

Ministère de l'Agriculture, des  
Ressources Hydrauliques et de la  
Pêche Maritime

**MISSION D'ANALYSE DES EXPÉRIENCES DU COMPOSTAGE AU  
NIVEAU NATIONAL ET INTERNATIONAL  
ET APPUI AU PROJET PILOTE  
D'UNITÉ DU COMPOSTAGE À KAIROUAN**

**RAPPORT DE SYNTHÈSE SUR**

**L'Expérience Nationale et Internationale en  
compostage**

Décembre 2021

## TABLES DES MATIERES

<b>FIGURES</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLEAUX</b> .....	<b>4</b>
<b>PREAMBULE</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>CHAPITRE I :</b> .....	<b>8</b>
<b>COMPOSTAGE, DEFINITION ET TECHNIQUES</b> .....	<b>8</b>
1. Définition.....	8
2. Caractéristiques et facteurs d’influences.....	9
3. Différents types du compostage.....	12
4. Les différentes phases du compostage.....	14
5. Qualité et retombé du compost.....	16
6. Avantages du compost.....	17
<b>CHAPITRE II :</b> .....	<b>18</b>
<b>ETUDE DE CAS DES EXPERIENCES INTERNATIONALES</b> .....	<b>18</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>18</b>
<b>1. Cas de l’Inde</b> .....	<b>19</b>
1.1. Approche stratégique.....	19
1.2. Cadres politique, règlementaire et institutionnel.....	19
1.3. Développement du compostage et indicateurs de performances :.....	21
1.4. Leçons et recommandations :.....	22
<b>2. Cas de la Belgique : Région Wallonne</b> .....	<b>23</b>
2.1. Approche stratégique.....	23
2.2. Cadres politique, règlementaire et institutionnel.....	24
2.3. Développement du compostage et indicateurs de performances.....	26
2.4. Impacts socio-économiques.....	26
2.5. Leçons et recommandations.....	26
<b>3. Cas du Maroc</b> .....	<b>27</b>
3.1. Approche stratégique.....	27
3.2. Cadres politique, règlementaire et institutionnel :.....	27
3.3. Développement du compostage et indicateurs de performances.....	30
3.4. Impacts socio-économiques.....	30
3.5. Leçons et recommandations.....	32
<b>4. Analyse Financière : Cas des pays de l’Union européenne</b> .....	<b>32</b>
4.1. Compostage en Baix camp de l’Espagne.....	35

4.2. Compostage en Barcelone de l'Espagne .....	36
4.3. Compostage en Cork de l'Irlande .....	37
4.4. Compostage en Tralee de l'Irlande.....	38
4.5. Compostage en Arun du Royaume Uni .....	39
4.6. Compostage de Wyecycle (association à but non lucratif) en Royaume Uni :.....	40
<b>CHAPITRE III : .....</b>	<b>41</b>
<b>EXPERIENCES NATIONALES EN COMPOSTAGE.....</b>	<b>41</b>
<b>1. Potentiel des déchets organiques valorisables .....</b>	<b>41</b>
1.1. Secteur agricole .....	41
1.2. Secteur Agro-industriel.....	42
1.3. Secteur de service.....	44
1.4. Service d'assainissement .....	45
1.5. Résumé .....	45
<b>2. Valeur ajoutée .....</b>	<b>46</b>
<b>3. Cadre réglementaire et institutionnel .....</b>	<b>48</b>
3.1. Cadre réglementaire .....	48
3.2. Cadre institutionnel et associative .....	50
<b>4. Acteurs principaux dans le secteur .....</b>	<b>54</b>
<b>5. Revue de quelques actions.....</b>	<b>55</b>
<b>6. Analyses financière.....</b>	<b>58</b>
6.1. Stations de compostage : « LA VERTE SERVICES » & CULTIVALOR : .....	58
6.2. Etude APIA (2004) sur le compostage .....	60
6.3. Conclusion.....	61
<b>CHAPITRE IV :.....</b>	<b>63</b>
<b>ANALYSE SWOT / PESTEL ET RECOMANDATIONS .....</b>	<b>63</b>
<b>1. Analyse SWOT / PESTEL de l'expérience nationale.....</b>	<b>63</b>
<b>2. Recommandations pour la promotion du compostage .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>68</b>

## FIGURES

Figure 1. Compostage du point de vue du micro-organisme ( Haug, 1993).....	8
Figure 2. Evolution de la température dans les différentes phases de Compostage.....	9
Figure 3. Besoin en oxygène le long du cycle de compostage.....	10
Figure 4. Evolution de l'activité des microorganismes selon l'humidité .....	10
Figure 5. Evolution du pH au cours d'un cycle de compostage .....	11
Figure 6. Evolution du C/N au cours d'un cycle de compostage selon nature du déchet.....	11
Figure 7. Compostage individuel.....	12
Figure 8. Compostage en andains.....	13
Figure 9. Compostage en canal.....	13
Figure 10. Compostage en réacteur.....	14
Figure 11. Schéma de principe pour la valorisation des déchets organiques par compostage .....	14
Figure 12. Hiérarchie de gestion durable des déchets en Inde .....	19
Figure 13 :Potentiel exploitable (T/an) .....	42
Figure 14.Déchets de cuisine .....	44
Figure 15.Répartition du potentiel Déchets organiques .....	45
Figure 16.Répartition géographique des potentiels accessibles pour le compostage .....	46
Figure 17.Ventilation géographique du profil et des chiffres d'affaires.....	47
Figure 18.Potentiel d'implantation des unités de compostage par gouvernorat. ....	48

## TABLEAUX

Tableau 1. Qualité moyenne d'un compost de déchets organique urbain .....	16
Tableau 2 : Interlocuteurs d'Ipalle .....	25
Tableau 3 : Expériences européennes : Investissement en capital Euro/foyers .....	33
Tableau 4 : Expériences européennes : Investissement en capital Euro/habitants.....	33
Tableau 5 : Expériences européennes : Dépenses d'exploitation .....	34
Tableau 6 : Expériences européennes : Prix de vente et revenus.....	34
Tableau 7 : Baix camp : Détails des dépenses annuelles d'exploitations .....	35
Tableau 8 : Barcelone : Détails des dépenses annuelles d'exploitations .....	37
Tableau 9 :Tralee: Détails des dépenses annuelles d'exploitations .....	38
Tableau 10 : Déchets d'élevage de bétail .....	42
Tableau 11 : Les déchets et sous-produits des huileries .....	43
Tableau 12.Profit possible du potentiel des DO valorisable par compostage.....	47
Tableau 13.Acteurs potentiels susceptibles d'intervenir dans le domaine de compostage .....	55
Tableau 14.Les principales unités de valorisation des déchets organiques par compostage.....	57
Tableau 15.Analyse financière et coût de production des Sté La Verte Service et Cultivalor .....	59
Tableau 16.Coût de revient de la Sté La Verte Service et la Sté Cultivalor .....	59
Tableau 17.Tableau comparatif des coûts de revient et rentabilité des projets d'après l'étude de l'APIA .....	61

## PREAMBULE

Dans le cadre de l'initiative spéciale « un seul monde sans faim » (SEWOH) du Ministère de la Coopération Économique du Développement (BMZ) de la République Fédérale d'Allemagne qui vise à contribuer de manière significative à l'amélioration de la sécurité alimentaire à travers le programme global « Protection et réhabilitation des sols pour la sécurité alimentaire » (ProSol/ProSoil) et se focalise sur trois domaines d'action :

- (1) la mise en œuvre de mesures de protection et de réhabilitation des sols,
- (2) l'ancrage politique et institutionnel de la protection des sols en tant que sujet pertinent,
- (3) la gestion des connaissances thématiques et la promotion de réseautage.

La composante en Tunisie a été lancée début Septembre 2019 avec l'objectif de mise en œuvre des approches de protection et de réhabilitation durables des sols dans des régions de nord-ouest et de centre-ouest de la Tunisie pour une durée de 4 ans.

Le projet ProSol exécuté par la GIZ en collaboration avec la Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (DGACTA) sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime et des Ressources Hydrauliques (MAPMRH) et les Commissariats Régionaux de Développement Agricole (CRDA) dans des régions de nord-ouest (Béja, Jendouba, Kef, Siliana) et de centre-ouest (Kasserine, Kairouan et Sidi Bouzid) de la Tunisie, et leurs arrondissements, ainsi que d'autres structures et organisations étatiques, de la société civile, et du secteur privé.

Le projet ProSol collabore avec le projet régional "coopération décentralisée entre villes maghrébines et allemandes" (KWT) du cluster "Développement décentralisé et gouvernance", mandaté par le (BMZ), lancé depuis février 2016, pour développer une approche décentralisée et durable à travers l'appui de l'unité de compostage à Kairouan. En partenariat avec la commune de Darmstadt, la commune de Kairouan a implanté une unité de compostage dans le marché de gros des légumes et fruits pour participer à la valorisation de 165 tonnes de déchets organiques par mois.

Ce rapport entre dans le cadre du projet « ProSol » pour la mission d'analyse des expériences nationales et internationales sur le compostage et l'élaboration d'une étude de faisabilité et une étude de dépollution de l'unité de compostage de la commune de Kairouan.

La valorisation de la matière organique contenue dans les déchets biodégradables est l'une des pierres angulaires de la gestion moderne du trinôme ressources – déchets – produits. Le tout est donc de chercher une position optimale entre une valeur ajoutée pouvant être apportée par des déchets considérés - matière première de deuxième classe - avec ce que ça pourrait peser sur la caisse de la communauté et une attitude écologique saine mais pleinement justifiée.

Une telle approche doit s'intégrer dans une nouvelle culture du point de vue de la gestion des déchets, basée sur la valorisation maximale de la fraction résiduaire, dans un cadre de

complémentarité entre toutes les options techniques de valorisation matière-énergie, en vue de limiter le recours aux diverses formes de mise en décharge et leurs impacts résiduels.

## INTRODUCTION

La valorisation des déchets organiques suscite l'intérêt de plusieurs acteurs dans les secteurs de l'environnement, de l'agriculture et de l'énergie en Tunisie. Les méthodes de valorisation considérées comme des processus industriels, régies par des enjeux plus économiques qu'autres choses sont le plus souvent soumises à des obstacles et contraintes qui, dès lors qu'ils sont rencontrés, contribuent à dépassionner le débat autour de la question en dépit des mesures d'incitation décrétées à tous les niveaux.

Le présent rapport révélera une analyse de l'existant dans l'optique d'apprécier les potentialités, de définir les enjeux scientifiques, techniques économiques et réglementaires pouvant s'adapter au contexte tunisien, d'évaluer la situation actuelle et de dépister les opportunités et les créneaux prometteurs.

Le rapport de synthèse portera sur les aspects suivants :

- Cadre réglementaire et institutionnel tunisien en matière de compostage
- Benchmark de l'expérience internationale
- Synthèse de l'expérience tunisienne
- Application de l'analyse SWOT (combiné à la l'approche PESTEL) au secteur tunisien pour dégager, par rapport aux bonnes pratiques internationales, ses forces et ses faiblesses ainsi que les défis rencontrés et les leçons apprises.
- Positionner le secteur de compostage par rapport à celui à l'international et dégager les freins et présenter les recommandations pour le développement du secteur

# CHAPITRE I : COMPOSTAGE, DEFINITION ET TECHNIQUES

## 1. Définition

Le compostage est un processus de décomposition et de transformations contrôlées de déchets organiques biodégradables, d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (en présence d'oxygène). **Haug, 1993** définit le compostage comme étant « [...] la décomposition biologique et la stabilisation des substrats organiques solides, sous des conditions qui permettent le développement de températures thermophiles résultant de la production de chaleur biologique, afin d'obtenir un produit final qui soit stable, peu humide, dénué d'agents pathogènes et de graines, et qui puisse être bénéfique à la terre». Ainsi, lors du compostage, les déchets organiques sont transformés en un produit valorisable et semblable à un terreau riche en composés humiques : le compost (fig01). Il permet :

- La stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique
- La réduction de la masse du déchet
- La production d'un compost valorisable comme amendement organique des sols

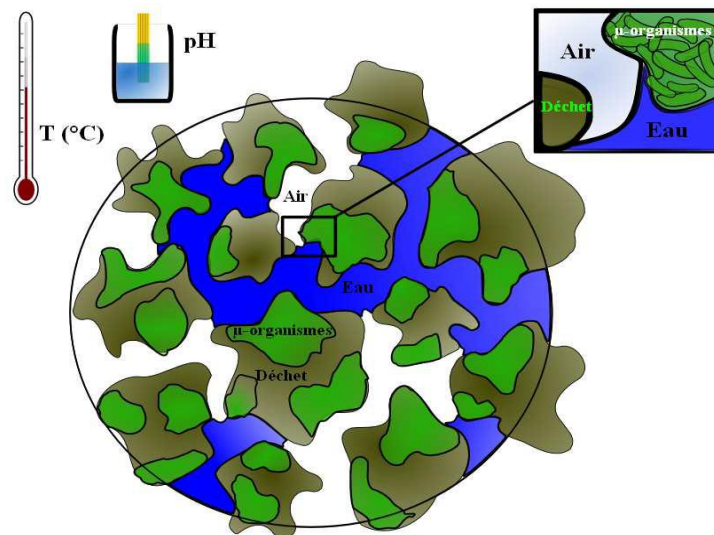


Figure 1. Compostage du point de vue du micro-organisme( Haug, 1993)



## 2. Caractéristiques et facteurs d'influences

Le compostage est caractérisé par :

- Une production de chaleur au début du processus (températures couramment observées comprises entre 40°C et 70°C) consécutive à la forte activité des micro-organismes aérobies décomposeurs (oxydations exothermiques).
- Une perte de masse et de volume, due à la perte de matière (CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O produits à partir des molécules de matières organiques), à l'évaporation de l'eau sous l'effet de la chaleur et au tassement (perte de structure).
- Une transformation des matières premières organiques par voies chimiques par voies chimique, biochimique (microbienne) et physique (changement de couleur, d'aspect, de granulométrie), notamment avec la production de composés humiques stabilisés.

Plusieurs paramètres (température, pH, taux d'oxygène...) présentent des variations au cours du compostage. L'évolution de la température, qui exprime l'activité de la succession de populations microbiennes liées aux modifications du milieu, est la manifestation la plus perceptible de la dynamique de compostage. Elle permet de distinguer 3 phases a, b et c (fig 02) :

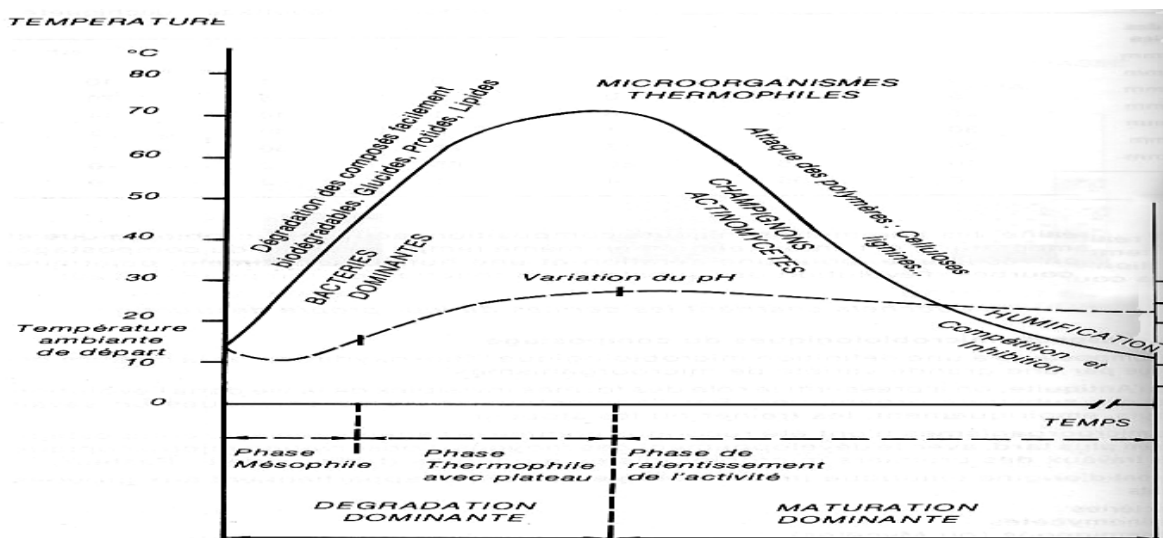


Figure 2. Evolution de la température dans les différentes phases de Compostage

La présence d'oxygène au sein des pores du milieu formé par le déchet est par définition une condition indispensable à l'activité biologique aérobie. **Richard, 1993** préconise alors que le taux d'oxygène dans les gros pores du milieu soit compris entre 12 et 14 % (idéalement entre 16 et 17%) pour permettre une bonne diffusion dans les grosses particules et les pores remplis d'eau. La figure 03 présente le besoin en oxygènes le long du cycle de compostage :

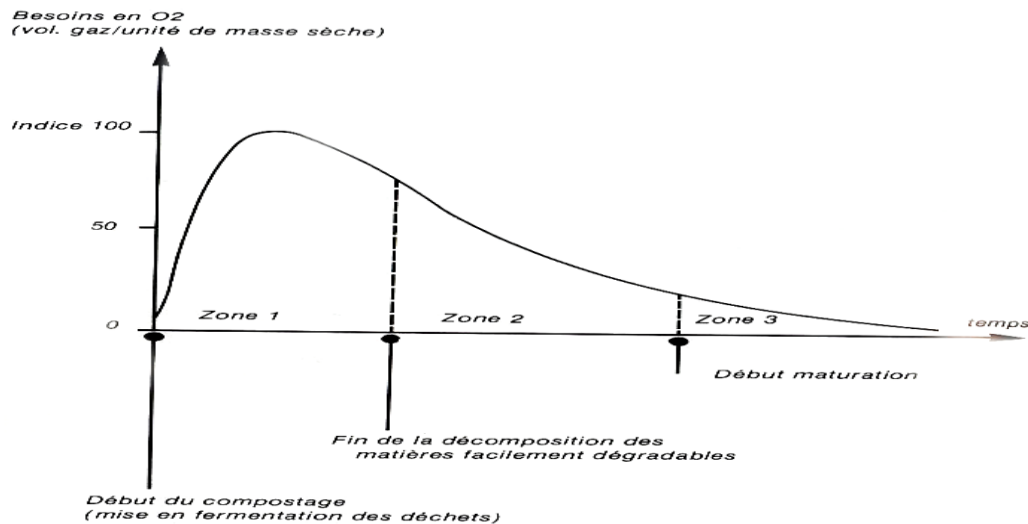


Figure 3. Besoin en oxygène le long du cycle de compostage

La teneur en eau ou humidité (H %) du substrat conditionne l'activité des microorganismes. Ci-dessous la courbe qui montre la croissance de l'activité des microorganismes selon l'humidité (fig04). Selon **Mustin (1987)**, l'optimum de teneur en eau se situe entre 40% et 60 %. Le pH, la température et l'humidité sont des paramètres interdépendants et difficilement dissociables. Ces paramètres sont optimaux lorsqu'ils permettent une hygiénisation du produit, une vitesse de dégradation rapide et une humidification suffisamment active. Ils sont fonction de la nature du substrat et des conditions particulières de mise en œuvre du procédé.

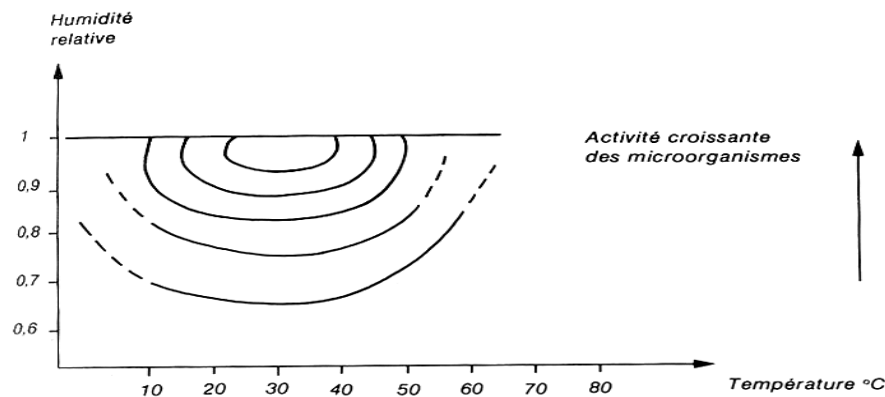


Figure 4. Evolution de l'activité des microorganismes selon l'humidité

Les déchets collectés sont souvent acides, avec un pH variant entre 4.5 et 6. Ces acides se trouvent dans les matières premières, et leurs concentrations augmentent pendant la phase initiale de compostage (**Beck-Friiset al.,2003**). Lorsque cette phase d'acidification est terminée et que les métabolites intermédiaires sont complètement minéralisés, le pH tend à augmenter pour atteindre 8.0 à 8.5 (**Diaz & Savage, 2007**). Le pH monte même souvent à des valeurs comprises dans la gamme 8-9, puis décroît en fin de traitement pour atteindre la neutralité (**Sundberget al.,2004**). La courbe de

la figure suivante montre l'évolution du pH au cours d'un cycle de compostage (fig05).

