipliée par 100. A la place de la capacité nominale de traitement, mise sur l'axe des abscisses, on peut mettre la taille de la population correspondante en tenant compte du bilan de masse (part de déchets ménagers bruts convertie en compost). On peut estimer dans le contexte de l'étude que 100 tonnes de déchets ménagers bruts génère environ 40 tonnes de compost.

Si on étoffe ce type de représentation graphique avec d'autres données disponibles sur le coût, on peut délimiter, sur ce style de figure, une plage optimale pour la mise en place d'une unité de compostage. En deçà de cette zone, le coût d'investissement est relativement élevé et au-delà de cette zone, le coût devient plus faible mais la quantité de compost produite doit être réglée par la capacité de son écoulement dans le marché environnant (sur un rayon inférieur à 50 km).

A priori, on peut dire que la fourchette optimale peut être située entre 5 000 et 10 000 tonnes de compost/an. Ces valeurs correspondent respectivement 40 000 et 80 000 habitants.

Soulignons qu'il s'agit là de tendances plausibles mais qui peuvent varier d'une situation à l'autre selon la nature d'équipement et le type d'aménagement (imperméabilisation par géo - membrane ou par un matériau argileux local, traitement des lixiviats etc..).

Figure 3. Relation Coût d'investissement - capacité



Il est aussi admis que les coûts d'investissement supérieurs pour les technologies les plus performantes (aération forcée, hangar de maturation etc.) sont en fait largement compensés à la fois par les économies d'échelle (puisque ces technologies sont généralement adoptées pour les sites de plus grosse taille) et par les gains de durée de fermentation qu'ils permettent (la durée de fermentation a été estimée passer de 1 - 1,5 mois pour la technologie des andains à 0,5 - 1 mois pour l'aération forcée).

- iii. L'expression des coûts d'investissement et de fonctionnement par tête d'habitant s'adapte mieux aux soucis des élus et des responsables des collectivités locales car elle leur permet la comparaison avec le coût des autres services.
- iv. Pour combler les limitations en matière d'équipement et pour mettre en place des toitures ou hangars de couverture, le coût sera candidat à une augmentation d'au moins 15 %.

7.3. La vente du compost

Rappelons que la condition essentielle de réussite d'un projet de compostage réside dans les possibilités d'écoulement du compost produit. Ces possibilités dépendent de plusieurs facteurs développés ci-après.

L'existence d'un marché et sa diversité

Au Maroc, le marché d'écoulement d'un bon compost existe presque toujours. Toutefois, on ne peut pas considérer, comme il se fait assez souvent, la superficie totale cultivable dans l'ensemble de la zone comme Tiflet par exemple. En effet, la distance des sites potentiels d'utilisation du compost par rapport au point de sa production est d'une importance capitale car

le coût de transport augmente de manière significative à force que l'on s'éloigne du site de production.

Le compost ne peut pas substituer aux autres produits fertilisants

Un autre aspect à éviter est celui de considérer que le compost se substitue aux engrais minéraux. Le compost seul ne peut pas subvenir aux besoins totaux des plantes cultivées ; son incorporation au sol doit être complétée par un apport d'engrais minéraux en tenant compte des données d'analyse du sol, de la valeur fertilisante minérale du compost et du besoin de la culture correspondant un rendement maximum économique. Le compost est un produit qui a une valeur organique plus appréciable que sa valeur minérale. Il permet d'améliorer les propriétés physiques et physico-chimiques des sols.

Il est aussi très difficile de concevoir que le compost des déchets ménagers puisse se substituer au fumier. Celui-ci est un déchet d'élevage qui doit être également valorisée dans une approche agro-environnementale intégrée permettant une éco-gestion des flux entre le système de production végétale et le système de production animale. Son compostage est aussi vivement recommandé pour valoriser ses avantages et anéantir ses inconvénients représentés par la dissémination des graines de mauvaises herbes et les germes phyto-pathogènes.

