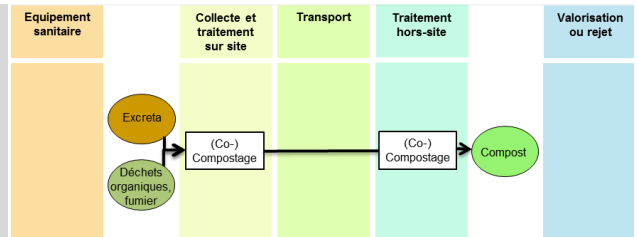


23 (Co-) Compostage

Collecte et traitement sur site ou hors-site

Juin 2015



Informations générales

Le compostage est la dégradation aérobie contrôlée des matières organiques d'origine différentes (déchets solides organiques, boues de vidange). Les boues de vidange ont un taux d'humidité élevé. Pour cela, leur séchage partiel préalable ou leur mélange à des proportions adéquates avec d'autres déchets solides et/ou avec des agents structurants à faible taux d'humidité et permettant d'assurer une aération convenable du tas. Les boues sont aussi relativement trop riches en azote; c'est pour cela qu'il est nécessaire de les mélanger avec des déchets organiques plus riches en carbone pour rétablir un rapport C/N (carbone sur azote) supérieur à 25.

Le compostage requiert de l'oxygène (et donc une aération) pour la biodégradation (oxydation) de la matière organique. Un dégagement de CO₂ et de la chaleur résulte de cette biodégradation suite à la lyse des liaisons carbonées. C'est grâce à cette chaleur, et particulièrement pendant la phase thermophile qu'on assiste à une élimination des pathogènes (phase d'assainissement).

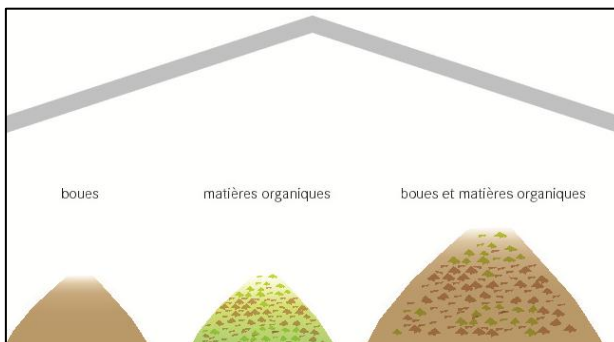


Figure 1: Schéma du compostage (source: Tilley et al., 2008).

Impacts et durabilité

Critères de durabilité	Appréciation*
Protection de la santé	++
Protection de l'environnement	+++
Facilité de mise en œuvre	+++
Robustesse de la technologie	++
Facilité d'exploitation, d'entretien et de maintenance	+++
Coûts et bénéfices	+++
Facilité d'intégration dans le contexte socioculturel et institutionnel	++

* +++: Point fort de la technologie, ++: moyen, +: faible, s.o.: sans objet

Principes de base

- Il existe plusieurs techniques de compostage à niveaux technologiques différents. Globalement, toutes ces techniques relèvent de l'un des deux types de compostage: compostage ouvert ou compostage fermé.
 - Dans le **compostage ouvert**, le mélange des matières à composter (boues et déchets solides) est disposé en longs tas (la longueur dépend de la quantité) appelés des andains et laissés pour décomposition. Les andains sont retournés périodiquement pour fournir de l'oxygène et pour s'assurer que toutes les parties du tas sont soumises au même traitement thermique. Les andains devraient être hauts d'au moins 1 m et larges de 2 m.
 - Selon le climat et l'espace disponible, le site de traitement doit être **couvert** pour empêcher l'évaporation et l'intrusion des eaux de pluie excessives qui favoriseraient la création des conditions d'anaérobiose une fois l'espace lacunaire du tas est saturé en eau. Cela provoquerait l'émanation des mauvaises odeurs. Lorsque la quantité du matériau à composer est faible, un tas de forme quelconque, avec une hauteur minimale de 1 m est aussi convenable. Un retournement périodique est nécessaire.
 - Le **compostage fermé** nécessite un contrôle de l'humidité et une source d'air ainsi qu'un mélangeur mécanique. Par conséquent, il n'est généralement pas approprié pour les traitements décentralisés
- Bien que le processus de compostage semble être une technologie simple et passive, un minimum de contrôle et de suivi est nécessaire: il faut i) éviter un dessèchement, ii) éviter un excès d'eau, iii) retourner périodiquement le tas, et iv) s'assurer que le tas passe par une période thermophile (50-60°C) d'au moins 3 à 5 jours en se servant d'un thermomètre. C'est ce passage par cette phase qui permet de détruire les pathogènes.

