Stage

2eme année d'école d'ingénieurs

2013/2014

# Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière de compostage à Wallis

## Aspects techniques du compostage


BINOT Isabelle

Service Territorial de l'Environnement

Encadrant entreprise : Malau Atoloto

Service de l'Environnement
BP 294 MATA UTU 98600 UVEA
senv@mail.wf

Encadrant ENSIL : Leprat Patrick


Spécialité
Eau & Environnement

# Remerciements

Je voudrais remercier tout d'abord Patrick Leprat, directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Limoges (ENSIL), qui a rendu possible ce stage.

Je tiens à remercier Atoloto Malau, chef du Service de l'Environnement, pour la confiance accordée tout au long du stage, et pour ses mémorables discours,

Ainsi que tout le personnel du Service de l'Environnement pour son soutien et sa bonne humeur,

Un merci spécial à Karine Brunet, qui nous a beaucoup apporté, ainsi qu'à Julie Petit.

Je remercie particulièrement Sosefo Malau et toute l'équipe du CET pour la joyeuse ambiance de travail ; merci à Lole, Mika et Sione pour l'aide apportée lors du broyage.

Merci également à la CCIMA : Maxime Pernel, Suliana Hafoka, pour le temps consacré, surtout lors de la grève des Services.

Merci au Service des Affaires Rurales et de la Pêche (STARP),

Ainsi qu'aux Services Techniques de la Circonscription d'Uvéa, pour leur disponibilité lors du lancement du compostage.

Je remercie aussi les habitants de Wallis, dont les éleveurs et les maraichers, pour leur accueil toujours chaleureux et leur disponibilité.

Merci à Joseph Makutu, Alain Hoedt, Sélé, Gloria et le personnel du Lycée d'Etat pour leur gentillesse et leur accueil.

Un merci tout particulier à Claire Garnesson et Mélissa Lecable, sans qui ce stage n'aurait pas été ce qu'il a été.

# Sommaire

Introduction ..... 1
I. Etude bibliographique ..... 2
1. Présentation du contexte ..... 2
a- Les sols de Wallis ..... 2
b- La lentille d'eau douce ..... 2
c- L'organisation du CET ..... 2
2. L'élevage porcin à Wallis ..... 3
a- Les différents modes d'élevage ..... 3
1) Les parcs tournants ..... 3
2) Les dalles en béton ..... 4
b- L'alimentation des porcs ..... 4
c- Le lisier ..... 4
1) Caractérisation du lisier ..... 4
2) Problématique du lisier ..... 5
3. Les déchets verts ..... 6
a- Les déchets verts utilisables ..... 6
b- Leurs devenirs les plus fréquents ..... 6
4. Le compostage ..... 6
a- Principe du compostage ..... 7
1) Les différentes phases du compostage ..... 7
2) La fin du compostage ..... 7
b- Les paramètres du compostage [7] ..... 7
1) La température ..... 7
2) L'oxygène lacunaire ..... 8
3) L'humidité ..... 8
4) La nature de substrat ..... 8
c- Le co-compostage lisier-déchets verts ..... 9
d- Différentes méthodes de compostage ..... 9
e- Le compostage à Wallis ..... 10
1) L'essai du CIRAD ..... 10
2) La plateforme de compostage au lycée agricole ..... 10
3) Le compostage individuel ..... 10
II. Matériels et méthodes ..... 10
1. Les grandes étapes du stage ..... 10
2. Etude des caractéristiques et du dimensionnement d'une plateforme ..... 11
3. L'essai de compostage ..... 11
a- Préparation des déchets verts ..... 11
1) Le tri ..... 11
2) Le broyage ..... 12
b- Analyses préliminaires sur les substrats et analyses sur le compost ..... 12

1) Test d'imprégnation ..... 12
2) Mesures faites au laboratoire ..... 13
c- Déroulement de l'essai de compostage ..... 14
1) Les étapes à respecter ..... 14
2) L'apport de lisier ..... 14
3) Le suivi du compostage ..... 15
III. Résultats et propositions ..... 15
1. Actions préliminaires au compostage ..... 15
a- Choix de la zone de compostage ..... 15
b- Test d'imprégnation du lisier sur les déchets verts ..... 16
2. L'essai de compostage ..... 17
a- Quantités et proportions choisies ..... 17
b- Le démarrage du compostage ..... 17
c- Evolution des paramètres suivis ..... 18
1) La température ..... 18
2) Le taux d'humidité et la pluviométrie ..... 19
3) Analyses sur le mélange en cours de compostage ..... 20
d- Bilan sur le début du compostage ..... 20
3. Propositions pour une plateforme de compostage au CET ..... 20
a- Infrastructures et matériels nécessaires ..... 21
1) Les apports en substrats ..... 21
2) La plateforme ..... 21
3) Exemple de dimensionnement de la plateforme et de la fosse à lisier ..... 23
4) Récupération des lixiviats ..... 24
5) Stockage du compost ..... 24
6) Matériel nécessaire au compostage ..... 24
b- Bilans des possibilités d'installation ..... 25
c- Organisation du compostage ..... 26
1) Enchainement et durée des cycles ..... 26
2) Calendrier des tâches ..... 26
3) Mesures et suivis ..... 26
Conclusion ..... 27

# Liste des figures

Figure 1 : Schéma simplifié du CET ..... 3
Figure 2 : Cochons exposés lors de la cérémonie ancestrale du kava, 15 août 2014 ..... 3
Figure 3 : Parc en terre sur un quart de terrain ..... 3
Figure 4 : Elevages avec dalle en béton. A droite, nettoyage d'une loge ..... 4
Figure 5 : Accumulation de lisier, dans un parc en terre à gauche, depuis des dalles en béton à droite. ..... 5
Figure 6 : Déchet verts sur leur zone de dépôt au CET ..... 6
Figure 7 : Courbe théorique des besoins en oxygène ..... 7
Figure 8 : Les couples temps/température permettant l'hygiénisation du compost, (Guide de l'IF2O d'après les données de Bigot et coll.1997) [*8*]. ..... 8
Figure 9 : Déchets indésirables sur la zone des déchets verts ..... 11
Figure 10 : Broyage de déchets verts (Photo C. Garnesson) ..... 12
Figure 11 : Imprégnation du lisier sur les déchets verts (Photo C. Garnesson) ..... 13
Figure 12 : Apport de lisier sur les déchets verts ..... 15
Figure 13 : Rétentions du lisier à saturation ..... 17
Figure 14 : Andain formé après ajout de lisier ..... 18
Figure 15 : Evolution de la température dans le tas de compost ..... 19
Figure 16 : Evolution du taux d'humidité dans le compost, associée à la quantité de pluie tombée. ..... 19
Figure 17 : Evolution de la masse volumique dans le compost ..... 20
Figure 18 : Evolution de la porosité dans le compost ..... 20
Figure 19 : Fosse à lisier utilisable ..... 21
Figure 20 : Dimensions de la plateforme ..... 23

# Liste des tableaux

Tableau I : Composition des granulés et du lisier à Wallis (données projet ELEP 2013)..... 5

Tableau II : Matières sèches des substrats et des mélanges lors des tests (moyennes sur trois mesures). .....16

Tableau III : Caractéristiques du mélange lisier-DV à saturation.....16

Tableau IV : Composition du tas après le premier apport de lisier .....18

Tableau V : Matières sèches des constituants du tas initial (moyennes sur trois mesures) ..18

Tableau VI : Exemple de quantités et dimensions nécessaires au compostage .....23

Tableau VII : Bilan des installations possibles .....25

# Liste des abréviations, unités et sigles

| | |
|---|---|
| BRGM | Bureau de Recherches Géologiques et Minières |
| CET | Centre d'Enfouissement Technique |
| CCIMA | Chambre de Commerce, d'Industrie, des Métiers et de l'Agriculture |
| CIRAD | Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement |
| CPS | Secrétariat général de la Communauté du Pacifique |
| DV | Déchets Verts |
| ETM | Eléments Traces Métalliques |
| FED | Fond Européen de Développement |
| GIZC | Gestion Intégrée des Zones Côtières |
| INTEGRE | INitiative des TErritoires pour la Gestion Régionale de l'Environnement |
| PTOM | Pays et Territoires d'Outre-Mer |
| STARP | Service Territorial des Affaires Rurales et de la Pêche |
| MB | Matière Brute |
| MS | Matière sèche |
| MO | Matière Organique |
| $RS_L$ | Rétention de Liquide à Saturation |
| $RS_0$ | Rétention en eau du solide à Saturation |
| Tr | Taux de réincorporation du lisier |
| %H | Taux d'humidité |
| ε | Porosité |
| kg lisier/kg DV | kg de lisier par kg de déchets verts |
| g/kg MB | g (de matière sèche) par kg de matière brute |
| kg/kg MS | kg par kg de matière sèche |

# Introduction

L'élevage porcin est très présent à Wallis, avec de nombreuses petites unités familiales d'élevage. Le lisier produit n'est pas traité et souvent s'accumule localement. Il en résulte une infiltration massive en quelques points donnés des éléments composant le lisier, risquant de polluer l'eau de Wallis. En effet, le sol de Wallis est très perméable et la distance à la nappe alimentant la population en eau potable est très faible, surtout en bord de mer où se situe la plupart des élevages.

Il existe divers procédés de traitement du lisier, souvent coûteux, comme la stabilisation aérobie avant épandage, consistant à assurer l'apport en oxygène nécessaire aux microorganismes qui dégradent la matière organique du lisier, ou le compostage après séparation de phase des lisiers, par séchage, centrifugation, ou tamisage.

Le co-compostage de lisier mélangé à de la matière végétale structurante comme les déchets verts ou la paille se fait aussi, notamment en Bretagne. Ce dernier procédé est le plus adapté au territoire de Wallis, car il est peu coûteux et permet l'élimination de toute forme liquide du lisier, dont la gestion est souvent problématique. De plus, la végétation très présente sur l'île est une source de déchets verts.

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet INTEGRE (Initiative des territoires pour la gestion régionale de l'environnement), un projet de développement durable commun aux quatre Pays et Territoires d'Outre-Mer (PTOM) européens du Pacifique. Ce projet est financé par l'Union Européenne avec le 10ème Fond Européen de Développement (FED) Régional PTOM Pacifique et est mis en œuvre par la CPS (Secrétariat général de la Communauté du Pacifique). Il vise à promouvoir la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) et à renforcer la coopération régionale dans le domaine du développement durable.

Cette étude, faite en association avec Claire Garnesson, vise à déterminer la faisabilité d'une filière de co-compostage de lisier et déchets verts à Wallis.

Seule la partie concernant le compostage en lui-même, avec les aspects techniques et matériels qui l'accompagnent sera traitée ici. La partie concernant la disponibilité des substrats de compostage et les débouchés pour le compost est traitée dans le rapport de Claire Garnesson.

Pour déterminer la faisabilité du processus de compostage de lisier mélangé aux déchets verts, une caractérisation de l'imprégnation du lisier sur les déchets verts est faite afin de déterminer les proportions en substrats nécessaires au compostage.

Ensuite, l'évolution d'un essai de compostage lancé durant l'étude est surveillée et analysée, permettant de définir les interventions nécessaires au compostage et la méthode pour les effectuer.

Ainsi, des propositions concernant la mise en place d'une plateforme et la gestion du compostage peuvent être faites.

# I. Etude bibliographique

## 1. Présentation du contexte

Wallis, ou Uvéa, est une île volcanique basse qui culmine à 151 m, avec un lagon fermé par un récif barrière et parsemé d'îlots. Cette île de 77,9 $km^2$ est située à 13° Sud et 176° Ouest. Le climat y est tropical humide, avec une température annuelle moyenne de 27°C, des précipitations annuelles de l'ordre de 2700 mm et une évapotranspiration de 1600 mm.

### a- Les sols de Wallis

Comte rappelle en 2012 la géologie de Wallis, décrite comme constituée de roches volcaniques d'âge quaternaire, de composition basaltique ou andésitique. Ces formations consistent en des coulées de laves, dykes ou émissions pyroclastiques provenant d'un nombre important de cheminées d'émissions. Ce complexe volcanique se serait édifié sur une ancienne plateforme récifale immergée construite sur un volcan d'âge tertiaire [*1*].

En 1988, le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) présente une synthèse des différents sols de Wallis, regroupés par type morpho-pédologique [*2*]. Les sols retrouvés très localement sur l'île ne sont pas détaillés ici.

Le sol des plaines côtières est peu évolué, avec un mélange de colluvions d'origine volcanique et de sables carbonatés.