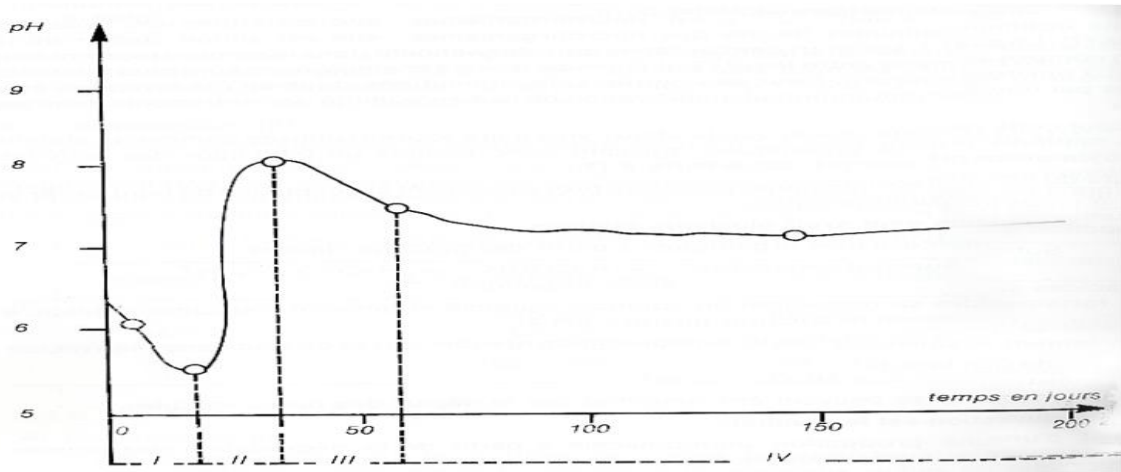


Figure 5. Evolution du pH au cours d'un cycle de compostage

Pour maintenir l'activité de biodégradation, un équilibre nutritionnel doit être respecté. Pour déterminer l'équilibre nutritionnel souhaitable, 2 facteurs entrent en jeu (BioCycle, 1991) :

- la composition élémentaire de la masse cellulaire microbienne,
- le métabolisme microbien.

Les principaux nutriments à prendre en considération sont le carbone, l'azote et le phosphore mais d'autres nutriments peuvent être limitants (Berthe, 2007). Un des indicateurs les plus importants de la disponibilité des nutriments pour la flore microbienne est le rapport du carbone organique total sur l'azote total (C/N). La courbe ci-dessous (fig06) nous donne une idée sur l'évolution de l'indicateur C/N au cours d'un cycle de compostage selon la nature des déchets :

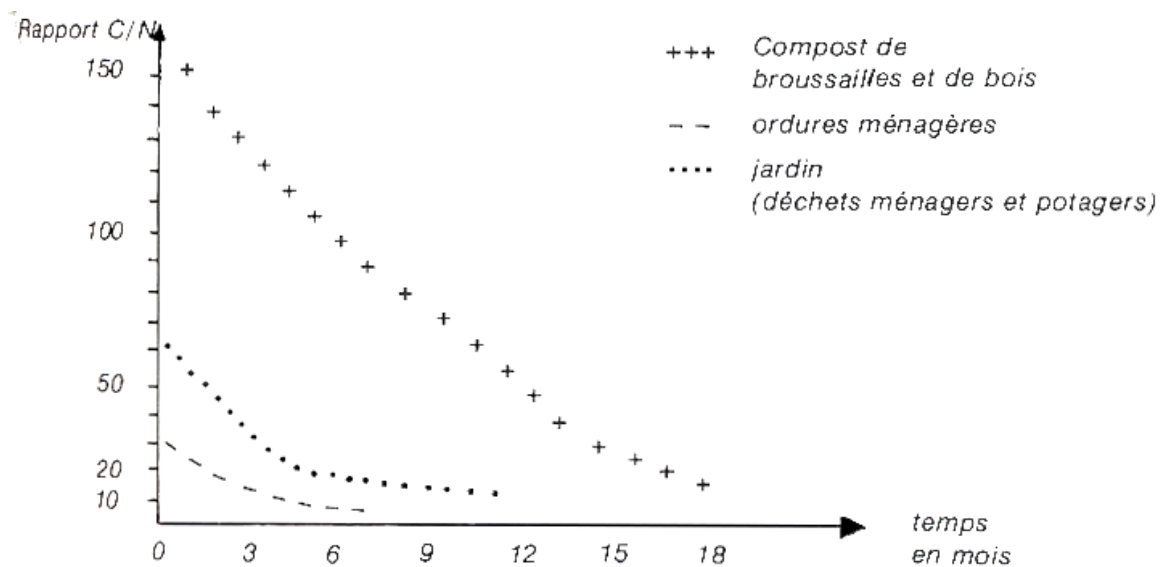


Figure 6. Evolution du C/N au cours d'un cycle de compostage selon nature du déchet

La stabilité et la maturité du compost sont essentielles pour une utilisation optimale du compost comme amendement du sol et source de nutriments pour les plantes (**Magdi et al., 2004**). Différents paramètres peuvent être utilisés pour déterminer la stabilité et la maturité du compost. **Lannotti et al. (1993)** ont montré que la stabilité du compost estimée en terme d'activité microbienne (taux de respiration ou libération d'énergie) et la maturité du compost est déterminée par l'odeur, la germination des plantes tests ou la composition chimique.

### 3. Différents types du compostage

Les procédés de compostages peuvent être classés en 4 familles :

- **Le compostage individuel** (fig07): à partir des déchets ménagers et de jardin. Réalisé à même le sol, il permet à la faune édaphique de s'y établir et de participer à sa maturation. Sauf si de grandes quantités de matériel sont déposées en une fois sur le tas, l'élévation de température est faible. Le processus devient lent. Le compostage individuel doit être encouragé tant que le compost est utilisé sur place. Il ne présente aucun risque pour les personnes de santé normale.



Figure 7. Compostage individuel

- **Le compostage en andains** (fig08): Consiste à établir, sur une aire appropriée, des andains, tas de substrat allongés de section triangulaire, d'une hauteur de un à deux mètres environ. Ces tas sont retournés régulièrement au moyen d'un trax ou de machines spécialisées ou même manuellement. Ce type de compostage s'applique à des échelles très différentes, de quelques tonnes par jour à des centaines ou milliers de tonnes par jour. En Europe, la majorité des installations de compostage d'une certaine importance utilisent ce système.



Figure 8. Compostage en andains

- **Le compostage en canal (fig09):** Disposé dans des canaux de béton, est remué par des appareils se déplaçant le long de ces rigoles. Une insufflation d'air y est également pratiquée. De tels systèmes peuvent être établis en halle ouverte ou fermée, avec un retournement entièrement automatisé. On évite ainsi de mettre les ouvriers en contact avec les spores et les poussières, et l'air de la halle de compostage peut être dirigé sur un filtre.



Figure 9. Compostage en canal

- **Le compostage en réacteur (fig10) :** différents systèmes sont proposés sur le marché, peu sont en fonction actuellement. Ils occupent des surfaces réduites et leur impact environnemental est faible. En principe, la température atteinte dans le bioréacteur devrait être plus élevée et uniforme : l'hygiénisation thermique porterait alors sur toute la masse.

Toutefois, selon le système, l'aération est difficile à contrôler : il se forme des canaux préférentiels de circulation de l'air, d'autres zones devenant alors anoxiques. Le mélange ou le retournement ne sont souvent pas possibles.

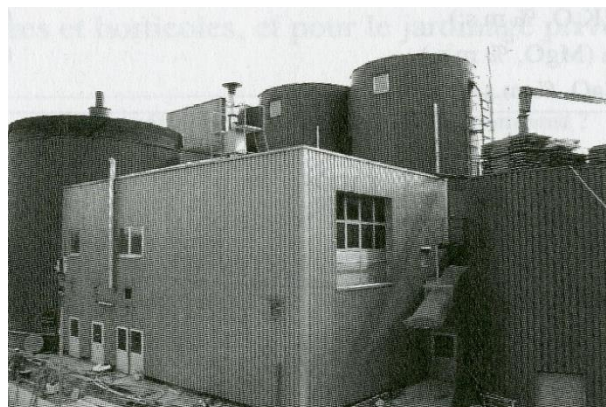


Figure 10. Compostage en réacteur

#### 4. Les différentes phases du compostage

Dans la plus part des cas d'exemples de valorisation des déchets organiques par compostage, le schéma suivant est appliqué (fig11):

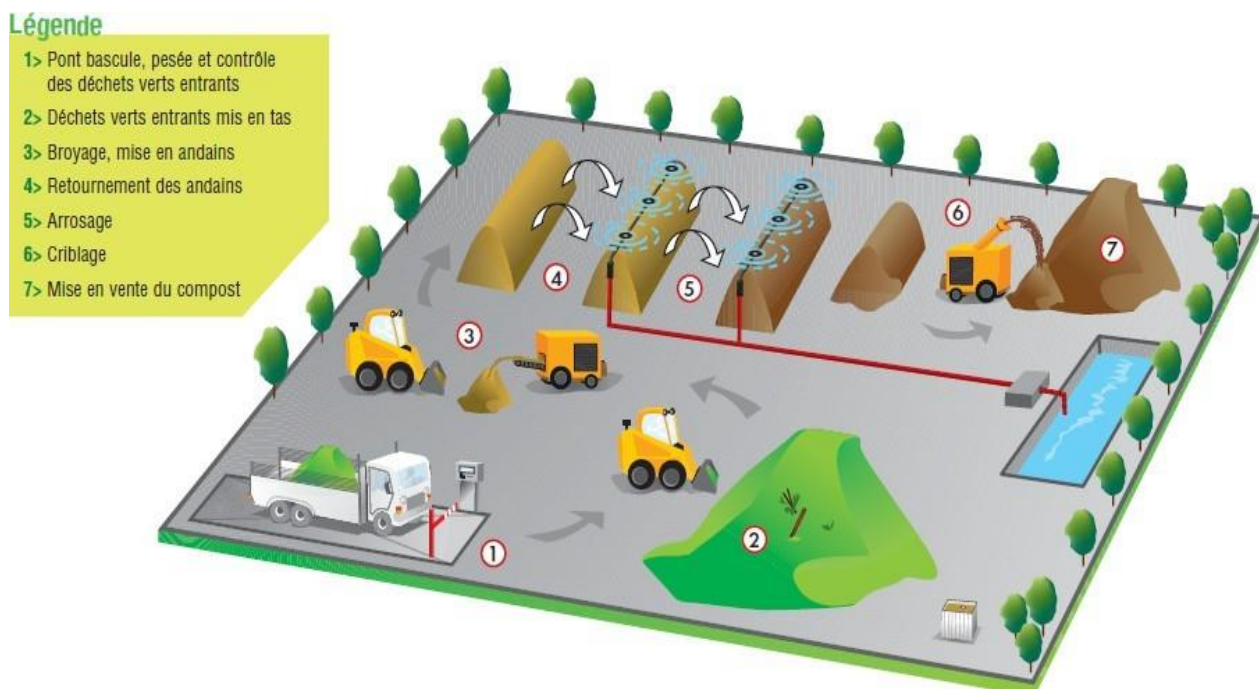


Figure 11. Schéma de principe pour la valorisation des déchets organiques par compostage

Au sein d'une usine de compostage (fig12), les principales phases sont :

- **Collecte et préparation des déchets** : Il est possible d'avoir une phase de tri, suivi d'une phase

de mélange. Mélanger différentes catégories de déchets (humides et secs, grossiers et fins, carbonés et azotés, ...) dans les bonnes proportions aident à assurer des conditions initiales de compostage favorables.



**Figure 12. Exemple type d'une usine de compostage**

- **Broyage** :une phase de broyage peut également être réalisée. Ceci permet d'augmenter la surface de contact du déchet avec le milieu ambiant (l'air). Cette étape de broyage est également favorable à la pénétration et l'homogénéisation de la teneur en eau du milieu. Elle favorise également l'accessibilité de la matière organique aux micro-organismes au cœur du déchet. Plus les éléments sont petits, plus la décomposition est rapide. Cependant, une trop faible porosité est aussi un frein à l'oxygénation du milieu indispensable à la réaction aérobie.
- **Une étape de pré-compostage** :qui consiste généralement à insérer les déchets organiques dans des cylindres rotatifs. La rotation continue du cylindre, à l'intérieur duquel sont fixées des plaques déflectrices hélicoïdales, permet d'assurer à la fois le brassage et l'aération du produit ainsi que sa progression vers l'extrémité du dispositif. La durée de séjour des déchets dans cette enceinte est de l'ordre de 4 à 6 jours, après quoi ils sont disposés en andains statiques. Ce procédé est souvent utilisé en tête de l'unité de compostage de déchets ménagers pour amorcer la fermentation qui se poursuivra ensuite en andains. **(Tuomela et al,2000)**
- **Mise en Andains ou en réacteur** :Après la préparation des déchets vient le compostage à

proprement parler. Les différentes méthodes de compostage utilisées ne concernent que la phase de démarrage et de dégradation thermophile, la phase de maturation se déroulant habituellement à l'air libre en tas de grandes dimensions. Il est possible de distinguer deux types de procédé, l'un où la fermentation sera jugée lente (andains), et le second où elle sera plus rapide (réacteurs).

- **Tamissage** : après la phase de maturation un tamissage est appliqué sur le compost pour séparer les différentes tailles selon leurs utilisations et les éléments de taille la plus élevés sont retournés vers les nouveaux andains comme éléments structurant.
- **Contrôle de la qualité et mise en sac ou ventes-en vrac** : après tamissage des échantillons devrais être prise pour un contrôle de qualité et une caractérisation du compost fini, puis les tas sont mis en sacs ou vendu en vrac.

## 5. Qualité et retombé du compost

Dans tous les cas le compost produit doit être conforme aux exigences de la norme Tunisien sur le compostage NT 10.44. La variation dans les composantes (C, N, P, K, ...) et dans la nature (texture fine ou grosse, liquide – thé de compost ou solide, pH, C/N...) permet une large gamme d'utilisation possible, amendement pour les champs, les pépinières, les pots de fleurs, filtre biologique...

Le tableau si dessous indique une qualité moyenne du compost à partir des déchets organiques des zones urbaines (Tableau 01) :

Matière sèche (m.s., en % de la matière fraîche)	55 - 70
Masse volumique apparente ( $\text{g/l}_{\text{mat.fraîche}}$ )	500 - 800
Capacité en eau (% vol.)	45 - 65
Matière organique (% m.s.)	20 - 40
Rapport C/N	10 - 20
pH	7 - 8
Azote total (N, % m.s.)	0,5 - 1,8
Phosphore ( $\text{P}_2\text{O}_5$ , % m.s.)	0,4 - 1
Potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ , % m.s.)	0,6 - 1,8
Magnésium ( $\text{MgO}$ , % m.s.)	0,7 - 3,0
Calcium ( $\text{CaO}$ , % m.s.)	3 - 12

Tableau 1. Qualité moyenne d'un compost de déchets organique urbain



## 6. Avantages du compost

L'utilisation du compost comporte plusieurs avantages :

- Amélioration de la croissance de végétaux et racines : Il a été démontré que les végétaux se développant dans un milieu de croissance contenant du compost sont plus forts et ont un meilleur rendement. Le compost ajoute au sol des fertilisants (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO), des oligo-éléments tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc et le bore, nécessaires à la croissance des végétaux **(ADEME, 2001)**.
- Amélioration de diffusion des nutriments : Le compost rend au sol ses nutriments prolongeant ainsi leur présence dans le sol pour nourrir les végétaux pendant une plus longue période **(ADEME, 2001)**.
- Amélioration de la porosité du sol : L'activité microbienne est essentielle à la porosité du sol. Les micro-organismes décomposent les matières organiques pour rendre les nutriments accessibles aux végétaux. Le compost étant constitué de particules de tailles différentes, il offre une structure poreuse qui améliore la porosité du sol. L'amélioration de la porosité entraîne également une meilleure aération du sol et ainsi le développement de l'activité biologique **(ADEME, 2008)**.
- Amélioration de la capacité de rétention d'eau : La matière organique contenue dans le compost peut absorber l'eau et améliorer ainsi la capacité de rétention d'eau du sol. Ce dernier est alors en mesure d'absorber une forte quantité d'eau et de la retenir pour la mettre à la disposition des végétaux entre deux pluies ou deux arrosages. L'eau disponible pour les végétaux grâce à l'utilisation d'un compost correspond au double du volume d'eau pouvant être retenue par un sol minéral **(Zurbrugg et Ahmed, 1999)**.
- Elimination des maladies chez les végétaux : Il a été montré que certains composts améliorent la résistance des végétaux vis-à-vis de certaines maladies. L'effet phytosanitaire décrit la faculté fongicide du compost. D'une manière générale le compost contient des substances donnant plus de vigueur aux végétaux et augmentant ainsi leur résistance vis-à-vis de certains pathogènes. **(Larbi, 2006)**
- Amélioration de la structure : Le compost améliore la structure du sol par l'augmentation des agrégats, la meilleure perméabilité à l'air et à l'eau, la réduction importante de l'érosion (eau et vent), la diminution de la dessiccation par ventilation et l'augmentation de l'absorption des rayons solaires (réchauffement) **(Zurbrugg et Ahmed, 1999)**.

## CHAPITRE II: Illustration DE CAS DES EXPERIENCES INTERNATIONALES

### Introduction

Suite à une analyse sommaire de l'expérience internationale dans le domaine du compostage, il s'est avéré que la plupart des pays qui se sont lancés dans la valorisation des déchets organiques ont commencé par le diagnostic et l'analyse de leurs systèmes de gestion, de traitement et de valorisation des déchets solides en général et la fraction organique en particulier. Certains d'entre eux ont mis en place des comités de réflexion pour avoir une stratégie à long et moyen terme et un plan d'action pour la réalisation des objectifs de cette stratégie. Mais chaque pays a adopté une approche propre à son contexte local pour le développement de la valorisation de la fraction organique principalement par compostage.

La mise en pratique des plans d'actions a été très diversifiée et la présence d'outils d'appuis et de contrôle a fait la différence entre les différents systèmes implantés. La plus part des pays ou le domaine de compostage a été bien développé ont mis des outils complémentaires et un système de contrôle préventif qui permet l'amélioration et l'atteinte des objectifs et des indicateurs.

De ce fait, et lors de notre étude (et puisque nous ne pouvons pas analyser tous les cas à l'échelle mondiale) nous avons choisi de travailler sur trois cas d'exemple différents :

- l'expérience de l'Inde qui a démarré l'approche de valorisation des déchets depuis les années 90 du siècle dernier et qui a mis en place un comité de haut niveau pour le suivi et le développement. Ce comité a joué le rôle du modérateur pour déterminer une vision stratégique, la mise en place du système de valorisation par compostage ainsi que le contrôle de son efficacité pour un bon développement du secteur. Ainsi le compostage a été très bien développé dans le pays.

- l'expérience de la Belgique qui est un pays moderne, bien développé, membre de l'Union Européen engager dans la politique environnemental de l'union et travaillant avec des références de qualités internationales. Le choix de la Belgique à été motivé par leur expérience dans les intercommunales pour la gestion, le traitement et la valorisation des déchets, qui adopte une approche propre à l'Union Européen avec la prise en considération du contexte régional (principalement la région Wallonne).

- l'expérience du Maroc qui a travaillé beaucoup sur le contexte réglementaire pour la gestion et la valorisation des déchets mais sans un vrais développement du secteur dans le pays. Ce contexte est proche de la notre.

Tout en regardant de près leur vision stratégique et leur approche de mise en pratique, l'état des lieux du domaine de compostage ainsi que l'impact économique et social du développement de ce secteur dans ces pays nous permettra de dégager les points forts et les faiblesses ainsi que les recommandations utiles pour le développement du compostage en Tunisie.

## 1. Cas de l'Inde

### 1.1. Approche stratégique

La hiérarchie de la gestion des déchets en Inde admet que la réduction de l'utilisation des matériaux et leur réutilisation serait l'approche la plus respectueuse de l'environnement (Fig.12). La récupération des matériaux à partir des déchets sous forme de recyclage et de compostage est reconnue comme le moyen le plus efficace pour traiter ces déchets. Selon le « Swachh Survekshan 2020 » (enquête sur la propreté, publiée en août 2020) du gouvernement de l'Inde, la gestion des déchets (GD) dans les villes métropolitaines est réalisée depuis quelques années dans le but d'atteindre le niveau « zéro déchet », et ce dans le cadre de la mission « Inde Propre ».

La gestion des déchets emprunte un modèle global comprenant plusieurs actions, parmi lesquelles le traitement des déchets humides (ou biodégradables) pour produire des engrais par compostage

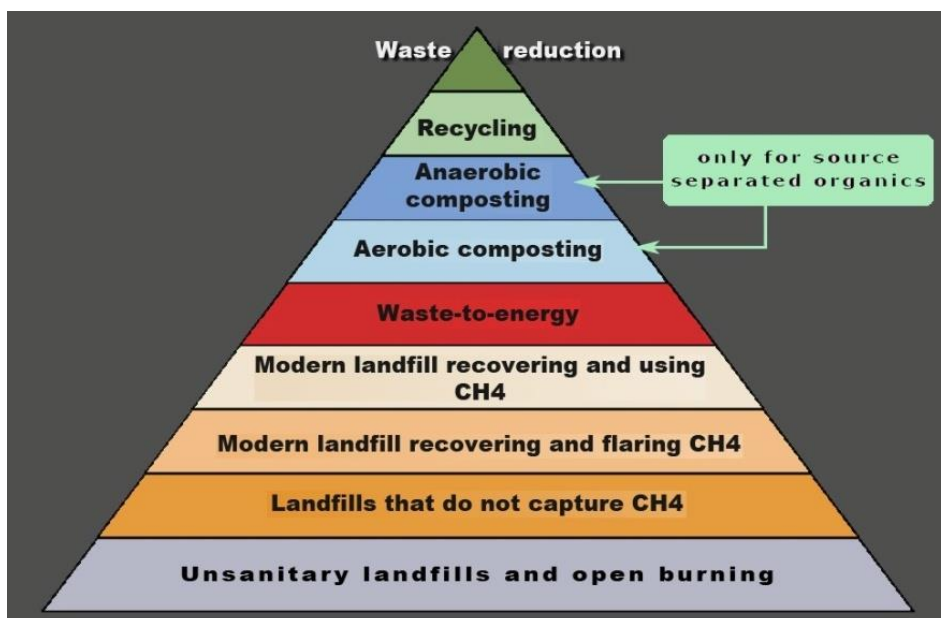


Figure 12. Hiérarchie de gestion durable des déchets en Inde

### 1.2. Cadres politique, réglementaire et institutionnel

Le cadre réglementaire pour la gestion des déchets en Inde est lié notamment aux initiatives du gouvernement pour la gestion de ces déchets, et ce, dans le cadre de la Mission Nationale de Rénovation Urbaine de Jawaharlal Nehru (JNNURM), du Programme de Développement des Infrastructures Urbaines pour les Petites et Moyennes Villes (UIDSSMT), du « Projet de Directives pour l'Assainissement dans les Abattoirs » par le Conseil Central de Contrôle de la Pollution (CPCB), des Règles sur la Gestion et le Traitement des Déchets Solides Municipaux (DSM), etc.

