



**HAL**  
open science

# Valorisation de la biomasse en contexte ultramarin : Wallis et Futuna

Justine Donsback

► **To cite this version:**

Justine Donsback. Valorisation de la biomasse en contexte ultramarin : Wallis et Futuna. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2020. dumas-03609907

**HAL Id: dumas-03609907**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03609907v1>**

Submitted on 16 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Rapport de stage de fin d'étude

**02/06/20 au 30/11/20**  
**Soutenance le 01/12/2020**

**Nom – prénom**

DONSBACK Justine

**FORMATION D'INGENIEUR**

**2017/2020**

**Promotion Bretagne**

**Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES**  
**Valorisation de la biomasse en contexte ultramarin : Wallis et Futuna**



Futuna – îlot d'Alofi  
Crédit photo : ©Service de l'Etat et du Territoire

**Organisme d'accueil - ville - pays :**

Antea®Group

World Trade Center

5 place Robert Schuman BP 1510

38025 GRENOBLE cedex 1

**Tuteur de stage :**

Catherine MARQUET

[catherine.marquet@anteagroup.com](mailto:catherine.marquet@anteagroup.com)

# Remerciements

Je tiens à remercier les personnes qui ont contribués de près ou de loin au succès de mon stage et à la rédaction de mon mémoire.

Tout d'abord, ma tutrice de stage Catherine Marquet qui a accepté de m'encadrer, m'a aidé et conseillée pendant ces six mois. Son exigence m'a permis d'apprendre énormément de choses et de m'améliorer.

Mes collègues de l'agence Antea Group de Grenoble pour leur accueil très chaleureux et leur disponibilité.

Mes collègues du Mastère GEDE pour curiosité et leur enthousiasme tout au long de cette année.

Mes parents et mon frère pour leur soutien constant même dans les moments de découragement et leurs pensées positives.

## Résumé

Situé à 16 000 km de la métropole, Wallis et Futuna est un territoire insulaire soumis à une pollution organique diffuse et une dépendance énergétique forte aux énergies fossiles importées. La pollution organique due au lisier porcin, menace à la fois la ressource en eau et la santé des populations. Dans le cadre de la politique de lutte contre les pollutions diffuses et du Plan Pluriannuel de l'Énergie (PPE) pour l'indépendance énergétique, le Service de l'Environnement a commandé une étude de valorisation de la biomasse.

Dans un premier temps, un état des lieux des contraintes a été réalisé. Il a permis d'identifier les contraintes géophysiques telles que la profondeur de la nappe, ou des contraintes infrastructurelles comme l'état du réseau routier. Dans un deuxième temps, un état des lieux des gisements et de leur disponibilité a été réalisé. Suite à ces états des lieux, trois unités de traitement par méthanisation puis compostage ont été proposées au Service de l'Environnement. L'unité agricole se focalise sur la pollution diffuse en traitant les lisiers avec des unités familiales, et répond à la demande énergétique avec production de gaz de cuisine. L'unité agricole et assainissement répond à la problématique de pollution diffuse en traitant les lisiers et les boues de fosses septiques. Enfin, l'unité multi-déchets traite les boues de fosse septiques et d'autres déchets organiques pour produire de l'électricité. Enfin, une unité de combustion de biomasse bois est proposée, même si elle ne traite pas la problématique de pollution organique, car elle répond à une demande locale privée de la scierie de Wallis.

Finalement, quatre scénarios combinant les trois premières unités ont été proposés au Service de l'Environnement pour une enveloppe de 300 000€ chacun. Des critères de déploiement des installations, un budget prévisionnel et un planning ont été soumis. Parmi les quatre scénarios, seuls trois ont été retenus.

Mots clés : Wallis et Futuna – pollution organique diffuse – indépendance énergétique – micro-méthanisation – co-compostage

# Abstract

Located at 16,000 km from metropolitan France, Wallis and Futuna is an island territory subject to diffuse organic pollution and a strong dependence on imported fossil fuels. Organic pollution from pig manure threatens water resources and the health of populations. In the context of the policy to fight against diffuse pollution and the “Plan Pluriannuel de l’Energie” (PPE) for energy independence, the Territorial Environment Service has commissioned a biomass recovery study.

Initially, an inventory of the constraints was made. It made it possible to identify geophysical constraints such as the depth of the water table, or infrastructural constraints such as the state of the road network. Secondly, an inventory of the deposits and their availability was carried out. Following these conditions, three treatment units by micro-methanisation and then composting were proposed to the Environment Service. The agricultural unit focuses on diffuse pollution by treating pig slurry with family units and meets the energy demand with cooking gas production. The agricultural and sanitation unit responds to the problem of diffuse pollution by treating pig slurry and septic tank sludge. Finally, the multi-waste unit processes septic tank and other organic waste to produce electricity. Finally, a combustion unit is proposed even if it does not resolve the diffuse organic pollution but because it is a local request of the sawmill of Wallis.

Finally, four scenarios combining the first three units were proposed to the Environment Department for an envelope of €300,000. Criteria for the deployment of the facilities, a provisional budget and a schedule were submitted. Of the four scenarios, only three were selected.

Key word : Wallis and Futuna island – diffuse organic pollution – energy independence - micro-methanisation – composting

# Table des matières

Remerciements .....	1
Résumé .....	2
Abstract.....	3
Table des tableaux .....	6
Table des figures .....	7
Liste des sigles et symboles.....	8
Introduction .....	9
1. État de l'art sur la valorisation organique en milieu tropical et/ou en développement .....	10
1.1. La méthanisation .....	10
1.2. Le compostage .....	13
1.3. La combustion .....	15
2. Présentation du territoire .....	18
2.1. Organisation administrative et population .....	18
2.2. Géophysique et réseaux.....	19
2.2.1. Ressource en eau, géologie et topographie.....	19
2.2.2. Circulation et liaison .....	21
2.3. Infrastructures de gestion .....	22
2.3.1. Gestion des déchets .....	22
2.3.2. Gestion des effluents domestiques .....	24
3. Gisement, disponibilité, besoins et faisabilité.....	25
3.1. Filière de production végétale .....	25
3.1.1. Filière agricole .....	25
3.1.2. Filière sylvicole .....	26
3.1.3. Filière déchets verts .....	26
3.2. Filière de production animale .....	27
3.2.1. Filière porcine .....	27
3.2.2. Filière avicole.....	28
3.3. Filière agroalimentaire .....	29
3.4. Filière de l'énergie .....	29
3.5. Besoins en valorisation identifiés sur place.....	30
3.6. Faisabilité des traitements sur la biomasse .....	31
3.6.1. Méthanisation .....	31
3.6.2. Compostage .....	31
4. Contexte d'application et dimensionnement des installations .....	32
4.1. Contexte d'application .....	32
4.1.1. Contexte réglementaire .....	32
4.1.2. Contexte économique et financier .....	33
4.1.3. Contexte humain et technique.....	33
4.2. Contexte environnemental actuel.....	33
4.2.1. Risque ressource en eau potable.....	33
4.2.2. Risque qualité eaux océaniques.....	34

4.2.3.	Risque sanitaire .....	35
4.3.	Dimensionnement des installations .....	36
4.3.1.	Hypothèses de calcul .....	36
4.3.2.	Unité domestique agricole .....	36
4.3.3.	Unité domestique agricole et assainissement .....	37
4.3.4.	Unité multi-déchets .....	39
4.3.5.	Unité de biomasse bois .....	41
4.3.6.	Hygiène et sécurité .....	41
4.3.7.	Choix des constructeurs .....	42
5.	Sélection des scénarios, implantation et budgétisation .....	43
5.1.	Présentation des scénarios .....	43
5.1.1.	Implantation et critères de déploiement .....	43
5.1.2.	Suivi et accompagnement .....	44
5.2.	Budgétisation .....	45
5.2.1.	Coût d'investissement .....	45
5.2.2.	Coût de fonctionnement .....	45
5.3.	Planning de mise en place .....	46
5.4.	Impacts environnementaux des scénarios .....	47
5.5.	Etude de risques pour l'installation d'équipements .....	48
5.5.1.	Risques naturels .....	48
5.5.2.	Risques technologiques et autres .....	49
5.5.3.	Risques liés au process .....	50
Conclusion	.....	51
Bibliographie	.....	52
Annexes	.....	55

## Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des différents types de méthanisation .....	11
Tableau 2 : Avantages et inconvénients de la méthanisation .....	12
Tableau 3 : Avantages et inconvénients du compostage.....	14
Tableau 4 : Avantages et inconvénients de la combustion .....	16
Tableau 5 : Tableau récapitulatif de gestion des déchets au CET de Wallis.....	24
Tableau 6 : Récapitulatif de la disponibilité des déchets verts.....	26
Tableau 7 : Récapitulatif de la disponibilité des gisements.....	30
Tableau 8 : Synthèse des besoins en valorisation sur Wallis et Futuna .....	30
Tableau 9 : Réglementation ICPE pour les traitements .....	32
Tableau 10 : Réglementation ICPE pour les valorisations .....	32
Tableau 11 : Impact environnementaux actuel de la gestion des lisiers et des eaux usées .....	35
Tableau 12 : Dimensionnement de l'unité domestique agricole.....	37
Tableau 13 : Dimensionnement de la production de biogaz .....	37
Tableau 14 : Dimensionnement de l'unité agricole et assainissement .....	38
Tableau 15 : Dimensionnement de la production de biogaz .....	39
Tableau 16 : Dimensionnement des intrants de l'unité multi-déchets.....	40
Tableau 17 : Dimensionnement de la production de biogaz .....	40
Tableau 18 : Données sur les intrants du compostage .....	40
Tableau 19 : Dimensionnement de la plateforme de compostage.....	41
Tableau 20 : Présentation des scénarios .....	43
Tableau 21 : Coût d'investissement par scénario .....	45
Tableau 22 : Coût de fonctionnement par scénario et par an .....	46
Tableau 23 : Planning estimatif de mise en place d'un scénario .....	46
Tableau 24 : Impacts globaux environnementaux des scénarios .....	47
Tableau 25 : Impacts spécifiques environnementaux des scénarios.....	48
Tableau 26 : Récapitulatif des risques, causes, conséquences et mesures de prévention .....	50



# Table des figures

Figure 1 : Localisation de Wallis et Futuna (source fond de carte : Encyclopédie Universalis).....	10
Figure 2 : Schéma de principe de méthanisation possible sur Wallis et Futuna.....	11
Figure 3 : Schéma de principe de compostage possible sur Wallis et Futuna .....	14
Figure 4 : Schéma de principe de la combustion possible sur Wallis et Futuna (source fond : Heizomat) .....	16
Figure 5 : Découpage administratif sur Wallis et Futuna .....	18
Figure 6 : Evolution de la population sur Wallis et Futuna (source : INSEE) .....	19
Figure 7 : Carte topographique de Wallis (source : Rapport d'activité 2018, IEOM) .....	20
Figure 8 : Carte topographique de Futuna (source : Rapport d'activité 2018, IEOM) .....	21
Figure 9 : Infrastructures routières sur Wallis (source : Service de l'Etat et du Territoire à Wallis et Futuna) .....	21
Figure 10 : Infrastructures routières sur Futuna (source : Service de l'Etat et du Territoire à Wallis et Futuna) .....	22
Figure 11 : Photos du CET de Wallis (source : Catherine Marquet) .....	23
Figure 12 : Photos du CET de Futuna (source : Catherine Marquet) .....	23
Figure 13 : Répartition des culture dans l'agriculture vivrière sur Wallis et Futuna (cf. DETAILLE, R., 2015).....	25
Figure 14 : Type de culture sur Wallis et Futuna (source : Catherine MARQUET) .....	25
Figure 15 : Coutume pratiquée sur Wallis et Futuna (source : Catherine Marquet) .....	27
Figure 16 : Mode de gestion des cochons et de leurs lisiers (source : Catherine Marquet) .....	28
Figure 17 : Mode de gestion de la filière aviaire (source : Catherine Marquet) .....	29
Figure 18 : Schéma d'une installation expérimentale sur Futuna (source : DSA de Futuna) .....	31
Figure 19 : Cartes de vulnérabilité de Wallis (source : Service Territorial de l'Environnement).....	34
Figure 20 : Schéma de principe de l'unité domestique agricole.....	36
Figure 21 : Schéma de principe de l'unité domestique agricole et assainissement.....	38
Figure 22 : Schéma de principe de l'unité multi-déchets .....	39
Figure 23 : Schéma de principe de l'unité biomasse bois .....	41
Figure 24 : Localisation des zones potentielles d'implantation .....	44
Figure 25 : Localisation des séismes à proximité de Wallis et Futuna (source : plan séisme Wallis et Futuna, 2008) .....	49

## Liste des sigles et symboles

ADEME : Agence du Développement et de Maîtrise de l'Energie

ARENE : Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Energies

CEFADE : Centre Francophone de Recherche Partenariale sur l'Assainissement, les Déchets et l'Environnement

CET : Centre d'Enfouissement Technique

CGAAER : Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux

CIRAD : Centre de Coopération en Recherche Agronomique pour le Développement

D3E : Déchet d'équipement électrique et électronique

DOM-TOM : Département et Territoire d'Outre-Mer

DSA : Direction du Service Agricole

IEOM : Institut d'Emission d'Outre-Mer

IFIP : Institut Français du Porc

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

K : Potassium

MO : Matière Organique

N : Azote

OMr : Ordures Ménagères résiduelles

PPE : Plan Pluriannuel de l'Energie

SPC : Pacific Community / Communauté du Pacifique

VHU : Véhicules Hors d'Usage

WABEF : Western Africa Bio wastes for Energy and Fertilizer

# Introduction

Le territoire de Wallis et Futuna est un ancien protectorat français devenu collectivité d'Outre-Mer par référendum en 1959. Il est situé dans l'océan Pacifique entre les îles Fidji et la Nouvelle Calédonie à 16 000 km de la métropole. Trois îles principales le composent : Wallis, Futuna et Alofi. Futuna et Alofi sont aussi appelés les « îles Horn » et sont situées à 230 km de Wallis.

Sur Wallis et Futuna, on compte plus de 25 000 porcs pour environ 11 000 habitants, ce qui fait plus de 2 porcs par habitant. Cette population importante produit du lisier qui n'est pas géré de façon optimale. En effet, le nombre de fosses à lisier est très faible et elles sont le plus souvent en mauvais état (mauvaise étanchéité, débordement...). De plus, aucune collecte de ces lisiers n'est réalisée. Cette gestion mal adaptée entraîne une contamination des milieux : le sol par un apport trop riche en azote et en phosphore, et les eaux de baignade avec une pollution bactérienne. A terme, cette pollution pourrait atteindre la ressource en eau qui est très sensible. Une politique de lutte contre les pollutions organiques diffuses a donc été mise en place pour essayer de régler le problème.

Sur Wallis et Futuna, plus de 90 % de l'énergie consommée est importée. Cette énergie est utilisée aussi bien pour faire la cuisine avec du gaz en bouteille ou produire de l'électricité via les centrales à fioul. Ces énergies importées ne sont pas renouvelables et contribuent à la dépendance énergétique de Wallis et Futuna. Le dernier PPE (Plan Pluriannuel de l'Énergie) se veut très ambitieux en proposant les objectifs suivants :

- 50% d'énergie renouvelables sur le territoire en 2030,
- Indépendance énergétique en 2050.

Dans le cadre de ces politiques publiques, le Service Territorial de l'Environnement souhaite développer une valorisation de la biomasse afin de limiter la pollution diffuse liée au lisier mais aussi pour répondre au dernier PPE.

On peut donc se demander comment atteindre ces objectifs sur Wallis et Futuna, tout en valorisant la biomasse disponible. Pour répondre à cette question, un état de l'art sera réalisé pour pointer les contraintes d'un territoire insulaire, dont le niveau de développement est inférieur à la métropole et sous climat tropical. Puis, un état des lieux de la biomasse définira les quantités et la disponibilité du gisement. Des modes de traitements seront alors envisagés et dimensionnés. Enfin, une analyse du contexte technique, social et réglementaire sera réalisée pour que les scénarios proposés correspondent au mieux à la réalité du terrain.

Le bureau d'étude Antea Group a répondu à l'appel d'offre du Service Territorial de l'Environnement de Wallis et Futuna. L'équipe qui a travaillé sur le sujet était composée de Catherine Marquet en tant que chef de projet, Pascal Levasseur comme spécialiste de la filière porcine (IFIP) et moi-même. J'ai travaillé sur toutes les parties du rapport, du contexte, au gisement, aux traitements et à la partie économique. Tout mon travail a été supervisé par ma tutrice de stage. Le livrable de l'entreprise était un rapport d'Avant-Projet Sommaire de 96 pages, puis un rapport d'Avant-Projet Détaillé ainsi que plusieurs présentations de l'étude et de son avancement.

# 1. État de l'art sur la valorisation organique en milieu tropical et/ou en développement

Les îles de Wallis et Futuna sont situées dans l'océan Pacifique à proximité de l'équateur (cf. Figure 1). Cette localisation implique un climat tropical qui très différent de celui de la métropole. D'après la classification de Köpen Geiger, le climat tropical est caractérisé par :

- Des températures moyennes supérieures à 18°C toute l'année,
- Pas d'hiver,
- Des fortes précipitations toute l'année.

L'isolement dû au contexte insulaire fait de Wallis et Futuna un territoire où les technologies très évoluées ne sont pas adaptées. Des technologies plus rustiques mises en œuvre dans les pays en développement pourraient convenir.

Un état des lieux des projets de valorisation de la biomasse par méthanisation, compostage ou combustion a donc été réalisé en milieu tropical ou/et en développement. Les technologies mises en œuvre et les retours d'expérience sur place ont été synthétisés.



Figure 1 : Localisation de Wallis et Futuna (source fond de carte : Encyclopédie Universalis)

## 1.1. La méthanisation

La **méthanisation** est un processus biologique naturel de dégradation de la matière organique sans présence d'oxygène (anaérobie) par des micro-organismes. Ce processus existe depuis des milliers d'années et peut encore être observé aujourd'hui de façon naturelle dans les marais. Elle se déroule en 4 étapes successives :

- L'**hydrolyse** : les molécules sont découpées en molécules plus simples. Cette étape est très lente donc limitante ;

- L'**acidogénèse** : les bactéries acidogènes produisent des alcools, des acides organiques mais aussi de l'hydrogène et du dioxyde de carbone ;
- L'**acétogénèse** : les bactéries fabriquent des précurseurs du méthane : l'acétate, le dioxyde de carbone et de l'hydrogène ;
- La **méthanogénèse** : les micro-organismes produisent le méthane à partir des molécules précédentes.

Les digesteurs assurant le processus de méthanisation sont de tailles variées, du format familial de quelques m<sup>3</sup> jusqu'au format industriel de plusieurs centaines de m<sup>3</sup>. Les intrants utilisés sont des déchets organiques qui sont le plus généralement enfouis ou incinérés. Le temps de séjour de ces intrants varie souvent entre 40 et 60 jours. Leur dégradation permet d'obtenir deux produits : le digestat et le biogaz (cf. Figure 2). Le digestat est valorisable dans l'agriculture comme engrais organique car il contient beaucoup d'éléments minéraux (N, K ...). Le biogaz peut être valorisé de plusieurs façon en fonction des besoins : gaz de cuisine, chaleur/froid, électricité, carburant ...

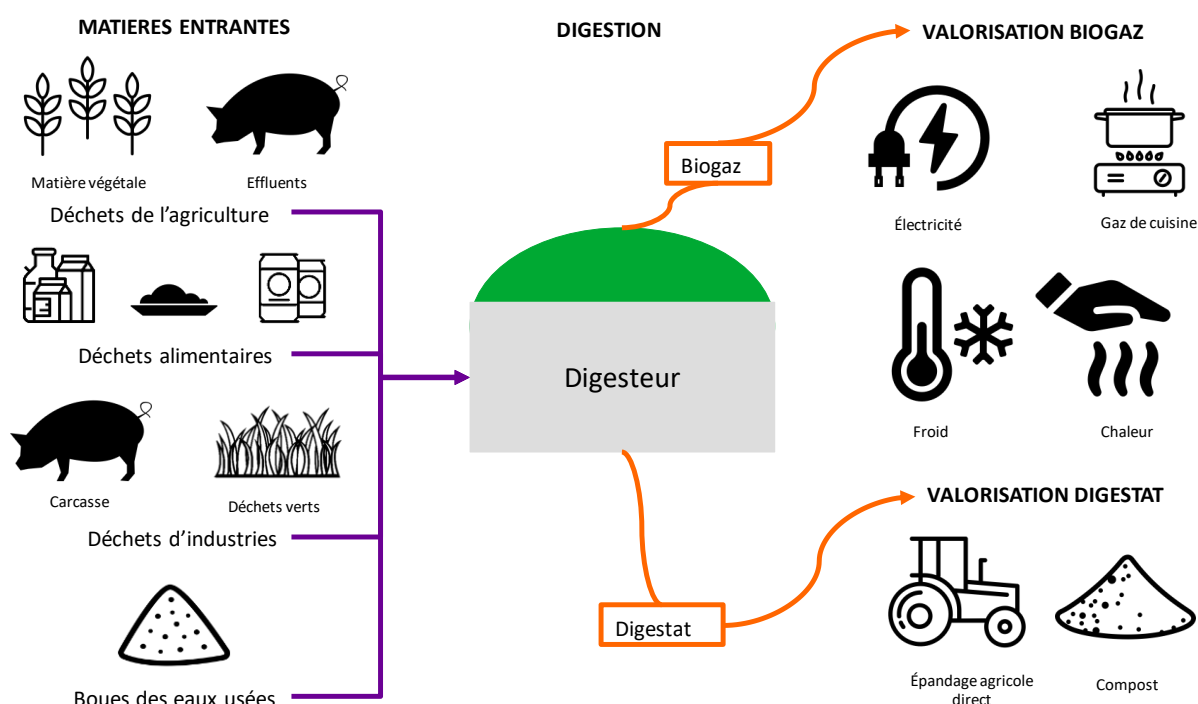


Figure 2 : Schéma de principe de méthanisation possible sur Wallis et Futuna

Plusieurs catégories de méthanisation sont identifiées durant l'état de l'art (cf. Annexe 1.1.1) avec leurs avantages, leurs inconvénients et leurs particularités.

Tableau 1 : Caractéristiques des différents types de méthanisation

	Domestique	Agricole	Industrielle	Territoriale/Centralisée
Lieu d'implantation	Chez un particulier/agriculteur	Chez un agriculteur	Chez un industriel	Sur un site dédié
Type de déchets	Déchets alimentaires, déchets verts, Effluents d'élevage	Effluents d'élevage, résidus de cultures	Déchets agro-industriels	Déchets organiques mutualisés

Il existe trois régimes de fonctionnement pour la méthanisation en fonction de la température :

- Psychrophile : 10-25°C
- Mésophile : 25-40°C
- Thermophile : 45-60°C

Les températures en milieu tropical étant supérieures à 18°C en moyenne, il n'est pas nécessaire de chauffer le digesteur pour fonctionner en type mésophile. Plusieurs avantages et inconvénients sont identifiés pour la mise en place d'unités de méthanisation (cf. *Tableau 2*).