Les sols du Toafa[1] (signifiant désert en wallisien) reposent sur des basaltes anciens, formant un manteau d'altération très évolué. Ils occupent le centre de la moitié Nord de l'île. Ces sols sont ferrallitiques ayant subit une bauxitisation : ils sont riches en oxydes d'aluminium et de fer et pauvres en silice et en bases. Ces sols sont profonds et meubles.

Les sols intermédiaires sont ferrallitiques mais plus jeunes, reposant sur des basaltes. Ces sols sont plus structurés que ceux du Toafa, avec une structure argileuse, et plus riches en silice et en bases.

Les sols ferralitiques du centre de l'île ont la capacité de fixer le phosphore, lequel est alors non mobile et donc non lessivable vers la nappe.

### b- La lentille d'eau douce

Wallis n'a pas de réseau hydrographique de surface, les seules eaux superficielles permanentes sont des lacs et les sources alimentant les tarodières, considérés pour la plupart comme des zones d'affleurement de la nappe souterraine sous l'île (BRGM, 1988). Celle-ci est la seule ressource en eau potable pour la population de Wallis. La nappe d'eau est décrite comme continue à travers différentes unités géologiques et en équilibre avec l'eau de mer, formant une lentille unique.

Comte en 2012 a fait une synthèse des résultats d'études précédentes, montrant que les conductivités hydrauliques du sous-sol wallisien sont entre $10^{-2}$ et $10^{-4}$ m/s, traduisant des sols et roches très perméables. Sur le littoral particulièrement, la nappe est affleurante sur un sol très perméable, le risque de pollution y est élevé. Cependant, au centre de l'île, sur le Toafa, la nature et l'épaisseur du terrain permettent une protection naturelle contre les pollutions potentielles de la nappe.

### c- L'organisation du CET

Le Centre d'Enfouissement Technique (CET), géré par le Service de l'Environnement, est situé à Vailepo, sur le Toafa, au centre de l'île (**Annexe I**).

[1] Lande peu fertile de fougères et pandanus.

Cet endroit est éloigné des habitations et la distance à la nappe d'eau douce y est la plus élevée de toute l'île.

La *Figure 1* montre un schéma global de l'organisation du CET. Les personnes apportant des déchets sont orientées vers leur zone de dépôt par un agent.

Les zones basse et haute sont des espaces laissés libres, n'accueillant pas de déchets. La zone basse est placée sur d'anciens casiers d'enfouissement utilisés pour les carcasses de véhicules. La zone haute est hors de vue du point d'orientation et des bâtiments en contrebas. Des photographies des différentes zones sont en **Annexe II**.

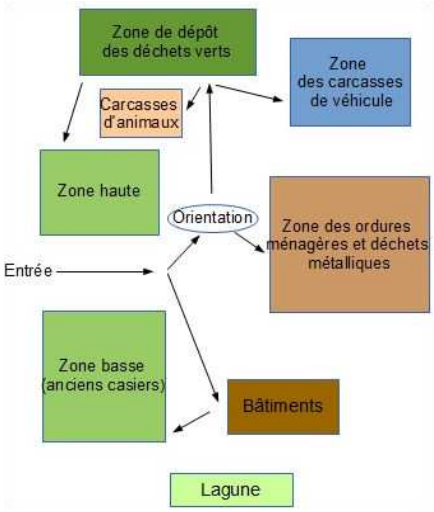

Figure 1 : Schéma simplifié du CET

## 2. L'élevage porcin à Wallis

L'élevage porcin est très répandu à Wallis, la plupart des familles possèdent un élevage, le plus souvent de 5 à 15 porcs (Recensement agricole 2001). Au total il y a environ 18 000 porcs pour 8584 habitants (Recensement 2013). Le porc est surtout élevé pour la coutume. Il est considéré comme essentiel lors des échanges. Des cochons sont offerts lors de chaque évènement, fêtes communautaires et célébrations familiales. La cérémonie du kava réunissant la population autour des autorités lors des évènements importants s'accompagne de cochons sacrifiés. Chaque chef de famille est encouragé à fournir le plus gros don possible lors des fêtes, afin de marquer son importance dans la société (Malau 1997)[*3*].

Figure 2 : Cochons exposés lors de la cérémonie ancestrale du kava, 15 août 2014

### a- Les différents modes d'élevage

#### 1) Les parcs tournants

Le système des parcs tournants est un système ancien utilisé sur les parcelles de proximité afin de permettre une culture permanente. C'est le mode d'élevage le plus économique. Il consiste à mettre les cochons dans un parc en terre sur une parcelle de terrain et à cultiver les autres parcelles. Au bout d'une durée déterminée, le parc est déplacé sur une autre parcelle et l'ancien parc est mis en jachère avant de servir pour les cultures. La durée idéale entre deux rotations est de 6 mois. Une partie des élevages respecte cette durée, mais souvent la rotation se fait tous les deux ans voire plus. Le lisier est réparti dans le parc en terre et est lessivé par la pluie et l'apport d'eau supplémentaire servant à abreuver et nettoyer les cochons.

Figure 3 : Parc en terre sur un quart de terrain

### 2) Les dalles en béton

Les cochons sont élevés dans des loges en béton ou sur une simple dalle entourée de grillage. Ce mode d'élevage permet un meilleur rationnement de la nourriture. L'éleveur nettoie les porcs et le sol en béton au jet d'eau (*Figure 4*), le lisier est donc très dilué. Il s'accumule en bord de la dalle et sert souvent à l'irrigation des cultures (en général de taro).

Figure 4 : Elevages avec dalle en béton. A droite, nettoyage d'une loge

Au moins quatre élevages possèdent une fosse de stockage du lisier en béton. Ces fosses font une trentaine de $m^3$. Deux de ces fosses ont été construites sur le modèle de fosse septique. La première ne sert pas car il n'y a plus d'élevage, la deuxième est utilisée sans être vidangée : le trop plein de la fosse s'écoule dans les cultures. Une fosse est peu entretenue, le lisier est récupéré frais pour mettre dans les cultures et seules la partie liquide et une faction de la partie solide s'écoulent jusqu'à la fosse. La quatrième fosse est bouchée et ne sert pas. Actuellement, le lisier ne peut être récupéré que dans deux élevages.

## b- L'alimentation des porcs

Les porcs sont nourris principalement de chair de noix de coco, de tubercule de manioc et de fruit de l'arbre à pain lorsque c'est la saison. Cependant, la récolte et la préparation de ces aliments demandent beaucoup de temps. L'alimentation est complétée par des granulés importés riches en protéines, dans des proportions qui varient selon l'élevage. La composition des granulés les plus couramment utilisés est donnée dans le *Tableau I*.

## c- Le lisier

### 1) Caractérisation du lisier

Le lisier est un mélange de déjections animales d'aspect pâteux ou liquide, contenant une quantité importante d'eau, d'autant plus que le nettoyage à pleines eaux du sol et des cochons dilue fortement le lisier produit.

Le débit de déjection des porcs à Wallis, où l'élevage est peu intensif, est estimé à 0,05 L/kg vif. A ce débit s'ajoute le débit d'eau de lavage, s'élevant à 65 L/j par animal de plus de 30kg en 2001. La quantité totale moyenne de lisier produite est estimée à 0,33 $m^3$/j, soit 120 $m^3$/an. Cette quantité est estimée pour un élevage moyen, correspondant à 970 kg poids vif et utilisant 40 L/j d'eau de lavage par cochon (l'eau de lavage augmente la quantité d'un facteur 7) (Farinet 2004)[*4*].

La quantité de matières sèches constituant le lisier est de 1 à 1,5 %MB en moyenne, dont 80 à 90% est de la matière organique.

Le *Tableau I* présente la composition du lisier à Wallis, déterminée lors du projet ELEP (Etude des Lisiers des Elevages Porcins) en 2013 [*5*]. La fraction solide du lisier est séparée de la fraction liquide par centrifugation, et chaque fraction est analysée séparément. Des lisiers de provenances différentes ont été analysés, lisiers de porcs sur parc en terre et de porcs sur dalle en béton. C'est pourquoi les plages de valeurs peuvent être étendues.

Tableau I : Composition des granulés et du lisier à Wallis (données projet ELEP 2013)

| | Granulés porcs | Lisier liquide | Lisier solide |
|---|---|---|---|
| | **mg/g** | **mg/L** | **mg/g** |
| COT | 24 - 26 | - | 70.3 - 88.1 |
| NTK | 18 - 26 | - | 5.3 - 14.2 |
| P | 6.1 - 10.3 | - | 3.1 - 15.1 |
| NIT | - | 0.4 - 12.0 | 0.003 - 0.011 |
| Ca | 8.9 - 25.0 | 1.0 - 4.6 | 5.9 - 41.6 |
| Mg | 1.5 - 2.9 | 1.9 - 4.1 | 2.9 - 7.1 |
| Na | 1.8 - 2.8 | 1.2 - 5.7 | 0.5 - 2.5 |
| K | 6.4 - 8.8 | 9.9 - 26.0 | 0.7 - 10.6 |
| Fe | 0.7 - 2.0 | 1.5 - 2.9 | 12.4 - 183.1 |
| Mn | 0.1 - 0.3 | 0.1 - 0.9 | 0.5 - 6.3 |
| Al | 0.4 - 1.4 | 0.1 - 1.4 | 9.3 - 151.7 |
| | **mg/kg** | **µg/L** | **mg/kg** |
| Cu | 29 - 155 | 1 - 5 | 70 - 170 |
| Zn | 178 - 403 | 0 - 2 | 210 - 400 |
| Cr | 3 - 11 | 20 - 30 | 90 - 909 |
| Ni | 2 - 13 | 1 - 4 | 20 - 140 |
| Pb | 0 - 1 | 0 | 0 - 1 |
| Cd | 0 | 0 | 0 - 2 |

La partie liquide du lisier est la partie qui s'infiltre dans le sol et les éléments qui la composent sont ceux qui ont le plus de chance de se retrouver dans la lentille d'eau. Ces éléments sont principalement le potassium sous forme de sels minéraux et l'azote inorganique sous forme de nitrate $NO_3^-$ et d'ion d'ammonium $NH_4^+$. L'azote ammoniacal représente 60 à 75% de l'azote total du lisier et, du fait de sa solubilité, il est bien réparti dans le lisier.

### 2) Problématique du lisier

Sur le bord des dalles en béton et dans une moindre mesure dans les parcs tournants, le lisier très liquide s'accumule localement (*Figure 5*). La stagnation du lisier conduit à une accumulation importante au niveau du sol d'azote, de phosphore et de métaux tel que Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Cr and Ni. Or, la concentration de lisier peut être responsable du dépassement de la capacité auto-épuratrice des sols du voisinage et des milieux naturels. D'autant plus que le sol séparant la surface de la nappe est très perméable et peu épais, il ne permet pas une bonne rétention et épuration du lisier. L'infiltration de ce dernier est rapide et risque de polluer la nappe.

Figure 5 : Accumulation de lisier, dans un parc en terre à gauche, depuis des dalles en béton à droite.

Quelques éleveurs stockent leur lisier dans des trous en terre, qui ne sont pas vidangé, l'accumulation du lisier est ainsi amplifiée. De plus, le lisier des fosses vidangées est épandu directement sur le sol du Toafa ou chez des particuliers sur un terrain destiné à la culture. Dans ce cas aussi le lisier s'infiltre directement.

L'ammoniaque et les nitrates peuvent représenter un risque important. Lorsque la concentration en nitrate dans la nappe phréatique atteint 50 mg/L, l'eau n'est plus considérée comme potable. Déjà lorsqu'elle atteint 10 mg/L, l'eau n'est plus recommandable pour la consommation humaine. Une concentration en ammonium supérieure à 0,2 mg/L peut provoquer la mortalité des poissons.

Le compostage du lisier permet de transformer la majorité de l'azote inorganique en azote organique stabilisé et donc empêcher une contamination de l'eau.

## 3. Les déchets verts

Les lisiers ne contiennent que très peu de matière carbonée, ils ne sont pas des précurseurs des humus. C'est pourquoi lors de leur compostage des déchets verts y sont mélangés. De plus ces derniers absorbent le lisier et donnent un mélange assez solide pour être composté.

### a- Les déchets verts utilisables

Sont appelés déchets verts tous les résidus de végétaux provenant de l'entretien des espaces verts et jardins, par élagage ou tonte. Les déchets verts volumineux, ligneux ou fibreux mettent beaucoup de temps à se dégrader, il faut alors les broyer, si cela est possible.

Les plantes envahissantes ou montées en graines sont à éviter, car elles peuvent pousser sur le tas de compost et consommer la matière utile. Il faut éviter de mettre de la terre avec les déchets verts, la terre du Toafa de Wallis étant très riche en éléments traces métalliques (Fe, Al, Mn, Cu,…), leur teneur risquerait d'être trop élevée dans le compost.