La première initiative majeure a été prise par l'honorable Cour Suprême de l'Inde en 1998, qui a abouti à la formation d'un comité d'experts pour étudier le statut des DSM (Déchets solides

Ménagers) dans les villes indiennes. Ce comité a identifié les lacunes du système de gestion des DSM existant dans le pays et a préparé le rapport intérimaire en 1999 sur les pratiques relatives aux DSM pour quelques villes.

Comme deuxième initiative majeure, le Ministère de l'Environnement et des Forêts (MEF) a légiféré les Règles sur la Gestion et le Traitement des DSM (2000). Cette loi détaille les pratiques à suivre par les différentes municipalités pour la gestion des déchets urbains, notamment les produits à usage non durable. En effet, ces règles stipulent que « toute autorité municipale est, à l'intérieur du territoire de la municipalité même, responsable de la mise en œuvre des dispositions de ces règles et du développement de l'infrastructure pour la collecte, la séparation, le stockage, le transport, le traitement et l'élimination des DSM ». Les autorités municipales sont en outre tenues de soumettre chaque année un rapport annuel détaillé sur la gestion des déchets auprès du Secrétaire Chargé du Département de Développement Urbain de l'État concerné, et ce, pour le cas des villes métropolitaines ; ou au magistrat de district ou au commissaire adjoint concerné dans le cas des autres villes. Il a été observé que les initiatives pour la collecte et le tri des déchets ménagers n'ont été entreprises que dans 7 villes.

La privatisation du transport de déchets a été entreprise dans 11 villes, alors que les installations de traitement ont été mises en place dans 15 villes. Parmi ces installations de traitement, dix sont basées sur le compostage, une prévue pour la récupération d'énergie et quatre adoptent la technique de vermicompostage.

Par ailleurs et dans le cadre de ses activités, le Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Changement Climatique participe à la sensibilisation de la population aux problèmes liés à l'environnement et au renforcement des capacités aux niveaux institutionnel et individuel, et ce, en ciblant les secteurs de l'éducation, de la recherche et de la formation.

Pour atteindre cet objectif, le ministère a lancé depuis 1983 le programme « Centres d'excellence » afin de promouvoir l'information et la formation dans les domaines prioritaires des sciences et de la gestion de l'environnement, dont particulièrement la gestion des déchets. Au cours des années 2018 à 2020, des programmes de formation et de renforcement des capacités et aussi des démonstrations sur terrain (installation d'unités de démonstration) ont été organisés par les centres de développement socio-économique et les centres d'éducation environnementale, au profit des agriculteurs, femmes et écoliers de villages sélectionnés (Tamilnadu, Andhra Pradesh, Dehradun, etc.) dans le domaine de gestion des déchets et surtout du vermicompostage. La technique de compostage a ainsi été largement encouragée et utilisée en Inde, particulièrement dans les petites villes et les villages, pour la valorisation par co-compostage de différents types de déchets (agricoles, ménagers, industriels).

L'effet des composts produits sur diverses cultures a été évalué dans le cadre de projets de recherche. Au cours de la dernière décennie, plusieurs projets de recherche ont été menés en collaboration avec les centres de recherche sur le compostage de déchets ménagers dans

plusieurs villes de l'Inde.

### **1.3. Développement du compostage et indicateurs de performances :**

Le pourcentage élevé de matières organiques dans les déchets indiens les rend aptes aux processus biologiques comme le compostage. Parmi celles-ci, les déchets urbains générés en 2021 sont évalués à plus de 101 millions de tonnes par an et sont estimés atteindre environ 230 millions de tonnes par an vers l'an 2041.

Les méthodes traditionnelles basées sur l'approche de compostage passif en Inde sont effectuées par empilement des matériaux dans des piles ou des fosses pour se décomposer sur une longue période avec peu d'agitation et de gestion. Les plus connues sont :

- (i) la méthode Indienne de Bangalore qui permet une décomposition anaérobie des déchets urbains,
- et (ii) la méthode Indienne Indore qui représente une décomposition aérobie par une légère amélioration de l'aération passive à travers quelques retournements. Celle-ci est assurée selon deux voies : soit la méthode de la fosse, soit la méthode du tas.
- Toutefois, le compostage rapide est appliqué en Inde via le procédé de vermicompostage basé sur l'utilisation de vers et ne nécessitant pas de retournement. Le compost produit après une période de six à douze semaines est alors de haute qualité.

A la fin du cycle de production, le compost fini est vendu comme engrais. Lorsque les normes de qualité sont respectées, les municipalités sont appelées à respecter le processus d'autorisation et à fournir au producteur un certificat de compost.

Les villes indiennes n'adoptent pas les mêmes pratiques et méthodes de compostage. A titre d'exemple, la ville métropolitaine de Mumbai, précédemment connue sous le nom de Bombay (jusqu'en 1996), est une ville densément peuplée (près de 13 millions d'habitants) qui génère des déchets à hauteur d'environ 11 000 tonnes par jour. Ces déchets sont constitués essentiellement de déchets mélangés (biodégradables et recyclables). Les déchets biodégradables sont séparés au niveau des ménages et compostés localement. De plus, 276 fosses de vermicompostage ont été installées dans six zones de la ville, et des projets de vermicompostage ont été menés pour démontrer aux citoyens les avantages de la technologie.

A Delhi, une usine de compostage de 200 tonnes par jour est également opérationnelle. Ailleurs dans la ville d'Indore (État du Madhya Pradesh), les déchets humides (ou biodégradables) sont traités soit dans des unités de traitement décentralisées, soit dans une usine centrale de traitement où ils sont transformés en compost. Dans la ville de Alappuzha (État du Kerala), la gestion de déchets par compostage dans le cadre du programme « Maison Propre, Ville Propre » a été mis en œuvre par des installations de compostage domestiques (environ 2 800 unités), ou par 14 unités aérobies avec 165 bacs de cuisine, ou encore par une installation de compostage communautaire introduite par la municipalité. Un autre exemple concerne le secteur hôtelier

générateur de quantités énormes de déchets variés. Les déchets organiques (déchets verts et déchets de cuisine et des aliments) des hôtels peuvent être réduits par compostage, ou particulièrement par vermicompostage, comme meilleure alternative.

Des visites de recherche en Inde ont été réalisées par Annepu, au cours desquelles le chercheur a observé que le vermicompostage était utilisé par les villes ou les petites villes générant des déchets solides municipaux (DSM) < 100 tonnes par jour, tandis que les grandes villes utilisaient le compostage mécanique des andains. Ces usines de compostage qui utilisent des opérations mécaniques et biologiques pour traiter les déchets mélangés sont appelées usines de traitement biologique mécanique (TBM). Le TBM est la technologie la plus largement utilisée en Inde pour gérer spécifiquement les DSM.

Selon la même campagne, 6 % en moyenne des DSM collectés sont compostés dans des usines de TBM pour être commercialisés. Actuellement, il y a plus de 70 usines de compostage qui traitent les DSM mixtes. À titre d'exemple à Faridabad (Haryana) et Chennai, les municipalités respectives ont accordé des contrats à des entreprises privées pour la production de compost commercialisable à partir des déchets solides générés dans ces zones. L'Inde a ainsi un potentiel estimé à produire environ 4,3 millions de tonnes de compost chaque année à partir de DSM.

L'investissement en immobilisation pour l'installation d'une usine de compostage est d'environ 4 500 \$ par tonne de déchets traités et le compost est vendu à 45 à 50 \$ la tonne. De ce fait, la disponibilité de l'aide gouvernementale et l'intérêt entrepreneurial croissant ont entraîné une augmentation du nombre d'installations de compostage.

#### **1.4. Leçons et recommandations :**

La réussite du programme concernant la valorisation des déchets organiques par compostage en Inde est due principalement à :

- Une vision stratégique claire,
- Un diagnostic de l'état des lieux fiable et dynamique,
- Un plan d'action par phase en moyen et long terme touchant la majorité des composantes de développement,
- Un cadre réglementaire et Institutionnel propice,
- Une Incitations financière et un accompagnement technique,
- développement technologique par la recherche scientifique,
- une approche de transfert de technologies avec implantations pilotes de démonstration,
- Communication et sensibilisations,
- Contrôle efficace avec une approche d'amélioration continue.

En Tunisie un grand problème lié à la gouvernance de la gestion des déchets fait apparaître un chevauchement entre différents acteurs et programmes et rend les efforts déployés inefficaces et insignifiants. Cela serait excellent, si l'état suit la même approche et prend le rôle du chef

d'orchestre pour bien répartir les responsabilités et les tâches.

## 2. Cas de la Belgique : Région Wallonne

La gestion et la valorisation des déchets est délégué à des intercommunales de gestion de l'environnement active en Wallonie picarde et Sud-Hainaut « Ipalle » qui assure la sensibilisation et l'accompagnement des communes vers un territoire « Zéro Déchet ». Sa mission principale consiste à la contribution au développement durable du territoire, tout en proposant des services intégrés, efficaces et efficients notamment dans la voie du compostage.

### 2.1. Approche stratégique

L'analyse du contexte politique, réglementaire, social et sociétal actuel et futur en Wallonie picarde et Sud-Hainaut a permis à Ipalle de définir sa politique de développement durable et son plan stratégique 2020-2025, et ce, en définissant les pôles : Développement Durable, Economie Circulaire, Outils Techniques (Secteur Déchets et Secteur Eau), Pôle Transversal, et Service aux Collectivités.

Le plan stratégique a commencé par la rédaction d'un ensemble d'actions et de projets qui guideront ses travaux pour les prochaines années. Chaque action a été détaillée selon un axe stratégique, un objectif, des étapes pour y parvenir, avec un planning et des indicateurs de suivi. Par ailleurs, l'ajout d'un volet « Ressources Humaines » dans le plan stratégique vise à porter un regard prospectif. Dans ce cadre, Ipalle s'est engagé à porter son action au niveau local sur 13 des 17 Objectifs de Développement Durable de l'ONU (impacts directs via les : ODD6, ODD7, ODD11 et ODD12 ; impacts indirects via les : ODD3, ODD4, ODD8, ODD9 et ODD13 à ODD17). En adoptant le référentiel des ODDs, Ipalle marque sa volonté de mieux identifier son influence sur son territoire avec l'ambition de maximiser les impacts positifs et de réduire autant que possible les impacts négatifs.

En fait, Ipalle s'est spécifiquement dotée d'une responsabilité environnementale qui l'engage à :

- se conformer à la réglementation applicable et à s'adapter au contexte futur ;
- diminuer les impacts sur l'environnement et sur le voisinage ;
- développer la biodiversité ;
- et aussi adopter une politique d'achats et de consommation responsable et durable.

Pour les six années d'avenir, Ipalle a programmé de s'engager encore sur les trois axes stratégiques de développement suivants :

- (1) vers un territoire zéro déchet ;
- (2) une gestion toujours plus efficiente des outils ;
- et (3) une augmentation du taux de recyclage des déchets.

Pour ce faire, le plan Wallon des Déchets-Ressources adopté en 2018 met en exergue diverses dispositions :

- L'élargissement de la collecte des emballages plastiques à partir de 2020.
- L'élargissement de la collecte sélective à de nouveaux flux déchets tels les plastiques rigides ;
- L'obligation de séparer, à partir de 2025, les déchets organiques des déchets ménagers résiduels en vue de leur biométhanisation ou de leur compostage, y compris à domicile.

## 2.2. Cadres politique, règlementaire et institutionnel

La mise en œuvre des objectifs fixés par les réglementations wallonne et européenne demande de poursuivre le développement de l'offre aux citoyens de moyen de séparation des déchets organiques des déchets ménagers résiduels que ce soit, prioritairement, par les moyens de compostage à domicile ou collectif (de quartier, en entreprise, etc.) que par les moyens de collecte en points d'apport volontaires là où le compostage est plus difficile voire impossible.

En outre, la proposition de révision de la législation fixe parmi ses objectifs de réduction des déchets d'ici à l'an 2030 : un objectif de recyclage de 65% des déchets municipaux, et un objectif de recyclage de 75% des déchets d'emballage.

Pour assurer une bonne gouvernance dans le secteur de gestion des déchets, Ipalle travaille en partenariat avec de nombreux interlocuteurs (administrateurs collaborateurs, communes, partenaires, population et riverains, autorités publiques) (Tableau1). En effet, Ipalle s'est engagée dans un dialogue transparent et proactif avec ses interlocuteurs afin de les informer, les sensibiliser et les encourager à respecter les valeurs sociétales et environnementales.

Administrateurs Collaborateurs	- 381 collaborateurs - 20 administrateurs - 2 réunions d'assemblée générale - 10 conseils d'administration - 9 comités de secteur - 2 comités de concertation - 7 comités de concertation bien être
Communes	- 30 communes affiliées - 1 comité technique - 17 réunions d'information aux communes - 8 comités de pilotage « Plan Local Propreté » - 15 réunions avec les communes (2019)
Partenaires	- 6 filiales (CITV, Recyhoc, Replic, Val'Up, Vélorie, Moulin Saint Roch) - 6 partenaires pour la gestion des déchets (Vanheede, IDELUX, Dufour, Renewi, IDEA, Suez) - 4 partenaires institutionnels (SPGE, Aquawal, Copidec, BW2E) - 2 Ressourceries (asblRe.C, La Poudrière)
Population	- 403 811 habitants



	<ul style="list-style-type: none"><li>- 1 292 818 visites sur recyparcs</li><li>- 3 007 visiteurs des installations (2019)</li><li>- 143 585 visites du site internet</li><li>- 8 séances d'information « zéro déchet » (plus de 600 participants en 2019)</li><li>- 26 séances d'informations sur le compostage à domicile (plus de 360 participants)</li><li>- 1 formation guide composteur (11 guides formés)</li><li>- 7 395 élèves sensibilisés (2019)</li></ul>
--	---

**Tableau 2 :Interlocuteurs d'Ipalle**

### **2.3. Développement du compostage et indicateurs de performances**

Selon son dernier rapport d'activités, Ipalle a assuré en 2020 la formation de 360 participants en compostage à domicile (déchets organiques de cuisine et de jardin); la vente de 273 systèmes à composter; l'installation de 147 sites de compostage collectif et l'élaboration de 11 nouveaux guides composteurs. Le dernier guide pratique « RECYPARCS » d'Ipalle est apparu en mars 2021.

Les communes de la Wallonie Picarde disposent de plus de 300 sites de points d'apport volontaire de déchets et de 26 recyparcs qui ont un règlement précis d'accès, de réception et de collecte des déchets. Le processus de gestion des déchets dans cette région commence par la collecte sélective des déchets ménagers. Dans cette région, le compostage se fait principalement selon les techniques de compostage à domicile, pour les déchets ménagers organiques, ou de compostage industriel pour les déchets végétaux essentiellement. Le réseau de recyparcs génère chaque année une quantité impressionnante de déchets verts (plus de 20 000 tonnes par an) qui sont acheminés vers les centres de compostage situés à Ath, Templeuve et Thumaide,

Le processus de compostage de ces déchets commence dans des dalles (compostage en andain). Les dalles de compostage d'Ath et de Templeuve sont certifiées ISO 14001 et enregistrées EMAS (Management Environnemental vérifié BE-RW-10). L'activité de compostage du site de Thumaide est certifiée avec l'ensemble du site de Thumaide EMAS. Le produit résultant est un compost de qualité commercialisé sous le nom « Composal » (plus de 11 000 tonnes vendues en 2020).

Ainsi, cette voie de compostage industriel a été adoptée comme solution de valorisation des grandes quantités de déchets verts. Le compost fini est vendu en vrac ou en sacs de 50 litres, dans les recyparcs, aux agriculteurs, aux entrepreneurs paysagistes et aux particuliers. Les quantités de compost vendues en 2020 étaient de l'ordre de 3 358 Tonnes, 4 041 Tonnes et 3 700 Tonnes respectivement par les centres de Thumaide, d'Ath et de Templeuve.

### **2.4. Impacts socio-économiques**

Ipalle compte 381 collaborateurs divisés entre 339 hommes et 42 femmes, parmi lesquels 40 cadres et 341 non-cadres. Tout nouvel arrivant, salarié fixe ou temporaire, intérimaire ou stagiaire, est sensibilisé aux exigences du Système de Management Environnemental. Chaque année, l'ensemble du personnel d'Ipalle reçoit des formations et des informations relatives aux techniques d'exploitation, à la sécurité, à l'environnement, aux indicateurs d'exploitation, etc. En effet, un nombre de 5 529 heures de formation touchant 73% de l'effectif de collaborateurs, ont été assurées.

### **2.5. Leçons et recommandations**

La Wallonie picarde et Sud-Hainaut délèguent la gestion des déchets à Ipall, une intercommunale qui assure la sensibilisation et l'accompagnement des communes vers un territoire « zéro déchets ». Celle-ci qui adopte une approche qualité selon les référentiels internationaux a bien montré son efficacité en termes de développement du système de traitement et de valorisation des déchets principalement les déchets organiques.

Cette approche, avec le manque de moyens (financier, technique et ressources) des communes tunisiennes peut être un bon modèle à adopter au sein de notre système de valorisation.

### 3. Cas du Maroc

#### 3.1. Approche stratégique

Le développement socio-économique et la dynamique urbaine que le Maroc a connu ont encouragé le royaume à confronter son problème de déchets et à initier une réforme dans le secteur des déchets solides. Il a ainsi entrepris une politique de gestion volontariste en matière de développement durable et de protection de l'environnement, et a clairement annoncé sa volonté de développer le recyclage de déchets dans le respect de la dimension sociale et environnementale.

Depuis l'établissement en 1992 d'un département gouvernemental responsable pour l'environnement, plusieurs initiatives et développements ont émergé, comprenant ceux qui sont relatifs aux services professionnels de collecte, nettoyage et stockage des déchets ménagers. En 2006, le gouvernement a édicté la première Loi sur les Déchets Solides. Il a défini comme objectif stratégique de valoriser 20% des déchets générés à l'an 2020. Le concept de la hiérarchie de gestion des déchets adopté au Maroc suggère que l'option la plus efficace sur le plan environnemental est de réduire la production des déchets. Comme deuxième option, il a envisagé la réutilisation des produits et matériaux pour le même usage ou pour un usage différent. A défaut, il faudra chercher à valoriser les déchets à travers le recyclage, le compostage ou la production d'énergie. Si aucune de ces options n'est faisable l'enfouissement reste la solution ultime dans tout le processus d'élimination.

Bien que le Maroc dispose d'une panoplie de matières compostables, comme la fraction organique de DSM, les fumiers, les déchets verts agricoles générés par les cultures sous serre, et d'autres produits de grande valeur pour le compostage, la technique de compostage n'est pas encore très développée.

#### 3.2. Cadres politique, réglementaire et institutionnel :

Le Maroc est classé parmi les pays qui ont un arsenal juridique très développé en matière de gestion des déchets au niveau africain (la loi n° 78/00 portant Charte communale, la loi n° 79.00 relative à l'organisation des collectivités préfectorales et provinciales, la loi n° 47.96 relative à l'organisation de la région, la loi n° 28-00 première loi relative à la gestion des déchets solides et à leur élimination, la loi n° 54-05 du 14 février 2006 relative à la gestion déléguée des services publics et ses décrets d'application, le décret du 8 décembre 2009 relatif à la mise en décharge, la loi n° 12-03 relative aux études d'impact sur l'environnement et la loi cadre n° 99-12 portant Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable), mais cet arsenal reste insuffisant faute de décrets permettant sa mise en œuvre.

La loi n° 28-00 promulguée par le dahir n° 1-06-153 du 22 novembre 2006 Selon l'article 24 de ce dahir, les déchets inertes, les déchets ultimes, les déchets agricoles et les déchets industriels non dangereux doivent être déposés par leurs générateurs ou par les personnes autorisées à les gérer dans les lieux et les installations d'élimination désignés à cette fin par le plan directeur régional sous le contrôle des communes ou de leurs groupements concernés ainsi que des agents commissionnés à cet effet.

Les déchets agricoles biodégradables peuvent être valorisés ou éliminés dans les exploitations agricoles qui les produisent (article 28). Les communes ou leurs groupements peuvent alors, selon l'article 22, commercialiser le produit des déchets valorisés, les réutiliser à diverses fins ou les concéder à d'autres utilisateurs sous réserve que leurs caractéristiques et les modalités de leur réutilisation soient compatibles avec les exigences de préservation de la santé de l'homme et de la protection de l'environnement et conformes aux dispositions de la présente loi et ses textes d'application. En application des dispositions de la loi n° 28-00, notamment ses articles 10 et 11, le décret n° 2-09-683 du 6 juillet 2010 a été créé pour fixer les modalités d'élaboration du plan directeur régional de gestion des déchets industriels, médicaux et pharmaceutiques non dangereux, des déchets ultimes, agricoles et inertes et la procédure d'organisation de l'enquête publique afférente à ce plan. En 2012, ce décret a été complété par l'Arrêté n° 3413-11 du 20 décembre 2012 fixant les termes de références relatifs à l'élaboration du plan directeur régional de gestion des déchets industriels, médicaux et pharmaceutiques non dangereux, des déchets ultimes, agricoles et inertes.