**Tableau 2 : Avantages et inconvénients de la méthanisation**

Type de critères	Avantages	Inconvénients
<b>Sociaux</b>	-Maintenance et création d'activité, d'emplois	-Acceptation du voisinage (paysage, odeur ...)
<b>Économiques</b>	-Diminution de la consommation d'énergie fossile et d'engrais, -Diversification des sources de revenus si revente,	-Coût d'investissement important,
<b>Environnementaux</b>	-Diminution de la consommation d'énergie fossile et d'engrais, -Gestion des déchets durable et de proximité, -Autonomie énergétique.	-Risques environnementaux (pollution nappe, ATEX, émissions ...) -Remplacement de culture alimentaire par énergétique

### **La méthanisation domestique (cf. Annexe 1.1.1)**

La méthanisation domestique ou micro-méthanisation n'est pas une technologie récente. En Chine, depuis les années 1990, le gouvernement promeut des installations de méthanisation domestique dans les zones rurales. Le même phénomène a été constaté en Inde. Cette démarche permet une indépendance énergétique pour la population pratiquant souvent l'agriculture et possédant de faibles revenus (cf. *CELERIER. I, 2012*). Par conséquent, les principaux constructeurs de digesteurs de petites tailles sont chinois ou indiens.

Les projets de micro-méthanisation sont en augmentation ces dernières années. Ils permettent de répondre à plusieurs problématiques comme la gestion des déchets dans des contextes isolés mais aussi à la dépendance énergétique vis-à-vis des importations (cf. *Tableau 1*). A grande échelle, ils sont souvent financés soit par le gouvernement, soit par des associations. Le principal inconvénient de ces installations est leur durée de vie. Si aucun suivi n'est fait par des personnes extérieures à l'utilisation, alors l'installation est souvent abandonnée au bout de quelques années suite à des problèmes techniques. Une formation des différents acteurs est nécessaire ou une assistance technique comme c'est le cas sur l'archipel de Tuvalu. L'assistance technique est assurée par la SPC (Pacific Community).

### **La méthanisation agricole (cf. Annexe 1.1.1)**

La méthanisation agricole seule est moins courante dans les pays tropicaux car le plus souvent, les petits agriculteurs possèdent un méthaniseur pour tous leurs déchets organiques (résidus de culture, effluents agricoles, biodéchets domestiques ...). Les méthanisations qualifiées d'agricole sont le fruit d'un regroupement entre agriculteurs. Les digestats produits sont réutilisés directement sur les parcelles à la place des engrais. La valorisation du biogaz est souvent électrique grâce à un groupe électrogène adapté.

### **La méthanisation industrielle (cf. Annexe 1.1.1)**

Très développé avec les industries sucrières et les rumeries dans les DOM-TOM (Département et Territoire d'Outre-Mer), la méthanisation industrielle est aussi bien implantée en Afrique dans les abattoirs. Elle permet de gérer sur place un grand volume de déchets organiques. L'énergie produite est souvent utilisée directement dans le process à la place des énergies fossiles, comme par exemple à la Réunion dans la distillerie Rivière du mât.

### **La méthanisation territoriale/centralisée (cf. Annexe 1.1.1)**

Ce type de méthanisation est beaucoup moins présent dans les climats tropicaux car il nécessite un gisement mobilisable suffisant, de l'espace et une bonne organisation. Il est issu de la coopération entre plusieurs entités. Cette méthanisation est donc difficile à mettre en place et nécessite le plus souvent des financements importants. On peut notamment citer le site pilote de Lusaka en Zambie qui a bénéficié d'un financement de l'ADEME.

## Gisement des déchets et étude du terrain

L'état des lieux des gisements et du terrain est indispensable comme première étape d'un projet comme le montre l'exemple de l'usine de Lucknow en Inde. L'Inde est un pays où, comme la Chine, la micro-méthanisation est développée depuis un certain nombre d'années. En 2000, après une étude de faisabilité, un projet de méthanisation des ordures ménagères est lancé pour obtenir de l'énergie. Mais après quelques mois, la production d'énergie attendue n'est pas là. En effet, depuis plusieurs années, les agents de collecte récupèrent les déchets organiques pour leur propre micro-digesteur. Il ne reste donc pas assez de matières fermentescibles pour le nouveau méthaniseur (cf. CIRELLI, 2015, p270-271). La chaîne de production est court-circuitée. Il faut donc faire attention aux études de terrain trop rapides qui ne font que calquer une technologie sur un nouveau lieu sans tenir compte des pratiques.

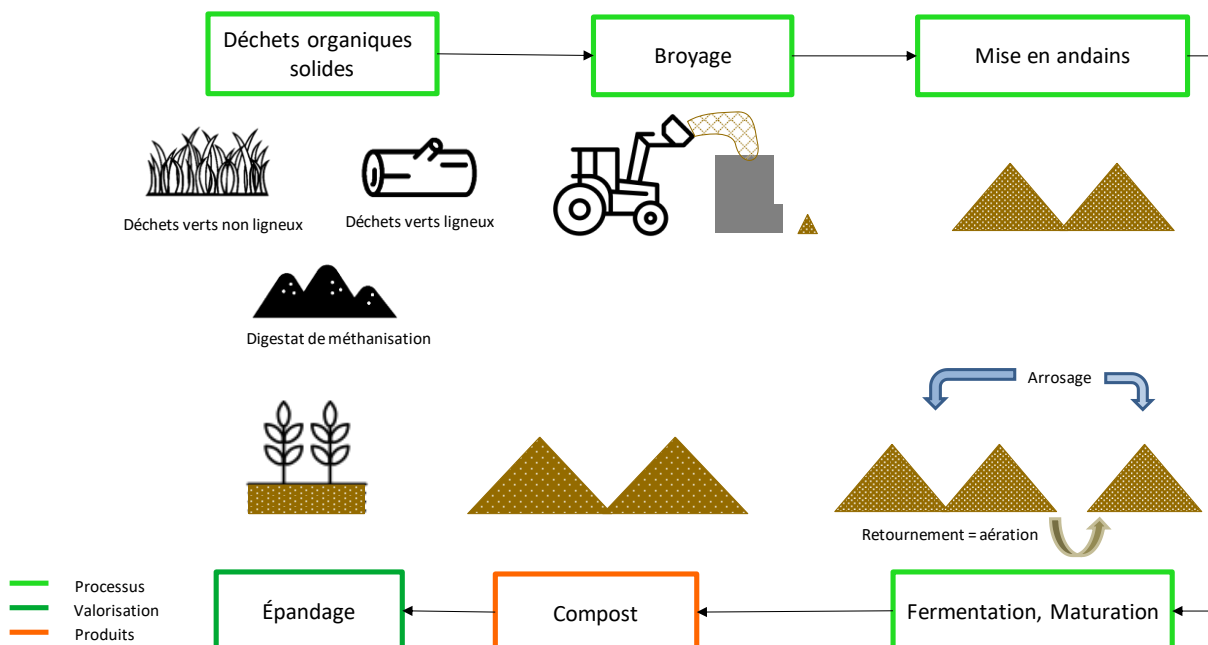
## 1.2. Le compostage

Le **compostage** est un processus biologique de dégradation de la matière organique en présence d'oxygène (aérobie). Ce processus permet une diminution de poids et de volume des intrants. Il est composé de deux étapes fondamentales :

- **L'hygiénisation et fermentation** : la température du tas de compost monte pour atteindre 70-80°C.
- **Le refroidissement et la maturation** : la matière organique se réorganise et se stabilise. On obtient des composés humiques.

Le processus de compostage nécessite une optimisation de certains paramètres pour assurer un bon fonctionnement (cf. CIRAD) :

- **Le taux d'humidité** : le taux optimal est situé entre 55-65%. Un arrosage est parfois nécessaire pour assurer un bon taux d'humidité.
- **L'oxygénation** : les micro-organismes responsables de la dégradation de la matière organique fonctionnent seulement en présence d'oxygène. L'oxygène au centre des andains est rapidement consommé par les micro-organismes, il est donc nécessaire de l'aérer par des retournements pour oxygéner le tas et continuer le process.
- **La température** : son évolution au cours du temps permet d'évaluer dans quelle phase se situe l'andain concerné. Une température supérieure à 55 °C pendant 4 jours permet d'éliminer un maximum de pathogènes.
- **Le rapport C/N** : ce rapport décroît tout au long du processus, il est optimal au départ entre 30 et 35. Il faut donc faire attention à la proportion de chaque type d'intrant. On considère que le compost est mûr quand ce rapport atteint 10 à 15.
- **Le pH** : le pH le plus favorable aux micro-organismes se situe entre 7 et 7,5.





### Figure 3 : Schéma de principe de compostage possible sur Wallis et Futuna

Les intrants sont des déchets organiques assez variés qui peuvent être liquides ou solides mais leur mélange doit être manipulable. Il est possible d'avoir des déchets alimentaires, des déchets verts, des effluents agricoles ou encore des déchets de bois (cf. Figure 3).

Le seul sous-produit du compostage est le compost qui est utilisé comme amendement organique le plus souvent en agriculture mais aussi chez les particuliers.

Il existe plusieurs méthodes de compostage en fonction de leur taille. Elles sont séparées en plusieurs catégories :

- **Domestique** : le compostage domestique regroupe les composts au fond du jardin et les composts partagés en pied d'immeuble ou d'habitation.
- **Agricole** : le compostage agricole regroupe le compost fabriqué par des agriculteurs et utilisé en grande partie sur place.
- **Industrielle** : le compostage industriel regroupe les plateformes de compostage qui collectent les déchets et ensuite revendent le compost.

Le compostage est une catégorie de valorisation de la biomasse qui possède aussi bien des avantages que des inconvénients. Ces derniers sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Avantages et inconvénients du compostage

Type de critères	Avantages	Inconvénients
<b>Sociaux</b>	-Maintenance et création d'activité, d'emplois	-Acceptation du voisinage (paysage, odeur ...) -Attire les animaux et les insectes (rats, mouches ...)
<b>Économiques</b>	-Diminution de l'achat d'engrais	- Vente du compost parfois peu rentable
<b>Environnementaux</b>	-Régénération des sols	- Compost pas toujours de bonne qualité (présence de métaux ou de pathogènes)

### La qualité du compost et les normes (cf. Annexe 1.1.2)

La composition du compost entre les milieux tropicaux et tempérés est sensiblement différente et s'explique par le climat et non la qualité des intrants (cf. SIERRA, J. et al, 2017 & Calédonie Bureau d'études, 2013). En effet, la température moyenne extérieure pendant la phase de maturation permet une dégradation plus importante de la matière organique. Les pluies régulières lessivent les andains et entraînent certains éléments minéraux. Le taux des éléments C, N et K dans le compost tropical est inférieur à celui d'un compost métropolitain. L'ensoleillement important accélère la minéralisation du compost. Un suivi de la température des andains est donc indispensable, ainsi qu'une protection contre la pluie et le soleil.

Sur les composts étudiés, certains sont normés :

- NFU 44 051 : amendements organiques ;
- NFU 44 095 : amendements organiques - composts contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux ;
- NFU 44 551 : support de culture ;
- NFU 42 001 : engrais.

Si la majorité des composts normés sont issus des DOM-TOM, un des composts est issu de Madagascar. La norme la plus utilisée est la NFU 44 051.



### **La technicité, les objectifs et la motivation (cf. Annexe 1.1.2)**

Si dans le DOM-TOM, le compostage se fait plutôt à partir de déchets verts. Les expériences en Afrique montrent que le compostage de la fraction fermentescible des OMr (Ordures Ménagères résiduelles) est très utilisé. Le plus généralement, les ordures sont reçues et triées mécaniquement pour les grosses fractions et manuellement pour les petites. (cf. *CEFRADE, 2012 p33-35*) Dans ce contexte-là, les objectifs sont sensiblement les mêmes :

- Une gestion des déchets qui permet des conditions environnementales et sanitaires acceptables (*ex* : enlever les ordures des quartiers) ;
- Un rendement agricole en hausse ;
- Des économies sur le transport des OMr ;
- La création d'emplois.

En effet, à la construction de la plateforme de Dschang au Cameroun, beaucoup d'habitants possédaient une parcelle agricole qu'ils alimentaient en engrais chimique. Le rendement de ces parcelles est souvent faible. La pratique du compostage est inconnue aux agriculteurs mais les avantages sont très vite identifiés. Les résultats des épandages de compost et cette gestion des déchets permettent d'emporter la motivation et l'implication des agriculteurs et de leur famille.

### **Les acteurs et les soutiens financiers (cf. Annexe 1.1.2)**

En Afrique, la mise en place des plateformes de compostage est pilotée grâce à deux acteurs :

- Une association, voire une entreprise, qui s'occupe de la partie terrain, technique ;
- Une institution gouvernementale qui finance en partie le projet et s'assure de son acceptation à un niveau politique.

A Madagascar, dans les années 2000, c'est une association qui s'occupait du compostage avec l'aval de la collectivité. Au fur et à mesure, la structure s'est professionnalisée pour devenir une entreprise. (cf. *Madacompost*)

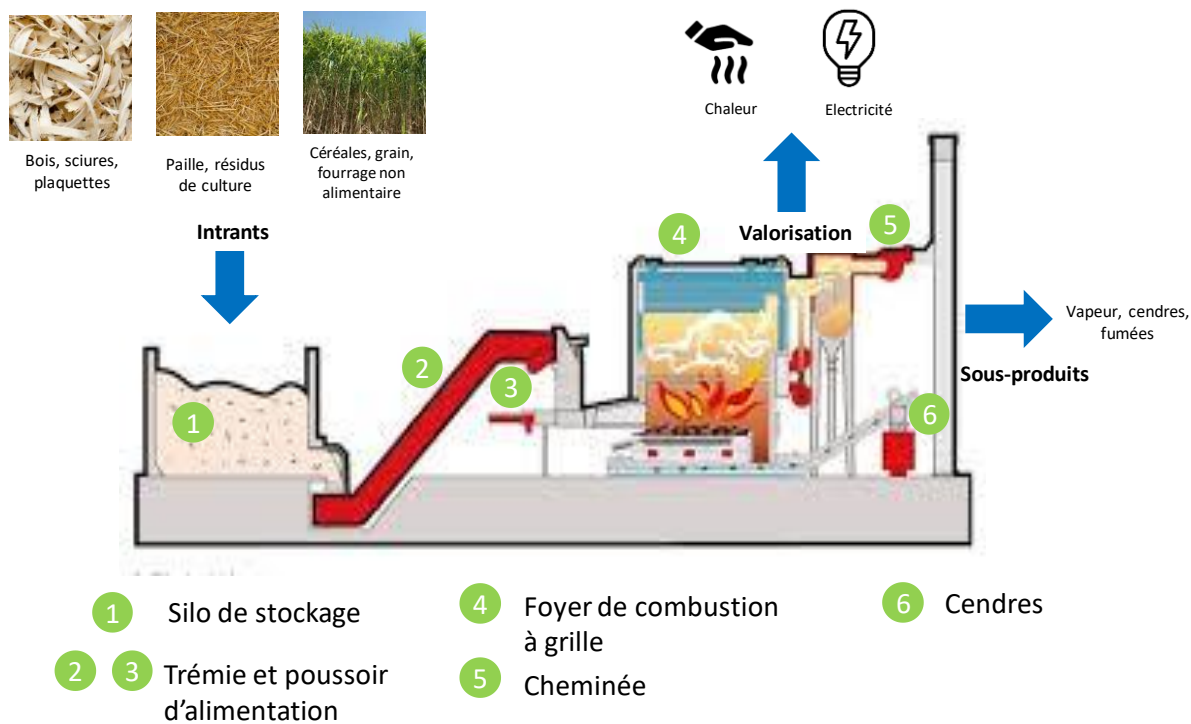
Pour le projet de Dschang (cf. *NGNIKAM, 2013*), l'opérateur local est ERA Cameroun qui s'occupe de la plateforme, de la sensibilisation des populations et de la promotion du compost.

Dans les DOM-TOM, la gestion des déchets est une compétence des collectivités. Le financement des installations est donc souvent assuré par les collectivités. Il existe plusieurs modes de gestion dont les deux suivants sont les plus importants :

- **Régie** : la collectivité gère en direct son service public en exploitant ses installations. Le financement se fait à travers les taxes que payent les habitants pour avoir accès à ce service.
- **Délégation de service public (DSP)** : c'est un contrat grâce auquel une entreprise exploite les installations pour une collectivité. Les recettes sont perçues directement par l'exploitant.

## **1.3. La combustion**

La **combustion** est un processus physique de dégradation de la matière organique. Ce processus nécessite une augmentation de température pour démarrer, et une enceinte confinée pour perdurer (cf. *Figure 4*).



**Figure 4 : Schéma de principe de combustion sur Wallis et Futuna (source fond : Heizomat)**

Les intrants sont :

- Bois, sciures, plaquettes, sous-produits de bois ;
- Céréales, grains, fourrages non alimentaires ;
- Paille, résidus de cultures.

Les sous-produits sont :

- La vapeur qui peut être valorisable sous forme de chaleur ou d'électricité ;
- Les cendres qui sont les résidus solides de la combustion et qui vont être éliminées ;
- La fumée qui est traitée dans les cheminées via des filtres

La combustion est une valorisation de la biomasse qui possède aussi bien des avantages que des inconvénients (cf. *Tableau 4*).

**Tableau 4 : Avantages et inconvénients de la combustion**

Type de critères	Avantages	Inconvénients
<b>Sociaux</b>	-Maintien et création d'activité, d'emplois	-Acceptation du voisinage (paysage, odeur ...)
<b>Économiques</b>	-Diminution de la facture d'énergie	-Coût de fonctionnement parfois important
<b>Environnementaux</b>	-Diminution de la consommation d'énergie fossile	-Source de la ressource et attention à l'épuisement des stocks -Remplacement de culture alimentaire par énergétique

La combustion domestique type cheminée ou brasero n'est pas prise en compte dans ce retour d'expérience car le but n'est pas de valoriser la MO (Matière Organique) mais plutôt de l'utiliser.

### **La combustion industrielle (cf. Annexe 1.1.3)**

La combustion industrielle est un mode de valorisation courant dans les installations industrielles pour répondre aux besoins en électricité et en chaleur. La quantité d'intrants, souvent très importante, est

issu d'un process industriel. Dans les DOM-TOM, les industries sucrières et de rhumerie (cf. *LABOUBEE, Céline, 2013*) y ont souvent recours. Le biogaz est le plus souvent valorisé en chaleur et en électricité via de la cogénération.

Plusieurs pistes de développement de la combustion sont évoquées :

- **L'augmentation des rendements** de la canne à sucre produirait plus de résidus pour la combustion,
- La culture d'une nouvelle race : la **canne à fibre** qui donne des résidus avec plus de fibre et donc de potentiel de combustion,
- L'utilisation du **bois énergie** pour la combustion. Une estimation du gisement de 60 000 t/an a été réalisée. Actuellement, seuls les résidus de scierie sont utilisés.

En Afrique, ces installations sont moins développées que celle de méthanisation. Une grande installation est actuellement en construction en Côte d'Ivoire.

## 2. Présentation du territoire

### 2.1. Organisation administrative et population

Du fait de son histoire particulière et de son éloignement, l'organisation administrative de Wallis et Futuna est très différente de celle de la métropole. (cf. *Préfecture des Îles de Wallis et Futuna, 2019*)

- **État français** : le préfet de Wallis et Futuna représente l'état et est assisté du conseil territorial. Ce conseil a seulement un avis consultatif. Les compétences du préfet sont : la défense, le respect de la loi, le trésor public, la douane, le contrôle administratif et financier, la santé et l'enseignement.
- **Assemblée territoriale** : elle est composée de 20 membres élus des deux îles. Ses compétences sont : la fiscalité, les douanes, le droit social, le foncier, l'environnement, l'urbanisme et l'énergie. Toutes les décisions prises par l'assemblée doivent être approuvées par le préfet.
- **Royaumes coutumiers** : Wallis et Futuna compte trois royaumes : Uvea sur Wallis, Sigave sur Futuna et Alo sur Futuna et Alofi (cf. *Figure 5*). Ces royaumes possèdent chacun un roi, un 1<sup>er</sup> ministre et 5-6 autres ministres. Leurs compétences sont : les relations publiques, la mer, la culture, la santé, l'environnement et la police.
- **Chefferies** : le royaume d'Uvea est découpé en 3 districts avec chacun un chef. Chaque chef de district a autorité sur les chefs de village de son territoire. Les compétences des chefs de villages sont : le foncier, les différents familiaux et les cérémonies.
- **Circonscriptions** : il existe trois circonscriptions qui recoupent l'aire géographique des royaumes. Chaque circonscription possède un conseil présidé par le roi. Leur fonctionnement est semblable à celui d'une commune métropolitaine. Les compétences de la circonscription sont : l'état civil, le social et la salubrité publique dont la gestion des déchets.

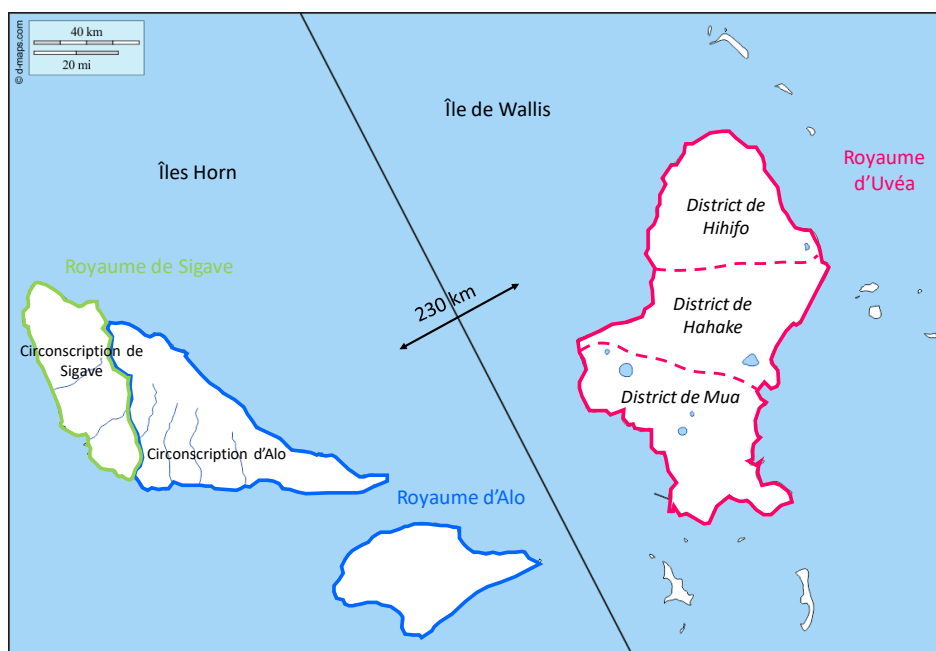


Figure 5 : Découpage administratif sur Wallis et Futuna

**Même si le projet de valorisation de la biomasse est piloté par le Service de l'Environnement de Wallis, il est nécessaire d'avoir une acceptation et une motivation de la part des différentes couches de l'administration pour fonctionner. Un accord des chefs de village est indispensable avant l'installation de tout dispositif.**

D'après les chiffres 2018 de l'INSEE, les îles de Wallis et Futuna comptent 11 600 habitants dont 70 % habitent sur Wallis. La densité de population est d'environ 85,9 hab/km<sup>2</sup>, ce qui fait que l'habitat est très dispersé. (cf. INSEE, 2018).



