


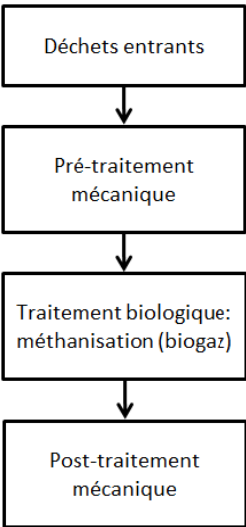



Fiche technique

Procédé	Installation de biogaz / méthanisation
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 	<p>La méthanisation, aussi appelée fermentation ou digestion anaérobie, est le processus naturel biologique de dégradation de la matière organique en absence d'oxygène qui est réalisée par une communauté microbienne complexe. La matière organique dégradée se retrouve principalement sous la forme de biogaz (à plus de 90%), composé principalement de méthane (CH₄) et de gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO₂). Le reste est utilisé pour la croissance et la maintenance des micro-organismes.</p> <p>La méthanisation des déchets municipaux permet de traiter des rejets aussi divers que les déchets alimentaires, journaux, emballages, textiles, déchets verts, sous-produits de l'assainissement urbain, etc.</p>
Exigences au matériau entrant (Input)	Déchets organiques sans composants dangereux, ni perturbants.
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Biogaz pour production d'énergie • Amendement de sol issu du digestat • Eaux résiduaires
Description du procédé 	<p>Les déchets arrivant sur le site sont déchargés dans un hall de réception et de stockage, si possible couvert. Avant de procéder à la stabilisation biologique, les déchets organiques doivent être séparés des autres fractions dans un centre de tri. La fraction organique entre dans le digesteur alors que le reste est soit traité / valorisé par un autre procédé, soit directement enfoui en décharge.</p> <p>La méthanisation¹ est un processus biologique complexe qui nécessite la mise en place de certaines conditions physico-chimiques pour lesquelles la réaction biologique est optimisée. On distingue trois phases distinctes : l'hydrolyse et l'acidogénèse, l'acétogénèse, et la méthanogénèse. La méthanisation a généralement lieu en régime mésophile (30-40°C) ou thermophile (45-60°C), dans une gamme de pH comprise entre 6 et 8 avec un optimum entre 6,5 et 7,2.</p> <p>Après la phase de méthanisation, on obtient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • du biogaz, composé à 50-70% de méthane et qui offre diverses possibilités de valorisation énergétique (production de chaleur, d'électricité, transport du biogaz vers un utilisateur proche). • un digestat désodorisé et hygiénisé. Si la qualité du digestat le permet, celui-ci peut servir au comblement d'anciennes décharges, à la réhabilitation de sites pollués, sur des sols à usage alimentaires ou non alimentaires, sur les espaces verts et jardin. Cependant, une phase de compostage supplémentaire est généralement nécessaire pour traiter ces déchets ligneux plus difficilement dégradables et pour finaliser la maturation de la matière organique. • des eaux résiduaires (ou eaux de process) qui peuvent être utilisées pour l'humidification des sols arides (comme une sorte de fertilisant), pour l'humidification des piles d'une installation de PMB ou pour la fabrication de briques dans une briqueterie par exemple.

¹ fr.wikipedia.org

	<p>Schéma type du procédé de méthanisation :</p> <div style="text-align: center;">  <pre> graph TD A[Déchets entrants] --> B[Pré-traitement mécanique] B --> C[Traitement biologique: méthanisation (biogaz)] C --> D[Post-traitement mécanique] </pre> </div> <p>Figure 1 – Procédé du traitement des déchets par méthanisation</p> <p>En comparaison avec le prétraitement par voie aérobie, le processus est plus compliqué. Il demande du personnel bien qualifié afin de garantir des résultats de traitement fiables. Une supervision constante et un contrôle de qualité de toutes les étapes du processus doivent être réalisés (suivi régulier des émissions gazeuses, contrôle de la température et de l'humidité, etc.). Par ailleurs, les objectifs restent les mêmes que pour le PMB par voie aérobie, c. à d.</p> <ul style="list-style-type: none"> • la stabilisation maximale des déchets • la réduction de la teneur en eau des déchets traités • la réduction maximale de la production de gaz à effet de serre • la réduction du volume à éliminer et à mettre en décharge.
<p>Composantes techniques</p> 	<p>Une unité de méthanisation comprend notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des équipements de séparation selon les matières à traiter • un digesteur • un système de brassage • les systèmes d'extraction et de pressage (et éventuellement de pasteurisation) du digestat • le système de traitement, stockage et valorisation du biogaz : déshumidification, production d'électricité, de chaleur, etc. <p>La figure ci-après schématise une unité type de méthanisation :</p>