Le prix du compost par rapport aux produits concurrentiels

pour le cas de Tiflet et Missouri, le compost revient relativement cher et ne peut pas concurrencer le fumier sauf si on considère une demande spécifique et si on démontre par des essais de démonstration une valeur supérieure du compost par rapport au fumier frais. Ce problème est en relation avec la rentabilité du projet qui est un facteur essentiel pour intéresser des gestionnaires privées.

Le compost doit avoir une bonne qualité

Un compost de bonne qualité doit être conforme aux normes exposées plus haut. Ces normes concernent la fraction visible indésirable, les paramètres en relation avec la matière organique, les éléments traces métalliques, la maturité et la contamination biologique.

Comme présenté auparavant (tableau 5), la liste des paramètres de qualité des composts produits dans les CCT de Tiflet et Missouri est incomplète. Sur le plan qualité sanitaire, les résultats montrent que le compost est suffisamment pasteurisé. Il est recommandé de :

- (i) compléter les analyses des éléments traces métalliques
- (ii) effectuer un ou deux tests de maturation car il semble que le compost n'est pas suffisamment mûr. A ce stade le compost peut être utilisé pour la réhabilitation et la revégétalisation des sols dégradés
- (iii) améliorer l'opération de tri en particulier dans le CCT de Tiflet car, telle qu'elle est actuellement pratiquée, risque de diminuer l'acceptabilité du produit.

7.4. Situation actuelle dans les sites de Tiflet et de Missour

Cas de Tiflet

Jusqu' à maintenant, aucune vente de compost n' a eu lieu ; des démarches d'opérationnalisation de la vente stock disponible est en cours. Il est toutefois recommandé de s'assurer de la qualité du compost dans l'ensemble du stock. Pour cela un échantillonnage aléatoire dans le stock ancien et dans le nouveau stock doit être effectué. Les échantillons seront ensuite soumis pour analyses complètes.

Cas de Missour

D'après les responsables d'Enda Maghreb et le technicien chargé de la gestion du CCT de Missour, une vente de plus de 60 tonnes a été opérée au prix de 175 DH/tonne. Ce prix demeure largement inférieur au coût de fonctionnement qui s'élève à 220 DH/tonne.

Le tonnage vendu est ventilé comme suit :

- 30 tonnes pour une pépinière forestière des Eaux et Forêts
- 30 tonnes à un agriculteur local pratiquant l'arboriculture
- environ 10 tonnes à la commune pour la mise en place des espaces verts

Il s'agit d'une vente ponctuelle mais prometteuse. Toutefois, un suivi des résultats chez l'agriculteur et au niveau de la pépinière forestière mérité d'être assuré. Le secteur des espaces verts constitue généralement une demande unique et fixe au moment de l'installation. Il ne s'agit donc pas d'un marché ouvert.

En somme, nous pouvons constater que la vente du compost n'est pas encore rodée. Des mesures d'accompagnement doivent être mises en place à l'aval : s'assurer de la qualité, conduire des essais de démonstration et sensibiliser les usagers. Toutefois le prix de vente comparé au coût de fonctionnement risque de désintéresser la gestion privée.

8. Evaluation des composantes institutionnelle, organisationnelle et de gestion

8.1. Participants traditionnels dans le domaine de gestion des déchets

Le tableau 9 relate les principaux participants dans le secteur de déchets

Tableau 9. Liste des concernés par les déchets

participants	Rôles/activités
Services municipaux	Responsabilité ultime de la gestion des déchets (garantir des conditions de vie et environnementales saines) Gestion institutionnelle , lois etc.
Commune	Responsabilité des biens publiques, contribution à la mise ne place des unités de traitement, etc.
Secteur privé	Gestion et/ou exploitation dans le cadre d'un contrat avec la municipalité Objectif : dégager un bénéfice
Secteur informel	Individus ou groupes d'individus (généralement d'une couche de populations défavorisées) organisés de manière informelle dans le tri ou récupération des matériaux recyclables dans les déchets bruts Motivation : subsistance, survie
ONG	Institutions d'appui et de facilitation

