

<p>Délégant</p>  <p>MARSEILLE PROVENCE METROPOLE Les Docks Atrium 10.7 10, Place de la Joliette 13002 MARSEILLE</p>	<p>Assistant Technique du Délégant</p>  <p>CABINET MERLIN Bureaux de Marseille 171 bis, Chemin de la Madrague Bâtiment Acropolis 13002 MARSEILLE</p>
---	--

<p>Maître d'Ouvrage Délégataire</p>  <p>EVERE CTM MARSEILLE-Chantier Fos sur Mer Route du Quai Minéralier –ZI Fos-sur-Mer Lieu Dit Caban Sud 13778 – Fos-sur-Mer CEDEX</p>	<p>Assistant Maître d'Ouvrage</p>  <p>URBASER ENVIRONNEMENT CTM MARSEILLE-Chantier Fos sur Mer Route du Quai Minéralier –ZI Fos-sur-Mer Lieu Dit Caban Sud 13778 – Fos-sur-Mer CEDEX</p>
---	--

<p>Architecte Mandataire</p>  <p>S'pace Architectes Associés 111, Rue Molière 94200 IVRY Sur SEINE Tél. : 01.45.15.81.21 Fax : 01.45.15.61.11 spacemarseille@blueholding.com</p>	<p>Architecte Associé</p>  <p>Atelier Architecture Bruno Miranda 11, Avenue de la Capelette 13010 MARSEILLE Tél. : 04.91.78.84.96 Fax : 04.91.25.67.94 Atelier-miranda@wanadoo.fr</p>
--	---

<p>Assistant technique au Maître d'ouvrage</p>  <p>INGEVALOR 26, Chemin de la Forestière 69130 ECULLY Tél. : 04.72.18.95.50 Fax : 04.72.18.94.43</p>	<p>Contrôle Technique et Coordination SPS</p>  <p>APAVE 8, Rue JJ Vermazz ZAC Saumaty-Léon BP 193 13322 MARSEILLE CEDEX 16 Tél. : 04.96.15.23.59 Fax : 04.96.15.23.96</p>
--	---

**CENTRE DE TRAITEMENT MULTIFILIÈRES DE DÉCHETS MÉNAGERS AVEC VALORISATION ÉNERGÉTIQUE  
PORT AUTONOME DE MARSEILLE / FOS-SUR-MER**

<b>MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST</b>	<p>Nom du fichier EVE SIT DG 0 130 B</p>
--	--

	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	M. VINOT	L. DE LA PARTE	L. DE LA PARTE	20/10/2009	CREATION DE DOCUMENT
B	M. VINOT	L. DE LA PARTE	L. DE LA PARTE	02/11/2009	Complément sur la qualité du compost

Réf. client :	E   V   E	S   I   T	D   G	0	1   3   0	B	Statut
	Emetteur	Ouvrage du domaine d'application	Nature du document	Etat	Numéro chrono	Rév.	<b>AVS</b>

## **TABLE DES MATIERES**

<b>MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST</b>	<b>1</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2. Comparatif de l'arrêté ministériel du 22 avril 2008 avec l'installation du CTM</b>	<b>3</b>
2.1. Descriptif sommaire de l'unité de valorisation organique (partie matière) mise en place au CTM	3
2.2. Article 5	4
2.3. Article 12	4
2.4. Article 13	4
2.5. Article 15	5
2.6. Conclusion	5
<b>3. Les différents procédés de compostage</b>	<b>6</b>
3.1. Description des procédés	6
3.1.1. Andains trapézoïdaux avec retournements sans aération forcée	7
3.1.2. Andains triangulaires avec retournements sans aération forcée	7
3.1.3. Couloirs avec retournement automatique et aération forcée	8
3.1.4. Tunnels de compostage	9
3.1.5. Retourneur Rotopelle et aération forcée	10
3.2. Comparatif des différentes solutions	10
<b>4. Complément d'information sur la qualité du compost</b>	<b>13</b>
<b>5. Aspect financier</b>	<b>16</b>
5.1. Investissement	16
5.2. Frais de fonctionnement	22
<b>6. Conclusion</b>	<b>23</b>
<b>7. Annexes</b>	<b>24</b>
7.1. Annexe 1 : Comparatif arrêté compostage et CTM	24
7.2. Annexe 2 : Plans des quatre solutions envisagées	24

## 1. Introduction

Dans le cadre du contrat de DSP, le CTM doit produire un compost devant répondre:

- à la norme NF044-051 (garantie contractuelle)
- à l'indice de maturité Rottegrad IV (arrêté préfectoral)

Ces contraintes traduisent une obligation de résultats en terme de qualité.

Le nouvel arrêté ministériel du 22 avril 2008, quant à lui, définit les prescriptions techniques à mettre en place (obligation de moyen) dans le cadre d'installations de compostage. Ces prescriptions permettent ainsi d'obtenir un produit fini ayant subi une étape de «*compostage*» comme énoncée à l'article 2 de l'arrêté.

En réponse à votre demande concernant les propositions pour la mise en conformité du CTM avec l'arrêté ministériel du 22 avril 2008, une étude complète de la conformité de l'installation avec cet arrêté ainsi que les différentes alternatives possibles pour répondre aux prescriptions de cet arrêté, ont été réalisées et font l'objet de ce présent rapport. Ce rapport a comme objectif d'être une base de travail et de réflexion pour le choix de la solution finale retenue pour la mise en conformité.

## 2. Comparatif de l'arrêté ministériel du 22 avril 2008 avec l'installation du CTM

L'application et la conformité du CTM avec l'arrêté ministériel sont étudiées article par article. Le comparatif complet est en annexe.

Il en découle les non conformités de l'installation sur certains points. En revanche, ces non conformités ne mettent pas en défaut le CTM avec les objectifs de résultats mis en avant dans l'arrêté (prévention des nuisances et des risques et qualité du compostage).

Les non-conformités sont reprises article par article avec la description de la solution alternative du CTM.

### **2.1. Descriptif sommaire de l'unité de valorisation organique (partie matière) mise en place au CTM**

Après un tri primaire permettant de séparer la fraction organique des déchets, les biodéchets traversent deux homogénéisateurs pendant deux jours. Cette étape a pour but d'effectuer une première dégradation des produits organiques afin d'obtenir un produit homogène nécessaire pour optimiser le traitement en aval.

En sortie de BRS, le produit est trié pour séparer les inertes.

La fraction organique est ensuite décomposée pendant 21 jours dans deux digesteurs où s'effectue une décomposition des matières organiques en milieu anaérobie. Le digestat en sortie de digesteur est deshydraté pour séparer la phase solide de la phase liquide.

Le produit deshydraté en sortie de méthanisation est mélangé avec du structurant avant une étape de séchage de 70 heures en moyenne dans 4 tunnels.