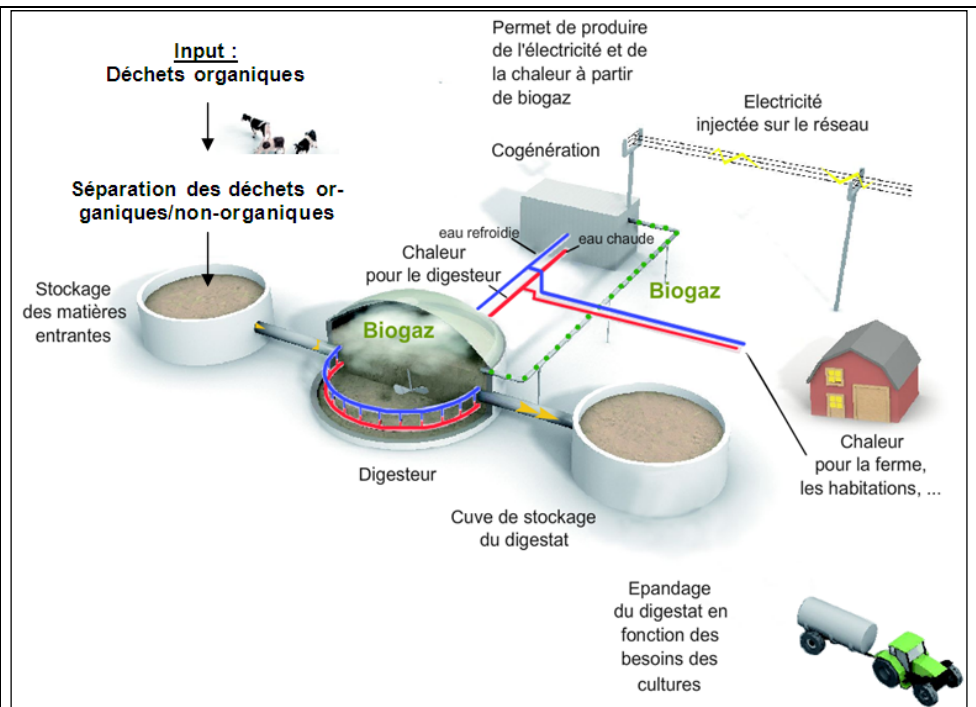


Figure 2 – Schématisation d'une unité type de méthanisation²


La méthanisation est un processus endothermique qui se déroule en enceinte fermée généralement calorifugée afin d'y maintenir une température constante. On estime que près d'un tiers de l'énergie primaire produite par le biogaz est utilisée pour réchauffer et maintenir en température le digesteur (mésophile ou thermophile). Les procédés se distinguent principalement selon³ :

- **le nombre d'étapes du processus :**
 - 1 phase : c'est un procédé simple qui n'est réalisé que dans un seul digesteur. De ce fait, le procédé est simple et facile à la maintenance. En revanche, l'efficacité de la dégradation et la production de gaz sont moins élevées qu'un procédé en 2 phases.
 - 2 phases : ce procédé permet une dégradation de la matière organique plus avancée qu'avec une seule phase. Le temps de fermentation est plus court et le volume du réacteur plus petit. En revanche, ce procédé demande plus d'entretien et de réparations, ce qui abouti sur des coûts d'exploitation plus élevés.
- **la teneur en matière sèche :**
 - les procédés à voie humide (matière sèche < 15%) : on retrouve ces types de procédé pour les effluents dits liquides (boues, lisiers, ...). Ils peuvent être utilisés pour les déchets solides pauvres en structure et avec une teneur en eau élevée nécessitant alors une dilution des déchets solides.
 - les procédés à voie sèche (matière sèche entre 15% et 40%) : ils peuvent être utilisés pour les déchets solides, particulièrement pour des déchets avec une haute part de déchets structurants et fibreux (par exemple, le fumier d'écurie, les déchets de jardin ...). Ces procédés nécessitent un volume moindre (substrat concentré) mais une bonne maîtrise de la circulation de la matière (pompage et brassage).

