Mathieu JOYEUX

Mai à aout 2016

MEMOIRE DE STAGE DE 2° ANNEE DUT GENIE BIOLOGIQUE OPTION AGRONOMIE

Caractérisation et valorisation d'une station de compostage en région tropicale

Stage réalisé au Lycée Agricole d'Opunohu à Moorea en Polynésie Française

IUT Lyon 1 l'excellence technologique

INTEGRE

Union Européenne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE POLYNÉSIE FRANÇAISE E.P.E.F.P.A

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon maître de stage, Gérald HUET, de m'avoir guidé tout au long de cette période. Je le remercie pour la confiance qu'il a pu m'accorder, et pour tous les conseils qu'il m'a offerts. Enfin, je le remercie de m'avoir permis d'évoluer sur le plan professionnel, mais aussi pour m'avoir fait grandir sur un plan personnel.

Mes remerciements vont aussi à René BARTHELON pour m'avoir accueilli au sein de son établissement.

Je remercie également Bruno ROZIER, qui m'a offert un logement le long de ma période de stage et pour son enthousiasme et son soutien sans faille.

Un grand merci à Lionel MAILLARD pour sa passion et les connaissances qu'il m'a transmises sur l'agriculture biologique. Je le remercie encore pour toutes les réponses qu'il a pu apporter à mes questions.

Je remercie aussi et surtout Raimoana OITO, pour les innombrables choses qu'il m'a fait découvrir sur sa terre, que ce soit une initiation à la langue polynésienne, ses multiples confrontations sportives et toutes ces choses simples de la vie.

Je tiens aussi à remercier l'IUT Lyon 1 grâce à qui j'ai pu réaliser ce stage. Et François VIAL qui m'a assuré un bon suivi durant ce stage.

Enfin, je remercie tout naturellement ma famille, qui a financé ce voyage et qui m'a soutenu tout au long de cette belle aventure.

Table des matières

REMERCIEMENTS .....

INTRODUCTION 1

ENTREPRISES ET EQUIPES 2

SUJET SCIENTIFIQUE 3

I) Etat des lieux 3

II) Cadre de l'expérimentation 6

III) Caractérisation des intrants 7

IV) Dispositif expérimental 10

V) Résultats 13

VI) Discussion 17

CONCLUSION 20

BIBLIOGRAPHIE 21

ANNEXES .....

INTRODUCTION

Le projet « INTEGRE », ou INitiative des TErritoires pour la Gestion Régionale de l'Environnement, est un programme financé par le 10ème Fond Européen de Développement. Le projet a pour finalité la gestion intégrée des zones côtières du Pacifique. Ainsi c'est en Nouvelle-Calédonie, à Wallis et Futuna, en Polynésie française, et dans les îles Pitcairn que se sont mises en place les actions en faveur du développement durable local. Les projets ciblent des secteurs variés, allant de la pêche à l'agriculture, en passant par le développement d'activités écotouristiques. Mais tous se rejoignent dans un objectif commun : la réduction de l'impact de l'activité humaine sur les zones côtières.

Plusieurs îles de Polynésie française ont la chance d'avoir été choisies pour accueillir de tels projets. 150 000 touristes se rendent chaque année dans cette collectivité d'outre-mer. Plus d'un tiers des visiteurs passent par Moorea. Et la quasi-totalité de ces visiteurs traversent la baie et la vallée d'Opunohu. Cette dernière profite d'un potentiel touristique exceptionnel, avec une faune aquatique riche, et une flore des plus diversifiée de l'île. Toutefois, la protection des espaces naturels terrestres et marins, a longtemps été inexistante. Tout cela a abouti à une régression de la diversité spécifique ces dernières décennies. De plus, depuis 2006, le secteur touristique de Polynésie subit une grande crise avec une baisse constante des fréquentations annuelles.

L'arrivée du projet INTEGRE n'est pas anodin en Polynésie française. Pour ce qui est du site d'Opunohu, l'enjeu est d'améliorer la qualité environnementale, paysagère et la qualité de vie des habitants. Cela touche effectivement l'agriculture de Moorea, via l'élaboration d'un itinéraire technique pour la culture d'ananas en agriculture biologique, mais aussi par l'installation d'une ferme pilote en agriculture biologique, ou encore par la réduction des intrants chimiques et organiques. C'est sur ce dernier point que s'appuie ce stage.