### b- Leurs devenirs les plus fréquents

L'herbe de tonte et les feuilles sont parfois utilisées par les particuliers pour pallier les cultures (taro, igname…). La majorité des déchets verts est laissée sur place et souvent brûlée. La matière organique est alors détruite et des gaz à effet de serre sont générés. (Garnesson, 2014)[*6*]

Seule une petite partie des déchets verts est amenée au CET, par des particuliers et par des entreprises «espaces verts». Ce sont ces déchets verts disponibles qui peuvent être utilisés pour le compostage.

Figure 6 : Déchet verts sur leur zone de dépôt au CET

## 4. Le compostage

Le compostage est un procédé biologique assurant la transformation de déchets organiques en un produit stable riche en matières humiques, le compost. Seules les matières

organiques végétales ou animales peuvent donner de l'humus par compostage. Les matières organiques d'origine chimique comme le plastique ne compostent pas et doivent être évitées.

La fonction principale du compost est de servir d'apport en matière organique dans le sol, mais il permet aussi d'apporter des éléments minéraux nutritifs, de réduire l'incidence du parasitisme et d'épargner de l'eau.

## a- Principe du compostage

Le compostage permet d'assurer la dégradation des matières organiques par les micro-organismes naturellement présents dans les déchets organiques, par le mainten des conditions favorisant leur développement.

### 1) Les différentes phases du compostage

La première phase est la phase de décomposition, avec d'abord une dégradation de la matière organique fraiche. En début de compostage, les micro-organismes se développent dans l'andain et dégradent les matières les plus facilement dégradables. Leur besoin en oxygène est fort, et la température dans le tas augmente fortement de part l'activité biologique (Zone 1 sur la *Figure* 7). Par la suite, l'activité de dégradation diminue comme la matière restante est plus difficile à dégrader (Zone 2). La consommation d'oxygène diminue, ainsi que la température dans le tas.

Ensuite le compost entre en phase de maturation (Zone 3), avec une faible activité biologique. La température se stabilise dans le tas et le besoin en oxygène devient très faible. Cette phase correspond à la formation des substances humiques.

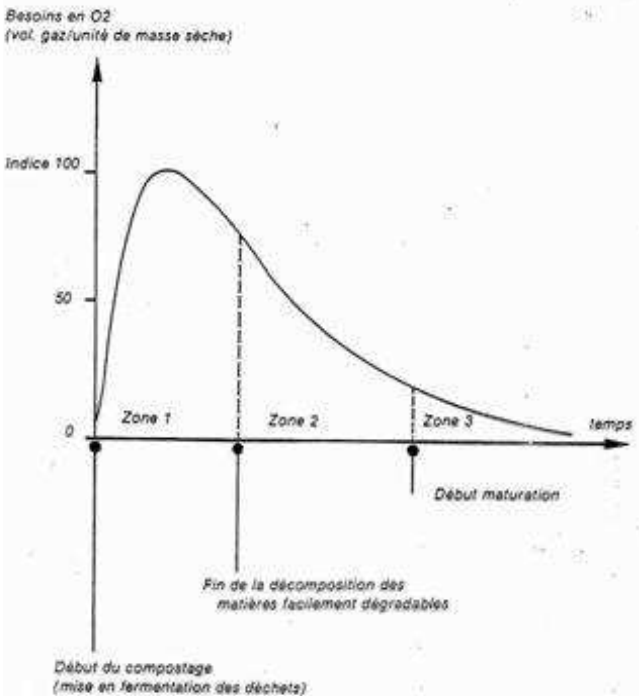


Figure 7 : Courbe théorique des besoins en oxygène

### 2) La fin du compostage

Un compost mûr est brun-noir très foncé, parait homogène, est souple au toucher et ne colle pas aux doigts, avec une odeur agréable. Un moyen de se rendre compte de la maturité du compost est de le ré-humidifier : si sa température remonte, le compost n'est pas encore mûr.

Un criblage est nécessaire, sur grille de 10mm puis 2mm. La partie grossière est soit éliminée soit conservée et mélangée au cycle de compost suivant. La partie fine est stockée à l'abri et dans un endroit aéré. Elle peut être mise en sac. Le compost ne doit pas être laissé à la pluie et au soleil.

## b- Les paramètres du compostage [7]

### 1) La température

La dégradation de la matière libère de la chaleur, elle s'accompagne donc d'une augmentation de la température dans l'andain. Il existe différents types de fermentation aérobie : 1) la fermentation froide lorsque la température est inférieure à 45° C. A cette température, il n'y a pas d'effet désinfectant et la virulence reste intacte. 2) la fermentation a

température moyenne lorsque la température est comprise entre 45°C et 65°C. 3) la fermentation chaude a des températures comprises entre 65°C et 80°C, une désinfection thermique a lieu. Au-delà de 80 °C, un assèchement trop rapide du déchet se produit, modifient la population microbienne et donc l'évolution ultérieure du déchet.

Les déchets verts et le lisier sont de la matière moyennement voire très fermentescibles, ainsi, en début de compostage, le tas atteint des températures de 60-65°C. Lors de la phase de maturation, le tas refroidit jusqu'à 30-40°C.

Une mauvaise montée en température ou une brusque chute au départ traduit un mauvais déroulement du processus. Par exemple, si le tas est trop sec, la température dans l'andain ne dépasse pas 50°C, il faut alors arroser le tas.

Le maintien d'une certaine température pendant une durée déterminée permet l'hygiénisation du compost, c'est-à-dire de détruire les germes pathogènes et les parasites. L'hygiénisation a été définie par le Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France comme un traitement qui vise à réduire à des taux acceptables les concentrations en agents pathogènes (bactéries, virus, parasites). La limite de l'hygiénisation se situe à 55°C pendant au moins quatorze jours.

Figure 8 : Les couples temps/température permettant l'hygiénisation du compost, (Guide de l'IF2O d'après les données de Bigot et coll.1997) [8].

En dessous de cette température, l'hygiénisation est mauvaise. Elle s'améliore lorsque la température dépasse 55°C, et plus la température est élevée, plus la durée nécessaire à l'hygiénisation est courte.

### 2) L'oxygène lacunaire

Les micro-organismes qui dégradent la matière ont besoin d'oxygène pour se développer. La consommation d'oxygène dans le tas est directement représentative de l'activité des micro-organismes aérobies, et permet de déterminer dans quelle phase est le compost. Tant que le taux d'oxygène reste supérieur à 5%, l'aérobiose est considérée comme maintenue.

L'oxygène circule avec l'air dans les espaces lacunaires ou porosité de la matière organique en fermentation. Ces espaces doivent occuper de l'ordre de 30 à 40 % du volume total afin de permettre un bon compostage.

### 3) L'humidité

Le taux d'humidité idéal dans le compost se situe aux alentours de 60%. Si le tas est trop sec, en dessous de 50% d'humidité, les échanges entre microorganismes et matière à dégrader sont fortement ralentis et la réhumidification est très difficile. S'il est trop humide, au-delà de 75% d'humidité, l'air ne peut plus circuler dans les espaces lacunaires et n'est plus disponible pour les microorganismes qui dégradent la matière : l'anaérobiose peut survenir. Il faut alors aérer le tas pour permettre une baisse de l'humidité.

Un appoint peu être réalisé par arrosage pour maintenir une humidité satisfaisante en début de compostage. De plus, le tas peut être couvert pour éviter une trop forte évaporation, ou au contraire pour le protéger d'un apport d'eau excessif par les précipitations.

### 4) La nature de substrat

Le rapport C/N : Durant le compostage, les microorganismes consomment 15 à 30 fois plus de carbone que d'azote. Les dégradations de la matière se déroulent le mieux pour des

rapports C/N compris entre 70 et 20. Ce rapport décroit au cours du compostage, pour se stabiliser vers 10 dans le compost.

Le pH : En début de compostage, le pH doit être proche de la neutralité. Ensuite, il diminue avec la dégradation des acides fermentescibles, avant de remonter lentement et se stabiliser lors de la maturation entre 7 et 8,5.

La matière organique et la matière sèche : Au cours du compostage, la quantité de matière organique diminue, entrainant une diminution de la masse et du volume total. Cette diminution de volume est aussi due à un tassement au cours du temps. La perte de matière organique varie entre 35 et 50%.

La réduction de matière sèche dans le compost est supérieure à 50% pour des déchets très fermentescibles, et entre 25 et 40% pour des déchets peu fermentescibles.

### c- Le co-compostage lisier-déchets verts

Le mélange du lisier aux déchets verts forme un ensemble structuré favorisant l'aération et permet ainsi le compostage du lisier dans de bonnes conditions.

Le lisier est absorbé par les déchets verts, jusqu'à éventuelle saturation de ceux-ci. Le couple lisier-déchets verts est caractérisé par :

- Sa courbe de rétention de liquide à saturation ($RS_L$ en kg/kg MS), représentant la quantité maximale de liquide pouvant être absorbée par unité de masse de déchets verts secs en fonction de la teneur en matière sèche du liquide (en g/kg MB). La rétention en eau du solide à saturation ($RS_0$ en kg eau/kg MS) correspond à une teneur en matière sèche du liquide nulle.
- Sa courbe de rétention en solide à saturation ($RS_S$ en kg MS/kg MS), exprimant la quantité de matière contenue dans le liquide absorbée par unité de masse de déchets verts secs en fonction de la teneur en matière sèche du liquide.

La rétention de lisier augmente avec sa teneur en matières sèches. En effet, des agrégats de particules sont retenus dans les espaces lacunaires du support.

L'ajout de lisier augmente le taux d'humidité dans le tas, et peut permettre de se dispenser d'arrosage. A l'inverse, la forte production de chaleur lors du compostage permet un séchage de la faction liquide ajoutée. Cette évaporation autorise l'ajout de lisier au cours du compostage, avec un taux de réincorporation du lisier Tr en kg/kg de l'ordre de 2 pour un lisier dilué et de 0,5 à 1 pour un lisier concentré. Ce taux correspond à la quantité de lisier ajoutée en cours de compostage sur la quantité mise au départ.

### d- Différentes méthodes de compostage

La méthode de compostage la plus simple est le compostage en andain retourné, consistant à retourner fréquemment un andain de 2 à 3 m de large et 1,5 à 2m de haut. Le retournement peut se faire manuellement ou mécaniquement, et permet une ré-oxygénation du tas.

Des méthodes visant à raccourcir la durée de la phase de fermentation chaude existent aussi, avec une insufflation régulée d'air dans un andain plus large ou en réacteur fermé maintenant les bonnes conditions de fermentation du substrat. Cependant, ces méthodes demandent une certaine technicité et sont plus couteuses, au niveau de l'investissement comme du fonctionnement.

### e- Le compostage à Wallis

#### 1) L'essai du CIRAD

En 2004-2005, un essai de co-compostage lisier sur déchets verts a été effectué au CET de Wallis, par J-L. Farinet du CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement). Deux andains avaient été formés sur sol stabilisé, un avec un unique apport en lisier et l'autre avec cinq apports espacés d'une semaine. Des retournements avaient été effectués toutes les semaines environ pendant les soixante premiers jours, puis les andains avaient été laissés pendant soixante-sept jours avant d'être récupérés. L'andain ayant reçu cinq apports en lisier était moins monté en température mais son humidité était entretenue indépendamment de la pluviométrie.

La conclusion de cet essai est que le compostage de lisier et déchets verts est faisable à Wallis, sur une durée de quatre mois. Les apports complémentaires de lisier lors du cycle de compostage permettent d'augmenter de 60% la quantité de lisier traitée pour une même quantité de déchets verts utilisés.

A la suite de cet essai, quelques cycles de compostage ont été lancés au CET, avec seulement des déchets verts broyés mis en tas et retournés régulièrement, le défaut d'équipement ne permettant pas l'apport de lisier.

#### 2) La plateforme de compostage au lycée agricole

Au Lycée agricole de Lavegahau à Wallis, une plateforme de compostage est installée depuis 2009. Cette plateforme est associée à la fosse à lisier issu de la porcherie expérimentale du lycée, permettant l'apport en lisier et la récupération des lixiviats. Le procédé de compostage mis en place est inspiré de la méthode Guernevez appliquée en Bretagne. La plateforme permet de traiter 10 $m^3$ de lisier pour 16 à 20 $m^3$ de déchets verts, avec le lisier apporté en trois apports espacés de deux semaines. Le compostage se fait en couche de 45-50 cm de hauteur, couverte lors de la maturation [9].

Pendant plusieurs années, des cycles de compostage se sont enchainés. Cependant, le cheptel porcin du lycée ayant diminué dernièrement, et le matériel nécessaire au compostage faisant défaut, le compostage au lycée est actuellement interrompu.