A l'issue du séchage, le compost est affiné pour séparer le structurant avant d'être stocké dans trois couloirs (capacité de stockage correspondant à 6 semaines de production).

## **2.2. Article 5**

Article 5 : « Une surface au moins équivalente à celle de l'andain de fermentation ou de maturation le plus important est maintenue libre en permanence dans l'enceinte de l'installation pour faciliter l'extinction en cas d'incendie. »

L'installation du CTM ne dispose pas d'aire de maturation ni d'aire de fermentation aérobie (non obligatoires pour les installations existantes). Dans le bâtiment « maturation » comprenant les tunnels de séchage et les couloirs de stockage, il n'existe pas de zone toujours libre proprement dite. Toutefois la conception des tunnels en béton permet de limiter la propagation du feu. De plus en cas de feu dans les tunnels, l'espace disponible devant les tunnels qui correspond à un passage des engins pour le vidage des tunnels, sera libéré et pourra être facilement utilisé par les secours. De la même façon cette zone peut être libérée en cas de feu dans les couloirs de stockage.

## **2.3. Article 12**

Article 12 : « Toute admission de déchets ou de matières donne lieu à un enregistrement de :  
...

- la date prévisionnelle de fin de traitement, correspondant à la date d'entrée du compost ou du déchet stabilisé sur l'aire de stockage des matières traitées. »

Il n'est pas prévu d'enregistrer la date prévisionnelle de fin de traitement. Etant donné que seule une fraction des déchets est traitée par méthanisation, il n'existe pas une date de fin de traitement globale du déchet. Eventuellement une estimation du temps de traitement de la fraction organique entrant en méthanisation est possible.

## **2.4. Article 13**

Article 13 : « Le procédé de compostage ou de stabilisation biologique débute par une phase de fermentation aérobie de la matière, avec aération de la matière obtenue par retournements et/ou par aération forcée. Cette phase aérobie est conduite selon les dispositions indiquées à [l'annexe I](#). »

Le procédé mis en place en sortie de digesteur sur le digestat ne répond pas complètement aux dispositions de l'annexe 1. En effet, le digestat est mélangé à du structurant pour être séché pendant une durée de 70 h en

moyenne. Le séchage mis en place est intensif : température de l'air supérieure à 65°C et débit d'air de 45 000 Nm<sup>3</sup>/h /tunnel. Le séchage a pour but de stopper la fermentation anaérobie qui s'est déroulée dans les digesteurs. L'intensification du séchage a été mise en place pour permettre d'obtenir les caractéristiques Rottegrad IV après un mois maximum de stockage, conformément à l'imposition de l'arrêté d'exploiter.

En sortie de tunnel, le structurant est séparé du compost qui est stocké dans 3 couloirs de stockage d'une capacité globale de 6 semaines de production.

Le procédé proposé par le CTM permet de garantir et de tenir les contraintes complémentaires fixées par l'Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter :

- Le compost répond à la norme NFU 44 051 (garantie contractuelle)
- Le compost présente un indice de maturité Rottegrad IV après un mois maximum de stockage (contrainte de l'arrêté d'exploiter).

Compte tenu du traitement de méthanisation en amont (fermentation anaérobie pendant 3 semaines sur la partie organique du déchet obtenue grâce à différentes phases de séparation mécanique), l'hygiénisation est active. Le traitement mis en place en aval de l'installation de méthanisation, à savoir le séchage intensif du digestat permet de parfaire l'hygiénisation de la biomasse.

Les résultats d'analyses de digestat en sortie de déshydratation d'installation de méthanisation montrent des qualités Rottegrad IV. Sur la base de ces résultats, le post traitement proposé permet de tenir les performances requises.

## **2.5. Article 15**

Article 15 : «Lorsqu'elles sont pertinentes en fonction du procédé mis en œuvre, les informations suivantes sont en particulier reportées sur ce document :

- nature et origine des produits ou déchets constituant le lot ;
- mesures de température et d'humidité relevées au cours du process ;
- dates des retournements ou périodes d'aération et des arrosages éventuels des andains.»

Dans le contrat de DSP, il n'est pas prévu de mesurer la température au cours du process.

## **2.6. Conclusion**

L'installation proposée pour le CTM répond aux objectifs de résultats mis en avant dans l'arrêté (prévention des nuisances et des risques et qualité du compostage (respect de la norme NFU 44 051)). En revanche en respectant les différentes phases de processus de compostage et prescriptions décrites dans l'arrêté il est possible d'obtenir un produit compost de plus grande qualité en terme de constance et de valeur agronomique (cf. chapitre 4). Dans le chapitre qui suit, sont mis en avant les différents procédés de compostages qui existent et qui répondent aux prescriptions de l'arrêté.

### 3. Les différents procédés de compostage

Les dispositions de l'arrêté prises en compte pour la définition des différents procédés de compostage sont les suivantes :

Article 13 et l'annexe I

- ❖ Hauteur maximale de 3 m pour les andains et les tas, durant les phases de fermentation aérobie et maturation
- ❖ En cas de procédé avec aération forcée :
  - minimum de 2 semaines de fermentation,
  - au moins un retournement,
  - remontée de température à 50°C pendant 24 h après la phase de fermentation et,
  - 55°C au moins pendant une durée minimale totale de 72 heures
- ❖ En cas de procédé sans aération forcée :
  - minimum de 3 semaines de fermentation,
  - au moins 3 retournements,
  - au moins 3 jours entre chaque retournement et,
  - 55°C au moins pendant une durée minimale totale de 72 heures.

En ce basant sur ces prescriptions décrites ci dessus, nous avons choisi d'étudier différents procédé de compostage qui tout en permettant de respecter la norme NFU 44-051 et l'«Arrêté compostage» nous permettraient d'améliorer significativement la qualité finale du compost.

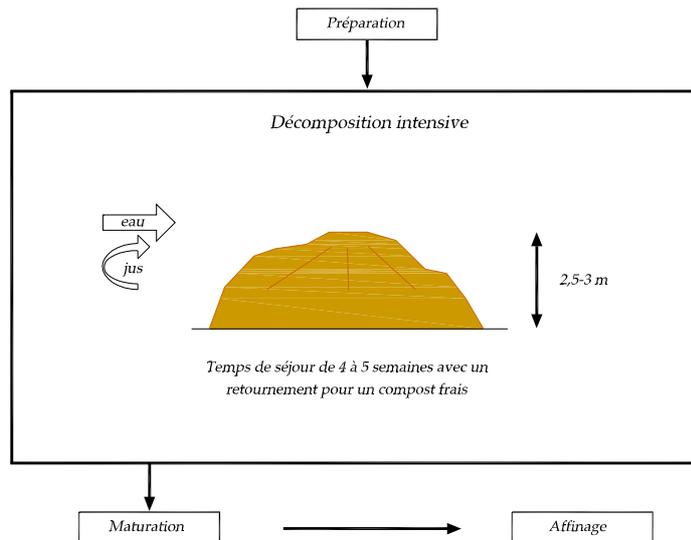
Les techniques analysées sont les suivantes :