La Loi-Cadre n° 99-12 portant Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable (promulgué par le Dahir n° 1-14-09 du 6 mars 2014) fixe les objectifs fondamentaux de l'action de l'Etat en matière de protection de l'environnement et de développement durable présentés sous forme de 35 articles dont :

- Article 8 (Titre II de la Protection de l'Environnement) : Dans le but de prévenir et de lutter contre toutes les formes de pollution et de nuisance, des mesures législatives et réglementaires sont prises. Parmi leurs objectifs, on cite particulièrement l'actualisation du cadre législatif relatif aux déchets dans le but du renforcement des aspects liés à la réduction des déchets à la source, à l'instauration d'un système de collecte sélectif des déchets, à la promotion des techniques de valorisation des déchets et l'intégration du principe de responsabilité élargie et à la gestion écologique des déchets dangereux.
- Article 17 (Titre III du Développement Durable) : Les systèmes d'éducation et d'enseignement, les programmes de formation et de formation professionnelle sont adaptés dans le but d'y introduire les principes et les orientations énoncés dans la présente loi-cadre et notamment d'y créer des disciplines spécialisées en matière d'environnement et de développement durable. La culture de la protection de l'environnement et du développement durable doit être une partie intégrante des cursus de savoir, de savoir-faire et de savoir-être dispensés dans le cadre desdits systèmes et programmes.
- Article 18 (Titre III du Développement Durable) : L'Etat, les collectivités territoriales, les établissements publics, les sociétés d'Etat et les entreprises privées encouragent et financent la mise en place de programmes de recherche/développement au service du développement durable et de l'économie verte.

Dans le même cadre, des conventions de partenariat et de collaboration ont été signées avec différentes régions. Parmi les programmes qui font l'objet de partenariats :

- Le programme national de valorisation des déchets (PNVD) qui vise à développer des systèmes de tri, de collecte et de valorisation des déchets, par le biais de projets pilotes visant à augmenter le niveau de recyclage à 30% d'ici 2022, tout en respectant la dimension sociale et environnementale, permettant la promotion de l'économie verte et la création d'emplois.
- Le Programme national de gestion des déchets ménagers et assimilés (PNDM) (2008-2022) mené en partenariat avec le ministère de l'intérieur, et dont l'objectif principal est l'augmentation du niveau de collecte à 90% en 2022, et le renforcement des capacités des acteurs locaux en matière de gestion des déchets. En outre parmi ses axes stratégiques, le PNDM vise le développement de la filière de « tri-recyclage-valorisation », avec des actions pilotes de tri, et ce pour atteindre un taux de 20 % du recyclage et la valorisation supplémentaire, sous différentes formes, d'au moins 30% des déchets générés à l'horizon 2022.

Afin de progresser dans l'application de la hiérarchie des modes de traitement des déchets pour relever le degré de la transition vers une économie circulaire, le Maroc a récemment adopté la Stratégie Nationale de Réduction et de Valorisation des Déchets. La SNRVD se veut opérationnelle en s'alignant aux stratégies, plans et programmes en cours de mise en œuvre, notamment le PNDM. Ses principaux objectifs stratégiques à l'horizon 2030 sont :

- (i) Atteindre un taux de recyclage des déchets ménagers et assimilés de 20% ;
- (ii) Atteindre des taux de recyclage des différents déchets des filières de 40 à 80%.

La SNRVD s'appuie aussi sur huit axes stratégiques dont :

- l'axe 1 : renforcement du cadre législatif et réglementaire relatif à la réduction-valorisation des déchets ;
- l'axe 2 : renforcement du cadre institutionnel ;
- l'axe 3 : financement de la gestion durable des déchets ;
- l'axe 7 : recherche et développement ;
- et l'axe 8 : communication, sensibilisation et éducation citoyenne.

Chacun de ces axes est décliné en actions stratégiques dont principalement :

- l'action 1 : Intégrer l'obligation de la Réduction à la source, la Réutilisation, le Recyclage et la Valorisation (3R-V) des déchets dans la réglementation nationale ;
- l'action 5 : Mettre en place un cadre normatif relatif à la qualité des produits issus du traitement et de valorisation des déchets;
- l'action 7 : Mettre en place une entité opérationnelle à portée nationale responsable de la

gestion durable des déchets dotée d'une autonomie financière (exemple : une agence nationale) ;

- l'action 12 : Renforcer les partenariats public-privé en faveur de la gestion et la valorisation des déchets ;

- l'action 25 : Promouvoir la recherche appliquée concernant les bonnes pratiques d'éco-conception des produits ;

- l'action 26 : Promouvoir la connaissance sur les procédés de recyclage et de valorisation des déchets.

### **3.3. Développement du compostage et indicateurs de performances**

Les quantités de déchets produites en Maroc sont de l'ordre de 7 millions de tonnes de déchets ménagers, 7 millions de tonnes de déchets de démolition, 1,5 million de tonnes de déchets industriels et 350.000 tonnes de déchets industriels dangereux dont seulement 8% sont valorisés par des plateformes relevant du secteur privé. En 2013, seulement moins de 1% des déchets municipaux sont compostés.

Le Maroc a ainsi envisagé l'amélioration du secteur de gestion des déchets solides via diverses mesures de renforcement financier, notamment par l'établissement de mécanismes de soutien financier pour l'investissement privé dans des projets pour le développement du recyclage et d'installations de compostage. En outre, une autre source de financement prévu pour développer les capacités techniques du secteur vient du projet MOROCOMP financé par le programme Life de l'Union Européenne. Par ailleurs, l'Etat du Maroc envisage aussi l'établissement de normes et standards de qualité nationaux pour les produits de recyclage comme le compostage des déchets verts et agricoles. En fait, le compostage est appliqué essentiellement aux déchets verts et agricoles, à la fraction biodégradable des déchets ménagers, et aussi aux boues d'épuration par la technique de compostage en tas.

Les projets pilotes de compostage des déchets verts dans différentes municipalités au Maroc n'ont toutefois pas bien réussi. Ce secteur est confronté à diverses difficultés opérationnelles et au problème fondamental de l'adaptation des techniques de compostage aux conditions spécifiques du pays. En fait, l'utilisation très limitée du compostage au Maroc et l'échec de l'unité principale de compostages ont dus à différents facteurs, dont la gouvernance et la politique inappropriées d'encouragement des investissements dans des projets de compostage, le manque d'études du marché et de politique de commercialisation, et aussi le manque de sensibilisation des ménages et des fermiers qui sont les fournisseurs principaux de déchets verts et agricoles, et le client final qui achètera le produit final.

### **3.4. Impacts socio-économiques**

Au Maroc, les activités de tri et de recyclage sont porteuses d'opportunités de création d'emplois à haute intensité de main d'œuvre. Ces emplois sont répartis pour chacune des filières

entre la collecte, le conditionnement et la valorisation dont le compostage. Cependant, quelques compagnies dans le secteur privé et dans des buts non lucratifs prennent les devants en posant les fondations de cette industrie. Dans ce cadre, le Secrétariat d'état chargé du Développement Durable a élaboré entre 2017 et 2020 des programmes d'appui de projets au profit d'associations pour la réhabilitation environnementale, notamment dans le cadre du PNVD. Parmi ceux-ci, un projet concernant la « Collecte et tri à la source des déchets solides et production de compost à partir de résidus de palmiers » a été mené en 2018 par l'Association Marocaine Assdikaa Nakhil.

Le centre de traitement et de valorisation des déchets d'Oum Azza à Rabat est considéré comme la plus grande décharge moderne du Maghreb (selon la banque mondiale), et la deuxième du pays après celle de Médiouna, qui valorise les déchets organiques par compostage, les matériaux étant récupérés pour recyclage et les résidus sont ensuite utilisés comme combustible pour les usines de ciment. Ce centre d'enfouissement et de tri, mis en service en 2008, fait travailler près de 150 personnes dont 22 femmes comme membres de la coopérative assurant le traitement de quantités annuelles d'environ 850 000 tonnes de déchets, pour un chiffre d'affaires d'environ 68 millions de dirhams en 2019. Après les opérations de recyclage, 60% des ordures ménagères sont alors valorisées, 100 000 tonnes de déchets verts sont compostées, et 2 200 tonnes de déchets solides sont revendues chaque année. Une autre coopérative regroupant près de 150 chiffonniers a été également installée dans la ville de Meknès sous l'exigence des autorités délégantes. Une unité de valorisation biologique de 3 000 m<sup>2</sup> a été prévue sur ce site pour produire du compost à partir de mélanges de déchets verts et de certains déchets organiques pour l'amendement des terres agricoles.

Par ailleurs et parmi ses activités pilotes dans le cadre du PNVD, le Ministère de l'Environnement a acquis en 2017 aux profits de petites collectivités des équipements de compostages : 64 composteurs de déchets organiques et 64 broyeurs de déchets verts. Ces composteurs de capacité de 25 kg/j et de durée minimale de compostage de deux jours au plus peuvent être mis en place aussi bien en milieu rural qu'urbain pour valoriser les déchets ménagers et agricoles.

Le volet de recherche contribue également au secteur de compostage notamment via l'élaboration du projet MOROCOMP piloté par l'Université marocaine Chouaib Doukkali avec d'autres partenaires. Le projet a mis en place un système de compostage innovant pour le traitement des boues produites par les stations de traitement des eaux résiduaires urbaines et celles d'épuration de l'eau potable et tout autre déchet organique biodégradable au Maroc. Dans le cadre de ce projet, une unité a été installée dans la région de Zemamra pour servir de pilote de démonstration au Maroc et dans les secteurs géographiques européens ayant les mêmes caractéristiques et faisant face à des problèmes similaires. La capacité globale de production de compost selon le procédé MOROCOMP en 2010 a été estimée à 83 000 – 140 000 Tonnes de matière sèche pour atteindre les 120 000 à 200 000 Tonnes en 2015. Ce compost est commercialisé en sacs de 50 kg au prix de 70 Dirham (ou 90 Dirham/50 kg de matière sèche) contre 60 Dirham/50 kg pour le compost de marc de café commercialisé au Maroc.

### 3.5. Leçons et recommandations

Le secteur des sous-produits des déchets verts et des déchets industriels, comme par compostage ou engrais organiques, a un grand potentiel mais il est encore à ses débuts au Maroc. Pour cette raison, les dernières recommandations d'experts en 2017 ont insisté sur la nécessité de promouvoir le traitement mécano-biologique des déchets, en particulier pour stimuler le recyclage et l'utilisation efficace des installations de compostage existants. Ainsi un arsenal juridique bien développé mais sans les outils et les programmes nécessaires à leur application, avec une vision stratégique floue l'approche ne peut mener qu'à des projets et des programmes sans objectif ni efficacité.

Il est à signaler que le Maroc ne s'éloigne pas de l'expérience Tunisienne en matière de valorisation des déchets organiques par compostage et même avec un peu de retard du point de vue activité de la société civile.

## 4. Analyse Financière : Cas des pays de l'Union européenne

L'analyse des publications de la Commission Européenne (Direction Générale de l'Environnement) sur les "Expériences réussies de compostage et de collectes sélectives" (2000) nous servira pour tirer les renseignements sur les expériences européennes. Il s'agit des cas d'exemples de six états : Espagne, France, Italie, Portugal, Irlande et Royaume Uni.

Le choix des expériences à analyser s'est basé sur un certain nombre de critères à savoir : disponibilité des données financières sur les dépenses d'investissements et d'exploitations, exploitation de la station (privée, association, collectivité), Coût d'investissement (Euro/foyers et Euro/habitants).

Les principales caractéristiques de ces différentes expériences sont présentées dans les tableaux suivants :

Pays	Site Localisation	Type d'opération	Foyers	Coûts d'établissement Euro	Coûts d'établissement Euro/foyers
Espagne	Baix Camp	Collecte sélective+ compostage centralisé	8 000	6 000 000	750
	Barcelone	Collecte sélective+ compostage centralisé	55 000	5 400 000	98
	Montejura	Collecte sélective+ compostage centralisé	23 000	4 000 000	174
France	Griande	Collecte sélective+ compostage centralisé	20 000	175 000	8.8
	Bapaume	Collecte sélective+ compostage centralisé	11 000	3 300 000	300
Irlande	Kerry Tralee	Collecte sélective+ compostage centralisé	1 766	193 000	109
	Limerick	Collecte sélective+	2 800	766 000	274



		compostage centralisé			
<b>Royaume Uni</b>	<b>Arun</b>	Compostage domestique	62 000	<b>21 000</b>	<b>0.34</b>
	<b>Castle</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	20 400	<b>225 000</b>	<b>11</b>
	<b>Wyecycle</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	1 000	<b>18 000</b>	<b>18</b>

**Tableau 3 : Expériences européennes : Investissement en capital Euro/foyers**

Il est à signaler que le coût d'établissement par foyer varie du simple au multiple d'un pays à un autre et d'une région à une autre dans le même pays. Cette variation est en relation directe avec le choix de la technologie du compostage à mettre en place et cela confirme l'idée de traiter les projets de compostage au cas par cas selon les spécificités et le contexte locale de la région. Le coût prend en considération la collecte et le centre de compostage et c'est la bonne approche pour estimer le budget nécessaire à l'implantation d'un projet de compostage du fait de la spécificité des déchets et des exigences pour que ce soit accepté dans l'usine de compostage.

Le coût nécessaire pour le compostage individuel est très faible par rapport au compostage centralisé mais dans une région où la politique consiste à favoriser le compostage individuel la quantité de déchets prévue pour l'usine de compostage diminue et le projet risque d'être déficitaire.

<b>Pays</b>	<b>Site Localisation</b>	<b>Type d'opération</b>	<b>Habitants</b>	<b>Coûts d'établissement Euro</b>	<b>Coûts d'établissement Euro/habitants</b>
<b>Italie</b>	<b>Padova</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	205000	<b>2200000</b>	<b>10.7</b>
<b>Irlande</b>	<b>Cork</b>	Compostage des déchets verts	280000	<b>41529</b>	<b>0.15</b>
<b>Portugal</b>	<b>Amtres</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	150000	<b>57500</b>	<b>0.38</b>
	<b>LIPOR</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	50000	<b>5400000</b>	<b>108</b>

**Tableau 4 : Expériences européennes : Investissement en capital Euro/habitants**

La lecture de ce tableau nous permet une autre fois de confirmer que chaque projet de compostage dépend du contexte local dans lequel il est installé.

<b>Pays</b>	<b>Site Localisation</b>	<b>Type d'opération</b>	<b>Quantité de déchets organiques collectés t/an</b>	<b>Quantité de compost produit t/an</b>	<b>Coûts de fonctionnement Euro</b>	<b>Coûts de fonctionnement Euro / tonne</b>
<b>Espagne</b>	<b>Baix Camp</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	<b>4000</b>	<b>360</b>	<b>180000</b>	<b>45</b>
	<b>Barcelone</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	<b>10700</b>	<b>2000</b>	<b>1155600</b>	<b>108</b>
	<b>Montejura</b>	Collecte sélective+ compostage centralisé	<b>10000</b>	<b>2000</b>	<b>2220000</b>	<b>222</b>

France	Gironde	Collecte sélective+ compostage centralisé	36000	24000	720000	20
	Niort	Collecte sélective+ compostage centralisé	8500	4500	259250	30.5
	Bapaume	Collecte sélective+ compostage centralisé	6000	2500	234000	37-41
Irlande	Limerick	Collecte sélective+ compostage centralisé	950	450	15200	16
Portugal	Amtres	Collecte sélective+ compostage centralisé	250000	15000	4375000	17.5
	LIPOR	Collecte sélective+ compostage centralisé	30000	29000	255000	8.5
Royaume Uni	Castle	Collecte sélective+ compostage centralisé	5000	3000	102500	20.5
	Wyecycle	Collecte sélective+ compostage centralisé	250	70	22250	89

Tableau 5 : Expériences européennes : Dépenses d'exploitation

Suite à la lecture du tableau ci dessus, nous remarquons que le coût de fonctionnement unitaire (par tonne de déchets organiques collecté) diminue lorsque le centre de compostage a une capacité de plus en plus élevée et fonctionne correctement à plein temps et produit une quantité de compost presque la moitié de la quantité réceptionnée. La moyenne de ce coût unitaire oscille entre 20 et 30 Euro.

Les coûts de fonctionnement élevés sont dus aux coûts de collecte et aux choix des technologies nécessitant beaucoup d'entretien et de pièces de rechanges ainsi qu'aux ressources nécessaires à la main d'œuvre et aux suivis et contrôles.

Pays	Site	Qté compost t/an	Revenu Euro / t	Prix de vente Euro/tonne
Espagne	Baix Camp	360	1,1	12
	Barcelona	2 000	5,6	24-36
	Montejura	2 000	1,2	11-15
France	Gironde	24 000	10-43	11-43
	Niort	4 500	non vendu	non vendu
	Bapaume	2 500	6-9	9,15
Italie	Cupello	-	non vendu	non vendu
	Monza	-	non vendu	non vendu
	Padova	-	18,7	7,5 pour jardins. - Gratuit pour mise en valeur
Irlande	Cork	-	non vendu	non vendu
	Kerry Tralee	-	non vendu	non vendu
	Limerick	450	non vendu	non vendu
Portugal	Amtres	15 000	20 -50	20 vrac 50 EUR/t en sacs
	Porto LIPOR	29 000	25	25
Royaume Uni	Castle Morpeth	3 000	15,2	38
	Wyecycle	70	7,2	15 EUR /m3 en vrac 4,5 EUR sac 30kg (15EUR /4sacs )

Tableau 6 : Expériences européennes : Prix de vente et revenus

La première remarque après la lecture du tableau c'est qu'un bon nombre de compost produit dans les usines de compostage en Irlande, en Italie et en France n'est plus vendu à cause d'une qualité médiocre du compost, d'une concurrence accrue des produits semblables ou bien d'absence de besoins dans la région et les usines de compostage restent des unités de traitement et de stabilisation des déchets plus que des unités de valorisation.

Pour les unités de compostage qui fonctionnent dans les règles de l'art la vente est à 10 à 20 EUR la tonne en vrac et 50 à 80 EUR ou plus en sacs. Les revenus sont de plus en plus élevés que la capacité de l'usine et de plus en plus importante.

#### 4.1. Compostage en Baix camp de l'Espagne

L'opération concerne un territoire de 695 km<sup>2</sup> et concerne 25 000 personnes, soit 8 000 foyers. L'opération comprend une collecte sélective de la fraction fermentescible des ordures ménagères auprès des foyers, en porte-à-porte, et une collecte des déchets biodégradables de producteurs importants de déchets (hôtels, écoles, marchés, industrie, etc.) et de déchets verts, le transport des déchets jusqu'au centre de compostage et les opérations compostage effectués en tas, à ciel ouvert.

Durant les deux ans et demi de fonctionnement du site, environ 7 000 tonnes de déchets de cuisine et 3 000 tonnes de déchets verts ont été collectées et 900 tonnes de compost produites à l'usine.

##### Coûts d'investissement :

Plate-forme de compostage : 5 millions d'EUR divisés en 3,6 millions d'EUR pour la construction et en 1,4 million d'EUR pour l'équipement

Achat du terrain : 420 000 EUR

L'investissement en capital a été avancé par le gouvernement de Catalogne (environ 70%) et le Conseil de Baix Camp (environ 35%). Le gouvernement de Tarragone a apporté une contribution modeste en fournissant un véhicule pour la collecte. L'investissement en capital par foyer (750 Euro/foyers) pour la station de compostage de la région de Baix camp est le plus élevé. L'investissement pour la construction est de l'ordre de 3,6 millions d'euro, qui représente 72% de l'investissement de la plateforme et 66% de l'investissement total.

##### Coûts d'exploitation :

Désignations	Montant en Euro	%
Coûts opérationnels	90000	50%
Coûts salaires	54000	30%
Coûts associés assurances, traitement des rejets	36000	20%
<b>Coûts annuels d'exploitation</b>	<b>180000</b>	<b>100%</b>

Tableau 7 : Baix camp : Détails des dépenses annuelles d'exploitations

Personnels employés par la plate-forme : 1 employé qualifié et 2 employés non qualifiés. Les coûts d'exploitation sont couverts par deux sources. Une première source est une taxe à taux fixe perçue par la municipalité sur chaque foyer et dont environ 20 Euro sont alloués au traitement de la

fraction fermentescible des ordures ménagères. L'autre source de financement est la taxe fixe sur les déchets qui est payée par les municipalités situées hors de la Région de Baix Camp et s'élevant à 20 Euro par tonne de déchets biodégradables.

**Prix du compost :**

Le prix couramment pratiqué est de 12 Euro par tonne. Pour des raisons de promotion, le compost a été initialement distribué gratuitement. Le compost est considéré comme trop cher par les agriculteurs (il y a un excès de fumier disponible dans la région) et plutôt bon marché par les jardiniers privés.

**Conclusion :**

Le budget d'investissement, notamment l'investissement en construction est très élevé pour le traitement d'une petite quantité de déchets organiques (400t/an soit 1,1t/jour) et production d'une faible quantité de compost (moins de 1t/jour). Le centre de compostage est une unité de traitement de déchets organiques plus qu'un projet de valorisation.

Le produit fini nécessite une étude de marché pour bien cibler une clientèle potentielle, notamment avec l'existence d'un produit concurrent. Le prix de vente du compost n'arrive pas à couvrir le coût de revient, ce qui implique l'application des taxes qui sont perçues auprès des foyers et des municipalités situées hors de la région. Le succès de cette expérience s'explique par une campagne de publicité efficace et le soutien politique des élus.

**4.2. Compostage en Barcelone de l'Espagne**

L'opération couvre une région de 113 Km<sup>2</sup>. Ce sont 137 000 habitants, soit 37 000 foyers répartis dans quatre municipalités qui sont concernés. L'opération comprend une collecte sélective de la fraction fermentescible des ordures ménagères en porte-à-porte, ainsi qu'une collecte en porte-à-porte des déchets de jardin et des déchets organiques de producteurs importants (actuellement les quarante marchés d'alimentation de Barcelone).

Environ 10 700 tonnes de déchets organiques par an sont traitées en tunnels de compostage dans une usine de compostage centralisée.

**Coûts d'investissement :**

Plate-forme de compostage : 3,2 millions d'Euro alloués à parts égales pour les constructions et les machines. L'extension prévue a été évaluée à 2,2 millions d'Euro.

L'équipement pour la collecte a été fourni par les municipalités participantes.

L'investissement en capital a été ainsi réparti : 22% par la Commission Européenne par le biais du DEDER, 56% par les sources gouvernementales (région métropolitaine, gouvernement provincial de Barcelone) et la part restante en financement privé par la société propriétaire de l'usine de compostage.