8.2. Modes de gestion

Une étude confiée par Enda à un consultant (Pr Abbadi) a concerné les modes de gestion des CCT. Cette étude a montré qu'il s'agit d'un volet complexe. Quatre principaux modes possibles de gestion ont été développés :

- (i) ***Gestion par la commune à travers une régie*** : ce mode de gestion suppose la création d'une régie et la régularisation préalable de la situation foncière à travers une procédure d'acquisition de la propriété de terrain pour le cas de Tiflet. Une étude de faisabilité et la définition des postes budgétaires avec des réunions de validation de l'ensemble avec le conseil Communal.
- (ii) ***Gestion inter – communale à travers plusieurs régies*** : ce mode, actuellement à la page en Europe, offre l'avantage d'une économie d'échelle à travers l'augmentation de la quantité des déchets et la diminution du coût mais peut poser u problème lié à la distance entre certaines communes et le site de traitement.
- (iii) ***Gestion déléguée à un privé*** : ce mode de gestion requiert une clarification juridique mais se heurte, comme mentionné auparavant, à deux difficultés : la rentabilité du projet n'est pas toujours garantie et il existe une dépendance entre l'opération de collecte et celle de traitement. Une gestion intégrée collecte – traitement peut permettre d'outrepasser cette difficulté.

- (iv) ***Gestion à travers un contrat de gérance*** : ce mode consiste à contracter la gérance avec un privé ou jeune promoteur. Il exige toujours la subvention et le soutien financier de la commune.

8.3. Modes de gestion actuelle et/ou projetés dans les trois CCT

- Tiflet : Gestion par la commune
- Missouri : Contrat de gérance
- Oulmès : Contrat de gérance

Pour le cas de Tiflet, on remarque globalement que les conflits d'intérêts entre les acteurs locaux (autorités et élus) et la diversité de leurs préoccupations ont entraîné inévitablement des divergences de points de vue. Ceci a alourdi le processus de finalisation du projet. On dénote également un problème essentiel qui réside dans le manque d'une politique planifiée pour la gestion des moyens matériels et humains et d'organisation des interfaces entre les services municipaux en charge de la collecte, transport, les élus et les autorités

Pour le cas de Missouri, la gestion semble être prometteuse. Cela se traduit par un fonctionnement actuel adéquat avec une vision à long terme et ce malgré que le marché d'écoulement du compost est plus limitée que ceux de Tiflet et d'Oulmès. Le gestionnaire a planifié d'autres activités génératrices de recettes comme la production des plants d'arboriculture fruitière et la récupération et le traitement des matières recyclables.

Pour le cas d'Oulmès, malgré que le démarrage de production du compost a démarré avant l'achèvement du chantier, il semble que le gestionnaire ne dispose pas encore d'une vision claire du projet. Enda lui organise, le 10 Janvier 2004, une visite du CCT de Missouri pour qu'il prenne connaissance des conditions et des modalités de gestion dans ce site.

8.4. Déductions importantes

Il ressort de ce qui précède que la gestion la plus recommandée est celle confiée à un privé. Comme il a été souligné, la réussite de ce type de gestion doit sous entendre la minimisation de deux risques majeurs : (i) les risques pour l'exploitant d'être enfermé dans une activité non rentable et donc non viable, incapable d'investir pour produire un compost de qualité et (ii) la collectivité aurait tendance à « se décharger » sur le gestionnaire privé des problèmes essentiels comme la qualité des déchets bruts délivrés au CCT qui pourraient condamner à terme la filière.

A la lumière de ces considérations, on peut émettre les recommandations suivantes :

Cas de Tiflet

Pour le cas de Tiflet, il est urgent de trancher le problème de terrain pour pouvoir opter à la gestion déléguée ou un contrat de gérance. Il est aussi recommandé à ce que Enda assure un suivi intensif durant les mois à venir pour remettre le CCT en état de marche optimal.