- a. Andains trapézoïdaux avec retournement automatique
- b. Andains triangulaires avec retournement par chargeur
- c. Andains triangulaires avec retournement automatique
- d. Couloirs avec retournement automatique et aération forcée
- e. Tunnels de compostage avec chargement/déchargement par chargeur
- f. Tunnels de compostage avec chargement/déchargement automatique
- g. Rotopelle avec retournement automatique et aération forcée

#### 3.1. Description des procédés

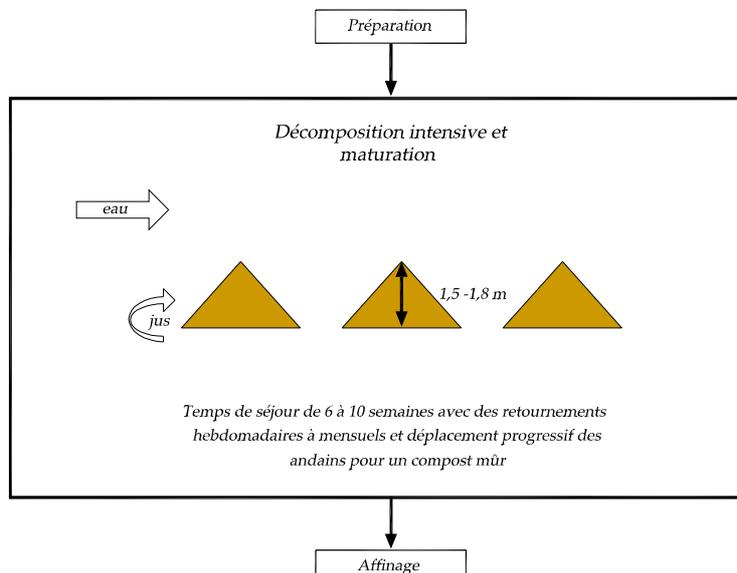
Une brève description des différents procédés, indifféremment du type de retournement ou chargement, suit.

### 3.1.1. Andains trapézoïdaux avec retournements sans aération forcée



Les andains mesurant jusqu'à 4 m de large et 3 m de haut au maximum, sont réalisés le plus souvent sous auvent. Les retournements servent à assurer une aération et une porosité de la biomasse. Toutefois étant donné les dimensions des andains certaines zones sont presque toujours en anoxie. C'est un procédé plutôt adapté à des substrats facilement dégradables. Les andains sont formés au chargeur. En général ils sont retournés et le contrôle de l'humidité de la matière est assuré par le système d'arrosage qui est monté sur le retourneur automatique.

### 3.1.2. Andains triangulaires avec retournements sans aération forcée



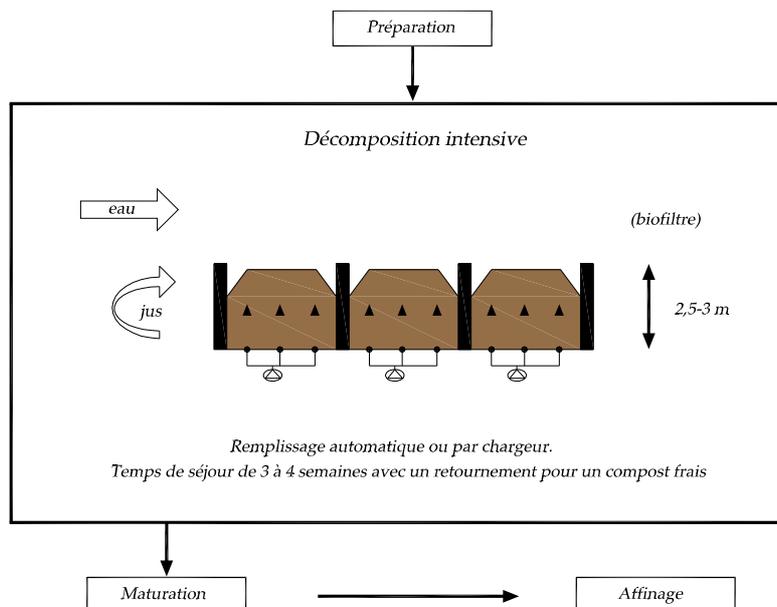
Il s'agit du procédé le plus classique : la matière subit une fermentation dans des andains triangulaires sans aération forcée et est régulièrement retournée.

La hauteur des andains est limitée à 1,5 m voire 1,8 m pour assurer une circulation optimale de l'air à l'intérieur de la masse. Les retournements réguliers permettent de recréer une structure poreuse dans l'andain qui a tendance à se tasser au cours du compostage. Avec des mélanges adaptés de structurant et une bonne constitution des andains, une répartition homogène de l'air peut être obtenue. Ceci permet de réduire le nombre de retournements, générateurs d'odeurs, surtout durant la première phase du compostage. En outre, ce procédé est utilisé, dans la grande majorité des installations, pour la maturation.

En absence de toute automatisation, le personnel a un rôle important à jouer : les retournements se font selon les observations et l'expérience de l'exploitant qui évalue l'humidité, mesure la température et éventuellement le taux de CO<sub>2</sub>.

L'arrosage se fait manuellement (sprinklers) ou bien avec des buses installées sur la retourneuse.

### 3.1.3. Couloirs avec retournement automatique et aération forcée



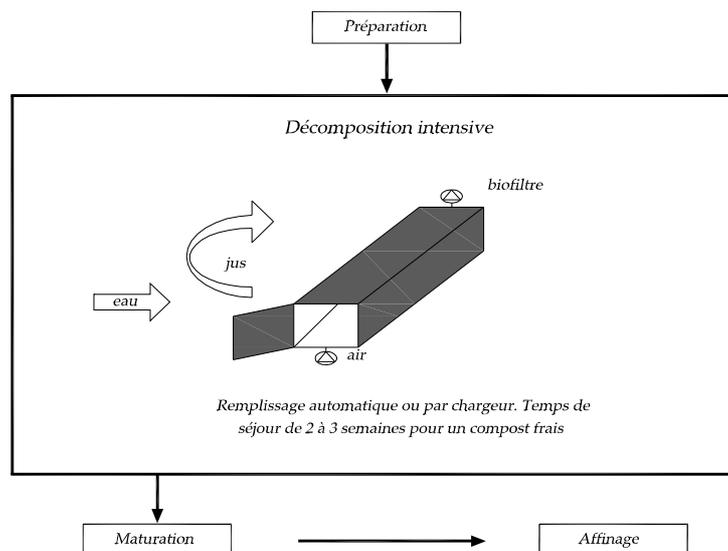
La fermentation se déroule dans des silos d'environ 8 à 12 m de largeur et d'une longueur variant entre 12 et 20 m. Il s'agit d'un procédé intermédiaire entre les andains et des systèmes plus élaborés générant des économies d'espace. Le remplissage et le retournement se font de manière automatique.

