

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture



Gestion organique des sols et Compostage

Projet DS-SLM d'aide à la décision pour l'intégration et l'extension de la gestion durable des terres

Consultant National : GRISSA Hanem

Juillet 2017

Table des matières

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des sigles et abréviations	
INTRODUCTION	1
PROBLÉMATIQUE	2
1- DÉGRADATION DES SOLS	2
1-1- Facteurs de dégradation de la baisse de fertilité des sols	2
1-1-1- Nord	2
1-1-2- Centre	3
1-1-3- Sud	3
1-2- Lutte contre la dégradation de la baisse de la fertilité du sol	5
2- PRODUCTION ET BESOINS EN FUMURE ORGANIQUE	6
3- DIAGNOSTIC DES DIFFÉRENTS FERTILISANTS ORGANIQUES UTILISÉS EN AGRICULTURE ...	7
3-1- Fumier	8
3-2- Engrais vert	8
3-3- Résidus de récolte	8
3-4- Margine	9
3-5- Compost	9
3-6- Engrais	9
4- DIAGNOSTIC DES DÉCHETS VALORISABLES PAR COMPOSTAGE PAR GOUVERNORAT ..	10
4-1- Classification des déchets	10
4-2- Déchets organiques compostables	11
4-2-1- Déchets agricoles végétaux	12
4-2-2- Fumier	12
4-2-3- Fientes de volailles	14
4-2-4- Déchets verts des marchés de gros municipaux	15
4-2-5- Déchets des espaces verts urbains	15
4-2-6- Fraction fermentescible des ordures ménagères	16
4-2-7- Sous produits de l'industrie agro-alimentaire	17
4-2-7-1- Sous produits oléicoles	17
4-2-7-1-1- Grignons	17
4-2-7-1-2- Margine	18
4-2-7-1-3- Feuilles d'olivier	19
4-2-7-2- Déchets de vinification	19
4-2-7-3- Déchets de conserveries	19
4-2-7-4- Déchets d'abattoirs	20
4-2-8- Sous produits issus de l'industrie forestière	21
4-2-9- Biomasse aquatique	22
4-2-9-1- Déchets de plantes marines sur les plages	22
4-2-9-2- Déchets des canaux d'irrigation	23
4-2-10- Déchets de scieries de bois	23
4-2-11- Papiers-cartons	23
4-3- Récapitulatif des déchets organiques	23
5- DIAGNOSTIC DU CADRE RÉGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL	25
5-1- Cadre réglementaire	25
5-2- Cadre institutionnel	26
5-2-1- Ministère des Affaires Locales et de l'Environnement	26
5-2-1-1- Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANGED)	27
5-2-1-2- Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE)	27
5-2-1-3- Communes	27
5-2-1-4- Centre International des Technologies de l'Environnement (CITET)	27
5-2-2- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche	27
5-2-2-1- Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles (DG/ACTA) ..	28
5-2-2-2- Direction Générale du financement, de l'Investissement et des Organismes	
professionnels (DG/FIOP)	28
5-2-2-3- Direction Générale des études et du développement Agricole	28
5-2-2-4- Direction Générale des Forêts (DG/F)	28
5-2-2-5- Centre Technique de l'Agriculture Biologique (CTAB)	28
5-2-2-6- Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA).....	28

5-2-2-7- Agence de Vulgarisation et de Formation Agricole (AVFA).....	28
5-2-3- Institutions et établissements de Recherche	29
5-2-4- Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche (UTAP)	29
5-2-5- Société civile	29
5-2-6- Structures Sociales	29
6- PERSPECTIVES DE VALORISATION	29
6-1- Epannage direct	30
6-2- Compostage	30
6-3- Engrais organique	30
6-4- Paillage naturel	30
6-5- Bois Raméal Fragmenté (BRF)	30
6-6- Biochar	31
6-7- Alimentation animale	31
6-8- Energétique	31
6-9- Biofiltre	32
6-10- Lutte contre la désertification	32
6-11- Produit artisanal	32
7- COMPOSTAGE	32
7-1- Définition	32
7-2- Processus du compostage	32
7-3- Intérêt du compostage	33
7-4- Modes de compostage	34
7-4-1- Compostage en andain (tas)	34
7-4-2- Compostage en fosse	34
7-4-3- Compostage en tunnels ou en couloirs	34
7-4-4- Compostage en pile	34
7-4-5- Bioréacteur ou enceinte fermée	34
7-4-6- Lombricompostage	34
7-4-7- Compostage domestique	34
7-5- Procédures de compostage	35
8- EXPÉRIENCE TUNISIENNE EN MATIÈRE DE COMPOSTAGE	35
8-1- Types de compostage	35
8-2- Catégories des unités de compostage	36
8-3- Unités de compostage	36
8-3-1- Unités de compostage existantes	37
8-3-2- Unités de compostage abandonnées ou fermées	39
8-4- Procédés de compostage	40
8-5- Encouragements et subventions	41
8-6- Qualité du compost	41
8-6-1- Compost biologique	42
8-6-2- Norme Tunisienne	42
8-6-2-1- Modalité de contrôle des produits commercialisables	43
8-6-2-2- Marquage ou étiquetage	43
9- UTILISATEURS ET TRANSFORMATEURS POTENTIELS DE COMPOST	44
9-1- Utilisateurs potentiels de compost	44
9-2- Transformateurs potentiels de compost	46
10- DIMENSION ÉCONOMIQUE DU COMPOSTAGE	47
10-1- Coût	47
10-2- Rentabilité	49
10-3- Vente du compost	49
11- LES OPPORTUNITÉS ET LES CONTRAINTES POUR LA PROMOTION DE LA BONNE PRATIQUE "COMPOSTAGE"	50
11-1- Les opportunités	50
11-2- Les contraintes	51
12- RECOMMANDATIONS	52
CONCLUSION	55
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56

Liste des tableaux

Tableau 1	: Evolution du taux de matière organique dans les oliveraies	4
Tableau 2	: Bilan préliminaire global en fumure organique (2004)	7
Tableau 3	: Evolution de la quantité de déchets organiques compostables totaux (mobilisables et non mobilisables) par gouvernorat (T/an)	11
Tableau 4	: Répartition des déchets de taille des arbres fruitiers par gouvernorat (T/an)	12
Tableau 5	: Production potentielle annuelle de déchets d'élevage par gouvernorat en 2004 (T/an)...	13
Tableau 6	: Evolution de la production de fumier par gouvernorat (T/an)	13
Tableau 7	: Evolution de la production de fientes sèches par gouvernorat (non mobilisable) (T/an)..	14
Tableau 8	: Evolution de la production de fientes liquides par gouvernorat (mobilisables) (T/an)....	14
Tableau 9	: Répartition régionale et évolution des déchets de marchés (T/an)	15
Tableau 10	: Evolution des quantités des déchets des espaces verts par gouvernorat (T/an)	16
Tableau 11	: Evolution de la production totale des déchets ménagers et assimilés par gouvernorat (T/an)...	17
Tableau 12	: Evolution de la quantité de grignons par gouvernorat (T/an)	18
Tableau 13	: Quantité de margine produite par gouvernorat et par région (Campagne 2007) (T)	18
Tableau 14	: Evolution de la quantité de marc de raisin par gouvernorat (T/an)	19
Tableau 15	: Evolution de la production de déchets des conserveries de tomates (T/an)	19
Tableau 16	: Evolution des déchets de conserverie de poissons (T/an)	20
Tableau 17	: Evolution des déchets de panse des abattoirs de bétail par gouvernorat (T/an)	20
Tableau 18	: Quantité de déchets de panse produites par les abattoirs de bétails contrôlés (T/an)	21
Tableau 19	: Evolution et répartition des déchets totaux d'abattage de volailles (T/an)	21
Tableau 20	: Répartition des superficies et quantités d'Acacias par gouvernorat	22
Tableau 21	: Evolution des quantités de déchets de plantes marines collectés dans les plages (T/an)...	22
Tableau 22	: Evolution des quantités de déchets de plantes aquatiques par gouvernorat (T/an).....	23
Tableau 23	: Evolution des déchets des unités industrielles sciage et trituration du bois d'œuvre (T/an)...	23
Tableau 24	: Récapitulatif des déchets organiques en Tunisie	24
Tableau 25	: Liste nominative des stations de compostage des déchets municipales	37
Tableau 26	: Liste nominative des stations de compostage chez les privés	38
Tableau 27	: Liste nominative des stations de compostage gérées par la DG/F	39
Tableau 28	: Liste des stations de compostage abandonnées ou fermées	40
Tableau 29	: Valeurs limites en E.T.M	42
Tableau 30	: Valeurs limites en cuivre et zinc	42
Tableau 31	: Valeurs limites en agents pathogènes (sur produit brut)	42
Tableau 32	: Valeurs limites en inertes et impuretés	42
Tableau 33	: Fréquence des analyses par ensemble de produits et par unité de production	43

Liste des figures

Figure 1	: Carte de type de dégradation - Tunisie	4
----------	--	---

Liste des sigles et abréviations

%	: Pourcentage
°C	: Degré Celsius
ANGED	: Agence Nationale de Gestion des Déchets
ANPE	: Agence Nationale de Protection de l'Environnement
APAL	: Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral
APIA	: Agence de Promotion des Investissements Agricoles
AVFA	: Agence de la Vulgarisation et de la Formation Agricole
BRF	: Bois Raméal Fragmenté
C/N	: Carbone/Azote
Ca	: Calcium
C.E.	: Conductivité Electrique
CFRA	: Centre de Formation et Recyclage Agricole
cm	: Centimètre
CITET	: Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
CRA	: Centres de Rayonnement Agricole
CRDA	: Commissariat Régional au Développement Agricole
CTAB	: Centre Technique de l'Agriculture Biologique
CTV	: Cellules Territoriales de Vulgarisation
CTO	: Composés Traces Organiques
Cu	: Cuivre
DG	: Direction Générale
DG/ACTA	: Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DT	: Dinar Tunisien
EIE	: Etude d'Impact à l'Environnement
DG/F	: Direction Générale des Forêts
Fe	: Fer
FAO	: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
Fig.	: Figure
g	: gramme
GDA	: Groupement de Développement Agricole
h	: heure
ha	: hectare
K	: Potassium
Kg	: Kilogrammes
L	: Litre
m	: mètre
m ²	: mètre carré
m ³	: mètre cube
MARHP	: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
mg	: milligramme
mm	: millimètre
MO	: Matière organique
MS	: Matière Sèche
N	: Azote
NT	: Norme Tunisienne
ONAS	: Office National de l'assainissement
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
OTD	: Office des Terres Domaniales
P	: Phosphore
PSE	: Polystyrène Expansé
SMSA	: Société Mutuelle de Service Agricole
SMVDA	: Société de Mise en Valeur et de Développement Agricole
STEP	:
T	: Tonne
TVA	: Taxe sur la Valeur Ajoutée
UTAP	: Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche

INTRODUCTION

Contexte de l'étude

La dégradation des terres, les effets de la sécheresse et le changement climatique sont des phénomènes qui limitent la production des terres et pour pallier à ces effets le recours aux bonnes pratiques agricoles constitue une des solutions. Ces pratiques se heurtent à plusieurs contraintes d'ordre techniques, institutionnelles et financières qui limitent le choix des décideurs pour les adopter. Le compostage et la gestion organique des sols constituent une des pratiques agricoles adoptées par les agriculteurs et les exploitants. Elle est destinée à maintenir et améliorer le potentiel agronomique des sols, tout en conservant une production croissante et performante sur les plans technique et économique.

C'est dans ce contexte que le projet DS-SLM d'aide à la décision pour l'intégration et l'extension de la gestion durable des terres financé par le GEF et exécuté par la FAO a porté une attention particulière à cette pratique agricole.

Le projet consiste à éliminer les obstacles clés au niveau mondial, régional et national à l'extension de la gestion durable de l'eau et des terres grâce à l'amélioration de l'aide à la décision en matière de gestion durable des terres. Les obstacles institutionnels et politiques ainsi que les obstacles économiques et financiers à l'expansion de la GDT seront abordés dans le cadre de ce projet en liant une évaluation scientifique rationnelle de la DDTS et des bonnes pratiques de GDT avec l'intégration des priorités de la GDT dans les politiques sectorielles nationales et les programmes d'investissement nationaux, avec un appui catalytique à l'extension de la GDT sur le terrain dans les aires de démonstration.

Objectif de l'étude

La présente étude a pour but de diagnostiquer et valider les Bonnes Pratiques Agricoles adoptées par le projet et d'évaluer selon les différents types d'utilisation des terres la technique du compostage et de la gestion organique des sols afin d'avoir une idée claire sur l'état actuel de l'utilisation de cette bonne pratique, d'évaluer sa contribution à l'amélioration de la production, les revenus des exploitants, et d'autres part, de montrer leur efficacité vis-à-vis de la conservation des ressources naturelles et de l'amélioration de la gestion durable des terres et finalement de mettre l'accent sur les obstacles, les contraintes de l'adoption et de l'extension de cette bonne pratique.

Démarche méthodologique

La démarche de l'étude est structurée autour des plusieurs volets depuis la définition de la problématique jusqu'à la conclusion.

La première partie permettra de présenter l'état des lieux à travers l'identification des types de dégradation de la baisse de fertilité des sols et les pratiques agricoles utilisées pour remédier à chaque dégradation, l'identification des différents fertilisants organiques utilisés en agriculture, le diagnostic de la production et les besoins en fumure organiques par gouvernorat, le diagnostic des déchets valorisables par compostage par gouvernorat, l'identification des perspectives de valorisation et le diagnostic du cadre réglementaire et institutionnel.

La seconde partie s'intéresse plus particulièrement à la présentation générale de la technique de compostage.

La troisième partie est consacrée à la présentation de l'expérience tunisienne en matière de compostage et l'identification des utilisateurs et transformateurs potentiels de compost.

Une fois le diagnostic de l'expérience tunisienne est présenté, nous achevons la quatrième partie avec les opportunités, les contraintes et les recommandations pour la promotion de la bonne pratique de compostage.

PROBLÉMATIQUE

La matière organique, la structure et les activités biologiques constituent les principales composantes de la productivité et de la qualité des sols.

Une terre est fertile si elle peut fournir aux plantes des éléments nutritifs en quantité suffisante, régulière et de façon prolongée. Ceci n'est possible que si l'activité biologique du sol est elle-même suffisante et régulière. Or, Nos pratiques agricoles actuelles rendent nos sols stériles, on nourrit la plante pour produire de la masse végétale alors qu'il faut nourrir le sol pour le maintenir vivant afin qu'il nourrisse la plante. Il faut bien l'admettre par le constat à ce jour que l'industrialisation de l'agriculture a eu comme résultante en une perte de la diversité biologique dans le sol et dans les systèmes de productions primaires animales ou végétales.

Selon le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche, les sols agricoles connaissent depuis des dizaines d'années une diminution préoccupante de leur teneur en matière organique. La majorité des sols agricoles en Tunisie ont une teneur en matière organique inférieure à 0,5 %. Ainsi, les sols sont devenus très peu fertiles et de plus en plus dépendent de la fertilisation minérale, de mauvaise stabilité structurale et d'une grande vulnérabilité à l'érosion. De plus, l'emploi abusif des engrais, notamment les engrais azotés, a des mauvaises répercussions sur la qualité des eaux. Les pertes de matière organique et la dégradation de la structure du sol ont conduit à la diminution de la fertilité des sols intensivement cultivés, sans retours de matières organiques.

Devant cette situation s'impose la protection de l'environnement comme une priorité de toutes les instances de décision. On a alors songé à restaurer la vie dans le sol par la réintroduction des nouvelles techniques. Nous redécouvrons les valeurs de la matière organique peut redonner la vie dans le sol autrement entretenu stérile par les pratiques culturales actuelles.

La valorisation des déchets organiques présente le double intérêt de résoudre un problème environnemental mais aussi et surtout de subvenir au besoin national en matière organique.

Nous sommes tout d'abord intéressés à la valorisation des déchets agricoles en agriculture. Mais, on peut valoriser les déchets qu'ils soient d'origine urbaine ou industrielle et ceux dans un but de leurs donner une seconde vie en les utilisant en agriculture.

1-DÉGRADATION DES SOLS

Les civilisations anciennes qui sont succédés dans le pays ont développé des techniques diverses de conservation des eaux et du sol. C'est seulement au 20^{ème} siècle et plus précisément durant la période coloniale qu'il y a eu une déstabilisation et on a assisté à une baisse du taux de matière organique.

Actuellement, on compte plus de 5 millions d'hectares de terres agricoles en Tunisie. Les terres fertiles sont estimées, en Tunisie, à environ 3,7 millions d'hectares, soit 21 % de la superficie totale. Ceci révèle la rareté de ces terres qui, de plus, se réduisent de 15 000 hectares environ chaque année sous l'effet de plusieurs facteurs. Une inquiétude importante concerne la progression de la baisse de la fertilité du sol qui s'est accélérée durant les dernières décennies.

1-1- Facteurs de dégradation de la baisse de fertilité des sols

La Tunisie est confrontée à un ensemble de facteurs endogènes et exogènes convergents qui déterminent l'état actuel et induisent des phénomènes de dégradation du sol. Trois grandes régions, le Nord, le Centre et le Sud se distinguent. La dégradation des terres diffère d'une région à une autre en fonction de la diversité des conditions physiques, biologiques et sociales.

1-1-1- Nord

Les zones appartenant à l'étage bioclimatique de l'humide et du subhumide couvrent principalement l'extrême Nord-Ouest, le Nord-Est (Cap Bon) et les sommets des hauts massifs de la Dorsale. Cette partie présente des écosystèmes forestiers et pastoraux et les agro-systèmes à base principalement

de grandes cultures, d'arboriculture et de périmètres irrigués. Le nord se caractérise par une topographie accidentée et une lithologie marquée par la présence de roches tendres telles que l'argile et les marnes.

Les formes de dégradation les plus importantes sont : L'érosion hydrique, l'envasement des barrages et la vertisolisation de plaines alluviales est causée par la présence de sols lourds marqués par l'acidification. Ces formes de dégradation naturelles sont aggravés et accentués par les pressions anthropiques : le surpâturage, le défrichement et l'élargissement des clairières par la population usagère de la forêt, la réduction de l'espace agricole sur les principaux écosystèmes côtiers, la dégradation de la qualité chimique de l'eau des nappes, l'appauvrissement de la diversité agro-biologie dû à la salinisation des sols, l'accélération du morcellement des terres agricoles et la perturbation des systèmes hydrauliques des écosystèmes.

1-1-2- Centre

Les zones appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur formé par les régions naturelles de Nord-Ouest, de la Dorsale, du Tell, du Sahel Nord et du Kairouanais, et à l'aride. Il contient des écosystèmes pastoraux et des agro-systèmes basés sur l'arboriculture (oléiculture) et les périmètres irrigués. Le centre est formé d'une lithologie mixte sous forme de sol plus léger et sensible à l'érosion éolienne. La plupart des sols isohumiques et encroûtés sont souvent déstabilisés suite à leur mise en culture.

Les formes de dégradation les plus importantes et les plus répandues sont l'érosion hydrique, l'érosion éolienne et la formation de sebkha. L'action de l'homme se traduit par une surexploitation des ressources, exprimée par : le déboisement accru des garrigues et l'emprise de l'agriculture sur les terres sensibles provoquant la fragilité des milieux naturels, le surpâturage des steppes, la salinisation des eaux d'irrigation suite à la surexploitation des nappes et son corollaire et la salinisation des sols provoquée en l'absence de drainage efficace et les labours des pentes sans protection des terres sableuses en milieu aride.

1-1-3- Sud

Les zones appartenant principalement à l'étage bioclimatique aride jusqu'au niveau des chotts et devient saharien plus au sud. Il présente des écosystèmes pastoraux fragiles et très sensibles à la sécheresse et des agro-systèmes à base d'arboriculture résistante et de périmètres irrigués principalement sous forme d'oasis. Il se caractérise par des sols légers et vulnérables à l'érosion éolienne.

La dégradation des terres se manifeste par : les ensablements et l'accélération de l'érosion (hydrique et éolienne) sur les terres sensibles, le manque d'entretien de Séguis et de Jessours, l'appauvrissement de la biodiversité suite à l'extension de l'arboriculture, le dépérissement des clones de palmiers dattiers et l'abandon des oasis par la nouvelle génération, l'extension de l'urbanisation sur les terres les plus fertiles, le surpâturage et l'emprise de l'agriculture sur les terres sensibles des steppes méridionales et la surexploitation des nappes, la salinisation des eaux et l'hydromorphie.

Face à la vigueur du climat, qui se caractérise par un été très chaud, la rareté et l'irrégularité de la pluie et l'agressivité des averses, les sols sont soumis à des sérieux risques de dégradation de leur fertilité. Ces risques sont d'origine naturelle ou anthropique.