Conditions d'application

- L'option de compostage est seulement appropriée lorsqu'il y a une source disponible de déchets solides biodégradables bien triés ou d'autres déchets agricoles à proximité. Seule la fraction organique fermentescible est transformée par les micro-organismes qui se développent spontanément. Les fractions ligneuses (branchages) peuvent être ajoutées au compost et seront transformées grâce aux champignons qui s'y développent naturellement.
- Selon le climat (précipitations, température et vent), le compostage peut être adapté aux conditions. Même si l'humidité joue un rôle important dans le processus de



compostage, la protection des installations contre les eaux de pluie excessive est recommandée.

Options possibles de valorisation

- Le compostage peut produire un compost hygiénique, et bénéfique en tant qu'excellent produit d'amendement des sols surtout là où les sols sont pauvres en matière organique comme c'est le cas au Maroc.
- Ainsi, le compost améliore les propriétés physiques du sol (capacité de rétention d'eau, stabilité de la structure, etc.) et fournit des éléments nutritifs aux plantes cultivées au cours du processus de minéralisation.



Figure 2: Compost fini après le compostage au niveau du ménage (sources: W. Berger, 2004; E. von Muench, 2013).

Chiffres clés

Dimensionnement	Les andains devraient être hauts d'au moins 1 m et larges de plus de 2 m.
Ratio: matières fécales ou boues de vidange par rapport aux autres déchets organiques ménagers ou verts	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio de 1:2 à 1:3 de boues séchées/déchets solides. • Ratio de 1:5 à 1:10 de boues liquides/déchets solides.
Coûts d'investissement	<ul style="list-style-type: none"> • Le coût d'investissement est faible et diminue avec le tonnage à composter. • D'après une analyse de 4 unités au Maroc et 1 unité en France: 500 à 1000 mad/tonne (45 à 91 euro/tonne) pour les grandes unités mécanisées (tri manuel, andaineuse retourneuse, petit matériel, etc.); 2000 à 2500 mad/tonne (182 à 227 euro/tonne) pour les petites unités^a.
Coûts d'exploitation	Au Maroc, le coût d'exploitation varie entre 100 et 200 mad/tonne (9 à 18 euro/tonne).

Durée de vie	25 à 50 ans
---------------------	-------------

^a Source: Soudi et Chrif (2007)

Conception et construction

- Le rapport C/N (carbone sur azote) du mélange des boues avec d'autres déchets organiques devra être situé entre 25 et 35; le taux d'humidité devra être autour de 50 ou 55%.
- Ainsi, le mélange des boues avec d'autres déchets permettent d'optimiser le processus de compostage et le produit final. On parle dans ce cas du co-compostage. Le compost obtenu est hygiénique car le processus de compostage passe par une phase thermophile qui détruit les agents pathogènes.



Figure 3: Chambre de compostage associée à la toilette à compost pour un ménage en France (source: E. Le Douarin, 2010).

- Les boues déshydratées devraient être utilisées dans un rapport de 1:2 à 1:3 (c.-à-d. 1 part de boues déshydratées et 2 à 3 parts de déchets solides sont mélangés).
- Les boues liquides devraient être utilisées dans un rapport de 1:5 à 1:10 (c.-à-d. 1 part de boues liquides et 5 à 10 parts de déchets solides sont mélangés).
- Une plateforme de compostage collective (communale par exemple) est constituée de:
 - un système de tamisage des ordures ménagères et/ou de broyage des végétaux,
 - un espace pour le mélange des boues de vidange avec de la chaux,
 - un espace pour retourner les boues pendant le processus de compostage,
 - un système de récupération des eaux s'écoulant des tas de compost ou des andains.
- Les principaux critères de conception sont
 - la durée de compostage (en moyenne 8 à 10 semaines)
 - la composition des boues et des autres déchets pour optimiser le mélange de manière à avoir un C/N autour de 30 et une humidité de l'ordre de 50%.
- La station de traitement devrait être, de préférence, située non loin des sources de matières organiques et des boues de vidange (pour réduire le transport au minimum); mais pour réduire les risques sur la santé, il ne devrait pas être trop près des maisons et des commerces.