**Figure 6 : Evolution de la population sur Wallis et Futuna (source : INSEE)**

Depuis 2003, la population sur le territoire est en constante diminution (cf. Figure 6). La composition d'un foyer moyen est passé de 4,1 à 3,8 personnes entre 2013 et 2018. Cette tendance peut s'expliquer par deux facteurs :

- **Une forte émigration** : cette émigration vient principalement des jeunes qui partent soit pour faire des études ou pour trouver du travail. En effet, le taux de chômage des moins de 25 ans est de 42,7 % alors que celui de la population globale est de 13,1 %.
- **Une faible fécondité** : le nombre d'enfants par femme est passé de 4,5 à 2,1 en 30 ans.

Ces deux facteurs impliquent un vieillissement de la population qui s'accroît.

**Le projet de valorisation de la biomasse nécessite un peu de main d'œuvre. Son implantation sur Wallis et Futuna pourrait permettre de freiner l'émigration. Les données de population permettront de dimensionner les installations.**

## 2.2. Géophysique et réseaux

### 2.2.1. Ressource en eau, géologie et topographie

Les îles de Wallis et Futuna sont des îles volcaniques situées à proximité de la faille des Fidji. Elles sont donc sensibles aux séismes, tsunamis et glissements de terrains. Elles possèdent un climat tropical qui, entre novembre et avril, les soumet à des pluies tropicales et des cyclones.

L'île de **Wallis** a une surface de 77,9 km<sup>2</sup>. Elle est plate avec un point culminant à 151 m (Mont Lulu Fakahega) (cf. Figure 7). Les sols ont un faible pouvoir épurateur mais une forte perméabilité, ce qui les rends très sensibles aux pollutions comme par exemple celle des lisiers porcins. Le réseau hydrographique est presque inexistant, seuls quelques lacs sont présents sur l'île. Wallis est entourée d'un lagon qui est fortement pollué. En effet, les fortes pluies lessivent le sol et entraînent avec elles beaucoup de polluant dont les lisiers. Le risque de leptospirose est donc très important, ainsi que les pollutions bactériennes. Malgré ces problématiques, aucun suivi régulier de la qualité de l'eau du lagon n'est réalisé.

La réserve d'eau potable sur **Wallis** est constituée d'une lentille d'eau douce de 70-80 millions de m<sup>3</sup> qui est subaffleurante, donc sensible aux pollutions. L'eau potable est pompée directement dans la lentille pour alimenter toute l'île. Une dégradation de la qualité de l'eau pompée a été constatée sur 3 villages au sud de l'île (cf. *MARQUET, 2020*). Ces villages sont situés sur le littoral, là où la profondeur de la lentille est la plus faible. Un autre risque pour la qualité de l'eau est la contamination par l'eau de mer. En effet, la lentille est en équilibre constant avec l'eau salée et un surprélèvement pourrait le modifier. Ce risque s'accroît au fil des ans car la recharge de la lentille se fait uniquement par la pluviométrie qui diminue au fil des ans.

**Une pollution importante de la lentille d'eau douce rendrait Wallis dépendant des importations pour s'alimenter en eau potable. La gestion des lisiers porcins est donc un enjeu très important sur l'île.**



**Figure 7 : Carte topographique de Wallis (source : Rapport d'activité 2018, IEOM)**

L'île de **Futuna** mesure 46,28 km<sup>2</sup>. Contrairement à Wallis, le relief de Futuna est très marqué et le point culminant se situe à 524 m (Mont Puke) (cf. *Figure 8*). Le réseau hydrographique est important et pendant les épisodes de fortes pluies, le ruissellement est renforcé. Ce ruissellement entraîne un lessivage et une déminéralisation des sols. Le réseau d'eau de Futuna est assuré grâce à des captages sur les flancs des collines. Malgré des postes de chloration, l'eau distribuée est non potable à cause des apports telluriques lors des fortes pluies. En effet, ces derniers favorisent le développement bactérien. L'île est donc dépendante de l'eau en bouteille d'importation. Des travaux sont prévus pour la rendre potable.

L'île d'**Alofi** est non habitée et mesure 17,78 km<sup>2</sup>. Le point culminant est situé à 417 m. Il n'existe aucun réseau d'eau sur l'île.

**Une mauvaise gestion des lisiers et la pollution qui en découlerait rendraient inefficace les projets de travaux sur le réseau d'eau de Futuna. Leur gestion est donc aussi importante que sur Wallis.**





Figure 8 : Carte topographique de Futuna (source : Rapport d'activité 2018, IEOM)

## 2.2.2. Circulation et liaison

La circulation routière est aléatoire sur le territoire. En effet, l'état (bitumé, bétonné ou en terre) et l'entretien des routes est très variable (cf. Figure 9 et 10). Par exemple, les routes secondaires sont très peu entretenues, et sur **Futuna**, la route de la côte est coupée depuis 2010 à cause du cyclone Tomas.

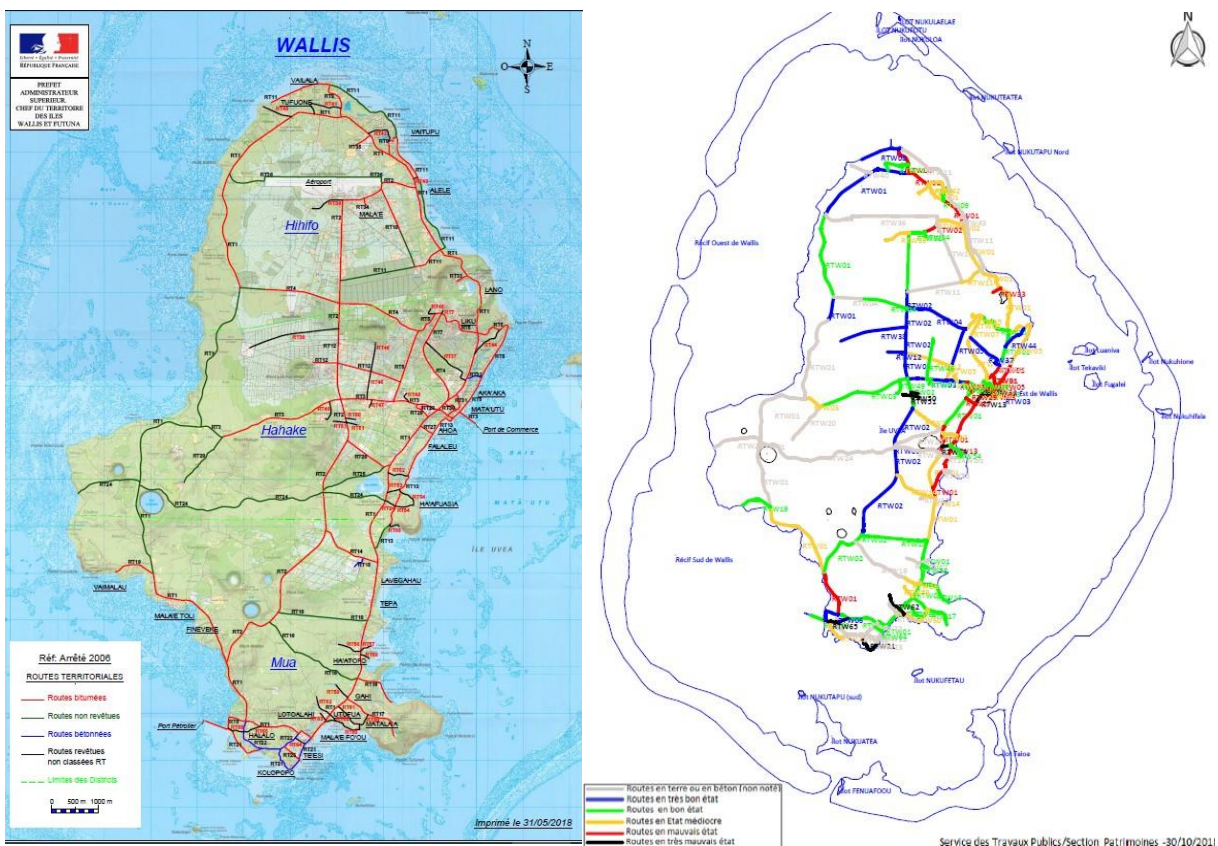


Figure 9 : Infrastructures routières sur Wallis (source : Service de l'Etat et du Territoire)



Figure 10 : Infrastructures routières sur Futuna (source : Service de l'Etat et du Territoire)

**Une collecte de la biomasse par la route semble donc à ne pas privilégier au vu de la mauvaise qualité des infrastructures et de la difficulté d'accès des habitations.**

Les liaisons avec l'extérieur se font par avions ou par bateaux, mais la situation est très différente entre les îles.

Sur **Wallis**, il y a un aéroport international qui assure des liaisons avec la Nouvelle-Calédonie et les îles Fidji plusieurs fois par semaine en contexte normal. Les liaisons vers Futuna sont quotidiennes. Les liaisons maritimes ne permettent plus le transport de passager depuis 1980 et sont très limitées (cf. *Préfecture des Îles Wallis et Futuna, 2019*) :

- un pétrolier, 1 fois par mois,
- un butanier, tous les 45 jours,
- un porte-conteneur, 1 fois par mois.

Sur **Futuna**, il y a seulement un aérodrome qui assure les liaisons aériennes vers Wallis avec une fréquence de 2-3 fois par semaine en moyenne. Un porte conteneur fait des rotations entre Wallis et Futuna tous les 2-3 semaines.

**L'éloignement des îles et leur dépendance énergétique rend la situation tendue en cas de pénurie ou problème de liaisons. Il faudra privilégier lors du projet des équipements nécessitant peu de pièces détachées.**

## 2.3. Infrastructures de gestion

### 2.3.1. Gestion des déchets

Les îles de Wallis et Futuna sont très dépendantes de l'importation qui génère beaucoup de déchets d'emballages. La gestion des déchets sur le territoire est assurée par deux centres d'enfouissement technique (CET) de classe 2 aussi appelé Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND).



Sur **Wallis**, le CET est installé à Vailepo depuis 2002. Les tonnages sont estimés à l'œil car le CET n'est pas équipé d'un pont bascule. En 2008, le tonnage estimatif était de 300 m<sup>3</sup>/mois (cf. *NGERESO, 2015*). Les zones de stockage des déchets ne sont pas imperméabilisées. Pour certains déchets tels que les batteries, le stockage se fait même à l'air libre (cf. *Figure 11 et 12*). Le brûlage est une pratique courante pour gagner de la place. En effet, les filières d'évacuation ne sont pas très développées et quand c'est le cas, elles peuvent être incertaines. En 2017, une éco-taxe sur les emballages a été installée. Ce dispositif est une consigne qui est payée à l'achat d'un emballage importé par le consommateur. La consigne de 10 francs Pacifique par emballage est rendue quand le déchet est retourné au CET. Le tonnage collecté s'élevait à 400 t en 2017, et à 1400 t en 2018 (cf. *MARQUET, 2020*).

Sur **Futuna**, le CET est installé à Peka-Moasa depuis 2007. Le tonnage estimé en 2008 est de 160 m<sup>3</sup>/mois. Avant son ouverture, les futuniens utilisaient une décharge sauvage au bord de la mer à Nanu'u. Elle a depuis été réhabilitée et végétalisée pour inciter les particuliers à utiliser le CET. Le démarrage du CET a été compliqué à cause de l'accessibilité, ce qui a entraîné une pérennisation de la décharge de Nanu'u. Depuis, la route d'accès au CET a été bétonnée et la réhabilitation de la décharge a inversé la tendance.



Casier de stockage des emballages



Stockage des D3E



Stockage des déchets verts



Boues séchées des fosses septiques



Brûlage des OMr



Stockage des encombrants

**Figure 11 : Photos du CET de Wallis (source : Catherine Marquet)**



Zone de stockage des VHU



Zone de stockage des ferrailles



Zone de stockage des pneus et des encombrants

**Figure 12 : Photos du CET de Futuna (source : Catherine Marquet)**

**Tableau 5 : Tableau récapitulatif de gestion des déchets au CET de Wallis**

Type de déchets	Tonnage (t/an)	Type de stockage avant valorisation	Type de valorisation
OMr	1080 (2008)	-	Enfouissement (gestion des lixiviats partielle)
Verre	-	à l'air libre	Sous couche routière
Emballages	-	En balles	-
Huiles usagées	38,7 (2018)	Cuve de stockage, bidons	Incinération
DASRI	-	en carton	Incinération, enfouissement
Câbles, batterie	26 (2018)	à l'air libre	Envoie Batterie en Nouvelle-Zélande
Pneus, VHU, D3E, ferrailles ...	-	à l'air libre	-
Déchets verts	240 (2019)	à l'air libre	Compostage ponctuel
Carcasse de cochon	-	en fosse	Chaulage
Eaux usées	1026 (2019)	lit filtrant	Co-compostage ponctuel

La gestion des déchets est la même à Wallis qu'à Futuna (cf. *Tableau 5*). Le CET de Vailepo a connu à plusieurs reprises des problèmes de fonctionnement avec ses incinérateurs (cf. *Service Territorial de l'Environnement, 2010 & MARQUET, 2020*).

**La gestion des déchets sur le territoire n'est pas encore optimale même si la situation s'améliore au fil du temps. La mise en place d'une filière de gestion des déchets organiques nécessiterait un investissement pour sa pérennisation au vu des expériences déjà menées sur place.**

### 2.3.2. Gestion des effluents domestiques

Sur le territoire, il n'existe pas de réseau d'assainissement. La gestion des effluents domestiques se fait donc individuellement grâce à des fosses septiques. Malheureusement, leur gestion n'est pas optimale, 90 % d'entre elles ne sont pas aux normes et cela entraîne quelques problèmes :

- Infiltration pendant la saison sèche,
- Débordement pendant la saison des pluies,
- Curage mal maîtrisé.

La localisation des installations peut accentuer le phénomène et conduire à la pollution des sols. En effet, plus les fosses sont proches du littoral, plus les sols sont sensibles aux pollutions (cf. *PROE, 2015*). La vidange des fosses sur Wallis est assurée par un camion hydrocureur qui collecte environ 1026 m<sup>3</sup> d'eau usées (2019) (cf. *MARQUET, 2020*) qui vont ensuite être traité au CET. Le traitement est fait dans un lit de séchage bétonné, d'abord par filtration gravitaire, puis par lagunage. Les boues sont récupérées et utilisées ponctuellement pour faire du co-compostage.

**La gestion des effluents domestiques est défaillante. La mise en place d'une filière de gestion des déchets organiques pourrait permettre de limiter les rejets accidentels vers le milieu naturel. Une mise en conformité des installations est tout de même nécessaire.**



### 3. Gisement, disponibilité, besoins et faisabilité

#### 3.1. Filière de production végétale

##### 3.1.1. Filière agricole

La production végétale sur Wallis et Futuna est à 98 % vivrière (cf. Figure 13) et n'a pas vocation marchande (cf. DETAILLE, R., 2015). Les exploitations sont familiales et permettent l'autoconsommation et la coutume. La **coutume** est un terme qui regroupe toutes les activités de la culture locale comme la danse, la langue, la musique, l'artisanat ou encore les cérémonies.

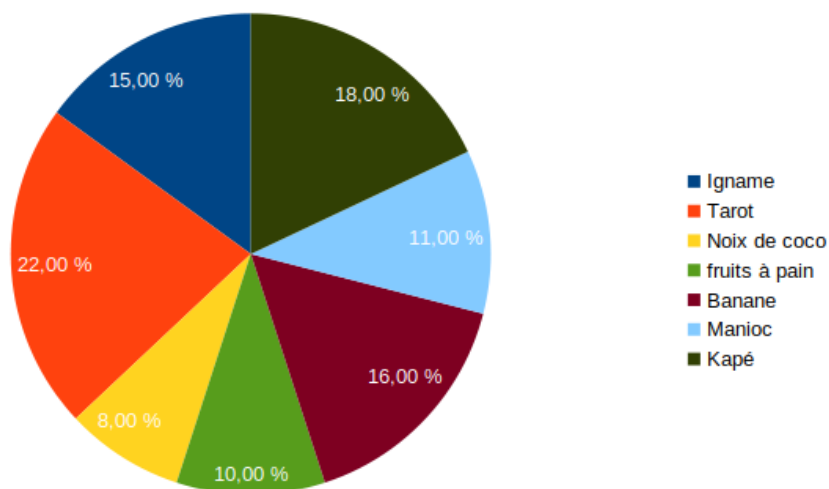


Figure 13 : Répartition des cultures dans l'agriculture vivrière sur Wallis et Futuna (cf. DETAILLE, R., 2015)

Les modalités de cultures sont diversifiées (cf. Figure 14) :

- culture sèche/irriguée,
- culture associées (73%)/ monoculture (27%),
- jardin de case (proche des habitations) / champ de brousse (en extérieur).



Tarodière irriguée sur Futuna



Culture vivrière



Culture sèche en champ de brousse sur Futuna



Jardin de case



Maraîchage et culture en planche



Arboriculture : goyaviers

Figure 14 : Type de culture sur Wallis et Futuna (source : Catherine MARQUET)

Le maraîchage et l'arboriculture ne représentent que 2 % des productions végétales (cf. *DETAILLE, R., 2015*). Seulement 7 professionnels sont recensés sur le territoire (cf. *IEOM 2018*) dont la majorité est installée sur Wallis.

L'importation de fruit et légumes est importante, ce qui rend le territoire très dépendant. Les autorités essaient de développer le secteur agricole.

Ces productions végétales produisent des déchets de culture qui sont généralement conservés sur la parcelle. Aucune donnée de tonnage n'a pu être fournie à cause de cette gestion. Actuellement, les déchets sont soit utilisés comme paillage (feuilles de bananiers) ou laissé sur place pour se décomposer.

**Ces résidus de cultures peuvent être utilisés à la fois pour la méthanisation ou le compostage. Aucun usage spécifique n'a pu être identifié, ils sont donc disponibles. Leur valorisation ne n'entrerait donc pas en concurrence avec un autre usage. Les agriculteurs sont plutôt favorables pour utiliser du compost dans leur culture, un besoin d'amendement organique a été identifié (cf. *GARDESSON, C., 2014*).**

### 3.1.2. Filière sylvicole

La couverture forestière de Wallis et Futuna est de 800 ha et représente en surface d'environ 11 % de Wallis, 40 % de Futuna et 60 % d'Alofi. Sur les 56 espèces d'arbres présentes sur le territoire, seulement 7 sont potentiellement utiles comme bois énergie (cf. *PROE, 2015*).

Leur exploitation est difficile à cause du découpage foncier et des zones privatisées. Le pin des caraïbes a été planté massivement entre 1974 et 1997. Il est aujourd'hui suffisamment âgé pour être exploité en menuiserie. Il n'existe qu'une seule scierie sur Wallis. Elle produit des déchets de bois qui ne sont pas valorisés. Les déchets produits lors des opérations d'abattage et d'élagage sont laissés sur place et ne sont donc pas mobilisables. Aucune filière bois n'est implantée sur Futuna ou Alofi.

**La disponibilité de la filière sylvicole est faible pour la valorisation de la biomasse. Il est tout de même possible de valoriser les déchets de la scierie (sciures, déchets de bois...) par combustion. En effet, un besoin de chaleur d'environ 400 kW pour la scierie de Wallis a été identifié. Cette chaleur permettrait de sécher le bois d'œuvre.**

### 3.1.3. Filière déchets verts

Les déchets verts sont les résidus végétaux récupérés pendant l'entretien des espaces verts. Leurs sources sont diverses ainsi que leurs disponibilités (cf. *Tableau 6*).

**Tableau 6 : Récapitulatif de la disponibilité des déchets verts**

Origine	Tonnage	Usage	Disponibilité
CET	240 t/an	Stockage, compostage non pérenne	Oui
LPA Wallis	-	Co-compostage interne	Non
Entretien espace vert	-	vers CET	Oui
Particuliers	-	Brûlage, Paillage, stockage vers CET	Faible

Le stockage des déchets verts au CET est actuellement très anarchique (cf. *Figure 11 et 12*). Avant tout process, il sera nécessaire de séparer les déchets verts ligneux de ceux non ligneux.

**Les déchets verts peuvent être utilisés pour la méthanisation ou le compostage. Le gisement le plus facilement mobilisable est celui des particuliers et celui du CET.**

## 3.2. Filière de production animale

### 3.2.1. Filière porcine

Sur les îles, la principale production animale est la production porcine. En effet, la plupart des élevages porcins sont familiaux. Seulement 10-12 élevages sont professionnels. En 2014, pour 22 116 porcs, 1826 exploitations ont été dénombrées. La moyenne est de 8-11 porcs par exploitation (cf. *DETAILLE, 2015*). Cette organisation permet une intégration sociale et une participation à la coutume (cf. *Figure 15*).



Cochons engraisés



Offrande de cochons

**Figure 15 : Coutume pratiquée sur Wallis et Futuna (source : Catherine Marquet)**

Le parage des porcs conseillé par l'OMS depuis les années 90 a permis de débiter une gestion des lisiers porcins. Les porcs produisent du lisier qui est souvent très dilué à cause de l'arrosage des animaux contre la chaleur,  $\sim 40$  l/j/porc (cf. *BINOT, 2014*). Ce qui pour un élevage moyen revient à 320-440 l/j/élevage. La production de lisier des 1237 élevages de Wallis est d'environ 148 000 m<sup>3</sup>/an et celle des 451 élevages de Futuna est de 54 000 m<sup>3</sup>/an (cf. *MARQUET, 2020*). Une minorité d'agriculteur possède une fosse pour collecter les lisiers. Les autres élevages rejettent directement au milieu naturel. Le service de l'agriculture recense deux techniques de gestion de l'élevage et donc des lisiers (cf. *Figure 16*) :

- **Les parcs en béton** : c'est une dalle en béton où vivent les porcs. Elle est lavée à grande eau pour évacuer les lisiers vers une rigole. Cette rigole est ensuite reliée soit à une fosse, soit à une parcelle cultivée, ou directement au milieu naturel. Ce système est plus fréquent sur Futuna.
- **Les parcs en terre** : c'est une surface en terre qui est utilisée pour l'élevage des cochons puis pour la culture vivrière et enfin la jachère. Les rotations préconisées entre les différentes utilisations sont d'environ 6 mois, mais en pratique plutôt 2-3 ans. Les sols sont donc très imbibés par les lisiers.