Il est claire que c'est l'homme lui-même qui prend la part la plus importante dans la destruction de son environnement par les diverses sortes d'activités socioéconomiques : modes de culture, pratiques agricoles, surpâturage, surexploitation des terres, restitutions organiques quasi-inexistantes, utilisation accrue d'engrais et de produits phytosanitaires chimiques, qui tendent à modifier les phénomènes d'érosion, en accélèrent souvent de façon considérable le rythme. Ces problèmes peuvent significativement limiter, à terme, la durabilité de la production. A coté de ces fléaux, vient s'ajouter un problème crucial qui se traduit par une perte importante du patrimoine humique du sol. Ce phénomène amplifie les autres processus de détérioration de la qualité des sols.

Carte de types de dégradation - Tunisie

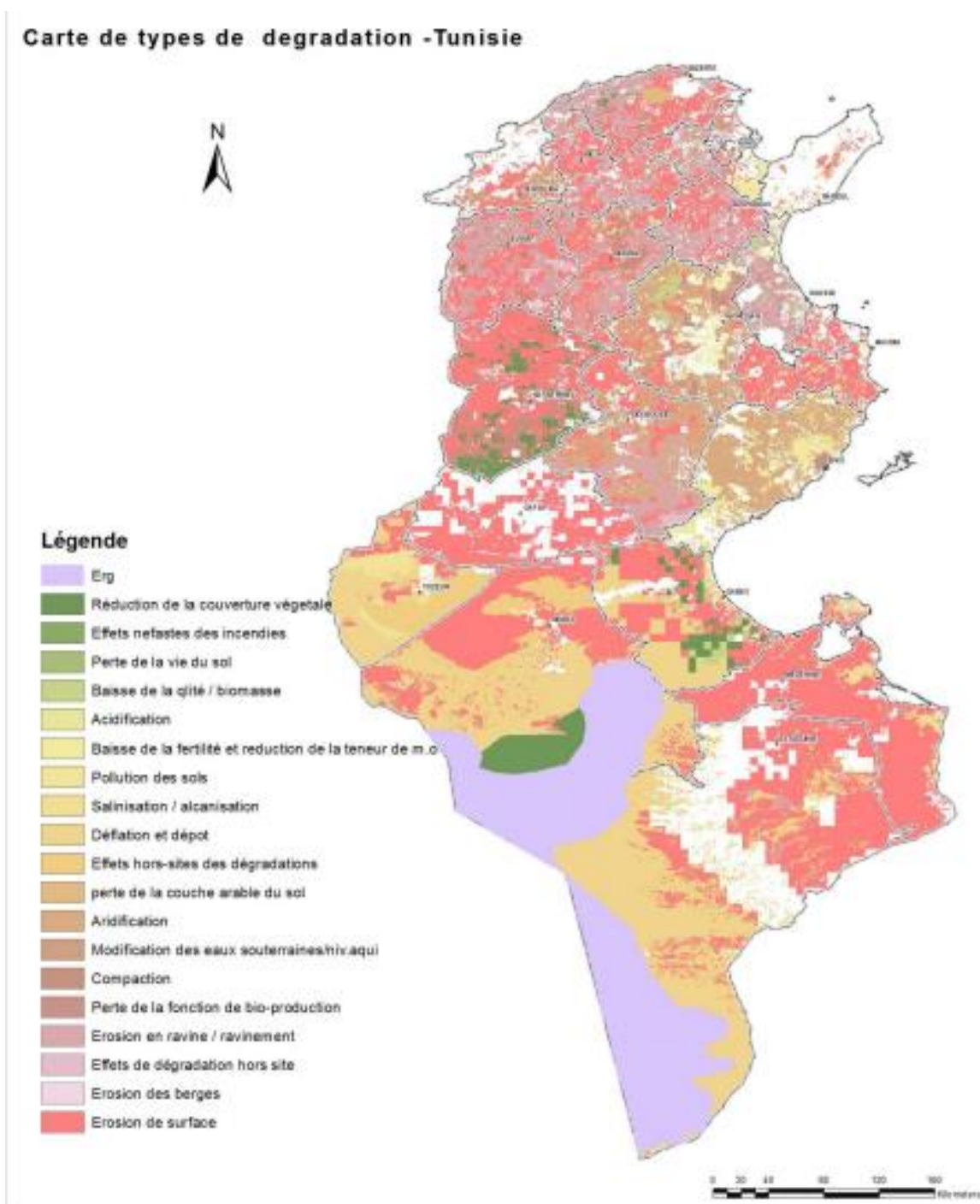


Figure 1 : Carte de type de dégradation - Tunisie

En effet, plus de la dégradation de la fertilité chimique, la structure du sol est aussi menacée et par conséquent toutes les propriétés qui lui sont liées. La faible teneur en matières organiques et la faible stabilité structurale des sols va entraîner un déficit en éléments nutritifs et une capacité insuffisante de rétention d'eau, d'où une réduction de la croissance des plantes et la perte de productivité.

Tableau 1 : Evolution du taux de matière organique dans les oliveraies

	1947	1981	1998	2002	2004
Enfidha	2-4	1	0,6	0,4	0,4
Boughrara	1	0,7	0,5	0,2	0,2

Source : Institut de l'olivier

C'est souvent à la suite d'un changement relativement brutal dans les pratiques agricoles que le thème de la conservation et de l'entretien de la fertilité est remis en question. Ainsi, plusieurs bonnes pratiques culturales sont scientifiquement prouvées et des efforts de sensibilisation des agriculteurs doivent être déployés.

1-2- Lutte contre la dégradation de la baisse de la fertilité du sol

Les bonnes pratiques agricoles sont définies comme des pratiques permettant de satisfaire les besoins actuels et d'améliorer les moyens d'existence, tout en préservant l'environnement de façon durable. Une large gamme des technologies et techniques existantes qui contribuent à un équilibre positif de la matière organique sont essentielles pour une bonne fertilité du sol à long terme.

Les bonnes pratiques d'amélioration durable sont multiples. Elles doivent être élaborées en concertation avec les agriculteurs, en tenant compte du diagnostic des parcelles et des contraintes locales. Toutefois les motivations qui poussent les agriculteurs à utiliser certaines pratiques agricoles sont surtout d'ordre économique. Les agriculteurs envisagent plus facilement la mise en œuvre d'une pratique agricole si elle favorise une augmentation des rendements de culture et l'atteint d'une excellente qualité des produits.

- **Réduire l'intensité du travail du sol** (réduire la fréquence du labour, modifier les techniques, réduire l'énergie mécanique des outils, mécanisation spécifique selon la région, ...): afin d'améliorer la porosité structurale dans la couche arable, stimuler l'activité biologique et augmenter la stabilité des agrégats et limiter les phénomènes d'érosion.

- **Optimiser la rotation des cultures** : Elles sont recommandées comme une importante régie agricole visant à maintenir ou à améliorer la qualité des sols, alterner les cultures avec des besoins minéraux différents, préserver la fertilité du sol et la productivité des cultures au fil du temps. Les rotations optimisées des cultures ont un effet direct de réduction de l'érosion. L'alternance des familles botaniques différentes lors de la succession des cultures permet aussi de limiter la concentration de parasites et pathogènes sur la parcelle et maintenir les terres propres grâce à l'alternance des cultures.

- **Créer des surfaces de biodiversité** (Haies, bandes enherbées et mellifères, bordures de champs, ...) : génère une diversité dans le paysage et permet de réduire l'érosion des sols et donc limite la perte de matière organique, d'améliorer la structure du sol, de limiter le ruissellement et le lessivage ce qui contribue à la préservation de l'eau et constitue des réservoirs favorables au développement des vers de terre.

- **Gestion des résidus de récolte à la surface du sol** : contribue à améliorer la structure du sol, à réduire l'érosion, à améliorer l'infiltration de l'eau et à conserver l'humidité.

- **Conserver le couvert du sol** : afin de réduire le plus possible les pertes dues à l'érosion éolienne et/ou hydrique.

- **Apport d'engrais vert** : permet d'augmenter ou de maintenir le niveau de matière organique dans le sol, de protéger le sol de l'érosion, de la déshydratation et des fortes fluctuations de température, d'améliorer la structure du sol, de mettre des substances nutritives à la disposition de la culture principale, de stimuler le développement d'organismes du sol, ...

- **Apport de composts** : contribue à l'entretien des stocks de matière organique dans les sols et favoriser leur augmentation. En outre, ces apports améliorent la fertilité des sols en lien avec l'augmentation des teneurs en matière organique dans les sols : stabilisation de la structure, libération d'éléments fertilisants pour les végétaux, stimulation de l'activité biologique, lutte contre les érosions, ...

Par conséquent, l'usage du compost répond à la fois aux options écologiques de préservation de l'environnement, au souci de valorisation des ressources locales disponibles, aux contraintes financières de l'agriculteur. Aussi, l'utilisation de compost apparaît comme une solution permettant d'éviter les dépensifs de la matière organique peu évoluée et les problèmes des fumures minérales.

- **Epandage des fumiers** : permet d'augmenter le niveau de matière organique du sol, d'augmenter les substances nutritives disponibles, d'améliorer la structure (la formation d'agrégats) et la capacité de rétention d'eau du sol, ...
- **Epandage de Bois Raméal Fragmenté (BRF) sur le sol** : permet d'améliorer la composition chimique, de produire de la matière organique et apporter les nutriments nécessaires à la croissance des végétaux, d'améliorer la qualité des sols, de limiter l'érosion et le tassement des sols, de diminuer le lessivage des nitrates, d'améliorer la porosité du sol et sa capacité d'infiltration, ...
- **L'agroforesterie** : permet de fournir de la matière organique avec ses feuilles, de fournir une protection contre l'érosion, d'empêcher la perte de substances nutritives, de fournir des paillis organiques, ...
- **La pratique de la jachère** : est une technique culturale servant à maintenir la fertilité des sols, d'améliorer l'infiltration de l'eau, de lutter contre l'érosion, ...
- **Paillage organique** : permet le maintien des éléments nutritifs des plantes, l'augmentation ou la conservation du niveau de matière organique dans le sol, la protection du sol de l'érosion et de la déshydratation, une stimulation des organismes du sol, ...
- **Application des méthodes appropriées** : pour limiter l'érosion des terres agricoles tant des moyens des protections mécaniques (les terrasses, les drains, les fossés de diversion, ...) que des méthodes biologiques (les bandes enherbées, la plantation des haies, ...).
- **Développer l'agriculture biologique** par l'usage des engrais et pesticides naturels : L'adoption de bonnes pratiques de gestion du sol et l'augmentation de la matière organique qui en résultera permettront de réduire la sensibilité du sol à l'érosion et à la sécheresse, favorise le développement de la faune du sol et améliore la structure du sol et la capacité de rétention en eau.

2- PRODUCTION ET BESOINS EN FUMURE ORGANIQUE

La fertilisation du sol est basée sur l'apport des matières organiques, celles-ci en plus de leur rôle de réservoir d'éléments nutritifs, ont un rôle majeur dans la fertilité physique des sols, de leur aération et de leur résistance à la dégradation et l'érosion.

L'évaluation **des besoins globaux annuels** en fumure organique sont de **19 532 743** tonnes. Dont, **98,35%** du total des besoins organiques est sollicitée par le secteur agricole, 0,42 % par le secteur des pépinières et 1,23 % par les espaces verts.

L'établissement du bilan en fumure organique s'articule sur la confrontation entre les besoins globaux et la production en matière organique qui englobe la production globale à la fois en fumier (y compris fientes sèches) et en compost.

La production annuelle de fumure organique (fumier, fientes de volailles sèches et compost), en 2004, à l'échelle nationale, a été estimée à **2 874 044 tonnes** qui ne permet qu'une couverture de 15 % des besoins globaux et même en tenant compte de la production potentielle éventuelle en compost, le taux de couverture ne dépassera guère 21 % des besoins.

Les gouvernorats dont les besoins en fumure organiques sont très importants sont : Béja, Le Kef, Sidi Bouzid, Kairouan, Sfax et Bizerte.

Au vu des besoins très importants en matière organique pour les cultures, tels qu'ils ont été évalués par l'ANGED, le compostage ne semble pas être capable de résoudre tout le problème du déficit organique, mais il peut contribuer à l'atténuer dans une certaine mesure.

Tableau 2 : Bilan préliminaire global en fumure organique (2004)

Gouvernorats	Besoins en matière organique (T)	Production fumier de bétail (T)	fientes de volailles sèches (T)	Production actuelle de compost (T)	Production potentielle en compost des déchets mobilisables(T)	Bilan Global (T)
District Tunis ¹	956 308	140 923	93 858	25000	320 582	-375 945
Bizerte	1 610 815	179 521	166 898	19600	125 924	-1 118 872
Béja	2 240 406	221 399	6 695	0	65 618	-1 946 694
Jendouba	443 227	83 008	18 489	0	10 896	-330 834
Le Kef	2 108 491	209 659	4 650	480	18 746	-1 874 956
Siliana	784 689	173 429	11 345	0	17 381	-582 534
Zaghouan	711 860	129 997	784	0	15 628	-565 451
Nabeul	683 202	134 646	2 417	0	12 169	-533 970
Sousse	459 706	39 535	35 024	500	80 971	-303 676
Monastir	314 204	48 695	24 241	0	79 159	-162 109
Mahdia	751 628	96 113	187 555	0	35 817	-432 143
Sfax	1 680 466	93 736	56 115	0	131 329	-1 399 286
Kairouan	1 612 455	139 617	10 704	0	32 375	-1 429 759
Kasserine	980 781	92 197	3 826	0	20 026	-864 732
Sidi Bouzid	1 658 128	90 818	54 814	0	19 392	-1 493 104
Gafsa	517 784	58 453	2 336	0	40 236	-416 759
Gabès	247 303	55 552	5 586	0	69 780	-116 385
Médénine	93 157	47 417	653	0	9 823	-35 264
Tozeur	495 313	60 741	1 926	0	28 275	-404 371
Kébili	406 776	12 665	2 698	0	9 535	-381 878
Tataouine	776 047	29 667	64	0	9 000	-737 316
Total	19 532 746	2 137 788	690 678	45 580	1 152 662	-15 506 037
Taux de couverture %		10.9%	3.5%	0.2%	5.9%	-79.4%

District Tunis : est formé de Tunis, Ariana, Manouba et Ben Arous

3- DIAGNOSTIC DES DIFFÉRENTS FERTILISANTS UTILISÉS EN AGRICULTURE

Jusqu'au début XIX^{ème} siècle, les fertilisants organiques constituaient l'unique source d'apports d'éléments exogènes permettant d'équilibrer les cycles de matière au niveau des parcelles agricoles, notamment en azote. Bien que le développement de l'industrie des engrais minéraux ait été considérable au XX^{ème} siècle.

Les matières fertilisantes comprennent les amendements, les engrais et d'une manière générale tous les produits dont l'emploi est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Les produits organiques peuvent être distingués en fonction de leurs effets sur la parcelle. Les engrais organiques libèrent de l'azote à court terme. Les amendements organiques ont des effets fertilisants sur le long terme, ainsi que des effets positifs sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

Le rôle des amendements organiques est avant tout d'amender un sol en matière organique, et non lui apporter des quantités importantes d'éléments minéraux. Ces amendements sont des produits apportés généralement en grandes quantités, afin d'améliorer la fertilité d'un sol et plus précisément ses conditions physico-chimiques en réduisant un excès d'acidité, d'alcalinité, de salinité, de compaction,

Les amendements organiques sont très diversifiés. Ce sont des produits soit uniquement végétaux, soit mixtes végétaux et animaux, ayant subi ou non un traitement. Toutes les matières organiques

ne contribuent pas de la même façon à l'entretien du stock organique du sol. Le choix des restitutions organiques s'exerce en fonction des besoins complémentaires en matière organique pour les parcelles, de leur coût et de leur disponibilité locale. Ainsi, certaines matières organiques minéralisent facilement et servent principalement de nourriture microbienne (fientes, engrais verts, certains résidus de cultures, herbes, feuilles vertes,...), alors que d'autres sont principalement des précurseurs d'humus stable (bois de taille, paille, feuilles mortes, compost plus ou moins mûr, fumier de ferme, sciure, certains résidus de cultures,...).

Le raisonnement de la fertilisation est basé sur les besoins des cultures : substitution ou satisfaction aux besoins de la plante. Les doses apportées sont alors proches des besoins de la culture mais ne tiennent pas compte de leur disponibilité. Or, la plante se nourrit avec le sol. Le calcul des doses à apporter doit prendre en compte la fourniture du sol. L'effet d'un même produit varie selon les sols.

3-1- Fumier

Les fumiers sont riches en éléments fertilisants (surtout azote) et en matières organiques. Leur composition en fait des engrais ou des amendements de valeur pour l'agriculture, sous réserve de l'absence de germes pathogènes. Leur valorisation par épandage direct ou après compostage constitue le moyen de traitement le plus approprié. Actuellement, le fumier constitue le principal engrais organique utilisé. Les principaux consommateurs de fumier sont les cultures maraîchères essentiellement sous serres, les agrumes et les arbres fruitiers. L'olivier ne recevait pas, en général d'amendement organique.

Les fumiers ne sont pas assainis et la maîtrise de l'enherbement sera alors plus difficile et peut favoriser les pathogènes. Toutefois, un délai après enfouissement devra être respecté avant plantation ainsi que les doses d'épandage pour éviter une sur fertilisation néfaste aux cultures. Le problème posé par les déchets organiques du secteur avicole en générale et des fientes en particulier résulte de leur fermentation et leur pétrification qui pollue la nappe, le sol et l'air. Les fientes de volailles ne peuvent incorporées au sol à l'état frais à cause des pathogènes qu'elles contiennent et de leur richesse en azote.

La solution de valorisation, par compostage, de déchets avicoles en combinaison avec les autres déchets agricoles, riches en carbone, s'avère très intéressante et présente un intérêt aussi bien environnemental qu'économique et possible surtout que les unités de production des déchets se trouvaient regroupés géographiquement.

3-2- Engrais vert

Ce sont des plantes dont la culture est dérobée, qui sont à croissance rapide, produisant de la biomasse qui est enfouie au stade vert, c'est-à-dire avant la montée à graines, par un labour peu profond. Si la végétation est importante, elle sera broyée avant enfouissement. L'apport de matière organique par enfouissement d'un engrais vert peut varier de 3 à 5 tonnes de matière sèche à l'hectare.

La culture d'engrais verts est une des pratiques de base de l'agriculture biologique mais elle continue à l'être pour les cultures conventionnelles car elle permet d'une façon générale d'améliorer la stabilité structurale du sol, de lutter contre les adventices, de briser le cycle de certaines maladies, d'augmenter la fertilité des sols par une importante fixation d'azote atmosphérique par les légumineuses (féverole,) et d'améliorer la structure du sol et de prévenir l'érosion éolienne et hydrique.

3-3- Résidus de récolte

Les résidus de cultures jeunes se comportent comme des engrais verts, c'est à dire qu'ils se décomposent vite et fournissent principalement des molécules servant de nourriture à la microflore et améliorant ainsi le fonctionnement du sol.

Les résidus de cultures mûres ou de plantes pérennes, de part leur richesse en cellulose et en lignine, sont avant tout des précurseurs d'humus stable et peuvent contribuer à améliorer la structure du sol.

3-4- Margine

Les résidus liquides résultant du processus d'extraction de l'huile des olives dans les huileries et qui sont composées de l'eau de végétation et de lavage des olives. A cause de leur charge organique très élevée et de leur teneur en phénols et polyphénols difficilement dégradables, ces effluents posent d'importants problèmes pour leur élimination.

Les quantités et la composition des margines utilisées dans les opérations d'épandage ou de compostage ne doivent pas avoir directement ou indirectement, lors de leur transport ou épandage, un impact sur la santé de l'homme et de l'environnement, sur la qualité et l'état phytosanitaire des cultures et sur les propriétés du sol et des milieux naturels et aquatiques.

Toutefois, lors des campagnes d'épandage il faut appliquer les règles suivantes :

- La dose maximale des margines à épandre correspond à 50 m³ par hectare et selon une périodicité une fois chaque deux ans dans la même parcelle,
- Le labourage de la terre directement après l'épandage des margines,
- La période de stockage des margines, destinées à l'épandage depuis leur production dans l'huilerie, ne doit pas dépasser 30 jours,
- L'épandage des margines se fait toujours pendant les périodes de repos des cultures arboricoles, durant la période allant du mois de novembre au mois de février de l'année suivante.

L'épandage des margines dans le domaine agricole n'est permis que pour les cultures vivaces, comme l'olivier, la vigne, les arbres fruitiers avec obligation pour l'exploitant d'éviter de mouiller les feuillages. L'épandage des margines est interdit sur les terres cultivées ou destinées à des cultures maraîchères, et dans tous les cas, à des cultures en contact direct avec la terre.

3-5- Compost

L'utilisation du compost peut rendre moins nécessaire le recours aussi bien aux fertilisants qu'aux pesticides en plus de favoriser la conservation de l'eau.

Le compost se différencie des matières premières par une structure homogène, la stabilité des matières organiques qui le composent, d'autant plus importante que le compost est évolué (richesses en composés humiques), un assainissement partiel par destruction des germes pathogènes, des parasites animaux, des graines et des organes de propagation des végétaux et l'absence d'odeurs désagréables.