#### 3) Le compostage individuel

Quelques maraichers, conseillés par la CCIMA, font leur propre compost en utilisant leurs déchets verts, restes de cuisine et parfois le lisier de leur cochons. Ce compost sert d'amendement organique pour leurs cultures.

# II. Matériels et méthodes

## 1. Les grandes étapes du stage

- De mi-juin à début juillet, visites aux éleveurs possédant une fosse à lisier, aux maraichers faisant un compost, visites à la Circonscription d'Uvea et au Lycée agricole, afin de déterminer un état des lieux concernant le compostage à Wallis.
- De début juillet à fin juillet, lors de la grève des Services, enquêtes auprès des particuliers au CET et visites aux maraichers.
- De fin juillet à la fin du stage, lancement et gestion d'un essai de compost.

## 2. Etude des caractéristiques et du dimensionnement d'une plateforme

Sous les climats tropicaux, la durée de compostage est assez courte, un compostage en andains retournés est donc la méthode la plus adaptée à Wallis. La plateforme doit suivre des règles générales de mise en place, énoncées ci-dessous.

L'emplacement de la plateforme : Le compost doit être placé un endroit bien drainé (sur une pente légère) et plutôt abrité. Il faut pouvoir facilement accéder à la plateforme.

La nature de la plateforme et sa taille : La plateforme, en terre ou en béton, doit être légèrement penchée (1-2%) afin de permettre l'écoulement des lixiviats. Elle doit se trouver sur un point haut ou doit être surélevée pour éviter le ruissellement des eaux de pluie vers la plateforme. Il faut éventuellement prévoir une rampe d'accès sur le bord de la plateforme.

Pour permettre le retournement du tas et la libre circulation des véhicules autour du tas, il faut que la surface de la plateforme fasse deux- trois fois la surface occupée par le compost. Le dimensionnement dépend de la quantité de déchets verts et de lisier disponibles.

Autres installations nécessaires : En plus de la plateforme en elle-même, les installations associées et le matériel permettant le compostage sont considérés. Par exemple, le co-compostage impliquant la gestion de deux substrats différents, il faut prendre en compte leur apport et leur stockage.

Les possibilités qu'offre Wallis vis-à-vis de la plateforme sont ensuite étudiées, en prenant en considération les éléments existants et déjà en place. Il est alors possible de faire des propositions concernant une plateforme, tant au point de vue du déroulement du compostage que des installations nécessaires.

## 3. L'essai de compostage

Afin de vérifier la faisabilité du compostage à Wallis, un essai de compostage est effectué. Le co-compostage de lisier et déchets verts fait par le CIRAD en 2004 et celui fait au Lycée agricole montrent que le processus fonctionne bien à Wallis. Le rôle du présent essai est de déterminer comment effectuer chaque action d'un point de vue technique, et de déterminer les éventuelles améliorations nécessaires. Son rôle est aussi de vérifier s'il est possible de réduire les apports de lisier à trois au lieu des cinq préconisés par le CIRAD (Farinet 2004), tout en conservant des proportions de lisier et de déchets verts semblables.

### a- Préparation des déchets verts

#### 1) Le tri

Il existe deux zones de dépôt des déchets verts. Des déchets verts y sont amenés au CET régulièrement, mais leur qualité est très variable. Souvent, d'autres déchets sont présents, comme des canettes ou des morceaux de plastique (*Figure 9*). Un tri des déchets sur la zone est nécessaire, afin de faire la distinction entre déchet vert compostable, non compostable (comme des plantes à graines ou le bois) et les autres déchets qui doivent être amenés dans la zone des ordures ménagères.

Figure 9 : Déchets indésirables sur la zone des déchets verts

### 2) Le broyage

Matériel :

- Véhicule à benne pouvant tracter le broyeur
- Broyeur
- Fourche

Figure 10 : Broyage de déchets verts (Photo C. Garnesson)

Protocole :

Lorsqu'il y a un arrivage de déchets nécessitant un broyage, placer le broyeur à côté des tas de branches et autres déchets à broyer. Broyer les déchets verts et récupérer le broyat dans la benne du véhicule. S'il y a de l'herbe ou des feuilles, elles n'ont pas besoin d'être broyées et sont mises directement sur le tas à composter.

- Pour ne pas user le broyeur, il ne faut pas broyer les plantes qui font beaucoup de sève ni les éléments trop durs ou trop fibreux comme les noix de coco. Le diamètre maximal des branches à broyer doit être de 10 cm et les branches trop longues doivent être raccourcies avant broyage.
- Les déchets verts compostables doivent être broyés dès que possible pour éviter qu'ils sèchent et fassent de la poussière lors du broyage.

## b- Analyses préliminaires sur les substrats et analyses sur le compost

### 1) Test d'imprégnation

Matériel :

- Bassine de 50 L
- Seau (15 L) avec anse
- Fourche
- Bâton pour mélanger dans la fosse
- Bouteille de 1L pour prélever dans la fosse
- Ficelle pour prélever le lisier en profondeur
- Balance
- Sacs de 50 L
- Sacs de congélation pour les échantillons de laboratoire solides
- Bouteilles ou flacons de 1 L, hermétiques pour les échantillons liquides

Protocole :

Séparer un échantillon (environ 40 L) représentatif des déchets verts disponibles. En pratique cela correspond à moitié herbe de tonte et moitié broyat de branches.

- Peser la bassine vide ($M_{bassine}$)
- Remplir la bassine avec l'échantillon en tassant légèrement. Noter le volume introduit ($V_{DV}$) et la masse ($M_{DV+bassine}$).
- Mélanger le lisier dans la fosse et prélever à différentes profondeurs pour obtenir un échantillonnage représentatif de la fosse. Ajouter aux déchets verts un volume connu de lisier, mesuré avec la bouteille de 1L ou le seau jaugé, jusqu'à immersion totale des déchets verts. Noter ce volume ($V_{mis}$).
- Laisser imprégner deux heures en s'assurant qu'il n'y ait pas de solide qui flotte.
- Egoutter le mélange, récupérer le liquide dans un seau, relever le volume de liquide récolté ($V_{enlevé}$).
- Peser la bassine avec le mélange ($M_{mélange}$), mesurer le volume occupé ($V_{mélange}$).

Figure 11 : Imprégnation du lisier sur les déchets verts (Photo C. Garnesson)

### *Calcul des rétentions à saturation*

La rétention de liquide à saturation $RS_L$ pour le mélange DV-lisier est obtenue par :

$$RS_{L\ (kg\ lisier/kgMS_{DV}\ )} = \frac{M_{mélange} - M_{DV+bassine}}{(M_{DV+bassine} - M_{bassine}) * 0{,}001 * MS_{\ DV}}$$

La rétention de solide à saturation $RS_S$ est donnée par la formule :

$$RS_{S\ (kg\ MS_{lisier}\ /kgMS_{DV}\ )} = \frac{(M_{mélange} - M_{DV+bassine}) * MS_{lisier}}{(M_{DV+bassine} - M_{bassine}) * MS_{\ DV}}$$

Avec $M_{bassine}$, $M_{DV+bassine}$, $M_{mélange}$ en kg, $MS_{DV}$ (teneur en matière sèche des déchets verts) et $MS_{lisier}$ (teneur en matière sèche du lisier) en g/kg MB.

**Remarque** : Faire un essai avec de l'eau à la place du lisier permet de déterminer la rétention en eau du solide à saturation $RS_0$ (en kg eau/ kg MS).

## 2) Mesures faites au laboratoire

Les échantillons solides issus de la masse en compostage sont prélevés en surface du tas et en son cœur. Une moyenne des résultats obtenus est ensuite faite.

### *α- Mesure de la matière sèche*

Matériel :

- Creusets
- Etuve réglée à 105°C
- Balance de grande précision

Protocole :

- Noter M0 la masse du creuset vide.
- Remplir le creuset du substrat à analyser, peser l'ensemble et noter sa masse M1
- Mettre le creuset à l'étuve à 105°C pendant 48h (jusqu'à ce que la masse soit stabilisée)
- Peser l'ensemble creuset + substrat et noter sa masse M2

La matière sèche par rapport à la matière brute est donnée par les formules suivantes:

$$MS_{(g/kgMB)} = \frac{(M2-M0)*1000}{M1-M0} \qquad MS_{(\%MB)} = \frac{M2-M0}{M1-M0} * 100$$

avec M0, M1 et M2 masses en g.

Le taux d'humidité en pourcentage par rapport à la matière brute s'obtient avec la formule :

$$\%H_{(\%MB)} = 100 - MS_{(\%MB)}$$

### *β- Calcul des masses volumiques*

Les masses volumiques apparentes des différents éléments sont déterminées grâce à la relation :

$$\rho\ apparente_{substrat} = \frac{M_{récipient+substrat} - M_{récipient}}{V_{substrat}}$$

avec $\boldsymbol{\rho}$ apparente en kg/m$^3$, les masses en kg et $V_{substrat}$ en m$^3$.

### *γ - Mesure de la porosité*

Le substrat à analyser est introduit dans un bécher, imprégné d'eau puis égoutté, le volume occupé est noté. Ensuite de l'eau est ajoutée en volume connu jusqu'à ce que le volume de substrat change.

La porosité est ainsi obtenue : $\varepsilon_{(\%)} = 100 * \frac{V_{espaces\ lacunaires}}{V_{total}} = 100 * \frac{V_{eau\ ajouté}}{V_{substrat}}$

### *δ- Mesures complémentaires*

Des mesures de matière organique (MO) et minérale (MM), des teneurs en azote, phosphore et potassium, ainsi que des éléments traces métalliques (ETM) et des analyses biologiques peuvent être faites sur le compost mûr, après quatre mois de compostage. Cependant, ces mesures ne peuvent pas être faites à Wallis, il faut alors envoyer un échantillon en Nouvelle-Calédonie ou en métropole. Les résultats obtenus sont à comparer avec la norme NFU 44 051 sur les amendements organiques. Les teneurs limites en quelques éléments sont données en **Annexe III**.

## c- Déroulement de l'essai de compostage

### 1) Les étapes à respecter

Utiliser pour le compostage 55% à 60 % de saturation en lisier pour un premier apport permet d'augmenter la porosité dans le compost et ainsi faciliter son aération (Farinet, 2004). Ainsi, les déchets verts à 60% de saturation en lisier sont mis en tas de largeur 2m et hauteur 1,5m, puis deux apports de lisier espacés de 15 jours sont effectués (pour équivalents de respectivement 25% et 15 % de saturation). Après chaque apport de lisier, un mélange par retournement est nécessaire.

Dates prévues des actions :

J-1 : Broyage et rassemblement des déchets verts
J 0 : Mélange du lisier aux déchets verts et mise en tas (largeur 2,5m x hauteur 1,5m)
J+7 : Retournement du tas.
J+14 : 2$^e$ apport de lisier avec retournement du tas
J+21 : Retournement du tas
J+28 : 3$^e$ apport de lisier avec retournement du tas
J+40 : Retournement de tas
J+50 : Retournement de tas
J+60 : Retournement et recouvrement du tas
J+120 : Récupération du compost

### 2) L'apport de lisier

Les différents apports en lisier sont effectués par le Service Technique de la Circonscription d'Uvéa, qui possède une tonne à lisier de 5 m$^3$.

- Effectuer un mélange du lisier de la fosse avant le prélèvement, par aspiration-refoulement dans la tonne à lisier
- Prélever le lisier nécessaire avec la tonne à lisier et l'amener jusqu'au tas au CET

Figure 12 : Apport de lisier sur les déchets verts

- Epandre une partie du lisier sur une couche de déchets verts, mélanger
- Ajouter une couche de déchets verts à la précédente et recommencer l'épandage-mélange.
- Continuer jusqu'au mélange de l'intégralité du lisier aux déchets verts.

Il peut être utile de former un creux au centre de la couche de déchets verts et de recouvrir le lisier ajouté avec les bords du tas afin d'éviter des débordements.

### 3) Le suivi du compostage

#### *α- Mesure de la température*

Avec une sonde de température ou un thermomètre, faire des mesures régulières à 15, 30 et 60 cm de profondeur dans l'andain. Mesurer aussi la température extérieure.

#### *β- Relevé de la pluviométrie*

A l'aide d'un pluviomètre ou équivalent, relever la quantité d'eau tombée après chaque pluie. Vider le pluviomètre après chaque lecture.

# III. Résultats et propositions

Une démonstration de co-compostage de lisier et déchets verts était prévue par le Lycée agricole, avec possibilité de faire des relevés de certains paramètres sur le compost. Cependant, cette démonstration n'a pas eu lieu. Les résultats obtenus concernent un essai fait au Centre d'Enfouissement Technique, avec le lisier de la fosse de Pascal Mafutuna.

