



NOTE

# Indicateurs de suivi d'une installation de méthanisation de déchets ménagers

Série Technique

DT 59

Octobre 2013

*Réalisé avec le soutien technique et financier de*



# Indicateurs de suivi d'une installation de méthanisation

## Remerciements

Nous remercions l'ensemble des collectivités qui ont participé à ce travail de réflexion sur des indicateurs de suivi des unités de méthanisation.

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>Points d'attention particuliers pour les installations de méthanisation de déchets ménagers</b> .....	<b>4</b>
<b>Propositions d'indicateurs de suivi de l'installation</b> .....	<b>5</b>
<b>Indicateurs de performance technique</b> .....	<b>5</b>
<i>Indicateurs relatifs aux tonnages</i> .....	5
<i>Qualité du compost</i> .....	6
<i>Production de biogaz et d'énergie</i> .....	6
<i>Consommations et bilans</i> .....	7
<b>Indicateurs sociaux et environnementaux</b> .....	<b>8</b>
<i>Indicateurs liés au personnel</i> .....	8
<i>Indicateurs de suivi environnemental</i> .....	9
<b>Indicateurs financiers</b> .....	<b>9</b>
<i>Coûts d'investissements détaillés</i> .....	10
<i>Coûts d'exploitation</i> .....	10
<i>Recettes d'exploitation</i> .....	11
<i>Coût global d'exploitation</i> .....	12
<b>Valeurs observées sur des sites en fonctionnement</b> .....	<b>13</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>15</b>

**Contact AMORCE : Christelle HONNET**  
**Contact ADEME : Guillaume BASTIDE**

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

## Introduction

La méthanisation des déchets consiste à dégrader de manière anaérobie (i.e. sans oxygène) la fraction fermentescible des déchets. Elle peut être réalisée sur un flux de biodéchets collectés séparément ou sur la partie fermentescible extraite mécaniquement des déchets ménagers résiduels (dans ce cas on parle de traitement mécano-biologique). Dans les installations existantes en France, le digestat obtenu est ensuite composté (dégradation aérobie) pour produire un compost conforme à la norme française NF U44 051, le respect de cette norme permettant la mise sur le marché du compost.

Le présent document concerne l'ensemble des schémas de traitement possibles. La méthanisation reste un mode de traitement récent en France, comparé au compostage et les retours d'expérience commencent tout juste à être exploitables.

Globalement, les collectivités ont besoin de mieux suivre les performances de leurs installations de méthanisation, de les comparer entre-elles sur des critères simples.

Avec l'aide de collectivités possédant une unité de méthanisation de déchets ménagers, et en partenariat avec l'ADEME, AMORCE a donc réalisé un travail sur la définition d'indicateurs de suivi. Il s'agit d'analyser chaque année l'ensemble des performances de l'installation, du point de vue technique, environnemental, social et financier, afin d'identifier les pistes d'amélioration possibles.

Les indicateurs serviront également à comparer entre elles les installations dans une optique de partage d'informations et d'amélioration des performances. Cependant, une attention particulière doit être apportée lors de comparaisons, car les procédés ne sont pas identiques. De plus, les impositions sur les arrêtés préfectoraux ne sont pas les mêmes (par exemple pour le seuil et la mesure des odeurs) et le fonctionnement de chaque installation est différent des autres (certaines favorisent la production de compost, d'autres la production d'énergie). Par ailleurs, les laboratoires qui réalisent les analyses n'utilisent pas toujours exactement les mêmes méthodes d'analyse.

Ce document présente les indicateurs retenus pour suivre les performances d'une unité de méthanisation de déchets ménagers (que ce soit à partir de biodéchets collectés séparément ou à partir de la fraction fermentescible extraite mécaniquement des ordures ménagères résiduelles) et quelques données chiffrées des installations en fonctionnement. Il peut être utilisé en complément de l'état des lieux annuel publié par AMORCE et l'ADEME, qui recense des données techniques et économiques des unités de méthanisation en fonctionnement et en projet.