Cas de Missouri

La gestion actuelle s'annonce prometteuse mais sa viabilisation est conditionnée par un certain nombre d'interventions à mettre en œuvre dans le court terme :

- Etant donné que le marché du compost est limité et le prix de vente risque de ne pas être concurrentiel, il est recommandé d'appuyer le gestionnaire pour l'extension de la pépinière de production de plants
- Négocier les possibilités de vente du compost pour les pépinières des Eaux et Forêts. Cela requiert la confirmation de la qualité du compost par des tests préalables.
- Accompagner le gestionnaire dans la mise en place des essais de démonstration chez les clients potentiels dans le domaine agricole et notamment en arboriculture.
- Appuyer financièrement et techniquement le CCT pour la mise en place d'une unité de traitement des matières plastiques.

Cas d'Oulmès

Il est urgent d'élaborer un plan d'opérations précisant les actions urgentes à mener et définissant les responsabilités de la commune et du gestionnaire.

Une fois la qualité du compost produit répond aux normes, un contrat peut être négocié avec la Société ARBOR considérée comme étant le client potentiel le plus important dans l'environnement du site. Comme pour le cas de Missouri, une diversification des activités semble nécessaire : récupération et traitement des matériaux recyclables, production de plants d'arboriculture ou ornementaux etc.

Une recommandation commune aux trois CCT consiste à déléguer les deux composantes collecte et co-traitement au gestionnaire privé. Cette approche permettra au gestionnaire de maîtriser la qualité des déchets ménagers bruts et le délai de livraison.

8.5. *Quid* de la gestion inter – communale ?

La gestion inter – communale est une option attractive. Elle se justifie pleinement dans les petites collectivités car les quantités de déchets sont parfois faibles ce qui rend plus efficient une mise en commun ou complémentaire des moyens de co-traiter les déchets. Cela rend aussi plus aisé le choix d'un site de décharge pour le refus non compostable et non recyclable. Toutefois, un certain nombre d'inconvénients sont associés à ce type de gestion :

- les distances des différentes communes par rapport au site de traitement
- la différence des capacités financières des communes concernées
- les priorités des communes sont différentes et sont dans la plupart des cas orientées plus vers les infrastructures de base que vers le souci environnemental.

On se propose de rapporter dans l'encadré 4 quelques idées reprises intégralement sur le renforcement de l'intercommunalité en France.

RENFORCEMENT DE L'INTER - COMMUNALITE

La nouvelle loi du 12 juillet 1999 relative au renforcement et à la simplification de la coopération intercommunale, permet dorénavant aux collectivités de mieux définir leurs modalités de coopération en matière de gestion des déchets, d'une part au niveau des compétences à exercer, d'autre part au niveau du financement des services publics de gestion des déchets.

Une circulaire récente du Ministère de l'Intérieur en date du 10 novembre 2000 apporte des précisions supplémentaires par rapport à cette loi. En matière de gestion des déchets, les compétences exercées par les collectivités sont dorénavant distinguées suivant 2 compétences : **collecte** et **traitement**. Une collectivité peut exercer l'une et/ou l'autre de ces 2 compétences, ou transférer l'une et/ou l'autre à une structure intercommunale, sans pouvoir toutefois découper chaque compétence (par exemple garder la compétence collecte des ordures ménagères et transférer la compétence collecte sélective, ou encore garder la compétence tri et transférer la compétence stockage).

Voici les situations les plus usuellement rencontrées à ce jour :

- commune qui exerce la compétence collecte et a transféré la compétence traitement à un syndicat intercommunal ;
- commune qui n'exerce plus aucune compétence, et a transféré les deux compétences collecte et traitement à un syndicat intercommunal ou à une structure intercommunale à fiscalité propre (Communautés de Communes, Communautés d'Agglomération, Communautés Urbaines), qui exerce alors les deux compétences ;
- commune qui n'exerce plus aucune compétence, a transféré les deux compétences collecte et traitement à un syndicat intercommunal ou à une structure intercommunale à fiscalité propre, qui lui (elle)-même n'exerce que la compétence collecte, et a transféré la compétence traitement à un syndicat mixte intercommunal.