## Coûts d'exploitation

Désignations	Montant en Euro	%
Salaire	462240	40%
Eau et énergie	138672	12%
Entretien extérieur	404460	35%
Entretien intérieur	115560	10%
coûts associés	34668	3%
<b>coûts annuels d'exploitation</b>	<b>1155600</b>	<b>100%</b>

Tableau 8 : Barcelone : Détails des dépenses annuelles d'exploitations

C'est une société privée qui est responsable de l'exploitation. Le coût du traitement est de 108 Euro / tonne de déchets organiques collectés. La société qui dirige l'usine partage le personnel avec d'autres sites mais dans l'usine de Castelldefels, le niveau équivalent d'employés représente : un directeur, un membre du personnel administratif, un commercial, un employé de laboratoire et cinq autres employés répartis en deux équipes. Les coûts de la collecte sont couverts par les municipalités.

Les coûts d'exploitation sont couverts par deux sources. Les municipalités perçoivent une taxe auprès des foyers pour la collecte (42-48 Euro) et le traitement des déchets (18 Euro/t). L'autre source de financement est la taxe payée sur le poids du bois délivré à l'usine (18 Euro /t) et le revenu perçu sur les ventes de compost qui est actuellement d'environ 60 000 Euro.

### Prix du compost

Le compost est vendu aux jardins privés, aux pépinières commerciales et aux détaillants. Le prix actuel du compost se situe entre 24 et 36 Euro/tonne en fonction de la qualité demandée. Le prix des produits équivalents utilisés par les pépiniéristes, par exemple la tourbe, représente environ le double.

### Conclusion :

L'investissement en capital par foyer (98 Euro/foyers) pour la station de compostage de la région de Barcelone est nettement moins élevé par comparaison au ratio de la région de Baix camp. Ceci est expliqué par le montant moins élevé qui est dépensé en construction et par le fait que l'équipement pour la collecte a été fourni par les municipalités participantes.

L'exploitation de la station est confiée à une société privée qui partagent le personnel (40% des couts d'exploitation) avec d'autres sites de la société, et ce dans le but de maitriser les couts d'exploitation. Les quantités du compost produit sont faibles par rapport à la quantité des déchets collectés et les remarques sur le financement de l'exploitation sont valables que pour la station de Baix camp.

Le succès enregistré par l'opération s'explique par l'enthousiasme du personnel de la région métropolitaine et l'expérience de la compagnie en charge du compostage.

### 4.3. Compostage en Cork de l'Irlande

Le broyage des déchets verts est géré par le conseil du county de Cork. L'opération a commencé en 1998 et porte sur un service de compostage de déchets verts pour les 280 000 habitants du county. L'opération fonctionne en premier lieu dans les décharges du conseil du county

et les sites d'équipement collectif. Les habitants peuvent amener leurs déchets verts dans des endroits aménagés pour le recyclage, à certaines dates précises.

Environ 1 000 tonnes de déchets par an sont collectées et broyées. Le succès de cette opération s'explique par le soutien de la population.

**Coûts d'investissement :**

**Broyeur :** 32 600 Euro

**Aménagement du camion :** 8 890 Euro

L'investissement en capital par habitant (0,15 Euro/habitants) pour la station de compostage des déchets verts du county de Cork est le moins élevé. L'investissement consiste à l'acquisition des broyeurs qui représente 79% de l'investissement total et à l'aménagement du camion pour un montant de 8 890 Euro, représentant ainsi 21% de l'investissement total.

**Conclusion :**

C'est une action d'aménagement de petite taille plus qu'un projet de compostage. Les coûts d'investissement et de fonctionnement sont loin d'être ceux indiqués dans les tableaux, plusieurs coûts sont supportés par le conseil du county de Crok et ne sont pas affichés dans les tableaux.

**4.4. Compostage en Tralee de l'Irlande**

L'opération de compostage de Tralee est gérée par le conseil du county de Kerry. Les déchets de cuisine et de jardin ainsi que les journaux font l'objet d'une collecte sélective et sont compostés de façon centralisée. À Tralee, 1 766 foyers (une population d'environ 5 600 habitants) sont concernés par l'opération. Environ 500 tonnes/an de déchets biodégradables sont collectées dans le cadre de l'opération. Le succès de l'opération est dû à la qualité de la campagne d'information et au fait que le conseil du county a consacré les ressources nécessaires à l'introduction du compostage.

**Coûts d'investissement :**

Les dépenses en capital qui s'élèvent à 170 000 Euro comprennent la construction de la plate-forme de compostage et les travaux auxiliaires 55 000 Euro, l'achat de 2 000 poubelles roulantes 74 000 Euro et l'achat d'équipement de compostage 41 000 Euro. L'investissement dans l'acquisition des équipements de collecte représente 44% de l'investissement total, contre 32% pour la construction de la plate-forme de compostage et 24% pour l'achat des équipements de compostage.

**Coûts d'exploitation :**

Désignations	Montant en Euro	%
Coûts collecte (equip, personnel, supervision)	51000	43%
Compostage (equip, personnel, supervision)	51000	43%
Publicité	14000	12%
Consultants	2540	2%
<b>Coûts annuels d'exploitation</b>	<b>118540</b>	<b>100%</b>

Tableau 9 :Tralee: Détails des dépenses annuelles d'exploitations

Un coût de fonctionnement par tonne de 237 Euro, y compris les coûts de collecte 101 Euro, les coûts de traitement 101 Euro et les frais divers 35 Euro. Une taxe à réception de 41 Euro par tonne est imposée, ce qui laisse 197 Euro par tonne non couverts par les recettes. Un essai sera prochainement effectué pour réduire les services de collecte à un service hebdomadaire en alternance. Le coût supplémentaire de 101 Euro par tonne de la collecte supplémentaire sera alors évité.

**Conclusion :**

C'est un projet de compostage de petite taille avec une initiative du conseil du contry de Kerry. Les coûts comprennent ceux de collecte et de compostage. Et le compost produit n'est pas vendu.

Une quantité collectée de déchets biodégradables de 500 tonnes/an (environ 1.5 tonnes/jour) s'avère insuffisante pour rentabiliser un investissement de 170 000 euros et un coût de fonctionnement de 237 euro/tonne. Ce qui montre l'importance du gisement des déchets à collecter pour rentabiliser les stations de compostage à travers les effets d'échelles.

En plus, un coût de collecte élevé a un impact important sur le coût de revient du produit fini et par la suite risque de nuire sa commercialisation.

#### **4.5. Compostage en Arun du Royaume Uni**

L'opération de compostage domestique du conseil du district d'Arun est gérée par le conseil du district d'Arun en association avec un fabricant de composteurs. Le territoire couvert s'étend sur 23000 hectares dans les limites du district et l'opération concerne environ 140 000 habitants (62 000 foyers).L'opération porte sur le compostage domestique. Des composteurs sont vendus aux particuliers pour une utilisation à domicile. Durant la première année du projet, 3 600 composteurs ont été vendus.Le succès de l'opération est dû à une bonne publicité et au désir de la population locale.

**Coûts d'investissement :**

Coût par composteur : Coût total :31 350 Euro

Ménage : 30 Euro,

Subvention du conseil : 7,5 Euro,

Prix total du composteur : 37,50 Euro

L'investissement consiste à subventionner l'acquisition de chaque composteur a raison de 7,50 Euro. Pendant la deuxième vente organisée, la subvention sur chaque composteur a été payée par un fonds de partenariat auquel participent les contractants du conseil pour le traitement des déchets.

**Conclusion :**

Un cas d'exemple du compostage individuel qui peut réussir en Tunisie si le contexte local est semblable. A prendre en considération mais n'est plus référence pour notre cas d'étude.

#### **4.6. Compostage de Wyecycle (association à but non lucratif) en Royaume Uni :**

L'opération de compostage de la communauté de Wyecycle a constitué la première expérience de collecte sélective des déchets biodégradables au Royaume-Uni. Elle est gérée par une association à but non lucratif - Wyecycle. L'opération couvre les deux communes (parish) de Wye et de Brook, soit un total de 1 000 foyers. Les déchets biodégradables de cuisine et de jardin font l'objet d'une collecte sélective et sont compostés au site de la communauté. Le centre reçoit environ 50 tonnes de déchets de cuisine et de 150 à 200 tonnes de déchets de jardin par an. Il produit à peu près 70 tonnes de compost par an.

##### **Coûts d'investissement :**

L'opération de compostage de la communauté de Wyecycle présente un ratio d'investissement en capital par foyers de l'ordre de 18 Euro/foyers. L'investissement dans l'acquisition des équipements de collecte représente 92% de l'investissement total. En effet, le tracteur d'occasion utilisé pour la collecte des déchets de jardin a coûté 12 000 Euro et les conteneurs de transport, acquis également d'occasion, 1 500 Euro chacun. Le van, également acheté d'occasion, a coûté 3 000 Euro et devrait fonctionner au moins deux à trois ans.

##### **Prix du compost :**

Le compost est vendu aux habitants des deux petites communes de Wye et de Brook. Il est soit emballé et commercialisé dans une quincaillerie locale qui commande directement à Wyecycle chargée de la délivrance du produit, soit le compost est vendu sur le site en vrac. Le compost est emballé dans de vieux sacs à fertilisant et vendu par lots de 30 kg. Le prix est de 4,50 Euro par sac et de 15 Euro pour quatre sacs. En vrac, le prix s'élève à 15 Euro par mètre cube.

##### **Conclusion :**

Un cas d'exemple de petit projet géré par une association. Un exemple modèle dans son contexte qui peut être entrepris en Tunisie avec un encadrement et un contrôle des institutions compétentes.



## **CHAPITRE III : EXPERIENCES NATIONALES EN COMPOSTAGE**

### **1. Potentiel des déchets organiques valorisables**

Le Ministre chargé de l'Environnement à travers ses diverses structures a lancé à l'échelle nationale plusieurs études afin d'évaluer l'envergure du gisement constitué par les déchets organiques et de chercher les modes appropriés pour leur valorisation, profit pouvant être partagé par les différents acteurs de cette filière qui permet de contribuer à la fois à la protection de la qualité de la vie et à la création de nouvelles sources de revenus. Cet objectif est d'autant plus important qu'il s'inscrit dans un espace à trois dimensions qui touche à la fois à l'environnement, aux structures socio-économiques et aux institutions publiques.

Ces déchets proviennent de plusieurs secteurs de production dont les plus importants sont le secteur agricole, le secteur agro-industriel et certains secteurs de service et de production, le service communal, l'assainissement, l'hôtellerie et la restauration en l'occurrence.

L'estimation des gisements correspondants est évaluée comme suit :

#### **1.1. Secteur agricole**

Environ 2.245.380 T/an de biomasse issue essentiellement de l'activité agricole sont générés annuellement. Le gisement essentiel pour ce type de déchet est constitué par les résidus de l'arboriculture (oliviers et arbres fruitiers), essentiellement formés de produits de la taille et en particulier de bois de taille dont le rapport C/N moyen s'articule autour de 55.

Cette estimation constitue le potentiel exploitable qui représente près de 50% de la masse collectée dont la moitié reste encore utilisée pour d'autres fins utiles.

##### **1.1.1. Déchets d'élevage de bétail**

La production totale de fumier, toutes espèces confondues a été estimée en 2004 à 2.246.837 T/an (Source : Annuaire des statistiques agricoles, 2003, Novembre 2004).

L'étude sur la valorisation énergétique des déchets de fermes d'élevage en Tunisie (Juin 2009) montrent que les potentialités à l'échelle nationale de l'ensemble des ruminants en terme de déjections animales est évalué annuellement à 4.799.562 tonnes composés principalement de 44.45% bovins, 45.33% ovins et 10.2 % caprins. Cependant, ce gisement théorique n'est exploitable qu'à environ 50% vu que le cheptel est élevé principalement en système extensif.

Soit un potentiel exploitable de 2.666.503 T/an répartie comme suit :

Espèce	Quantité produite (T/an)	Potentiel exploitable (T/an)
Bovin	2.133.790	1.333.618
Ovin	2.175.765	1.087.882
Caprin	490.007	245.003
Total	4.799.562	2.666.503

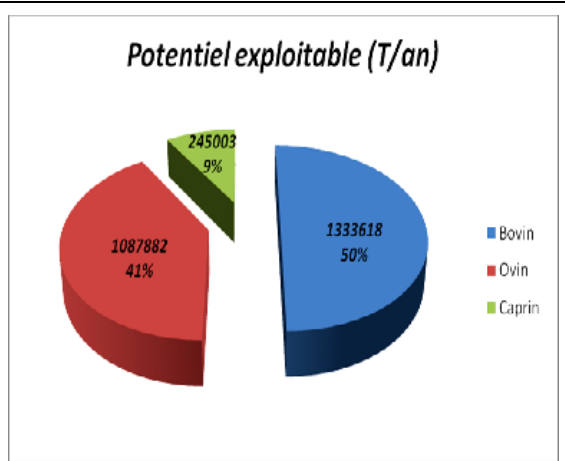


Tableau 10 : Déchets d'élevage de bétail

### 1.1.2. Déchets d'élevage de volaille

La production totale de fientes est estimée à environ 604.000 T/an répartis en 378.000T/an environ sous forme de lisier liquide facilement valorisable par biométhanisation et 226.000 T/an entant que fientes sèches facilement valorisables par compostage. Cette répartition selon l'origine est consignée sur la figure suivante.

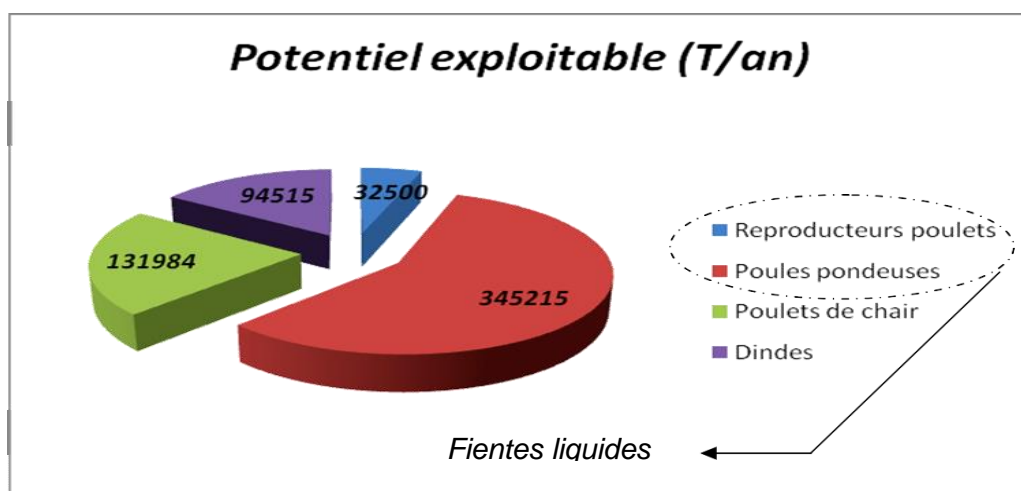


Figure 13 :Potentiel exploitable (T/an)

## 1.2. Secteur Agro-industriel

### 1.2.1. Les déchets des abattoirs de bétail et de volaille

La production totale de cette catégorie de déchets est estimée actuellement à près de 76.830 T/an répartis en 29.250 T/an pour les abattoirs de bétail et 47.580 T/an pour les abattoirs de volaille géographiquement concentrés en majeure partie entre le Grand Tunis et les Gouvernorats de Nabeul, Sfax et Monastir.

Ces déchets caractérisés par une nature animale dominante et forte fermentescibilité ne peuvent être compostés seuls en phase aérobie, en raison de leur humidité importante et de leur mauvaise tenue structurale. Un élément structurant est nécessaire pour la valorisation de ces déchets en compostage. Plusieurs essais ont été réalisés au CITET et valorisés chez des entreprises

privées.

### 1.2.2. Les déchets et sous –produits des huileries

Les quantités de déchets produits annuellement par l'industrie oléicole sont estimés à 1.815.000T/an se déclinent comme suit :

Type de déchet	Etat physique	Quantité (T/an)
Margine	Liquide	1.000.000
Grignon	Solide	600.000
Boue de trituration	Liquide visqueux	145.000
Feuille d'olivier	Solide	70.000

Tableau 11 : Les déchets et sous-produits des huileries

### 1.2.3. Les déchets de conditionnement et de conserveries de fruits et de légumes

La branche des conserves alimentaires occupe une place importante dans le secteur des industries agroalimentaires. En effet, elle permet :

- De valoriser une partie importante de la production agricole ;
- D'assurer l'approvisionnement régulier du marché local en des produits de base tels que le Double Concentré de Tomate (DCT) et la harissa et des produits de consommation modérée tels que les conserves de fruits et les jus.

La quantité de déchets issue exclusivement de cette activité est estimée à environ 6.000 T/an. L'évaluation du gisement des déchets provenant des conserveries de fruits et de légumes (les tomates en particulier) est actuellement estimée à 39.500T/an concentré à plus de 65% sur la région du Grand Tunis et le gouvernorat de Nabeul.

Par ailleurs, le traitement de la production viticole dégage près de 10.557T/an de marc de raisin dont 75% est localisé dans la région du Cap Bon. 10% environ sont destinés pour l'alimentation du bétail ce qui porte le gisement valorisable à 9.500 T/an.

Etant comestibles, ces déchets font actuellement l'objet d'une valorisation en alimentation animale. Des méthodes simples de compostage permettent, à défaut de trouver des débouchés nobles en alimentation, de résoudre sur place le problème, tout en diminuant les coûts de transport et de mise en décharge. Ces coûts d'élimination peuvent, en effet, être éventuellement compensés par l'obtention de composts faciles à produire, riches en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg) et bien assimilés par les plantes.

En termes de quantités de déchets valorisables, le gisement provenant de cette branche de l'industrie Agro-alimentaire s'élève à un total de 49.000 T/an.

### 1.3. Secteur de service

#### 1.3.1. Service communal

Ce secteur produit essentiellement des déchets verts issus du jardinage et des activités d'entretien des espaces verts urbains non forestiers (gazons, taille des arbres de clôtures et d'alignement et arbustes, fleurs etc.) et forestiers (déchets d'entretien et d'élagage). La quantité totale de cette catégorie des déchets est de l'ordre de 31.500T/an en majeure partie (plus de 30%) est concentrée sur la région du Grand Tunis, le reste est répartie principalement entre les zones à vocation touristique tel que Nabeul, Sousse, Monastir, Bizerte et Sfax.

Les déchets verts provenant de la commercialisation des légumes et fruits au sein des marchés municipaux et des marchés de gros comportent essentiellement des déchets végétaux (fanés de légumes, légumes avariés ou périmés) se prêtant bien à la fermentation et par suite à la valorisation aussi bien énergétique que matière. La quantité totale produite par l'ensemble des marchés est évaluée à environ 17.500T/an. Produit de façon régulière et durable dans des sites géographiquement bien localisés et en dépit de la modestie quantitative, ce gisement s'avère intéressant d'autant plus qu'il ne nécessite pas de grandes opérations annexes, en particulier de tri. Ceci porte la quantité totale émanant de ce type de service à environ 49.000 T/an.

Les communes appuyées par les services de L'APAL ainsi que les hôteliers procèdent annuellement au nettoyage des plages. D'après l'APAL qui en fait un suivi, les prévisions des quantités de déchets de plantes marines collectées dans les plages par les services communaux s'élèvent à environ 200.000T/an, potentiel considéré mobilisable.

#### 1.3.2. Service d'hôtellerie et de restauration

Les déchets générés par ce type de service et provenant essentiellement des activités hôtelières, des hôpitaux et cliniques privées, des restaurants universitaires et des réfectoires sont composés essentiellement par :

- Les Huiles et les Graisses végétales usagées caractérisées par une DCO et un pouvoir calorifique importants sont évaluées à environ 7.650 T/an.
- Les déchets de cuisine et du reste des repas servis caractérisés par une forte fermentiscibilité due à une présence significative de matière organique d'origine variée sont évalués à environ 61.000 T/an répartis comme suit :

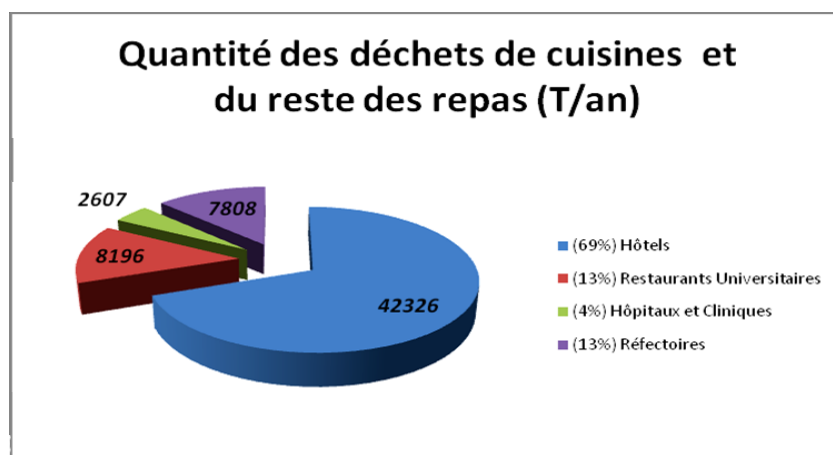


Figure 14. Déchets de cuisine

### 1.4. Service d'assainissement

Toutes les grandes villes et les villes côtières de la Tunisie sont équipées de STEP. La majorité des villes moyennes sont également équipées de STEP. Certaines localités urbaines sont aussi dotées de petites stations d'épuration. Près de 90% du volume des eaux usées sont traitées par boue activée. Une seule STEP, celle de Choutrana, est dotée de digestion anaérobie des boues avec cogénération.

La quantité totale de boues produite est actuellement évaluée à environ 500.000 T/an, 40% environ de la quantité produite à l'échelle nationale serait concentrée sur la région du Grand Tunis.

### 1.5. Résumé

Le potentiel en déchets organiques valorisables émanant des secteurs précités connus pour être des plus producteurs de cette catégorie de déchet est globalement estimé à 8.100.000T/an dont près de 70% issus du secteur agricole, 24% du secteur agro- industriel et 6% du secteur de service. Cette répartition est consignée sur les figures ci- après présentées.