La production porcine est la filière d'élevage la plus présente en Polynésie. Il est donc intéressant de mettre en place une technique de production de compost à partir d'effluents d'élevage porcin. L'exploitation du Lycée agricole d'Opunohu possède une porcherie moderne qui se donne deux objectifs. Le premier objectif est pédagogique, puisqu'elle sert de support de formation aux élèves et aux stagiaires. Le second objectif est le développement de la filière porcine de Polynésie. La porcherie fournit aux exploitations de tous les archipels confondus, des mâles reproducteurs rigoureusement sélectionnés. L'exploitation produit alors en quantité importante du lisier. Cet effluent d'élevage peut aussi bien être intéressant pour les cultures d'un point de vue agronomique s'il est bien traité, que dangereux pour l'environnement, s'il est mal géré. INTEGRE a donc financé au lycée la construction d'une plateforme de compostage pour réduire l'impact de la porcherie sur l'environnement tout en exploitant au mieux son potentiel agronomique. Ce stage est donc consacré à la caractérisation de cette plateforme de compostage, et à sa valorisation.

Sauf cas contraire indiqué, toutes les photos utilisées dans ce rapport ont été prises par mes soins.

ENTREPRISES ET EQUIPES

Nous nous focalisons sur les acteurs intervenants au niveau du projet de station de compostage. Ces acteurs peuvent être regroupés dans deux catégories. Nous avons d'un côté les employés de l'exploitation du Lycée Agricole, et de l'autre le personnel INTEGRE participant au projet.

Le revenu des employés de l'exploitation est uniquement assuré par les gains issus de la vente de leurs produits. L'exploitation comprend plusieurs pôles d'activité. Nous retrouvons une production végétale, qui cultive ananas, papayes, agrumes, productions maraîchères, fleurs. Il y a également un élevage porcin, un pôle apiculture, et un atelier de production de confiture. Mais seul l'atelier porcherie, qui produit le lisier à traiter et les ouvriers agricoles, qui fournissent les débris de végétaux sont en lien avec la station de compostage.

Le projet INTEGRE est financé par l'Union Européenne sous l'enveloppe du 10eme Fond Européen de Développement. Leur rémunération ne dépend donc pas de la production. Ils ont pour mission la construction et la mise en place de serres *insect proof* produira du maraîchage en agriculture biologique. Cette serre est un des consommateurs principaux du compost ici produit.

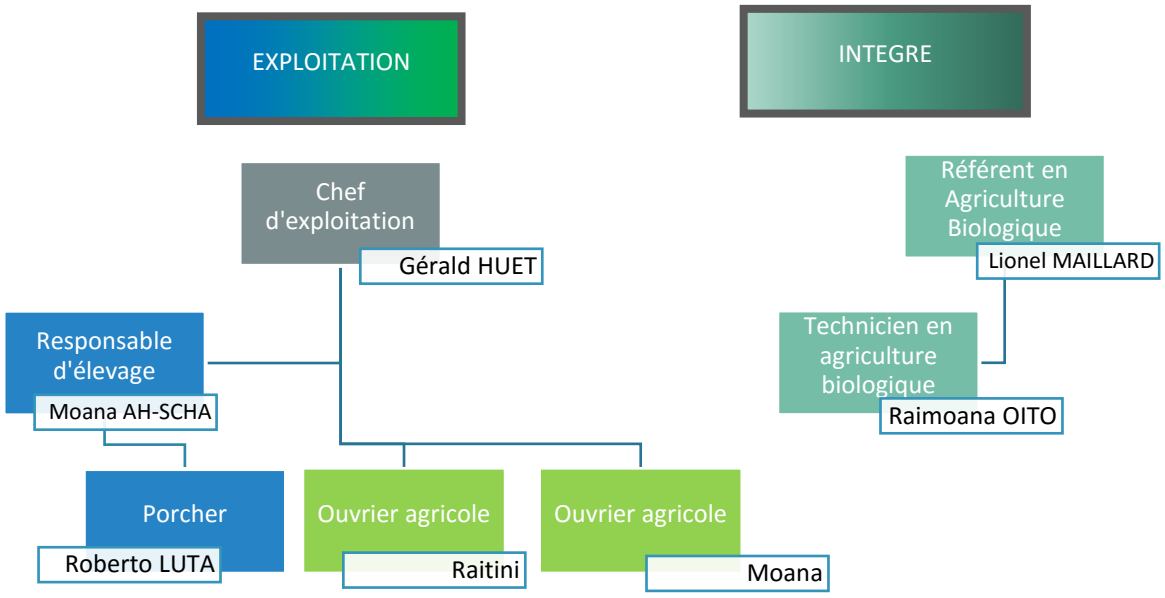


Figure 1 Organigramme des équipes travaillant en lien avec la station de compostage