## Points d'attention particuliers pour les installations de méthanisation de déchets ménagers

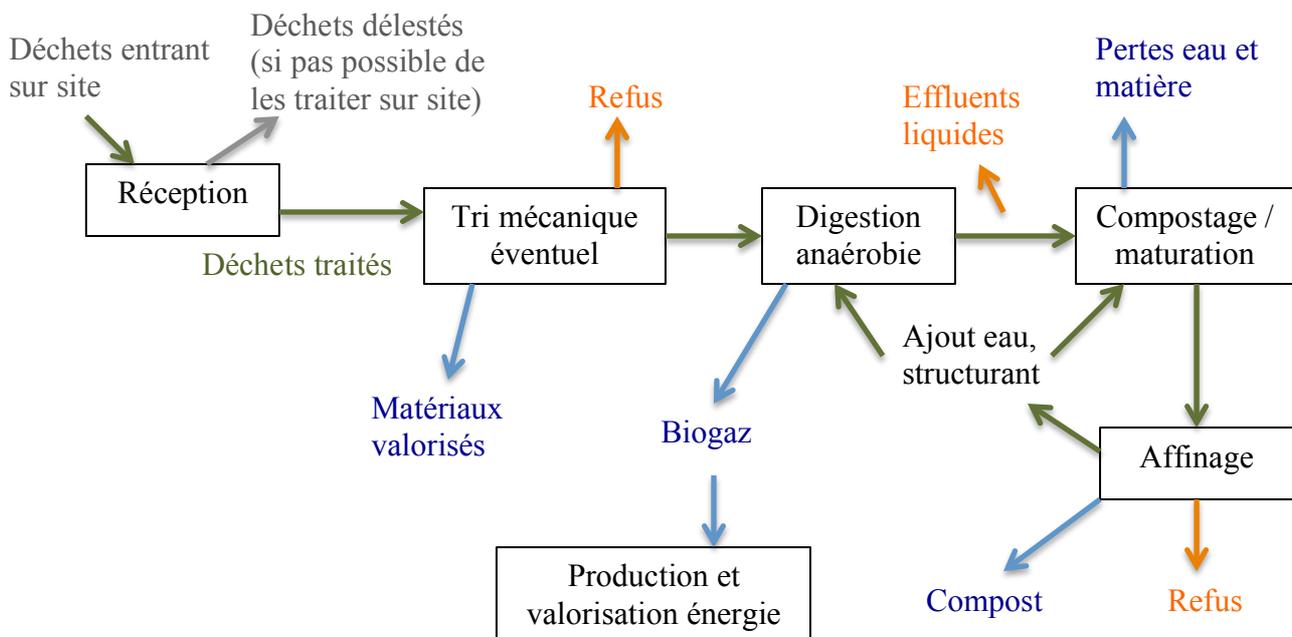
Selon le procédé de traitement choisi et selon la nature des déchets entrants, les difficultés qui peuvent survenir dans les installations de méthanisation ne seront pas tout à fait les mêmes.

Cependant, certains paramètres sont à suivre avec attention, car récurrents parmi les problématiques observées sur site.

Il s'agit notamment du bilan hydrique : lors de la conception des unités, il est parfois garanti un « zéro rejet » ou un bilan négatif (i.e. besoin d'apport régulier en eau) alors que la réalité montre généralement des excédents non négligeables en eau. Il faudra ensuite traiter les excédents liquides soit sur site (par exemple installer un évapo-concentrateur) soit en station d'épuration externe, et les coûts associés peuvent être importants selon le volume.

Les émissions gazeuses (ammoniac et poussières entre autres) à l'intérieur des bâtiments sont à mesurer et des équipements de protection du personnel adaptés sont nécessaires. Les odeurs en extérieur sont également à suivre avec attention, bien que leur mesure ne soit pas simple, notamment s'il y a présence de riverains proches de l'unité. Certaines installations ont donc mis en place des systèmes de nez électroniques afin de suivre les émissions d'odeurs.