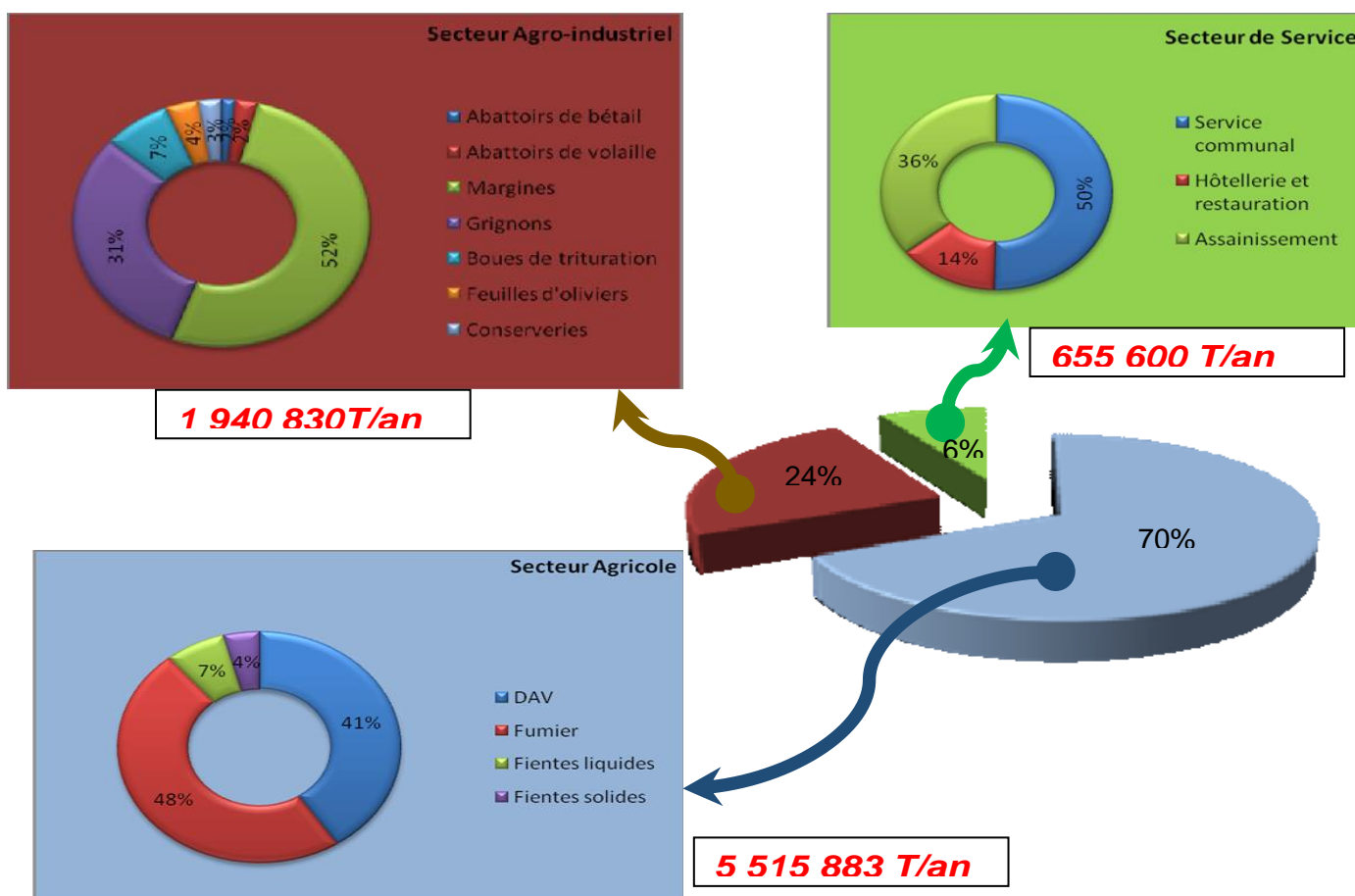


Figure 15. Répartition du potentiel Déchets organiques

Cette valorisation qui s'avère porteuse en matière de développement des énergies renouvelables et de l'amélioration de la valeur agronomique du vivier constitué par certains effluents et déchets offre une alternative de choix et un créneau très important à explorer pour, réduire la mise en décharge et par conséquent augmenter la longévité des centres d'enfouissement techniques, offrir une meilleure protection des ressources naturelles et créer de la valeur ajoutée.

La répartition géographique des potentiels accessibles pour la valorisation par compostage sont consignée sur les figures 17 suivantes :

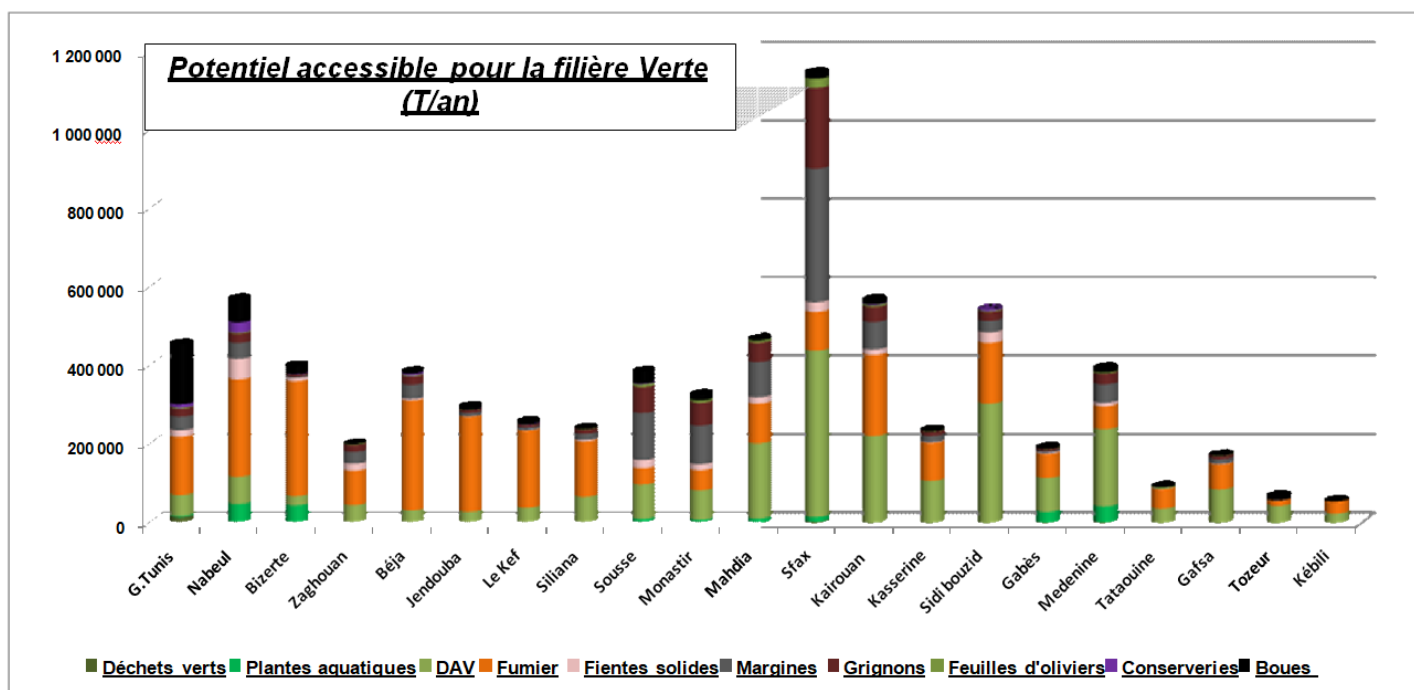


Figure 16. Répartition géographique des potentiels accessibles pour le compostage

## 2. Valeur ajoutée

Si l'on exclut les margines et les grignons du potentiel à valoriser par compostage, le niveau du gisement baisse à 5.800.000T/an. La quantité de compost pouvant être produite à l'échelle nationale serait de l'ordre de 2.850.000 T/an.

L'étude du plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage a permis d'identifier les besoins en fumure organique à l'échelle nationale qui relève un déficit global supérieur à 50% tout type de culture confondu.

La seule source potentielle de MO disponible sur le marché Tunisien est le fumier. L'offre totale étant de l'ordre de 1.200.000T/an. La seule solution envisageable pour combler ce déficit serait de produire du compost à partir de ce potentiel en déchets organiques. A titre d'exemple, et selon le cahier des charges type (Tunisie) et les exigences des labels bio, le compost certifié demeure actuellement le fertilisant le plus accessible aux agriculteurs biologiques ce qui nécessite la création d'un marché local pouvant subvenir à leurs besoins à des prix compétitifs et s'affranchir des problèmes aussi bien administratives que financières.

Sur la base du prix de vente actuel du compost qui s’articule autour de 100 à 150 DT (moyenne 175DT), ainsi que le niveau du profit dégagé est donné dans le tableau suivant :

Potentiel DO valorisable (T/an)	Quantité compost (T/an)	Valeur économique (TND/an)	Profit Dégagé (TND/an)	Débouchés potentiels
5 800 000	2850 000	498 750 000	174 562 500	Agriculture biologique, Cultures irriguées, Pépinieristes, Jardinage domestique, Amendement des espaces verts

Tableau 12. Profit possible du potentiel des DO valorisable par compostage.

Si l’on considère dans les cas les plus défavorables que seul 5% du potentiel est réellement saisissable pour une valorisation par compostage, Ceci pourrait entraîner un profit annuel net de 9MDT et par conséquent des chiffres d’affaires pour d’éventuelles installations de projets géographiquement ventilé sur le territoire comme suit :

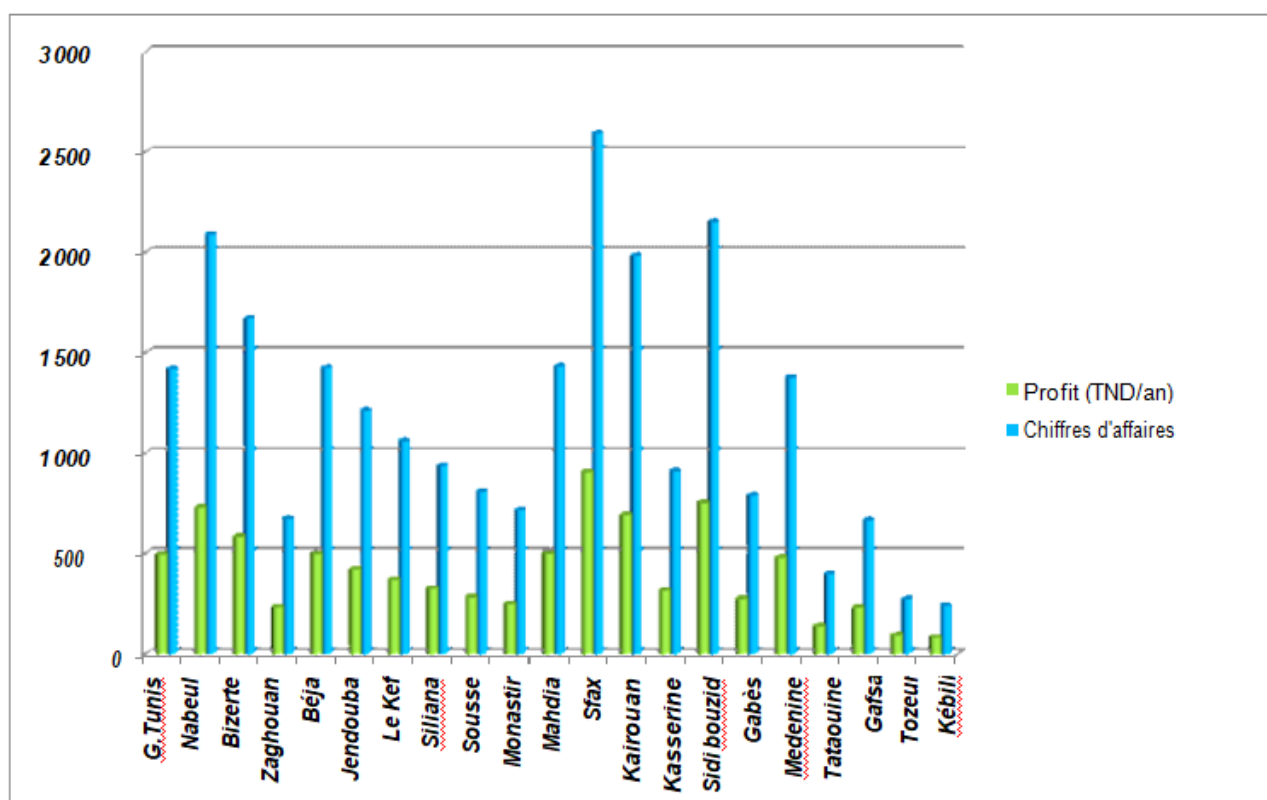


Figure 17. Ventilation géographique du profil et des chiffres d'affaires

Ceci est de nature à pouvoir justifier l’implantation de plusieurs projets et de ressortir les zones potentielles où l’on peut prévoir l’installation d’unités de grandes, moyennes ou de faible tailles en fonction de la richesse du vivier, de l’envergure des moyens financiers à mettre à disposition et de ce qu’il peuvent induire en terme de profit.

Là où le gisement est important par rapport au besoin, il serait judicieux de mettre en place de petits projets qui pourront ponctuellement satisfaire les besoins en amendement par compostage. Dans le Cas contraire, il serait plutôt plus intéressant de faire valoir l'économie d'échelle et de favoriser des installations de grande ou de moyenne capacité.

La figure suivante présente une répartition probable des unités possible pour la valorisation des déchets organiques par compostage de différentes tailles selon le potentiel de déchets existant localement.

Ce graphique montre bien que la Région de Kairouan s'adapte bien à l'implantation d'une unité de compostage de grande capacité.

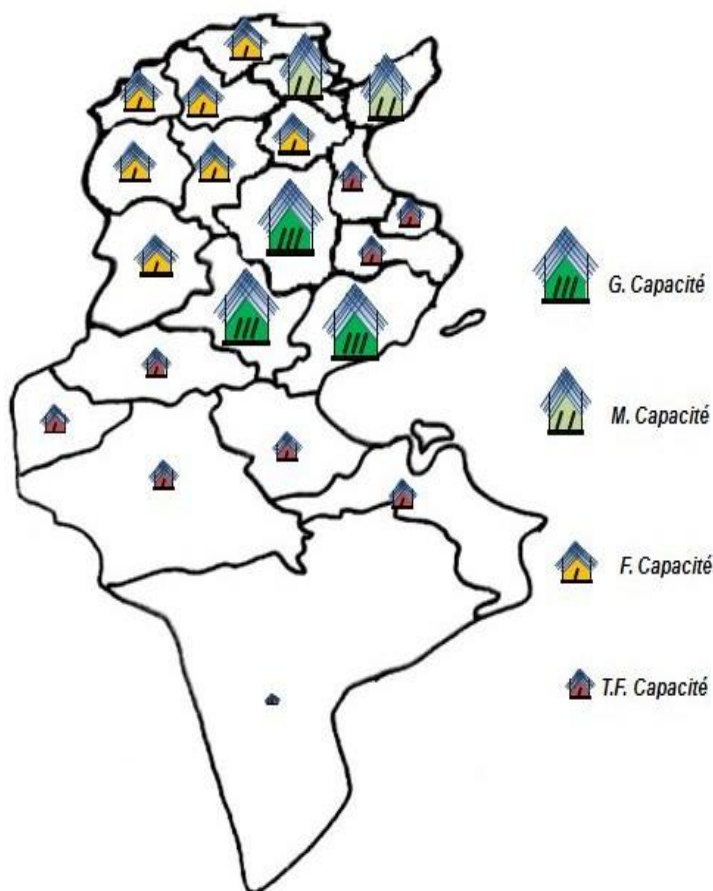


Figure 18. Potentiel d'implantation des unités de compostage par gouvernorat.

### 3. Cadre réglementaire et institutionnel

#### 3.1. Cadre réglementaire

En Tunisie, l'encadrement légal de la gestion des déchets organiques date de 1975 avec la promulgation de la loi n°75-33 du 14 mai 1975 relative à la loi organique des communes confiant la collecte des déchets en milieu communal aux communes. Depuis, la législation relative aux déchets organiques et aux activités de compostage a évolué, ci-dessous les principaux textes dans le domaine :

- **Le décret n° 362-1991 du 13 mars 1991**, relatif aux études d'impact sur l'environnement et réglemente les procédures d'élaboration et d'approbation des études d'impact.
- **La loi n° 96-41 du 10 juin 1996**, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination définit les déchets et cite le compost comme l'une des valorisations possibles des déchets pour l'agriculture ou leur utilisation comme source d'énergie.



- **Le décret n° 2000-544 du 6 mars 2000**, spécifie la liste des équipements, instruments et moyens spécifiques nécessaires à la production du compost selon le mode biologique
- **L'arrêté du ministre de l'agriculture du 28 février 2001**, portant approbation du cahier des charges type de la production végétale selon le mode biologique, mentionne que la fertilité et l'activité biologique du sol doivent être maintenues ou augmentées par l'incorporation dans le sol de matières organiques végétales et animales compostées et provenant d'exploitations d'élevage intensif sur sol ou non compostées et provenant d'exploitations se conformant aux dispositions du présent cahier des charges et du cahier des charges de la production animale selon le mode biologique." Aussi, certaines préparations peuvent être utilisées pour l'activation du compost, telle que les préparations à base de micro-organismes ou de végétaux et les préparations biodynamiques de poudre de roche, de fumier de ferme ou de végétaux. La liste des produits utilisés pour la fertilisation et le compostage sont énumérés au niveau de l'Annexe 1 « Engrais et amendements du sol » du présent arrêté.
- **Le décret n°2005-2317 du 22 août 2005** portant création d'une agence nationale de gestion des déchets et fixant sa mission, son organisation administrative et financière, ainsi que les modalités de son fonctionnement.
- **Le décret n°2005-1991 du 11 juillet 2005**, relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et fixant les catégories d'unités soumises à l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges. Cette étude vise à évaluer les effets directs et indirects à court ,moyen et long terme sur l'environnement, et en particulier les ressources naturelles, les différentes espèces de la faune et de la flore et les zones bénéficiant d'une protection juridique que l'unité peut engendrer. L'EIE doit être élaborée par des bureaux d'études ou des experts spécialisés dans le domaine. Les frais de la réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement sont à la charge du maître de l'ouvrage ou du pétitionnaire. L'étude doit être présentée à l'ANPE pour avis avant l'obtention de toutes autorisations administratives relatives à la réalisation de l'unité.
- **L'arrêté du ministre de l'environnement et du développement durable du 17 janvier 2007** relatif à l'approbation des cahiers des charges fixant les conditions et les modalités d'exercice des activités de collecte, de transport, de stockage, de traitement, de recyclage et de valorisation des déchets non dangereux :
  - Cahier des charges n°1 : relatif aux modalités et aux conditions d'exercice des activités de collecte et de transport des déchets non dangereux.
  - Cahier des charges n°2 : relatif aux modalités et aux conditions d'exercice des activités de recyclage et de valorisation des déchets non dangereux.
  - Cahier des charges n°3 : relatif aux modalités et aux conditions d'exercice des activités de stockage de traitement des déchets non dangereux.

Suivant l'activité réalisée, deux exemplaires de cahier des charges dûment remplis, signés et légalisés doivent être déposés auprès des services de l'ANGED.
- **Le décret n°2013-1308 du 26 février 2013**, fixant les conditions et les modalités de gestion des margines provenant des huileries en vue de leur utilisation dans le domaine agricole.

- **La norme tunisienne NT 10.44 (2013)** relative aux amendements organiques, dénominations, spécifications et marquage s'applique aux produits répondant à la définition générale des amendements organiques d'origine végétale et/ou animale et qui sont des produits destinés à améliorer les sols en place et/ou les supports de culture.
- **Le décret gouvernemental n° 2017-389 du 9 mars 2017**, relatif aux incitations financières au profit des investissements réalisés dans le cadre de la loi de l'investissement.
- **La Loi organique n° 2018-29 du 9 mai 2018**, relative au code des collectivités locales. Le développement durable se présente comme l'un des éléments constitutifs de la définition de la commune. De ce choix découlera un ensemble de compétences environnementales exercées par le conseil municipal dont notamment la collecte des ordures ménagères ou assimilées au sens de la loi n° 2016-30 du 5 avril 2016, leur tri et leur transport aux décharges contrôlées, assisté par la commission permanente de la propreté, de la santé et de l'environnement qui est compétente en la matière
- **La circulaire n°15 du 17 juin 2009 des ministres de l'Environnement et du Développement durable et du Tourisme**, relative à la collecte de déchets verts et de résidus alimentaires et à l'acquisition du compost.
- **La circulaire du ministre des affaires locales n°15 du 4 août 2020**, relative au suivi du système de propreté. Elle incite les communes à développer des projets de compostage à l'instar des projets pilotes réalisés par certaines communes.

### 3.2. Cadre institutionnel et associative

Le processus de gestion des déchets organiques, dans ses différentes étapes, fait intervenir plusieurs structures publiques et privées. Plusieurs études ont été menées par différents intervenants sur le thème de la gestion des déchets organiques.

Il faut noter que la plupart des ministères et des structures sous leur tutelle disposent de représentations régionales dans pratiquement tous les gouvernorats du pays afin de faciliter la mise en place et le suivi des politiques définies, des projets, des actions... Le gouverneur est chargé de la mise en œuvre de la politique nationale de développement et supervise l'exécution des projets dans la région.

#### 3.2.1. Ministère de l'Environnement :

Le Ministère chargé de l'Environnement avec les communes sont le principal intervenant en ce qui concerne la gestion des déchets et veille à la durabilité des ressources naturelles. La gestion des déchets solides constitue depuis des années un des axes prioritaires de la politique environnementale en Tunisie.