3-6- Engrais

Les engrais sont des matières fertilisantes dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition (éléments fertilisants majeurs, secondaires et oligoéléments). Un engrais est un produit organique ou inorganique qui est apporté pour fournir les quantités suffisantes de un ou de plusieurs éléments essentiels pour les plantes.

• **Engrais organiques** : Les engrais organiques sont constitués de substances nutritives d'origine végétale ou animale, contenant de la matière organique sous différentes formes. L'apport des engrais est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des plantes et à entretenir aussi la fertilité des sols. Selon la normalisation, un engrais organique doit avoir une teneur en un des éléments majeurs (N,P,K), au moins 3 %, en masse par rapport à la matière sèche totale.

• **Engrais organo-minéraux** : Les engrais organo-minéraux sont composés à la fois d'éléments organiques et d'éléments minéraux. Un engrais organo-minéral doit contenir au moins 1 % d'azote d'origine organique.

• **Engrais minéraux** : Les engrais minéraux sont produits par l'industrie chimique ou par l'exploitation de gisements naturels. L'efficacité de ces engrais varie avec les sols, les cultures et les conditions d'application. Le choix de l'engrais à utiliser dépend de plusieurs facteurs et la prise de décision doit tenir compte des conditions spécifiques dans lesquelles on se trouve (la richesse du sol, le prix de l'unité fertilisante, la culture et le moment d'apport). Ces produits apportent également des éléments fertilisants qui vont contribuer à augmenter les rendements des cultures. Si leur

disponibilité, est mal maîtrisée, l'apport en excès des fertilisants minéraux complémentaires peut avoir un impact sur l'environnement.

4- DIAGNOSTIC DES DÉCHETS VALORISABLES PAR COMPOSTAGE PAR GOUVERNORAT

L'évolution des déchets suit étroitement celle des sociétés. Ces déchets qui étaient, par le passé, essentiellement organiques (effluents d'élevage, déchets alimentaires, résidus végétaux,...) renferment aujourd'hui une gamme très hétérogène de produits (déchets verts, déchets alimentaires, effluents d'élevage, papiers, emballage, boues,...).

Les problèmes d'évacuation, de traitement et en général de gestion des déchets organiques prennent actuellement une importance croissante. Avec l'industrialisation forcée, les quantités de déchets produits ne cessent de croître devenant une préoccupation majeure à laquelle sont confrontées les autorités locales. Cependant, lorsqu'ils sont envoyés dans les sites d'enfouissement, les matières organiques produisent des émissions de gaz à effet serre, de lixiviat et d'odeurs putrides et peuvent occasionner une nuisance et des problèmes de santé. Pour éviter que ces déchets ne contribuent à la saturation des décharges et incinérateurs, qu'ils soient brûlés à l'air libre ou abandonnés, la technique de compostage est la meilleure filière de transformation de ces déchets pour combler les déficits en fertilisants organiques et assurer une source pérenne croissante de matières organiques exogènes disponible pour l'agriculture.

Le compostage de déchets organiques se situe en fait à la croisée de problématiques agronomiques, environnementales, sociales et économiques.

Afin d'identifier les contraintes et les opportunités de la gestion des déchets organiques valorisables par compostage, il s'avère nécessaire de faire une analyse de ces déchets ainsi que son évolution.

4-1- Classification des déchets

Les déchets organiques, qu'ils soient d'origine agricole, municipale ou domestique, peuvent constituer un amendement organique (compost) de qualité pour des sols qui s'en appauvrissent, plutôt que d'être stockés en décharge où leur décomposition émet des gaz à effet de serre. Le retour au sol des matières organiques contribue à la fertilisation des cultures et à l'entretien des teneurs en matière organique des sols. Il faut alors connaître la disponibilité de ces matières pour ajuster les apports.

Les déchets organiques peuvent être classés suivant leur origine :

1- Les déchets et sous-produits agricoles :

- Les déchets d'élevage de volailles - fientes solides et liquides
- Les déchets et les fumiers des animaux d'élevage
- Les déchets agricoles végétaux
- Les déchets forestiers

2- Les déchets des industries agro alimentaires :

- Les déchets verts des abattoirs de bétail
- Les déchets des abattoirs de volailles
- Les déchets des conserveries de poissons
- Les déchets des conserveries de légumes et fruits
- Les déchets et sous –produits des huileries (grignon, margine, feuilles d'oliviers)
- Les déchets de vinification

3- Les déchets communaux

- Les déchets verts des marchés de gros et municipaux
- Les déchets des espaces verts urbains
- Les déchets ménagers et assimilés

4- Les déchets de plantes marines

5- Les déchets de la filière bois

4-2- Déchets organiques compostables

La Tunisie a l'avantage de posséder une multitude de ressources de déchets organiques exploitables en agriculture notamment par le procédé de compostage. La connaissance du gisement des déchets organiques est un élément clé de la politique de gestion des déchets. Le niveau de développement du compostage en Tunisie a fait l'objet d'une première étude complète en 2006 par l'ANGED.

Les déchets d'origine agricole sont de natures très diverses et leur dispersion géographique rend difficile leur collecte. Les sources de déchets varient suivant la région. Cependant, les secteurs forestiers et agricoles ont à gérer eux-mêmes leurs résidus.

Les industries oléicoles, avicoles et laitières sont considérées génératrices de déchets (margine, fientes avicoles, lactosérum) causant de sérieux problèmes environnementaux, reconnus nocifs, une fois jetés dans la nature sans traitement préalables et risquent de contaminer les nappes phréatiques et par conséquent infecter l'eau et la végétation, affectant ainsi l'équilibre écologique, la faune et la flore.

La qualité des matières organiques est primordiale pour garantir la qualité des composts. En effet, le processus de compostage, s'il peut assainir en partie les matières mises à composter (suite à la montée en température), ne peut pas dégrader certains polluants, tel que les éléments traces métalliques, qui au contraire se concentrent dans le compost puisqu'une grande partie de la matière organique est dégradée.

Tableau 3 : Evolution de la quantité de déchets organiques compostables totaux (mobilisables et non mobilisables) par gouvernorat (T/an)

	2004			2019		
	Déchets mobilisables	Déchets non mobilisables	Total déchets	Déchets mobilisables	Déchets non mobilisables	Total déchets
District Tunis	641 163	285 040	926 203	1 184 350	337 442	1 521 792
Nabeul	251 849	410 609	662 458	416 282	486 416	902 698
Bizerte	131 237	252 013	383 250	203 123	292 165	495 288
Zaghouan	21 793	147 868	169 661	34 642	171 283	205 925
Béja	37 492	246 712	284 204	54 679	285 844	340 523
Jendouba	34 762	213 605	248 367	51 615	246 759	298 374
Le Kef	31 257	170 280	201 537	46 931	197 562	244 493
Siliana	24 339	204 815	229 154	35 434	237 394	272 828
Sousse	161 943	161 594	323 537	281 471	190 821	472 292
Monastir	158 318	147 935	306 253	284 286	173 958	458 244
Mahdia	72 355	473 203	545 558	108 907	544 924	653 831
Sfax	262 659	576 685	839 344	411 673	669 864	1 081 537
Kairouan	65 180	374 210	439 390	94 114	433 276	527 390
Kasserine	40 052	204 161	244 213	66 137	236 761	302 898
Sidi bouzid	38 784	452 432	491 216	55 326	520 133	575 459
Gabès	80 472	147 878	228 350	127 625	171 575	299 200
Médenine	139 560	259 882	399 442	215 496	301 530	517 026
Tataouine	19 689	85 246	104 935	32 518	98 915	131 433
Gafsa	56 550	148 402	204 952	92 154	172 132	264 286
Tozeur	19 071	27 586	46 657	31 607	31 902	63 509
Kébili	17 999	53 950	71 949	30 343	62 631	92 974
Total	2 306 524	5 044 106	7 350 630	3 858 713	5 863 287	9 722 000

La quantité totale de déchets organiques compostables aussi bien mobilisables que non mobilisables a été estimée à environ 7 350 630 tonnes en 2004 et évoluera à 9 722 000 tonnes en 2019.

Cette quantité future est estimée en prenant en compte un accroissement annuel de la population proche de 1 %.

4-2-1- Déchets agricoles végétaux

Les résidus de l'arboriculture sont constitués, essentiellement, de produits de la taille. Les bois de taille de déchets des oliviers et des arbres fruitiers sont estimés à 20 à 30 kg/arbre/an. La moyenne de déchets de taille pouvant s'apprêter au compostage est de 2 T/ha/an pour les cultures en sec et 3 T/ha/an pour les cultures irriguées. Ce qui nous donne un gisement évalué à 4 426 760 Tonnes. Toutefois, une partie est utilisée comme aliments au bétail (feuilles, bois de taille broyés, ...) et les branches en bois sont utilisés comme bois de chauffe pour un usage domestique ou collectif ou à usages multiples comme les palmes des dattiers (confection de haies, lutte contre l'érosion éolienne, produits d'artisanat : chapeaux, couffins, éventails....) et les oliviers (produits d'artisanat)...

Tableau 4 : Répartition des déchets de taille des arbres fruitiers par gouvernorat (T/an)

	Déchets de taille de l'arboriculture en sec	Déchets de taille de l'arboriculture irriguée	Total déchets de taille de l'arboriculture
District Tunis	55 120	51 900	107 020
Nabeul	88 600	50 280	138 880
Bizerte	36 780	10 800	47 580
Zaghouan	86 800	5 880	92 680
Béja	52 260	11 910	64 170
Jendouba	51 940	5 280	57 220
Le Kef	69 200	9 000	78 200
Siliana	124 640	9 480	134 120
Sousse	170 960	4 470	175 430
Monastir	148 580	2 040	150 620
Mahdia	383 820	180	384 000
Sfax	847 120	1 440	848 560
Kairouan	386 600	56 850	443 450
Kasserine	172 740	41 490	214 230
Sidi bouzid	549 280	59 280	608 560
Gabès	149 320	23 220	172 540
Médenine	389 540	4 260	393 800
Tataouine	68 740	4 890	73 630
Gafsa	134 320	35 490	169 810
Tozeur	0	24 300	24 300
Kébili	80	47 880	47 960
Total	3 966 440	460 320	4 426 760

Les résidus agricoles laissés au sol après la récolte, représentant un gisement de biomasse généralement peu valorisé. Lorsqu'ils peuvent être récupérés, ces résidus constituent une ressource pouvant être valorisée sous forme de compostage ou méthanisation. Les déchets issus des cultures maraîchères sont difficilement quantifiables et leur disponibilité pour le compostage n'est pas régulière.

4-2-2- Fumier

Les effluents d'élevage représentent la majeure partie des matières organiques d'origine agricole. Les quantités de fumier produites sont, généralement, variables suivant l'espèce animale (bovins, ovins et caprins), la durée de stabulation et de la nature et l'importance de la litière.

Tableau 5 : Production potentielle annuelle de déchets d'élevage par gouvernorat en 2004 (T/an)

	Déchets bovins	Déchets ovins	Déchets caprins	Total déchets
District Tunis	311 287	35 466	5 555	352 308
Nabeul	385 309	48 931	14 564	448 804
Bizerte	466 295	70 779	16 424	553 498
Zaghouan	96 097	102 706	8 718	207 521
Béja	404 537	106 538	13 071	524 146
Jendouba	373 570	46 320	13 682	433 572
Le Kef	152 161	162 025	10 805	324 991
Siliana	186 019	133560	17 037	336 615
Sousse	47 392	49439	2 006	98 837
Monastir	90 184	30747	807	121 738
Mahdia	192 326	45377	2 581	240 284
Sfax	134 466	86742	13 133	234 341
Kairouan	187 245	149 071	12 726	349 042
Kasserine	63 203	142 891	24 398	230 492
Sidi Bouzid	55 144	146 913	24 988	227 045
Gabès	27 068	83 753	35 310	146 131
Médenine	9 242	80 058	49 580	138 880
Tataouine	920	69 011	48 611	118 542
Gafsa	36748	99 653	15 453	151 854
Tozeur	8 410	15 333	7 921	31 664
Kébili	2 716	38 512	32 942	74 170
Total	3 230 339	1 743 825	370 312	5 344 476

Tableau 6 : Evolution de la production de fumier par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	140 923	163 607
Nabeul	179 521	208 418
Bizerte	221 399	257 037
Zaghouan	83 008	96 370
Béja	209 659	243 407
Jendouba	173 429	201 345
Le Kef	129 997	150 922
Siliana	134 646	156 320
Sousse	39 535	45 898
Monastir	48 695	56 534
Mahdia	96 113	111 585
Sfax	93 736	108 825
Kairouan	139 617	162 091
Kasserine	92 197	107 038
Sidi bouzid	90 818	105 437
Gabès	58 453	67 862
Médenine	55 552	64 494
Tataouine	47 417	55 049
Gafsa	60 741	70 519
Tozeur	12 665	14 704
Kébili	29 667	34 443
Total	2 137 788	2 481 905

4-2-3- Fientes de volailles

La production annuelle des fientes dépend de plusieurs paramètres : espèce, la destination de l'élevage, les modes de conduites, l'alimentation, La production de fientes sèches de volailles disponible pour l'année 2004 a été estimée à près de 690 000 tonnes.

Tableau 7: Evolution de la production de fientes sèches par gouvernorat (non mobilisable) (T/an)

	2002	2004	2019
District Tunis	90 072	93 858	119 088
Nabeul	160 953	166 898	211 765
Bizerte	6 586	6 695	7 489
Zaghouan	18 057	18 489	21 625
Béja	4 648	4 650	4 937
Jendouba	11 280	11 345	12 227
Le Kef	792	784	808
Siliana	2 439	2 417	2 490
Sousse	33 467	35 024	45 321
Monastir	23 176	24 241	31 367
Mahdia	183 169	187 555	217 744
Sfax	54 426	56 115	67 110
Kairouan	10 650	10 704	11 535
Kasserine	3 778	3 826	4 312
Sidi bouzid	54 291	54 814	59 959
Gabès	2 293	2 336	2 672
Médenine	5 461	5 586	6 437
Tataouine	646	653	725
Gafsa	1 906	1 926	2 138
Tozeur	2 650	2 698	3 086
Kébili	63	64	72
Total	670 803	690 678	832 907

Tableau 8 : Evolution de la production de fientes liquides par gouvernorat (mobilisables) (T/an)

	2002	2004	2019
District Tunis	17 181	17 903	22 715
Nabeul	45 960	47 657	60 469
Bizerte	6 864	6 977	7 804
Zaghouan	18 310	18 748	21 928
Béja	4 844	4 845	5 144
Jendouba	1 151	1 158	1 248
Le Kef	825	817	842
Siliana	2 541	2 518	2 595
Sousse	19 939	20 867	27 002
Monastir	14 379	15 039	19 460
Mahdia	14 770	15 123	17 557
Sfax	22 002	22 685	27 130
Kairouan	11 099	11 154	12 021
Kasserine	1 586	1 606	1 810
Sidi bouzid	25 043	25 284	27 658
Gabès	2 389	2 435	2 785
Médenine	5 691	5 821	6 708
Tataouine	673	681	756
Gafsa	1 434	1 448	1 608
Tozeur	456	464	531
Kébili	65	66	75
Total	217 202	223 296	267 846

La production annuelle de fientes (liquides) récupérables s'élèverait à environ à 223 298 tonnes en 2004.

4-2-4- Déchets verts des marchés de gros municipaux

A l'heure actuelle, la mise en décharge des déchets verts des marchés de gros municipaux et des marchés hebdomadaires est la méthode de traitement la plus utilisée. Une partie est utilisée par les particuliers et par les éleveurs comme alimentation animale.

Suivant la teneur en eau de ces déchets, un structurant est nécessaire pour pouvoir les composter. Toutefois, un complément carboné est souvent nécessaire suite à la forte teneur en azote de ces déchets pour équilibrer le rapport C/N et favoriser une fermentation aérobie.

La quantité totale de déchets verts des marchés de gros municipaux est estimée à environ 16 447 T en 2004. L'évolution des déchets de marchés dépend de plusieurs facteurs liés à l'offre et à la consommation.

Tableau 9 : Répartition régionale et évolution des déchets de marchés (T/an)

	2004	2019
District Tunis	5 301	6 727
Nabeul	1 170	1 485
Bizerte	817	914
Zaghuan	155	181
Béja	315	334
Jendouba	291	313
Le Kef	329	339
Siliana	216	222
Sousse	1 106	1 431
Monastir	1 165	1 508
Mahdia	429	498
Sfax	1 394	1 667
Kairouan	444	479
Kasserine	420	473
Sidi bouzid	246	269
Gabès	593	679
Médenine	853	983
Tataouine	224	249
Gafsa	606	673
Tozeur	175	201
Kébili	197	225
Total	16 447	19 849

4-2-5- Déchets des espaces verts urbains

Les déchets des espaces verts urbains tiennent une place tout à fait importante dans la gestion des déchets. Ils appartiennent aux déchets municipaux dont l'élimination relève de la compétence de la collectivité. Depuis plusieurs années, les collectivités voient la question de leur gestion se poser de façon de plus en plus aiguë.

Les déchets sont de nature ligneuse et/ou cellulosique et plus ou moins riches en azote. Les déchets suivants en font partie : taille de haies et branchages, tontes de gazon, feuilles, déchets du jardin et parc municipaux, déchets des jardins des particuliers, déchets d'entretien des bords des

routes, ... Ces déchets ont un potentiel de valorisation très intéressante car ils ne sont pas dangereux et ne présentent pas des nuisances particulières pour l'environnement. Le flux de ces déchets est extrêmement divers selon les régions et les typologies d'habitat. Il faut noter que les flux des déchets organiques ne cessent de croître d'une année à une autre suite à la croissance démographique. Les espaces verts sont entretenus toute l'année : la production de déchets végétaux s'étale donc de janvier à décembre sans interruption.

D'après les résultats définitifs du Recensement Général de la Population de 2004, le ratio moyen d'espaces verts est 12,43 m²/habitant. A partir de 2009 et jusqu'à l'horizon 2019, chaque gouvernorat disposera de 15 m² d'espaces verts/habitant au minimum.

Les déchets sont très marginalement utilisés. Les collectivités ont aujourd'hui recours à des solutions diverses pour se débarrasser des déchets végétaux soit par dépôts sauvages et brûlage à l'air libre, soit par enfouissement et incinération, soit par compostage.

Tableau 10 : Evolution des quantités des déchets des espaces verts par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	7 185	11 903
Nabeul	2 159	2 159
Bizerte	1 147	1 610
Zaghuan	304	318
Béja	664	664
Jendouba	758	758
Le Kef	550	593
Siliana	539	539
Sousse	1 345	2 534
Monastir	1 431	2 671
Mahdia	697	879
Sfax	1 877	2 941
Kairouan	818	818
Kasserine	694	830
Sidi bouzid	457	457
Gabès	609	1 194
Medenine	849	1 731
Tataouine	457	457
Gafsa	819	1 180
Tozeur	289	353
Kébili	325	395
Total	23 972	34 985

Les déchets d'espaces verts urbains passeront de 65,7 tonnes/j (23 972 tonnes/an) à 96 tonnes/j (35 000 tonnes/an) en 2019.

4-2-6- Fraction fermentescible des ordures ménagères

En Tunisie, Les activités domestiques génèrent chaque année, une masse d'ordures ménagères est évaluée à 2 0025 214 T (en 2004). Selon les prévisions, les quantités continueront d'augmenter dans un proche avenir. Selon l'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE), la part de fraction fermentescible (les épluchures des fruits et légumes, les feuilles et branches des arbres, gazon, ...) des ordures ménagères représente environ 68 %. Les autres composants sont : papier et carton (11 %), textiles (3 %), plastique (7 %), verres et céramiques (2 %), métaux (4 %) et Divers non identifiés (5 %).

La nature des déchets collectés dans les ordures ménagères est variable dans l'espace et dans le temps. La nature des ordures ménagères est le reflet du niveau de vie et des habitudes de consommation d'une population.

Les ordures ménagères sont un déchet particulièrement hétérogène et difficile, renfermant des composants impropres au compostage, voire contaminants, qui doivent être séparés soit par collecte sélective ou par tri au niveau du station de réception des déchets, pour parvenir à produire de compost. Cependant, l'élimination par enfouissement est de loin le mode gestion le plus employé.

Tableau 11 : Evolution de la production totale des déchets ménagers et assimilés par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	681 161	1 323 659
Nabeul	187 960	355 176
Bizerte	93 751	162 444
Zaghuan	19 078	34 046
Béja	29 951	49 581
Jendouba	28 053	47 005
Le Kef	30 785	49 495
Siliana	20 483	32 958
Sousse	150 238	285 904
Monastir	160 406	308 523
Mahdia	44 827	80 017
Sfax	192 252	353 889
Kairouan	44 867	75 325
Kasserine	42 132	73 832
Sidi Bouzid	24 535	41 793
Gabès	59 860	106 353
Médenine	95 538	168 518
Tataouine	21 787	37 669
Gafsa	58 942	101 907
Tozeur	18 778	33 171
Kébili	19 830	34 998
Total	2 025 214	3 756 263

4-2-7- Sous produits de l'industrie agro-alimentaire

Le secteur des Industries Agro-Alimentaires est marqué par le manque d'innovations au niveau des solutions mises en œuvre pour la récupération et la valorisation des sous-produits. Chacune des industries agroalimentaires génère des quantités considérables de déchets. Ces déchets peuvent être valorisés soit dans l'alimentation animale, soit dans la fabrication de biocarburants, soit dans la production du compost.