A noter qu'en général, les structures intercommunales à fiscalité propre, mais aussi quelquefois certains syndicats intercommunaux (toutefois rarement des syndicats mixtes), exercent en plus des compétences collecte et/ou traitement d'autres compétences, telles que développement économique, aménagement de l'espace, équilibre social de l'habitat, politique de la ville (qui sont les 4 compétences obligatoires des Communautés d'Agglomération), mais aussi création ou aménagement de voiries, assainissement, eau, protection et mise en valeur de l'environnement et du cadre de vie, construction et aménagement ou gestion d'équipements culturels et sportifs,...

Le mode de gestion doit être toujours adapté aux données locales. On peut imaginer une gestion de proximité partagée par les collectivités, les exploitants privés, les organisations d'agriculteurs. Pour cela, il y a lieu de mettre en place un partenariat tripartite Collectivité – exploitant – usagers. On parle beaucoup des associations des usagers de l'eau subventionnés par l'Etat, pourquoi pas des associations usagers du compost des déchets managers.

9. Importance du secteur privé et du secteur informel : quelques exemples d'ailleurs

De manière unanime, la privatisation de la gestion des déchets semble être la solution la plus viable. La plupart d'expériences a concerné l'opération de collecte et de mise en décharge. A ce niveau, on se propose de rapporter dans l'encadré 5 l'expérience chiffrée de Brézil ayant mis en exergue l'efficacité du secteur privé comparé au secteur publique.

Encadré 5. Expérience du Brésil en matière de gestion privée du service de collecte (Bartone, 1991)

La comparaison du secteur privé chargé de collecte à Sao Paulo par rapport au secteur public à Rio Janeiro (services comparables) a montré que une efficience plus élevé pour le secteur privé :

- Efficience d'utilisation des véhicules : 71 % supérieure
- Efficience d'utilisation de la main d'œuvre : 13 % supérieure

A Buonos Aires , le service public de collecte emploie 7.5 fois plus de main d'œuvre pour mille habitants et 4.5 fois d'ouvriers pour l'usage des véhicules.

Le secteur informel, indépendamment des conditions de bonnes pratiques de récupération (sanitaires et environnementales) rarement adoptées dans les pays en voie de développement, peut offrir des avantages irréfutables en tant que générateur de revenu pour les récupérateurs et leurs familles généralement pauvres et en tant qu'option de recyclage des plastiques, verre, papier et métaux. L'encadré 6 relate quelques cas constatés en Egypte dans la ville de Caire (EQI, 1991) et en Indonésie à Jakarta (Oepen, 1993).

Encadré 6. Des constats sur l'importance du secteur informel et en Egypte et en Indonésie

Cas à Jakarta

- 25 % de déchets est couverte par les trieurs informels. Cela permet d'économiser près de 300 000 \$/mois.
- 70 usines utilisent les matériaux recyclés (plastique, papier, verre et métaux) ;
- Un volume de 378 000 tonnes de papier/an est récupéré et délivré aux usines pour recyclage et transformation. Cela génère une sauvegarde de 6 millions d'arbres.
- Globalement, un gain d'une somme d'environ 48.5 millions de \$/an est généré par le recyclage des déchets comparé au coût de collecte qui est de 0.5 millions de \$/an.
- Cas du Caire : 400 petites unités industrielles transforment près de 70 % de plastiques récupérés.

10. Récapitulatif des propositions d'amélioration des trois CCT

En plus du détail des recommandations énoncées à différents niveaux du présent rapport, on se propose de récapituler dans l'encadré 7 quelques propositions d'améliorations jugées essentielles et communes aux trois CCT (orientations pour le CCT d'Oulmès).