SUJET SCIENTIFIQUE

I) Etat des lieux

1) Projet et coûts

L'objectif de cette station de compostage, est de valoriser un effluent d'élevage très présent en Polynésie : le lisier de porc. Comme tout effluent, le lisier est une matière riche en azote. Or, les micro-organismes participants au processus de compostage requièrent des éléments azotés, qu'ils utiliseront pour la synthèse de leurs protéines, et d'éléments carbonés, qui leur serviront de source d'énergie.

Il a donc fallu trouver une matière riche en carbone, qui s'ajoutera aux lisiers utilisés. Au niveau de l'exploitation, on retrouve en quantité suffisante des déchets verts divers, riches en cellulose, hémicellulose, et lignine. Ces déchets verts nécessitent d'être broyés avant d'être incorporés au compost. L'exploitation ne disposait pas d'un tel outil. Le projet INTEGRE a donc financé l'achat d'un broyeur de déchets verts.

Afin d'assurer le suivi du bon déroulement du processus de compostage, INTEGRE a également réglé l'acquisition d'une sonde thermique spécialement conçue pour les mesures de températures sur compost. Nous verrons plus tard les multiples intérêts de posséder cet outil.

Avec les éléments listés ci-dessus, nous pouvons dresser un bilan financier (détails des devis en annexe 1)

1€= 119,33CFP

Tableau 1 Bilan financier du projet de station de compostage

Désignation	Prix (Franc Pacifique)	Prix (Euro)
Plateforme de compostage et rénovations	5 500 000 CFP	46 091 €
Broyeur	1 550 000 CFP	12 989 €
Autres (sonde, suivi…)	450 000 CFP	3 771 €
Total	7 500 000 CFP	62 851 €