Les sous produits de l'industrie agro-alimentaire sont : grignon d'olive, margines, Déchets de conserveries, marc de raisin, déchets d'abattoirs, ...

4-2-7-1- Sous produits oléicoles

4-2-7-1-1- Grignons

Etant donné leur richesse en lignine, le compostage des grignons d'olive nécessite l'ajout d'un apport azoté. Il s'agit de son incorporation avec d'autres sous-produits de la ferme (fumiers d'ovins, fientes de volailles et déchets agricoles). L'utilisation des grignons d'olive en épandage direct peut causer des problèmes de phytotoxicité en raison de sa dégradation lente due au taux élevé de lignine.

Les grignons d'olive sont disponibles dans le nord, le centre et le sud avec une période assez longue : du novembre jusqu'au février-mars. La moyenne de la production, qui est fluctuante d'une année à l'autre suivant les conditions climatiques et le saisonnement des oliviers, s'établit à 730 470 tonnes/an durant 1994-2003. les grignons représentent environ 30 % de la quantité d'olives traitée.

Pour l'évolution de ces déchets, nous avons considéré une croissance de 1% par an.

Tableau 12 : Evolution de la quantité de grignons par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	10 196	11 838
Nabeul	7 256	8 424
Bizerte	5 112	5 935
Zaghouan	5 068	5 883
Béja	5 219	6 059
Jendouba	4 011	4 657
Le Kef	1 658	1 925
Siliana	4 173	4 844
Sousse	12 950	15 034
Monastir	13 620	15 812
Mahdia	16 183	18 788
Sfax	70 500	81 848
Kairouan	18 882	21 921
Kasserine	3 954	4 590
Sidi BouZid	13 197	15 321
Gabès	3 280	3 808
Médenine	16 309	18 934
Tataouine	1 127	1 308
Gafsa	6 326	7 344
Tozeur	51	59
Kébili	73	85
Total	219 145	254 417

4-2-7-1-2- Margine

La répartition géographique de la production des margine à l'échelle nationale est de 22 % dans la région du nord contre 38 % et 40 % respectivement au centre et au sud.

Tableau 13 : Quantité de margine produite par gouvernorat et par région (Campagne 2007)

Gouvernorat	Quantité d'olive à huile (T)	Quantité de margine (T)
Tunis	5 164	4 493
Manouba	11 922	10 372
Ariana	7 297	6 348
Ben Arous	4 490	3 906
Bizerte	5 748	5 001
Béja	30 018	26 116
Jendouba	9 407	8 184
Le Kef	8 105	7 051
Siliana	14 818	12 892
Zaghouan	25 214	21 936
Nabeul	33 386	29 046
Sousse	93 075	80 975
Monastir	82 376	71 667
Mahdia	70 162	61 041
Kairouan	55 299	48 110
Kasserine	14 706	12 794
Sfax	302 405	263 092
Sidi Bouzid	32 263	28 069
Gafsa	11 406	9 923
Gabes	6 287	5 470
Médenine	38 292	33 314
Tatouine	48 159	41 898
Total	909 592	791 698

Les quantités de margines produites dépendent essentiellement de :

- la variation de la récolte d'olive : la production globale des margines est comprise entre 800 000 T/an en basse-saison et 1 200 000 T/an en bonne-saison.
- le procédé de trituration : Les ratios spécifiques de production de marge d'une tonne d'olive varient d'un type de trituration à un autre. Le ratio commun est de 0,870 tonne de marge par tonne d'olive.

4-2-7-1-3- Feuilles d'olivier

La quantité de feuilles collectées à l'huilerie et obtenue après le lavage des olives à l'entrée de l'huilerie est estimée à environ 5% du poids des olives. Pour une quantité moyenne de 730 000 tonnes/an d'olives traitées durant ces dix dernières années, les déchets de feuilles sont évalués à 36 500 tonnes/an. Ces feuilles sont collectables et utilisables pour l'alimentation animale, pour la fabrication de compost et pour la santé humaine.

4-2-7-2- Déchets de vinification

Les raisins de cuve dégagent, en 2004, près de 9800 tonnes des résidus dont une partie est destinée à l'alimentation du bétail, une partie est destinée à la production du compost et la partie restante est jetée dans la nature. Ces déchets peuvent être ajoutés à d'autres déchets agricoles et agro-alimentaires disponibles. Nous estimons que la production de raisin de cuve évoluera de 1,5% par an.

Tableau 14 : Evolution de la quantité de marc de raisin par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	784	980,2
Nabeul	7 54	8 944,2
Bizerte	980	1 225,2
Béja	98	122,5
Jendouba	98	122,5
Sousse	686	857,7
Total	9 800	12 252,3

4-2-7-3- Déchets de conserveries

- **Conserveries de légumes** : Les conserveries de produits végétaux produisent de grandes quantités de déchets dont les plus importantes sont constituées de déchets conserveries de légumes et fruits situés dans les régions de Nabeul, Grand Tunis, Béja, Sidi Bouzid, Kairouan et Le Kef. Les quantités des déchets produites varient fortement d'une campagne à l'autre. Ces matières, sont généralement humides, peuvent être co-compostées avec des matières sèches : déchets verts ou tout autre support carboné.

La conserverie de tomate constitue de loin l'activité la plus importante. Les déchets de conserverie de tomate sont constitués par les peaux, les graines, les déchets de pulpes, de tiges et sépales.

La croissance de cette industrie varie de 1 à 2% par an, selon les régions.

Tableau 15 : Evolution de la production de déchets des conserveries de tomates (T/an)

	2004	2019
District Tunis	6 281	7 969
Nabeul	16 162	20 507
Béja	4 391	4 661
Le Kef	859	886
Kairouan	1 732	1 867
Sidi Bouzid	2 002	2 190
Total	31 427	38 080

- **Conserveries de poissons** : Il s'agit principalement des conserveries de thon et de sardines. Les quantités de déchets de conserveries de poissons sont estimées à 6 925 T/an. Ces déchets, riches en azote, entreront en mélange avec d'autres déchets celluloseux (déchets agricoles de taille) pour améliorer la fermentescibilité.

Tableau 16 : Evolution des déchets de conserverie de poissons (T/an)

Gouvernorats	Déchets de Thon & Sardine (t/an)		
	2003	2004	2019
District Tunis	166	168	195
Nabeul	978	988	1 147
Sousse	695	702	815
Mahdia	1 610	1 626	1 888
Sfax	441	445	517
Gabès	1 410	1 424	1 653
Médenine	1 625	1 641	1 906
Total	6 925	6 994	8 121

4-2-7-4- Déchets d'abattoirs

Les déchets verts correspondent au contenu gastrique en cours de digestion des animaux de boucherie, appelés matières stercoraires. Dans la plupart des cas, les déchets verts sont évacués vers les décharges publiques.

Ces matières sont hautement fermentescibles et peuvent être valorisés par le compostage. Toutefois, ces déchets ne peuvent pas se composter seuls, en raison de leur humidité importante alors il faut ajouter un agent structurant.

L'évolution des abattages moyens présente un taux de 1,2 %, ce qui correspond à peu près à celui de la population. Ce taux d'évolution est adopté pour l'évolution des abattages et des déchets.

Tableau 17 : Evolution des déchets de panse des abattoirs de bétail par gouvernorat (T/an)

	2004	2019
District Tunis	8 015	10 169
Nabeul	1 769	2 245
Bizerte	1 235	1 382
Zaghuan	234	273
Béja	476	506
Jendouba	440	474
Le Kef	498	513
Siliana	326	336
Sousse	1 671	2 163
Monastir	1 762	2 280
Mahdia	649	753
Sfax	2 107	2 520
Kairouan	671	724
Kasserine	635	716
Sidi bouzid	372	407
Gabès	897	1 026
Médenine	1 289	1 485
Tataouine	339	377
Gafsa	916	1 017
Tozeur	265	303
Kébili	299	340
Total	24 865	30 009

Tableau 18 : Quantité de déchets de panse produites par les abattoirs de bétails contrôlés (T/an)

Espèces	2003	2004
Bovins	13 625	13 791
Ovins	7 695	7 789
Caprins	1 245	1 260
Autres viandes	2 000	2 024
Total	24 565	24 864

Tableau 19 : Evolution et répartition des déchets totaux d'abattage de volailles (T/an)

	2004	2019
District Tunis	4 187	4 680
Nabeul	9 928	13 709
Nabeul (sans Jénane)	2 998	4 068
Bizerte	353	277
Zaghouan	67	52
Béja	136	107
Jendouba	944	1 122
Le Kef	142	114
Siliana	1 235	1 484
Sousse	1 312	1 628
Monastir	2 281	2 815
Mahdia	2 987	3 810
Sfax	2 805	3 362
Kairouan	192	150
Kasserine	181	142
Sidi bouzid	858	1 038
Gabès	256	201
Médenine	368	289
Tataouine	97	76
Gafsa	262	205
Tozeur	76	59
Kébili	85	67
Total	28 752	35 387

4-2-8- Sous produits issus de l'industrie forestière

La forêt soumise au régime forestier, qui est composé exclusivement de forêt publique. Les sous produits de coupes de forêts cultivées peuvent participer à l'amendement naturel du sol, les produits *connexes* de la première transformation et les sous produits des entreprises de seconde transformation ont valorisés principalement en litière pour animaux.

Une partie des déchets forestiers est actuellement utilisée (écorces et feuilles de pin, feuilles et brindilles d'Acacia) pour la fabrication de compost dans les pépinières forestières modernes et pour la production de plants destinés au reboisement.

L'Acacia est utilisé actuellement pour le compostage par les pépinières forestières. Mais les quantités mentionnées (37 872 Tonnes/an) ne sont pas toutes ni exploitables ni récupérables. Les plantations constituent également des réserves fourragères utilisables lors des années sèches, particulièrement dans les gouvernorats du Centre et du Sud. Alors on pourrait aisément compter sur au moins la moitié du gisement soit près de 19 000 tonnes pouvant procurer près de 7 600 tonnes de compost forestier d'acacia.

Tableau 20 : Répartition des superficies et quantités d'Acacias par gouvernorat

Gouvernorats	Superficies Acacia (ha)	Quantités potentielles de rémanents compostables (T/ an)
District Tunis	191,82	575
Nabeul	2 904,80	8 712
Bizerte	1 472,63	4 416
Zaghouan	395,74	1 185
Béja	1 364,07	4 092
Jendouba	-	-
Le Kef	348,62	1 044
Siliana	905,97	2 715
Sousse	1 730,91	5 193
Monastir	26,77	80
Mahdia	497,50	1 492
Sfax	0,00	0
Kairouan	757,21	2 271
Kasserine	58,53	175
Sidi Bou Zid	282,53	846
Gabès	0,00	0
Medenine	1 460,73	4 380
Gafsa	0,00	0
Tozeur	0,00	0
Kébili	0,00	0
Total	12 397,83	37 176

Source : résultat du premier inventaire national forestier en Tunisie, DG/Forêts 1995

4-2-9- Biomasse aquatique

4-2-9-1- Déchets de plantes marines sur les plages

Avec 1250 km de côtes maritimes, la Tunisie dispose d'un gisement important de déchets de plantes marines. Les quantités collectées en 2004 (d'après l'APAL), s'élèvent à 358 700 m³, soit environ 180 000 tonnes. Le développement programmé des nettoyages des plages entraînerait une augmentation annuelle de 2% par an, ce qui ferait environ 241 415 Tonnes en 2019. La collecte de cette biomasse aquatique est obligatoire surtout dans les zones touristiques par les communes. La valorisation industrielle des algues constitue une solution efficace et très rentable.

La principale destination de la matière première est constituée par la transformation en produits finis utilisables soit pour la fabrication du compost et d'engrais, soit dans d'autres domaines comme l'industrie alimentaire, la cosmétique, l'industrie pharmaceutique, la biotechnologie, ...

Plusieurs essais de compostage ont été réalisés, en Tunisie, par les instituts de recherche et le Centre Technique de l'Agriculture Biologique. Ces derniers ont montrés qu'un compost de posidonie possède les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques qui lui permettent d'être utilisé comme amendement du sol ou antifongique naturels.

Tableau 21: Evolution des quantités de déchets de plantes marines collectés dans les plages (T/an)

	2004	2019
District Tunis	2 750	3 701
Nabeul	41 700	56 123
Bizerte	39 500	53 162
Sousse	7 425	9 993
Monastir	5 000	6 729
Mahdia	10 000	13 459
Sfax	11 000	14 805
Gabès	25 000	33 647
Médenine	37 000	49 797
Total	179 375	241 416

4-2-9-2- Déchets des canaux d'irrigation

Les canaux et fossés de drainage dans les périmètres irrigués et les oasis sont souvent encombrés par le développement de végétaux, surtout des roseaux. Ces quantités de déchets, considérés comme mobilisables, évolueront de 1% par an, suivant l'augmentation du réseau des périmètres irrigués et de l'amélioration du drainage

Tableau 22 : Evolution des quantités de déchets de plantes aquatiques par gouvernorat (T/an)

	2003	2004	2019
District Tunis	2 200	2 222	2 580
Bizerte	138	139	162
Tozeur	360	364	422
Kébili	1 258	1 271	1 475
Total	3 956	3 996	4 639

4-2-10- Déchets de scieries de bois

Les quantités de déchets organiques par type des déchets et par gouvernorat en 2004 et 2019 (estimation) sont illustrées dans le tableau 23. La quantité de bois travaillé devra augmenter durant les prochaines années suivant un taux de 0,5 % par an.

Tableau 23 : Evolution des déchets des unités industrielles sciage et trituration du bois d'œuvre (T/an)

	2003	2004	2019
District Tunis	9 982	10 032	10 811
Nabeul	3 555	3 573	3 851
Jendouba	2 783	2 796	3 014
Sousse	5 212	5 238	5 645
Sfax	4 947	4 971	5 358
Total	26 479	26 610	28 679

4-2-11- Papiers-cartons

Les papiers-cartons peuvent s'orienter vers un recyclage autant que matériau ou vers le compostage ou une valorisation énergétique. Sa valorisation en agriculture suppose la connaissance de la composition des encres et du type de papier utilisé.

4-3- Récapitulatif des déchets organiques

Le tableau 24 récapitule les déchets organiques disponibles en Tunisie ainsi que la localisation et la période de leur disponibilité. Il est recommandé de disposer d'une base de données des caractéristiques de matières compostables au niveau de chaque région

Actuellement, une très faible quantité de déchets organiques est valorisée par la technique de compostage. La quantité de compost potentielle représente 50 % des déchets organiques. Cependant, les quantités de composts produites, en 2004, ont été estimées à environ 50 000 T.

La qualité du compost est liée principalement, outre le soin à apporter aux techniques de compostage, à la qualité de ces déchets et leur composition.

Tableau 24 : Récapitulatif des déchets organiques en Tunisie

Nature des déchets	Quantités disponibles en 2004 (T)	Quantités estimées en 2019 (T)	Principales régions de production	Période de pointe de production
Fumier	2 137 788	2481 905	Nord Centre	Durant toute l'année
Fientes de volailles	690 678	832 907	Nord Centre	Durant toute l'année
Fientes Liquides	223 296	267 846	Nord Centre	Durant toute l'année
Déchets de taille des arbres fruitiers	4 426 760	-	Nord Centre Sud	Novembre- Décembre
Déchets verts des marchés de gros	16 447	19 849	Nord Centre Sud	Durant toute l'année
Déchets verts des espaces verts urbains	23 972	34 985	Nord Centre Sud	Durant toute l'année
Fraction fermentescible des ordures ménagères	2 025 214	3 756 263	Nord Centre Sud	Durant toute l'année
Grignon d'olive	219 145	254 417	Nord Centre Sud	Novembre- Février
Margine	791 699 (en 2007)	-	Nord Centre Sud	Novembre- Février
Déchets marc des raisins	9 800	12 252,3	Nord Est	Septembre- Novembre
Conserverie tomate	31 427	38 080	Nord Centre	Juillet- Septembre
Conserverie poisson	6 994	8 121	Côte marine	Durant toute l'année
Déchets de panse abattoirs de bétail	24 865	30 009	Nord Centre Sud	Durant toute l'année
Déchets totaux abattage de volailles	28 752	35 3897	Nord Centre	Durant toute l'année
Industrie forestière (Acacia)	37176 (en 1995)	-	Nord Centre	Durant toute l'année
Plantes marines des plages	179 375	241 415	Côte marine	Durant toute l'année
Déchets plantes aquatiques	3 996	4 639	Nord Sud	Durant toute l'année
Scieries de bois	26 610	28 679	Nord Centre	Durant toute l'année

5- DIAGNOSTIC DU CADRE RÉGLEMENTAIRE ET INSTITUTIONNEL

5-1- Cadre réglementaire

En Tunisie, l'encadrement légal de la gestion des déchets organiques date de 1975 avec **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.

La législation relative aux déchets organiques et aux activités de compostage ont évolué : quelques lois, décrets et arrêtés sont parus.

◆ **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 » de la présente arrêté.

◆ **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.

◆ **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.

◆ **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.

◆ **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. Cette norme définit :

* **Amendements organiques** : Matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques.

* **Matière organique (MO)** : La matière organique est constituée des êtres vivants végétaux, animaux, ou micro-organismes, formant ensemble la biomasse, ou la matière résultant de leur décomposition.

* **Compostage caractérisé** : Processus de décomposition et de transformation contrôlés de produits organiques sous l'action de populations microbiennes évoluant en milieu aérobie. Il est caractérisé par :

- une augmentation initiale, nécessaire et transitoire de la température de l'ensemble des produits organiques qui permet son hygiénisation ;
- une perte de masse et de volume ;
- une homogénéisation du produit ;
- la transformation des matières premières organiques selon des processus naturels dans les sols (humifications des résidus végétaux par exemple) ;
- un degré de maturité en relation avec l'usage du produit.

◆ **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.

5-2- Cadre institutionnel

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.

5-2-1- Ministère des Affaires locales et de l'Environnement

Le Ministère de l'Environnement est le principale 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 de 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. 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.

5-2-1-1- 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 résiduaires.

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 et réalisées par le CTAB, au profit des responsables des municipalités et des associations adhérentes au programme.

5-2-1-2- 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.

5-2-1-3- 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 l'intermédiaire de sous traitants.

5-2-1-4- 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 l'amélioration de l'environnement afin d'assurer un développement durable en Tunisie.

5-2-2- 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.

5-2-2-1- 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.

5-2-2-2- 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.

5-2-2-3- 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.

5-2-2-4- Direction Générale des (DG/F)

Elle est chargée principalement de l'application des dispositions du code forestier et de la gestion, la conservation et la protection 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.

5-2-2-5- 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.

5-2-2-6- 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.

5-2-2-7- 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 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.

5-2-3- 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.

Les institutions de recherche et les établissements d'enseignement supérieur du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique sont impliqués dans la promotion de la technique de compostage.

Des recherches sur les techniques de compostage ainsi que la valorisation des composts dans les différentes régions ont été effectués par les institutions de recherche (Institut de l'olivier, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Institut des Régions Arides, Institut National de Génie Rural, d'Eaux et des Forêts,...) et les établissement d'enseignement Supérieur (Institut National Agronomique de Tunis, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Ecole Supérieure Agricole de Mograne, Facultés des Sciences, Instituts biotechnologiques,...) sous forme de mémoires de fin d'études, mastères et de thèses.

5-2-4- 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 faite l'interlocutrice unique, la voix officielle qui parle au nom de tous les agriculteurs en Tunisie.

5-2-5- Société civile

Depuis la révolution, 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'investirent 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.

5-2-6- 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 à la manque de communication.

6- PERSPECTIVES DE VALORISATION

La valorisation des déchets consiste dans le réemploi, le recyclage ou toutes autres actions visant à obtenir des matériaux réutilisables ou de l'énergie. La non récupération et la non valorisation de ces déchets engendrent un coût environnemental et économique de plus en plus élevé. Ainsi, différentes

voies de valorisation sont envisageables pour les différents produits. Aujourd'hui, plusieurs techniques utilisées pour traiter les déchets :

- L'épandage sur terrain agricole à l'état ou après compostage. Il doit respecter en particulier un certain nombre de prescriptions techniques ainsi que le règlement pour certains produits.
- L'utilisation en alimentation animale en frais ou après ensilage.

6-1- Epandage direct :

L'épandage direct est la principale voie de retour au sol des déchets organiques. Il est couramment pratiqué dans l'agriculture. Le déchet épandu doit être assimilable par le sol et non toxique pour celui-ci ou pour les végétaux et animaux qui peuplent. Les déchets concernés sont de diverses origines : agricole (déjections animales, déchets verts bruts ou jeunes broyés, ...), agro-alimentaire (margine, ...), ...