Parc en terre



Parc en terre



Parc sur caillebotis au lycée agricole



Parc en béton



Parc en béton avant arrosage



Parc en béton pendant arrosage

**Figure 16 : Mode de gestion des cochons et de leurs lisiers (source : Catherine Marquet)**

Les lisiers porcins sont une source importante de pollution des eaux et des sols sur le territoire. Leur gestion n'est actuellement pas optimale. Il n'existe aucune filière de collecte des lisiers et l'installation de fosse est dissuasive. En effet, entre le coût d'investissement, la non-disponibilité des équipements sur l'île et le besoin d'espace bloquent beaucoup d'agriculteurs.

Une gestion alternative pourrait être une collecte puis de la méthanisation. Cela permettrait de diminuer leur volume et empêcher leur infiltration dans les sols. Dans ce cas-là, il faudrait limiter l'arrosage qui diminue le pouvoir méthanogène par dilution et donc l'énergie produite. Cette démarche a déjà été réalisée avec succès à Tahiti. En 10 ans, la consommation d'eau pour l'arrosage des porcs a diminué de 80 %. La collecte des lisiers sera à envisager mais elle semble compliquée au vu du manque d'équipement de collecte (tracteurs, remorques ...) et des difficultés d'accessibilité des exploitations.

Il n'existe aucune filière d'abattage ou de transformation pour la viande porcine sur le territoire mais l'importation de viande porcine est importante. La consommation de viande passe aussi par la coutume. Les carcasses sont ensuite amenées directement au CET.

**Les lisiers peuvent être utilisés comme intrants pour la méthanisation, mais a priori seulement pour des installations à proximité des élevages. Les déchets de sous-produits animaux peuvent être utilisés comme intrants également mais une hygiénisation préalable devra être réalisée.**

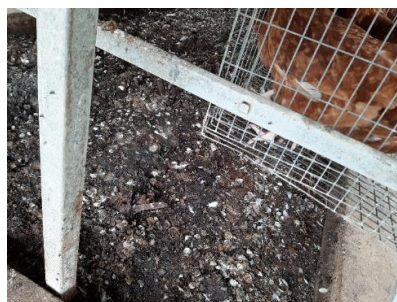
### 3.2.2. Filière avicole

Une filière avicole, plus organisée que la filière porcine, existe sur le territoire. Le plus souvent, quelques poules sont élevées par les familles mais des élevages professionnels existent (2 sur Wallis et 7 sur Futuna). Les poules sont élevées pour les œufs mais aussi pour la viande (cf. Figure 17).

**Les fientes produites par les poules sont récupérées et vendues comme amendement organique pour l'agriculture. Il n'y a donc aucune disponibilité pour ce gisement. De plus, les fientes sont très riches en azote ce qui est peu recommandé pour la méthanisation à cause des inhibitions de réaction.**



Elevage de poules pondeuses



Production de fientes sur le sol



Sac de fientes récoltées

**Figure 17 : Mode de gestion de la filière aviaire (source : Catherine Marquet)**

### 3.3. Filière agroalimentaire

La filière agroalimentaire regroupe l'importation, la distribution et la transformation. La production de déchets est présente à chaque étape.

L'importation sur le territoire de produits agroalimentaires est d'environ 700 conteneurs par an. Ces dernières années, le tonnage importé est de plus en plus important atteignant 800 t pour la farine, le blé et les céréales en 2013 (cf. *IEOM, 2018*). L'importateur majeur des îles produit 12 t/an de déchets agroalimentaires emballés et 3 m<sup>3</sup>/an de déchets liquides (cf. *MARQUET, C. et al, 2020*)

La distribution est réalisée dans les cantines, les café-hôtel-restaurants (~10) et les supermarchés. Ces derniers sont au nombre de 8 sur Wallis et 5 sur Futuna.

La transformation des produits est réalisée par les cantines et les particuliers. Les déchets produits à cette étape sont le plus souvent donnés aux cochons. Cette partie est donc peu mobilisable.

**D'après les données récoltées, il n'est pas possible de mobiliser les déchets agroalimentaires à chaque étape. Les déchets de l'importateur permettraient d'obtenir un tonnage intéressant et centralisé. L'étape de distribution nécessiterait une collecte qui a été écartée pour le moment.**

### 3.4. Filière de l'énergie

Selon le Plan Pluriannuel pour l'Énergie (PPE), Wallis et Futuna devront être autonome en énergie en 2050 et s'alimenter en énergie renouvelable à 50 % en 2030. Le projet de valorisation de la biomasse s'inscrit donc dans ce cadre (cf. *Service de l'état et du Territoire à Wallis et Futuna, 2017*).

Actuellement, les énergies fossiles sont majoritaires pour la production d'énergie.

Sur Wallis, la production d'électricité est assurée par :

- Une centrale thermique à fioul,
- Un parc photovoltaïque,
- En projet : des panneaux photovoltaïques sur les toitures.

Sur Futuna, la production d'électricité est assurée par :

- L'énergie hydraulique (25%),
- Une centrale thermique à fioul,
- Des panneaux solaires,
- En projet : un parc éolien.

Au global, 97,5 % de l'électricité sur le territoire est produite par les centrales thermiques, 1,7 % par l'énergie hydraulique et 0,8 % par l'énergie solaire. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020, le prix de l'électricité a été réajusté par rapport à celui de la métropole et atteint 0,15 €/kWh.

Les habitants cuisinent avec du gaz en bouteille dont l'achat coûte cher. En effet, le prix d'une bouteille de 13 kg est de 5200 XPF, ce qui revient à 29 XPF/kWh ou 0,24€/kWh. En métropole, le prix est d'environ 0,07 €/kWh (sans abonnement). De plus, le salaire moyen est de 90 000 XPF/mois (cf. IEOM, 2018). L'énergie représente donc une part importante du budget des familles.

**Les objectifs du PPE sont très optimistes et si aucune mesure phare n'est prise, ils ne seront pas atteints. Le projet de méthanisation permettrait donc à la fois de résoudre les problèmes sanitaire et énergétique du territoire.**

**Tableau 7 : Récapitulatif de la disponibilité des gisements**

Type de déchets mobilisables	Origine	Quantité	Disponibilité	Usage possible	Localisation
Déchets verts	Particuliers, professionnels	240 t/an	oui	Compostage /méthanisation	CET Wallis
	Particuliers, professionnels	-	oui	Compostage /méthanisation	CET Futuna
Déchets des cultures végétales	Agriculteurs	-	oui	Compostage /méthanisation	Wallis, Futuna
Déchets alimentaires	Particuliers	-	oui si intérêt gaz cuisine	Méthanisation	Wallis Futuna
	Général Import	15 t/an	oui	Méthanisation	Wallis
Lisiers	Éleveurs	±119 t/an/élevage	oui parcs béton	Epandage	Wallis, Futuna
Biomasse forestière	Scierie	-	oui	Energie biomasse	Wallis
Effluents domestiques	Particulier	1026 m <sup>3</sup> /an (2019)	oui	Méthanisation	CET Wallis
	Particulier	-	oui	Méthanisation	Wallis, Futuna

### 3.5. Besoins en valorisation identifiés sur place

Les différents producteurs de déchets organiques ont des besoins très différents. Le tableau ci-dessous les récapitule.

**Tableau 8 : Synthèse des besoins en valorisation sur Wallis et Futuna**

Acteurs	Besoins	Quantité	Localisation
Famille	Gaz de cuisine Eclairage Compost	Plusieurs heures par jour	Wallis, Futuna
General Import	Froid	En continu	Wallis
CET	Electricité Eclairage	-	Wallis
Scierie	Chaleur	400 kW	Wallis



## 3.6. Faisabilité des traitements sur la biomasse

Avant le projet, la population a déjà réalisé plusieurs une personne de Futuna a réalisé à titre personnel un pilote de méthanisation. Actuellement, certaines expériences ne sont pas pérennisées mais elles démontrent leur faisabilité.

### 3.6.1. Méthanisation

Un essai de méthanisation à partir de lisier a été réalisé par un agent du service de l'agriculture à Futuna (cf. Figure 18). Cet essai a été un succès et a permis la valorisation du biogaz en gaz de cuisine. Pour pérenniser l'installation, il faut un traitement pour l'H<sub>2</sub>S et des équipements de valorisation durable.

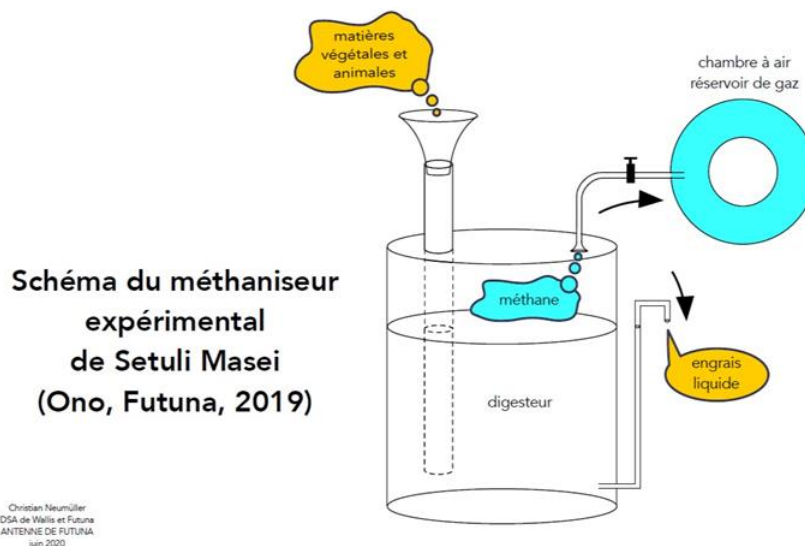


Figure 18 : Schéma d'une installation expérimentale sur Futuna (source : DSA de Futuna)

### 3.6.2. Compostage

Plusieurs essais de co-compostage ont déjà été réalisés sur Wallis. Aucun n'est en fonctionnement continu actuellement (cf. GARNESSON, 2014) :

- **Co-compostage de déchets verts/lisier au CET** : cet essai a été réalisé en 2005. Deux types d'andains ont été mis en place : le premier avec des apports directs et le second avec des apports étalés sur 2 semaines. Au bout de 4 mois avec 50 jours de fermentation et 80 jours de maturation, le compost a validé la norme NFU 44051 pour les amendements organiques. Les seuls problèmes constatés sont les taux importants de Fe et Al probablement dû à la localisation de la plateforme. Le compostage s'est poursuivi entre 2006 et 2008 seulement avec des déchets verts. Au départ d'un des acteurs, l'activité s'est ralentie pour s'arrêter en 2009. Aujourd'hui, l'activité de compostage de DV existe encore sur le CET mais de façon sporadique.
- **Co-compostage de déchets verts/lisier au collège de Lavagahau** : cet essai a débuté à la suite de l'installation d'une porcherie. Le fonctionnement de l'installation était efficace mais un problème de matériel était récurrent. Cet essai s'est terminé en 2014 suite à l'arrêt de la porcherie faute de débouché pour la viande de porc.

**La valorisation de la biomasse par méthanisation ou compostage est possible sur Wallis et Futuna. Il faut s'assurer que ces valorisations soient pérennes pour pouvoir répondre aux différentes problématiques.**

## 4. Contexte d'application et dimensionnement des installations

### 4.1. Contexte d'application

#### 4.1.1. Contexte réglementaire

Les types de traitement envisagés sont soumis à la réglementation ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). Pour les seuils d'application, Wallis et Futuna sont soumises à une réglementation différente de celle de la métropole, transcrite dans l'arrêté n°2017-688 du 28 août 2017. Ces seuils sont récapitulés dans le tableau suivant.

A : Autorisation                      D : Déclaration

**Tableau 9 : Réglementation ICPE pour les traitements**

Rubrique ICPE	Activité	Types de déchets	Seuil	Régime
2780	Compostage	Déchets non dangereux (déchets alimentaires...), matière végétale brute, digestat de méthanisation	≥ 10 t/j	A
			2 t/j ≤ x < 10 t/j	D
2781-1	Méthanisation	Matière végétale brute, effluents d'élevage, matière stercoraires, déchets	≥ 15 t/j	A
			< 15 t/j	D
2781-2	Méthanisation	Autres déchets non dangereux (déchets alimentaires, boues de STEP...)	-	A
2910-1	Combustion	Gaz naturel, gaz de pétrole liquéfié, fioul domestique, charbon, fioul lourds, biomasse	>20 MW	A
			2MW < x ≤ 20MW	D
2910-2		Autres produits	-	A

Certains types d'intrants sont donc soumis à Autorisation dès le premier kilogramme introduit dans le digesteur. Aucune dérogation pour les micro-digesteurs n'existe a priori.

La réglementation ICPE s'applique aussi sur les types de valorisation du biogaz. D'après le tableau suivant, les faibles quantités en jeu ne seront pas classées.

**Tableau 10 : Réglementation ICPE pour les valorisations**

Rubrique ICPE	Activité	Spécificité	Seuil	Régime
2915-1	Chauffage	Température d'utilisation du fluide supérieure ou égale au point éclair	>1000L	A
			100 <x≤1000L	D
2915-2		Température d'utilisation du fluide inférieure au point éclair	>250L	D
2920-1	Réfrigération ou compression	Comprime ou utilise des fluides inflammables ou toxiques	>300kW	A
			20<x≤300kW	D
2920-2		Autres fluides	>500kW	A
			40<x≤500kW	D

## 4.1.2. Contexte économique et financier

Le budget prévu pour l'opération est de 300 000€ au global pour les travaux, les équipements, la formation mais aussi le suivi de garantie des équipements. Une installation territoriale de méthanisation n'est donc pas possible car elle dépasserait le budget. Le projet s'oriente donc plutôt vers de la micro-méthanisation.

La valorisation du biogaz en électricité, froid et chaleur passe principalement par des moteurs de cogénération. Cette technologie est limitée pour les petites puissances. Il n'existe pas de modèle pour moins de 50 kW<sub>élec</sub>, ce qui revient à 20-30 m<sup>3</sup> biogaz/h. De plus, le budget d'un moteur avec ces caractéristiques avoisine les 300 000€. Toutefois, la production d'électricité pourra être réalisée via un groupe électrogène biogaz qui fonctionne lui, pour des petits débits.

Enfin, le prix des bouteilles de gaz étant très important dans le budget des familles, l'utilisation du biogaz en cuisine devient une alternative intéressante. Le retour sur investissement calculé se situe entre 5 et 7 ans.

**Aux vues du contexte économique et financier, le projet s'oriente vers des installations de micro-méthanisation avec du gaz de cuisine, et peut-être des groupes électrogènes.**

## 4.1.3. Contexte humain et technique

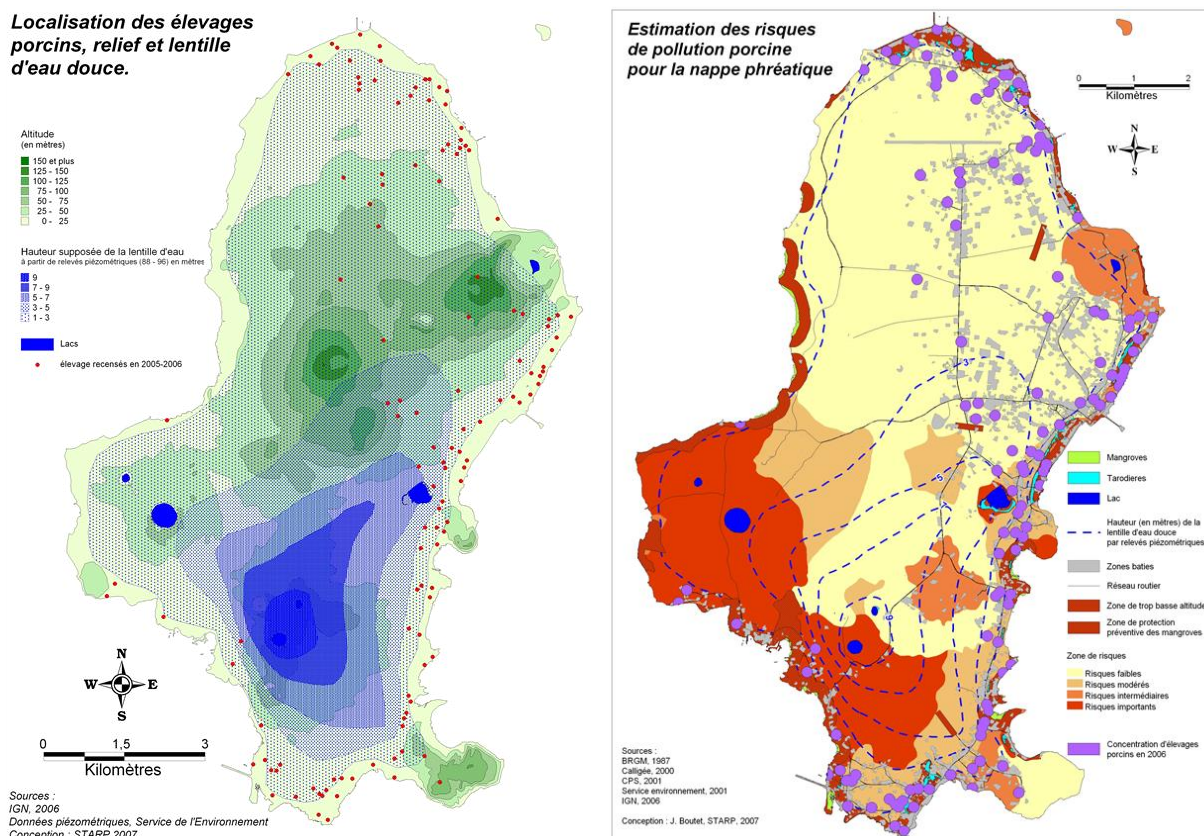
Le contexte insulaire du territoire exacerbe les problèmes techniques et humains. Les technologies classiques sont trop coûteuses et ne pourront pas pérenniser. Les principales causes sont :

- les coûts des équipements : transport, taxe sur les importations, montage ;
- les coûts de réalisation et de préparation : faible nombre d'engins à disposition, difficulté à réaliser des ouvrages enterrés ;
- les coûts de maintenance/entretien : climat tropical, besoin de moteurs adaptés et de dispositif anti-corrosion, temps de réaction long ;
- l'approvisionnement en pièces de rechange : fabrication à distance, délais ;
- la technicité des installations : trop complexes pour un auto-entretien des propriétaires ;
- le désengagement du personnel : difficultés à surmonter quotidiennement, découragement.

## 4.2. Contexte environnemental actuel

### 4.2.1 Risque ressource en eau potable

Les risques pour la ressource en eau potable sont aussi bien présents sur Wallis que sur Futuna. Sur Wallis, des cartes de vulnérabilité existent (*cf. Figure 19*) pour localiser les zones les plus à risques.



**Figure 19 : Cartes de vulnérabilité de Wallis (source : Service Territorial de l'Environnement)**

Les risques pour la ressource en eau potable concernent aussi bien la qualité que la quantité. Les principales causes sont :

- la gestion des lisiers porcins,
- la gestion des effluents domestiques,
- le sur-prélèvement,
- la déforestation.

Les lisiers et les effluents domestiques ont tendance à se retrouver dans le milieu naturel et apportent des éléments tel que l'azote, le phosphore et des bactéries. Les niveaux sont supérieurs à la moyenne et les bactéries peuvent être pathogènes. La déforestation accentue le phénomène de ruissellement et donc de contamination des ressources en eau. Un suivi piézométrique est réalisé mais il n'est pas suffisant. (cf. MARQUET, 2020)

**Sur Wallis comme sur Futuna, les zones littorales sont les plus à risques. Sur Wallis, cette vulnérabilité est due à la profondeur de la nappe, à la perméabilité du sol et à la densité des élevages. Sur Futuna, les points de captage les plus en aval ont plus de chance de charrier des éléments polluants.**

#### 4.2.2. Risque qualité eaux océaniques

La qualité des eaux océaniques est en nette diminution ces dernières années. Les principales causes sont :

- le ruissellement chargé,
- la gestion des eaux domestiques,
- la gestion des eaux pluviales routières,
- la gestion des lisiers.

Il n'existe pas de réseau pour gérer les eaux pluviales et les hydrocarbures présents sur les routes se retrouvent dans le milieu naturel. Aucun suivi n'est fait sur ces eaux, sauf quelques prélèvements épisodiques. (cf. BUENO, 2015)

### 4.2.3. Risque sanitaire

Le principal risque sanitaire sur le territoire est la leptospirose. Elle est en recrudescence ces dernières années. La leptospirose est une maladie bactérienne causée par la *Leptospira interrogans*. Cette bactérie est présente dans l'urine des animaux, principalement chez le rat. Elle survit dans le milieu extérieur : eau, sol boueux. Elle pénètre le corps humain par les lésions cutanées et les muqueuses. La maladie provoque une insuffisance rénale, et dans 5-20 % des cas la mort. Les professions à risques sont les agriculteurs, les éleveurs et les personnes s'occupant de la gestion des déchets. (cf. Institut Pasteur)

**Les impacts environnementaux de la gestion des lisiers et de l'assainissement sont très importants d'un point de vue sanitaire. Le projet de valorisation de la biomasse permettrait de mieux gérer ces effluents en prenant des précautions dans leur utilisation.**

**Tableau 11 : Impact environnementaux actuel de la gestion des lisiers et des eaux usées**

Catégorie	Aspect	Impact	Milieu/Personnes impactés	Mesures
<b>Risque sur la ressource en eau</b>	Pluie tropicale	Pollution captage	Réseau/Usagers	Potabilisation du réseau
	Sols enrichis en N et P	Pollution nappe	Réseau/Usagers	Meilleure gestion des parcs à cochons
	Fuite fosse septique	Pollution nappe	Réseau/Usagers	Rénovation étanchéité
				Autres systèmes à développer
	Déforestation	Diminution quantité d'eau dans les rivières, ruissellement aggravé	Agriculteurs et usagers	Maintien de plantations dans les zones sensibles
	Intrusion saline	Pollution lentille d'eau douce	Réseau/Usagers	Suivi piézométrique et gestion des points de captage, contrôle des usages
<b>Situation sanitaire</b>	Leptospirose	Population infectée	Océan/ Lagon Travailleurs/Baigneurs	Contrôle des pratiques
	Brûlage des déchets verts	Émissions de gaz	Air / personnel	-
<b>Qualité des eaux</b>	Ruissellement lisiers	Pollution fécale des eaux de baignade	Baigneurs/Biodiversité	Contrôle des pratiques
	Ruissellement eaux pluviales	Pollution eau océanique	Baigneurs/Biodiversité	Réseaux AEP, Reboisement



## 4.3. Dimensionnement des installations

### 4.3.1. Hypothèses de calcul

En l'absence de certaines données d'entrée comme la production de restes alimentaires ou de déchets verts chez les particuliers, plusieurs hypothèses ont été émises :

- La production de **déchets verts** est moins importante sur Wallis et Futuna qu'en métropole car les jardins ne possèdent pas de pelouse. Il n'y a donc pas de tonte. Le tonnage est estimé à **21 kg/hab/an**, ce qui est deux fois moins qu'en France métropolitaine (cf. HAUSLER, L. et al, 2020)
- La production de **biodéchets** a été considérée comme plus importante qu'en métropole car les habitants ont tendance à beaucoup cuisiner et à donner en partie aux cochons. Le tonnage est estimé à **22 kg/hab/an**, ce qui est moins qu'en Métropole.
- La production de boues de fosse septique est semblable à celle de métropole donc entre **11 kgMS/hab/an**.
- Une diminution de l'arrosage de 80% des porcs est préconisée, la production en effluents serait donc d'environ **24 t/an/élevage** au lieu de 119 t/an/élevage (cf. MARQUET, 2020).
- Les quantités de déchets organiques arrivant sur le CET sont connues sur l'année.
- Les potentiels méthanogènes retenus sont donnés par l'ADEME et par l'IFIP.