## 1. Actions préliminaires au compostage

### a- Choix de la zone de compostage

Le choix s'est porté sur la zone haute à l'entrée du CET.

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| Zone dégagée et en pente légère (la pluie ne s'y accumule pas) | Zone peu abritée du soleil et de la pluie |
| Zone stable, avec sol tassé, et distance à la nappe acceptable | Zone peu surveillée par le personnel, et en vue des arrivants, il y a un risque de vol du compost. |
| Pas d'anciens casiers enterrés sous la zone | ➢ Une fermeture de la zone avec du grillage est nécessaire (prévoir une large ouverture pour les interventions sur le tas) |
| Zone éloignée des dépôts de DV, donc pas de contamination par d'autres déchets | |

Il n'y a pas de fosse de récupération des lixiviats pour l'essai, ils s'infiltrent directement dans le sol ou en cas de fortes pluies sont entrainés dans le fossé et s'infiltrent plus loin.

### b- Test d'imprégnation du lisier sur les déchets verts

Deux tests d'imprégnation ont été effectués, le Test 1 en utilisant du lisier de surface et à mi-hauteur de la fosse, et le Test 2 avec du lisier du fond et de mi-hauteur.

Les matières sèches sur les substrats et le mélange sont données dans le *Tableau II*. Les mesures sur lisier de surface et lisier de fond permettent de déterminer les extrêmes, afin de faciliter la généralisation des résultats.

Tableau II : Matières sèches des substrats et des mélanges lors des tests (moyennes sur trois mesures).

| | DV | lisier surface | lisier fond | Test 1 | | Test 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | lisier | mélange | lisier | mélange |
| MS (g/kg MB) (écart-type) | 406,38 (26,53) | 2,17 (0,34) | 69,39 (1,28) | 2,46 (0,58) | 220,01 (21,78) | 23,26 (5,95) | 158,21 (7,67) |
| MS (%MB) | 40,64 | 0,22 | 6,94 | 0,25 | 22,00 | 2,33 | 15,82 |
| %H (%MB) | 59,36 | 99,78 | 93,06 | 99,75 | 78,00 | 97,67 | 84,18 |

Les mesures de matière sèche sur un même échantillon donnent des valeurs proches, avec des écart-types assez faibles, sauf concernant le lisier, pour lequel les écart-types atteignent 20% de la valeur obtenue. Cela traduit la difficulté d'échantillonnage et d'homogénéisation du lisier.

Le taux d'humidité dans les déchets verts est de presque 60%, cette valeur est cohérente avec celles attendues pour des déchets verts. Dans la fosse, le lisier en surface est très liquide, avec très peu de matière solide. Plus le lisier est en profondeur, plus il s'enrichit en matière. Cependant, quel que soit le lisier utilisé, le mélange lisier-déchets verts à saturation est proche de 80% d'humidité.

Ces mesures de matières sèches permettent de déterminer les rétentions de lisier à saturation, données dans le *Tableau III*.

Tableau III : Caractéristiques du mélange lisier-DV à saturation

| | | Lisier surface et mi-hauteur | Lisier fond et mi-hauteur |
|---|---|---|---|
| Masse volumique apparente (kg/m3) | lisier | 1031,25 | 1218,75 |
| | DV | 134,15 | 114,47 |
| | mélange | 381,94 | 1135,71 |
| $RS_L$ (kg lisier/kg MS DV) | | 3,69 | 11,03 |
| $RS_S$ (kg MS lisier/kg MS DV) | | 0,0091 | 0,26 |
| rapport lisier/DV (kg/kg) | | 1,50 | 4,48 |

La masse volumique des déchets verts varie très peu entre les deux tests, les échantillons étant semblables. Un ordre de grandeur de 120 kg/m$^3$ est normal pour des déchets verts broyés. Après ajout du lisier, cette masse volumique augmente.

Le lisier étant différent entre les deux tests, avec le deuxième plus chargé en matière solide, les rétentions à saturation et le rapport lisier sur déchets verts varient d'un test à l'autre. Pour le Test 1, peu de lisier s'est imprégné dans les déchets verts, avec 3,69 kg de lisier par kg de

matière sèche de déchets verts, alors que lors du Test 2, presque le triple de lisier s'est imprégné. La quantité de matière sèche contenue dans le lisier influence donc l'imprégnation. Les courbes de rétention obtenues pour le lisier sur les déchets verts sont données en *Figure 13*.

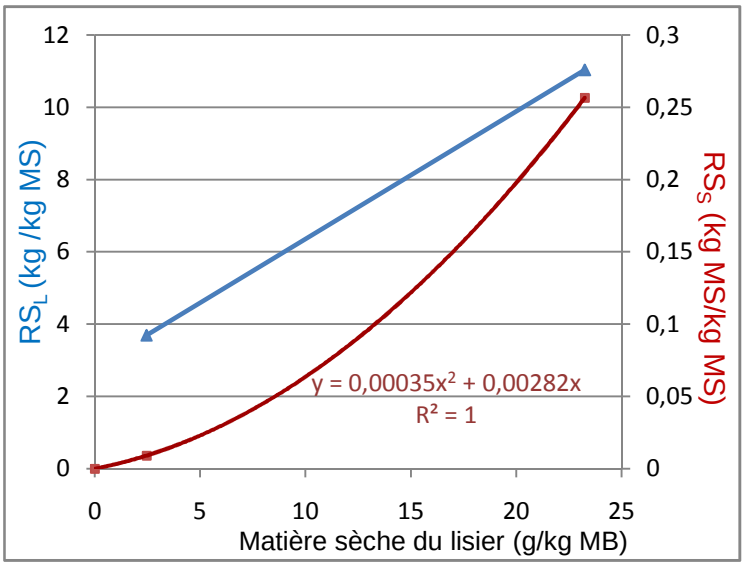


Figure 13 : Rétentions du lisier à saturation.
En bleu, rétention de liquide ; en rouge, rétention de matières solides

La courbe de rétention de liquide à saturation ($RS_L$) coupe l'axe des ordonnées pour une valeur de 2,6 kg de lisier par kg de MS de déchets verts, cette valeur est proche du $RS_0$ = 2,5 kg/kg MS déterminée lors de l'essai de compostage de 2004 (Farinet 2004).

La rétention de solide à saturation ($RS_S$) suit une loi polynomiale d'ordre 2. La courbe est générale et permet de déterminer les rétentions de lisier dans les déchets verts sans refaire un test d'imprégnation pour chaque lisier, seulement en mesurant le taux de matière sèche de celui-ci.

## 2. L'essai de compostage

### a- Quantités et proportions choisies

Le rapport lisier sur déchets verts lors de la saturation est compris entre 1,5 et 4,5 kg lisier/kg DV (*Tableau III*), quelque soit le lisier utilisé. Un rapport de 3 kg lisier/kg DV a été choisi, comme rapport représentatif de l'ensemble de la fosse. Ce rapport correspond à un ratio de 3 $m^3$ de déchets verts par $m^3$ de lisier traité.

60% de saturation en lisier correspond alors à un premier apport en lisier de 1,8 kg par kg de déchets verts présent. Deux autres apports en lisier se succèdent ensuite à deux semaines d'intervalle, respectivement de 25 et 15% de saturation, donc 0,75 kg et 0,45 kg de lisier par kg de déchets verts. Le Taux de réincorporation Tr correspondant est de 0,67 kg/kg.

9-10 $m^3$ de déchets verts ont été rassemblés, les apports successifs de lisier sont donc de 2$m^3$, puis 0,8 $m^3$ et enfin 0,5 $m^3$.

### b- Le démarrage du compostage

L'apport en déchets verts broyés s'est échelonné sur deux semaines pour diverses raisons :

- Le broyage doit être évité par temps pluvieux car le moteur du broyeur n'est pas protégé.
- Les déchets verts sont apportés en petites quantités, et de façon irrégulière.
- Le personnel du CET n'est pas toujours disponible pour le broyage.

L'apport en déchets verts s'est donc fait du 22 juillet (J-16) au 01 août 2014, avec un retournement le 31 juillet. Le jour du premier apport en lisier, noté J0, a été le 07 août 2014. Un retournement du tas a été effectué le 13 août, et le deuxième apport de lisier le 20 août.

Figure 14 : Andain formé après ajout de lisier

Le tas initial de compost après le premier apport du lisier mesure 2,30 m de large, 5,30 m de long et est haut de 1,10 m (*Figure 14*).

Sa composition est donnée dans le *Tableau IV*, et les matières sèches correspondantes se trouvent dans le *Tableau V*.

Tableau IV : Composition du tas après le premier apport de lisier

| | volume (m3) | masse (kg) | masse MS (kg) | Porosité (%) |
|---|---|---|---|---|
| DV | 9,5 | 1181 | 331,2 | 46,67 |
| Lisier | 2 | 1958 | 72,5 | |
| mélange (théorie) | 9,5 (9,5) | 3103 (3139) | 644,9 (403,7) | 51,25 (25,62) |

La masse du mélange calculée à partir de la masse volumique mesurée est très proche de sa masse théorique. Cependant, la quantité de matières sèches dans le mélange est 1,6 fois supérieure à celle attendue. Cela peut être expliqué par un mélange non homogène du lisier dans les déchets verts, la valeur considérée n'étant alors pas représentative de l'ensemble du tas.

La porosité théorique est calculée en supposant que les déchets verts n'absorbent pas le lisier, et que celui-ci occupe une partie des espaces lacunaires. Comme en réalité le lisier est imprégné, il est normal que la porosité du mélange soit supérieure à la porosité théorique. Cependant, elle ne devrait pas être supérieure à la porosité des déchets verts seuls.

Tableau V : Matières sèches des constituants du tas initial (moyennes sur trois mesures)

| | DV | lisier | mélange |
|---|---|---|---|
| MS (g/kg MB) | 280,45 | 37,03 | 207,81 |
| (écart-type) | 18,46 | 0,40 | 6,32 |
| %H (%MB) | 71,95 | 96,30 | 79,22 |

Le taux d'humidité des déchets verts a augmenté de 10% par rapport au début de leur mise en tas, il était de 60% juste après le premier broyage. Cette augmentation est due à de nouveaux apports en déchets verts très humidifiés par les pluies.

Le lisier ajouté au tas a les caractéristiques d'un lisier de mi-hauteur de fosse, avec une teneur en matières sèches de 37 g/kg MB, et une masse volumique proche de celle de l'eau. Le mélange obtenu correspond assez au mélange attendu avec ce type de lisier (voir *Tableau III*).

## c- Evolution des paramètres suivis

Un suivi de la teneur en oxygène dans le tas aurait été utile, mais le Service de l'Environnement n'a actuellement pas de sonde à oxygène disponible.

### 1) La température

La température au cours du compostage est donnée *Figure 15*. Le relevé de la température a été effectué avec un thermomètre, c'est pourquoi les mesures sont assez espacées dans le temps. De plus, la température peut se trouver légèrement sous-estimée car sa lecture nécessite de retirer le thermomètre du tas et les graduations s'arrêtent à 60°C.

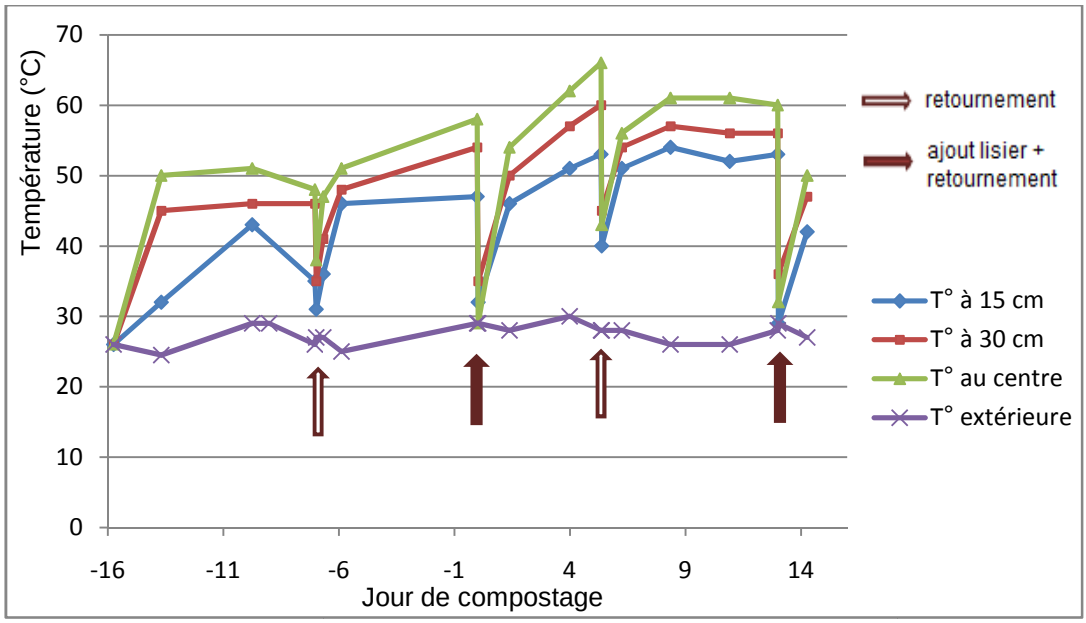


Figure 15 : Evolution de la température dans le tas de compost.