Ces points d'attention sont souvent liés à la performance « technique » de l'installation et au respect des procédures par le personnel, comme la fermeture des portes pour mieux capter les émissions à l'intérieur des bâtiments. Il est aussi nécessaire de s'intéresser à la quantité et à la qualité du compost produit, ainsi qu'à la performance énergétique de l'unité, impactant les bilans techniques et économiques.



*Schéma de principe d'une unité de méthanisation de déchets ménagers*

## Propositions d'indicateurs de suivi de l'installation

Les indicateurs choisis sont classés en trois catégories : les indicateurs de performance technique, liés au procédé, les indicateurs « sociaux » et environnementaux, liés au personnel et aux impacts environnementaux, et les indicateurs financiers, représentatifs des coûts associés à l'unité de méthanisation. Une majorité des calculs sont effectués par rapport au « tonnage traité annuel » qui correspond au tonnage total traité sur le site.

### Indicateurs de performance technique

#### Indicateurs relatifs aux tonnages

Les tonnages traités et valorisés sont révélateurs du fonctionnement de l'installation. S'il y a un problème au niveau de l'étape de compostage du digestat, le compost non conforme à la norme en vigueur sera comptabilisé dans les refus. L'installation peut également ne pas être en mesure de traiter l'ensemble des déchets amenés sur le site, le tonnage qui ne peut pas être pris en charge sur le site étant alors délesté vers un autre site de traitement (non inclus dans le tonnage traité). Ainsi, les indicateurs décrits dans le tableau suivant ont été retenus.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Taux d'utilisation de la capacité de l'installation	Tonnage annuel traité sur l'installation / capacité annuelle réelle de l'installation	-	Plus ce taux est proche de 1, plus l'installation est utilisée à sa capacité réelle. La capacité réelle est la capacité technique observée, qui peut être un peu différente de la capacité théorique prévue lors de la conception.
Disponibilité globale de l'installation	Tonnage traité annuel / tonnage entrant sur site annuel	-	Le tonnage traité sur site n'est pas forcément égal au tonnage entrant. Il peut y avoir un délestage d'une partie du tonnage, notamment si l'installation est à l'arrêt pour plusieurs jours.
Taux de compost conforme	Tonnage de compost normé annuel / tonnage traité annuel	-	La norme de référence actuellement est la norme NF U44 051. Le stabilisat* n'est pas inclus dans le tonnage considéré. Il peut éventuellement être ajouté un indicateur « taux de stabilisat » pour les unités ayant prévu la production de stabilisat.
Taux de refus total	Tonnage de refus total annuel / tonnage traité annuel	-	Les refus incluent le compost non conforme. L'objectif est d'obtenir un taux de refus le plus bas possible, donc de valoriser au maximum les déchets traités sur le site.
Taux de matériaux valorisés (hors compost)	Tonnage de matériaux valorisés annuel / tonnage traité annuel	-	Les matériaux valorisés sont généralement triés en amont du procédé, au moment de la séparation de la fraction fermentescible du reste des déchets. Ils peuvent inclure des métaux, des plastiques, ...

\*Stabilisat : déchets qui ont subi une étape de stabilisation afin de diminuer leur volume avant élimination, généralement en installation de stockage de déchets non dangereux.

## Qualité du compost

Actuellement, sur toutes les installations de méthanisation des déchets ménagers en France, le digestat est composté/ mûré.

Le compost obtenu doit être conforme à la norme NF U44 051 sur les amendements organiques, pour obtenir un statut de produit et pouvoir être mis sur le marché. L'exploitation doit permettre de trouver l'équilibre entre produire une quantité importante de compost et produire du compost de très bonne qualité (en affinant avec des cribles à petites mailles par exemple, écartant des contaminants mais également de la matière organique). Ainsi, il peut être intéressant de mesurer la quantité de matière organique non synthétique (MONS) dans les refus de traitement.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Taux de MONS dans les refus de traitement	Mesure sur un échantillon de refus	% sur matière brute	Il est recommandé d'analyser les refus régulièrement (une fois par an), voire plus si le tonnage de compost produit est très inférieur aux prévisions. Cela permet de connaître la quantité de matière organique restant dans les refus.
Importance de la quantité de compost conforme	Tonnage de compost conforme annuel / tonnage de compost total annuel	-	L'objectif est de produire du compost conforme. Le compost non conforme représente une charge supplémentaire.