### 4.3.2. Unité domestique agricole

L'objectif de l'unité est de traiter la production de déchets organiques d'une famille moyenne et de son élevage (cf. Figure 20). D'après les données de l'INSEE, une famille moyenne est composée de 3,8 personnes. Un élevage moyen de porcs compte 8 à 11 porcs selon la DSA de Wallis et Futuna.

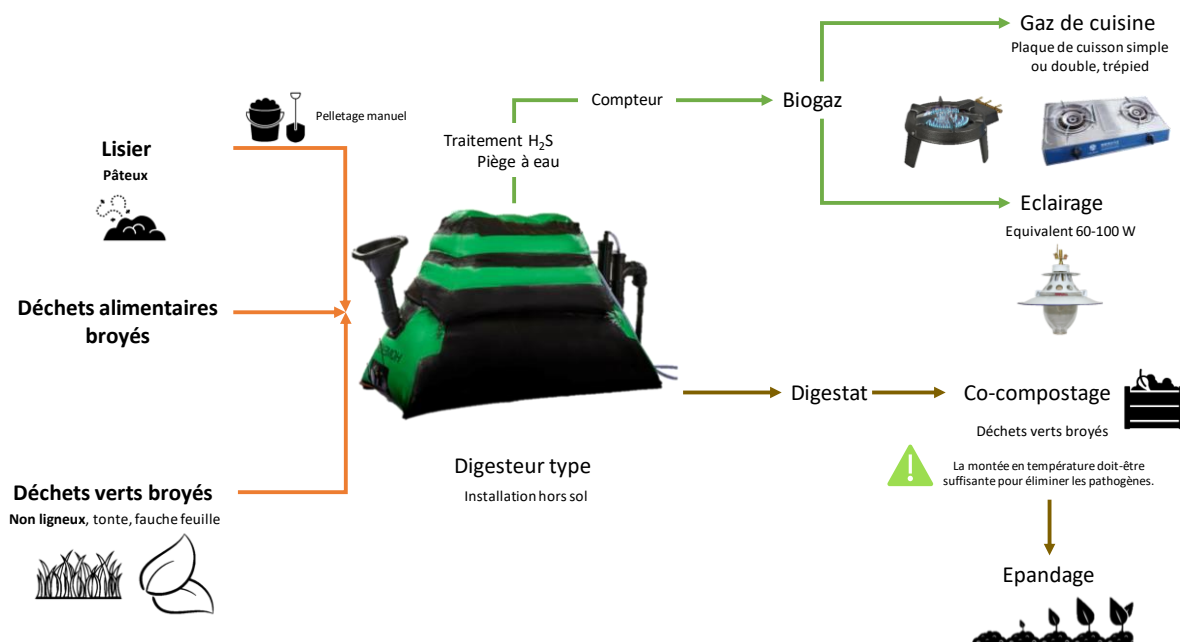


Figure 20 : Schéma de principe de l'unité domestique agricole

L'intrant principal est le lisier de porc (cf. Tableau 12). Cet intrant est disponible dans tous les foyers. Une contrainte majeure est à considérer : le lisier doit être pelletable, c'est-à-dire que l'arrosage des porcs doit être limité. Le lisier sera stocké en fosse s'il en existe sur l'implantation, et sinon en tas abrité des intempéries pour éviter le ruissellement. Il sera ensuite pelleté pour entrer dans le digesteur. Les déchets verts seront aussi stockés en tas, puis broyés avant introduction. Enfin, les déchets alimentaires seront stockés en bord d'évier dans un seau et introduits régulièrement pour éviter leur fermentation.

**Tableau 12 : Dimensionnement de l'unité domestique agricole**

Type d'intrants	Tonnage (kg/an)	Densité (kg/l)	Volume (l/an)
Lisier avec réduction d'arrosage	24 000	1	24 000
Restes de repas	88	0,45	200
Déchets verts : fauche, feuille, taille herbacée	84	0,35	240
<b>Total</b>	<b>24 172</b>		<b>24 440</b>

D'après le dimensionnement, avec un temps de séjour de 40 j, le volume idéal de digesteur serait d'environ 3 m<sup>3</sup>. Le digesteur préconisé est de type hors-sol. Il doit être installé sur une surface plane.

Les sous-produits sont le biogaz et les digestats.

Le biogaz est traité contre l'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) qui est un gaz toxique, inflammable et corrosif. Il est mortel par inhalation. Le traitement du biogaz est réalisé par des filtres contenant des billes d'oxyde de fer à renouveler tous les 4-6 mois. La quantité de biogaz produit est mesurée par un compteur mécanique très rustique. Un tuyau relie directement la plaque de cuisson au digesteur. Une valve permet de fermer l'arrivée en cas de problème. Avec une plaque de cuisson dont la consommation est de 0,45 m<sup>3</sup> biogaz/h, l'autonomie estimée est de 3 à 3h30/j. Afin de réguler la pression et le débit de biogaz, un sac de stockage peut être installé entre le digesteur et la plaque de cuisson. Une pompe à biogaz sera alors nécessaire pour alimenter la plaque.

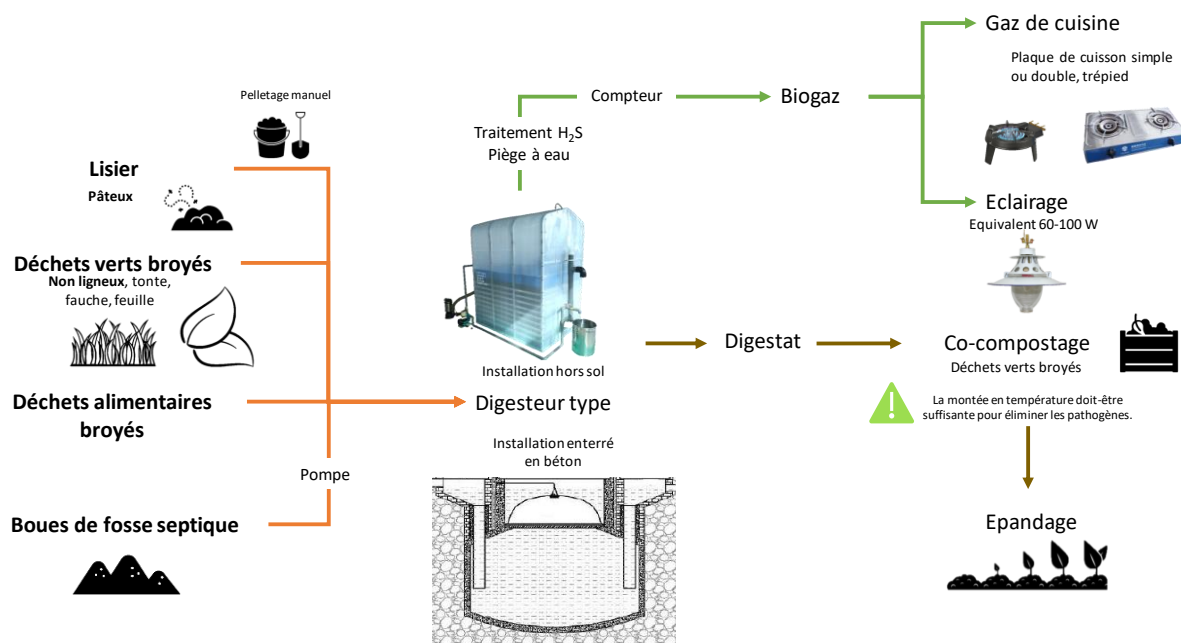
**Tableau 13 : Dimensionnement de la production de biogaz**

Type d'intrants	Tonnage (kg/j)	Potentiel méthano-gène (l CH <sub>4</sub> /kg MB)	Volume CH <sub>4</sub> (l/j)	Volume de biogaz avec 60% de CH <sub>4</sub> (l/j)
Lisier avec réduction d'arrosage	65,5	12-13,6	800 - 900	1300 - 1500
Restes de repas	0,2	55	13	22
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,2	50	11	20
<b>Total</b>	<b>66</b>		<b>824 - 924</b>	<b>1342 - 1542</b>

Le digestat représente 95% de la masse entrante, c'est-à-dire ici environ 63 l/j. Il sera récupéré de manière manuelle avec un récipient étanche sur une surface imperméable pour éviter toute contamination. Pour plus de rusticité, une simple bâche pourra suffire. Les digestats seront co-compostés avec des déchets verts afin d'hygiéniser les restes de sous-produits animaux. D'après les calculs (cf. Annexe 3.1.1.3), il faudra réserver environ 15 m<sup>2</sup> pour assurer le compostage de tous les digestats.

### 4.3.3. Unité domestique agricole et assainissement

L'objectif de l'unité est de traiter la production de déchets organiques d'une famille moyenne et de son élevage (cf. Figure 21). Les calculs seront effectués comme précédemment avec une famille moyenne et un élevage moyen. Par rapport à l'unité précédente, un intrant supplémentaire est ajouté : les boues de fosses septiques.



**Figure 21 : Schéma de principe de l'unité domestique agricole et assainissement**

Le lisier sera stocké en fosse, s'il en existe sur l'implantation, sinon en tas abrité des intempéries pour éviter le ruissellement. Il sera ensuite pelleté pour entrer dans le digesteur. Les déchets verts seront stockés en tas, puis broyés avant introduction. Les boues de fosse septique resteront dans la fosse et une pompe sera utilisée pour les introduire dans le digesteur. Enfin, les déchets alimentaires seront stockés en bord d'évier dans un seau et introduits régulièrement pour éviter leur fermentation.

D'après le dimensionnement (cf. *Tableau 14*), avec un temps de séjour de 40 j, le volume idéal de digesteur serait d'environ 3 m<sup>3</sup>. D'après les catalogues constructeur (cf. *Annexe 2.1.1*) il n'existe pas de digesteur enterré de cette taille-là. Les digesteurs proposés seront :

- Digesteur hors sol d'environ 3 m<sup>3</sup>
- Digesteur enterré en béton de 6 m<sup>3</sup> : le digesteur est légèrement surdimensionné, il pourra donc être utilisé par une famille nombreuse et un élevage plus important ou le temps de séjour des intrants sera rallongé.

**Tableau 14 : Dimensionnement de l'unité agricole et assainissement**

Type d'intrants	Tonnage (kg/an)	Densité (kg/l)	Volume (l/an)
Lisier avec réduction d'arrosage	24 000	1	24 000
Restes de repas	88	0,45	200
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	84	0,35	240
Boues de fosses septiques	44	1	44
<b>Total</b>	<b>24 216</b>		<b>24 484</b>

Le système de traitement du biogaz est le même que pour l'unité précédente. Le temps de fonctionnement d'une plaque de cuisson biogaz sera équivalent (cf. *Tableau 15*).

La production de digestat est estimée à 63 kg/j. La récupération sera la même que précédemment.



Tableau 15 : Dimensionnement de la production de biogaz

Type d'intrants	Tonnage (kg/j)	Potentiel méthano-gène (l CH <sub>4</sub> /kg MB ou MS)	Volume CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Volume de bio-gaz avec 60% de CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Lisier avec réduction d'arrosage	65	12-13,6	0,78-0,89	1,31 – 1,48
Restes de repas	0,6	55	0,033	0,055
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,1	50	0,005	0,009
Boues de fosses septiques	0,1	192	0,021	0,03
<b>Total</b>	<b>66</b>		<b>0,84 – 0,95</b>	<b>1,41 – 1,58</b>

#### 4.3.4. Unité multi-déchets

L'objectif de cette unité est de traiter tous les déchets organiques arrivant sur le CET de Wallis (cf. Figure 22).

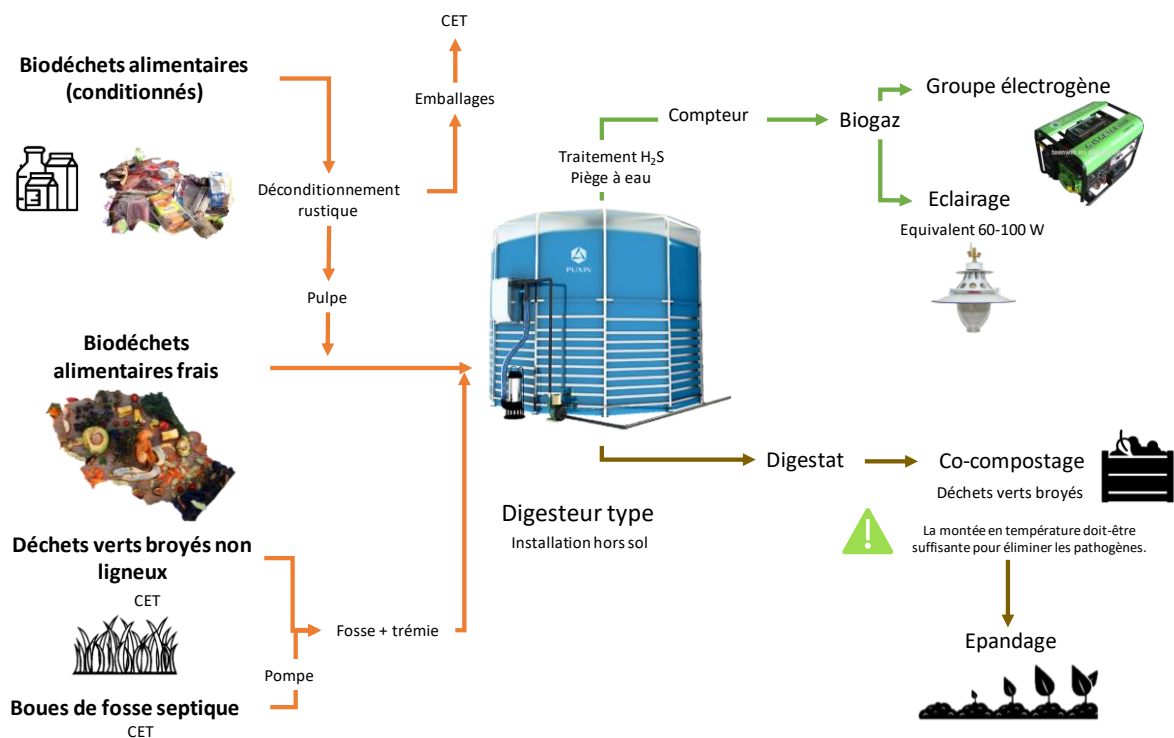


Figure 22 : Schéma de principe de l'unité multi-déchets

Les biodéchets alimentaires seront stockés sur une zone imperméable à proximité du digesteur. Leur stockage sera relativement réduit pour éviter leur fermentation. Comme première approximation, il a été considéré que les apports sont constants dans le temps. Les déchets verts seront stockés sur l'aire de compostage et les boues dans les lits de séchage.

D'après le dimensionnement, avec un temps de séjour de 40 jours, le digesteur idéal mesure 110 m<sup>3</sup> (cf. Annexe 3.1.3). D'après le catalogue constructeur (cf. Annexe 2.1.1), il n'existe pas digesteur de 110 m<sup>3</sup>, la taille classique est 54 m<sup>3</sup>. Il faudrait donc envisager diminuer légèrement le temps de séjour et prendre deux digesteurs de 54 m<sup>3</sup>.

**Tableau 16 : Dimensionnement des intrants de l'unité multi-déchets**

Type d'intrants	Tonnage (t/an)	Densité (t/m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> /an)
Biodéchets solides GI	6	0,6	10
Boissons GI	3	1	3
Biodéchets déconditionnés	6	0,3	20
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	120	0,35	342,9
Boues de fosses septiques	342	1	342
<b>Total</b>	<b>477</b>		<b>717,9</b>

Le système de traitement du biogaz sera le même que précédemment.

**Tableau 17 : Dimensionnement de la production de biogaz**

Intrants	Tonnage (t/j)	Potentiel méthanogène (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /t MB)	Production de CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /j)	Production de biogaz, 60% CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /j)
Biodéchets solides GI	0,02	50	1,15	1,92
Boisson GI	0,01	35	0,40	0,67
Biodéchets GI déconditionnés	0,02	135	3,11	5,19
DV broyés	0,46	55	25,38	42,30
Boues de fosse septique	1,31	9,6	12,62	21,04
<b>Total</b>	<b>1,83</b>		<b>42,68</b>	<b>71,14</b>

La valorisation du biogaz est orientée vers un groupe électrogène au biogaz de 4 kW. En effet, d'après la synthèse des constructeurs, le groupe électrogène de 4kW nécessite un apport en biogaz de 3 m<sup>3</sup>/h. D'après les estimations, 3 m<sup>3</sup>/h de biogaz est la production totale des intrants (cf. Tableau 17). Une micro turbine ou de la micro-cogénération ont été envisagées mais elles ne correspondraient pas au budget.

La valorisation du digestat est orientée en priorité vers le compostage car il est hygiénisant pour les sous-produits animaux contenus dans les biodéchets. La réglementation sanitaire impose une hygiénisation des sous-produits animaux mais l'installation d'un hygiénisateur est difficile au vu du contexte et du budget. L'hygiénisation se fera donc en sortie avec le compostage.

Le ratio d'introduction sera de 1 m<sup>3</sup> de digestat pour 2 m<sup>3</sup> de déchets verts (cf. Tableau 18).

**Tableau 18 : Données sur les intrants du compostage**

Intrants	Tonnage (t/an)	Volume (m <sup>3</sup> /an)	Densité (t/m <sup>3</sup> )
Déchets verts broyés	362,52	906,3	0,4
Digestats	453,15	453,15	1
Mélange entrée fermentation	815,67	1359,45	0,6
Mélange entrée maturation	570,96	951,61	0,6
Compost	456,77	761,29	0,6

Tableau 19 : Dimensionnement de la plateforme de compostage

	Temps de stockage (mois)	Volume intrants (m <sup>3</sup> )	Hauteur de stockage (m)	Surface (m <sup>2</sup> )
Zone de réception	1	113,28	2	56,64
Zone de fermentation	3	339,86	2	169,93
Zone de maturation	3	237,90	2	118,95
Zone de stockage du compost	4	253,76	2	126,88
<b>Total</b>				<b>472,41</b>

Il faudra une zone plus de 100 m<sup>2</sup> pour la méthanisation d'après les constructeurs, et de plus de 470 m<sup>2</sup> pour le compostage sur le site du CET.

### 4.3.5. Unité de biomasse bois

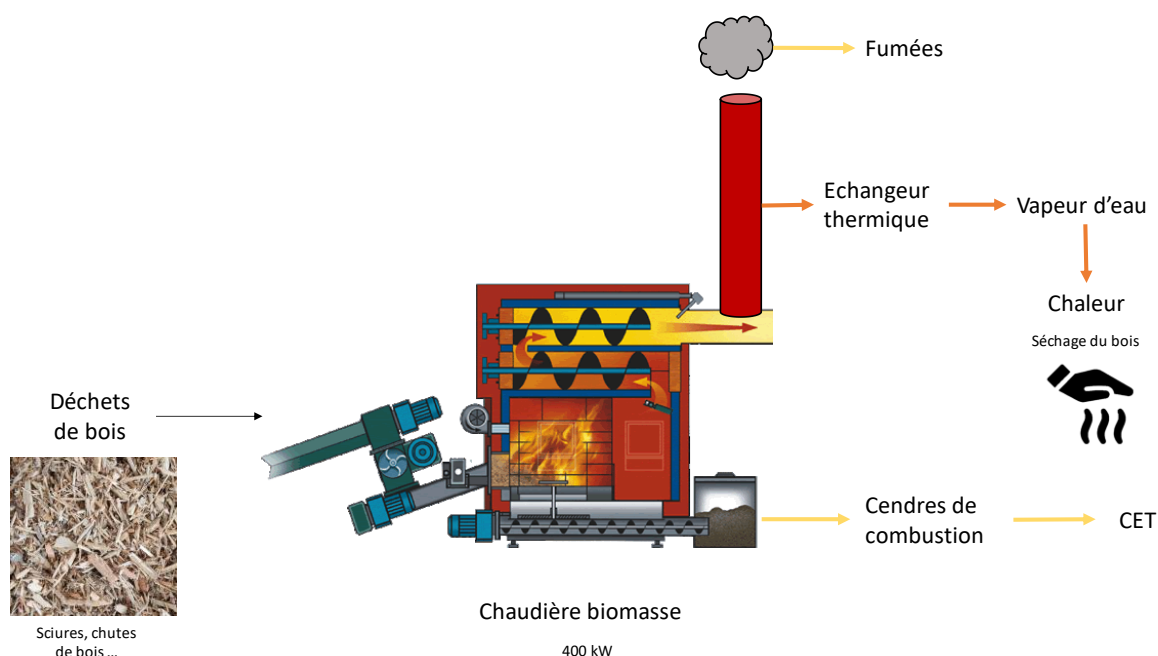


Figure 23 : Schéma de principe de l'unité biomasse bois

L'objectif de ce traitement est de produire de la chaleur pour sécher le bois d'œuvre de la scierie SMJ de Wallis. La demande est de 400 kW, pour sécher le bois d'œuvre.

Les intrants sont les résidus de l'activité de la scierie : sciures, copeaux, écorces, ... Les échangeurs installés permettent de capter la chaleur et sont équipés d'un ramonage automatique. La récupération des mâchefers et des cendres se fait par le bas (cf. Figure 23).