La dégradation intensive se déroule avec aération forcée et sans retournement durant les 2 premières semaines. Ensuite le produit est transporté dans un autre silo voisin pour poursuivre la fermentation pendant une à deux semaines avant maturation. Après 4 à 5 semaines de fermentation le produit est hygiénisé.

L'aération se fait par soufflage et est mise en route automatiquement selon l'évolution des températures.

Les paramètres suivis en continu sont la température dans la biomasse et dans l'air ainsi que le taux d'O<sub>2</sub> de l'air après passage dans la biomasse.

### 3.1.4. Tunnels de compostage



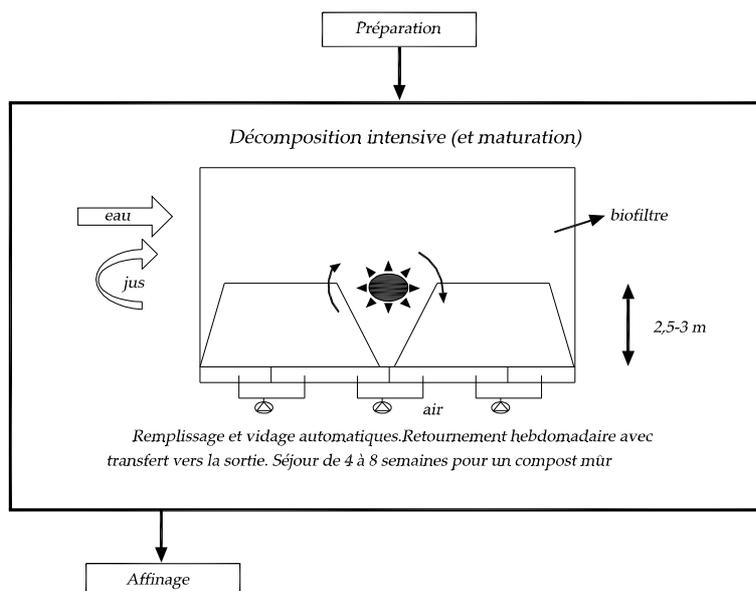
Il s'agit d'une fermentation intensive dans des réacteurs d'environ 4m de large et de longueur conséquente (15 à 30m). Dans la plupart des cas, le remplissage et le vidage se font à l'aide d'un chargeur à godet. Toutefois il est possible d'avoir un système entièrement automatique. La matière est aérée et humidifiée par la commande d'un système de gestion.

Cette phase a une durée qui varie entre une à deux semaines. L'aération se fait par soufflage et/ou aspiration. Elle est commandée selon l'évolution des températures.

Les paramètres suivis en continu sont la température dans la biomasse et dans l'air ainsi que le taux d'O<sub>2</sub> de l'air après passage dans la biomasse.

Il s'agit d'un procédé statique sans aucune manutention de la biomasse durant son séjour dans le tunnel.

### 3.1.5. Retourneur Rotopelle et aération forcée



La fermentation accélérée se déroule dans une salle où le matériau est aéré et retourné selon un réglage automatisé. Les andains ont une hauteur maximale de 2,5 à 3 m. La mise en place des andains se fait de façon automatique, à l'aide de convoyeur. Une retourneuse automatique (rotopelle) fait avancer la matière en fermentation progressivement en direction de la sortie.

L'aération se fait par aspiration à travers la biomasse, elle fonctionne automatiquement en fonction de l'évolution des températures. Le plancher d'aération est compartimenté en plusieurs zones pouvant être aérées séparément, selon le temps de séjour du matériau. La température est mesurée en continu dans l'air aspiré au travers des andains.

Le contrôle de l'humidité se fait par appréciation visuelle. Le système d'arrosage est monté sur la rotopelle.

### 3.2. Comparatif des différentes solutions

Dans chaque cas une étape préliminaire de séchage, en tunnels, a été considérée.

Cette étape est importante, pour 2 raisons :

- Elle permet de réduire d'une semaine la durée de la phase de fermentation aérobie.

En effet, le digestat mélangé avec le structurant reste malgré tout assez humide et quel que soit le procédé de compostage choisi, il faudra au début une semaine de « séchage » avant d'avoir le démarrage du processus de fermentation intensive.

- Elle permet d'assurer un bon contrôle de la qualité de la phase de fermentation aérobie.  
Le paramètre d'humidité est très important pour le bon déroulement du procédé, il est toujours plus facile de contrôler une biomasse (dans notre cas le mélange digestat-structurant) trop sèche que trop humide. Toutes les solutions sont munies d'un système d'arrosage qui permet d'ajuster l'humidité.

Suite à cette étape, la phase de fermentation aérobie-maturation est réalisée.

Toutes les techniques de compostage identifiées (7 au total) ont donc été étudiées pour le projet de Fos, les critères utilisés pour le comparatif sont les suivants :

- Surface nécessaire
- Nombre d'unité de fermentation (andains, couloirs ou tunnels)
- Nombre d'unité de maturation (andains, couloirs ou tunnels)
- Equipements mobiles nécessaires
- Coûts d'opération
- Quantité d'air à traiter (bâtiments ou aération forcée)
- Temps de travail nécessaire sur le poste
- Appréciation de la qualité du compost obtenu
- Appréciation du niveau de compatibilité (faisabilité constructive) avec la future réalisation du projet d'extension
- Commentaires sur les principaux avantages et inconvénients des différentes techniques de compostage

Le résultat de cette étude est synthétisé dans le tableau qui suit :