Encadré 7 Récapitulatif des propositions d'amélioration des dispositifs CCT mis en place par Enda dans les localités de Tiflet, Missour et Oulmès

Processus

- i. Standardiser le processus de compostage pour garantir une constance de la qualité du produit
- ii. Bien maîtriser l'opération de tri car il s'agit d'une étape clé qui détermine la qualité du produit final. Pour cela, un pool fixe d'ouvriers formés et sensibilisés. Il semble que les femmes sont mieux indiquées pour l'opération de tri.
- iii. Elaborer une fiche technique simple pour l'exploitation du CCT

Qualité du compost

- iv. Evaluer la qualité globale du compost en considérant tous les paramètres
- v. Assurer une bonne maturité du compost en le plaçant sous abri et en retournant le tas jusqu'à stabilisation de la température autour de 30 °C

Stratégie de commercialisation

- vi. Produire deux types de compost sur la base des deux critères : degré de maturité et granulométrie fine et grossière. Cela permet de vendre à deux prix différents (100 DH et 200 DH par tonne) en associant aux produits une notice spécifiant les types d'usage et les conditions d'utilisation.
- vii. Renforcer les essais de démonstration chez les clients potentiels
- viii. Proposer des rabais pour les gros clients

Diversification des produits et recouvrement du coût

- ix. Dans le but de diversifier les produits et garantir un bon recouvrement des coûts, étudier les possibilités d'associer au CCT une unité d'extraction des substances humiques (Acides humiques et fulviques) qui sont considérées des produits à grande valeur ajoutée. Ces produits sont vendus à l'état liquide. Cette variante de la filière aura aussi l'avantage de valoriser le compost non vendu. Après extraction les résidus sont mélangés aux andains ou déposés à la surface des andains pour assurer le rôle de couverture.
- x. Associer au CCT une pépinière de productions de plants.
- xi. Mettre en place et renforcer les unités de récupération et de traitement des matières recyclables

Gestion

- xii. Régler le mode de gestion en favorisant l'option de délégation à un privé et/ou de contrat de gérance
- xiii. Déléguer les deux composantes collecte et co-traitement
- xiv. Simplifier les procédures de mise en place ces modes de gestion
- xv. Subventionner et assister les gestionnaires durant la phase de démarrage

Environnement

- xvi. Améliorer l'esthétique des sites avec des espaces verts

Information, communication, formation et sensibilisation

- xvii. Organiser des journées de sensibilisation des usagers
- xviii. Produire des brochures, affichages et dépliants pour information et sensibilisation
- xix. Former les agents, ouvriers et ouvrières travaillant dans les CCT

11. Dissémination et réplcation des dispositifs

La dissémination n'est pas synonyme de « copier – coller »

En ce qui concerne la dissémination, il ne faudra pas hésiter à communiquer sur le caractère exemplaire des dispositifs mis en place mais en veillant à donner l'information la plus claire et la plus précise possible pour ne pas promouvoir des solutions qui seraient inadaptées dans un autre contexte. Il faudra donc associer à cette diffusion une critique poussée de chaque opération et à tous les niveaux techniques, économiques, organisationnels etc.

La réplcabilité de l'approche est réussie mais pas suffisante

Il est important de rappeler que la première expérience conduite à Bab Lamrissa à Salé a joué le rôle d'un laboratoire en matière de rodage du processus. Les résultats obtenus ont été transférés au CCT de Tiflet en augmentant la capacité nominale et en installant un CET. Malgré que le problème de gestion demeure posé au niveau de Tiflet, l'approche a été transférée avec succès à Oulmès et à Missouri. Ceux-ci fonctionnent à des vitesses très différentes.

On peut ainsi déduire que l'approche méthodologique et l'expertise technique sont facilement transférables mais le contexte et les procédures de mise en place d'un mode de gestion adéquat demeurent les facteurs limitants de la réussite du projet.

Conditionnalités essentielles pour la réplcabilité et la pérennisation

La réplcabilité des projets CCT à d'autres localités au Maroc est conditionnée par la réussite des expériences de Tiflet, Missouri et Oulmès. Si ces projets n'atteignent pas leurs objectifs, ils risquent de porter préjudice au développement de ce type de filière au Maroc. Pour cela, des actions concrètes méritent d'être réalisées dans le court terme :

- Régler les aspects de gestion
- Grandir un compost de bonne qualité
- Sensibiliser les usagers et les assister pour la valorisation du compost
- Etudier et renforcer des variantes supplémentaires génératrices de recettes (extraction des substances humiques, pépinières, renforcement de l'opération de récupération des plastiques, carton et papier).