- Pour les ménages disposant de systèmes d'assainissement et de matières organiques, il est possible et recommandable de co-composter les produits d'assainissement (digestats, boues, fèces sèches, urines, déchets verts, pailles, ...) en petits andains, boxes ou petites fosses.



Figure 4: Abri pour tas de compostage en milieu rural en période pluvieuse - Tétouan, Maroc (source: B. Soudi, 2011).



Figure 5: Tas de compostage en milieu rural en période pluvieuse - Tétouan, Maroc (source: B. Soudi, 2011).

Entretien et maintenance

- Un personnel bien initié est nécessaire pour l'exploitation et l'entretien de l'unité collective de compostage.
- Le mélange doit être périodiquement retourné. Le retournement manuel doit être fait périodiquement avec une chargeuse ou à la main. Les systèmes d'aération forcée doivent être soigneusement commandés et surveillés.
- Principales opérations d'exploitation nécessaires uniquement pendant la première campagne de compostage: suivi de la température et de l'humidité des tas de compost, retournement des tas de compost (une fois par mois), mesures chimiques et microbiologiques.
- Si les équipements existent, il serait utile de surveiller l'inactivation des œufs d'helminthes comme indicateur de stérilisation.

- Le personnel nécessaire en charge de l'exploitation du site varie selon le tonnage.
- Equipement nécessaire: des pelles, fourches ou un tractopelle (selon le tonnage) qui doivent permettre de retourner les tas de compost sur le site; et un thermomètre pour suivre la température.



Figure 6: Exemple de système modulaire individuelle compostage en containers ou mini-chambres. Les containers sont remplis un après l'autre, et quand le dernier est rempli, le premier doit être rempli (source: W. Berger, 2004).

Aspects sanitaires et environnementaux

- Il est possible de travailler avec ce compost et de le manipuler sans danger pour la santé. C'est un bon moyen pour réduire la charge en microbes pathogènes des boues.
- Même si le produit fini peut être manipulé avec un minimum de risque, les précautions devraient être prises pendant la manipulation des boues de vidange avant leur compostage.
- Les ouvriers doivent porter des vêtements de protection et des masques si le matériau s'avère poussiéreux.

Acceptabilité

- Le compostage et l'utilisation du compost sont généralement des pratiques acceptables car le compost s'apparente à des produits d'amendements organiques conventionnels de par leur couleur de terre et leur odeur d'humus.
- En général, les clients sont prêts à payer pour le compost même si cela peut dépendre du type de déchets organiques utilisés comme matières (intrants) et de la qualité du compost.



Avantages et inconvénients

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à installer et à maintenir avec une formation courte et appropriée qui n'a pas besoin d'un niveau élevé. • Possibilité d'abattement élevé des œufs d'helminthes grâce au passage du processus de compostage par la phase thermophile. • Peut être construit et réparé avec des matériaux locaux. • Création potentielle d'emplois et de revenus locaux notamment chez les jeunes. • Construction de la plateforme de compostage et réparation sont possibles localement. • Les coûts d'investissements et d'exploitation sont faibles. • Aucune énergie électrique n'est nécessaire. • Fournit une ressource de valeur qui peut améliorer la production agricole locale et la sécurité alimentaire; production d'éléments nutritifs utilisables comme engrais. • Les matières ligneuses (bois,...) peuvent être transformées en humus et donc en amendement des sols.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Durée de compostage relativement longue. • Exige un espace dédié et isolé. • Un suivi régulier du système est nécessaire. • Odeurs et présence de mouches si le processus n'est pas contrôlé correctement. • Main d'œuvre nécessaire pour une bonne gestion. • Pertes pouvant être élevées en carbone et azote par lessivage et émissions.