Cette unité n'a pas été dimensionnée avec plus de précision car elle n'a pas été retenue pour répondre aux problématiques de l'étude.

### 4.3.6. Hygiène et sécurité

Le champ d'application des pratiques d'hygiène et sécurité s'applique pour les usagers et l'exploitant, mais aussi pour la sécurité des installations.

- **Usagers/exploitant :**
  - Port d'équipement de protection : gants jusqu'au coude, bottes ou chaussures imperméables,

- Interdiction de fumer,
- **Installation :**
  - Surfaces facilement lavables,
  - Collecte des digestats dans un contenant étanche,
  - Biogaz : faible pression, interdiction de fumer, brûleur installé à distance, vérification de l'étanchéité de la tuyauterie.

### 4.3.7.Choix des constructeurs

Le choix des constructeurs s'est fait sur plusieurs critères :

- Technique :
  - Une possibilité d'importation ;
  - Une technologie robuste et adaptée au contexte tropical ;
- Economiques :
  - Un prix abordable pour le budget prévu ;
- Sociaux :
  - Un retour d'expérience positif dans des pays en développement ;
  - Une bonne réputation.

Les constructeurs contactés pour obtenir des devis sont au nombre de 4 :

- **Homebiogas** : constructeur israélien qui a des distributeurs dans le monde entier dont en Nouvelle Calédonie et aux îles Fidji. Il propose des unités de micro-méthanisation hors sol très robustes avec des bons retour d'expérience.
- **BIO ECO** : constructeur français qui a l'habitude de travailler en Afrique. Il possède une technologie de digesteur béton enterré mais propose aussi des digesteurs hors sol provenant d'Asie.
- **Puxin** : constructeur chinois qui a principalement des projets de méthanisation en Asie et en Océanie. Il possède plusieurs modèles de digesteurs hors sol et une bonne réputation sur les installations proposées.
- **Teenwin** : constructeur chinois qui a principalement des projets de méthanisation en Asie. Il possède plusieurs modèles de digesteurs hors sol et une bonne réputation sur les installations proposées.

## 5. Sélection des scénarios, implantation et budgétisation

### 5.1. Présentation des scénarios

Les scénarios présentés ci-dessous (cf. *Tableau 20*) sont une combinaison des différentes unités proposées. Une seule unité ne figure pas dans les scénarios : la chaudière biomasse. Cette installation est intéressante dans le cadre du développement des énergies renouvelables mais elle ne répond pas à la problématique de gestion des lisiers porcins. De plus, le coût de cette chaudière est égal au budget total alloué pour le projet. Elle n'a donc pas été retenue.

**Tableau 20 : Présentation des scénarios**

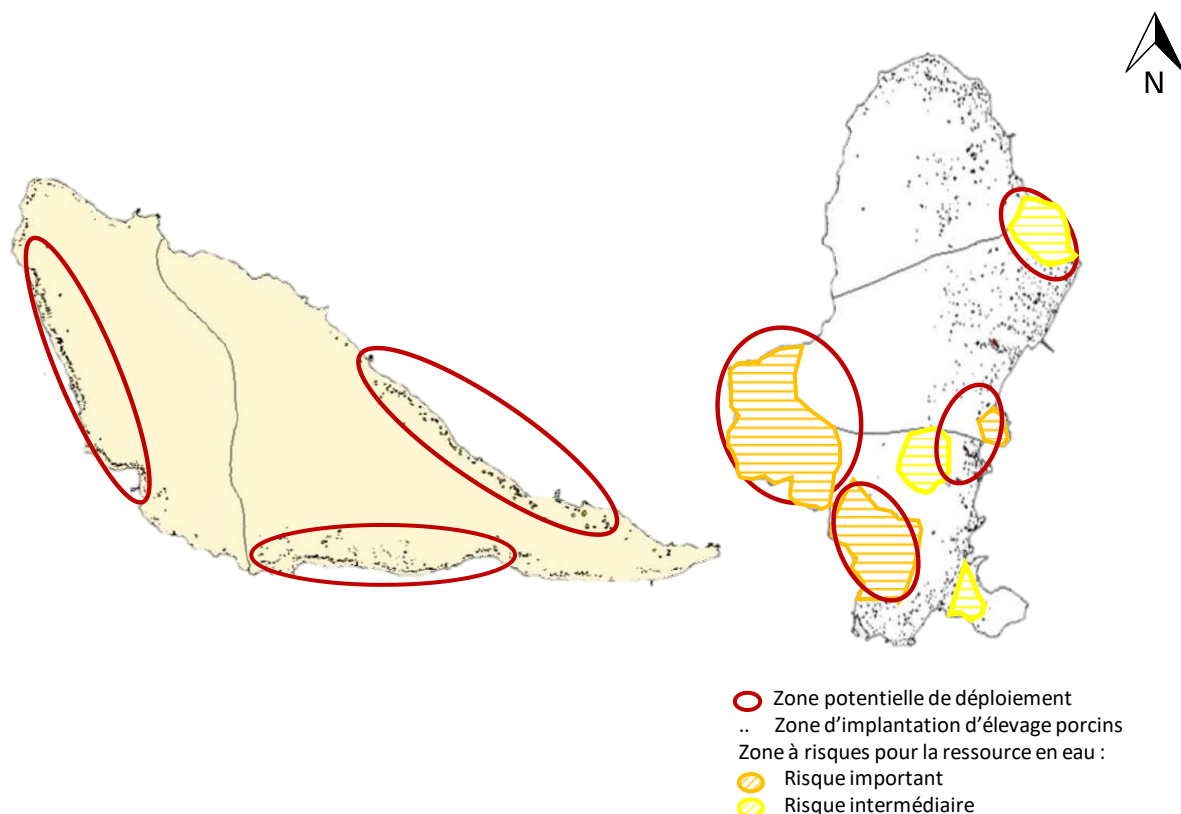
Scénario	Type de traitement	Type d'intrant prioritaire	Valorisation principale	Objectifs	Implantation
<b>1 : Domestique agricole</b>	Unité domestique agricole	Lisier	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
<b>2 : Domestique agricole et assainissement</b>	Unité domestique agricole	Lisier	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
	Unité domestique agricole et assainissement	Lisier et boues de fosses septiques	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers et des EU, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
<b>3 : Biodéchets mixtes et lisiers</b>	Unité domestique agricole	Lisier	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
	Unité de biodéchets en mélange	Biodéchets du CET et boues de fosse septiques	Electricité avec groupe électrogène	Gestion des EU, diminution pollution diffuse et enfouissement	Wallis
<b>4 : Biodéchets mixtes et divers</b>	Unité domestique agricole	Lisier	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
	Unité domestique agricole et assainissement	Lisier et boues de fosses septiques	Gaz de cuisine, co-compostage	Gestion des lisiers et des EU, diminution de la pollution diffuse	Wallis, Futuna
	Unité de biodéchets en mélange	Biodéchets du CET et boues de fosse septiques	Electricité avec groupe électrogène	Gestion des EU, diminution pollution diffuse et enfouissement	Wallis

#### 5.1.1. Implantation et critères de déploiement

A part l'unité de traitement des biodéchets en mélange, toutes les autres installations n'ont pas pour l'instant de localisation précise sur le territoire.

La localisation des installations est soumise à deux critères (cf. *Figure 24*) :

- La localisation des élevages porcins,
- Les zones à risque pour la ressource en eau.



**Figure 24 : Localisation des zones potentielles d'implantation**

Après avoir sélectionné certaines zones géographiques, plusieurs critères il faut avoir des critères pour choisir un foyer plutôt qu'un autre pour l'installation des unités familiales. Ces critères sont :

- **La motivation des usagers et l'acceptation sociale** : il faut que les foyers où sont installés les équipements soient demandeurs. En effet, plus la motivation est forte, plus l'implication dans le projet l'est aussi et donc la pérennisation de l'installation.
- **L'équilibre territorial** : Wallis et Futuna possèdent plusieurs royaumes. Il faudra que dans chaque royaume des unités familiales soient installées afin de maintenir une équité.
- **Le principe d'économie circulaire** : les utilisateurs doivent posséder à la fois un élevage de cochons et un jardin. Ces deux critères permettent d'assurer la présence des intrants mais aussi l'utilisation des digestats. De plus, ils devront changer de mode cuisson pour passer au biogaz. De cette façon, les intrants et leur valorisation seront réalisés localement.

**La localisation des installations ne se fera pas seulement sur des critères techniques et financiers mais aussi sociaux pour perdurer.**

### 5.1.2. Suivi et accompagnement

Un suivi technique et humain est fortement recommandé afin de pérenniser les installations. Les propositions sont les suivantes :

- Formations des foyers utilisateurs,
- Suivi technique pendant la durée de garantie légale,
- Référents locaux dont les missions de suivi seront :
  - Bon fonctionnement des installations,
  - Bonnes pratiques ex : méthanisation de déchets non ligneux, ratio de compostage
  - Diffusion des connaissances,
  - Compte rendu des retours d'expérience.

## 5.2. Budgétisation

### 5.2.1. Coût d'investissement

A partir du budget de 300 000€ et du prix par type d'unité, un nombre estimatif d'unité a pu être évalué. Cette estimation pourra légèrement changer avec un affinage des coûts d'investissements (cf. Annexe 3). Les prix unitaires des installations sont une synthèse des devis des constructeurs. Les coûts d'investissements par type de scénario sont récapitulés ci-dessous.

Tableau 21 : Coût d'investissement par scénario

Scénario	Type de traitement	Quantité	Prix unitaire	Prix total
<b>1 : Domestique agricole</b>	Unité domestique agricole	50	4-6 k€	<b>200 - 300 k€</b>
<b>2 : Domestique agricole et assainissement</b>	Unité domestique agricole	35	4 - 6 k€	140 -210 k€
	Unité domestique agricole et assainissement	10	8-10 k€	80-100 k€
	<b>Total</b>			<b>220 - 310 k€</b>
<b>3 : Biodéchets mixtes et lisiers</b>	Unité domestique agricole	25	4 - 6 k€	100 - 150
	Unité de biodéchets en mélange	1	135 - 200 k€	135 -200 k €
	<b>Total</b>			<b>235 - 350 k€</b>
<b>4 : Biodéchets mixtes et divers</b>	Unité domestique agricole	10	4 - 6 k€	40 - 60 k€
	Unité domestique agricole et assainissement	7	8-10 k€	55 - 70 k€
	Unité de biodéchets en mélange	1	135 - 200 k€	135 -200 k€
	<b>Total</b>			<b>230 - 330 k€</b>

Les différents scénarios respectent les contraintes techniques et financières imposés par le Service Territorial de l'Environnement. Le choix se fera donc plutôt sur des critères sociaux et d'acceptation.

### 5.2.2. Coût de fonctionnement

Les coûts de fonctionnement par type d'unité ont été calculés en première approximation (cf. Annexe 3). Ces coûts de fonctionnement prennent en compte aussi bien la main d'œuvre, les consommables que l'entretien. Ils sont récapitulés par scénarios (cf. Tableau 22).

Tableau 22 : Coût de fonctionnement par scénario et par an

Scénario	Type de traitement	Quantité	Prix unitaire fonctionnement	Prix total /an
<b>1 : Domestique agricole</b>	Unité domestique agricole	50	95 €	<b>4 750 €</b>
<b>2 : Domestique agricole et assainissement</b>	Unité domestique agricole	35	95 €	3 325 €
	Unité domestique agricole et assainissement	10	525 €	5 250 €
	<b>Total</b>			<b>8 575 €</b>
<b>3 : Biodéchets mixtes et li-siers</b>	Unité domestique agricole	25	95 €	2 375 €
	Unité de biodéchets en mélange	1	40 000 €	40 000 €
	<b>Total</b>			<b>42 375 €</b>
<b>4 : Biodéchets mixtes et divers</b>	Unité domestique agricole	10	95 €	950 €
	Unité domestique agricole et assainissement	7	525 €	3675
	Unité de biodéchets en mélange	1	40 000 €	40 000 €
	<b>Total</b>			<b>44 625 €</b>

### 5.3. Planning de mise en place

Une estimation du planning de mise en place d'un scénario a été réalisée (cf. Tableau 23). Il prend en compte la dernière phase d'étude qui a commencé fin août 2020, la partie réglementaire mais aussi les travaux.

La dernière phase d'étude permet d'affiner les calculs et d'avoir des retours des constructeurs. La partie réglementaire prend en compte la consultation des entreprises mais aussi les dossiers d'autorisation environnementale à soumettre au service de l'environnement. La partie commande dure 4 mois, principalement à cause du délai des importations sur Wallis et Futuna. En simultanément, la préparation du terrain sera réalisée : aplanissement, raccordement des réseaux ...

Tableau 23 : Planning estimatif de mise en place d'un scénario

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 13	M 14	M 15	M 16	M 17
Phase 2 : APD																	
Phase 3 : DCE, ACT																	
Phase 4 : Travaux																	
Commande																	
Préparation des terrains																	
Installation, formation, démarrage																	

**Si tout se déroule conformément au planning, les installations produiront les premiers m<sup>3</sup> de biogaz vers décembre en fin d'année 2021.**



## 5.4. Impacts environnementaux des scénarios

Chacun des scénarios produit des impacts globaux (cf. *Tableau 24*). Ces impacts sont répartis en plusieurs catégories :

- Qualité des milieux : air, eau, sol ;
- Impact sanitaire ;
- Impact sur les déchets ;
- Consommation des ressources.

Un tableau des impacts spécifiques a été établi afin de pouvoir comparer les scénarios entre eux d'un point de vue environnemental et ainsi affiner le choix de scénarios (cf. *Tableau 25*).

**Tableau 24 : Impacts globaux environnementaux des scénarios**

	Etat actuel	Après mise en place des scénarios
<b>Qualité des milieux</b>	Pollution des captages sur Futuna	Pollution des captages en diminution sur Futuna
	Pollution de la nappe sur Wallis	Préservation de la lentille d'eau douce
	Enrichissement en N et P des sols par les lisiers	Meilleure gestion des lisiers et réduction des infiltrations
	Fuite et débordement des fosses septiques	Traitement des eaux usées dans le process
	Emission de gaz lors du brûlage des déchets verts	Arrêt des brûlages et utilisation dans la méthanisation et le compostage
<b>Impact sanitaire</b>	Population contaminée par la leptospirose	Diminution des cas de leptospirose
	Pollution fécale des eaux	Diminution de la pollution par gestion du lisier
<b>Impact sur les déchets</b>	Aucune valorisation énergétique	Production de biogaz utilisé pour la cuisine, l'éclairage ...
	Valorisation biologique faible	Valorisation agronomique
	Gestion par brûlage des déchets verts	Arrêt des brûlages et utilisation dans la méthanisation et le compostage
	Enfouissement des restes alimentaires	Utilisation dans la méthanisation et valorisation
<b>Consommation des ressources</b>	Consommation d'énergie fossile	Diminution grâce au biogaz, production d'une énergie renouvelable
	Consommation d'engrais	Diminution grâce aux digestats et au compost

Tableau 25 : Impacts spécifiques environnementaux des scénarios

Impacts environnementaux	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Diminution de la pollution des captages				
Diminution de la pollution de la nappe				
Gestion des lisiers porcins				
Gestion des eaux usées	-			
Diminution du brûlage				
Diminution leptospirose				
Production de biogaz				
Production de compost				
Diminution des enfouissements				
Diminution importation énergie fossile				
Diminution importation engrais				
Economie d'eau				
Indépendance énergétique				
	faible			
	modéré			
	important			

Tous les scénarios ont un impact positif sur les critères sélectionnés. Selon les scénarios, l'amélioration sera plus ou moins forte.

## 5.5. Etude de risques pour l'installation d'équipements

### 5.5.1. Risques naturels

A cause de sa localisation et de son climat, le territoire est soumis à plusieurs risques naturels majeurs.

#### Cyclone

Un **cyclone tropical** est une tempête violente caractérisé par des vents très forts et des précipitations intenses. Il est formé par une masse nuageuse imposante qui prend naissance dans les océans à cause d'une dépression.

La période des cyclones sur Wallis et Futuna s'étale de novembre à avril. Les cyclones peuvent entraîner des vagues sur la terre ferme et détruire des habitations. Le risque est d'autant plus important que la majorité de la population habite à proximité du littoral.

Les données météo récoltées par météo France permettent de définir des seuils d'alerte et d'interdire les sorties en mer.

#### Séisme

Un **séisme** est une vibration du sol de plus ou moins forte intensité qui résulte du déplacement des plaques tectoniques. Ces vibrations peuvent engendrer des tsunamis si elles sont localisées dans les océans. Ces vibrations sont classées selon l'échelle macrosismique allant de 0 à 12. Le niveau de l'échelle inférieur à 2 correspond à un séisme non ressenti, alors que le niveau correspond à des dégâts massifs.

Wallis et Futuna est localisé dans l'Océan Pacifique à proximité de plusieurs plaques tectoniques (cf. Figure 25). Les habitations type sur le territoire sont des fates. Ces habitations possèdent des murs en terre et des toits en feuilles. Ces constructions ne respectent donc pas les normes parasismiques. Le dernier séisme recensé date du 29 août 2020 avec une magnitude de 5,2.

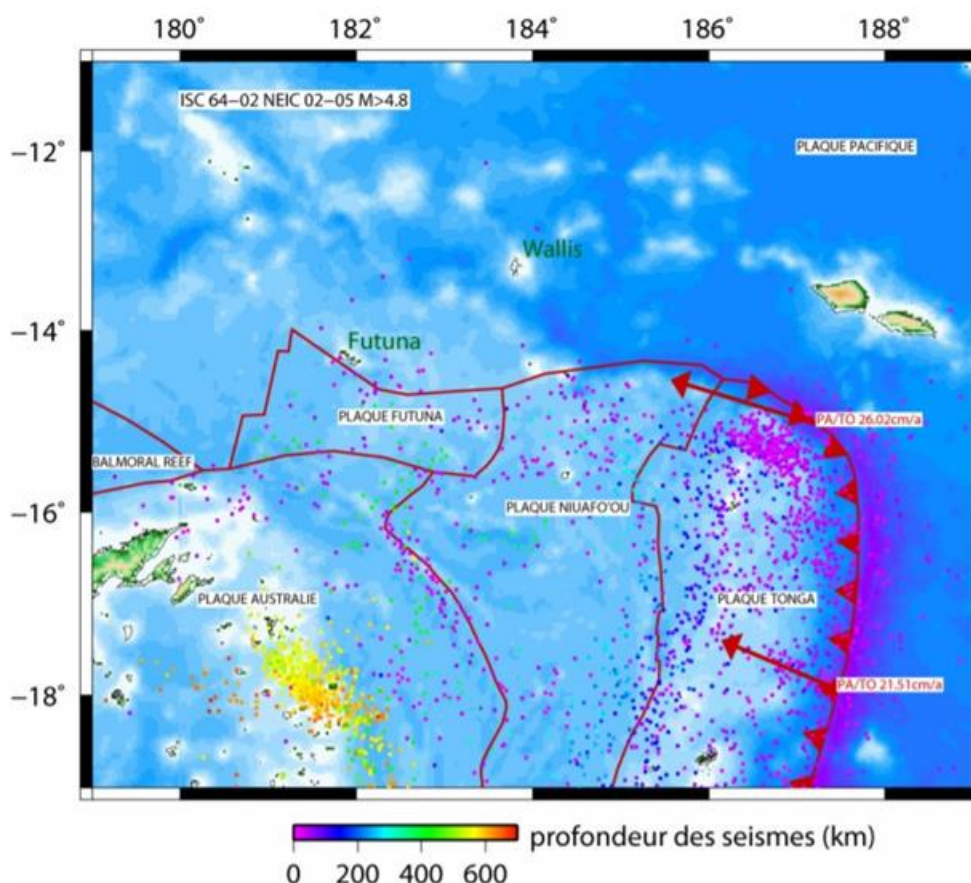


Figure 25 : Localisation des séismes à proximité de Wallis et Futuna (source : plan séisme Wallis et Futuna, 2008)

### Tsunamis

Un **tsunami** est un type de raz de marée provoqué par un séisme ou un volcan sous-marin qui déclenche des vagues de plusieurs mètres de haut sur les côtes pendant une période de 15-60 minutes.

Wallis et Futuna est situé dans une zone à forte activité tectonique et donc à des tsunamis potentiels. Cette situation entraîne également une topographie sous-marine avec des pentes très raides. Le risque d'effondrements sous-marins est donc également important. De plus, la localisation des habitations en bord de mer augmente le risque de submersion.

**Des mesures spécifiques devront donc être mises en place pour limiter les risques naturels. Les digesteurs seront abrités si possible des risques naturels.**

## 5.5.2. Risques technologiques et autres

### Risque industriel

Il y a peu d'activité industrielle sur Wallis et Futuna. La seule activité potentiellement à risque est le dépôt d'hydrocarbures de Wallis situé à Halalo, au Sud de l'île.

### Chutes d'aéronefs, malveillance

Les dangers d'accident et de chute sont plus importants au décollage et à l'atterrissage selon la protection civile. La zone de danger s'étend sur 1 km de part et d'autre de la piste et sur 3 km en bout de piste. Wallis possède un aéroport et Futuna un aérodrome. Les deux îles sont donc soumises à ce risque.

Une partie des accidents sur des ICPE est dû à de la malveillance. Des mesures de prévention devront être prise pour assurer la sécurité des installations (clôture, vidéosurveillance, gardiennage).

### 5.5.3. Risques liés au process

Les process de méthanisation et de compostage ne sont pas sans risques. Le tableau ci-dessous récapitule les évènements redoutés et les mesures de prévention à mettre en place.

**Tableau 26 : Récapitulatif des risques, causes, conséquences et mesures de prévention**

Process	Produits	Caractéristique des produits	Evènement redoutés	Causes	Conséquences	Mesures de prévention
Dépotage des intrants	Biodéchets, déchets verts, boues de fosse septique, effluents d'élevages	Riche en MO, combustible	Incendie	-Déchets combustibles -Source ignition	Feu dans le stockage des déchets	-Interdiction de fumer sur site -Accès réglementé au site -Plan de prévention
			Perte de confinement	Fuite de la zone de rétention	Pollution du sol et du sous-sol	-Maintenance des zones de rétention
Méthanisation - Digesteur	Biogaz brut, digestat brut	Gaz inflammable et explosif	Surpression de biogaz, rupture de la membrane	Suremplissage biogaz ou digesteur	Epanchage digestat et pollution, rejet atmosphérique	-Moyen de lutte incendie, -Maintenance des équipements -Zone ATEX
Réseau de transfert du biogaz	Biogaz traité	Gaz inflammable et explosif	Perte de confinement canalisation	Corrosion, usure, choc, surpression	Rejet atmosphérique, explosion, jet enflammé, effet toxique du au H2S	-Moyen de lutte incendie -Maintenance des équipements -Zone ATEX
Broyage des déchets verts	Déchets verts ligneux	Combustible	Départ de feu dans le broyeur	Déchets combustibles, source ignition dans le broyeur	Feu à l'intérieur du broyeur	-Interdiction de fumer sur site -Maintenance régulière des équipements -Accès réglementé au site -Plan de prévention
Co-compostage	Digestat brut, déchets verts broyés	Combustible	Incendie	Déchets combustibles, source ignition	Feu couvant dans le compost	-Interdiction de fumer sur site -Accès réglementé au site -Plan de prévention -Sondes de température -Protection contre la foudre
Stockage du compost	Compost	Quasiment stable et inerte	Incendie	Déchets combustibles, source ignition	Feu couvant dans le compost	-Interdiction de fumer sur site -Accès réglementé au site -Plan de prévention

# Conclusion

L'étude de valorisation de la biomasse sur Wallis et Futuna avait comme objectif principal de trouver une solution à la pollution organique diffuse et comme objectif secondaire de favoriser l'indépendance énergétique. Cette étude s'est déroulée en deux temps :

- Une évaluation des gisements et des contraintes du territoire,
- Une proposition de traitement adapté au contexte et répondant aux problématiques locales.