## Production de biogaz et d'énergie

Il est nécessaire de suivre la quantité et la qualité du biogaz produit, ainsi que l'énergie produite et valorisée, qui sont généralement les objectifs majeurs des installations.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Production de biogaz en fonction de la quantité de déchets traités sur site	Volume annuel de biogaz produit / tonnage traité annuel	Nm <sup>3</sup> / tonne	La production de biogaz en fonction du tonnage traité sera très différente entre les unités de méthanisation sur OMR et celles sur biodéchets collectés séparément.
Production de biogaz en fonction de la quantité de déchets méthanisés	Volume annuel de biogaz produit / tonnage annuel entrant dans les digesteurs (structurant éventuel inclus)	Nm <sup>3</sup> / tonne	Lorsque le tonnage entrant dans les digesteurs est connu, il est préférable d'utiliser cet indicateur plutôt que celui qui rapporte la production de biogaz au tonnage total traité sur site.
Taux de CH <sub>4</sub> dans le biogaz	Fourchette de valeurs mesurées sur un an	%	La teneur en méthane (CH <sub>4</sub> ) est déterminante pour produire de l'énergie à partir du biogaz.
Quantité de H <sub>2</sub> S dans le biogaz	Fourchette de valeurs mesurées sur un an	ppm	Une teneur élevée en sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S) associée à une humidité importante peut corroder les moteurs. Le suivi du H <sub>2</sub> S est donc primordial.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Valorisation de l'énergie électrique	Energie électrique valorisée annuelle / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	kWh / tonne	L'énergie thermique valorisée peut être différente de l'énergie produite si les besoins sont par exemple inférieurs à la production. La valorisation totale de l'énergie thermique inclut l'auto-consommation de chaleur (pour le chauffage des digesteurs ou des locaux par exemple). La valorisation de l'énergie thermique hors process exclut l'auto-consommation de chaleur pour le process (chauffage digesteurs).
Production d'énergie thermique	Energie thermique produite annuelle / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	kWh / tonne	
Valorisation totale de l'énergie thermique	Energie thermique valorisée annuelle / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	kWh / tonne	
Valorisation de l'énergie thermique hors process	Energie thermique valorisée annuelle / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	kWh / tonne	
Valorisation du biométhane	Volume annuel de biométhane injecté dans le réseau / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	Nm <sup>3</sup> / tonne	
Valorisation totale de l'énergie	Somme des valorisation électrique, thermique et biométhane en kWh / tonnage annuel entrant dans les digesteurs	kWh / tonne	La valorisation totale de l'énergie inclut les valorisations électrique, thermique ainsi que le biométhane injecté.
Elimination du biogaz	Volume annuel de biogaz torché / volume annuel de biogaz produit x100	%	Cet indicateur est représentatif de la disponibilité du poste valorisation du biogaz, puisque l'objectif est bien de valoriser le biogaz et non pas de le détruire.

### Consommations et bilans

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Consommation d'eau	Volume annuel d'eau de ville consommée / tonnage traité annuel	Nm <sup>3</sup> / tonne	Le procédé est considéré efficace s'il aboutit aux résultats escomptés (production de compost normé, production d'énergie) mais aussi s'il ne consomme pas en excès de l'eau et de l'énergie. Le poids de ces consommations se retrouve ensuite dans le bilan financier de l'installation.
Consommation d'électricité	Electricité consommée annuelle / tonnage traité annuel	kWh / tonne	
Consommation de fuel	Volume annuel de fuel consommé / tonnage traité annuel	m <sup>3</sup> / tonne	
Consommation de gaz naturel	Gaz naturel consommé annuel / tonnage traité annuel	kWh / tonne	
Autoconsommation de biogaz	Biogaz autoconsommé annuel / tonnage traité annuel	kWh / tonne	