6-2- Compostage

Le procédé de compostage et l'utilisation de produits de compostage sont des pratiques de l'agriculture durable qui s'avèrent des solutions intéressantes pour la gestion des déchets et des sols. La valorisation des déchets organiques par compostage conduisant à un amendement organique, représente l'une des techniques prometteuses. Elle est presque le seul moyen qui pourrait valoriser les grandes quantités des déchets organiques. Les autres modes de valorisation ne permettent pas d'utiliser une grande quantité de déchets.

La valorisation organique des composts se justifie par les effets positifs des produits épandus sur la fertilité des sols (chimique, physique et biologique).

Cependant un tel mode de traitement nécessite une bonne connaissance des paramètres de suivi et de contrôle du procédé.

Malgré l'importance du compost, la plupart des exploitants ne connaissent pas le processus du compostage et le développement de cette technique innovante de recyclage des déchets reste dans les premiers stades.

6-3- Engrais

Des industriels producteurs des déchets organiques et des promoteurs utilisent différents produits comme matières premières d'origine animale (plumes de volailles) ou végétale (algues marines) pour formuler des engrais solides et liquides répondant à des besoins spécifiques (farine d'algues marines, farine de plumes, sang desséché, poudre d'os, ...).

6-4- Paillage naturel

Le paillage naturel est une technique utilisée en plantations et en entretien qui consiste à recouvrir la surface du sol avec un matériau organique. Le paillage organique présente l'avantage d'alimenter le sol en matières organiques, de limiter la germination et le développement des mauvaises herbes, d'économiser l'eau apportée par précipitations naturelles et irrigation, ...

Les principaux paillis utilisés sont : la paille coupée ou hachée, les copeaux de bois, les tontes de gazon, les feuilles mortes, le BRF, les algues séchées, ...

6-5- Bois Raméal fragmenté (BRF)

Les coupes de branches constituent une ressource organique valorisable en agriculture. Le BRF utilisé peut provenir des diverses sources : gisement interne à l'exploitation ou gisement externe (jardineries, services communaux, paysagistes, ...).

De manière générale, les broyats de bois sont plus riches en lignine et hémicellulose qu'un amendement classique, et son potentiel en humus stable est très élevé.

Les caractéristiques de broyats sont très variables d'une essence à une autre et varient également selon le diamètre des rameaux utilisés : plus le diamètre augmente, moins ils sont riches en éléments minéraux.

6-6- Biochar

Il s'agit de biomasse (déchets agricoles, copeaux de bois, fumier, ...) qui a été pyrolysée dans un environnement anaérobie, ou à faible teneur en oxygène. Il est principalement destiné à restaurer ou améliorer les sols. Il est alors intégré, sous forme de poudre ou des petits fragments, dans le but d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

En cas de production industrielle de biochar, la pyrolyse de la matière organique permet également de produire des biocarburants.

6-7- Alimentation animale

En Tunisie, la majorité des déchets organiques agricoles (sous produits de l'olivier, sous produits du palmier dattier, cactus, ...) et agro-alimentaires (lactosérum, grignon d'olive, ...) ont une composition chimique et une valeur nutritive qui rendent efficace leur utilisation en tant qu'alimentation animale. Selon leur nature, leur présentation, leurs qualités hygiénique et nutritive, certains de ces déchets peuvent trouver, dans l'alimentation animale, une filière de valorisation, qui leur permet d'acquérir alors le statut de coproduit et de devenir une matière première.

Les résultats montrent que les animaux consomment ce fourrage sans aucun risque sanitaire ou de toxicité :

- Le Lactosérum est valorisé en alimentation animale pour les bovins et particulièrement les vaches, pour constituer une source nutritive importante.
- Les sous produits cellulosiques du palmier dattier (régimes vides et feuilles broyées) avec un complément minéral et vitaminé avec des proportions appropriées : fabrication de blocs alimentaires au bétail.
- Les déchets végétaux des arbres, particulièrement ceux des oliviers et des palmiers traitées par l'urée (transformation en foin) contribue à l'amélioration de la production laitière et la production de viande dans les ateliers d'engraissement des taurillons.
- La biomasse verte de l'olivier constituée par les feuilles et les fragments tendres des tiges peut constituer une source fourragère et permet de fournir une valeur alimentaire non négligeable pour le cheptel. Cette valorisation est tributaire de la composition chimique des feuilles et des rameaux qui dépend de nombreux facteurs (variété de l'olivier, mode de conduite de verger, ...).
- Les sous produits cellulosiques moyennant une fermentation anaérobie dans des sacs en plastique durant un mois produisent de l'ensilage.

6-8- Energétique

La valorisation énergétique des déchets organiques présente d'importants avantages pour certains secteurs industriels.

La méthanisation est un processus de biodégradation de la fraction fermentescible des déchets solides et liquides, par des bactéries en absence d'oxygène, qui s'accompagne par la production de *biogaz* (mélange majoritairement composé de méthane et de dioxyde de carbone), en vue d'une valorisation énergétique (sous forme d'électricité et de chaleur) et le *digestat* (résidu de la matière organique non dégradée) qui peut être utilisé en amendements organiques et qui ne doit pas être confondu avec le compost.

En Tunisie, la méthanisation est peu envisagée comme prétraitement. La production du biogaz à la ferme, à partir des déchets agricoles est peu développée. Selon l'ANGED, il existe actuellement dans le secteur agricole 12 installations privées de méthanisation des déchets de ferme dans la région Nord-Ouest..

Les grignons épuisés servent le plus souvent comme combustible à l'échelle domestique ou dans les usines pour la production de chaleur.

6-9- Biofiltre

Le biofiltre est utilisé pour le traitement des mauvaises odeurs qui se propagent des stations d'épuration des eaux, stations industrielles, de l'industrie agro-alimentaire en transformant les substances malodorants en composés inodores. Le matériau filtrant ou la biomasse est composé d'une matière organique (coupeaux de bois, noyaux de dattes, écorce, compost, ...

6-10- Lutte contre la désertification

Les palmes sèches sont utilisées en lutte contre la désertification. Les plans tunisiens planifiaient la confection de 400 km de palissades par an c'est-à-dire l'utilisation de 2000 à 3000 tonnes.

6-11- Produit artisanal

Divers produits peuvent être confectionnés à partir des sous produits du palmier (paniers, corbeilles, couffins, chapeaux, tapis, meubles, filets, éponges, ...) et de bois de taille de l'olivier (objet d'art, mobilier, outils agricoles, ...).

7- COMPOSTAGE

7-1- Définition

Le compostage est un procédé de transformation aérobie de matières organiques fermentescibles dans des conditions contrôlées et ce après une phase de fermentation aérobie suivie d'une phase de maturation qui assure la stabilisation du produit et d'une perte de sa masse et de son volume initiaux ainsi que son homogénéisation. Il permet l'obtention d'une matière fertilisante stabilisée riche en composés humiques, le compost, susceptible d'être utilisé, s'il est de qualité suffisante, en tant qu'amendement organique améliorant aussi bien la structure que la fertilité des sols.

Composter, c'est aussi recycler la matière organique et boucler des cycles naturels qui avaient été interrompus par l'abandon des pratiques appropriées.

D'après les différentes définitions, le compostage :

- est une technique de stabilisation et de traitement aérobie des déchets organiques biodégradables,
- s'adresse à tous les déchets organiques mais en priorité aux déchets solides et semi-solides,
- est un mode de destruction, par la chaleur et divers facteurs internes, des germes et parasites vecteurs de maladies, des graines et des fruits indésirables,
- est une technique biologique de recyclage de la matière organique qui au terme de son évolution donne des humus, facteurs de stabilité et de fertilité des sols,
- est une écotechnologie puisqu'elle permet le retour de la matière organique dans le sol et donc sa réinsertion dans les grands cycles écologiques vitaux de notre planète.

Le compostage peut être mis en œuvre à toutes les échelles et permet donc une gestion locale limitant les transports de déchets. Différentes formes de compostage peuvent être utilisées (à la ferme, centralisé, chez les producteurs des déchets et domestique).

7-2- Processus du compostage

Le compostage est essentiellement basé sur l'action des micro-organismes (bactéries, champignons, actinomycètes, ...) qui transforment les matériaux à composter. On distingue quatre phases dans le processus de compostage, les trois premières correspondant à la première étape, dite de fermentation, et la dernière, à la seconde étape, dite de maturation. Les quatre phases du compostage en andain sont les phases mésophile, thermophile, de refroidissement et de maturation.

Pendant la phase mésophile, la température croît lentement à partir de la température ambiante à cause des acides organiques produits par la dégradation des glucides et des lipides par des microorganismes. La température moyenne de cette phase est à peu près de 30-40°C. L'activité

intense des micro-organismes aérobies génère de la chaleur et provoque une élévation de la température (phase thermophile à plus de 45°C). La phase thermophile permet la dégradation de la matière organique facilement dégradable et l'hygiénisation du compost. La phase de refroidissement s'accompagne de la diminution progressive de la température. La maturation s'effectue à température ambiante avec des micro-organismes mésophiles (bactéries et champignons). Une micro et macro-faune apparaissent dans cette phase. Des relations d'antagonisme et de prédation se développent entre les organismes.

Les procédures de contrôle de la production portent principalement sur les principaux paramètres du processus de production, c'est-à-dire la température, l'humidité, le ratio C/N et l'assimilation d'oxygène. La maîtrise de ces paramètres est essentielle pour arriver au respect des normes de qualité. Cependant, il sera nécessaire d'intégrer des procédures de suivi et de contrôle des différents paramètres de base dans les opérations régulières de la station de compostage et les opérations quotidiennes (surtout pour la température et l'humidité). Le processus de compostage nécessite une homogénéisation par mélange, une humidification par arrosage et enfin une oxygénation par retournement.

7-3- Intérêt du compostage

L'intérêt du compostage est une somme d'avantage dont certains peuvent apparaître décisifs pour la prise de décision de passer ou non à la mise en œuvre.

- **Valeur édaphique** : l'addition du compost à un sol modifie ses propriétés physiques, chimiques et biologiques, à court et à long terme. En effet, le compost augmente la porosité du sol, la capacité de rétention de l'eau, la stabilité structurale, ...

- **Valeur sur la plante** : La valeur nutritive du compost se traduit par des effets directs, par libération progressive d'éléments nutritifs et par des effets indirects de différentes natures qui permettent de garantir des conditions favorables au développement de la plante.

- **Valeur biologique** : L'apport du compost peut influencer l'activité microbienne aussi bien dans le sol qu'au niveau de la microflore. L'amélioration du potentiel biologique et enzymatique des sols, le compost crée des conditions optimales pour la croissance des plantes, grâce à la minéralisation, à l'humification et à la disponibilité des éléments nutritifs.

- **Concentration en éléments minéraux** : Grâce à la diminution de masse, les composts sont plus concentrés en éléments fertilisants que les fumiers.

- **Réduction des volumes** : La réduction des volumes est de l'ordre de moitié pour les fumiers ou les déchets verts. Cette réduction des volumes permet une réduction des stocks de fumier à épandre, dans un délai relativement court.

- **Assainissement vis-à-vis des adventices et des pathogènes** : Le compost est un produit hygiénisé et sain vis-à-vis des graines de mauvaises herbes et pathogènes.

- **Protection des plantes contre les maladies** : Une approche qui gagne de plus en plus d'intérêt dans le contexte du contrôle biologique intégré des maladies phytopathogènes, a concerné la valeur potentielle des composts à supprimer plusieurs maladies. En effet, plusieurs études ont démontré que les végétaux recevant un amendement organique comme le compost ont tendance à être moins sujets aux maladies fongiques (*Fusarium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Pythium spp.*, ...). L'efficacité des composts dans la suppression des nématodes a été également démontrée.

- **Assainissement vis-à-vis des agents pathogènes et parasites des animaux** : Le compostage améliore de façon significative les problèmes de pollution des eaux liée à des pathogènes ou des parasites des animaux. Ainsi, il est à l'origine de la disparition de la population d'*Escherichia coli*, la destruction de la population d'Entérocoques, la destruction totale des salmonelles, la destruction d'helminthes ...

- **Activité biologique des extraits de compost** : L'activité antifongique, nématicide et antibactérienne des extraits des composts au niveau de la protection phytosanitaire, a été prouvée.

7-4- Modes de compostage

Une large revue des principaux modes de compostage nous présente une variété de procédés ayant chacun leurs caractéristiques propres. La conception du mode de compostage peut varier en fonction de la situation. Les méthodes de compostage et la nature du matériel et des structures utilisés sont très variables.

7-4-1- Compostage en andain (tas) : Le compostage en andain consiste à placer un mélange des matières premières dans des tas étroits de forme triangulaire isocèle appelés andains, à l'air libre sur une plate forme extérieure, qui sont tournés de façon régulière. La taille des tas est fonction des matériels disponibles à ma ferme.

L'opération de retournement peut être effectuée mécaniquement à l'aide d'un retourneur d'andain, tractopelle ou chargeuse/pelleteuse ou manuellement avec des fourches et des pelles.

Il présente l'avantage de requérir des investissements moins élevés que les procédures par tunnel ou bioréacteur.

7-4-2- Compostage en fosse : La méthode de compostage en fosse consiste à produire le compost dans des fosses ayant été creusées dans le sol. La fosse étant en milieu confiné, elle permet de conserver l'humidité, de maintenir une température élevée dans la masse en fermentation, ce qui entraîne une meilleure hygiénisation. Cette méthode convient dans les régions sèches.

7-4-3- Compostage en tunnels ou en couloirs : Les andains sont formés à l'intérieur des tunnels ou de couloirs horizontaux. Ces tunnels ou couloirs sont le plus souvent en ciment. Ils sont généralement pourvus de sondes électroniques disposées régulièrement et reliées à un système informatisé pour la lecture ou même le contrôle automatique de l'aération et des retournements. Il nécessite des investissements importants en bâtiment et équipements.

Le système de couloir est une combinaison des méthodes d'aération contrôlée et de retournement périodique avec un retourneur d'andain adapté.

Dans le cas du système en tunnel, un système d'aération permanent, constitué de tuyaux perforés est situé à la base des andains. Il peut aussi y avoir un ou des retournements mécaniques, mais les fréquences sont nettement moins importantes.

7-4-4- Compostage en pile : La méthode consiste en l'accumulation ou l'empilement de couches successives de matières organiques en tas de masse importante. Des tuyaux de ventilation sont disposés à l'intérieur de la masse à composter et permettent ainsi à l'air de circuler selon les différences de pression atmosphérique. Les piles de matières ne sont pas retournées durant toute la durée de processus de compostage.

7-4-5- Bioréacteur ou enceinte fermée : Les systèmes en enceintes fermées sont des systèmes très automatisés, requérant des équipements lourds et d'importantes infrastructures. Les matières à composter sont introduites dans des chambres ou cellules fermées (les bioréacteurs) pour leur traitement. Les températures et l'humidité sont contrôlées et ajustées par un système électronique.

7-4-6- Lombricompostage : Le lombricompostage est une technique de compostage des résidus organiques par des vers de terre. Les vers adaptés à la transformation de la matière organique appartiennent uniquement à la classe des épigés. Tous les déchets organiques facilement ou moyennement biodégradables peuvent servir de substrat pour le lombricompostage.

7-4-7- Compostage domestique : Le compostage domestique est une méthode de décomposition contrôlée des déchets de la cuisine, du jardin et de la maison dans des composteurs dans la maison. L'objectif de compostage domestique est de réduire le volume du sac de déchets en valorisant à domicile les matières organiques en amendement organique et en préservant ainsi l'environnement.

7-5- Procédures de compostage

Quelle que soit le type de déchets, la taille de la station de compostage et les différentes techniques mises en œuvre, la succession des étapes suivantes est commune :

- **Réception et triage des déchets** : c'est une étape importante de contrôle de la qualité des déchets entrants à la station de compostage qui permet un dernier tri avant le broyage et la mise en tas.
- **Broyage des déchets** : Le broyage est une opération mécanique de réduction de la taille moyenne des particules.
- **Mise en tas des déchets** : Les matières premières sont transportées sur l'aire de fermentation puis mis en andains.
- **Homogénéisation ou retournement** : L'homogénéisation doit être assurée lors de la préparation des substrats hétérogènes ou du mélange des divers constituants. Le retournement a pour objectif d'aérer et de mélanger les composants. La fréquence de retournement est fonction de l'évolution des températures et des teneurs en eau.
- **Fermentation** : Au cours de la fermentation, les matières organiques sont retournées et humidifiées, selon les besoins. Leur nature influence le mode de gestion de la plateforme de compostage.
- **Maturation** : Lorsque les phases thermophiles s'achèvent, le compost brut obtenu est stabilisé. Il entre dans une phase où les réactions de production de l'humus (humification) sont prédominantes.
- **Criblage, tamisage et conditionnement** : Le criblage est une opération nécessaire dans la chaîne de préparation du compost. Il permet la récupération d'une partie des matières organiques non compostées et des matières non biodégradables. Le compost affiné est stocké à l'abri, sous bâche ou dans un hangar

Pendant le compostage, le volume total et la masse ne font que diminuer. Cette décroissance est due à la diminution du volume par tassement au cours du temps et par décomposition du substrat ainsi qu'à la diminution de la masse totale à humidité constante par diminution de la masse de matière organique.

En moyenne, la perte de matière organique varie entre 35 et 50 %. Les réductions seront plus fortes (plus de 50%) dans les cas des déchets très fermentescibles (déchets végétaux frais peu cellulosiques, ...), et inversement moins fortes (environ 25-40%) dans le cas de déchets peu fermentescibles (déchets fortement ligno-cellulosiques, ...).

8- EXPÉRIENCE TUNISIENNE EN MATIÈRE DE COMPOSTAGE

L'expérience tunisienne en matière de compostage est assez récente (les années 80). Plusieurs opérateurs (sociétés privés, agriculteurs, associations, organismes, Directions de la forêt, pépiniéristes, municipalités,..) ont créés des unités de compostage en Tunisie.

8-1- Types de compostage

◆ Compostage domestique

La gestion domestique des déchets organiques est également un mode de gestion qui demande à être développé. En 2013, a été lancée la première grande campagne nationale de sensibilisation par Promotion du compostage individuel de déchets de cuisine et de jardin en quartiers et les écoles résidentielles (2013-2018). L'objectif est de développer un nouveau comportement pour le compostage citoyen des déchets ménagers organiques et aider les municipalités et les institutions dans la mise en œuvre d'un programme éducatif pour les enfants en encourageant le compostage domestique.

Plusieurs initiatives de compostage domestique et plusieurs municipalités ont adhéré à ce programme (Sousse, Monastir, Mahdia, Tunis, Ariana, Manouba, Sokra, Ben Arous, Marsa, Raouad, Sidi Bousaïd, Carthage, Ezzahra, Megrine, Boumhel-Bassatine, Béja, Jendouba, Siliana, Kélibia, Hammamet, Sfax, Sfax El Aïn, Gafsa, Gafsa El Guettar, Medenine, Djerba Agim, Djerba Midoun, Djerba Houmt Souk,...). Son impact s'est avéré très positif.

◆ **Compostage à la ferme**

En Tunisie, certains agriculteurs produisent leurs propres composts au niveau de leurs fermes surtout les agriculteurs biologiques. La plupart des composts produits sont issus d'un co-compostage. Les déchets agricoles ligneux sont en effet un atout pour les agriculteurs car ils ont un fort pouvoir structurant pour le compostage des fumiers agricoles.

Le compostage en andain ou en tas est la méthode la plus courante à la ferme. La taille des andains est fonction des dimensions du matériel servant au retournement du compost. La majorité du compostage à la ferme se pratique à la main ou à l'aide d'un tracteur-pelle. Seuls quelques exploitants utilisent un retourneur d'andain ou un système tunnel par aération forcée.

Quelques producteurs se sont engagés dans la mise en place d'une demande qualité pour la gestion de leurs déchets d'exploitation.

◆ **Compostage interne chez les producteurs des déchets**

Quelques producteurs des déchets (les usines, les municipalités, les industries agro-alimentaires, les entreprises privées d'entretien des espaces verts, les pépiniéristes, ...) ont créés leurs propres stations de compostage.

◆ **Compostage chez les privés**

Le secteur privé est prêt. Outre le traitement traditionnel des matières organiques par la formation d'andain avec retournements, il existe des techniques et technologies innovatrices. De plus, le secteur privé a déjà mis en œuvre certains projets et infrastructures dont des dizaines sont en cours d'installation surtout par des jeunes promoteurs.

8-2- Catégories des unités de compostage

L'expérience tunisienne dans le domaine du compostage montre plusieurs catégories d'unités suivant le type de déchets traités :

- Unités de compostage des déchets verts municipales, agricoles et agroalimentaires gérées par les privés. Certaines unités sont locales, d'autres régionales et d'autres multirégionales (plusieurs gouvernorats);
- Unités de compostage des déchets forestiers gérées par les Commissariats Régionaux de Développement Agricole ;
- Unités de compostage des déchets municipales et agricoles gérées par les associations environnementales ;
- Unités de compostage des déchets agricoles gérées par les agriculteurs.
- Unités de compostage des déchets agricoles gérées par les pépiniéristes des plantes ornementales et arboricoles.

8-3- Unités de compostage

Toutefois, les premières plates formes de compostage datent des années 80 et depuis plusieurs opérations pilotes de valorisation des déchets organiques ont été engagées.