**COMPARATIFS DES DIFFERENTES SOLUTIONS DANS LE CAS DE FOS (CAPACITE : 57.400 T/AN)**

	Référence de la solution	Type de retournement	Surface totale (m2) Superficie libre: 6400 m2 (Réserve foncière située au sud de la parcelle)	Nbre unité fermentation nécessaire	Nbre unité maturation nécessaire	Équipements nécessaires	Coût global approximatif d'opération €/t entrant en compostage	m3/h d'air supplémentaire à traiter	Temps de travail opérateurs (h/an)	Qualité du compost affiné	Faisabilité constructive avec le projet d'extension.	Commentaires
<b>Andains trapézoïdaux</b>	A	retourneuse automatique	10.668	6,0	4,0	1 retourneur et 1 chargeur à godet	3,75	213.360	5764	**	*	il s'agit d'un procédé réellement efficace si la biomasse à composter est facilement biodégradable. Avec ce système il est difficile d'avoir une bonne aération de l'ensemble de la matière
<b>Andains triangulaires</b>	B1	chargeur	13.691	19,0	19,0	2 chargeurs à godet	7,1	273.828	10878	**	*	Il est difficile d'assurer une bonne aération de la matière car le retournement n'est pas très efficace. Il est difficile d'avoir un compost de bonne qualité
	B2	retourneuse automatique	14.412	19,0	19,0	1 retourneur et 1 chargeur à godet	3,75	288.240	5364	****	*	C'est le système qui assure la meilleure qualité de compost mais il est nécessaire d'avoir une grande superficie. Le principal problème est la gestion des odeurs, elle est délicate (débit important à traiter).
<b>Couloirs</b>	C	retourneuse automatique	6.282	19,0	19,0	2 retourneurs	5,9	61.600	2865	***	*	On n'obtient pas aisément une bonne qualité de compost car il n'y a pas d'effet décompacteur, les retourneurs déplacent le matériel mais laissent de nombreuses "mottes". De plus il est compliqué de contrôler la qualité de la fermentation aérobie, il est impossible d'avoir un contact direct avec la matière. Il y a de nombreux risques d'erreurs de réglages.
<b>Tunnels</b>	D1	chargeur	4.447	13,0	11,0	2 chargeurs	8,1	295.200	4443	***	**	On n'obtient pas aisément une bonne qualité de compost. Le résultat dépend de nombreux facteurs que l'on ne peut contrôler facilement durant le fonctionnement. Il est impossible d'avoir un contact direct avec la matière. Il y a de très nombreux risques d'erreurs de réglages, on peut dire que l'on travaille souvent en "aveugle".
	D2	chargement/déchargement automatique	5.107	13,0	11,0	1 machine de chargement et 1 machine de déchargement	9,6	295.200	3952	***	**	On n'obtient pas aisément une bonne qualité de compost. Le résultat dépend de nombreux facteurs que l'on ne peut contrôler facilement durant le fonctionnement. Il est impossible d'avoir un contact direct avec la matière. Il y a de nombreux risques d'erreurs de réglages, on peut dire que l'on travaille souvent en "aveugle". En cas de panne du système automatique de chargement/déchargement, l'unité est totalement paralysée.
<b>Rotopelle</b>	E	chargement/déchargement automatique	4.896	1,0	1,0	1 rotopelle	4,8	62.500	3179	****	***	Il est assez simple d'avoir un compost de bonne qualité. Le système choisi permet d'avoir un contact direct avec la matière (accès au rotopelle est possible) afin de contrôler le bon fonctionnement de la phase de fermentation. Comme le contrôle de la température est indirect (il se fait sur l'air aspiré au travers de la biomasse) il est utile d'avoir un contrôle humain régulier. Le nombre de retournement (2 par semaines) permet d'assurer une bonne aération et décompactage du matériel. En cas de panne du système il existe un accès à la zone de travail avec un chargeur.

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

Les techniques de compostage les plus simples sont évidemment celles qui se basent sur des retournements d'andains sans aération forcée (A, B1 et B2).

Toutefois, avec ces solutions, les temps de fermentation et maturation doivent être plus importants et donc les surfaces nécessaires sont supérieures à la surface disponible.

Les solutions de traitement par andains (A, B1 et B2) ne sont donc pas retenues.

La solution de traitement en couloir (C) n'est pas viable car pour mettre en place les 38 couloirs il faudrait une longueur de 190 m et la longueur maximale disponible est de 144 m. Cette solution n'est donc pas non plus retenue.

Seules les solutions de compostage par tunnels (D1 et D2) et rotopelle (E) sont viables.

Des deux techniques de chargement/déchargement des tunnels, nous avons retenu le mode de travail avec chargeur à godet car les dimensions de la surface disponible ne permettent pas l'installation d'un système automatique.

Les deux seules solutions applicables au contexte du CTM sont les solutions tunnels par chargeur (D1) et solution avec rotopelle (E).

Au regard de la qualité et de la technicité, la solution de base est le compostage en tunnels avec chargement/déchargement par chargeur à godet.

Comme déjà indiqué dans les discussions antérieures, il existe finalement 4 propositions de réalisation du compostage :

1. une solution respectant l'arrêté compostage et correspondant à la solution la plus simple, réduite au «minimum minimorum»,
2. une solution avec le compostage en rotopelle dite «non évolutive»,
3. une solution dite «évolutive» qui tout en permettant de respecter l'arrêté compostage, assure la possibilité de réaliser dans le futur l'extension de l'unité de biométhanisation (passant de 110 000 tonnes à 220 000 tonnes à l'année),
4. le projet d'extension.

#### **4. Complément d'information sur la qualité du compost**

Les quantités de déchets organiques produits en France sont très importantes mais, actuellement, seule une faible part de ces déchets retourne au sol. Le secteur agricole est le premier utilisateur de compost (63% en région PACA).

L'utilisation en agriculture est légitimement soumise aux exigences de plus en plus fortes des agriculteurs, industriels et consommateurs très sensibles aux questions de sécurité des produits alimentaires.

Les diverses crises auxquelles l'agriculture a du faire face récemment ont généré la réticence des agriculteurs faces à l'épandage de ces composts. En effet, les agriculteurs ne veulent pas «souiller leurs sols».

De plus l'image d'un compost d'ordures ménagères avec de grandes quantités de plastiques, verres et autres éléments indésirables reste présente dans l'esprit des agriculteurs depuis plus de 10 ans.

Dans un souci d'encadrement des différentes pratiques, et afin de garantir l'innocuité et l'efficacité des composts utilisés en agricultures, la norme NFU 44 051 a été mise en application. Toutefois, il ne semble pas que cette récente norme soit suffisante pour que toutes les réticences des agriculteurs soient vaincues puisque de nombreux produits d'amendement y répondent

Le monde agricole est un monde rural et il est très difficile d'établir une relation de confiance entre le fournisseur de compost urbains et l'agriculteur.

Ce dernier est pourtant conscient de la valeur agronomique du compost :

- propriété d'amendement : effet sur les propriétés physiques du sol par l'apport de matières organiques stables.
- propriété d'engrais : effet sur la fertilisation par apport de matières organiques facilement dégradables qui vont libérer des éléments minéraux.

Cette notion de fertilisant est certainement une des plus importante pour l'agriculteur. Il est nécessaire pour la bonne gestion du sol que l'amendement soit le plus homogène possible car régulièrement (tous les 3 à 5 ans) l'agriculteur fait « son bilan de fertilisation » et pour cela il tient compte des apports de compost.

La dose et la fréquence d'apport de compost sur une même parcelle doivent tenir compte non seulement des éléments agronomiques mais aussi des valeurs limites de flux en éléments traces métalliques.

Le procédé de compostage se déroule en deux étapes, comme indiqué au préalable : une phase de fermentation aérobie et une phase de maturation. Durant la première étape a lieu une forte minéralisation de la fraction organique. Cette phase a une grande influence sur de nombreux paramètres qui jouent un rôle dans la valeur agronomique du compost.