² www.agricomethane.eu

³ www2.ademe.fr

	<ul style="list-style-type: none"> • la température de réaction : <ul style="list-style-type: none"> ○ la digestion anaérobie mésophile (température moyenne = 35°C ; temps de séjour moyen = 3 semaines) : ce procédé consomme moins d'énergie et la panoplie de microorganismes est plus importante, ce qui permet de traiter des déchets plus divers. ○ la digestion anaérobie thermophile (température moyenne 55 à 60°C ; temps de séjour moyen réduit = 10 à 15 jours) : elle a un temps de séjour plus court mais elle est plus délicate à gérer. Aussi elle consomme plus d'énergie que la digestion mésophile. De plus, c'est un système plus sensible, car il ne dispose que d'un nombre restreint de microorganismes et donc le matériau d'entrée doit être de bonne qualité. • les modes d'alimentation et d'extraction des déchets : <ul style="list-style-type: none"> ○ les procédés continus : l'alimentation et la vidange du digesteur se font en permanence avec une quantité entrante équivalente à celle sortante. Ils sont bien adaptés au traitement des déchets liquides. Ce sont les plus fréquents car ce sont aussi les moins exigeants en maintenance. ○ les procédés discontinus, dits « batch » : les digesteurs sont remplis puis vidés séquentiellement lorsque la production de biogaz chute ou devient nulle. ○ les procédés semi-continus : le digesteur est progressivement rempli par des charges successives convenablement réparties dans le temps. La vidange est réalisée lorsque le volume utile du digesteur est atteint et que la production de biogaz n'est plus suffisante.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation matérielle du digestat comme amendement de sol - Valorisation énergétique du biogaz et possibilité de revenus associés à la vente d'énergie - Réduction des émissions (lixiviats, gaz) - Réduction de la teneur en eau - Réduction de la quantité de déchets à enfouir en décharge - Faible superficie requise - Durée du procédé plus courte que pour le compostage, mais varie selon le type de technologie de digestion - Contrôle optimal des odeurs a priori du fait de digesteurs hermétiques et de bâtiments clos équipés de traitement d'air performant
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie complexe - La méthanisation ne traite que la matière organique et doit donc être combinée avec un autre procédé pour les fractions de déchets non organiques (centre de tri) - Technologie requière des qualités précises et stables de déchets entrants (matière organique, degré d'humidité élevé, valeur du pH, etc.) et donc un tri sévère avant traitement - Technologie nécessite des flux quantitatifs constants - Requier du personnel hautement qualifié et expérimenté - Nécessité éventuelle de prévoir une phase de compostage pour traiter les déchets ligneux plus difficilement dégradables et pour finaliser la maturation de la matière organique - Production excessive d'eau de process (jus). S'il n'existe pas de débouché comme engrais liquide ou d'irrigation, les jus doivent être traités dans une STEP ou dans l'installation de traitement de lixiviats de la décharge à des coûts non négligeables - Coûts d'investissement et d'exploitation plus élevés que pour le compostage

Coûts 	Coûts	Coûts variables selon la technologie utilisée et la capacité de l'installation ⁴
	Investissement	entre 12 à 35€/tonne entrante ≈ 130-390 MAD/tonne
	Exploitation	entre 10 à 20€/tonne entrante ≈ 110-220 MAD/tonne

⁴ Etude de faisabilité (Phase 2): Gestion des Déchets Municipaux de la Vallée de la Medjerda, Tunisie, réalisée par IGIP mbH, 2010