La production nationale en compost dans les unités opérationnelles, en 2004, est de l'ordre de 50 000 T (114 400 m³).

Le diagnostic réalisé au niveau des différentes unités de compostage nous a permis d'identifier les unités, les déchets utilisés, les méthodes et les techniques pratiquées, les quantités produites et la commercialisation de leurs produits ainsi que les problèmes rencontrés.

8-3-1- Unités de compostage existantes

Les unités de compostage sont majoritairement situées dans des zones peu ou pas habitées : zones agricoles ou forestières. On note toutefois quelques plates formes situées à proximité immédiate des habitations.

Les stations de compostage ne sont pas bien réparties sur le territoire. On note une concentration des unités dans la région de Nabeul, Cette concentration peut être expliquée, d'une part par l'importance de la quantité des déchets (déchets municipaux, déjections animales, déchets agricoles, déchets agro-alimentaires, biomasse aquatique) et la demande potentielle en compost produit dans les régions de Nord-Est et Centre-Est ce qui conduit à un nombre d'unités supérieur.

◆ Stations de compostage des déchets municipales

Les expériences de compostage des stations pilotes de Sousse et Sfax démarreront en 2017 selon la chargée du suivie du projet plate forme stratégique Euro-méditerranéenne de gestion adaptée des déchets MED-3R (Recycler, Réduire et Réutiliser) financée à 90 % par l'union Européenne.

Les autres municipalités tunisiennes pourront, par la suite, suivre l'expérience des communes de Sousse et Sfax et créer des stations de compostage des déchets organiques de leurs villes. La technique de compostage est très souvent négligée et parfois même inexistante dans plusieurs gouvernorats.

Tableau 25 : Liste nominative des stations de compostage des déchets municipales

Stations	Lieu	Déchets	Fonctionnement	Produits
Station pilote de compostage de la municipalité de Sousse	Sousse	Déchets verts Déchets de marché de gros	En cours d'aménagement (Projet MED-3R)	Compost
Station pilote de compostage de la municipalité de Sfax	Sfax	Déchets verts Déchets ménagers		Compost
Station pilote de compostage de la municipalité de la Marsa	Marsa	Déchets municipaux	En cours d'aménagement (Projet GIZ)	Compost

◆ Stations de compostage chez les agriculteurs

Il existe aussi plusieurs sites de compostage de type agricole à base de fumier et des déchets de la ferme. Le compostage n'est pas encore une pratique agricole courante. Seulement les agriculteurs biologiques fabriquent de compost. Ces agriculteurs bénéficient de l'assistance technique et de l'accompagnement du CTAB et d'une subvention lors de l'achat des équipements nécessaires à la production de compost sinon les directions de l'agriculture biologique au niveau des pluparts des CRDA mettent à la disposition des agriculteurs un broyeur des déchets agricoles.

La majorité des agriculteurs reconnaissent le mot compost mais ils ne peuvent l'associer à une matière concrète n'en ayant jamais vu et souvent les agriculteurs comparent le compost à du fumier. En revanche d'autres agriculteurs qui n'utilisent pas non plus le compost en énumèrent certains bienfaits. Les agriculteurs ont besoin avant tout de l'information et la formation pour produire du compost.

Les agriculteurs fabriquent du compost pour rehausser le taux de matière organique de leur sol et maximiser les rendements des cultures. Ils adoptent cette pratique lorsqu'ils réalisent les effets positifs de celle-ci par leurs expériences, leurs observations et leurs découvertes sur terrain lors des visites aux unités chez les organismes spécialisés (CTAB, quelques CFRA, ...) ou chez les agriculteurs lors des journées de sensibilisation. Ainsi, la collaboration entre les professionnels de l'agriculture et les agriculteurs peut jouer un rôle important dans l'adoption de la technique du compostage.

La prise de décision des agriculteurs est d'abord influencée par la rentabilité à atteindre par différents facteurs : les ressources disponibles, les moyens mobilisables, la situation économique de la ferme, l'assistance technique ou la formation, ... La disponibilité des diverses matières organiques (surtout fumier et déchets verts) encourage les agriculteurs à fabriquer leurs composts mais le manque de machineries agricoles (surtout le broyeur) peut freiner la mise en œuvre de la technique de compostage.

◆ Stations de compostage chez les privés

En liaison avec le développement du politique environnementale, l'accroissement des superficies de l'agriculture biologique, ..., on constate un nouvel essor du compostage depuis des années, notamment pour transformer les déchets verts municipaux et agricoles en amendement organique.

Les professionnels et les promoteurs qui souhaitent s'engager dans la voie du compostage des déchets doivent procéder à une étude détaillée : une analyse approfondie des flux, une étude d'impact sur l'environnement, une recherche des débouchés pour le compost, ...

Tableau 26 : Liste nominative des stations de compostage chez les privés

Stations	Lieu	Déchets	Fonctionnement	Produits
Société «Humus»	Grombalia Nabeul	Déchets verts Fientes de volailles Marc de raisin	Depuis 1986	Compost biologique Terreau Engrais Coupeaux de bois
Société « La Verte Service »	Grombalia Nabeul	Déchets verts Fientes de volailles Marc de raisin	Depuis 2004	Compost Terreau Engrais Biofiltre
Société «VeGelap»	Ksibet Sousse	Fumier de lapins Déchets verts	Depuis 2003	Compost
Société « Agrifertil »	Naassen Ben Arous	Paille Grignon d'olive Fientes de volailles	Depuis 2015	Compost Jus de compost
Société « Horizon Compost »	Beni khaled Nabeul	Déchets verts Boues laitières	Depuis 2016	Compost
Société « Compagri »	Sidi Aich Gafsa	Déchets Palmier Fumier bovin Fumier ovine Fientes de volailles	Depuis 2015	Compost
Société Compost Bio 76	Sidi Aich Gafsa	Déchets verts Fumier	Depuis 2013	Compost
Terres Compost	Korba Nabeul	Déchets verts Fumier	Depuis 2016	Compost

Le compost produit est d'excellente qualité. Il est écoulé avec un peu de difficultés. Les unités de compostage ont souvent du mal à élaborer leurs programmes de marketing et de distribution du compost au début de leurs activités en raison d'une mauvaise planification et d'un manque de compétence pour démontrer et vulgariser les avantages et les caractéristiques du produit.

Certaines unités ont été recensées. Les causes sont multiples et se situent à plusieurs niveaux. D'autres sont encore fonctionnelles mais certaines entreprises soulignent quelques problèmes surtout :

- L'approvisionnement en matière organique sur le site de compostage ce qui induit à un coût élevé de compost et par conséquent à un problème de commercialisation de leurs produits. Le promoteur de projet, quel qu'il soit, ne peut parvenir seul à l'achèvement de son projet sans une coopération des acteurs qui l'entourent et lui fournissent de la matière première.
- Les unités intégrant les déchets verts souffrent d'un manque de déchets verts (qualité et quantité)

- Après l'événement de 14 janvier 2014, on note une dégradation préoccupante en matière de gestion des déchets tant en milieu urbain qu'en milieu rural.
- Mauvaise qualité des déchets collectés : les déchets verts contiennent des ordures ménagères. La livraison de déchets composites génère un surcoût de triage.

Toutefois, Certaines municipalités ou producteurs des déchets préfèrent mettre les déchets à la décharge que de les livrer aux stations de compostage des privés. Par conséquent, la quantité des déchets verts est insuffisante pour une production continue du compost ce qui a limité la quantité produite.

A cet effet, il faut prendre les mesures nécessaires pour établir des conventions claires avec les communes et les producteurs de déchets pour la collecte des déchets verts au profit des unités de compostage.

◆ Stations de compostage gérées par la DG/F

Depuis les années 90, la DG/F a arrêté un plan de recherche de solutions locales et viables pour produire un substrat de qualité afin d'éviter les problèmes liés à l'importation de la tourbe. La meilleure alternative consiste à favoriser l'utilisation d'un substrat de croissance issu de compostage de biomasse forestière. Ainsi, plusieurs unités de compostage dans les différentes régions du pays ont été mises en place pour la production de plants forestiers et ornementaux dans les pépinières de la DG/F appartenant aux CRDA.

Tableau 27 : Liste nominative des stations de compostage gérées par la DG/F

Stations	Lieu	Déchets	Fonctionnement	Produits
Direction Générale des Forêts	Oued El Bir/Nabeul	Branchage d'accacia	1996	Compost
	Ain Asker/Bizerte		1998	
	Tamera/Bizerte		2002	
	Skhira/Jendouba		1998	
	Guelta Safra/Jendouba		2002	
	Sers/Le kef		1996	
	Gaafour/Siliana		1998	
	Zaghouan		1998	
	Chott Meriem/Sousse		1998	
	Bembla/Monastir		2002	
	Bir Ben Kemla/Mahdia		2002	
	El Green/Kairouan		2002	

◆ Stations de compostage chez les organismes publics

Les unités des structures ou organismes publics sont minoritaires. La plupart sont des petites stations de démonstration et d'expérimentation.

Plusieurs essais de compostage ont été réalisés par certains organismes et les institutions et les centres de recherche du ministère de l'Agriculture, de Ressources Hydrauliques et de la Pêche et du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique...

◆ Stations de compostage gérées par les associations

En Tunisie, des microprojets de compostage des déchets organiques domestiques, municipales et agricoles sont développés par les associations/ONG.

8-3-2- Stations de compostage abandonnées ou fermées

Le tableau 28 présente la liste nominative des stations de compostage ayant fonctionnées dans le secteur de compostage et qui ont été abandonnées ou fermées pour des raisons différents.

Tableau 28 : Liste des stations de compostage abandonnées ou fermées

Stations	Lieu	Déchets	Fonctionnement	Causes
Station pilote de compostage à Henchir Lihoudiya	El Mourouj-Tunis	Décharge municipale	1991-1998	Projet abandonné : suite à la fermeture de décharge
Station pilote des déchets urbains	Béja	Ordures ménagères & déchets verts	1998-2000	Fin du projet
			2000-2006 Gérée par l'ANPE puis la municipalité de Béja	Station fermée : difficulté de travail, faible quantité produite, mauvaise qualité de compost, dépenses importantes
Société El Jenane (Groupe Poulina)	Foundouk Jedid – Grombalia Nabeul	Fientes de volailles + Déchets d'abattoir des volailles+ déchets de l'industrie de bois	-	Station fermée Rq : les déchets sont utilisés pour la production des engrais
Station de la Société «Cultivator»	Naassen Ben Arous	Fientes de volailles + Paille	-	Station fermée : décès de gérant
Station «Société El Kindi »	Sfax	Déchets verts Fumier	-	Station fermée : proximité immédiate des habitations
Société «Valdor»	Décharge contrôlée de Médenine	Déchets municipaux triés	2008	- Non disponibilité des déchets - Mauvaise organisation

Toutes les expériences des stations pilotes démontrent que lorsque les moyens leurs sont fournis, les bénéficiaires collaborent au début pour l'atteinte des objectifs fixés par le projet (réalisés surtout par GIZ) mais abandonnent après la clôture du projet suite à la manque de suivie.

8-4- Procédés de compostage

Plusieurs étapes sont distinguées dans le procédé de compostage. Une première étape correspond à la réception avec un stockage des matières premières. Elle est suivie d'une phase de préparation des produits. Dans la plupart des cas, le tri s'effectue après collecte, pour la séparation des déchets organiques et non organiques.

Le broyage (si nécessaire) constitue la première transformation mécanique du compostage. Le choix du broyeur est régi par la capacité de traitement de l'installation, la puissance de broyeur, le type et le diamètre des déchets à broyer. Il existe sur le marché une multitude de broyeurs. Les plus connus et les plus utilisés sont les broyeurs mécaniques à marteaux ou à lames.

Les déchets broyés sont mis en andains avec d'autres matières premières en respectant le rapport C/N pour un cycle de fermentation.

La fermentation est effectuée, généralement, sur une aire bétonnée. Le contrôle des paramètres de compostage (température et humidité) sont dans la plupart des cas réalisés à l'aide d'un thermomètre à sonde pour la température et par le test de poignée ou hygromètre pour l'humidité. La plupart des plates formes de compostage sont non abritées lors de processus de fermentation. Durant le compostage, les andains doivent être aérés. Deux solutions existent : le retournement ou l'aération forcée. Les retournements sont soit effectués manuellement à l'aide de fourche à fumier, soit mécaniquement au moyen d'un tractopelle ou d'un retourneur d'andain.

Lors de tamisage et la mise en sac, certaines sociétés disposent des zones abritées par un hangar métallique contre l'ensoleillement et la pluie. Les opérations de tamisage et de remplissage des sacs sont effectuées soit manuellement, soit mécaniquement (pour certaines sociétés).

La durée de compostage est en moyenne de 6 à 8 mois. Cependant, parfois il n'y a pas distinction franche entre la maturation et le stockage du compost, ce qui peut expliquer ces durées de compostage longues.

Le produit est échantillonné et envoyé en laboratoire pour vérifier la conformité à la norme sur les amendements organiques. Ces analyses permettent de vérifier les teneurs en matières fertilisantes, en éléments traces métalliques et germes pathogènes.

8-5- Encouragements et subventions

Les projets d'unités de compostage (valorisation des sous-produits d'origine végétale ou animale) sont considérés comme projets agricoles intégrés. Ils bénéficient, à ce titre, des avantages et incitations accordées dans le cadre de « la promotion de l'agriculture ».

Dans le but d'encourager les privés à jouer un rôle plus important au niveau de l'investissement agricole dans le domaine de l'agriculture biologique, une subvention de 30% pour les opérateurs biologiques sur tous les équipements, les instruments et les moyens spécifiques nécessaires à la production selon le mode biologique. Au niveau de l'unité de compostage, la liste des équipements nécessaires à la production du compost biologique selon le décret n° 2000-544 du 6 mars 2000, éligibles aux incitations prévues par l'article 33 du code des investissements (loi n° 93-120 du 27 décembre 1993) sont : broyeurs de matières organiques, tracto-pelles ou tracteurs munis de godet frontal, cribles plans pour l'affinage du compost et remorqueuses épanduses.

Depuis quelques années, la lutte contre la dégradation du sol continue à constituer un objectif stratégique pour la Tunisie et pour le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche, ainsi nombreuses études ont été réalisées et d'autres en cours pour identifier l'état de dégradation du sol et les solutions pour lutter contre ce fléau et améliorer la productivité.

Selon 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, 50% du coût des investissements approuvé avec un plafond de cinq cent (500) mille dinars pour les équipements, instruments et moyens spécifiques nécessaires à la production du compost et valorisation des sous produits végétales, animales et organiques et ceci au titre de la performance économique dans le domaine des investissements matériels pour la maîtrise des nouvelles technologies et l'amélioration de la productivité fixés à l'annexe n°1 du présent décret gouvernemental.

Ce taux est ramené à 55% pour les investissements de catégorie « A » dans l'agriculture, la pêche et l'aquaculture et à 60% pour les sociétés mutuelles de services agricoles et des groupements de développement dans le secteur de l'agriculture et de la pêche.

Actuellement, quelques entreprises privées ont déjà mis en œuvre leurs projets et infrastructures avec succès ce qui peut diminuer d'autant les besoins d'investissement de fonds publics.

Pour les jeunes promoteurs, les éléments qui freinent actuellement la construction d'infrastructure de compostage sont principalement : le marché qui tardent à se développer et les subventions de Banque Tunisienne de Solidarité.

8-6- Qualité du compost

Le producteur de compost doit atteindre un objectif de référence. La seule solution pour approcher et sécuriser les clients serait la production selon des normes claires selon une démarche rigoureuse. Un compost ne respectant pas cette exigence aura peu de chance de s'imposer sur le marché.

La qualité du compost dépend de la qualité du flux entrant dans l'unité de traitement, de sa composition initiale et de l'aptitude de l'exploitant à surveiller son évolution et à y réagir au fur et à mesure.

La qualité d'un compost est définie par deux types de critères : les critères agronomiques et les critères d'innocuité. Les critères agronomiques sont définis par les teneurs en éléments fertilisants (azote, potassium, phosphore). Les critères d'innocuité sont basés sur la présence ou l'absence des éléments traces métalliques (ETM), des agents pathogènes, des éléments grossiers (verre, plastique, métaux,...).

La qualité fertilisante et la composition du compost varient en fonction des déchets et la durée du compostage.

8-6-1- Compost biologique

L'agriculteur biologique ou le producteur de compost biologique doit répondre favorablement au cahier des charges. Le cahier des charges type de la production végétale selon le mode biologique mentionne les composts utilisables en agriculture biologique; y sont notamment interdit les composts contenant des boues de station d'épuration ainsi que les effluents des élevages en hors sol. Cependant, les composts des déchets ménagers issus de tri sélectif sont autorisés sous conditions de teneurs en ETM.

8-6-2- Norme Tunisienne

La norme tunisienne **NT 10.44 (2013)** concernant les amendements organiques, dénominations, spécifications et marquage.

Les valeurs limites en éléments traces métalliques (E.T.M.), en cuivre et zinc, en agents pathogènes et en inertes et impuretés sont illustrées respectivement dans les tableaux 29, 30, 31 et 32.

Remarque : Les boues des stations d'épuration, qu'elles soient urbaines, papetières ou industrielles, ainsi que les matières qui en contiennent sont exclues des matières premières utilisables dans le cadre de la présente norme.

Tableau 29 : Valeurs limites en E.T.M.

E.T.M.	Valeurs limites en E.T.M. mg/Kg MS
As	18
Cd	3
Cr	120
Hg	2
Ni	60
Pb	180
Se	12

Tableau 30 : Valeurs limites en cuivre et zinc

E.T.M.	Valeurs limites en E.T.M.	
	mg/Kg MS	mg/Kg MO
Cu	300	600
Zn	600	1200

Tableau 31 : Valeurs limites en agents pathogènes (sur produit brut)

	Toutes cultures sauf cultures maraîchères	Cultures maraîchères	Méthodes d'analyse
OEufs d'helminthes viables	Absence dans 1,5 g	Absence dans 1,5 g	
<i>Salmonella</i>	Absence dans 1 g	Absence dans 25 g	NT 16.15
Escherichia coli		<10 ² /g	NT 16.55-2
Entérocoques		<10 ⁴ /g	NT 09.85

Les valeurs limites en inertes et impuretés dans les amendements organiques doivent être inférieures aux valeurs limites en % de matière sèche du Tableau

Tableau 32 : Valeurs limites en inertes et impuretés

Inertes et impuretés	Valeurs limites
Films + PSE > 5 mm	< 0,3 % MS
Autres plastiques > 5 mm	< 0,8 % MS
Verres + métaux > 2 mm	< 2,0 % MS

8-6-2-1- Modalité de contrôle des produits commercialisables

Lorsqu' il y a lieu, la description documentée du compostage caractérisé devra être mise à la disposition des autorités de contrôle.

◆ Analyses sur un nouveau produit ou ensemble de produits

A la création d'un produit ou d'un ensemble de produits mis sur le marché, les analyses suivantes doivent être réalisées :

- Agronomie : MO, MS, N Total, N organique non uréique, P₂O₅, K₂O, MgO aux quelles s'ajoute CaO pour le compost de champignonnière;
- Fractionnement biochimique de la matière organique ;
- Minéralisation potentielle du carbone et de l'azote ;
- E.T.M. ;
- Agents pathogènes : sauf pour le compost vert, les matières végétales en mélange dont certaines peuvent avoir préalablement subi un procédé de compostage caractérisé ou de lombricompostage et compost végétal pour lesquelles ces analyses ne sont pas obligatoires.
- Inertes et impuretés : sauf pour les fumiers et/ou lisiers et/ou fientes compostés pour lesquelles ces analyses ne sont pas obligatoires.
- C.T.O. : sauf pour les fumiers et/ou lisiers et/ou fientes compostés, matières végétales en mélange et mélange de matières végétales et matières animales dont certaines peuvent avoir préalablement subi un procédé de compostage caractérisé ou de lombricompostage, compost végétal et compost de matières végétales et animales pour lesquelles ces analyses ne sont pas obligatoires.
- Les autres paramètres agronomiques facultatifs : effet alcalinisant, masse volumique, ...

◆ Analyse en routine

La qualité du compost doit être contrôlée, par ensemble de produits et par des analyses régulières selon les fréquences reprises dans le tableau 33.

Tableau 33 : Fréquence des analyses par ensemble de produits et par unité de production

Type d'analyse	Tonnage/an			
	0 à 350 T/an	350 à 3500 T/an	3500 à 7000 T/an	Plus de 7000 T/an
Agronomie	2/an	3/an	4/an	4/an
Fractionnement biochimique	Absence	Absence	1/an	1/an
Minéralisation potentielle	Absence	Absence	1/an	1/an
E.T.M.	1/an	2/an	3/an	4/an
Critères microbiologiques	1/an	2/an	3/an	4/an
Inertes et impuretés	1/an	2/an	2/an	3/an
C.T.O.	1/an	1/an	1/an	2/an

6-2-2- Marquage ou étiquetage

L'étiquette, l'emballage ou le document d'accompagnement réglementaire dans le cas d'une livraison en vrac, portent des indications obligatoires et d'autres facultatives. Certains renseignements doivent y apparaître comme le nom de produit, la dénomination du type, la liste des matières premières, le rapport C/N Total, les doses d'emploi, la masse nette, le pH, la conductivité électrique,

Les composts produits par certaines unités de compostage font partie des amendements organiques et leur commercialisation doit respecter les normes. Cependant, malgré l'existence d'une norme tunisienne les producteurs du compost respectent la norme française NFU 44-051 qui précise les dénominations, définitions et spécifications, le marquage, les teneurs à déclarer et les doses limites d'emploi.