Pendant la fermentation aérobie, le pourcentage de tous les éléments contenus dans la fraction minérale augmente, c'est-à-dire : phosphore, potasse, calcium, magnésium et sodium.

De cette manière on obtient une augmentation des macronutriments et une augmentation de la capacité d'échange cationique. Le compost a alors un « pouvoir fertilisant » plus important.

Durant le procédé nous avons une réduction du pourcentage de carbone et une réduction de la taille des chaînes organiques; ceci est un facteur favorable à la formation d'humus durant la maturation.

Toutes ces transformations ont lieu durant la phase de fermentation aérobie.

Après une étape de digestion anaérobie (bio-méthanisation), la mise en place d'une étape de fermentation aérobie et de maturation permet d'améliorer significativement le compost final par le biais de l'amélioration des différentes transformations indiquées antérieurement.

Il est alors possible d'obtenir un compost avec une plus grande quantité de phosphore et de potassium. Cet aspect est très important pour l'agriculteur, car il lui permet de réduire les quantités d'engrais chimiques à éprendre.

Une étape de fermentation aérobie et maturation permet d'assurer un très fort décompactage de la matière (effet observé en tunnels de séchage) et donc de meilleurs résultats au niveau de l'affinage (séparation du structurant).

Il est alors possible d'obtenir des quantités plus réduites de verres et de plastiques que celles indiquées dans la norme NFU 44 051.

Quelle est la réalité sur le terrain ? :

Le seul respect de la norme NFU 44 051 ne signifie pas avoir un compost de «bonne qualité».

Le premier critère parle de lui-même : % MS > 30 %. Le digestat déshydraté respecte ce paramètre.

Le seul respect des critères sur les quantités de plastiques ne signifie pas un bon compost pour l'agriculteur. Il est très difficile de vendre un compost avec 0,3% de plastique mou et 0,8% de plastique dur. La plupart des agriculteurs, en regardant le compost le considèrent trop chargé en plastique, ils pensent alors à la valeur foncière de leur terre.

Pour certaines cultures spécifiques comme par exemple le lin, les valeurs de verre et plastique fixés dans la norme sont trop importantes. Il en est de même dans la production légumière.

De nombreux référentiels qualité, de plus en plus strict, comportent des prescriptions sur l'utilisation de composts. Les productions maraichères sont soumises à un référentiel plus stricte sur les produits issus des déchets municipaux. Certains secteurs mêmes, interdisent l'utilisation de compost issu de déchets municipaux, en viticulture par exemple.

Les agriculteurs sont demandeurs d'un compost homogène car ils ont besoin d'être certains qu'ils pourront toujours facilement épandre le produit et que celui-ci sera réellement de bonne qualité.

Il est clair que le seul respect de la norme ne garantit pas un gage de distribution car il n'est pas forcément synonyme de «bon compost».

La relation avec l'agriculteur est très importante et celui-ci a besoin d'être en confiance. C'est sans aucun doute le terme, qui associé aux termes homogénéité et constance, définit le mieux ce qui doit être la base de cette relation professionnel.

L'agriculteur ne doit pas avoir la sensation que d'un lot à l'autre le produit est différent, sinon le doute s'installera sur la qualité, la matière première et le procédé d'obtention.

La qualité doit donc être le maître mot de cette activité.

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

## 5. Aspect financier

### 5.1. Investissement

#### Solution 1

Décomposition des montants de travaux		
<b>GENIE CIVIL</b>		
<b>Poste</b>		
SIT: DÉMOLITIONS ET ADAPTATIONS		276 230,03
VRD		767 919,48
EXT. (RETOURNEUSE, STOCKAGE)		7 763 168,76
AFFINAGE		0,00
MAT 2: EXTENTION DE LA MATURATION		674 001,27
GE UVO		0,00
PAS 2: CIRCUIT DE VISITE		0,00
UVO ZONE TRI 2		0,00
PRE		0,00
RDE		0,00
RACK CONVOYEURS		474 010,73
HOM		0,00
DIG 3: DIGESTEUR 3		0,00
STE: RÉSERVOIRS STEP		0,00
EXTENSION BIOFILTRE		1 629 646,68
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>11 584 977</b>
<b>EQUIPEMENTS</b>		
<b>Poste</b>		
Tri primaire		0
Homogénéisation		0
Tri secondaire		0
Méthanisation		0
Utilisation biogaz		0
Valorisation biogaz		0
Séchage et maturation		0
Gestion des refus		0
Traitement des eaux		0
Ventilation / Traitement de l'air		1 278 961
Electricité/SNCC/divers élec		946 790
Divers		380 000
Unité de Maturation		3 817 599
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>6 423 350</b>
<b>PRESTATIONS</b>		
<b>Poste</b>		
Personnel		1 018 801
Assurances		594 745
Honoraires		2 828 626
Déplacement		92 526
Bureau		429 000
Divers		787 400
Autres charges		282 542
MSI		500 000
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>6 533 640</b>
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>11 584 977</b>
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>6 423 350</b>
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>6 533 640</b>
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>24 541 966</b>
	Aléas 0%	0
	Bénéfice 0%	0
	Frais Généraux 0%	0
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>24 541 966</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

**solution 3**

<b>Décomposition des montants de travaux</b>		
<b>GENIE CIVIL</b>		
<b>Poste</b>		
SIT: DÉMOLITIONS ET ADAPTATIONS		542 044,92
VRD		1 480 736,70
EXT. (RETOURNEUSE, STOCKAGE)		13 649 663,22
AFFINAGE		0,00
MAT 2: EXTENSION DE LA MATURATION		579 897,78
GE UVO		0,00
PAS 2: CIRCUIT DE VISITE		0,00
UVO ZONE TRI 2		0,00
PRE		0,00
RDE		0,00
RACK CONVOYEURS		489 017,25
HOM		0,00
DIG 3: DIGESTEUR 3		0,00
STE: RÉSERVOIRS STEP		0,00
EXTENSION BIOFILTRE		1 397 815
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>18 139 175</b>
<b>EQUIPEMENTS</b>		
<b>Poste</b>		
Tri primaire		0
Homogénéisation		0
Tri secondaire		0
Méthanisation		0
Utilisation biogaz		0
Valorisation biogaz		0
Séchage et maturation		0
Gestion des refus		0
Traitement des eaux		0
Ventilation / Traitement de l'air		1 290 315
Electricité/SNCC/divers élec		1 495 500
Divers		330 000
Unité de Maturation		8 464 499
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>11 580 314</b>
<b>PRESTATIONS</b>		
<b>Poste</b>		
Personnel		1 532 145
Assurances		862 995
Honoraires		4 649 456
Déplacement		119 043
Bureau		517 000
Divers		997 400
Autres charges		417 312
MSI		500 000
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>9 595 351</b>
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>18 139 175</b>
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>11 580 314</b>
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>9 595 351</b>
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>39 314 839</b>
	<b>Aléas</b>	<b>0%</b>
	<b>Bénéfice</b>	<b>0%</b>
	<b>Frais Généraux</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>39 314 839</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