Exemples au Maroc

- Les expériences de compostage au Maroc ont essentiellement concerné la fraction organique fermentescible des déchets ménagers, le fumier et les déchets verts agricoles. Ces expériences ont été réalisées à différentes échelles en termes de tonnage de déchets.
- Les projets à grande échelle menés à Agadir, Rabat, Meknès et Marrakech ont été soldés par un échec attribué essentiellement à la non adaptation des technologies utilisées à la nature de déchets ménagers (trop humides) et aux difficultés liées à l'opération de tri (Agadir: projet du Commune Urbaine avec ADEME France (2003-2004); Rabat, Meknès, Marrakech: projet par les régies d'eau et d'électricités - Agence Urbaine (les années 1980s)
- Par contre, les projets pilotés conduits à l'échelle de petites et moyennes communes au Maroc (Salé, Missour, Oulmès, Tiflet) entre 1990 et 2002, notamment par Enda Maghreb (un ONG), ont montré la faisabilité du compostage. A ce juste titre, ces projets peuvent intégrer les matières fécales comme matières additionnelles et enrichissantes du compost.
- Les travaux de recherche réalisés, notamment à l'Institut Agronomique de Rabat en fin des années 90, ont montré que le compost obtenu à partir des déchets ménagers organiques améliore la qualité des sols et les rendements des cultures.

Bibliographie

Les sources suivantes ont été prises en considération:

- (1) Tilley, E., Lüthi, C., Morel, A., Zurbrügg, C., Schertenleib, R. (2008). Compendium des systèmes et technologies d'assainissement. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Duebendorf, Switzerland, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1156>
- (2) pS-Eau (2010). Guide 4: Choisir des solutions techniques adaptées pour l'assainissement liquide, http://www.pseau.org/outils/biblio/resume.php?docu_document_id=2359&l=fr
- (3) SSWM (2013). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox, <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-treatment/hardware/site-storage-and-treatments/co-compostin>
- (4) Enayetullah, I., Zurbrügg, C., Rotenberg, S., Maqsood, A. (2006). Compostage urbain décentralisé dans les pays à faibles et moyens revenus. Manuel de l'utilisateur. Eawag, Waste concern, PNUD. Eawag, Waste Concern, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/835>
- (5) Soudi, B. (2003). Rapport d'évaluation des centres de Co-traitement des déchets ménagers mis en place à Missour, Oulmès et Tiflet. Consultancy report for ENDA Maghreb, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/2015>
- (6) Soudi, B. (2005). Le compostage des déchets de cultures sous serre et du fumier. MADRPM/DERD, Maroc, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1927>
- (7) Soudi, B., Chrifi, H. (2007). Options de gestion des déchets solides municipaux adaptées aux contextes des Pays du Sud. Enda Maghreb, enda Tiers Monde, Morocco, <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1928>
- (8) Base de données photographique de SuSanA <http://www.flickr.com/photos/gtzecosan/collections/>
- (9) Liste de documents (contient documents dans la partie 1a sur les aspects de traitement): http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user_files/2013-02-gt-pnar/2013-05-14-liste-de-documents-GT-Herrmann.pdf

Mention légale:

- Auteurs: B. Soudi, M. E. Khiyati, E. von Muench, M. Wauthélet, B. El Hamouri, C. Werner
- Mise en forme: L. Herrmann, A. Schroeder
- Dernière mise à jour: Juin 2015, © GIZ/Programme AGIRE

Le présent document fait partie du guide d'assainissement rural et de valorisation des sous produits au Maroc, disponible sur: <http://www.agire-maroc.org> et www.susana.org/library

Tout matériel émanant du Programme AGIRE est librement disponible selon le concept open-source pour un développement des connaissances et une utilisation non-lucrative aussi longtemps que les sources d'information utilisées sont convenablement citées. Les utilisateurs devraient toujours mentionner, dans leurs citations, l'auteur, la source et le détenteur des droits.