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Rejets liquides	Volume annuel de rejets hydriques / tonnage traité annuel	Nm <sup>3</sup> / tonne	Il s'agit des liquides en surplus du process envoyés en STEP externe ou traités sur site, hors utilisation dans le process.
Taux de valorisation total	(Tonnage annuel traité moins l'ensemble des refus annuels dont le stabilisat) / tonnage traité annuel	-	Le taux de valorisation prend en compte le compost normé, le biogaz produit, les matériaux valorisés et les pertes eau et matière liées au process.
Efficience énergétique	(valorisation électrique + thermique hors chauffage du digesteur + biométhane injecté) / consommation énergétique hors chauffage du digesteur	-	Cet indicateur représente la capacité pour l'installation à valoriser plus d'énergie qu'elle n'en utilise pour fonctionner.

## Indicateurs sociaux et environnementaux

Les indicateurs liés au personnel et à l'environnement sont moins souvent suivis que les indicateurs techniques, mais ils sont également importants, révélateurs du fonctionnement de l'installation.

### Indicateurs liés au personnel

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Nombre d'emplois total	Nombre d'emplois total / tonnage traité annuel	Equivalents temps plein / tonne	Cet indicateur doit être associé au mode de fonctionnement du site (2 postes ou 3 postes)
Part des emplois cadres	Nombre d'emplois cadres / nombre total d'emplois	Ces indicateurs sont représentatifs de l'organisation de l'exploitation du site. Ils permettent éventuellement de relativiser la comparaison de deux installations sur le nombre d'emploi total rapporté au tonnage traité. En effet, certains sites ont peut-être plus d'employés au total, mais sous la forme d'emplois techniciens, alors que d'autres ont un total d'emplois moins élevé mais plus de cadres impliqués dans l'exploitation de l'unité.	
Part des emplois agents de maîtrise	Nombre d'emplois agents de maîtrise / nombre total d'emplois		
Part des emplois techniciens	Nombre d'emplois techniciens / nombre total d'emplois		
Taux de fréquence des accidents de travail	Nombre d'accidents avec arrêt de travail supérieur à un jour, survenus au cours d'une période annuelle pour un million d'heures travaillées		Il s'agit des définitions de l'assurance maladie, indicateurs qui sont normalement déjà calculés chaque année.
Taux de gravité des accidents de travail	Nombre de journées indemnisées pour 1000 heures travaillées (i.e. nombre de journées perdues par incapacité temporaire pour 1000 heures travaillées)		

## Indicateurs de suivi environnemental

Les principaux paramètres à suivre concernant les impacts environnementaux sont les nuisances olfactives et les rejets liquides. Un suivi de la fréquence des plaintes justifiées est également un bon indicateur des désagréments subis par les riverains.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Moyenne unités d'odeurs (uo) mesurées	Mesure par un laboratoire	uo	Cet indicateur doit être associé au seuil et à la méthode indiqués dans l'arrêté préfectoral du site, pour pouvoir être comparé avec un autre site.
Rejets liquides évacués	Volume annuel de rejets liquides envoyés en STEP externe / tonnage traité annuel	Nm <sup>3</sup> / tonne	Les rejets liquides, s'ils sont traités sur site, présentent moins d'impact sur l'environnement (pas de transport).
Rejets liquides valorisés	Volume annuel de rejets liquides valorisés / tonnage traité annuel	Nm <sup>3</sup> / tonne	Les rejets liquides peuvent, selon leurs caractéristiques, être valorisés comme engrais liquide en agriculture.
Nombre de plaintes sur l'année	Nombre de plaintes reçues pour des nuisances dues à l'installation pendant un an	-	Les principales plaintes déposées par les riverains des unités de méthanisation concernent les odeurs. Elles peuvent également parfois être liées à du bruit ou au passage de camions amenant les déchets. Bien que les odeurs ressenties soient généralement plus une gêne qu'un danger pour la santé, il convient de les prendre en compte.