**solution 4**

<b>Décomposition des montants de travaux</b>		
<b>GENIE CIVIL</b>		
<b>Poste</b>		
SIT: DÉMOLITIONS ET ADAPTATIONS		1 559 441,29
VRD		1 486 618,45
EXT. (RETOURNEUSE, STOCKAGE, BIOFILTRE 2)		22 543 008,22
AFFINAGE		1 172 013,71
MAT 2: EXTENTION DE LA MATURATION		1 151 376,20
GE UVO		172 466,86
PAS 2: CIRCUIT DE VISITE		601 459,54
UVO ZONE TRI 2		150 441,57
PRE		107 848,96
RDE		160 984,75
RACK CONVOYEURS		491 933,27
HOM		682 703,29
DIG 3: DIGESTEUR 3		2 754 187,58
STE: RÉSERVOIRS STEP		348 189,55
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>33 382 673</b>
<b>EQUIPEMENTS</b>		
<b>Poste</b>		
Tri primaire		288 410
Homogénéisation		3 532 000
Tri secondaire		2 163 134
Méthanisation		1 905 104
Utilisation biogaz		387 392
Valorisation biogaz		1 136 500
Séchage et maturation		694 944
Gestion des refus		221 637
Traitement des eaux		795 584
Ventilation / Traitement de l'air		2 307 226
Electricité/SNCC/divers élec		2 422 091
Divers		562 900
Unité de Maturation		11 182 306
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>27 599 228</b>
<b>PRESTATIONS</b>		
<b>Poste</b>		
Personnel		1 731 447
Assurances		1 655 946
Honoraires		5 999 980
Déplacement		135 276
Bureau		587 500
Divers		1 092 500
Autres charges		852 784
MSI		1 000 000
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>13 055 434</b>
<b>TOTAL GENIE CIVIL</b>		<b>33 382 673</b>
<b>TOTAL EQUIPEMENTS</b>		<b>27 599 228</b>
<b>TOTAL PRESTATIONS</b>		<b>13 055 434</b>
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>74 037 335</b>
	Aléas 0%	0
	Bénéfice 0%	0
	Frais Généraux 0%	0
<b>TOTAL TRAVAUX MODIFICATIFS</b>		<b>74 037 335</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

Version Format DSP

**Solution 1**

Poste	Génie Civil en € HT	Equipements en € HT	Prestations en € HT	Total en € HT
<b>Base UVE</b>				
Gestion de déchets avant incinération				
Combustion/Récupération d'énergie				
Gestion de mâchefers (évacuation/stockage)				
Traitement de fumées				
Evacuation et stockage de résidus				
Valorisation énergétique				
Traitement des effluents liquides				
Electricité et contrôle Commande				
Bâtiments/VRDA/Aménagements site/Accès/Equipements				
Raccordement ferroviaire sur site				
Raccordement au Poste Source EDF				
Suggestions liées au site				
Autres et divers				
Pièce de rechange				
Divers				
Equipements mobiles				
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Incinération des Boues STEP</b>				
Réception et transfert				0,00 €
Autres				0,00 €
<b>Total Boues</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>TMBD - Méthanisation</b>				
Stockage et manutention des déchets entrants	474 010,73 €		171 976,85 €	645 987,58 €
Préparation des déchets (tri)			0,00 €	0,00 €
Fermentation	3 881 584,38 €		1 408 285,95 €	5 289 870,33 €
Maturation	4 555 585,65 €	3 054 079,05 €	2 760 878,76 €	10 370 543,46 €
Affinage		763 519,76 €	277 014,24 €	1 040 534,00 €
Gestion Biogaz			0,00 €	0,00 €
Gestion aération et air vicié	1 629 646,68 €	1 278 961,00 €	1 055 278,19 €	3 963 885,87 €
Gestion des refus de préparation			0,00 €	0,00 €
Gestion des eaux souillées			0,00 €	0,00 €
Electricité et Contrôle Commande		946 789,82 €	343 506,84 €	1 290 296,66 €
Méthanisation		0,00 €	0,00 €	0,00 €
Autres	1 044 149,51 €	380 000,00 €	516 698,74 €	1 940 848,25 €
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>11 584 976,95 €</b>	<b>6 423 349,63 €</b>	<b>6 533 639,57 €</b>	<b>24 541 966,15 €</b>
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total Boues STEP</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>11 584 976,95 €</b>	<b>6 423 349,63 €</b>	<b>6 533 639,57 €</b>	<b>24 541 966,15 €</b>
<b>Total Tranche Ferme</b>	<b>11 584 976,95 €</b>	<b>6 423 349,63 €</b>	<b>6 533 639,57 €</b>	<b>24 541 966,15 €</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

**Solution 3**

Poste	Génie Civil en € HT	Equipements en € HT	Prestations en € HT	Total en € HT
<b>Base UVE</b>				
Gestion de déchets avant incinération				
Combustion/Récupération d'énergie				
Gestion de mâchefers (évacuation/stockage)				
Traitement de fumées				
Evacuation et stockage de résidus				
Valorisation énergétique				
Traitement des effluents liquides				
Electricité et contrôle Commande				
Bâtiments/VRDA/Aménagements site/Accès/Equipements				
Raccordement ferroviaire sur site				
Raccordement au Poste Source EDF				
Suggestions liées au site				
Autres et divers				
Pièce de rechange				
Divers				
Equipements mobiles				
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Incinération des Boues STEP</b>				
Réception et transfert				0,00 €
Autres				0,00 €
<b>Total Boues</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>TMBD - Méthanisation</b>				
Stockage et manutention des déchets entrants	489 017,25 €		157 886,03 €	646 903,28 €
Préparation des déchets (tri)			0,00 €	0,00 €
Fermentation	6 824 831,61 €		2 203 491,98 €	9 028 323,59 €
Maturation	7 404 729,39 €	6 771 598,98 €	4 577 025,14 €	18 753 353,50 €
Affinage		1 692 899,74 €	546 576,27 €	2 239 476,01 €
Gestion Biogaz			0,00 €	0,00 €
Gestion aération et air vicié	1 397 814,67 €	1 290 315,00 €	867 900,12 €	3 556 029,79 €
Gestion des refus de préparation			0,00 €	0,00 €
Gestion des eaux souillées			0,00 €	0,00 €
Electricité et Contrôle Commande		1 495 500,00 €	482 843,01 €	1 978 343,01 €
Méthanisation		0,00 €	0,00 €	0,00 €
Autres	2 022 781,62 €	330 000,00 €	759 628,33 €	3 112 409,95 €
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>18 139 174,54 €</b>	<b>11 580 313,72 €</b>	<b>9 595 350,88 €</b>	<b>39 314 839,13 €</b>
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total Boues STEP</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>18 139 174,54 €</b>	<b>11 580 313,72 €</b>	<b>9 595 350,88 €</b>	<b>39 314 839,13 €</b>
<b>Total Tranche Ferme</b>	<b>18 139 174,54 €</b>	<b>11 580 313,72 €</b>	<b>9 595 350,88 €</b>	<b>39 314 839,13 €</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

