


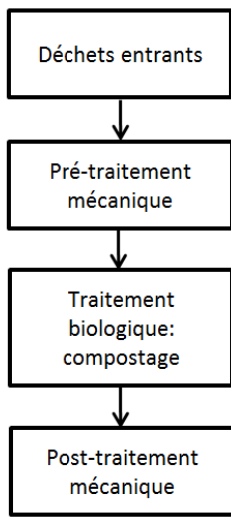

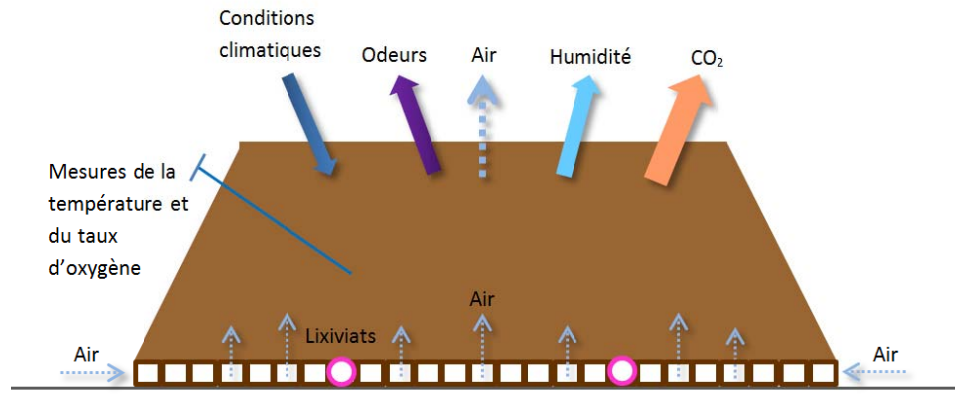




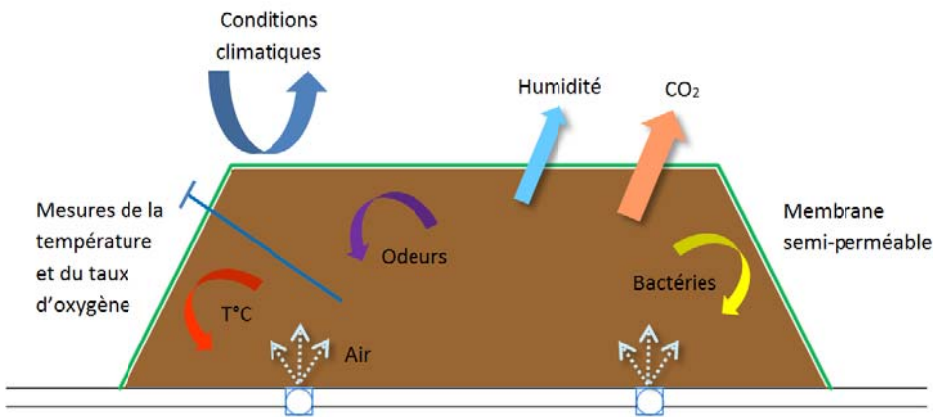
Fiche technique


Procédé	Centre de compostage
Types de déchets entrants (Input)	 <p>Tous déchets organiques contenus dans les déchets municipaux : déchets ménagers, déchets commerciaux similaires aux déchets ménagers, déchets verts, déchets de marché, boues d'épuration etc.</p>
Définition 	Le compostage est un processus aérobie (par présence d'air), qui par définition nécessite de l'oxygène et transforme les matières organiques en CO ₂ , en eau et en substances humiques biodégradables. Le résultat est un engrais organique qui peut être utilisé au Maroc comme amendement de sol.
Exigences au matériau entrant (Input)	Déchets organiques sans composants dangereux, ni perturbants.
Output	Amendement de sol avec une meilleure capacité de rétention d'eau pour l'aménagement paysager.
Description du procédé 	<p>Le compostage vise à la stabilisation des déchets ménagers par un processus microbiologique de décomposition aérobie (en présence d'oxygène) de leur fraction biodégradable. Cette décomposition réduit le volume drastiquement et la masse des déchets à enfouir jusqu'à 50%.</p> <p>Le processus de compostage type est le suivant : après livraison des déchets, ceux-ci passent par un ouvre-sacs ou pré-broyeur qui va ouvrir les sacs. Ensuite les déchets vont être disposés en forme de pile, afin de procéder à la phase de compostage, le traitement biologique. Après la période de décomposition, les déchets passent à la phase de post-traitement où selon le type de déchets entrants, différentes fractions peuvent être tamisée et séparée suivant les conditions particulières. En règle générale, le temps de traitement se situe entre 8 à 12 semaines.</p> <p>Schéma type du procédé de compostage :</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  <pre> graph TD A[Déchets entrants] --> B[Pré-traitement mécanique] B --> C[Traitement biologique: compostage] C --> D[Post-traitement mécanique] </pre> </div> <p>Figure 1 – Schéma type du procédé de compostage</p> <p>Pour le compostage, il existe différents procédés appropriés au Maroc :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Compostage en pile ouverte 2. Compostage en pile fermée <ol style="list-style-type: none"> a. Avec membrane b. Sous hall