## Indicateurs financiers

Les coûts liés à l'installation de méthanisation sont de plusieurs types : les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation, qui doivent être considérés ensemble si l'on veut essayer de comparer des installations entre elles. En effet, certains sites peuvent avoir dépensé d'avantage lors de l'investissement et avoir des coûts d'exploitation moins élevés tandis que d'autres unités ont un coût global d'investissement moindre mais des coûts d'exploitation plus élevés. De plus, l'investissement initial est parfois complété par des investissements complémentaires après quelques années.

Ces coûts dépendent également du montage juridique choisi pour l'exploitation de l'installation : marché de prestation, délégation de service public, régie.

## Coûts d'investissements détaillés

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Investissement initial total	Investissement initial total / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	
Investissement initial génie civil	Investissement initial génie civil / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Il s'agit de l'ensemble des investissements de génie civil : bâtiments, voiries, ... hors équipements.
Investissement initial process	Investissement initial process / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Les investissements liés au process incluent les coûts des équipements de tri, digestion, pressage du digestat, compostage, maturation, ...
Investissement initial traitement air	Investissement initial traitement d'air / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Il s'agit de l'ensemble des investissements liés au traitement de l'air : ventilateurs, pompes, biofiltre, tours de lavage, ...
Investissement initial valorisation du biogaz	Investissement initial valorisation du biogaz / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Ces investissements concernent tous les équipements de traitement et de valorisation du biogaz : moteurs, torchère, système d'injection du biométhane, ...
Investissements complémentaires	Investissements supplémentaires / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Les investissements complémentaires incluent tous les investissements qui ont eu lieu après l'investissement initial (exemple ajout d'un équipement de tri ou de traitement d'air).
Amortissements	Montant des amortissements annuels / capacité réelle de l'installation	€ HT / tonne	Cet indicateur doit être accompagné du nombre d'années sur lesquelles on amortit l'installation.

## Coûts d'exploitation

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Consommations énergétiques et consommation en eau	Coût annuel des consommations énergétiques et en eau / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Cet indicateur inclut les consommations en électricité, gaz naturel, fuel, eau.
Traitement des refus	Coût annuel pour le traitement des refus / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Les refus sont envoyés en installation de stockage de déchets non dangereux ou en unité de valorisation énergétique. Potentiellement élevés, ces coûts doivent être considérés dans le bilan financier de l'installation.

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Gros entretiens renouvellement (GER)	Coût annuel des provisions pour GER / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Il est difficile de connaître le coût réel annuel de GER, il est plus facile de comparer le coût des provisions pour GER.
Maintenance	Coût annuel de la maintenance / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Il s'agit des dépenses d'entretien courant des équipements.
Salaires des employés	Coût salarial annuel / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Le coût salarial inclut les salaires et les charges patronales associées aux personnes travaillant sur l'installation.
Marge de l'exploitant (dans le cas d'une délégation de service public)	Marge annuelle de l'exploitant / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Cet indicateur est uniquement valable dans le cas d'une délégation de service public. La marge de l'exploitant est généralement connue de la collectivité.

### Recettes d'exploitation

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Recettes d'exploitation	Recettes d'exploitation annuelles / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Total des recettes issues de l'exploitation du site (qui peuvent être la somme des recettes considérées ci-dessous mais également d'autres recettes).
Recettes de vente du compost	Recettes annuelles de vente du compost / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	Il s'agit des recettes issues de la vente des produits de l'installation : compost normé, énergie sous forme électrique, thermique ou biométhane injecté, matériaux. Si les technologies évoluent, il pourra être intéressant de séparer les recettes des matériaux valorisés par type (métaux ferreux, aluminium, plastiques).
Recettes de vente de l'énergie	Recettes annuelles de vente de l'énergie issue du biogaz / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	
Recettes de vente des matériaux	Recettes annuelles de vente des matériaux / tonnage traité annuel	€ HT / tonne	
Recettes liées au traitement de déchets tiers	Recettes annuelles pour le traitement de déchets tiers sur le site / tonnage de déchets tiers traités annuel	€ HT / tonne	En délégation de service public, les recettes liées au traitement de déchets tiers peuvent être significatives.