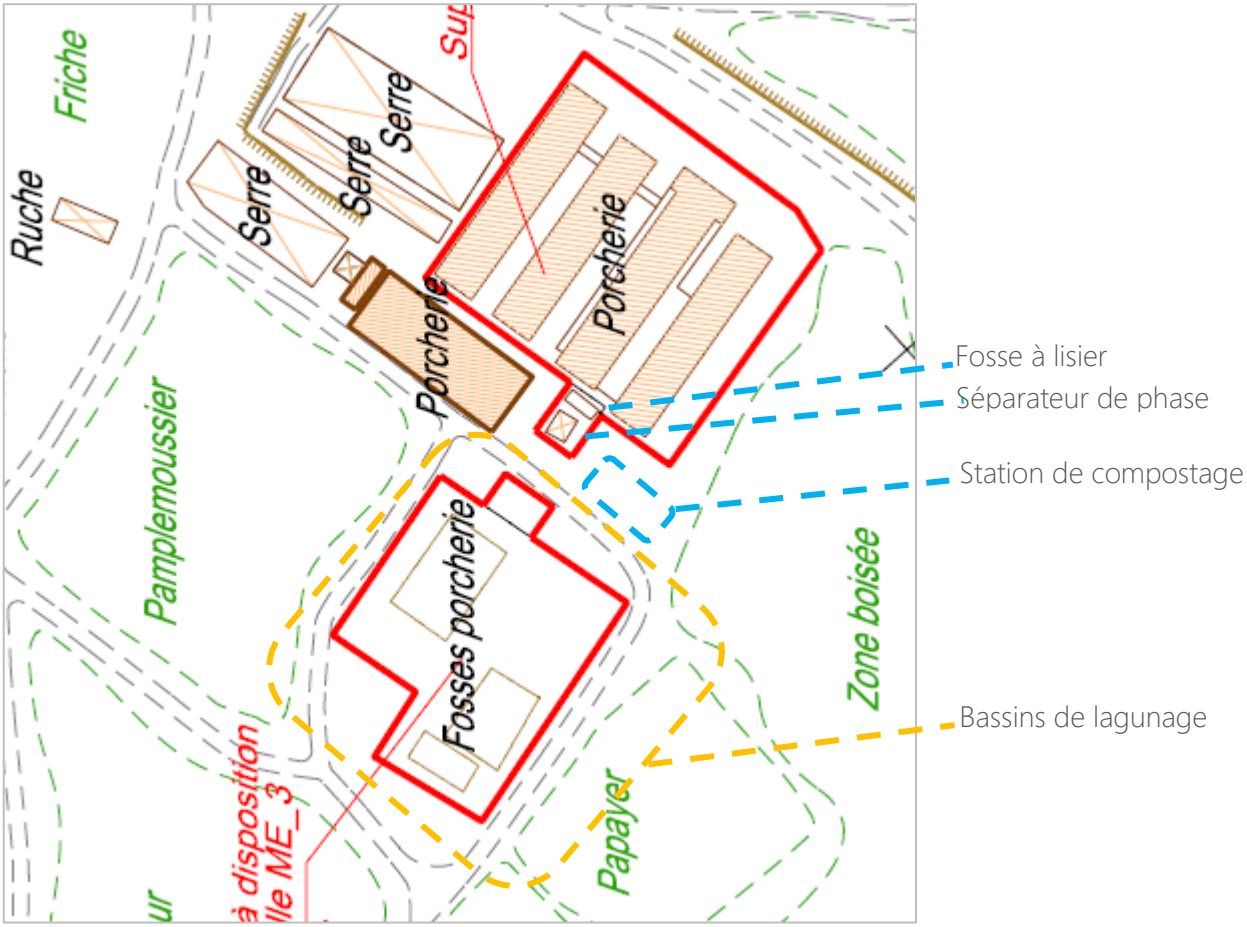


Figure 2 Emplacement stratégique de la plateforme de compostage

2) Localisation de la plateforme de compostage au sein de l'exploitation

a) La gestion des lisiers porcins avant la mise en service de la station de compostage

Pour mieux comprendre le choix de l'emplacement de cette station, il est important de se renseigner sur la façon dont étaient gérés les lisiers porcins autrefois.

(Cf. plan sur la page de gauche)

La porcherie produit en moyenne 36m^3 de lisiers bruts par semaine. Il est d'abord contenu dans les fosses sous les caillebottis des différents bâtiments. L'effluent est ensuite transféré vers une fosse à lisier commune d'une capacité de 15m^3. Puis, le lisier est envoyé vers le séparateur de phase. Alors que la phase liquide est dirigée vers le décanteur puis le bassin de lagunage, la phase solide chute dans une cellule située sous le séparateur de phase : c'est le refus de tamis. On estime la production de refus de tamis à 7m^3 tous les 40 jours. Ce dernier était alors épandu directement dans les champs.

b) Le choix de l'emplacement de la plateforme de compostage

Nous avons pu constater que la fosse commune de stockage de lisier brut, et le séparateur de phase étaient déjà existants avant la construction de la station de compostage. Son emplacement s'est donc choisi en fonction de la gestion des lisiers de l'époque. Les cellules de compostage devaient se situer au plus proche du séparateur de phase, afin de réduire au maximum le temps de manipulation des refus. De plus, des jus s'échappent du tas de manière quotidienne pendant le processus de compostage. Ces jus doivent être redirigés vers les bassins de lagunage afin d'être traités. Etant donné que les cellules ont été construites à proximité du séparateur de phase, il est plus facile d'orienter le ruissellement vers le même décanteur.

3) Stratégie de compostage souhaitée sur l'exploitation

Pour une dégradation optimale, les tas de compost devraient initialement présenter un rapport C/N se rapprochant de 25-30. Pour atteindre cette valeur, les tas devront être composés d'un mélange de 1/3 de refus de tamis, pour 2/3 de déchets vert broyés.

Au cours du processus de compostage, le volume total du produit fini est réduit de 50% par rapport au volume du tas initial. Cette diminution s'explique par la perte en eau, la combustion du carbone. Mais également par le tassement des matériaux et leur réduction en particules de plus en plus fines.