Avantages	<p>Dans le cas d'un matériau entrant de bonne qualité (Input) sans impuretés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorisation matérielle comme amendement de sol <p>Dans le cas d'un matériau entrant de moindre qualité (Input) avec impuretés (l'objectif étant d'enfouir le matériau en décharge) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction des émissions (lixiviats, gaz) - Réduction de la teneur en eau - Réduction de la quantité de déchets à enfouir en décharge - Valorisation matérielle comme matériau structurant dans les piles ou pour le recouvrement temporaire de la décharge
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Demande en surface importante - Formation des employés requise - Problèmes d'odeurs, si l'exploitation de l'installation est inefficace


Spécifications du procédé 1	Compostage en pile ouverte
Avantages supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'investissement et d'opération faible par rapport à d'autres procédés - Système modulable - Exploitation simple
Inconvénients supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Temps de traitement relativement long, entre 4 à 6 mois selon la teneur en eau des déchets et les conditions climatiques - Le système nécessite un apport en eau régulier - Les piles nécessitent d'être retournées régulièrement (1 fois par semaine durant les 4 premières semaines, puis toutes les 2 semaines) - Le système n'est pas adapté pour les régions à fortes précipitations - Problèmes d'odeurs et de présence d'animaux (rongeurs, oiseaux...)
Composantes techniques 	<p data-bbox="432 633 1391 696">La figure ci-dessous schématise une pile de décomposition aérée passivement sans recouvrement :</p>  <p data-bbox="564 1153 1268 1182">Figure 2 – Section d'une pile aérée passivement sans membrane</p> <p data-bbox="432 1220 1391 1377">Les déchets sont empilés dans des piles de décomposition de forme trapézoïdale ou triangulaire qui seront arrosées selon le besoin. La hauteur des piles varie entre 2 à 3 m, la largeur jusqu'à 5 m et la longueur totale des piles n'est limitée que par la géométrie de l'aire de traitement. La durée du processus de décomposition dépend des niveaux de décomposition que l'on souhaite atteindre et donc varie entre 12 à 16 semaines.</p> <p data-bbox="432 1415 1391 1608">Les eaux de pluie qui s'infiltrent dans la pile génèrent des lixiviats qui doivent être collectés, mais qui peuvent être réutilisés comme eaux de process au niveau des cuves d'homogénéisation. En saison sèche, si les piles sont placées à proximité d'une zone d'enfouissement, les lixiviats de décharge peuvent être utilisés pour l'arrosage de celles-ci. Afin d'éviter l'infiltration des lixiviats dans le sol, un soubassement étanche est réalisé sous les piles.</p> <p data-bbox="432 1646 1391 1832">Entre le soubassement étanche et les déchets bruts est placée une couche perméable à l'air, par exemple avec de vieilles palettes en bois. Cette couche perméable doit avoir une hauteur minimum de 20 cm afin d'assurer l'aération des déchets en air frais ainsi que l'extraction de l'air d'échappement. Des tuyaux de drainage sont posés dans cette couche perméable tous les 5 mètres environ qui permettent d'évacuer les lixiviats vers des bassins de lixiviats.</p> <p data-bbox="432 1870 1391 1966">Afin de limiter des émissions organiques et olfactives, les piles sont recouvertes d'une couche de matières déjà décomposées (environ 30 cm) qui fonctionne comme filtre biologique.</p> <p data-bbox="432 2004 1391 2056">Les piles doivent être retournées une fois par semaine durant les 4 premières semaines du processus de décomposition, puis ensuite toutes les 2 semaines.</p>