9- UTILISATEURS ET TRANSFORMATEURS POTENTIELS DE COMPOST

9-1- Utilisateurs potentiels de compost

Plusieurs marchés viables existent pour le compost. Pour mettre en marché du compost avec succès, il est nécessaire de connaître les caractéristiques particulières du compost produit, la façon dont il sera utilisé (y compris les méthodes d'application et les taux) ainsi que tous les bénéfices qui y sont liés. Il est également important de déterminer les segments de marché aux quels le compost devrait être destiné et tout produit concurrent au sein de ces marchés. Une des barrières au développement de marché est le manque de connaissances des utilisateurs potentiels.

Les utilisateurs potentiels constituent une gamme très large. Ils doivent être convaincus qu'ils peuvent avoir confiance dans le compost. Ainsi, il faudra leur montrer comment ils obtiendront des gains économiques ou des résultats supérieurs.

Pour trouver les bénéfices de l'utilisation du compost, on peut intégrer peu à peu le compost aux pratiques courantes et créer de sites de démonstration. La filière d'écoulement prépondérante est constituée des marchés du paysage et du jardin (paysagistes, hôtels, horticulteurs, particuliers, ..). Le marché de l'agriculture est encore très minoritaire. Ainsi, on peut penser qu'il y a des fortes marges de progression sur ce créneau, le compost pouvant participer à l'entretien humique des sols.

Le compost rivalisera avec les autres produits fertilisants, comme les engrais chimiques. Ces produits sont d'usage connu, reconnu et très répandu, leur composition est précise, les quantités à appliquer sont faciles à déterminer et les résultats escomptés sont plus aisément prévisibles.

Certains utilisent le compost comme matière première pour les substrats de culture (cas des pépiniéristes forestiers), soit sous forme de mélange avec la terre (cas des pépinières des plants fruitiers et ornementales), soit sous forme de mélange avec la tourbe (cas des pépinières maraîchers).

La valorisation des déchets organiques locaux peut être une solution de remplacement de la tourbe importée. La tourbe sert à améliorer la circulation de l'air et à retenir l'humidité du sol, ce qui est bénéfique pour le gazon et les jardins. Cependant, le compost possède tous ces avantages, en plus d'augmenter l'activité microbienne du sol.

- **Agriculture** : l'agriculture est généralement considérée le marché par excellence à cibler à cause notamment des grandes quantités qui pourront être écoulées, mais il demeure largement inexploité dans la plupart des régions. Actuellement, l'utilisation des composts en agriculture demeure très limitée. L'intégration de compost en remplacement des produits fertilisants (engrais et matières d'origine animale provenant de leur propre ferme ou de la région), ou en combinaison avec ceux-ci, force à convaincre surtout les agriculteurs à modifier leurs habitudes, ce qui n'est jamais simple. Toutefois, comme l'agriculture biologique et l'agriculture durable continuent de prendre de l'expansion, les marchés agricoles devraient se développer. Selon le MARHP, la Tunisie compte environ 516 000 exploitations agricoles.

- Au près des agriculteurs produisant des cultures à fort rapport économique (cultures maraîchères, arboriculture, plantes aromatiques et médicinales, grandes cultures, sylviculture). Les sols maraîchers sont souvent surexploités, assez pauvres en matière organique.

- Au près des agriculteurs biologiques : l'agriculture biologique constitue un débouché très important pour le compost. Les superficies de l'agriculture biologique ont atteint 235 000 ha en 2016 contre 157 803 ha en 2004. Quant au nombre des opérateurs biologiques, il a passé de 3467 opérateurs en 2016 à 660 opérateurs en 2004.

- Dans les zones où les sols sont dégradés ou endommagés : l'application de compost sur un site dégradé améliore à long terme les propriétés du sol. Cependant, la Tunisie connaît un problème important de dégradation des sols en milieu agricole. On estime les pertes annuelles en sol à l'équivalent de 15 000 ha.

Pour percer le marché agricole, il faut cibler les agriculteurs les plus influents de la région en faisant des essais pour comparer les méthodes de fertilisation et d'amendement dans leurs champs pendant une saison complète.

- **Pépinières horticoles** : pour la production de plants maraîchers, arboricoles, médicinales et ornementales. Le compost peut être utilisé en pépinière comme composant du substrat de culture en serres et en contenants et comme additif au sol dans les planches de pépinières.

Les producteurs des plants maraîchers et fruitiers sont répartis entre établissements publics (GIF, ONH, GIL, GOVPF, ...) et établissements privés (sociétés, agriculteurs, pépiniéristes, coopératives, ...).

Les pépiniéristes connaissent bien l'utilisation des produits à base de tourbe ou d'écorce et des substrats mélangés. Ils sont probablement les utilisateurs finaux les plus prudents. Les productions horticoles nécessitent des produits bien standardisés. L'utilisation du compost de haute qualité permet d'établir des plants plus sains, de fournir des éléments nutritifs et de supprimer les organismes causant les maladies du sol. Toutefois, il est utile à illustrer la capacité du compost à améliorer la santé, la qualité et la productivité à long terme des sols afin de l'amener à investir à produire ou à payer pour se procurer du compost.

Dans le secteur de l'horticulture ornementale, les composts sont plus avancés au niveau de leur stade de développement sur le marché que celui observé dans le secteur agricole.

- **Pépinières forestières** : La majorité des plants forestiers sont produits par les pépinières du DG/F du MARHP. Actuellement, 12 pépinières forestières produisent et utilisent le compost pour la production des plants. Ces plants sont destinés dans le cadre de la lutte contre la dégradation des sols, l'érosion des sols, l'ensablement et la désertification ainsi qu'à l'amélioration de la production forestière.

- **Communes** : Les zones vertes urbaines, les jardins publics, les parcs urbains et les pépinières municipales utilisent le compost pour améliorer l'environnement urbain.

- **Aménagement paysager** : l'aménagement paysager, dans les hôtels, les parcs, les clubs et les jardins, est l'un des marchés les plus importants pour le compost. Les paysagistes achètent le compost surtout en sacs et les utilisent à différentes fins mais principalement en tant qu'amendement ou comme substrat décoratif. Ils sont plus disposés à essayer de nouveaux produits.

- **Particuliers** : la vente du compost aux habitants est un débouché possible. Certes, cela ne permet pas de découler des tonnages aussi importants que ceux envoyés vers la filière agricole. Leur besoins sont les mêmes que dans le secteur paysager.

- **Entretien des gazons** : le compost peut être utilisé pour l'entretien et la régénération du gazon pour l'aménagement des terrains de golf et des terrains sportifs et pour les gestionnaires d'espaces gazonnés (hôtels, particuliers, commercial, jardins publics, ...). Le compost améliore la croissance de gazon en plaques, réduit la portée des maladies qui attaquent le gazon et peut diminuer les besoins en irrigation à cause de sa capacité à retenir l'eau. Toutefois, il peut également être utilisé comme substrat de semence dans les applications de fumure de couverture.

- **Office National de l'Assainissement (ONAS)** :

Quelques stations d'épuration utilisent des composts mûrs en mélange avec des copeaux de bois comme support de Bio-filtre pour le traitement des odeurs.

- **Exploitants de restauration des carrières et mines** : La restauration des carrières ou mines comprend la mise en végétation des terrains affectés par l'activité minière. Par ailleurs, il existe de nombreux parcs non restaurés. Ces parcs sont perçus un peu partout en Tunisie comme des sites pouvant absorber les productions de compost. Dans ce type de restauration, le compost sert à la fois comme amendement et fertilisant.

- **Les terres domaniales** : La superficie des terres domaniales, en Tunisie, s'élève à 500 000 hectares dont 310 000 hectares structurés et 190 000 ha non structurés. Les exploitations sont gérées par les Offices des Terres Domaniales (OTD), les Sociétés de Mise en Valeur et de Développement Agricole (SMVDA), les Centres de Formation et de Recyclage Agricole (CFRA), les établissements de l'Institut de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricole (IRESA), les centres techniques, les groupements, ...

La livraison du produit d'effectue soit en vrac pour les grandes quantités, soit dans des sacs pour les petits utilisateurs. Les revendeurs du compost représentant un éventail d'entreprises, y compris les unités de compostage, les fournisseurs de produits d'aménagement paysager, les pépiniéristes, les coopératives agricoles, les fournisseurs d'engrais, les entreprises des services agricoles, les rayonnages des jardinerie dans les magasins spécialisés et les supermarchés... . La majorité de ces revendeurs vendent le compost en sacs.

9-2- Transformateurs potentiels de compost

Les origines du gisement des déchets organiques sont nombreuses (agricoles, industries agro-alimentaires, communaux, ...). Les utilisateurs potentiels sont multiples (agriculteurs, pépiniéristes, paysagistes, particuliers, communautés, hôtels, ...). Ainsi, les producteurs de composts sont multiples.

Toutefois, il existe actuellement, des sociétés de services pour la mise en place de station de compostage à l'échelle agricole ou industrielle (étude du projet, étude d'impact, choix du procédé de compostage, dimensionnement du projet, choix des équipements, suivi des travaux, assistance pour la production des premiers lots et suivi de la production).

- **Les agriculteurs** : Le secteur agricole est un important générateur des résidus organiques, notamment en fumiers et déchets végétaux. Une meilleure gestion des résidus à travers la fabrication et l'utilisation du compost permet d'améliorer la productivité agricole des terres et les propriétés du sol. Le MARHP cherche depuis plusieurs années à améliorer l'utilisation de résidus organiques agricoles à la fois pour valoriser économiquement cette matière fertilisante, accroître la fertilité du sol et réduire la pollution.

Les résultats ont démontré une valeur certaine au compostage mais avec des contraintes d'équipements (surtout broyeur des déchets verts) qui ne permettent pas d'entrevoir la généralisation de cette pratique dans les régions. Aussi, la plupart des grandes exploitations ne font pas d'élevage, ce qui influence sur la disponibilité du fumier comme matière première. Les petites et moyennes exploitations se trouvent dans ce cas en position de transformateurs et utilisateurs de compost et fournisseurs de fumier.

- **Les municipalités** : les municipalités ont la responsabilité d'assurer l'élimination des déchets ménagers et urbains. Pour cela, elles doivent mettre en place des procédés de collecte et de traitement respectueux de l'homme et de l'environnement. La valorisation de la fraction organique, par compostage, est souvent plus avantageuse financièrement et environnementalement que le recours à l'incération ou l'enfouissement. Actuellement, certaines municipalités en Tunisie sont passées à l'étape des programmes et la mise en place de compostage pour les déchets organiques des espaces verts urbains et de bord de routes, des marchés de gros municipaux et des fractions fermentescibles des ordures ménagères et ceci à travers des projets pilotes municipaux.

- **Industrie agro-alimentaire** : L'industrie agro-alimentaire génère des quantités considérables de déchets organiques solides, semi-solides et liquides, potentiellement valorisables par compostage. Le producteur de déchet, quel qu'il soit, peut traiter ou sous-traiter le compostage de ses déchets à un professionnel.

Les déchets de production et de transformation de fruits (pelures d'agrumes, marc de raisin, ...) et des légumes (tomate, artichaut, piment, ...), d'olives (grignon d'olive et margine), de produits laitiers, de poissons, d'abattoir de bétails (plumes, déchets verts, ...), de coques des fruits secs, ... demeurent ainsi des ressources ce qui n'est pas le cas de l'enfouissement de ces déchets dans un site.

- **Les usines papetières** : les boues de la papetière constituent un matériel relativement riche en phosphate, matière qui sert d'engrais en culture. Mélangées avec s'autres résidus, les boues des usines papetières se prêtent assez bien au compostage.

- **Secteur privé** : Le secteur privé a déjà mis en œuvre divers projets et infrastructure avec succès. Les matières compostables provenant du secteur agricole, municipale et de l'industrie Agro-Alimentaire. La proportion et la quantité des matières compostables varient d'une entreprise à une autre.

- **Terrains de golf** : Les déchets sont une réalité quotidienne pour les terrains de golf (tontes de gazon, feuilles, bois de taille, déchets de cuisine, carton, ...). Le recyclage de ces déchets organiques par la technique du compostage est une pratique recommandée dans le domaine de l'entretien des parcours de golf.
- **Hôtels** : le compostage est une solution pour la valorisation des déchets biodégradables de jardin et de cuisine. Le compost participe à la fertilisation du jardin et l'aménagement paysager à l'intérieur de l'hôtel.
- **Pépinières forestières** : le secteur forestier dispose d'une biomasse forestière importante et l'approvisionnement en branches d'*Acacia cyanophyllane* ne pose pas de problème majeur pour la majorité des régions. Ainsi, La majorité des pépinières forestières du DG/F du MARHP peuvent produire le compost pour la production des plants forestiers. Actuellement, seulement 12 pépinières forestières produisent le compost pour la production des plants.
- **Les Terres Domaniales** : Les exploitations des terres domaniales sous leurs différents modes de gestion (OTD, SMVDA, CFRA, IRESA, centres techniques, groupements, ...) peuvent être producteurs du compost surtout les grandes exploitations qui intègrent l'élevage. Aussi, ces exploitations peuvent constituer des sites pilotes et sites de démonstration.
- **Parcs nationaux et privés** : les parcs sont des espaces reconnus pour leurs patrimoines naturels, culturels et paysagers. Chaque jour, de grandes quantités des déchets organiques (tontes de gazon, feuilles, bois de taille, fumier, ...) sont issus des activités d'entretien des parcs nationaux et privés. Ces parcs doivent s'efforcer de minimiser et valoriser les déchets organiques compostables en établissant des systèmes de compostage.
- **Office National de l'Assainissement (ONAS)** : Les stations d'épuration de l'ONAS collecte et traite les eaux usées et les boues. Le compostage est une technique qui a de l'avenir pour le traitement et la stabilisation de nos boues de station d'épuration. Les boues doivent être analysées avant mélange ainsi que le produit final «le compost » pour vérifier leur conformité réglementaire à un usage agricole.
Les boues, sources d'azote, doivent être mélangées avec des coproduits, sources de carbone : des déchets verts, des écorces, de la sciure,
- **Maisons** : La pratique domestique du compostage est une gestion éco-citoyenne permet d'aider la commune à gérer les déchets (cuisine et jardins) et rendre au sol la matière organique empruntée.

10- DIMENSION ÉCONOMIQUE DU COMPOSTAGE

La mise en place des unités de compostage industriel exerce une action favorable sur les économies locales et nationales. Les installations stimulent les activités commerciales.

L'analyse des coûts de production et de la rentabilité financière des unités de compostage a pour but essentiel de mesurer leur compétitivité et d'orienter les agriculteurs et les investisseurs privés pour se lancer dans le secteur de la valorisation des déchets organiques par compostage.

Le côté économique reste toujours très important dans la réussite de l'installation des unités de compostage des déchets. Le matériel et les infrastructures nécessaires restent toujours une charge financière élevée pour un projet de compostage.

10-1- Coût

Les coûts d'investissement et d'exploitation des installations de compostage dépendent de nombreux facteurs et varient à l'échelle régionale et locale. Les variables les plus importantes sont notamment la taille de l'installation, la technique utilisée, le coût de l'énergie disponible à l'échelle locale, le type de déchets à traiter et les frais de transport.

Le compostage peut se faire à petite échelle (compostage artisanale) avec des outils rudimentaires (pelles, brouettes, râtaux, fourches à fumier ...). L'avantage du compostage artisanal est qu'il peut

se faire à l'échelle de la ferme par les agriculteurs à moindre coûts. Mais la limite de ce type de procédé est qu'il ne permet pas le traitement d'importantes quantités de déchets.

Le compostage peut aussi se faire à l'échelle industrielle avec l'avantage de concerner toute la production des déchets à l'échelle locale ou régionale, mais l'inconvénient de coûter chère (équipements).

Le coût de production du compost va dépendre de plusieurs facteurs dont la dimension du projet et des choix techniques à adopter. Il inclut le coût d'achat des matières premières, des équipements et de l'infrastructure (terrain, bâtiments, aire bétonnée, hangar, bassin), les salaires des employés, les frais administratifs, les frais d'énergie (électricité, gaz oil, eau), les frais des entretiens des équipements ainsi que les frais de financement, ...

◆ Coûts associés à l'utilisation du compost

Le compost engendre un coût légèrement supérieur à l'épandage du fumier frais, par contre il économise plus de temps, gagné sur les durées de transport et d'épandage. La technique de compostage diminue de moitié la quantité à épandre.

Pour l'agriculteur, un autre atout dont le coût économique n'est pas estimé est la qualité et les avantages agronomiques du compost notamment l'homogénéité du produit, l'assainissement du fumier des agents pathogènes et des graines d'adventices, riche en humus, plus concentré en éléments nutritifs que les fumiers d'origine, ...

Le traitement d'un volume des déchets par voie d'incinération nécessiterait un coût important (approximatif que le traitement par compostage) sans compter les pertes associées au fait de ne pas réutiliser la matière organique.

◆ Coût des équipements

Les équipements nécessaires dépendent fortement de la capacité de traitement de l'unité, des déchets utilisés, de type de station et de mode de compostage. Les lignes de compostage comprennent les unités de réception, de tri, de broyage, de fermentation, de tamisage et de conditionnement. Les équipements comprendraient :

- un broyeur
- un retourneur d'andain
- un tracteur à pelle frontale ou une tractopelle
- un tamiseur cribleur
- Une tronçonneuse
- Une bascule
- Une ensacheuse
- Matériel de transport : camionnette
- Petits matériel : brouettes, des pelles, fourches à fumier, râtaux, des thermomètres, tuyaux d'arrosage, ...

◆ Coût du broyage

Sur le plan financier, le broyage est un des postes les plus coûteux lors de compostage des déchets (bois de taille, déchets secs de palmier, ...) et est en dessus des moyens des petits agriculteurs.

◆ Coût de la collecte et du transport

Les coûts relatifs à la collecte des déchets et au transfert du compost ont des répercussions plus importantes sur les coûts d'ensemble du système et le prix de revient du compost que les coûts relatifs à la construction et au fonctionnement de l'installation de traitement. Ils constituent de sérieux problèmes qui entravent le développement des unités de compostage.

Le matériel de transport comporte un tracteur avec benne, une camion et un pickup. Toutefois, l'augmentation des frais de transport (carburant, main d'œuvre, amortissement du matériel, ...) engendre une augmentation substantielle du coût de revient.

◆ Coût de mise en sac

La vente du compost en vrac est, comparativement à la vente en sacs, beaucoup moins appliquée. L'écoulement de l'amendement en vrac et sa valorisation en agriculture est à priori moins rémunératrice, garantit parallèlement un débouché de masse mérite d'être privilégié et permet de diminuer les coûts mais nécessite d'adapter la commercialisation en conséquence. La mise en sac entraîne de nombreux coûts supplémentaires (affinage, ensachage, ...) difficiles à répercuter dans le prix de vente de l'amendement et exige des installations de stockage et un système de distribution. Cependant, lorsque le marché local ou régional était saturé, le compost en sac peut être acheminé sur de plus grandes distances.

◆ Coût d'exploitation

Le coût annuel d'exploitation est réparti entre les salaires, les dépenses en eau et énergie, l'entretien, la maintenance des équipements, analyse des matières premières et des composts

La concurrence proviendra surtout des grandes municipalités qui deviendront dans les années à venir des productrices de compost et compétiteurs directs aux promoteurs. De plus, ces municipalités auront un avantage marqué par rapport aux promoteurs : celui de se bénéficier d'une quantité importante des déchets.

10-2- Rentabilité

Pour déterminer si la vente du compost sera rentable, il faudra tout d'abord identifier un marché et s'assurer que la demande en compost est suffisante et régulière pour que les producteurs puissent le vendre.

Plusieurs unités de compostage sont intégrées dans des projets à plusieurs activités (cultures, élevage, compostage, ...). Ainsi, l'analyse financière est difficile à élaborer.

La réussite de la rentabilité des sociétés de compostage est fortement liée à l'implication des autorités surtout locales dans le projet de gestion des déchets. Des nombreuses solutions de co-collecte par les municipalités, les producteurs des déchets et les promoteurs peuvent réduire la fréquence de collecte des matières organiques.

On compare souvent le compost au fumier et à la tourbe, car ces produits peuvent être utilisés dans de nombreuses applications semblables. Les tourbes sont utilisées par les horticulteurs, pépiniéristes, les agriculteurs et paysagistes comme support organique des plantes.