**Solution 4**

<b>F - Annexes Financières</b>				
<b>F.a.1:- Détail des investissements non actualisés</b>				
<b>Tranche ferme. Biens de retour</b>				
<b>Poste</b>	<b>Génie Civil en € HT</b>	<b>Equipements en € HT</b>	<b>Prestations en € HT</b>	<b>Total en € HT</b>
<b>Base UVE</b>				
Gestion de déchets avant incinération				0,00 €
Combustion/Récupération d'énergie				0,00 €
Gestion de mâchefers (évacuation/stockage)				0,00 €
Traitement de fumées				0,00 €
Evacuation et stockage de résidus				0,00 €
Valorisation énergétique				0,00 €
Traitement des effluents liquides				0,00 €
Electricité et contrôle Commande				0,00 €
Bâtiments/VRDA/Aménagements site/Accès/Equipements				0,00 €
Raccordement ferroviaire sur site				0,00 €
Raccordement au Poste Source EDF				0,00 €
Suggestions liées au site				0,00 €
Autres et divers				0,00 €
Pièce de rechange				0,00 €
Divers				0,00 €
Equipements mobiles				0,00 €
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Incinération des Boues STEP</b>				
Réception et transfert				0,00 €
Autres				0,00 €
<b>Total Boues</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>TMBD - Méthanisation</b>				
GC1 EQ 1 Stockage et manutention des déchets entrants	652 918,02 €	1 766 000,00 €	519 314,65 €	2 938 232,67 €
GC2 EQ 2 Préparation des déchets (tri)	790 552,25 €	2 451 544,00 €	696 041,81 €	3 938 138,06 €
GC3 EQ 3 Fermentation	14 025 691,69 €	1 766 000,00 €	3 390 299,60 €	19 181 991,29 €
GC4 EQ 4 Maturation	12 422 880,31 €	9 640 788,80 €	4 736 823,01 €	26 800 492,12 €
GC5 EQ 5 Affinage	1 172 013,71 €	2 236 461,20 €	731 761,45 €	4 140 236,36 €
GC6 EQ 6 Gestion Biogaz		1 523 892,00 €	327 162,57 €	1 851 054,57 €
GC7 EQ 7 Gestion aération et air vicié		2 307 226,00 €	495 335,62 €	2 802 561,62 €
GC8 EQ 8 Gestion des refus de préparation		221 637,00 €	47 582,99 €	269 219,99 €
GC9 EQ 9 Gestion des eaux souillées	348 189,55 €	795 584,00 €	245 555,39 €	1 389 328,94 €
GC10 EQ 10 Electricité et Contrôle Commande		2 422 091,00 €	519 995,85 €	2 942 086,85 €
GC11 EQ 11 Méthanisation	322 908,43 €	1 905 104,00 €	478 329,35 €	2 706 341,78 €
GC12 EQ 12 Autres	3 647 519,28 €	562 900,00 €	903 929,93 €	5 114 349,21 €
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>33 382 673,24 €</b>	<b>27 599 228,00 €</b>	<b>13 092 132,22 €</b>	<b>74 074 033,46 €</b>
<b>Total Base UVE</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total Boues STEP</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>0,00 €</b>
<b>Total TMBD - Méthanisation</b>	<b>33 382 673,24 €</b>	<b>27 599 228,00 €</b>	<b>13 092 132,22 €</b>	<b>74 074 033,46 €</b>
<b>Total Tranche Ferme</b>	<b>33 382 673,24 €</b>	<b>27 599 228,00 €</b>	<b>13 092 132,22 €</b>	<b>74 074 033,46 €</b>

MISE EN CONFORMITE ARRETE COMPOST

**5.2. Frais de fonctionnement**

	Rotopelle	Tunnels	Extension
Maintenance	188 865 €/año	137 504 €/año	496 315 €/año
Elec.	86 940 €/año	227 669 €/año	250 600 €/año
Fuel.	0 €/año	99 369 €/año	0 €/año
postes de quart	2	1	5
Coûts Personnel de quart	84 000 €/año	42 000 €/año	210 000 €/año
postes de chauffeur	0	3	0
Coûts chauffeur	0 €/año	91 500 €/año	0 €/año
<b>Total</b>	<b>359 805 €/año</b>	<b>598 042 €/año</b>	<b>956 915 €/año</b>

Coût operation (avec personnel)

6,27 €/t

10,42 €/t

6,55 €/t

## 6. Conclusion

	Type de retournement	Surface totale (m2)	Nbre unité fermentation	Nbre unité maturation	Équipements nécessaires	Investissement	Coût global approximatif d'opération €/t entrant unité de compostage y compris coût salarial	m3/h d'aire utilisée	Temps de travail opérateurs (h/an)	Qualité du compost affiné	Faisabilité constructive en cas d'extension
<b>Tunnels</b>	chargeur	4 447	13,0	11,0	2 chargeurs	24 500 000,00 €	10.42	295 200	4443	***	**
<b>Rotopelle version non évolutive</b>	chargement/ déchargement automatique	4 896	1,0	1,0	1 rotopelle	34 300 000,00 €	6.27	62 500	3179	****	**
<b>Rotopelle version évolutive</b>	chargement/ déchargement automatique	4 896	1,0	1,0	1 rotopelle	39 300 000,00 €	6.27	62 500	3179	****	*****
<b>Projet extension</b>	chargement/ déchargement automatique	9 792	2,0	2,0	2 rotopelles	74 000 000,00 €	6.55	62 500	3744	****	

Les solutions tunnels et Rotopelle (non évolutive) ne permettent pas une augmentation ultérieure de capacité que ce soit par le passage d'un fonctionnement mésophile à thermophile des digesteurs existants que par l'augmentation du nombre de digesteurs.

La solution dite évolutive est la seule qui permet, tout en respectant l'arrêté compostage, une réalisation simple du projet d'extension. Les surcoûts seraient alors fortement réduits.

Par ailleurs la solution Rotopelle est plus fiable et plus sûre pour l'obtention de qualité constante de compost.

Dans le chapitre 5 du présent dossier, comme demandé, nous apportons les coûts par grand poste d'investissement et de fonctionnement. Les détails des coûts d'investissement seront donnés solution par solution dans des documents dédiés complets (un par solution).

## **7. Annexes**

### ***7.1. Annexe 1 : Comparatif arrêté compostage et CTM***

### ***7.2. Annexe 2 : Plans des quatre solutions envisagées***