La température extérieure est assez constante, autour de 27°C. La température dans le tas en est supérieure de 20 à 30°C.

Comme attendu, lors de chaque retournement, la température dans le tas baisse avant de remonter. Entre le premier retournement et le premier ajout de lisier à J0, la température au centre du tas a dépassé 50°C pendant 5 jours. Le tas est mieux monté en température une fois le lisier ajouté, jusqu'à dépasser 60°C. Le retournement à J6 a été effectué avant que la température dans le tas ne se stabilise, il aurait été possible d'attendre quelques jours avant de retourner le tas.

### 2) Le taux d'humidité et la pluviométrie

Les taux d'humidité et la pluviométrie mesurés sont présentés *Figure 16*. La mesure de la pluviométrie s'est effectuée avec un bocal droit gradué, avec un relevé fréquent. L'évaporation étant très importante, des mesures ont pu être faussées.

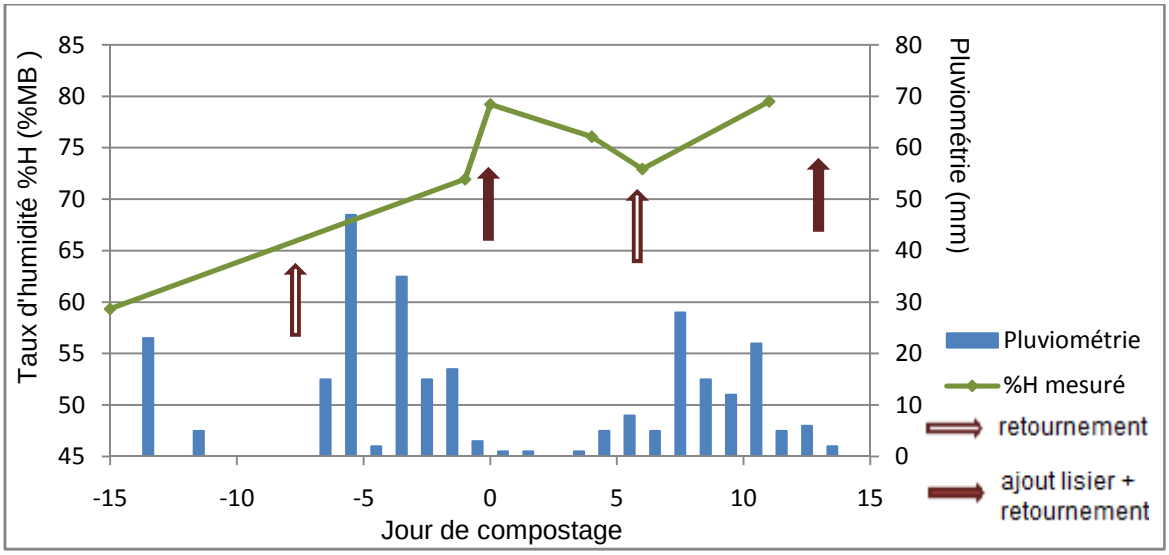


Figure 16 : Evolution du taux d'humidité dans le compost, associée à la quantité de pluie tombée.

L'apport d'eau dû aux précipitations a humidifié les déchets verts entre les jours J-15 et J0. L'apport de lisier fait lui aussi augmenter la teneur en eau du tas jusqu'à presque 80%. De J0 à J7, la masse en fermentation a pu sécher et a atteint 73% d'humidité : en une semaine, le

supplément d'humidité apporté par le lisier s'est évaporé. Les pluies qui ont suivi ont réhumidifié le tas. Le taux d'humidité dans le tas oscille toujours autour de 75%, par les actions antagonistes de l'apport en eau et de l'évaporation.

#### 3) Analyses sur le mélange en cours de compostage

Les évolutions de la porosité et de la masse volumique sont présentées sur les *Figures* 17 et *18*. La flèche rouge pleine indique un apport de lisier, l'autre flèche un retournement seul.

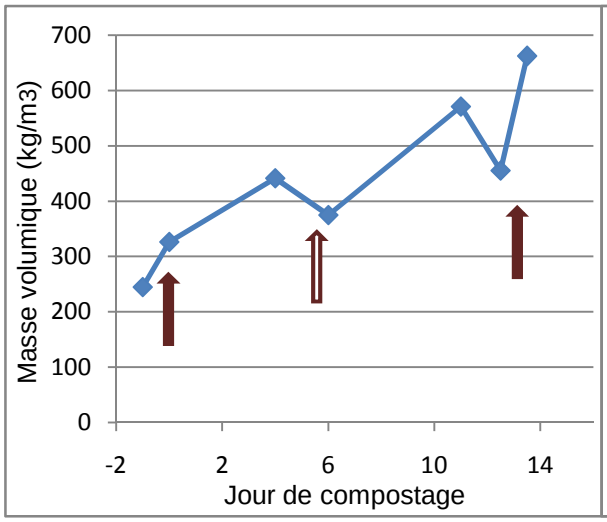


Figure 17 : Evolution de la masse volumique dans le compost

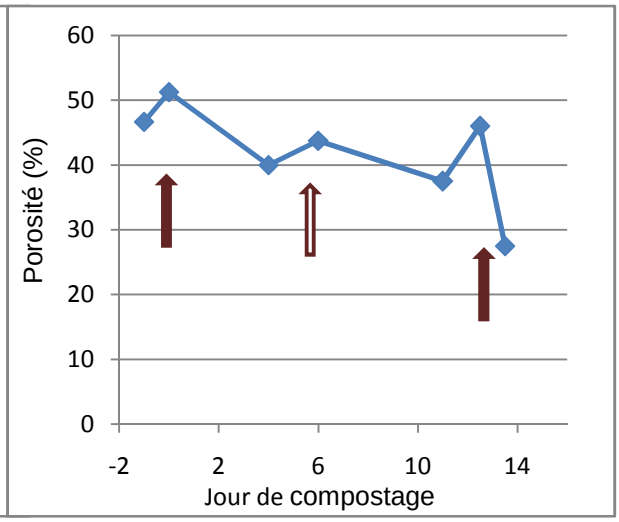


Figure 18 : Evolution de la porosité dans le compost

L'ajout de lisier fait augmenter la masse volumique, en effet, il y a apport de masse mais le lisier s'imprégnant aux déchets verts, le volume total reste constant. Le mélange de lisier et de déchets verts dans la première phase de compostage a une masse volumique proche de 400 kg/m$^3$. La porosité dans le tas en début de compostage est proche de 40 %. Cette plage de valeur permet un bon apport en oxygène au cours du compostage (Farinet 2004).

Le retournement sans ajout de lisier aère le tas : sa porosité augmente et sa masse volumique diminue. Cependant, au cours du compostage, la porosité diminue et le tas devient plus dense : il y a tassement de la matière en plus des ajouts de lisier.

### d- Bilan sur le début du compostage

La masse en fermentation monte très bien en température. Dans le centre du tas elle dépasse rapidement 55 voire 60°C après chaque retournement, l'hygiénisation est alors possible. Cependant, le compostage n'est pas assez avancé pour pouvoir conclure : il faut vérifier que l'hygiénisation concerne la totalité du lisier ajouté.

La porosité dans le tas ainsi que son humidité permettent un bon déroulement du compostage. Les précipitations influent sur la teneur en eau du tas et la montée en température, mais sans conséquence pour le processus.

## 3. Propositions pour une plateforme de compostage au CET

Grâce aux observations et à l'expérience issu de l'essai effectué, ainsi qu'à l'étude des quantités de substrats disponibles, des propositions et recommandations peuvent être faites concernant l'installation d'une plateforme de compostage.

Une plateforme construite au CET permet une gestion continue du compostage par du personnel habilité. La distance à la nappe à Vailepo est la plus élevée de l'île, avec un terrain peu perméable réduisant les infiltrations. De plus, des déchets verts y sont disponibles.

## a- Infrastructures et matériels nécessaires

### 1) Les apports en substrats

#### *α- Les déchets verts*

Les déchets verts (DV) utilisables sont ceux disponibles au CET de Vailepo, environ 2m$^3$ par semaine apportés par les particuliers, entreprises...,. D'autres apports de DV pourraient être nécessaires, par exemple avec une collecte organisée pour récupérer les DV laissés sur place.

Pour faciliter la gestion des apports en déchets verts au CET, il faut condamner une des deux zones et aménager celle qui reste avec un côté planches et gros troncs et un côté déchets verts compostables. La majeure partie des déchets non compostables doit être régulièrement poussée sur les côtés afin de dégager la place.

#### *β- Le lisier*

Le lisier provient de fosses appartenant à des éleveurs, le volume de ces fosses est d'environ 30 m$^3$. Actuellement, seule deux fosses sont utilisables, mais par la suite, des fosses pourront être réhabilitées.

La vidange des fosses et le transport du lisier se feraient avec la tonne à lisier de 5 m$^3$ de la Circonscription.

Figure 19 : Fosse à lisier utilisable

**Cas 1** : Le lisier est prélevé dans les fosses au fur et à mesure des besoins. Il faut prévoir trois apports espacés de deux semaines pour chaque cycle de compostage.

**Cas 2** : La totalité du lisier pour un cycle est amenée le même jour. Une partie du lisier est stockée dans une fosse au CET. Il est alors nécessaire d'installer une fosse en béton sur le site.

**Important** : Si une fosse de stockage est construite, la plateforme ne doit pas en être éloignée. L'emplacement privilégié pour l'ensemble est donc la zone haute du CET, proche de l'entrée, où il y a la superficie nécessaire et où l'absence de casiers enfouis permet d'installer une fosse enterrée.

Dimensionnement de la fosse de stockage du lisier

Il faut une pompe, des canalisations et vannes permettant un mélange dans la fosse par circulation du lisier en circuit fermé. Sa matière sèche étant inférieure à 10 %MB, il est possible de pomper le lisier avec un matériel classique pour liquide. Un tuyau flexible et un asperseur pour ajouter le lisier aux déchets verts sont aussi nécessaires.

La quantité de lisier disponible est à l'heure actuelle faible par rapport à la quantité produite sur l'île. La fosse à lisier est alors assez petite. Il faut prévoir de stocker dans la fosse le double du volume nécessaire pour lancer un cycle. Ainsi, le remplissage de la fosse se fait tous les deux ou quatre mois en temps normal, et si une fosse déborde chez un éleveur, le lisier vidangé peut être stocké dans cette fosse.

### 2) La plateforme

Une plateforme bétonnée couverte est déjà présente au CET, mais elle sert actuellement à abriter un bateau et à stocker de l'huile de vidange. Cette plateforme n'est pas utilisable, notamment parce que son sol est imprégné d'huile.

Il faut alors prévoir une autre plateforme, assez grande pour contenir deux tas, gérés en décalé dans le temps.

Cette plateforme n'a pas besoin d'être couverte. En effet, pendant la phase de fermentation, le tas peut être laissé à l'air libre afin de permettre un maintien naturel de l'humidité avec un séchage au soleil compensé par un apport en eau de pluie. Cependant, le tas peut être couvert lors de la maturation. Utiliser alors une bâche ou un géotextile pour couvrir le haut du tas, en laissant l'air circuler sur les côtés du tas.

**Option 1** : Construction d'une plateforme bétonnée au CET.

L'emplacement :

- Sur la zone haute, où s'est déroulé l'essai. Mais cette zone est peu surveillée.
- Sur la zone basse, plus surveillée. Cette zone correspond aux anciens casiers, mais le béton isole le tas de ces casiers.

Le CET est situé sur un terrain en pente, il suffit de faire épouser cette pente à la plateforme, les travaux de terrassement s'en trouvent réduits voir non nécessaires.

La plateforme doit être construite surélevée de 15 cm, avec une rampe d'accès pour les véhicules sur deux côtés opposés.