Certaines bénéfices agronomiques du compost à l'échelle agricole (améliore le taux de la matière organique, lutte contre les érosions, ...) et certaines bénéfices à l'échelle environnementale (diminution des émissions de gaz à effet de serre, protection de la biodiversité, ...) pourront difficilement être quantifiés en termes d'argent, mais il faudra toutefois les intégrer qualitativement afin de rentabiliser l'activité de compostage

10-3- Vente du compost

Le compost est, comme tout produit commercial, soumis au marché de l'offre et de la demande. Les agriculteurs détient peu (ou pas) de connaissances sur le procédé du compostage et le compost. Aussi, le prix du compost influence la demande et que la qualité du produit est difficile, parfois, à mettre en évidence. Les meilleures conditions de commercialisation du compost passent par l'aspect physique et la qualité.

Le compost vendu en sacs aide à développer des nouveaux marchés, à attirer de nouveaux consommateurs et augmenter sa valeur. La mise en sac du compost est développée dans les principaux sites de compostage. Les composts en sac sont distribués dans les rayonnages des jardinerie spécialisées des supermarchés et chez certains pépiniéristes ou en vente directe.

Le compost est vendu surtout en sac de 10 à 70 Litres et en vrac à la tonne, ainsi que mélangé à un éventuel d'autres matières afin de créer de nouveaux produits novateurs.

Le prix de vente du compost doit rééquilibrer le bilan financier de l'usine. En effet, ce prix de vente est fonction du coût de production du compost. Actuellement, les prix de vente, en Tunisie, varient de 240 DT à 350 DT.

Toutefois, des essais d'apport de compost sur une parcelle agricole sont parfois réalisés par certains promoteurs pour montrer aux utilisateurs le potentiel et l'intérêt de cet amendement en terme de rendement de production.

11- LES OPPORTUNITÉS ET LES CONTRAINTES POUR LA PROMOTION DE LA BONNE PRATIQUE "COMPOSTAGE"

11-1- Les opportunités

- Volonté politique pour la protection de l'environnement et la gestion des déchets.
- Existence de stratégies nationales pour la gestion des déchets.
- Contrôle de la qualité du compost biologique par les organismes agréés pour le contrôle et certification des produits biologiques.
- Présence d'une Norme Tunisienne concernant les amendements organiques et certifiant la qualité du produit.
- Potentiel de développement important et un réel besoin dans les différentes régions.
- Disponibilité de la matière première.
- Développement de pratiques respectueuses de l'environnement.
- La fertilisation organique des terres agricoles par épandage de compost est une pratique de plus en plus appréciée par les agriculteurs.
- Nécessité de reconstituer des sols dans les zones dégradées.
- Nécessité de création de support de culture pour les pépiniéristes, les paysagistes et les espaces verts.
- Subvention de 50% du coût des investissements pour les équipements, instruments et moyens spécifiques nécessaires à la production du compost et valorisation des sous-produits végétales, animales et organiques.
- Faible initiation de compostage chez les producteurs des déchets.
- Un dispositif institutionnel adéquat et structuré.
- Existence d'une multitude de structures d'appui.
- Création de l'Agence Nationale de Gestion des déchets.
- Plusieurs recherches ont été réalisées par les établissements de la Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche et la Ministère de l'Enseignement Supérieur et de Recherche.
- Diffusion des techniques de compostage et des résultats des recherches aux agriculteurs, par le Centre Technique de l'Agriculture Biologique, lors des journées de sensibilisation et/ou de formation sur les techniques de l'agriculture biologique.
- Possibilités d'établir des partenariats scientifiques et techniques.
- Existence de certaines expériences et sociétés privées pour la production du compost, pouvant servir de modèle.
- Technologie bien maîtrisée et le secteur est capable de produire de compost de haute qualité.
- Un tissu associatif très dense traduit par l'existence des ONG, dont une forte proportion opère dans les domaines de la protection de l'environnement.
- Faible adhésion des agriculteurs aux GDA ou SMSA.
- Hausse du coût des engrais et autres fertilisants.
- Alternative locale aux engrais importés.
- Création d'emploi.
- Coopération internationale importante sur le plan du financement et l'assistance technique.
- Extension de la durée de vie utile des lieux d'enfouissement.

11-2- Les contraintes

Les principales contraintes au développement de la technique de compostage sont :

- La norme tunisienne concernant les amendements organiques est non exécutée par les ministres responsables (Ministre de l'Environnement, Ministre de l'Agriculture et Ministre du Commerce).
- Absence de volonté politique pour la valorisation des déchets organiques et la production du compost.
- Faible application de la réglementation due à manque de fermeté dans la prise de décision.
- Absence totale ou insuffisance du de contrôle des infractions.
- Les amendes du principe « pollueur-payeur » restent relativement faibles.
- Manque de collecte sélective des déchets verts et des déchets municipales.
- Manque de planification et d'organisation.
- Manque de coordination entre les ministères et les différentes structures des Ministères (Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche, Ministère des affaires locales et de l'Environnement, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique et Ministère du Commerce).
- Manque de coordination et de communication entre les différents intervenants.
- Faible implication du secteur privé.
- Manque d'une plate forme de concertation et d'un cadre de collaboration.
- Manque des témoignages convaincants de l'importance et de bienfaits de compost.
- Manque d'effort et de moyen pour les programmes de marketing.
- Manque de Publicité.
- Dominance des petites exploitations agricoles et problème de morcellement des terres agricoles.
- Réticence du secteur agricole à l'investissement dans la gestion des déchets.
- Faible organisation des producteurs (surtout les petits agriculteurs) dans des structures professionnelles (GDA et SMSA) pour réduire les charges et mutualiser les risques naturels et les contraintes de production et de marketing.
- Agriculteurs habitués à des effets immédiats d'innovations techniques sur la production.
- Manque d'information des utilisateurs finaux (agriculteurs, pépiniéristes, paysagistes, ...).
- Manque de sensibilisation et de vulgarisation à l'échelle nationale.
- Insuffisance d'encadrement et de professionnalisme des agriculteurs.
- Manque de personnels qualifiés et d'assistance technique.
- Capacités techniques et moyens humains relativement limités.
- Absence ou insuffisance d'un organisme d'accompagnement pour bénéficier d'une formation ou appui technique.
- Prix de vente élevé du compost. Le même prix du compost aussi bien pour les commerçants que les agriculteurs et pépiniéristes ce que oblige les agriculteurs à s'orienter au fumier comme amendement organique.
- Déficit important de diffusion des résultats des recherches scientifiques, déficit dû en grande partie à l'absence d'un dispositif de transmission des résultats aux agriculteurs.
- Tendance de la plupart des chercheurs à la publication dans des revues scientifiques et non à la recherche sur une demande d'utilisateurs.
- Concentration de la plupart des institutions de recherche et de développement sur la production agricole.
- Problème de collecte des déchets par les sociétés privés.
- Crise économique qui risque de décourager les exploitants et les promoteurs.

12- RECOMMANDATIONS

Alors que l'avenir logique des déchets organiques agricoles, agro-alimentaires et municipales serait d'être valorisés sous forme de compost ou de nourriture animale, utilisable par les agriculteurs et les professionnelles, ces matières sont majoritairement soit incinérées, soit transportées dans des sites d'enfouissement où elles contribuent à la production de lixiviats qu'il faut par la suite de traiter et de méthane.

La volonté et l'appui politique est indispensable pour inscrire la technique de compostage comme une des bonnes pratiques agricoles et ainsi comme composante des politiques agricoles. Il est important que le promoteur de projet ou l'agriculteur trouve un appui auprès de la classe politique afin de soutenir dans sa démarche. Le soutien politique permet notamment de veiller au bon déroulement de toute la chaîne, de donner plus de crédibilité et de poids au projet, et souvent de faciliter la mise en place du partenariat. Toutefois, le développement de la valorisation des déchets organiques par compostage nécessite la préparation d'une stratégie, autre que la stratégie environnementale, et de plans d'actions nationaux pour l'organisation et l'accompagnement institutionnels, réglementaires et financiers.

En Tunisie, l'organisation et la programmation de la gestion des déchets organiques, par compostage, est une affaire délicate qui concerne de multiples acteurs (producteurs de déchets, agriculteurs, associations, utilisateurs de compost, promoteurs, ministères, experts, fournisseurs d'équipements,...). La réussite passe par une réelle concentration entre ces différents acteurs notamment dans le cadre d'un comité de pilotage représentant tous les acteurs concernés.

Plusieurs mesures peuvent améliorer la situation actuelle en matière de compostage. Il faut encourager d'avantages les agriculteurs, les promoteurs et les producteurs des déchets à investir dans cette activité, en mettant en place des mesures d'accompagnement et d'incitations financières et fiscales.

◆ Formation, sensibilisation et éducation

Le capital humain est un déterminant primordial dans le processus. Les techniciens, les formateurs, les chercheurs, les conseillers agricoles, les agriculteurs, les promoteurs, ... forment l'ensemble des compétences à mobiliser.

Pour assurer une meilleure assimilation et une vulgarisation de la technique du compostage, il est nécessaire de mettre en oeuvre des modules de formation à différents niveaux aussi bien académique que professionnel ainsi qu'un programme de vulgarisation et de recyclage.

- Mettre en place des programmes de formation de la technique de compostage au niveau des écoles ou instituts agricoles et les centres de formation professionnelle agricole pour assurer la formation initiale et continue.
- Assurer la formation et le perfectionnement des techniciens et des conseillers agricoles.
- Renforcer et encadrer les vulgarisateurs au niveau des CRDA et CTV.
- Garantir un savoir-faire technique des agriculteurs dans la production et l'utilisation du compost.
- Accompagnement technique des exploitants d'installations de compostage (agriculteurs et promoteurs).
- Renforcement des associations environnementales et des municipalités à travers la formation de leurs cadres.
- Promouvoir une éducation environnementale pour les enfants afin d'augmenter le niveau de connaissance.
- Accompagner les entreprises dans leurs actions de valorisation des déchets.

◆ Mesures Incitatives

Des mesures incitatives doivent être instaurées pour encourager les investissements en compostage, surtout pendant la période de démarrage du projet. Ces mesures incitatives peuvent concerner les aspects relatifs à la production et à la commercialisation.

- Mettre en place une série de subventions à destination des promoteurs et des agriculteurs et des entreprises pour le développement de la production du compost et la gestion des déchets.
- Promouvoir les sociétés de services pour le broyage des déchets verts ou/et la location des engins nécessaires à la production du compost.
- Augmenter la taxe sur l'enfouissement des déchets organiques compostables afin de financer les industries de compostage.
- Approuver des ressources financières suffisantes pour la mise en œuvre du plan de communication et de formation.
- Equiper les structures de recherche et de vulgarisation en matériels et infrastructures adéquats.
- Exonération totale de la TVA sur les achats des équipements nécessaires.
- Soutenir le compostage domestique

◆ Mesures réglementaires

La réglementation n'est efficace que si elle est applicable et appliquée. Nous recommandons alors :

- Amélioration du cadre juridique pour la technique de compostage.
 - Etablir un cahier de charges spécifique au compostage pour améliorer le marché du compost.
 - Interdiction de l'importation de compost et certains engrais organiques.
- S'orienter vers une application stricte de la réglementation promulguée.
- Mise en place d'un système pollueur-payeur.
- Adopter un règlement obligeant les producteurs des déchets organiques (industries agro-alimentaires, hôtels, marchés, municipalités, zoos, parcs nationaux et privés commerce et grande distribution,...) de composter leurs déchets ou de le transporter aux centres de collecte autorisés ou aux promoteurs des composts certifiés.
- Mise en place des organismes agréés pour le contrôle des spécialités de la norme tunisienne (suivi qualité et garantir l'innocuité des composts produits).
- Augmenter la taxe sur l'enfouissement principalement pour les matières organiques compostables.
- Participation des citoyens au frais de collecte des déchets verts.
- Désigner ou classer le compostage en tant qu'activité agricole.

◆ Mesures organisationnelles

Sur base du diagnostic des déchets organiques compostables et du cadre réglementaire et institutionnel, on a établi des mesures organisationnelles pour la promotion de la technique de compostage comme bonne pratique agricole.

- Définir les responsabilités de conduite de l'opération, et identifier en particulier le responsable au plus haut niveau de décision.
- Créer une plate forme de concertation (différents ministères impliqués, institutions, organismes, secteur privé, société civile, ...).
- Créer un réseau national de circulation et de diffusion de l'information et les résultats de recherches.
- Renforcer et intégrer les liens producteur-vulgarisation-recherche.
- Réaliser des projets pilotes avec les partenaires de l'industrie.
- Développer des partenariats et promouvoir la collaboration entre le secteur agronomique et le secteur des déchets organiques.
- Etablir des conventions pour la collecte des déchets entre les communautés, les producteurs des déchets et les promoteurs pour garantir un approvisionnement durable.
- Organiser la filière de collecte des déchets organiques par la création des centres ou plates formes de collecte et/ou broyage des déchets (entreposage temporaire) communaux ou privés.
- Inciter les agriculteurs et les éleveurs à s'organiser en groupement ou en association.

- Introduire le thème de valorisation des déchets organiques dans les plans de développement municipale et gouvernementale.
- Intégrer la valorisation par compostage dans un système durable de gestion des déchets adapté à chaque gouvernorat.

◆ **Mesures de communication**

La diffusion de la technique du compostage nécessite des outils de communication appropriés et pertinent soient mis en point en s'inspirant de l'expérience acquise. Il existe une diversité d'outils d'information et de communication qui peuvent être utilisés.

- Mener une campagne de communication intensive destinée aux différents publics.
- Renforcer la sensibilisation et la responsabilisation de tous les acteurs par des activités de communication appropriées.
- Organiser des activités de sensibilisation et d'information pour l'intégration de la technique de compostage dans les programmes et projets de développement.
- Elaborer un plan d'actions d'information, de sensibilisation et d'éducation agricole de la technique de compostage.
- Sensibiliser la population de la gestion des déchets.
- Organisation de journées « portes ouvertes » sur les plates formes.
- Créer des fermes pilotes et des écoles paysannes et des parcelles démonstratives chez quelques agriculteurs élités.
- Aménagement des sites pilotes de compostage au niveau des municipalités.
- Création des stations de compostage au niveau des terres domaniales.
- Organiser des visites d'échange d'expériences au profit des producteurs et agents d'encadrement.
- Préparation des supports imprimés : brochures, dépliants, affiches, fiches et documents techniques destinés aux techniciens, ingénieurs, agriculteurs et promoteurs concernés.
- Préparation des supports audio-visuels.
- Faire des émissions radiophoniques et télévisées sur la technique et les bienfaits du compost.
- Création d'un site internet permettant un diffusion large et facile de toutes les informations (réglementaire, institutionnelle, techniques,...).
- Publier sur les sites web de ministères ainsi que les organismes et structures concernés des fiches techniques sur le compostage.

◆ **Mesures de marketing**

Au début des programmes de marketing, les efforts et les ressources doivent être importants pour leur donner des bases solides. Une stratégie de marketing doit être agressive et continue dans le temps.

- Planifier et organiser le marketing du compost.
- Informer les utilisateurs finaux (agriculteurs, pépiniéristes,...) des avantages du compost.
- Réduire le coût du compost par la réduction des coûts de production (broyage et transport).

◆ **Coopération internationale**

- Renforcer la coopération internationale pour appuyer l'assistance financière et technique.

CONCLUSION

En Tunisie, la dégradation des sols constitue une menace sérieuse au développement durable. La technique de compostage et la gestion organique des sols constituent une des bonnes pratiques agricoles pour freiner la dégradation des sols.

Cependant, pour valider cette technique, la démarche nécessite la participation de l'ensemble des acteurs, à savoir : les décideurs politiques, les ministères impliquées, les organisations professionnelles les promoteurs, les agriculteurs, les producteurs, de déchets, les ONG, les chercheurs, les enseignants, les Médias, ...

Tous les partenaires de la société doivent maintenant recherchent activement des solutions pour la promotion de la technique de compostage, pour notre propre bien et pour celui des générations futures.

Le compostage et la gestion organique des sols est d'intérêt public et ne saurait être géré efficacement que s'il est pris en main très solidement par les autorités publiques compétentes. Il y a beaucoup à faire au niveau de l'amélioration du cadre institutionnel, réglementaire, incitatif, et organisationnel, le renforcement des capacités humaines et l'élaboration d'un plan de communication et de marketing.

La nouvelle politique devra appuyer ses orientations par des moyens concrets favorisant la mise en œuvre du volet compostage. Le gouvernement devrait prendre les mesures appropriées pour favoriser le développement durable des installations et des unités de compostage chez les agriculteurs et les promoteurs privés.

Afin qu'un projet de compostage des déchets soit durable, il faut respecter les étapes suivantes :

- L'analyse du besoin en compost (sol, agriculture, marché).
- L'analyse des gisements de déchets disponibles (nature, quantité, localisation).
- L'identification des acteurs et leurs rôles (publics et privés).
- Le montage de la structure : aspects administratifs, réglementaires, économiques, techniques et sociaux.
- La communication et la sensibilisation.
- Prévoir le suivi à long terme (bilan technique financier-social, qualité du compost, sensibilisation et communication...).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANGED. 2006a.** Plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage. Phase 1 : Diagnostic de la situation actuelle et évaluation des procédés de compostage. Etape 1 : Diagnostic de la situation actuelle. 205p.
- ANGED. 2006b.** Plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage. Phase 1 : Diagnostic de la situation actuelle et évaluation des procédés de compostage. Etape 2 : Evaluation des procédés de compostage. 117p.
- ANGED. 2006c.** Plan directeur pour la valorisation des déchets organiques par compostage. Phase 2 : Plan directeur. 180p.
- APIA. 2004.** Le compostage. Etude monographique. Agro-services-Rapport final. 126p.
- Bouvier, E., 2012.** Broyats de branchages et bois raméal fragmenté (BRF). Matières organiques Fiche N°12. 4p.
- Cahurel, J.Y. 2010.** Fertilisation de la vigne. La réglementation. Fiche 9. Ed. Institut Français de la Vigne et du Vin. 7 p.
- Calvet, R., Chenu, R. et Houot, S. 2011.** Les matières organiques des sols. Rôles agronomiques et environnementaux. Ed. Agri Production. 347 p.
- Environnement Canada. 2013.** Document technique sur la gestion des matières organiques municipales. 243 p.
- GIZ-ANGED. 2014.** Rapport sur la gestion des déchets solides en Tunisie. SweepNet. Avril 2014. 58 p.
- Houot, S., 2011.** Les enjeux agronomiques de la valorisation organique. Colloque national «Prévention et gestion des déchets dans les territoires». Ed. ADEME.
- J.O.R.T. 1996.** Loi n°96-42 du 10 Juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination.
- J.O.R.T. 2000.** Décret n° 2000-544 du 6 mars 2000, fixant la liste des équipements, instruments et moyens spécifiques nécessaires à la production conformément au mode de production biologique.
- J.O.R.T. 2013.** 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.
- Leclerc, B., 2001.** Guide des matières organiques. Tome 1. 2^{ème} Edition. 238p.
- M.A.H.Y. et FAO. 2008.** Pour une évaluation de la dégradation des terres en Tunisie. Cadre institutionnel et législatif - Information et données disponibles – Etat des connaissances. Projet LADA. 63 p.
- M.A.H.Y. et FAO. 2010.** Rapport d'Evaluation Nationale. QM-WOCAT. Projet LADA. 53 p.
- Matteau, V., 2011.** Stratégie de commercialisation pour le compost produit par l'agglomération de Montréal. 80p.
- M.E.D.D. 2016.** Etat des lieux sur les modes de production et de consommation durables en Tunisie. 2016. 134p.

Mustin, M., 1987. Le compost. Gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc. 954p.

Mhedhbi, A. 2011. Connaissances et outils pour une agriculture raisonnée. 423 p.

Moughli, L. 2000. Les engrais minéraux : caractéristiques et utilisation. Bulletin Mensuel d'information et de Liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture PNTTA, N°72. Ed. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc. 4 p.

NT 10.44 (2013). Norme Tunisienne enregistrée. Amendements organiques. Dénominations, spécifications et marquage. Edition juin 2013. INNORPI. 22 p.

OSS. 2014. Le recyclage des sous-produits des oasis : acquis et perspectives. Projet MENA-DELP : Partage des connaissances et de coordination sur les écosystèmes désertiques et les moyens de subsistance au profit de l'Algérie, l'Égypte, la Jordanie, le Maroc, et la Tunisie. 86 p.

Schvartz, C., Muller, J.-C. et Decroux, J. 2005. Guide de la fertilisation raisonnée : grandes cultures et prairies. France agricoles Editions.

Soudi, B., Naâman, F. et Chiang, C. 2000. Problématique de gestion de la matière organique des sols : cas des périmètres irrigués du Tadla et des Doukkala. Séminaire «Intensification agricole et qualité des sols et des eaux», Rabat, 2-3 Novembre 2000.

SWEEPNET. 2010. Rapport pays sur la gestion des déchets solides en Tunisie. Ed. ANGED-GIZ. 52 p.

Trépanier, B., 1998. La faisabilité d'un centre de compostage adapté aux besoins économiques et environnementales d'une région administrative : La municipalité régionale de comté Rouyn-Noranda. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. 267p.