Si une partie des informations sur les gisements et les contraintes a pu être collectée sur place avant mon stage, les demandes complémentaires ont dû se faire par mail. La collecte d'informations a été compliquée, d'une part à cause du décalage horaire de 10h, d'autre part, la période Covid a ralenti les contacts à cause du télétravail. Les équipements sélectionnés dans les différents scénarios ont déjà été testés dans des pays en développement en Asie et en Afrique. Les technologies retenues sont donc robustes.

Sur place, plusieurs familles se sont déjà montrées intéressées par le projet. Leur implication sera à confirmer par le Service de l'Environnement.

Une première partie de l'étude a déjà été présentée au client et trois scénarios ont été retenus :

- Agricole et assainissement,
- Biodéchets mixtes et lisiers,
- Biodéchets mixtes et autres.

Les perspectives de cette étude sont dans un premier temps la présentation du dimensionnement de l'étude au Service Territorial de l'Environnement. Si tout est accepté, alors la phase suivante avec les dossiers réglementaires et la phase de travaux pourront commencer.



# Bibliographie

## Partie état de l'art

- Calédonie Bureau d'études, 2013, *Structuration des filières de gestion des déchets organiques en Province Sud, Phase 2 : Identification des solutions techniques*, [112-113] sur 139p.
- CIRELLI, Claudia, 2015, *Sociétés urbaines et déchets. Eclairages internationaux*, Villes et territoires, [270-271] sur 455p.
- LABOUBEE, Céline et al., 2013, *Performance énergétique des exploitations agricoles dans les DOM*, ADEME, [93-94,101,107] sur 153p.
- HOURÇOURIGARAY, Jean et al., 2014, *Energie renouvelable dans les îles du Pacifique : état des lieux et projets exemplaires*, AFD, [27-31,37,59-61,67] sur 74p.
- FARINET, Jean-Luc, 2008, *Techniques de méthanisation en régions chaudes – Déchets, technologies et applications*, CIRAD, 12p.
- NIANG, S. et al., 2017, *Compendium de technologies pour promouvoir la méthanisation des résidus organiques agricoles, agro-industriel et municipaux en Afrique de l'Ouest*, WABEF, [13-16,15-29,42-47] sur 75p.
- GROSCLAUDE, Jean-Yves, 2015, *Valorisation de la biomasse en Guadeloupe*, CGAAER, [28-32,34,37-43] sur 63p.
- TUHUAN, Lou, 2014, *Application de digesteurs de biogaz à petite échelle en Chine*, Université des Sciences et Technologies de Beijing, 25p.
- NGNIKAM, Emmanuel, 2013, *Bilan du compostage des ordures ménagères dans la ville de Dschang*, ERA Cameroun, 33p.
- CIRAD, *Transformation des déchets pour leur valorisation agricole*, [10-14] sur 14p.
- CEFRADE, 2012, *Compostage des déchets ménagers dans les pays en développement : modalité de mise en place et de suivi d'installations décentralisées pérennes*, [10, 33-35] sur 57p.
- SIERRA, Jorge et al., 2017, *La qualité des composts en Guadeloupe*, INRA Antilles-Guyane, [9-15] sur 23p.
- CODEGAZ, 2014, *Actions menées à Madagascar 1995-2014 – Energies renouvelables*, [11-12] sur 12p.
- SEMIS, 2013, *Etude d'établissement d'une base de référence pour le projet biogaz, Office National de l'assainissement du Sénégal*, [39-47] sur 84p.
- PACIFIC COMMUNITY, 2018, *Tuvalu Results Summary 2018*, [3-4] sur 15p.
- CELERIER, Isabelle, 2012, *Synthèse – Assainissement, énergie et coopération : l'option Biogaz*, ARENE, 8p.
- VAN VEENHUIZEN, René et al., 2017, *Développement intégré de la méthanisation en Afrique de l'Ouest*, WABEF, CIRAD, 4p.

## Corps du Rapport

- ANDREADAKIS, Alexia, 2019, *Le potentiel de développement de la méthanisation en Nouvelle-Calédonie et à Wallis et Futuna*, ADEME, 100p.
- ANGONIN, B., 2014, *Mission technique Wallis : Compostage et agroéquipements*, p. 51.
- BINOT, Isabelle, 2014, *Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière de compostage à Wallis*, 43p.

- BUENO, David, 2015, *Etat des lieux – Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de Futuna*, 74p.
- CHESNEAU, C., 2015, *Valorisation énergétique et agronomique des déchets organiques solides et eaux usées – Manuel pour la construction, l'entretien et la gestion d'une unité de méthanisation*, 27p.
- DETAILLE, R., 2015, *Enquête agricole 2014-2015 des îles de Wallis et Futuna*, 57p.
- GARNESSON, C., 2014, *Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière compostage à Wallis*, 54p.
- HAUSLER, Laurence, TAPIN, Juliette et al., 2020, *Déchets Chiffres clés l'essentiel 2019*, ADEME, [7] sur 30p.
- IEOM, 2018, *Rapport d'annuel 2018 de Wallis et Futuna*, 144p.
- INSEE, 2019, *Wallis-et-Futuna : la population continue de baisse, mais plus modérément*, Insee Première, 4p.
- MARQUET, Catherine, DONSBACK, Justine et al., 2020, *Rapport d'Avant-Projet Sommaire Maîtrise d'œuvre pour la réalisation d'études portant sur la valorisation de la biomasse, mise en place d'installations pilotes et acquisition d'équipements à Wallis et Futuna (986)*, ANTEA GROUP, 96p.
- MARQUET, Catherine, HAMBLIN, Roxane, 2020, *Synthèse des entretiens réalisés sur Wallis et Futuna pour la phase d'Avant-Projet*, 49p.
- NGERESO, Noëlle, 2015, *Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets sur le territoire de Wallis-et-Futuna (par la sensibilisation dans le cadre du projet INTEGRE)*, 69p.
- Préfecture des Îles Wallis et Futuna, 2019, *Livret d'accueil 2019*, 51p.
- PROE, 2015, *Stratégie pour la biodiversité de Wallis et Futuna*, 90p.
- Service de l'état et du Territoire à Wallis et Futuna, 2017, *Programmation Pluriannuelle de l'énergie pour les îles Wallis et Futuna 2016-2018/2019-2023*, 42p.
- Service Territorial de l'Environnement, 2010, *Etat des lieux de la gestion des déchets au CET de Vailepo et préconisations*, 31p.
- Territoire des Iles de Wallis et Futuna, 2015, *Code de l'Environnement*, Livre IV, Titre 1, Chapitre 1 et Chapitre 2 section 1 : Installations soumises à autorisation, p[50-52]
- Territoire des Iles Wallis et Futuna, 2017, *Arrêté n° 2017-688 du 28 août 2017 portant adoption de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)*, Code de l'environnement de Wallis et Futuna.

## **Constructeurs**

- BIO ECO, Spécialiste de la biomasse dans les pays du Sud, Adresse URL : <https://bio-e-co.fr/>
- E-SKY, Shenzen E-Sky Technology Co. Ltd, Adresse URL : <https://diybiogas.en.alibaba.com/>
- HOME BIOGAS, Adresse URL : <https://www.homebiogas.com/>
- PUXIN, Shenzen Puxin Technology Co. Ltd, Adresse URL : <http://en.puxintech.com/>
- TEENWIN, Shenzen Teenwin Environment Co Ltd., Adresse URL : <http://en.teenwin.com/>
- VENICETON, Chongqing Veniceton Technology Co. Ltd., Adresse URL : <https://veniceton.en.alibaba.com/>

## **Autres**

- AFNOR, 1981, NF U42-001, consulté en septembre 2020, Adresse URL : <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-u42-001/engrais-denominations-et-specifications/article/743864/fa032284>

- AFNOR, 2019, NF U44-051, consulté en septembre 2020, <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-u44-051-a3/amendements-organiques-denominations-specifications-et-marquage-elements-additionnels/article/909358/fa192230>
- AFNOR, 2008, NF U44-095, consulté en septembre 2020, <https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-u44-095-a1/amendements-organiques-composts-contenant-des-matieres-d-interet-agronomique-issues-du-traitement-des-eaux/article/660044/fa155946>
- AFNOR, 2009, NF U44-551, consulté en septembre 2020, [https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-u44-551-a4/supports-de-culture-denominations-specifications-marquage/article/760497/fa164191?gclid=EAlaIqobChMlo9yukvHt6wIV8v3VCh0GZQNCEAAYASAAEgKYAfD\\_BwE](https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-u44-551-a4/supports-de-culture-denominations-specifications-marquage/article/760497/fa164191?gclid=EAlaIqobChMlo9yukvHt6wIV8v3VCh0GZQNCEAAYASAAEgKYAfD_BwE)
- Institut Pasteur, 2019, Leptospirose, consulté en septembre 2020, <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/leptospirose>
- Madacompost, Histoire de Madacompost, consulté en septembre 2020, <http://madacompost.mg/decouvrir-madacompost/>

# Annexes

## Table des matières

Annexe 1 : Etat de l'art .....	2
1.1. La méthanisation .....	2
1.2. Le compostage .....	5
1.3. La combustion .....	7
Annexe 2 : Catalogue Constructeurs .....	8
1.1. Les digesteurs .....	8
1.2. Les systèmes de stockage de biogaz .....	9
1.3. Les systèmes de traitement et de comptage du biogaz .....	10
1.4. Les appareils de valorisation .....	11
Annexe 3 : Notes de calcul .....	12
1.1. Unité agricole .....	12
1.1.1. Dimensionnement de l'unité .....	12
1.1.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation .....	12
1.1.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation .....	13
1.1.4. Coût d'investissement .....	14
1.1.5. Coût de fonctionnement .....	14
1.2. Unité agricole et assainissement .....	15
1.2.1. Dimensionnement de l'unité .....	15
1.2.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation .....	15
1.2.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation .....	15
1.2.4. Coût d'investissement .....	16
1.2.5. Coût de fonctionnement .....	17
1.3. Unité multi-déchets .....	17
1.3.1. Dimensionnement de l'unité .....	17
1.3.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation .....	18
1.3.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation .....	18
1.3.4. Coût d'investissement .....	19
1.3.5. Coût de fonctionnement .....	20



# Annexe 1 : Etat de l'art

## 1.1. La méthanisation

Tableau 1 : Synthèse des projets de méthanisation en contexte tropical et/ou en développement

Utilisateur	Intrants	Type de méthanisation	Valorisation	Localisation des installations	Type de climat	Type de digesteur	Financement
Station d'épuration du Grand Prado	Boues de STEP	Industrielle	Chauffage digesteur et séchage boues, électricité revendue EDF	La Réunion	Tropical		
Lycée agricole St Joseph	Effluents d'élevage	Agricole	Chaudière pour séchage du foin (30 kW)	La Réunion	Tropical		
Distillerie Rivière du Mât	Vinasse de distillerie	Industrielle	Substitution fioul	La Réunion	Tropical		
Abattoir de volaille crête d'or	Graisse, sous-produits animaux et lisier de porc externe	Industrielle	Chaleur avec chaudière (830 kW)	La Réunion	Tropical		
Centre de Valorisation Organique du Robert	Biodéchets agricoles et des ménages	Territoriale	Electricité (620kW)	Martinique	Tropical		
Distillerie Saint James	Vinasse et déchets de récolte	Industrielle	Autoconsommation (500 kW)	Martinique	Tropical		
RSMA GA (Régiment du Service Militaire Adapté de Guadeloupe)	Effluents d'élevages et déchets agricoles	Agricole	Gaz, électricité	Guadeloupe	Tropical		
Rhumerie bologne	Vinasse	Industrielle	Electricité, engrais organique	Guadeloupe	Tropical		

Utilisateur	Intrants	Type de méthanisation	Valorisation	Localisation des installations	Type de climat	Type de digesteur	Financement
SIS Bonne mère	Vinasse issue de la distillation du rhum	Industrielle	Chaleur	Guadeloupe	Tropical		
Agriculteur/Particulier	Lisier de porc, eaux usées	Domestique	Gaz de cuisson, éclairage, Chauffe-eau, alimentation poisson, engrais	Sud de la chine	Subtropical		
Agriculteur	Lisier de porc, eaux usées	Domestique	Chauffage serre et digesteur	Nord de la Chine	Continental		
Agriculteur/Particulier	Lisier, fientes, eaux usées	Domestique	Gaz de cuisson, éclairage, engrais	Nord-ouest de la Chine	Continental		
Particulier	Déchets alimentaires, lisier	Domestique	Gaz de cuisine, compost	Tuvalu	Equatorial		
Ferme expérimentale ONG AEDR	Déchets de cultures végétales (tourteau de jatropha), Fumier	Agricole	Carburant, biogaz de cuisine, compost	Teriya Bugu, Mali	Tropical	2 digesteurs de 25 m <sup>3</sup>	
Abattoir de Thiès	Déchets d'abattoir	Industrielle	Compost	Sénégal	Tropical	Digesteur de 40 m <sup>3</sup>	
Songhaï	Fientes, Lisiers, effluents de clarification d'huile de palme, résidus de transformation ananas et baobab	Territoriale	Electricité, compost	Porto Novo, Bénin (1989)	Tropical	3 digesteurs de 20 m <sup>3</sup> , et plateforme de 750 m <sup>3</sup>	
Village Piu	Déchets verts, résidus de culture, déchets alimentaires	Communautaire	Gaz de cuisson, éclairage	Piu, Samoa	Tropical	2 digesteurs de 100m <sup>3</sup>	
Éleveur		Micro-méthanisation	Gaz de cuisine, éclairage	Ferlo, Sénégal	Tropical	10 m <sup>3</sup>	
Agriculteur/Éleveurs	Fientes, Lisiers	Agricole	Groupe électrogène	Kinshasa, RDC	Equatorial	8 digesteurs de 100 m <sup>3</sup>	
Agriculteur/Éleveurs	Fientes	Agricole	Groupe électrogène, épandage digestat liquide	Côte d'ivoire	Equatorial	4 digesteurs de 400 m <sup>3</sup>	

Utilisateur	Intrants	Type de méthanisation	Valorisation	Localisation des installations	Type de climat	Type de digesteur	Financement
Abattoir	Déchets d'abattoir	Industrielle	Gaz de cuisine, et vente digestat pour agriculture	Saint Louis, Sénégal	Désertique	5 digesteurs de 10 m <sup>3</sup> , béton	
Abattoir de Lomé	Déchets d'abattoir	Industrielle	Autoconsommation biogaz et revente digestat	Lomé, Togo	Tropical	4 digesteurs de 10 m <sup>3</sup> , béton	
Abattoir d'Abidjan	Déchets d'abattoir	Industrielle	Électricité, carburant, vente digestat	Abidjan, Côte d'ivoire	Equatorial	4 digesteurs de 200m <sup>3</sup>	
Site pilote	Déchets organiques urbains	Territoriale	Gaz bouteille, carburant, digestat pour agriculture	Lusaka, Zambie	Tropical	1 digesteur de 100m <sup>3</sup> , 3 digesteurs de 80 m <sup>3</sup>	Financement ADEME
Particulier	Déchets organiques ménagers	Domestique		Thaïlande	Tropical	3,4m <sup>3</sup> , préfabriqué	
Particulier	Déchets organiques ménagers	Domestique		Malaisie	Equatorial	3,4m <sup>3</sup> , préfabriqué	
Village	Bouse de vache	Agricole	Groupe électrogène	Timor oriental	Tropical	100 m <sup>3</sup> , béton	
Particulier	Bouse de vache	Domestique	Gaz de cuisine, chauffe-eau	Timor oriental	Tropical	10 m <sup>3</sup> , béton	
Legon student hostel	Eaux usées, déchets alimentaires	Domestique	Gaz de cuisine	Accra, Ghana	Désertique	2 digesteurs de 50 m <sup>3</sup> , 10 digesteurs de 10m <sup>3</sup>	
Port Harcourt	Déchets de poissons, de marché, de légumes	Territoriale	Electricité, gaz de cuisine	Nigeria	Tropical	3 digesteurs de 100m <sup>3</sup>	Financement World bank
Agriculteur	Lisier de porc	Agricole	Electricité	Manille, Philippine	Tropical	4 digesteurs de 100 m <sup>3</sup>	
Université polytechnique	Déchets alimentaires	Domestique	Gaz de cuisine	Nicaragua	Tropical	Béton	
Abattoir de Juigalpa	Déchets d'abattoir	Industrielle	Eau chaude auto-consommée pour process	Nicaragua	Tropical	50 m <sup>3</sup> , béton	Financement par UNIDO
Industrie	Déchets de fruits	Industrielle		Philippines	Tropical	600 m <sup>3</sup>	
Institut National de Formation Agricole	Déchets d'élevage	Agricole	Gaz de cuisine, éclairage, digestats pour agriculture	Kpalimé, Togo (2010)	Tropical	6 m <sup>3</sup>	

Utilisateur	Intrants	Type de méthanisation	Valorisation	Localisation des installations	Type de climat	Type de digesteur	Financement
Ferme agropastorale Agbati	Déchets d'élevage	Agricole	Gaz de cuisine, éclairage, digestats pour agriculture	Tsévié, Togo (2017)	Tropical	6m <sup>3</sup>	
Brasserie BB	Effluents	Industrielle	Brûlage, obj valorisation chaudière	Lomé, Togo (2012)	Tropical	1500 m <sup>3</sup>	
Abattoir	Déchets d'abattoirs	Territoriale	Gaz pour équarrissage, digestats pour co-compostage	Togo (2016,2017)	Tropical	8 digesteurs 10 m <sup>3</sup> , béton	
Particulier	Effluents d'élevage	Domestique	Gaz de cuisine, éclairage, digestats pour agriculture	Fianarantsoa, Madagascar (2014)	Tropical	6 digesteurs béton à dôme flottant de 8 m <sup>3</sup>	
Particulier	Effluents d'élevage	Domestique	Gaz de cuisine, digestats pour agriculture	Amérique latine	Tropical	6 m <sup>3</sup>	Programa Especial para la Seguridad Alimentaria

## 1.2. Le compostage

Tableau 2 : Synthèse de projets de compostage en contexte tropical et/ou en développement

Utilisateur	Intrants	Type de compostage	Méthode de compostage	Tonnage entrant	Compost produit	Localisation des installations	Norme du compost
Sita verde	Déchets verts	Industrielle	Tunnel à aération forcée	29 000 t/an	10 000 t/an	Moule, Guadeloupe	NFU 44-051, NFU 44-095, NFU 44-551
CIREST	Déchets vert	Territoriale	Plateforme de compostage	8 000 t/an	-	Sainte rose, La Réunion	
Agriculteur	Fumier de volaille	Agricole	Procédé Valid	-	-	Dos d'âne, commune de la Possession, La Réunion	

Utilisateur	Intrants	Type de compostage	Méthode de compostage	Tonnage entrant	Compost produit	Localisation des installations	Norme du compost
SAS Camp Pierrot	Lisier de porc, fumier de volaille	Industrielle (2009)	Co-compostage	6800 t/an (effluents) + 4046 m <sup>3</sup> refus + 2500 m <sup>3</sup> effluent épuré	6746 t/an	Grand Ilet, commune de Salazie, La Réunion	NFU 42001 (2011)
JPP distribution	Fumier de bovins					Zone du tampon, la Réunion	
Bourbon broyage compostage	Déchets organiques ménagers					Le port, La Réunion	
Lotissement du levant	Déchets alimentaires	Domestique	Lombricompostage	(composteur 750L*2)		Saint Pierre, la Réunion	
ENPRO (ONG)	Ordures ménagères	Industrielle	Tri-compostage	7000 t/an	2000-2500 t/an	Lomé, Togo	
ERA Cameroun	Ordures ménagères	Industrielle	Tri-compostage	700-800 t/an	80-100 t/an	Dschang, Cameroun	
Madacompost	Ordures ménagères	Industrielle	Tri-compostage	35 % des déchets municipaux	300-400 t/an	Mahajanga, Madagascar	NFU44-051
Ville de Bakel	Ordures ménagères	Industrielle	Tri-compostage	2190 t/an	1600t/an	Bakel, Sénégal	
Lycée agricole Michel Rocart	Déchets verts, déchets alimentaires	Industrielle	Plateforme de compostage			Pouembout, Nouvelle Calédonie	
Tribu Gohapin	Déchets alimentaires, bois mort, déchets verts	Domestique	Compostage partagé			Poya, Nouvelle Calédonie	
Biocalédonia	Déchets verts, fumier, fientes, bouse	Agricole	Compostage en tas, type bout de champ			Houailou, Nouvelle Calédonie	
La foa	Déchets verts	Industrielle	Plateforme de compostage			La foa, Nouvelle Calédonie	

Utilisateur	Intrants	Type de compostage	Méthode de compostage	Tonnage entrant	Compost produit	Localisation des installations	Norme du compost
Voh	Broyats végétaux, palettes et déchets de restauration	Territoriale	Compostage avec retournement mécanique			Voh, Nouvelle Calédonie	
Terraviva	Boues de station d'épuration, broyat de palette, bagasse	Territoriale	Casier clos de fermentation et de maturation	10 000 t/an de boues traitées		Martinique	NFU 44-095
Centre de Valorisation Organique du Robert	Fraction fermentescible Omr, déchets verts	Territoriale	Compostage en casier avec aération forcée et régulée	20 000 t/an		Martinique	NFU44-051

### 1.3. La combustion

Tableau 3 : Synthèse de projets de combustion en contexte tropical et/ou en développement