Travaux de réalisation de la plateforme :

- Décapage du sol naturel sous l'emplacement de la plateforme
- Terrassement et stabilisation
- Si nécessaire, mise en place d'une conduite reliant le coin bas de la plateforme à la fosse à lixiviats (pente vers la fosse).
- Dalle de béton pour la plateforme (épaisseur = 15cm).
- Bétonnage de la rampe d'accès en bord de plateforme

**Option 2** : Aménagement d'une plateforme sur sol stabilisé au CET.

La nappe étant à plus de 2 m de profondeur dans la zone du CET, une plateforme en terre battue est possible. Cette plateforme est envisageable si peu d'engins manipulent le compost : trop de passage surtout par temps de pluie endommage la plateforme.

Faire attention à la localisation de la plateforme. Si elle se situe au dessus d'un ancien casier d'enfouissement, des apports non désirés en métaux peuvent se produire, surtout en cas de retournement ou forte pluie. La plateforme peut être placée sur la zone haute près de l'entrée du CET, là où s'est effectué l'essai.

Il faut éviter l'infiltration naturelle sous le tas car elle concerne surtout le lisier, composté pour éviter qu'il ne s'infiltre dans le sol.

- Le plus simple est de faire une plateforme penchée et récupérer les lixiviats dans une fosse ou dans la lagune.
- Pour éviter au maximum l'infiltration, une géo-membrane peut être enterrée à 20 cm sous la plateforme permettant une collecte complète des lixiviats.

Le sol au CET étant très compact, la plateforme peut être aménagée directement sur celui-ci, sans apport de terre ni tassage.

Dimensionnement de la plateforme

Les tas de matière à composter font 2,5 m de large, 1,5 m de hauteur pour une longueur variable.

Il faut laisser 1 m de libre sur le bord de la plateforme afin de permettre la manipulation du tas, ainsi qu'un espace de 3 m entre les tas pour un déplacement du tas lors du retournement ou le passage de l'engin retourneur.

Pour deux tas côte à côte, la plateforme est large de 10 m, sa longueur dépend de la quantité de déchets verts pouvant être rassemblée (*Figure 20*).

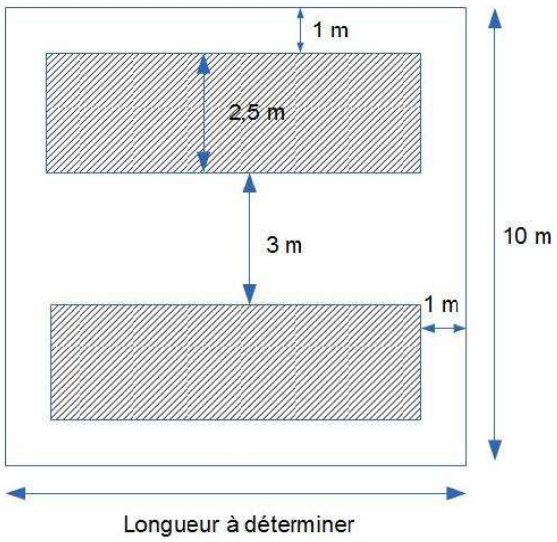


Figure 20 : Dimensions de la plateforme

### 3) Exemple de dimensionnement de la plateforme et de la fosse à lisier

En considérant un apport en déchets verts de 2m$^3$ par semaine, en deux mois, il est possible de faire un tas de 15 m$^3$. Les quantités de substrats nécessaires ainsi que les dimensions d'un tas, de la plateforme et de la fosse de stockage du lisier sont donnés dans le *Tableau VI*.

Tableau VI : Exemple de quantités et dimensions nécessaires au compostage

| DV | |
|---|---|
| volume (m3) | 15 |
| masse (T) | 1,87 |
| **Lisier** | |
| volume total (m3) | 5 |
| masse totale (T) | 5,6 |
| apport 1 (m3) | 3 |
| apport 2 (m3) | 1,2 |
| apport 3 (m3) | 0,8 |

| Tas | |
|---|---|
| hauteur (m) | 1,50 |
| largeur à la base (m) | 2,50 |
| longueur (m) | 8,00 |
| nombre | 2 |
| **Plateforme** | |
| largeur (m) | 10,00 |
| longueur(m) | 10,00 |
| surface (m2) | 100,00 |

:

| Fosse de stockage du lisier | | |
|---|---|---|
| volume (m3) | | 10 |
| dimensions (m) | Profondeur | 2 |
| | Largeur | 2 |
| | Longueur | 2,5 |
| épaisseur des parois (m) | | 0,2 |

Les rapports lisier sur déchets verts utilisés sont ceux déterminés lors du test d'imprégnation, de 1,8, 0,75 et 0,45 kg/kg. Pour 15 m$^3$ de déchets verts, les apports en lisiers sont de 3 m$^3$, 1,2 m$^3$ puis 0,8 m$^3$, donc un apport total de 5 m$^3$ par cycle. Chaque cycle nécessitant 5m$^3$ de lisier, le volume de la fosse est de 10 m$^3$. Les tas sur la plateforme sont au nombre de deux, et sont long de 8 m, la plateforme a donc une longueur de 10 m.

A la fin de la maturation, la quantité de compost récupérée est d'environ la moitié de la quantité initiale. Un tas de 15 m$^3$ donne alors 7-8 m$^3$ de compost.

### 4) Récupération des lixiviats

Sur le côté le plus bas de la plateforme, installer un dispositif de collecte des eaux d'écoulements (lixiviats) : grille et canalisation menant à une fosse ou à la lagune existante.

**Option 1** : Fosse de stockage des lixiviats.

La fosse doit être placée en contrebas de la plateforme pour favoriser l'écoulement. La canalisation est équipée d'une vanne. Celle-ci demeure fermée pendant l'apport de lisier.

La fosse à lisier peut être utilisée si la quantité de lixiviats n'excède pas 10% des apports en lisier. Il faut faire attention à la dilution engendrée par les apports en eaux de pluie : avec une plateforme non couverte, une fosse spécifique aux lixiviats est nécessaire. Les lixiviats issus d'une telle fosse doivent être épandus directement et non utilisés pour le compostage.

Estimation de la quantité d'eau ajoutée aux lixiviats par an :

(précipitations annuelles – évapotranspiration) x surface de plateforme

Soit (2,7 m d'eau – 1,6 m évaporé) x surface de la plateforme

**Remarque** : Eventuellement, une production trop importante de lixiviats due aux précipitations justifierait l'installation d'une plateforme couverte.

Exemple de dimensionnement de la fosse à lixiviats :

En considérant 15 $m^3$ pour chaque tas, donc une plateforme de 100 $m^2$, la quantité de lixiviats produite est proche de 110 $m^3$. En prévoyant une vidange chaque mois, la fosse à lixiviats doit faire au minimum 10 $m^3$, donc avoir les mêmes dimensions que la fosse de stockage du lisier.

**Option 2** : Raccordement de la plateforme à la lagune existante.

La distance de raccordement dépend de l'emplacement de la plateforme. Les drains doivent être enterrés. Il y a cependant un risque de perte du pouvoir épurateur de la lagune si trop d'éléments sont lessivés par les pluies.

### 5) Stockage du compost

La fraction grossière du compost après passage sur un tamis est selon son état soit ajoutée au début du cycle suivant soit éliminée.

Si la fraction fine du compost mûr est laissée en vrac, il faut faire attention à ce qui entre en son contact et dans tous les cas la protéger du soleil et de pluie. Prévoir un emplacement pour le compost dans un bâtiment ou dehors un abri de tôles par exemple.

### 6) Matériel nécessaire au compostage

Un broyeur est déjà présent au CET.

Retourneur d'andain :

Le compostage des déchets verts seuls est envisageable. Leur dégradation se déroule naturellement. Des retournements sont nécessaires, et peuvent être faits manuellement.

Cependant, le co-compostage avec le lisier de porc rend le tas dense et lourd, le retournement à la main est envisageable mais peu recommandé. Il peut alors être utile d'acquérir un tracteur à chargeur frontal ou un retourneur d'andains, qui permet un retournement plus rapide et plus homogène du tas.
Le retourneur d'andain est soit autonome, soit tracté et alimenté par prise de force, moins cher mais nécessitant l'acquisition d'un tracteur. Les prix de machines tractées s'échelonnent

de 1 800 000 à 12 600 000 FCFP HT soit de 15 000 à 105 000 € HT, le tracteur associé coûte dans les 6 000 000 FCFP (50 000 €). Il faut compter de 7 200 000 à 33 000 000 FCFP HT (60 000 à 275 000 € HT) pour les retourneurs d'andains autonomes.

- Exemple de retourneur d'andain tractable : le PRT 2500 G Pezzolato, nécessitant une prise de force du tracteur de 540t/min, puissance minimum demandée 50 CV, son coût en 2011 était de 3 400 000 FCFP (environ 28 300 €).
- Exemple de retourneur d'andain autonome : le PRS 2500 Pezzolato,

Bâche : Une bâche peut être nécessaire pour recouvrir le tas durant sa maturation. Ses dimensions sont la largeur et la longueur du tas.

Tamis : Prévoir des tamis de 10 mm et 2 mm ou des grillages à maillage très étroit pour cribler le compost mûr.

Grillage : Grillager la zone de compostage afin de l'isoler, avec une ouverture permettant aux véhicules d'entrer quand une action sur le compost est nécessaire.

### b- Bilans des possibilités d'installation

L'emplacement privilégié pour une plateforme de compostage est la zone haute, à l'entrée du Centre d'Enfouissement Technique. Les points forts et faibles des diverses installations mentionnées sont présentés dans le *Tableau VII*.

Tableau VII : Bilan des installations possibles

| Plateforme | | |
|---|---|---|
| En béton | En sol stabilisé | |
| Pas d'infiltration sous le tas<br>Pas d'échanges indésirables compost/sol<br>Résistante au passage d'engins | Moins couteux<br>Installation plus facile<br><br>Sensible au passage d'engins si pluie | |
| Couverte | Non couverte | |
| Pas d'excès d'eaux d'écoulement<br>Pas de contrainte météorologique<br><br>Arrosage d'appoint nécessaire | Moins couteux<br>Arrosage du tas non nécessaire<br>Séchage du lisier au soleil<br><br>Lessivage d'éléments par les pluies | |
| Gestion du lisier | | |
| Fosse de stockage | Transport quand nécessaire | |
| Indépendance pour les apports en lisier | Pas de coût d'investissement<br><br>Sollicitation fréquente de la Circonscription | |
| Gestion des lixiviats | | |
| Fosse à lisier | Fosse à lixiviats | Lagune |
| Si volume lixiviats <10% volume lisier (plateforme couverte)<br>Une seule fosse suffit | Si eaux de pluies ajoutées (plateforme non couverte)<br><br>Vidanges nécessaires | Moins coûteux<br><br>Risque de saturation du sol |
| Retournement des tas | | |
| Au retourneur d'andain | A la main | |
| Retournement plus rapide et moins fatigant<br>Mélange plus homogène du tas<br><br>Coût d'investissement et de fonctionnement | Pas de coût d'investissement<br><br>Besoin de plus de main-d'œuvre | |

## c- Organisation du compostage

### 1) Enchainement et durée des cycles

Chaque cycle dure environ quatre mois, l'essai vise à ajuster cette durée. Lancer un nouveau cycle quand le précédent atteint maturation (après 50-60 jours soit 2 mois).

Chaque cycle concerne la quantité de déchets verts apportés en deux mois.

Enchainement des cycles :

Lancer le cycle 1 à J=0. Vers J=60, lancer le cycle 2, le cycle 1 est laissé sur la plateforme pour sa maturation. A J=120, récupérer le compost du cycle 1 et lancer le cycle 3. Et ainsi de suite.

Il y a donc toujours deux tas en cours de compostage, un en phase de fermentation et l'autre en phase de maturation.

### 2) Calendrier des tâches

Phase 1 : le broyage

Broyer les déchets verts encore frais au fur et à mesure de leur arrivée et les placer en tas à côté de la plateforme. A partir du moment où le tas précédent entre en phase de maturation (après deux mois), démarrer le cycle de compostage.

Phase 2 : le compostage

Le planning du cycle est le même que celui suivi lors de l'essai de compostage.

Pour chaque cycle, tenir un calendrier des taches (un exemple en **Annexe IV**) en notant les actions faites et leur date. Les actions prévues peuvent être décalées de un ou deux jours sans influencer le déroulement du compostage. Notamment, il faut éviter l'ajout de lisier par temps de pluie pour minimiser le ruissellement.

Référencer l'ensemble des cycles avec les quantités compostées (exemple en **Annexe V**).