## Coût global d'exploitation

Indicateur	Mode de calcul	Unité	Remarques
Coût d'exploitation hors amortissements	Coût annuel d'exploitation hors amortissements incluant les recettes / tonnage annuel traité	€ HT / tonne	Il s'agit des dépenses d'exploitation auxquelles on a enlevé les recettes d'exploitation. Les amortissements ne sont pas pris en compte, ni la TVA.
Coût d'exploitation incluant les amortissements	Coût annuel d'exploitation incluant amortissements et recettes / tonnage traité	€ HT / tonne	Les amortissements sont ajoutés par rapport à l'indicateur précédent.

## Valeurs observées sur des sites en fonctionnement

Nous proposons dans ce chapitre des chiffres « cibles » pour les principaux indicateurs avec, quand les données sont disponibles, des fourchettes de valeurs observées dans les unités de méthanisation existantes (en notant TMB : unité de traitement mécano-biologique et CS : unité de traitement de biodéchets collectés séparément).

Il s'agit de données de l'année 2012 pour 4 installations de TMB (sur 7 unités en fonctionnement / phase de mise en service) et 3 installations traitant des biodéchets collectés séparément (sur les 4 unités en fonctionnement / mise en service). Ces installations n'ont pas forcément atteint une phase de fonctionnement courant et réalisent encore des modifications pour améliorer leurs performances.

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous seront actualisées chaque année.

Indicateur	Valeur cible	Fourchette de valeurs observées sur les unités en fonctionnement - 2012
<b>Tonnages</b>		
Taux d'utilisation de la capacité de l'installation	90-95%	60 à 82%
Taux de compost conforme (sur tonnage traité)	10-25% si TMB	0,5 à 15,7% pour les TMB
	20-35% si CS	23,2 à 27,6% pour les CS
Taux de refus total (sur tonnage traité)	45-70% si TMB (fourchette haute si stabilisation en partie)	54,7 à 80,7% pour les TMB
	5-15% si CS	8,1 à 21,9% pour les CS
Taux de matériaux valorisés incluant métaux et plastiques (sur tonnage traité)	1,5-2% si TMB	0 à 1,4% pour les TMB
	0-0,5% si CS	0,1 à 0,4% pour les CS
Disponibilité globale de l'installation	1	0,82 à 1
<b>Production d'énergie</b>		
Production de biogaz en fonction de la quantité de déchets traités sur site	La production de biogaz dépend fortement du type de déchets traités.	57 à 79 Nm <sup>3</sup> / tonne traitée pour les TMB
		23 à 120 Nm <sup>3</sup> / tonne traitée pour les CS
Production de biogaz en fonction de la quantité de déchets méthanisés	La littérature indique 90 à 160 Nm <sup>3</sup> / tonne digérée selon le contenu des déchets méthanisés.	140 à 168 Nm <sup>3</sup> / tonne digérée pour les TMB
		50 à 127 Nm <sup>3</sup> / tonne digérée pour les CS
Taux de CH <sub>4</sub> dans le biogaz	55-65%	45 à 60%
Quantité de H <sub>2</sub> S dans le biogaz	< 300ppm	200 à 600ppm en moyenne