12. Conclusion

Suite à cet exercice d'évaluation, on peut déduire que la démarche adoptée par Enda maghreb à travers les projets de CCT est originale par son caractère participatif et communautaire, par la méthodologie basée sur l'initiation d'une prise en charge progressive, et par le caractère intégré de gestion de déchets ménagers.

L'adoption d'une filière composite dite de co-traitement, est de nature à permettre un traitement total des déchets tout en valorisant la fraction organique et les matières recyclables. Cette option peut être qualifiée d'écologiquement durable.

Les expérimentations agronomiques, conduites dans le cadre des conventions avec les institutions de recherche, constituent une bonne initiative qui s'inscrit dans une démarche qualité. Toutefois, et indépendamment de quelques lacunes et limitations associées aux essais, ces expérimentations ont été planifiées de manière prématurée dans le temps. En effet, il conviendrait au préalable de maîtriser et standardiser le processus de compostage depuis le tri jusqu'à la phase de maturation afin d'obtenir un compost qui répond aux normes standards de qualité. Des essais culturels de démonstration seront conduits par la suite chez des clients potentiels. Ces essais auront pour objectifs de démontrer l'innocuité du produit et sa valeur organique et minérale dans différentes situations culturales.

Pour garantir la pérennisation des projets mis en place, il est recommandé ce qui suit :

- Il est urgent de régler avec les partenaires locaux le mode de gestion des CCT en clarifiant le problème de terrain pour le cas de Tiflet et en appuyant les modes de gestion adoptés à Oulmès et Missouri par l'initiation d'autres activités permettant de garantir un équilibre financier et d'améliorer la rentabilité.
- Appuyer au niveau des communes et des municipalités l'approche qui consiste à déléguer les deux composantes collecte et co-traitement aux gestionnaires.
- la nécessité de standardiser le processus de production du compost en garantissant une constance de sa qualité.
- l'appréciation de la qualité globale du compost par des analyses et des tests adéquats avant de procéder à son écoulement au marché
- l'accompagnement des gestionnaires dans la mise en place des essais de démonstration chez les clients potentiels

L'examen des coûts d'investissement et de fonctionnement des trois CCT permettent de conclure que :

- le coût de fonctionnement est relativement élevé (200 à 220 DH /tonnes). Ceci diminue le caractère concurrentiel du produit. Pour pallier à ce problème, une diversification des produits s'impose pour garantir un équilibre financier du centre de co-traitement.
- le coût d'investissement est très élevé à cause de la faible capacité de traitement : 2425 DH /tonne de compost pour le cas de Missouri, 2000 DH/tonne pour le cas de Tiflet comparés au coût de 440 DH/tonne pour le cas de l'unité moderne d'Agadir (qui a échoué pour des raisons citées en introduction) . Ceci peut nous guider sur le choix de la taille optimale du centre favorable pour la mise en place d'une unité de compostage. Ce choix consistera à éviter une taille faible qui requiert un coût d'investissement élevé et une taille très grande, moins coûteuse, mais qui génère une quantité importante de compost difficile à écouler sur un rayon inférieur à 50 km. La fourchette 5 000 à 10 000 tonnes de compost/an serait optimale dans le contexte marocain. Cette fourchette correspond respectivement à environ 40 000 et 80 000 habitants.
- Dans les différentes situations, deux éléments importants s'imposent : la garantie d'une qualité du compost bonne et constante, les essais de démonstration ainsi que des mesures d'accompagnement en l'occurrence la sensibilisation de la population et du pouvoir public, la formation des agents chargés de l'exploitation des CCT et l'assistance et l'encadrement technique des agriculteurs.

Les aspects organisationnels, institutionnels et de gestion constituent une lacune de taille à l'échelle du pays. Ceci est valable aussi bien pour les déchets liquides que pour les déchets solides. Il est temps de définir les tâches et responsabilités des différents intervenants dans le secteur. L'implication du Ministère de l'Agriculture dans le domaine de valorisation du compost et d'autres départements dans le domaine de contrôle sanitaire et d'impact sur l'environnement sera nécessaire.