	<p>A la fin de la période de décomposition, le produit sortant est tamisé et passe éventuellement par différents étapes de tri selon le procédé choisi. La partie restante est généralement transportée vers la décharge.</p> <p>Equipements techniques recommandés (mobile/fixe) – principaux composants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chargeuses pour retourner les piles - Système de collecte des lixiviats 		
Main d'œuvre	Main d'œuvre par équipe	Installation d'une capacité de 20.000 t/a	Installation d'une capacité de 100.000 t/a
	Directeur	0,5	1
	Ingénieur/Superviseur	1	1
	Mécanicien	1	2
	Electricien	0	0
	Conducteur	3	6
	Ouvrier	3	8
Coûts \$	Coûts	Coûts variables selon la capacité de l'installation [MAD/t]	
	Investissement	50 à 150	
	Exploitation	50 à 70	
Revenus	Compost / Amendement de sol : entre 0-100 MAD/t, si le marché est existant au Maroc		
Exemple	<p>Exemple d'une installation de compostage en pile ouverte sans membrane :</p>  <p style="text-align: center;">Figure 3 – Compostage en pile ouverte sans membrane Source : Grünland GmbH, Bernsdorf, Allemagne</p>		

Spécifications du procédé 2.a	Compostage en pile fermée avec membrane
Avantages supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des odeurs - Coûts d'investissement et d'opération faible par rapport à d'autres procédés - Système modulable - Exploitation simple et efficace - Système adapté pour les climats chauds et humides (système sans aucun besoin en eau)
Inconvénients supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas d'une exploitation appropriée, les membranes doivent être remplacées environ tous les 7 ans. Dans le cas d'une exploitation inefficace, la durée de vie des membranes est plus courte et devront être remplacées plus régulièrement.
Composantes techniques 	<p>La figure ci-dessous schématise une pile de décomposition aérée activement recouverte d'une membrane semi-perméable :</p>  <p>Figure 4 – Section d'une pile aérée activement avec membrane semi-perméable</p> <p>Les déchets sont empilés dans des piles de décomposition de forme trapézoïdale qui peuvent atteindre une hauteur de 2 à 3 mètres et avoir une largeur d'environ 10 mètres et une longueur allant jusqu'à 50 mètres, cette dernière n'étant pas limitée, uniquement par la géométrie de l'aire de traitement. La durée du processus de décomposition dépend des niveaux de décomposition que l'on souhaite atteindre. En règle générale, la période de traitement varie entre 8 à 12 semaines.</p> <p>La pile est couverte d'une membrane semi-perméable. Celle-ci est perméable aux eaux de pluie qui coulent sur la membrane pour être collectées séparément entre les piles. En revanche, durant le processus de décomposition l'eau et l'humidité dans la pile vont pouvoir s'évaporer à travers la membrane et la température, les microorganismes et les bactéries vont rester sous la membrane.</p> <p>Les tuyaux de drainage sous la pile assurent l'aération des déchets par un ventilateur situé derrière la pile, ainsi que la collecte des lixiviats. Ceux-ci sont collectés et acheminés vers des bassins de lixiviats.</p> <p>Le processus de compostage est commandé par un logiciel spécialisé. Celui-ci va contrôler les données du processus en cours (température, taux d'oxygène, etc.) et adapter les conditions du processus en fonction des exigences du procédé.</p> <p>Généralement, un dispositif d'enroulement automatique est utilisé pour enrouler et dérouler les membranes.</p> <p>Aucun retournement n'est nécessaire durant les 4 premières semaines du processus de décomposition, puis elles sont ensuite retournées toutes les 2 semaines. Au total, elles sont retournées 2 à 3 fois durant le processus. Le retournement est effectué par des chargeuses frontales standard.</p> <p>A la fin de la période de décomposition, le produit sortant est tamisé et passe éventuellement par différents étapes de tri selon le procédé choisi. La partie restante</p>

	est généralement transportée vers la décharge. Equipements techniques recommandés (mobile/fixe) – principaux composants : - Chargeuses pour retourner les piles - Membranes - Système d'aération - Système de collecte des lixiviats - Machine pour enrouler les membranes (optionnel – recommandable pour les installations d'une grande capacité)			
Main d'œuvre	Main d'œuvre par équipe	Installation d'une capacité de 20.000 t/a	Installation d'une capacité de 100.000 t/a	Installation d'une capacité de 300.000 t/a
	Directeur	0,5	1	1
	Ingénieur/Superviseur	1	1	2
	Mécanicien	1	1	2
	Electricien	1	1	2
	Conducteur	3	6	12
	Ouvrier	3	5	10
Coûts \$	Coûts	Coûts variables selon la capacité de l'installation [MAD/t]		
	Investissement	80 à 170		
	Exploitation	90 à 120		
Revenus	Compost / Amendement de sol : entre 0-100 MAD/t, si le marché est existant au Maroc			
Exemple	Exemple d'une installation de compostage en pile fermée aérée activement recouverte d'une membrane semi-perméable :			
	 <p>Figure 5 – Compostage en pile fermée avec une membrane semi-perméable Source : UTV AG, Baden-Baden, Allemagne</p>			