Utilisateur	Intrants	Type de combustion	Production	Valorisation	Localisation des installations	Fonctionnement
Centrale thermique	Bagasse	Industrielle	320-370 GWh	Electricité, vapeur (cogénération)	Moule, Guadeloupe	en fonctionnement
Distillerie Bologne	Bagasse	Industrielle	15 MWh	Electricité, vapeur	Bologne, Guadeloupe	en fonctionnement
Centrale thermique galion 2	Bagasse, biomasse, résidus bois d'œuvre	Industrielle	40 MW installée	Electricité, vapeur	Martinique	en fonctionnement
Centrale d'Aboisso	Déchets de culture de palmier à huile	Industrielle	46 MW	Electricité, vapeur	Côte d'Ivoire	en construction
Centrale biomasse de Kourou, Voltalia	Résidus de scierie	Industrielle	2050 MW élec	Electricité, vapeur	Kourou, Guyane	en fonctionnement (2009)
Centrale biomasse de Cacao, Voltalia	Résidus de scierie	Industrielle	5,1 MW	Electricité, vapeur	Cacao, Guyane	en construction



# Annexe 2 : Catalogue Constructeurs

## 1.1. Les digesteurs

Tableau 4 : Synthèse des catalogues constructeurs pour les digesteurs adaptés au contexte isolé

Illustration	Référence	Volume total (m3)	Volume stockage gaz (m3)	Production de biogaz (m3/j)	Type d'intrant	Prix (hors transport en €)
 <p>PX-ABS-1.2/3.4m3 PX-ABS-15m3 PX-ABS-260m3</p>	PX-ABS	1,2	0,4	0,5-1		460
		3,4	1	2		695
		15	4,9	15		2900
	PX-ABS béton	10			Déchets alimentaires, lisier de porc, fiente, bouse de vache, excrément humain, végétaux	3700
	PX-CATS-1	12		28		45 000
	PXPDP(FRP)-2	2		1	Tous les déchets organiques	2300
	TY-PD-3B	3,6		3	Déchets alimentaires, lisiers de porc, fientes, bouses de vache, végétaux	470 €
	TY-PD-5B	8		5		470 €
	TY-PD-10B	13		10		470 €
	Homebiogas 2,0	1,2	0,7	0,7	Déchets alimentaires, déjections animales	670 €
	Homebiogas 4	2,5	1,2	1,2		
	Homebiogas 7	4,5	2,5	2,5		

## 1.2. Les systèmes de stockage de biogaz

Tableau 5 : Synthèse des catalogues constructeurs pour le stockage de biogaz adapté au contexte isolé

Illustration	Référence	Volume total de stockage (m3)	Type de matériaux	Prix (hors transport en €)
	VB	4-100	Membrane EN PVC	90 - 550
	PX-CQD-HY / PX-CQD-RM	0,5-1000	PVC renforcé	30 - 13 400
	TY-CQD-HY	0,5-200	PVC renforcé	14-925
	Homebiogas	2		170

### 1.3. Les systèmes de traitement et de comptage du biogaz

Tableau 6 : Synthèse des catalogues constructeurs pour le traitement et le comptage du biogaz rustique





Illustration	Référence	Débit traité (m3/j)	Volume traité (m3)	Prix (hors transport en €)
	PX-1L	<5	200	1,5
	-	<10	300	2
	PX-30L	<60	5000	68,5
	PXDS-250L	<400	-	1571

Illustration	Référence	Débit compté (m3/h)	Descriptif	Prix (hors transport en €)
	JBD2.5-SA	0,025-4	compteur mécanique	30
	BF-2000 G2.5	0,08-4	compteur électronique	65

## 1.4. Les appareils de valorisation

Tableau 7 : Synthèse des catalogues constructeurs pour les appareils de valorisation adaptés au contexte isolé

Illustration	Puissance (kW)	Biogaz consommé (m3/h)	Descriptif	Prix (hors transport en €)
	2,8	0,45	Plaque de cuisson simple feux	10
	2,8	0,45	Plaque de cuisson double feux	17
	-	2,5	Plaque de cuisson grand diamètre	22
	-	0,07	Lampe	7
	14	2,5	Chauffe-eau	50
	1,5 - 5	1,05-4	Groupe électrogène	415-1055

# Annexe 3 : Notes de calcul

## 1.1. Unité agricole

### 1.1.1. Dimensionnement de l'unité

Tableau 8 : Synthèse des intrants pour l'unité agricole

Intrants	Tonnage (t/j)	Tonnage (t/an)	Densité (t/m3)	Volume (m3/j)	Volume (m3/an)
Lisier avec réduction par élevage	0,066	23,938	1,000	0,066	23,938
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,000	0,043	0,350	0,000	0,123
Restes alimentaires	0,001	0,220	0,300	0,002	0,735
<b>Total</b>	<b>0,066</b>	<b>24,201</b>		<b>0,068</b>	<b>24,796</b>

Tableau 9 : Synthèse du dimensionnement de l'unité agricole

Temps de séjour (j)	40
Capacité max d'intrant (m3/j)	0,068
Volume utile (m3)	2,717

### 1.1.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation

Tableau 10 : Synthèse du dimensionnement de la production de biogaz

Intrants	Tonnage (t/j)	Potentiel méthanogène (m3 CH4/t MB)	Production de CH4 (m3/j)	Production de biogaz, 60% CH4 (m3/j)
Lisier avec réduction par élevage	0,066	12	0,787	1,312
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,000	50	0,006	0,010
Restes alimentaires	0,001	55	0,033	0,055
<b>Total</b>	<b>0,066</b>		<b>0,826</b>	<b>1,377</b>

Tableau 11 : Potentiel de valorisation du biogaz

Valorisation	Consommation (m3 biogaz/h)	Temps de fonctionnement (h/j)
Plaque deux feux	0,45	3,060
Plaque large	2,5	0,551
Lampe biogaz	0,07	19,670
Chauffe-eau	2,5	0,551

### 1.1.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation

Tableau 12 : Dimensionnement des intrants pour le compostage

	Intrant	Densité (t/m3)	Volume (m3/an)	Tonnage (t/an)
Réception	Digestats	1,00	23,56	23,56
	Déchets verts broyé	0,40	47,11	18,84
	ratio de mélange (m3 de DV pour 1 m3 de digestat)		2,00	
	Temps de séjour réception			
Fermentation	Mélange entrée fermentation	0,60	70,67	42,40
	Facteur de diminution réception/fermentation		0,70	0,70
	Temps de séjour fermentation			
	Mélange sortie fermentation	0,60	49,47	29,68
Maturation	Facteur de diminution fermentation/maturation		0,80	0,80
	Temps de séjour			
	Mélange sortie maturation	0,60	39,57	23,74
Produit fini	Temps de séjour			
	Compost	0,60	39,57	23,74

Tableau 13 : Dimensionnement des surfaces pour le compostage

	Temps de stockage (mois)	Volume intrants (m3)	Hauteur de stockage (m)	Surface (m2)
Zone de réception	1	5,89	2,00	2,94
Zone de fermentation	3	17,67	2,00	8,83
Zone de maturation	3	12,37	2,00	6,18
Zone de stockage du compost	4	13,19	2,00	6,60
<b>Total</b>	<b>11</b>			<b>24,56</b>



## 1.1.4. Coût d'investissement

Tableau 14 : Coût d'investissement pour l'unité agricole

Poste	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix total HT	Prix livré HT
<b>Equipement de base</b>					
Digesteur type Homebiogas 7,0	660,00 €	1	U	660,00 €	990,00 €
Traitement H2S	2,00 €	1	U	2,00 €	3,00 €
Piège à eau	1,50 €	1	U	1,50 €	2,25 €
Compteur biogaz	32,00 €	1	U	32,00 €	48,00 €
Plaque de cuisson 2 feux	30,00 €	1	U	30,00 €	45,00 €
Divers	725,50 €	20%	%	145,10 €	217,65 €
<b>sous-total base</b>					<b>1 305,90 €</b>
<b>Prestation</b>					
Préparation du Chantier, VRD	750,00 €	0,5	j	375,00 €	375,00 €
Assistance technique et formation	600,00 €	2	j	1 200,00 €	1 200,00 €
Suivi période de garantie	37,50 €	20	j	750,00 €	750,00 €
Frais de transport et de vie	6 000,00 €	0,04	pour 25 unités	240,00 €	240,00 €
<b>sous-total prestation</b>					<b>2 565,00 €</b>
<b>Options</b>					
Stockage de gaz supplémentaire 600l	171,00 €	1	U	171,00 €	256,50 €
Brûleur trépied	25,00 €	1	U	25,00 €	37,50 €
Lampe biogaz (60-100W)	10,00 €	1	U	10,00 €	15,00 €
Broyeur de restes alimentaires	300,00 €	1	U	300,00 €	450,00 €
Broyeurs de déchets verts	1 680,00 €	1	U	1 680,00 €	1 680,00 €
Chauffe-eau	90,00 €	1	U	90,00 €	135,00 €

<b>Total base</b>	<b>3 870,90 €</b>
avec déchets alimentaires	4 320,90 €
avec déchets verts	5 550,90 €
avec déchets verts et alimentaires	6 000,90 €

## 1.1.5. Coût de fonctionnement

Tableau 15 : Coût de fonctionnement pour l'unité agricole

Charges d'exploitation	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix
<b>Personnel</b>				
Membre de la famille	- €	0,25	ETP	- €
<b>Consommables</b>				
Consommation d'eau pour la dilution des intrants	0,80 €	1,46	m3	1,17 €
Consommation électrique	0,15 €	0	kWh	- €
Consommation en carburant	1,48 €	0	L	- €
Consommables d'entretien et divers	1 305,90 €	2%	%	26,12 €
<b>Autres</b>				
Analyses compost, digestat, biogaz	4 000,00 €	0	U	- €
Assurances	1 305,90 €	1%	%	13,06 €
Entretien, maintenance, GER	1 305,90 €	4%	%	52,24 €
<b>Total</b>				<b>92,58 €</b>

## 1.2. Unité agricole et assainissement

### 1.2.1. Dimensionnement de l'unité

Tableau 16 : Synthèse des intrants pour l'unité agricole et assainissement

Intrants	Tonnage (t/j)	Tonnage (t/an)	Densité (t/m3)	Volume (m3/j)	Volume (m3/an)
Lisier avec réduction par élevage	0,066	23,938	1,000	0,066	23,938
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,0001	0,043	0,350	0,000	0,123
Restes alimentaires	0,001	0,220	0,300	0,002	0,735
Boues de fosse septique	0,0006	0,220	1,000	0,001	0,220
<b>Total</b>	<b>0,067</b>	<b>24,422</b>		<b>0,069</b>	<b>25,016</b>

Tableau 17 : Synthèse du dimensionnement de l'unité agricole et assainissement

Temps de séjour (j)	40
Capacité max d'intrant (m3/j)	0,069
Volume utile (m3)	2,742

### 1.2.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation

Tableau 18 : Synthèse du dimensionnement de la production de biogaz

Intrants	Tonnage (t/j)	Potentiel méthanogène (m3 CH4/t MB)	Production de CH4 (m3/j)	Production de biogaz, 60% CH4 (m3/j)
Lisier avec réduction par élevage	0,066	12	0,787	1,312
Déchets verts : tonte, fauche, feuille	0,000	50	0,006	0,010
Restes alimentaires	0,001	55	0,033	0,055
Boues de fosse septique	0,001	192	0,116	0,193
<b>Total</b>	<b>0,067</b>		<b>0,942</b>	<b>1,570</b>

Tableau 19 : Potentiel de valorisation du biogaz

Valorisation	Consommation (m3 biogaz/h)	Temps de fonctionnement (h/j)
Plaque deux feux	0,45	3,489
Plaque large	2,5	0,628
Lampe biogaz	0,07	22,430
Chauffe-eau	2,5	0,628

### 1.2.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation

(cf. unité agricole)

## 1.2.4. Coût d'investissement

Tableau 20 : Coût d'investissement unité agricole et assainissement

Poste	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix total HT	Prix livré HT
<b>Equipement de base</b>					
Béton banché, matériaux	500,00 €	3,5	m3	1 750,00 €	1 750,00 €
Cloche et couvercle béton	800,00 €	1	U	800,00 €	1 200,00 €
Amortissement moule	11 500,00 €	0,04	pour 25 unités	460,00 €	690,00 €
Traitement H2S	2,00 €	1	U	2,00 €	3,00 €
Piège à eau	1,50 €	1	U	1,50 €	2,25 €
Compteur biogaz	32,00 €	1	U	32,00 €	48,00 €
Plaque de cuisson 2 feux	30,00 €	1	U	30,00 €	45,00 €
Tuyau et regards	500,00 €	1	U	500,00 €	750,00 €
Divers	3 575,50 €	20%	%	715,10 €	1 072,65 €
<b>sous-total base</b>					<b>5 560,90 €</b>
<b>Prestation</b>					
Préparation du chantier	300,00 €	1	U	300,00 €	300,00 €
Excavation et remblai	50,00 €	12	m3	600,00 €	600,00 €
Assistance technique et formation	600,00 €	1	U	600,00 €	600,00 €
Suivi période de garantie	37,50 €	40	j	1 500,00 €	1 500,00 €
Frais de transport et de vie	6 000,00 €	0,04	pour 25 unités	240,00 €	240,00 €
<b>sous-total prestation</b>					<b>3 240,00 €</b>
<b>Options</b>					
Stockage de gaz supplémentaire	800,00 €	1	U	800,00 €	1 200,00 €
Brûleur trépied	25,00 €	1	U	25,00 €	37,50 €
Lampe biogaz (60-100W)	10,00 €	1	U	10,00 €	15,00 €
Broyeur de restes alimentaires	300,00 €	1	U	300,00 €	450,00 €
Broyeurs de déchets verts	1 680,00 €	1	U	1 680,00 €	1 680,00 €
Chauffe-eau	90,00 €	1	U	90,00 €	135,00 €
<b>Total base</b>					<b>8 800,90 €</b>
avec déchets alimentaires					9 250,90 €
avec déchets verts					10 480,90 €
avec déchets verts et alimentaires					10 930,90 €

## 1.2.5. Coût de fonctionnement

Tableau 21 : Coût de fonctionnement de l'unité agricole et assainissement

Charges d'exploitation	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix
<b>Personnel</b>				
Membre de la famille	- €	0,25	ETP	- €
<b>Consommables</b>				
Consommation d'eau pour la dilution des intrants	0,80 €	1,46	m3	1,17 €
Consommation électrique	0,15 €	912,5	kWh	136,88 €
Consommation en carburant	1,48 €	0	L	- €
Consommables d'entretien et divers	5 560,90 €	2%	%	111,22 €
<b>Autres</b>				
Analyses compost, digestat, biogaz	4 000,00 €	0	U	- €
Assurances	5 560,90 €	1%	%	55,61 €
Entretien, maintenance, GER	5 560,90 €	4%	%	222,44 €
<b>Total</b>				527,31 €

## 1.3. Unité multi-déchets

### 1.3.1. Dimensionnement de l'unité

Tableau 22 : Synthèse des intrants pour l'unité multi-déchets

Intrants	Tonnage (t/j)	Tonnage (t/an)	Densité (t/m3)	Volume (m3/j)	Volume (m3/an)
Biodéchets solides GI	0,0231	6	0,6	0,0385	10,0
Boisson GI	0,0115	3	1	0,0115	3,0
Biodéchets GI déconditionnés	0,0231	6	0,3	0,0769	20,0
DV broyés	0,4615	120	0,35	1,3187	342,9
Boues de fosse septique	1,3154	342	1	1,3154	342,0
<b>Total</b>	<b>1,8346</b>	<b>477</b>	<b>3,25</b>	<b>2,7610</b>	<b>717,9</b>

Tableau 23 : Synthèse du dimensionnement de l'unité multi-déchets

Temps de séjour (j)	40
Capacité max d'intrant (m3/j)	2,761
Volume utile (m3)	110,440

### 1.3.2. Dimensionnement du biogaz et de sa valorisation

Tableau 24 : Synthèse du dimensionnement de la production de biogaz

Intrants	Tonnage (t/j)	Potentiel méthanogène (m3 CH4/t MB)	Production de CH4 (m3/j)	Production de biogaz, 60% CH4 (m3/j)
Biodéchets solides GI	0,0231	50	1,153846154	1,923076923
Boisson GI	0,0115	35	0,403846154	0,673076923
Biodéchets GI déconditionnés	0,0231	135	3,115384615	5,192307692
DV broyés	0,4615	55	25,38461538	42,30769231
Boues de fosse septique	1,3154	9,6	12,62769231	21,04615385
<b>Total</b>	<b>1,8346</b>		<b>42,6854</b>	<b>71,1423</b>

Tableau 25 : Potentiel de valorisation du biogaz

Valorisation	Consommation (m3 biogaz/h)	Temps de fonctionnement (h/j)
Lampe biogaz	0,07	966,209
Groupe électrogène 1,5 kW	1,05	64,414
Groupe électrogène 3 kW	2,1	32,207

### 1.3.3. Dimensionnement des digestats et de leur valorisation

Tableau 26 : Dimensionnement des intrants pour le compostage

	Intrant	Densité (t/m3)	Volume (m3/an)	Tonnage (t/an)	Durée (mois)
Réception	Digestats	1	453,2	453,15	
	Déchets verts broyé	0,4	906,3	362,52	
	ratio de mélange (m3 de DV pour 1 m3 de digestat)		2,0		
	Temps de séjour réception				1
Fermentation	Mélange entrée fermentation	0,6	1359,5	815,7	
	Facteur de diminution réception/fermentation		0,7	0,7	
	Temps de séjour fermentation				3
	Mélange sortie fermentation	0,6	951,615	571,0	
Maturation	Facteur de diminution fermentation/maturation		0,8	0,8	
	Temps de séjour				3
	Mélange sortie maturation	0,6	761,292	456,8	
Produit fini	Temps de séjour				4
	Compost	0,6	761,292	456,8	

Tableau 27 : Dimensionnement des surfaces pour le compostage

	Temps de stockage (mois)	Volume intrants (m3)	Hauteur de stockage (m)	Surface (m2)
Zone de réception	1	113,28	2	56,64
Zone de fermentation	3	339,86	2	169,93
Zone de maturation	3	237,90	2	118,95
Zone de stockage du compost	4	253,76	2	126,88
<b>Total</b>	<b>11</b>			<b>472,41</b>

### 1.3.4. Coût d'investissement

Tableau 28 : Coût d'investissement de l'unité multi-déchets

Poste	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix total HT	Prix livré HT
<b>Equipement de base</b>					
Digesteur hors sol 54 m3	12 300,00 €	2	U	24 600,00 €	36 900,00 €
Traitement H2S	450,00 €	1	U	450,00 €	675,00 €
Piège à eau	1 200,00 €	1	U	1 200,00 €	1 800,00 €
Compteur biogaz	60,00 €	1	U	60,00 €	90,00 €
Epuration et pompes	6 200,00 €	1	U	6 200,00 €	9 300,00 €
Groupe électrogène 10 kW	14 600,00 €	1	U	14 600,00 €	21 900,00 €
Divers	47 110,00 €	20%	%	9 422,00 €	14 133,00 €
<b>sous-total base</b>					<b>84 798,00 €</b>
<b>Prestation</b>					
Préparation du terrain	6 000,00 €	1	U	6 000,00 €	6 000,00 €
Pose dalle béton	6 100,00 €	1	U	6 100,00 €	6 100,00 €
Construction entrée/sortie et raccordement	6 100,00 €	1	U	6 100,00 €	6 100,00 €
Assistance technique et formation	600,00 €	15	j	9 000,00 €	9 000,00 €
Suivi période de garantie	750,00 €	20	j	15 000,00 €	15 000,00 €
Frais de transport et de vie	6 000,00 €	1	U	6 000,00 €	6 000,00 €
<b>sous-total prestation</b>					<b>48 200,00 €</b>
<b>Options</b>					
Stockage de gaz supplémentaire 50 m3	3 600,00 €	1	U	3 600,00 €	5 400,00 €
Lampe biogaz (60-100W)	10,00 €	1	U	10,00 €	15,00 €
Broyeur de restes alimentaires	3 300,00 €	1	U	3 300,00 €	4 950,00 €
Bio GNV, compresseur bouteilles	42 100,00 €	1	U	42 100,00 €	63 150,00 €
<b>Total base</b>					<b>132 998,00 €</b>
avec déchets alimentaires					137 948,00 €
avec bio GNV					196 148,00 €
avec déchets alimentaires et Bio GNV					201 098,00 €



### 1.3.5. Coût de fonctionnement

Tableau 29 : Coût de fonctionnement de l'unité multi-déchets

Charges d'exploitation	Prix unitaire	Quantité	Unité	Prix
<b>Personnel</b>				
Agent de maintenance	27 600,00 €	0,2	ETP	5 520,00 €
Agent d'exploitation	20 400,00 €	0,6	ETP	12 240,00 €
Encadrant	36 000,00 €	0,1	ETP	3 600,00 €
<b>Consommables</b>				
Consommation d'eau dilution intrants	0,80 €	78	m3	62,40 €
Consommation électrique	0,15 €	1235	kWh	185,25 €
Consommation en carburant	1,48 €	5850	L	8 658,00 €
Consommables d'entretien et divers	84 798,00 €	2%	%	1 695,96 €
<b>Autres</b>				
Analyses compost, digestat, biogaz	4 000,00 €	1	U	4 000,00 €
Assurances	84 798,00 €	1%	%	847,98 €
Entretien, maintenance, GER	84 798,00 €	4%	%	3 391,92 €
<b>Total</b>				<b>40 201,51 €</b>

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**Diplôme(s) :** Ingénieur Génie de l'Eau de l'Environnement

**Spécialité :** Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets option Déchets Urbains

**Auteur :** DONSBACK Justine

**Année**  
2020

**Titre :** Valorisation de la biomasse en contexte ultramarin : Wallis et Futuna

<b>Nombre de pages texte</b>	55	<b>Nombres de pages annexes</b>	20	<b>Nombre de références bibliographiques</b>	19
------------------------------	----	---------------------------------	----	----------------------------------------------	----

**Structure d'accueil :**

Antea Group,  
World Trade Center- 5 place Robert Schuman  
BP 1510 - 38025 GRENOBLE

**Maître de stage :** Catherine MARQUET

**Résumé (100 mots max)**

Situé à 16 000 km de la métropole, Wallis et Futuna est un territoire insulaire soumis à une pollution organique diffuse et une dépendance énergétique forte. La pollution organique du au lisier porcin menace à la fois la ressource et la santé des populations. Dans un premier temps, un état des lieux des sources de matières organiques fermentescibles et de leur disponibilité a été réalisé. Des traitements répondant au contexte insulaire, humain, technique du territoire ont été imaginés : micro-méthanisation, co-compostage et combustion. Finalement, 4 scénarios ont été proposés au Service de l'Environnement pour une enveloppe de 300 000€ chacun.

**Mots-clés :**

Wallis et Futuna – pollution organique diffuse – dépendance énergétique – micro-méthanisation – co-compostage - combustion