Enfin, il est important de souligner quelques recommandations et aspects importants en relation avec la gestion des déchets ménagers :

- Le public n'est pas toujours conscient du fait que le compostage n'est pas seulement un moyen de valoriser le compost mais aussi un moyen de réduction de presque 50 % de déchets ménagers bruts.
- Déléguer la gestion des déchets ménagers à un privé ne doit pas être synonyme de « se décharger » sur le gestionnaire privé des problèmes générés par les nuisances. Des mécanismes de soutien, de subvention et de facilitation doivent être mis en place pour pérenniser ce mode de gestion.
- Il est aujourd'hui nécessité d'intégrer, réellement et pas dans le discours, le souci de préservation de l'environnement dans la politique des communes et des municipalités.

Les aspects liés aux déchets se heurtent généralement à un désintéressement quasi-total de la part des communes aux dépens des infrastructures de base.

- L'adaptation des filières de co-traitement et des modes de gestion au contexte de chaque localité.
- Il y a lieu d'être vigilant quant à l'importation des technologies non appropriées et non adaptées à la nature de nos déchets ainsi que des modèles de gestion qui ne sont pas harmonieux avec le contexte socio-économique du pays.
- L'implication du genre et de la société civile dans la gestion des déchets représente un atout important qui permettra de cerner le comportement vis-à-vis du déchet et le circuit global du déchet depuis le lieu de sa production jusqu'au site de décharge et/ou de co-traitement.

Références

- ADEME / AMF. 1998. Etude SOFRES/AMF/ADEME). analyse des coûts de gestion des déchets municipaux avril 1998
- Bartone, C.R., L. Leite, T. Triche and R. Schertenleib. Private sector participation in municipal solid waste service: experiences in Latin America. *Waste Management & Research*, No. 9, 1991.
- E. Elherradi, B. Souidi, et K. Elkacemi.2003. Evaluation de la minéralisation de l'azote de deux sols amendés avec un compost d'ordures ménagères. *Revue, Etude et Gestion des sols*, Volume 10, 3 : 139 – 154
- Enda Maghreb. Documents et rapports internes
- EQI. *The recycling of solid waste in Cairo, Egypt*. WAREN project. WASTE Consultants. Gouda, the Netherlands, 1991.
- INRA Maroc.2003. Rapports des essais agronomiques de valorisation du compost et de suivi du compostage à Tiflet.
- Jemali.B., B. Souidi, et E.K. Lhadi. 1996. Contrôle des paramètres du compostage et appréciation de la qualité du compost des déchets ménagers de la Wilaya de Rabat-Salé. *Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc)*, Vol. 16 (2) : 43-50
- Oepen, M. Scavengers and recycling in Indonesia, *GATE* No.1, 1993.
- Souidi et Bazza.2003. Souidi, B. et Mohamed Bazza. 2003. Manuel sur le traitement et la valorisation des boues résiduelles : Etat de l'art et tentatives d'adaptation aux pays de proche – orient.. FAO- Caire.
- Souidi et Grela .2003. Expertise sur le diagnostic des possibilités de compostage des déchets de la ville d'Essaouira et de valorisation du compost. FAO-ONEP
- Souidi, B. 2001. Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost : Cas des petites et moyennes communes au Maroc. Manuel commandité par l'ONUDI et ENDA Maghreb.
- Souidi.1999. Compostage et valorisation du compost : Pratiques d'une agriculture durable in. *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture* ,No 54.
- Souidi.1999. Problématique de gestion de la matière organique des sols : cas de périmètres irrigués des Doukkala. in. *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture*, No 54.
- TRIVALOR Sud Ouest – CEDDAET 2001. Etude régionale sur les emplois de la filière « Gestion des Déchets » - Annexe 4
- UFR de la faculté des Sciences de Kenitra. 2003. Rapports des essais agronomiques de valorisation du compost et de suivi du compostage à Missour.