Spécifications du procédé 2.b	Compostage en pile fermée sous hall
Avantages supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des odeurs - Coûts d'investissement et d'opération faible par rapport à d'autres procédés - Système modulable - Exploitation simple et efficace - Système adapté pour les climats chauds et humides
Inconvénients supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> - Le système nécessite un apport en eau régulier - Les piles nécessitent d'être retournées toutes les 2 semaines - Le hall nécessite un filtre à air
Composantes techniques 	<p data-bbox="432 566 1402 629">La figure ci-dessous schématise une pile de décomposition aérée activement recouverte par une toiture :</p> <div data-bbox="432 658 1347 1088" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="612 1122 1222 1149">Figure 6 – Section d'une pile aérée activement sous hall</p> <p data-bbox="432 1189 1402 1346">Les déchets sont empilés dans des piles de décomposition de forme trapézoïdale qui peuvent atteindre une hauteur de 2 à 3 mètres et avoir une largeur d'environ 10 mètres et une longueur allant jusqu'à 50 mètres. La durée du processus de décomposition dépend des niveaux de décomposition que l'on souhaite atteindre. En règle générale, la période de traitement varie entre 8 à 12 semaines.</p> <p data-bbox="432 1368 1402 1491">Les piles sont couvertes soit par une toiture, une serre ou par une membrane, ainsi le système est clos et permet de contrôler toutes émissions. En revanche, le système nécessite un apport en eau régulier. Pour ce faire, un système d'humidification des piles est prévu.</p> <p data-bbox="432 1514 1402 1637">Les tuyaux de drainage sous la pile assurent l'aération des déchets par un ventilateur, ainsi que la collecte des lixiviats qui seront collectés et acheminés vers des bassins de lixiviats. L'aération peut se faire sous deux variantes, soit par aspiration, soit par pression. L'avantage de l'aspiration est que toutes les émissions sont sous contrôles.</p> <p data-bbox="432 1659 1402 1749">Le processus de compostage est commandé par un logiciel spécialisé. Celui-ci va contrôler les données du processus en cours (température, taux d'oxygène, etc.) et adapter les conditions du processus en fonction des exigences du procédé.</p> <p data-bbox="432 1771 1402 1827">Les piles sont retournées 3 à 5 fois (toutes les 2 semaines) durant tout le processus. Le retournement est effectué par des chargeuses frontales standard.</p> <p data-bbox="432 1850 1402 1939">A la fin de la période de décomposition, le produit sortant est tamisé et passe éventuellement par différentes étapes de tri selon le procédé choisi. La partie restante est généralement transportée vers la décharge.</p> <p data-bbox="432 1962 1402 2089">Equipements techniques recommandés (mobile/fixe) – principaux composants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chargeuses pour retourner les piles - Système d'aération des piles - Système d'aération du hall

	<ul style="list-style-type: none"> - Système de collecte des lixiviats - Système d'humidification des piles 		
Main d'œuvre	Main d'œuvre par équipe	Installation d'une capacité de 20.000 t/a	Installation d'une capacité de 100.000 t/a
	Directeur	0,5	1
	Ingénieur/Superviseur	1	1
	Mécanicien	1	2
	Electricien	1	1
	Conducteur	3	6
	Ouvrier	3	8
Coûts \$	Coûts	Coûts variables selon la capacité de l'installation [MAD/t]	
	Investissement	80 à 200	
	Exploitation	90 à 130	
Revenus	Compost / Amendement de sol : entre 0-100 MAD/t, si le marché est existant au Maroc		
Exemple	<p>Exemple d'une installation de compostage en pile fermée aérée activement recouverte d'un hall :</p> 		
	<p>Figure 7 – Compostage en pile fermée sous hall Source : DAKA, Radfeld, Österreich</p>		