Ceci s'est traduit par la mise en place à partir des années 90 d'un Programme National de Gestion des déchets Solides (PRONAGDES), traitant les principaux aspects ; législatif, institutionnel,

financier et technique. Plusieurs projets et actions ont été initiés dans le cadre de ce programme. Dans le cadre du PRONAGDES, la Tunisie s'est engagée dans un processus de mise en place de décharges contrôlées et de fermeture des décharges anarchiques. Plusieurs filières de valorisation de déchets ont été également mise en place avec un succès relatif pour certaines.

Dans l'établissement de sa politique environnementale, le Ministère de l'Environnement a créé différents organismes comme l'ANPE, l'ANGED et le CITET pour développer les programmes et réaliser les projets et les actions avec professionnalisme et efficacité. La politique environnementale a permis d'organiser les filières de gestion des déchets.

En tant qu'autorité de tutelle des communes locales, le ministère est concerné directement par l'ensemble des aspects de la gestion des services publics communaux et plus particulièrement à la collecte et au traitement des déchets solides. Le dernier code des affaires locales donne plus de responsabilité et d'autorité aux communes pour une meilleure gouvernance locale.

#### *3.2.1.1. Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGEd) :*

Elle a pour mission la mise en exécution de la politique nationale de gestion des déchets en collaboration avec ces bureaux régionaux. L'ANGED accorde une attention particulière au développement de filières de recyclage, de valorisation et de traitement des déchets. A travers l'ANGED, Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, a lancé à l'échelle nationale des études afin d'évaluer le gisement de différents types de déchets organiques en vue d'optimiser leurs modes de valorisation.

Un plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage, a été réalisé par l'ANGED, en 2006, dont la première phase de l'étude a été consacrée au diagnostic de la situation et à l'évaluation des procédés de compostage et la seconde phase a été consacrée à l'élaboration d'un Plan Directeur. Une stratégie nationale de gestion durable des déchets incite à la récupération, au recyclage et à la réutilisation des déchets notamment au compostage des matières organiques fermentescibles tels que les déchets verts, agroalimentaires, agricoles, et les boues résiduelles. Depuis cette stratégie beaucoup de progrès ont été réalisés :

- Une direction de recyclage et valorisation des déchets au sein de l'ANGED qui s'occupe des projets concernant la valorisation de la matière organique.
- Plusieurs actions d'initiations, de formation et de sensibilisation ont été réalisées, par l'ANGED, pour l'encouragement à la production et à l'utilisation (dans les écoles et les jardins) de compost individuel. Aussi, plusieurs sessions de formation ont été planifiées par l'ANGED au profit des responsables des municipalités et des associations adhérentes au programme.

#### *3.2.1.2. Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) :*

L'ANPE assure la fonction de contrôle et veille à l'application de la réglementation en matière de gestion des déchets aussi bien auprès des institutions que des citoyens et industriels. Elle a pour mission d'une part, d'analyser l'état de l'environnement et de suivre son évolution et, d'autre part, de lutter contre les sources de nuisance et de dégradation du milieu naturel. L'ANPE fixe les termes

de références afin d'être pris en considération par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire, au cours de la préparation de l'EIE.

#### *3.2.1.3. Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET) :*

Le CITET a pour mission d'appuyer techniquement les acteurs nationaux (publics et privés) pour le développement de leurs programmes et projets d'amélioration de l'environnement afin d'assurer un développement durable en Tunisie.

### **3.2.2. Ministère de l'Intérieur**

#### **Communes :**

Les municipalités assurent la collecte et le transport des déchets municipaux jusqu'aux décharges municipales ou aux centres de collecte par leurs propres moyens ou par l'intermédiaire de sous-traitants. La propriété des déchets revient aux communes.

### **3.2.3. Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche**

L'état gère l'agriculture par le biais du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP) à travers des structures décentralisées au niveau régional. Le ministère est le principal intervenant en ce qui concerne la gestion des terres en vue d'un développement agricole durable. Les Commissariats Régionaux de Développement Agricole (CRDA) sont responsables de l'exécution des programmes et projets approuvés par le conseil régional du développement du gouvernorat. Au niveau local (délégation), il existe des Cellules Territoriales de Vulgarisation (CTV) qui regroupent un certain nombre de Centres de Rayonnement Agricole (CRA). Plusieurs structures techniques du MARHP sont impliquées dans la gestion organique des sols et le compostage.

#### *3.2.3.1. Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles : (DG/ACTA) :*

Elle est chargée de mettre en œuvre la politique nationale en matière de conservation des eaux et des sols. La Direction des Sols à la DG/ACTA est impliquée dans l'inventaire des sols, le suivi et le contrôle de fertilité et de la dégradation des sols sous toutes les formes.

#### *3.2.3.2. Direction Générale du financement, de l'Investissement et des Organismes professionnels :*

Elle intervient dans la programmation du budget et du financement des activités des différentes institutions de Ministère, le suivi du budget, le suivi et l'évaluation des projets et programmes. Elle veille aussi à la promotion des structures professionnelles et assure l'animation rurale.

### *3.2.3.3. Direction Générale des études et du développement Agricole :*

Elle intervient dans l'élaboration des politiques et stratégies de développement du secteur agricole et le suivi de leur mise en œuvre.

### *3.2.3.4. Direction Générale des Forêts (DGF)*

Elle est chargée principalement de l'application des dispositions du code forestier et de la gestion, et la conservation de la protection du domaine forestier. Elle s'occupe de l'aménagement des parcs nationaux et des ressources naturelles dans les buts scientifiques, éducatifs, récréatifs et touristiques.

### *3.2.3.5. Centre Technique de l'Agriculture Biologique (CTAB) :*

Le CTAB apporte un accompagnement et un soutien technique dans la production du compost biologique, principalement, aux opérateurs biologiques et il assure également la formation des ingénieurs et techniciens des réseaux régionaux de l'agriculture biologique (CRDA, CFRA, URAP, Organismes de la Ministère de l'Agriculture). En vue d'adapter les résultats de la recherche aux niveaux local et régional, le CTAB réalise en collaboration avec les institutions de la recherche des essais expérimentaux à sa station expérimentale à Chott Mariem et des parcelles chez les agriculteurs biologiques et les stations expérimentales des divers organismes agricoles, et ce, en tenant compte des conditions climatiques et de la bonne représentativité des exploitations. Ainsi, plusieurs recherches sont effectuées en vue d'apporter des améliorations techniques. En parallèle, plusieurs recherches et essais ont été menés sur les avantages de l'utilisation du compost, illustrant la capacité du compost à améliorer la qualité du sol et le rendement des cultures.

### *3.2.3.6. Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA) :*

L'APIA est un établissement public, ayant pour mission principale la promotion de l'investissement privé dans les domaines de l'agriculture, de la pêche et des services associés ainsi que dans les activités de la première transformation intégrées aux projets Agricoles et de Pêche. L'APIA dispose d'une Direction Régionale au niveau de chaque Gouvernorat.

### *3.2.3.7. Agence de Vulgarisation et de Formation Agricole (AVFA) :*

L'AVFA est chargée de l'élaboration et du suivi des programmes et de toutes les activités en relation avec la formation initiale et continue, de l'exécution et du suivi des programmes de mise à niveau des établissements de formation (39 établissements) et ce pour répondre aux besoins de la profession et à la demande du marché de l'emploi, de l'appui aux programmes de vulgarisation de terrain élaborés par les CRDA dans le but d'améliorer le niveau des compétences et du savoir-faire des vulgarisateurs et ce par l'organisation des ateliers de travail ainsi que le tenu des journées pilotes nationales d'information. De plus, l'AVFA est chargée de l'élaboration des supports de vulgarisation de masse.

### **3.2.4. Institutions et établissements de recherche**

La promotion de la technique de compostage passe par la recherche. Les scientifiques et les chercheurs peuvent apporter un cadre théorique et méthodologique et développer un partenariat avec les universités et les grandes écoles. Les universités ont généralement des laboratoires et des moyens techniques pour la réalisation des essais pilotes, la caractérisation des déchets, l'analyse de composts, ... Les centres de recherche peuvent également apporter leur aide à des projets qui incluent la recherche de nouvelles techniques de traitement. Des recherches sur les techniques de compostage ainsi que la valorisation des composts dans les différentes régions ont été effectués sous forme de mémoires de fin d'études, mastères et de thèses.

### **3.2.5. Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (UTAP) :**

L'union des agriculteurs représente les agriculteurs sur l'ensemble du territoire tunisien. Avec 24 Unions Régionales et 215 Unions Locales, l'UTAP est en fait l'interlocutrice unique, la voix officielle qui parle au nom de tous les agriculteurs en Tunisie.

### **3.2.6. Société civile**

Depuis 2011, l'activité de la société civile a connu un essor avec une augmentation significative du nombre d'ONG/Association qui s'intéressent activement dans le domaine de l'environnement dont plusieurs s'investissent réellement dans la gestion des déchets. Elles constituent un maillon fort dans le développement et la promotion de la bonne pratique du compostage. Cependant, il faut noter que les capacités de la société civile restent entravées par un manque de structuration, de moyens humains et financiers et de compétences techniques.

### **3.2.7. Structures sociales**

Les groupements de Développement Agricole (GDA) ont pour vocation principale la gestion des ressources naturelles au niveau local. Les GDA sont créés sur l'initiative des agriculteurs ce qui garantit une certaine motivation. Les sociétés Mutuelles de Services Agricoles (SMSA) qui ont pour vocation principale l'écoulement et la commercialisation des produits agricoles. L'ensemble des acteurs fait face à un déficit d'information important suite au manque de communication.

## **4. Acteurs principaux dans le secteur**

Le tableau ci-après met en exergue les acteurs potentiels susceptibles d'intervenir dans le domaine, allant des producteurs aux professionnels de la valorisation passant par les structures publiques et privées de tutelle assurant la veille, la promotion, et éventuellement les initiatives de développement et de recherche.

Secteur	Ministères Institutions	Producteurs potentiel	Professionnels de la valorisation	Chercheurs et experts
Agricole	MARHP	OTD, DGPA, GIPAC DGF, CRDA, Agro éleveur (bétail et volaille)	exploitants grandes fermes, UTAP, CTAB Opérateurs privés : majorité dans le Grand Tunis et le Cap Bon	Universités & centre de recherches. Centres techniques. BE & Consultants.
Agro- Industriel	MIEPME MARHP MALE ANPE ANGED	Groupes industriels (Poulina, Hchicha, Hamrouni, Délice, bdennadher, etc...), Les conserveries Les abattoirs Les huileries	- Opérateurs privés : La verte service, cultivalor, Biohumus, Valdor, Agrimed, etc... - Municipalités - ONG : ASM Gafsa ...	Universités & centre de recherches. Centres techniques. BE & Consultants
Service communal	MI Commune DGCPL	Communes Marchés de gros Marché municipaux	Opérateurs privés SOTUMAG	Universités & centre de recherches. Centres techniques. BE & Consultants
Service hôtellerie	MT OT	Hôtels Restaurants privés	Opérateurs privés	Universités & centre de recherches. Centres techniques. BE & Consultants

Tableau 13. Acteurs potentiels susceptibles d'intervenir dans le domaine de compostage

## 5. Revue de quelques actions

Le tableau ci-dessous résume de façon exhaustive et concise les principales opérations jusqu'ici entreprises.

Acteur	Nature de l'opération	Commentaires	Résultat
ONAS – Fin des années 90	Compostage des déchets organiques issus des ordures ménagères à Béja et Sousse	Compost de mauvaise qualité Problème d'écoulement du produit sur le marché	Echec et abandon du projet
DGF « Direction Générale des Forêts » -Depuis 1994	Compostage d'élagage et des Déchets Verts	Compost de bonne qualité en remplacement de la tourbe et du terreau dans les pépinières forestières	Satisfaisant
Le CRDA de Tozeur avec le GIF «Groupement Interprofessionnel»	Compostage des palmes sèches et des sous produits des palmiers utilisé pour les palmeraies	Compost de bonne qualité pratiqué en culture biologique des palmiers	Satisfaisant
Le Groupe Zayatine	Compostage des grignons d'olives et des serments de taille et de fumier d'origine différente.	Compost de bonne qualité pratiqué en culture biologique des champs d'oliviers	Satisfaisant
Les exploitants des grandes fermes du NORD (exploitations agricoles intégrées –grandes cultures associées à l'élevage)	Compostage des déchets agricoles associé à du fumier	Compost souvent humide et de qualité moyenne	
Sociétés privés Une vingtaine de sociétés Capacité allant de 100 à 25.000T/an Plusieurs sociétés ont signé le cahier des charges au près de l'ANGED Prix de vente affiché : 100 à 250 DT/T	Collecte-Transport et compostage Exemples : La société CULTUVALOR installée à Naasen, avec une capacité de 16.000 t/an utilisant un mélange de fientes, de paille ou d'écorce de bois et de déchets d'industries agroalimentaires	Production d'un compost de qualité utilisé entant que biofumure : agriculture bio, horticulture, pépinières, jardinage domestique, etc...	Les projets opérationnels dont la prospérité souffre encore de plusieurs problématiques et contraintes à savoir : - La Disponibilité de la matière première, la garantie d'approvisionnement et d'accès au gisement.



	<p>La société BIOHUMUS à Fouchana, avec une capacité de production de 25.000 t/an utilisant également un mélange de fientes et de déchets d'industries agroalimentaires ;</p> <p>SNE 2000 à Zarzis avec une capacité de 9000 t /an utilisant un mélange de fientes, de grignons d'olives et d'algues.</p> <p>La société El Kindi à Sfax utilisant un mélange de fientes de volaille, des grignons d'olives et des rejets liquides de la confiserie Triki Le Moulin</p> <p>Elmazraa de groupe poulina utilisant les Abats, les Fientes, la farine de bois et les déchets d'IAA dans le cadre d'un projet intégré au sein du groupe qui tend à atteindre le « Zéro déchets ».</p> <p>La verte service : installé sur le Grand Tunis d'une capacité de 2000 T/an</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La Qualité du déchet qui engendre parfois des opérations annexes de tri et de sélection.</li> <li>- Le Coût de revient du compost qui le rend peu compétitif / au fumier donc problème de débouchés</li> <li>- Le manque d'assistance technique et de personnels qualifiés</li> <li>- Le manque d'actions de vulgarisation et de sensibilisation auprès des consommateurs.</li> </ul>
<p>Municipalités</p> <p>Plusieurs unités ont été implantées avec l'appui de bailleurs de fonds</p>	<p>A titre d'exemples :</p> <p>L'unité de compostage à la Marsa</p> <p>L'unité de compostage à Jerba</p> <p>L'Unité de Compostage de Kairouan</p> <p>L'Unité de compostage de Sousse</p> <p>L'Unité de compostage de Bizerte</p>	<p>Qualité du compost acceptable pour les unités qui sont en fonctionnement.</p> <p>La plus part de ces unités souffrent d'une mauvaise gouvernance.</p> <p>Problème d'entretien et de gestion.</p> <p>Problème de continuité de fonctionnement.</p>	<p>A revoir le modèle de gouvernance de ces unités</p>
<p>ONG</p> <p>Plusieurs unités ont été financées par des bailleurs de fonds</p>	<p>A titre d'exemple :</p> <p>La maison de Compost à l'oasis de Gafsa</p> <p>Géré par l'ASM Gafsa une ONG Locale</p>	<p>Bonne qualité du compost</p> <p>Le fonctionnement de l'unité est tributaire de l'équipe dirigeante</p>	<p>La plus part du temps le projet dépend d'un leader</p>

**Tableau 14. Les principales unités de valorisation des déchets organiques par compostage**

## 6. Analyses financière

En Tunisie, les études déjà réalisées dans ce domaine révèlent la complexité et l'ambiguïté de déterminer la rentabilité des stations de compostage. Ceci est dû à une absence de la comptabilité analytique et au manque de données financières fiables au niveau de ces stations.

Dans ce qui suit, nous allons aborder l'expérience tunisienne en matière de coût et de la rentabilité financière des stations de compostage. Les unités traitées sont choisies sur la base de la disponibilité des données financières dans les études correspondantes.

### 6.1. Stations de compostage : « LA VERTE SERVICES » & CULTIVALOR :

L'unité de compostage « LA VERTE SERVICES », qui est située dans la délégation de Grombalia du gouvernorat de Nabeul, a été conçue pour la valorisation des déchets verts. A cet effet, le promoteur a établi une convention avec la municipalité de Tunis pour la collecte des déchets verts (bois de taille des arbres d'ornement, déchets des jardins et parcs urbains). Le processus de production du compost consiste à mélanger les déchets verts broyés avec les fientes de volailles et le marc de raisin dans les proportions 85 à 90 % de déchets verts et 10 à 15 % de fientes + marc de raisin. Cette unité de compostage est fonctionnelle depuis octobre 2004. Elle s'étend sur une superficie d'environ 8000 m<sup>2</sup> exploitée en location et l'aire bétonnée était de 2000 m<sup>2</sup>.

La station de compostage de CULTIVALOR S.A.R.L, est située dans la région de Naassen de la délégation de Mornag, gouvernorat de Ben Arous. Comme pour le cas de la verte Services, cette station est fonctionnelle depuis Octobre 2004. Elle a été conçue pour la production du compost à partir des fientes de volailles issues des bâtiments d'élevage de poules pondeuses. Le processus de production du compost consiste à mélanger les fientes de volailles avec de la paille dans les proportions 2/3 fientes + 1/3 paille. Elle s'étend sur une superficie totale d'environ 39.000 m<sup>2</sup>. L'aire de compostage couvre une superficie de 10.000 m<sup>2</sup> bétonnée.

	<b>SOCIETE CULTIVALOR</b>	<b>%</b>	<b>LA VERTE SERVICES</b>	<b>%</b>
	<b>Coût En DT</b>		<b>Coût En DT</b>	
Construction	1305000	65%	82800	56%
Equipement	561100	28%	55000	37%
Divers et imprévus	150000	7%	10000	7%
<b>Coût d'investissement</b>	<b>2016100</b>	<b>100%</b>	<b>147800</b>	<b>100%</b>
<b>Annuité</b>	<b>136360</b>		<b>10640</b>	
Déchets utilisées	168000	19%	11200	7%
Transport des déchets	466650	54%	72000	44%
Main d'œuvre	80000	9%	40000	25%
Energie	30000	3%	8000	5%
Entretien Equipement	15000	2%	0	0%
Frais de financement	107188	12%	7630	5%
Sacs d'emballage	0	0%	20000	12%
Location du terrain	0	0%	3000	2%
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>866838</b>	<b>100%</b>	<b>161830</b>	<b>100%</b>

<b>Total dépenses</b>	<b>1003198</b>		<b>172470</b>	
		14%		6%
		86%		94%

**Tableau 15. Analyse financière et coût de production des sté La Verte Service et Cultivalor**

D'après le tableau ci-dessus, la société Cultivalor est nettement plus grande en termes d'investissement que la société La verte Services. Pour les deux stations de compostage, l'investissement en construction (Aménagement Aire bétonnée, Charpente métallique, Bassin de fientes, Hangar, ...) occupe une part importante du coût d'investissement. L'annuité d'amortissement à imputer à la production de compost était de 136.360 Dinars pour le cas de Cultivalor et 10640 pour la station La verte Services. Ce qui représente 14% du total des dépenses pour la première et 6% pour la deuxième.

Les charges d'exploitations comprennent le coût de la matière première, les salaires et charges sociales des employés administratifs et techniques, les frais de transport des déchets, les frais d'énergie (gaz, huile, électricité), les frais d'entretien des équipements (réparation, lubrifiants) ainsi que les frais de financement (intérêts bancaires). Ces charges d'exploitation ont une importance considérable dans les dépenses annuelles totales des deux stations avec une part de 86% pour la station Cultivalor et jusqu'à 94% pour la station La verte Services.

La collecte et transport des déchets nécessaires au bon fonctionnement des deux stations a nécessité beaucoup de dépenses qui peuvent aller jusqu'à 73% du total des charges d'exploitation pour la société Cultivalor et 51% pour La verte Services.

Pour le calcul du coût de revient en Dinars par tonne de compost, il s'agit de prendre en compte les charges d'exploitation et l'annuité d'amortissement calculés pour la production de 2.000 tonnes de compost (La verte Services) et 25.000 tonnes de compost (Cultivalor).

<b>Postes de charges</b>	<b>Société Cultivalor</b>	<b>La Verte Service</b>
Charges d'exploitation	866838	161830
Annuité d'amortissement	136360	10640
Total dépenses	1003198	172470
Coût de production D/T	40	86
Coût de production en EURO	12,5	26,5

**Tableau 16. Coût de revient de la Sté La Verte Service et la Sté Cultivalor**

Le coût de revient du compost dans la station Cultivalor est 40 D/Tonne (soit 12,5 EURO). Ce coût est principalement composé du coût de transport des fientes (46,5%) et du coût d'achat de la paille (16,7%).

Le coût de revient du compost dans la station La verte Services est 86 D/Tonne. Ce coût est principalement composé du coût de transport des déchets verts (41,7%) et des frais de main d'œuvre (23,2%). Ceci est dû essentiellement à l'implantation de l'unité de compostage loin du lieu de production des déchets. La part importante de la main d'œuvre dans le coût de revient est expliquée

par le faible taux de mécanisation observé dans cette unité. Les opérations de retournement des andains, de tamisage et de remplissage des sacs sont effectuées manuellement. Le produit est commercialisé en sac portant la dénomination « Biofumure ». Les prix de vente qui sont pratiqués par « LA VERTE SERVICES »:

- Vente en sacs de 10 litres : 2 DT / sac soit 200 DT (61,40 EURO) par m<sup>3</sup>
  - Vente en sacs de 50 litres: 7 DT / sac soit 140DT (43 EURO) par m<sup>3</sup>
- La vente de l'usine CULTIVALOR se fait en vrac à 150DT (46 EURO) le m<sup>3</sup>

## 6.2. Etude APIA (2004) sur le compostage

L'APIA a réalisé une étude portant sur la transformation de déchets verts (urbains et de taille des fruitiers), de sous-produits de l'agroalimentaire (grignon, sous-produits de palmier dattiers) et d'additifs sous forme de fumier d'ovin, bovin, fientes de volailles ou d'engrais, qui sont tous achetés.