En plus du planning prévisionnel, des actions peuvent être nécessaire dans les cas suivants :

- Un compost qui s'effrite entre les doigts, sec au toucher ou dans lequel des champignons blancs se développent est un compost trop sec. Il convient alors d'arroser le tas.
- Si la température chute pendant plusieurs jours (en dessous de 50°C), il fait retourner le tas. L'arroser si la baisse de température de survient pas après de fortes pluies.
  Si par la suite la température ne dépasse pas 40°C, le tas entre en maturation, il faut le laisser sans retournement pendant deux mois.
- Un compost trop humide est un compost qui s'égoutte dans la main. Pour le sécher, il faut ouvrir l'andain et le mettre à plat quelques jours avant de reconstituer l'andain.

### 3) Mesures et suivis

Noter les températures et la pluviométrie sur une fiche de suivi, un exemple est donné en **Annexe VI**. Faire des mesures de matières sèches régulièrement afin de vérifier le taux d'humidité dans le tas.

Si les précipitations sont trop importantes et humidifient trop le tas, il faut en couvrir la partie supérieure avec une couche feuilles ou une bâche en laissant l'air circuler sur les côtés du tas.

# Conclusion

Le test d'imprégnation a permis de déterminer le rapport lisier sur déchets verts total à utiliser lors du compostage : 3 kg/kg, soit un volume de 3m$^3$ de déchets verts par m$^3$ de lisier traité. L'essai de compostage lancé a permis de confirmer que le co-compostage de lisier avec déchets verts fonctionne, du moins avec un apport unique de lisier en début de compostage. Un minimum d'interventions est nécessaire, et de plus, l'hygiénisation et la dégradation de la matière compostée sont assurées, sans être pénalisées par la pluviométrie.

La faisabilité du compostage en lui-même a été validée, et des propositions de plateformes de compostage en béton ou sol stabilisé permettant de produire du compost régulièrement ont été faites. Les installations associées comme une fosse à lisier éventuelle ainsi que le matériel nécessaire sont aussi détaillés.

Il faudra attendre la fin de l'essai de compostage pour pouvoir vraiment conclure quant à l'efficacité de la méthode de compostage proposée, qui consiste en trois apports successifs de lisier pour une quantité de déchets verts fixée au départ.

Avant de construire une plateforme définitive, il faudrait lancer quelques cycles de compostage afin de perfectionner leur enchainement. Cela permettrait aussi de faire une estimation de la quantité de déchets verts disponibles sur une année.

En effet, l'estimation faite dans la présente étude ne concerne que les mois de juin à août. De plus, le lancement de la filière, même à petite échelle, pourrait motiver les personnes intéressées par le compost à apporter des déchets verts au Centre d'Enfouissement Technique et donc augmenter la quantité disponible.

Ainsi, un dimensionnement précis plus juste que celui proposé pourra être fait, ainsi que le choix d'une installation de compostage à partir des indications données.

La quantité de lisier traité par le co-compostage reste assez faible, car la quantité de déchets verts utilisable est limitée et des andains de volume supérieur à 40m$^3$ (traitant 13 m$^3$ de lisier) sont peu envisageable au CET.

Un compostage de lisier solide, préalablement déshydraté par séchage, peut être envisagé enfin d'utiliser de plus grandes quantités de lisier pour une même quantité de déchets verts. Cependant, ce procédé n'est pas nécessaire actuellement, car seules quelques fosses à lisier peuvent être utilisées.

# Références bibliographiques

Rapports

[1] COMTE, Jean-Chistophe. Expertise hydrogéologique pour la gestion durable de la lentille d'eau douce et des captages AEP de l'île d'Uvéa, territoire de Wallis et Futuna. Queen's University Belfast, Northern Ireland, 2012.

[2] BLANCHARD, F ; PODWOJEWSKI, P. Protection et gestion de la lentille d'eau douce de l'ile d'Uvea (Wallis). BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), 1988.

[3] MALAU, Atoloto. L'élevage porcin à Wallis, entre traditions et changements. Cycle Master Européen d'Etudes Professionnelles : Vulgarisation et organisations professionnelles agricoles 1993, au Centre National d'Etudes Agronomiques pour les Régions Chaudes (CNEARC), 1997.

[4] FARINET, J-L. CIRAD CA. Gestion et valorisation agricole des effluents d'élevages porcins, Territoire des îles Wallis et Futuna. Rapport de mission, 2004 et Compte rendu d'expérimentation sur le compostage, 2005.

[5] GUNKEL-GRILLON, Peggy and al. Effects of family pig breeding on volcanogenic soils chemistry in a tropical climate (Wallis Island, South Pacific), 2013, dans le rapport final de l'Etude des Lisiers des Elevages Porcins (ELEP) : mesure des risques de pollution des sols et de l'eau en vue d'une proposition de gestion des déchets d'élevage de Wallis. Pôle Pluridisciplinaire de la Matière et de l'Environnement (PPME), Université de la Nouvelle-Calédonie, 2013.

[6] GARNESSON, C. Etude de faisabilité pour la mise en place d'une filière de compostage à Wallis, Vision globale de la filière. Rapport de stage 2ème année, ENSIL (Ecole Nationale Supérieure de Limoges), 2014.

[9] LANDRAIN, Paul. Mise en place d'un système de compostage au collège de Lavegahau. Mission d'accompagnement technique sur le territoire de Wallis et Futuna. Chambre d'agriculture de Bretagne, 2008.

Ouvrages

[7] MUSTIN, Michel. Le compost, gestion de la matière organique. Paris : François Dubusc, 1987. ISBN 2-864-72008-6

Autre

[8] IF2O (Interprofession des Fertilisants Organiques de l'Ouest). Guide pratique : Fabrication de fertilisants organiques à la ferme, Engrais NP issu de lisier. 2013.

# Annexes

Annexe I : Localisation du CET

Annexe II : Les différentes zones du CET

Annexe III : Valeurs de la norme NFU 44 051 (concerne uniquement le compost mûr)

Annexe IV : Calendrier des tâches

Annexe V : Exemple de fiche de bilan des cycles

Annexe VI : Exemple de fiche de suivi de la température

## ANNEXE I : LOCALISATION DU CET

Localisation du CET sur l'île

Localisation du CET par rapport aux habitations
(en orange, la route d'accès)

## ANNEXE II : LES DIFFERENTES ZONES DU CET

Zone haute du CET, vue depuis l'entrée.

Zone basse, à gauche vue depuis l'entrée, à droite vue depuis les bâtiments.

Zones de dépôt des déchets verts, les déchets ont été poussés sur les côtés.

Zone de dépôt des ordures ménagères.

## ANNEXE III : VALEURS DE LA NORME NFU 44 051 (concerne uniquement le compost mûr)

Les analyses suivantes doivent être effectuées au minimum une fois par an pour moins de 350 tonnes de compost commercialisées par an.

### I- Paramètres généraux

| | |
|---|---|
| MO | > 20 % MB et > 30 % MS |
| MS | > 50 % MB |
| MO/Norg | < 40 |
| N | <3 % MB |
| P2O5 | <3 % MB |
| K2O | <3 % MB |
| N+P2O5+K2O | <7 % MB |

### II- ETM (éléments traces métalliques) et CTO (composés traces organiques)

| ETM | Valeur limite (mg/kg MS) |
|---|---|
| As | 18 |
| Cd | 3 |
| Cr | 120 |
| Hg | 2 |
| Ni | 60 |
| Pb | 180 |
| Se | 12 |
| Cu | 300 |
| Zn | 600 |

| CTO | valeur limite (mg/kg MS) |
|---|---|
| fluoranthène | 4 |
| benzo(b)fluoranthène | 2,5 |
| benzo(b)pyrène | 1,5 |

### III- Inertes et impuretés

| inertes et impuretés | valeurs limites |
|---|---|
| films et PSE > 5 mm | < 0,3 %MS |
| autres plastiques > 5 mm | < 0,8 %MS |
| verres et métaux > 2 mm | < 2,0 %MS |

### IV- Critères microbiologiques

| | toutes cultures |
|---|---|
| eoufs d'helminthes viables | absent dans 1,5 g |
| salmonella | absent dans 1 g |

| indicateurs de traitement | valeur de référence |
|---|---|
| Escherichia coli | $10^2$ /g MB |
| Entérocoques | 10^4 /g MB |

## ANNEXE IV : CALENDRIER DES TACHES

Cycle n° : …… Lancé le ……

| jour | date | action à faire | action faite (volumes ou masse ajoutée, hauteur de tas, mesure…) |
|---|---|---|---|
| 0 | | apport DV<br>1er apport lisier<br>mélange<br>tas (hauteur 1,5 m) | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | retournement | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | 2ème apport lisier<br>retournement | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | retournement | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |
| 26 | | | |
| 27 | | | |
| 28 | | 3ème apport lisier<br>retournement | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |
| 31 | | | |
| 32 | | | |
| 33 | | | |
| 34 | | | |
| 35 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 36 | | | |
| 37 | | | |
| 38 | | | |
| 39 | | | |
| 40 | | retournement | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | retournement | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| 59 | | | |
| 60 | | retournement<br>recouvrement du tas | |
| 61 | | | |
| 62 | | | |
| 63 | | | |
| 64 | | | |
| 65 | | | |
| 66 | | | |
| 67 | | | |
| 68 | | | |
| 69 | | | |
| 70 | | | |
| 71 | | | |
| 72 | | | |
| 73 | | | |
| 74 | | | |
| 75 | | | |
| … | | | |
| … | | | |
| jour 120 | | récupération compost et analyses | |

## ANNEXE V : EXEMPLE DE FICHE DE BILAN DES CYCLES

| Cycle n° | Quantité déchets verts | Lisier | | | | | | Récupération du compost | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Apport 1 | | Apport 2 | | Apport 3 | | | |
| | | Date | Quantité | Date | Quantité | Date | Quantité | Date | Destination |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

## ANNEXE VI : EXEMPLE DE FICHE DE SUIVI DE LA TEMPERATURE

Cycle n° …… Lancé le ……

| Date | Température à 15 cm | Température à 30 cm | Température à 60 cm | Température extérieure | Pluviométrie |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

# Résumé

L'élevage porcin est très présent à Wallis, avec de nombreuses petites unités familiales d'élevage. Le lisier issu de ces élevages est produit en grandes quantités et n'est à ce jour pas traité, si ce n'est très localement. Il constitue donc un risque de pollution de la nappe située sous l'île.

La présente étude menée dans le cadre du projet INTEGRE (INitiative des TErritoires pour la Gestion Régionale de l'Environnement) mis en place par la CPS (Secrétariat général de la Communauté du Pacifique) et financé par l'Union Européenne, vise à déterminer la faisabilité d'une filière de compostage du lisier de porc à Wallis, en le mélangeant aux déchets verts. Cette étude a été faite en collaboration avec Claire Garnesson, qui a traité la partie concernant la disponibilité en lisier et déchets verts ainsi que les débouchées possibles pour le compost.

Le présent rapport concerne l'étude du processus de co-compostage du lisier et de déchets verts.

La quantité maximale de lisier pouvant être absorbée par les déchets verts est déterminée, ainsi que les proportions de substrats à respecter pour un compostage optimal. Un essai de compostage commencé en utilisant les proportions de lisier et de déchets verts jugées optimales est géré et analysé. Le bon déroulement du compostage, prévu avec trois apports de lisier au cours du premier mois, est vérifié, du moins concernant les deux premières semaines.

L'organisation du compostage, séquencé par période de quatre mois est détaillée, ainsi que les équipements nécessaires à l'installation d'une plateforme, avec fosse de stockage du lisier et fosse de récupération des lixiviats.

Mots-clés : Wallis, co-compostage, lisier de porc, déchets verts, plateforme

# Abstract

Pig breeding is everywhere on Wallis Insland, with many small family rearing units. Pig slurry from these rearing is produced in large quantities and is not treated so far. There is a risk of ground water pollution.

This study conducted within the project INTEGRE (INitiative des TErritoires pour la Gestion Régionale de l'Environnement), established by the SPC (Secretariat of the Pacific Community) and financed by the European Union, is to determine the feasability of a composting activity in Wallis, mixing slurry with green waste. This study was lead in association with Claire Garnesson, who treated the part about the availability of the substrates, and the compost utilisation.

This report focuses on the study of composting pig slurry with green waste.

The maximum quantity of pig slurry absorbed by green waste is determined, as well as substrate proportions needed for the best composting. A composting test started with the best ratios of slurry and green waste is managed and analysed. The smooth functioning of the composting, planned with three slurry inputs during the first month, is checked at least for the first two weeks.

The composting organisation planned with periods of four months is specified, as well as needed equipments for installing a platform, with slurry storage tank and leachate tank.

Keywords : Wallis, composting, pig slurry, green waste, platform