Indicateur	Valeur cible	Fourchette de valeurs observées sur les unités en fonctionnement - 2012	
<b>Production d'énergie</b>			
Valorisation totale de l'énergie	Il est compliqué de donner des valeurs cibles individuelles pour chaque type de valorisation énergétique (production électrique, cogénération, injection du biométhane).	72 à 190 kWh / tonne traitée sur site	
		200 à 444 kWh / tonne digérée	
Elimination du biogaz	< 5% du biogaz produit	0 à 60% (cas particulier)	
<b>Bilans</b>			
Indicateur	Exemples réels		
	Ex. 1 : TMB	Ex. 2 : TMB	Ex. 3 : CS
Consommation d'électricité	129,4 kWh / t traitée	55 kWh / tonne traitée	113,6 kWh / t traitée
Consommation de fuel	0,7 m3 / kt traitée	0,9 m3 / kt traitée	1,4 m3 / kt traitée
Consommation de gaz naturel	0,02 kWh / t traitée	2,2 kWh / tonne traitée	7,8 kWh / t traitée
Autoconsommation de biogaz	18,4 kWh / t traitée	0	7,3 kWh / t traitée
Indicateur	Valeur cible	Fourchette de valeurs observées sur les unités en fonctionnement - 2012	
Consommation d'eau potable	Certains sites peuvent utiliser de l'eau de pluie.	0,11 à 0,34 m3 / tonne traitée	
Rejets liquides	< 0,06 m3 / tonne traitée	0 à 0,49 m3 / tonne traitée (des solutions existent pour valoriser ces rejets en engrais liquides, des collectivités y réfléchissent)	
Taux de valorisation total	30-55% si TMB (fourchette basse si stabilisation en partie)	11 à 45% pour les TMB	
	85-95% si CS	78 à 92% pour les CS	
Efficience énergétique	> 1	0,65 à 2,74	
<b>Gestion du personnel</b>			
Nombre d'emplois total		2,3 à 6 équivalent temps-plein / kilotonne traitée	
Part des emplois cadres	Il n'y a pas lieu de fixer des cibles pour ces paramètres, l'objectif étant de gérer le site au mieux et de limiter les accidents de travail.	0,06 à 0,21	
Part des emplois agents de maîtrise		0,08 à 0,17	
Part des emplois techniciens		0,14 à 0,17	
Taux de fréquence des accidents de travail		27 à 140	
Taux de gravité des accidents		0,4 à 11,8	

Indicateur	Valeur cible	Fourchette de valeurs observées sur les unités en fonctionnement - 2012
<b>Coûts d'exploitation</b>		
Consommations énergétiques et consommation en eau		4,4 à 9,7 € HT / tonne traitée
<b>Recettes de l'installation</b>		
Recettes d'exploitation totales	Les recettes et les coûts d'exploitation doivent être considérés ensemble.	9,7 à 15,5 € HT / tonne traitée
Recettes de vente du compost		0,01 à 0,03 € HT / tonne traitée pour les TMB
Recettes de vente de l'énergie		0,66 € HT / tonne traitée pour un CS
		8,8 à 16,1 € HT / tonne traitée pour les TMB
Recettes de vente des matériaux		6,6 à 21,4 € HT / tonne traitée pour les CS
	0,37 à 1,26 € HT / tonne traitée pour les TMB	

## Conclusion

Ce document propose une liste d'indicateurs, techniques, économiques, liés à l'environnement et au personnel, qui permettent aux collectivités de suivre le fonctionnement de leurs installations de méthanisation au fil des années et de se comparer aux autres sites en fonctionnement.

Les performances observées sur les sites en fonctionnement, qu'ils soient tout juste en phase de mise en service ou un peu plus anciens, montrent qu'il existe encore des marges de progression. En effet, les unités de méthanisation nécessitent quelques mois voire années d'ajustements techniques pour répondre aux demandes initiales des collectivités. Les étapes « limitantes » pour atteindre la capacité de traitement initialement prévue ne sont pas les mêmes selon l'installation (tri mécanique, digestion, pressage du digestat, ...) et la saisonnalité est également à prendre en compte (plus de déchets ménagers en été dans les zones touristiques). Par ailleurs, en réalité, certaines performances annoncées, notamment en matière de bilan hydrique (il est parfois prévu 0 rejet) et de production de compost conforme, ont peut-être été un peu surestimées au moment de la conception des sites existants. Par contre, il semblerait que les performances en matière de production et de valorisation de l'énergie soient globalement bonnes voire très bonnes.

Les chiffres présentés dans cette synthèse, qui seront annuellement remis à jour, aideront donc les collectivités à suivre les performances de quelques installations de méthanisation.