Ces déchets et sous-produits sont typiques de certaines régions :

- Déchets verts, bois de taille, acacia, gazon, déchets forestiers etc. (plus fumier bovin, ovin, fientes de volaille ou ammonitre) : Nord-Ouest, Nord- Est et grandes villes
- Grignon d'olives (plus fientes de volailles et phosphates): Sahel et Sfax
- Déchets de palmiers dattiers (palmes sèches et vertes, régimes plus ammonitre) : Oasis du sud (Gabès, Jérid, Nefzaoua)

Deux types d'unités ont été évalués : grandes et petites unités qui correspondent aux deux niveaux d'investissement : inférieurs < 50 000 DT et > 150 000 DT.

Les besoins en investissements sont composés de :

- Terrains
- Bâtiments couverts (bureau et magasin de stockage du compost ensaché)
- Hangar pour abriter le matériel
- Plate-forme sur laquelle seront confectionnés les andains
- Divers équipements "spécialisés": débroussailleuse, tronçonneuse, broyeur, tamiseur, cribleur, tracteur avec pelle frontale (pour grands projets), ensacheuse etc.
- Divers matériels et outillages : brouettes, bascule, pelles, fourches, thermomètre, tuyaux etc.
- Matériel de transport : camionnette (pour les grands projets)

Le compost produit doit être écoulé à un prix entre 180 et 200 DT/t suivant qu'il est livré en vrac ou emballé. Les coûts de production ont été estimés ainsi en régime de croisière entre 117 et 144 DT /t comme le montre le tableau suivant :

	Déchets verts			Grignons d'olive avec fientes de volailles			sous-produits de palmiers dattiers					
	Petit projet		Grand projet	Petit projet		Grand projet	Petit projet		Grand projet			
<b>Quantité de compost Tonnes</b>	<b>250</b>		<b>700</b>	<b>169</b>		<b>560</b>	<b>180</b>		<b>600</b>			
Génie civil	27500	68%	65500	36%	27500	78%	65500	43%	19500	65%	51500	32%
Equipement	7020	17%	95340	53%	3420	10%	70640	46%	6170	20%	93640	58%
Fond de roulement	4744	12%	13300	7%	3203	9%	10655	7%	3420	11%	11400	7%
Autres	1436	4%	6560	4%	1277	4%	5505	4%	1035	3%	5860	4%
<b>Investissement DT</b>	<b>40700</b>	<b>100%</b>	<b>180700</b>	<b>100%</b>	<b>35400</b>	<b>100%</b>	<b>152300</b>	<b>100%</b>	<b>30125</b>	<b>100%</b>	<b>162400</b>	<b>100%</b>
Matière première	3000	9%	8400	12%	4555	26%	15050	22%	3000	14%	10000	13%
Sacs plastiques	2700	8%	4500	6%	1686	10%	5608	8%	1800	9%	6000	8%
Ammonitre ou SuperPhosphate16	690	2%	1932	3%	32	0%	105	0%	690	3%	2300	3%
Transport	13340	40%	10000	14%	506	3%	8000	12%	1500	7%	8000	10%
Main d'œuvre	9000	27%	30000	41%	6000	34%	21000	31%	9000	43%	30000	39%
Divers	4700	14%	18000	25%	4700	27%	18000	27%	4700	23%	21000	27%
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>33430</b>	<b>100%</b>	<b>72832</b>	<b>100%</b>	<b>17479</b>	<b>100%</b>	<b>67763</b>	<b>100%</b>	<b>20690</b>	<b>100%</b>	<b>77300</b>	<b>100%</b>
Coûts moyens DT / t	<b>144</b>		<b>134</b>		<b>117</b>		<b>125</b>		<b>127</b>		<b>133</b>	
Prix de vente DT/ t	180-200		180-200		180-200		180-200		180-200		180-200	
<b>Chiffre d'affaires en DT</b>	<b>47500</b>		<b>133000</b>		<b>32110</b>		<b>106400</b>		<b>34200</b>		<b>114000</b>	

**Tableau 17. Tableau comparatif des coûts de revient et rentabilité des projets d'après l'étude de l'APIA**

Quel que soit la nature des déchets utilisés, le tableau ci-dessus montre des investissements lourds en génie civil et équipements pour les grands projets de compostage.

L'exploitation des données sur les charges d'exploitation montrent une part importante des dépenses allouées au transport et à la main d'œuvre pour le cas des déchets verts, et à la main d'œuvre et l'achat des matières premières pour les deux autres types des déchets.

### 6.3. Conclusion

Les expériences Tunisiennes en matière de valorisation des déchets organiques dans des unités industrielles sont relativement récentes. La conjoncture actuelle sur le plan économique, environnementale et sanitaire s'est traduite par une volonté politique de développement affirmée qui pourrait conduire sous peu à plusieurs réalisations sortant enfin du cadre démonstratif et pilote pour intégrer une dimension industrielle dont seul prévaut le critère rentabilité.

Il en sort de cette analyse au travers de l'ensemble des expériences menées au fil des années, récapitulées dans le tableau 17 ci-dessous, que ces actions constituent un historique assez riche et

concluant permettant d'avoir un canevas et une assise réaliste capable d'orienter les choix vers des axes prometteurs répondant au mieux au contexte tunisien.

La diversification des expériences en matière de valorisation de la biomasse a permis, à travers le recul qu'il faut, l'acquisition d'un minimum de technicité et la maîtrise de certaines variables de rentabilité adaptées à la réalité du terrain et au contexte tunisien et a contribué pour une grande part au développement du savoir-faire en la matière.

A l'heure où les mesures incitatives sont instituées à plus d'un niveau (réglementaires, institutionnelles, financières, etc...), ce qui confère à l'expérience tunisienne plus de maturité pouvant faire évoluer la filière de son état embryonnaire à un état qui encourage à investir dans la sérénité et la quiétude. La Tunisie devrait se placer parmi les pays qui prennent de la valorisation de ce type de déchet une ligne de conduite en sortant du concept déchet pour se situer dans une logique de produit avec une nouvelle culture de gestion intégrée, basée sur la valorisation maximale de la fraction résiduaire, et ce, dans un cadre de complémentarité entre toutes les options techniques, en vue de limiter autant que faire se peut le recours à la mise en décharge.

Malheureusement, malgré les différentes initiatives, les subventions de plusieurs bailleurs de fonds, le financement de projets pilotes dans les établissements publique, le secteur de compostage est resté freiner voir même bloquer par plusieurs verrous d'ordre réglementaire, institutionnel, procédurale, technique, opérationnel, organisationnel et liée au marché national et international.

## CHAPITRE IV : ANALYSE SWOT / PESTEL ET RECOMMANDATIONS

### 1. Analyse SWOT / PESTEL de l'expérience nationale

Pour faire une synthèse correcte sur le secteur du compostage en Tunisie nous avons opté pour la Méthode SWOT/PESTEL, qui résume les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces avec la prise en considération des critères : politique, économique, sociale, technologique, environnemental et législative.

Cette analyse est résumée dans ce qui suit :

#### 1.1. Forces

##### **Politique :**

- Les autorités sont à la recherche d'une bonne gouvernance des déchets.
- Les parties politiques affichent l'environnement comme priorité.
- Une proposition de Stratégie existe et affichée sur les sites officiels.

##### **Economie :**

- Le compost est un produit à valeur ajoutée qui fait concurrence aux produits existant sur le marché.
- La volonté du développement d'un modèle local d'économie circulaire et solidaire

##### **Social :**

- Le développement du compostage crée des postes de travail sur toute la chaîne depuis la collecte jusqu'à la vente du produit fini.

##### **Technologie :**

- Des techniques simple et à la portée d'un grand public depuis le compostage individuel jusqu'à l'implantation d'unités industrielles.

##### **Environnement :**

- Solution idéale pour le traitement et la valorisation d'un pourcentage important des déchets tunisien.
- Réintroduction d'une quantité de déchets dans l'écosystème comme fertilisant : un produit à valeur ajoutée et non comme déchet.

##### **Légal :**

- La Norme Tunisienne du compostage existe depuis 2013 (NT10.44)
- Les textes de lois incitent au traitement et à la valorisation des déchets
- Développement des textes d'applications et des institutions d'accompagnement, de suivi et de contrôle.

#### 1.2. Faiblesses

##### **Politique :**

- Une stratégie incompréhensible et non adoptée par les gouvernements et sa mise en œuvre n'est plus faisable dans le contexte Tunisien.

- L'engagement des parties politiques reste dans un niveau de slogans de campagne électorale et l'environnement reste dans un second niveau dans la pratique.

**Economie :**

- Présence de plusieurs produits semblables au compost à bas prix.
- Grande partie de la matière premières (MP) est valorisée dans d'autres circuits.

**Social :**

- Difficulté d'acceptation de ce type de projet par le voisinage du fait des antécédents mal gérés avec des odeurs nauséabondes.

**Technologie :**

- Malgré leurs simplicités nécessitent un minimum de connaissance qui est absent la plupart du temps.

**Environnement :**

- Risque de détérioration des écosystèmes si mauvaise gouvernance.

**Légal :**

- Cadre encore peu développé et nécessite beaucoup plus d'implication des professionnels et de la société civile

### 1.3. Opportunités

**Politique :**

- L'environnement s'impose de plus en plus et devient une obligation dans les politiques surtout avec les problèmes liés à la gouvernance des déchets.
- La gestion des déchets cause des problèmes à tous les gouvernements et parties politiques

**Economie :**

- La crise économique nécessite l'appui de tout projet créateur de postes d'emplois et pouvant participer à l'amélioration de la situation.
- L'économie circulaire devient une bonne opportunité pour les décideurs.

**Social :**

- Une société civile plus active dans les politiques publiques et le développement local.

**Technologie :**

- Existence d'experts nationaux et locaux dans le domaine pour l'accompagnement et le développement des programmes et des projets.
- Possibilité d'interventions avec les moyens disponibles.

**Environnement :**

- Incitations au développement de ce type de projet par l'autorité nationale et les bailleurs de fonds.
- Développement de plusieurs projets et programme qui favorise la valorisation des déchets

**Légal :**

- Le cadre existant permet une protection adéquate des intérêts des acteurs
- La volonté au niveau des décideurs existe pour une meilleure gouvernance par le développement du cadre légal et institutionnel.



### **Politique**

- Instabilité politique
- Absence d'une vraie stratégie nationale de compostage réalisée avec une approche participative.

### **Economie :**

- Inflation et taux de remboursement des crédits élevé.
- Mauvaise gouvernance.

### **Social :**

- Trop d'exigences syndicales et absence d'interlocuteur unique représentant la société civile.

### **Technologie :**

- Défaillante si mauvaise gouvernance.
- Développement des écotecnologies concurrentes.

### **Environnement :**

- Absence de la collecte sélective des déchets qui influence la qualité du produit fini

### **Légal :**

- Absence de lois concernant la collecte des déchets et sa bonne gouvernance.

## **2. Recommandations pour la promotion du compostage**

Les voies de gestion biologique des déchets organiques : compostage et méthanisation avant épandage ayant pour finalité le retour au sol sont actuellement, de par toutes les analyses effectuées ci-dessus, constituent les axes sur les quels nous devons se focaliser le plus en Tunisie. Ces voies de gestion reposent sur les finalités suivantes :

- Traiter les déchets organiques : ces voies permettent de ne pas les faire rentrer dans les voies alternatives de l'enfouissement et de la mise en décharge qui leur sont moins bien adaptées et que le politique déchet cherche à limiter. A l'heure où les coûts d'élimination devraient de plus en plus augmenter, certains producteurs de déchets organiques, suffisamment conscient de la chose deviennent de plus en plus motivés pour développer ces filières spécifiques. L'enjeu est sans doute partagé entre la sauvegarde de l'environnement, le profit et l'intérêt économique et financier qui peuvent en découler.
- Produire des fertilisants organiques : fiabiliser les débouchés des produits finaux de traitement est fondamental car cela conditionne le bon fonctionnement de l'ensemble de la filière ; la demande en produits organiques tend à s'élargir (développement d'usages non agricoles) et à s'intensifier, principalement pour les amendements organiques (composts essentiellement) du fait de l'attention accrue portée à la question de la matière organique dans les sols.

Face aux interrogations sur la durabilité, l'avenir doit passer par une réponse claire et équivoque à toutes ces questions :

- Comment assurer un gisement disponible et garantir sa qualité ?
- Comment monter une unité rentable et produire un produit compétitif?
- Comment garantir la qualité du produit et faciliter son écoulement ?
- Comment organiser et développer le secteur de la VDO pour garantir sa durabilité ?

Pour répondre aux questions concernant les gisements disponibles, les unités rentables avec un produit compétitif et un marché à la portée des investisseurs ainsi que la problématique de gouvernance du secteur déchets, il est primordial de mettre en place les mécanismes pouvant atteindre les objectifs stratégiques à travers :

- L'amélioration des aspects techniques et organisationnels.
- Le renforcement des capacités humaines et matérielles.
- L'instauration de plusieurs dispositifs et moyens d'incitations financières et fiscales.
- La mise en place d'un cadre normatif et des mesures d'accompagnement réglementaires.
- Le développement de la concertation, de la communication et de la sensibilisation.
- La mise en place d'une approche efficace de bonne gouvernance.

En plus de toutes les actions menées jusqu'ici, il reste à recommander vivement les actions suivantes :

- Mettre en réseau de petites plates-formes communales de stockages des déchets verts facilement accessibles aux professionnels de la valorisation.
- Cibler les secteurs prioritaires.
- Mettre en place un programme pour la promotion du compostage individuel avec la participation des entreprises privées travaillant dans ce domaine et les ONG's
- Pratiquer des taxes dissuasives pour les produits similaires importés pouvant être remplacés par le compost local.
- Généraliser la prime sur les équipements importés pour l'agriculture biologique pour les unités de production du compost certifiée utilisables dans l'agriculture biologique
- Attribuer une part des marchés publics à l'achat du compost local.

Comme synthèse finale de cette étude, Il est fondamental de signaler que le développement du secteur de compostage avec les conditions locales existantes est possible et même obligatoire du fait des contraintes liées à la gestion des déchets, à l'appauvrissement des sols en matières organiques, à la nécessité d'adoption d'une approche d'économie circulaire, à la nécessité de création de poste d'emplois et à la nécessité d'instaurer une économie solide basée sur l'innovation.

C'est dans ce contexte que le développement d'usines de compostage de petite à moyenne capacité est rentable si :

- La matière première est disponible à moins de 20Km.

- avec une technologie de compostage en andains, manuelle pour les petites unités et mécanisé pour les moyennes.
- ainsi que la présence d'un marché avec un prix de vente de 150 à 200DT/m<sup>3</sup>.
- Et une bonne gouvernance doit être le vivier pour le développement de ce secteur.

Enfin, Il est recommandé de mettre en place un réseau technologique permettant de mutualiser les compétences, capitaliser le savoir-faire et concrétiser des projets de taille sûrs et bancables à même d'assurer une mobilisation optimale et efficiente du potentiel existant.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

01. Optimisation de la gestion des margines en Tunisie : Table ronde «Valorisation des déchets organiques et Recyclage», Tunis le 5 Mai 2010
02. Extrait du PV du Conseil Ministériel restreint.
03. Décret n°2009-362 du 9 février 2009
04. Valorisation agronomique des déchets de l'abattoir de la société CHAHIA par co- compostage avec les déchets verts de l'oliveraie domaniale de la région de Sfax. Groupe Triki.
05. Cahier du CEPI N° 22 « Etude de positionnement stratégique de la branche« CONSERVES ALIMENTAIRES ».
06. Cahier du CEPI N° 27 « Etude de positionnement stratégique de la branche«Jus de fruits ».
07. Annuaire des statistiques agricoles, MAERH, DG/ EDA.
08. Plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage : Diagnostic de la situation actuelle et évaluation des procédés de compostage : ANPE.
09. Étude de l'Élaboration d'un Plan National de Gestion des Margines en TUNISIE : MEDD (DGEQV).
10. Eléments pour l'élaboration du programme d'action pour les filières. ANGED
11. Rapport de Développement Durable, Ipalle, 2020
12. Plan Stratégique 2020-2025, <http://www.labilabo.com/gut/>
13. Plan Wallon des Déchets-Ressources
14. Guide pratique « RECYPARCS » 2021
15. Annepu, R.K., 2012. Sustainable Solid Waste Management in India. Waste-to-Energy Research and Technology Council (WTER), Earth Engineering Centre, Columbia University, New York.
16. Dhana Raju R., 2021. Waste Management in India – An Overview, United International Journal for Research and Technology, Volume 2 (7), 175-196.
17. Agarwal R., Chaudhary M., Singh J., 2015. Waste Management Initiatives in India for Human WellBeing, European Scientific Journal, Special Edition, 105-127.
18. Annual Reports 2014-15, 2018-19, 2019-20and 2013-2014, Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India, New Delhi-110003.<https://moef.gov.in/en/>
19. Kumar V. and Pandit R.K., 2013. Problems of Solid Waste Management in Indian Cities, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3 (3), 1-9.
20. Misra, R.; Roy, R.; Hiraoka, H. On-FarmCompostingMethods; UN-FAO: Rome, Italy, 2003 [http://www.fao.org/ORGANICAG/doc/On\\_farm\\_comp\\_methods.pdf](http://www.fao.org/ORGANICAG/doc/On_farm_comp_methods.pdf)
21. Terra Magica, Final Report Biochar & Terra Preta, India, Schweinfurt, Germany. Benedikt Zorn, 2019.
22. Omidiani A. and HashemiHezaveh S.M., 2016. Waste Management in HotelIndustry in India: A Review, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 6 (9), 670-680.
23. Site de ABI, African Business Intelligence <http://emerging-africa.org/fr>

24. Rapport sur la gestion des déchets solides au Maroc, SWEEPNet, 2014 [https://www.resource-recovery.net/sites/default/files/maroc\\_ra\\_fr\\_web.pdf](https://www.resource-recovery.net/sites/default/files/maroc_ra_fr_web.pdf)
25. Rapport du Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Énergie, de l'Eau et de l'Environnement Chargé de l'Environnement sur la « Valorisation et gestion durable des déchets au Maroc, Développement des filières » [http://www.environnement.gov.ma/PDFs/valorisation\\_et\\_gestion\\_durable\\_des\\_dechets.pdf](http://www.environnement.gov.ma/PDFs/valorisation_et_gestion_durable_des_dechets.pdf)
26. MOROCOMP Project, LIFE Project Number : LIFE05 TCY/MA/000141, TITLE : « Design and Application of an Innovative Composting Unit for the Effective Treatment of Sludge and other Biodegradable Organic Waste in Morocco, MOROCOMP » Task5: Alternative uses of compost – Market opportunities in Morocco, Deliverable 17B : Market of Compost produced from Sludge and other biodegradable organic waste in Morocco, Avril 2008
27. [https://www.academia.edu/13298733/March%C3%A9\\_du\\_compost\\_Maroc](https://www.academia.edu/13298733/March%C3%A9_du_compost_Maroc)
28. Dahir n° 1-06-153, Loi n° 28-00
29. [http://www.environnement.gov.ma/images/Mde\\_PDFs/Fr/Actualisation\\_Cadre\\_Legislatif\\_05082016/6\\_Loi\\_28\\_00\\_relative\\_%C3%A0\\_la\\_Gestion\\_et\\_Elimination\\_des\\_D%C3%A9chets.pdf](http://www.environnement.gov.ma/images/Mde_PDFs/Fr/Actualisation_Cadre_Legislatif_05082016/6_Loi_28_00_relative_%C3%A0_la_Gestion_et_Elimination_des_D%C3%A9chets.pdf)
30. Décret n° 2-09-683  
<http://www.environnement.gov.ma/PDFs/pollution/Decretn2-09-683.pdf>
31. Arrêté n° 3413-11  
[http://www.environnement.gov.ma/images/Mde\\_PDFs/Fr/pndm08112018/Arr%C3%AAt%C3%A9\\_co\\_njoint\\_\\_n\\_3413-11.pdf](http://www.environnement.gov.ma/images/Mde_PDFs/Fr/pndm08112018/Arr%C3%AAt%C3%A9_co_njoint__n_3413-11.pdf)
32. Loi-Cadre N° 99-12 Portant Charte Nationale De L'environnement et du Développement Durable  
[http://www.environnement.gov.ma/PDFs/loi\\_cadre\\_fr.pdf](http://www.environnement.gov.ma/PDFs/loi_cadre_fr.pdf)
33. Site Officiel du Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement  
<http://www.environnement.gov.ma/fr/>  
[http://www.environnement.gov.ma/images/Programmes-et-Projets/Strat%C3%A9gie\\_Nationale\\_de\\_R%C3%A9duction\\_et\\_de\\_Vvalorisation\\_des\\_D%C3%A9chets\\_compressed.pdf](http://www.environnement.gov.ma/images/Programmes-et-Projets/Strat%C3%A9gie_Nationale_de_R%C3%A9duction_et_de_Vvalorisation_des_D%C3%A9chets_compressed.pdf)
34. Présentation de Fouad Zahrani sur la « Gestion des Déchets Ménagers au Maroc, Cadre réglementaire et Valorisation », Janvier 2017 [http://risques-environnement.universite-lyon.fr/IMG/pdf/presentation\\_fouad-3.pdf](http://risques-environnement.universite-lyon.fr/IMG/pdf/presentation_fouad-3.pdf)
35. Rapport sur la gestion des déchets aux niveaux local et régional en Méditerranée, Sixième session plénière de l'Assemblée Régionale et Locale Euro-Méditerranéenne (ARLEM), 15 décembre 2014, Antalya, Turquie <https://cor.europa.eu/Documents/Migrated/news/rapport-sudev-dechets-2014-fr.pdf>
36. Présentations Mr M'hiri Fadhel : expérience Tunisienne en compostage des déchets organiques. Atelier des experts arabes sur la valorisation des déchets organiques le 07 septembre 2020.
37. Programme National de Valorisation des Déchets (PNVD)  
<http://www.environnement.gov.ma/images/Programmes-et-Projets/PNVD-min.pdf>