La plateforme de compostage sera constituée de 5 cellules de tailles différentes (pour plus de détails cf. schéma au dos). Les premières cellules seront plus grandes puisqu'elles accueilleront les

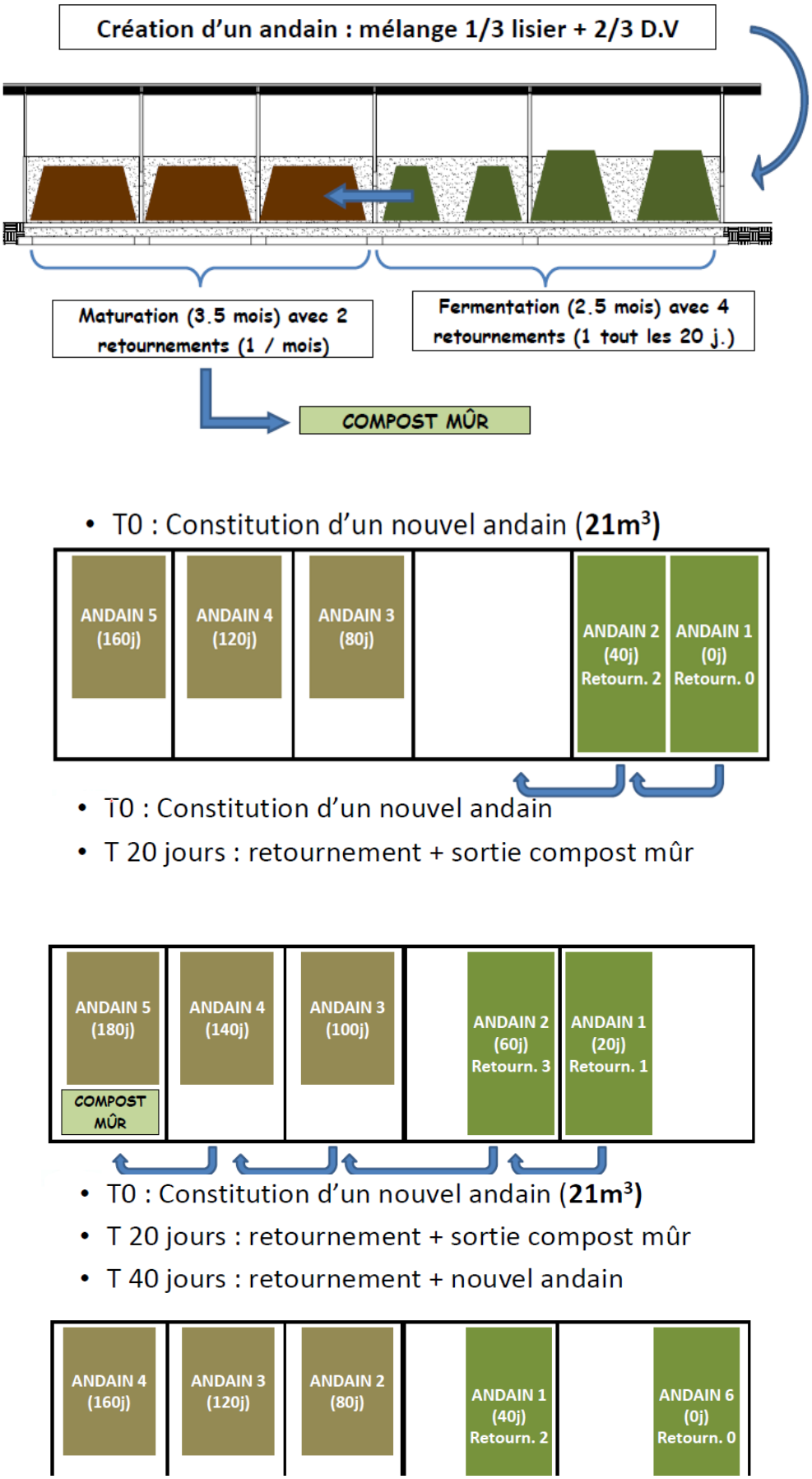


Figure 3 Création et évolution d'un andain sur la station de compostage de l'exploitation

premiers andains qui sont plus volumineux. Les dernières cellules seront plus restreintes, puisque des andains préalablement dégradés (et donc moins volumineux) y seront placés. En effet les tas seront déplacés de cellules en cellules au fur et à mesure de la progression du processus. Les deux premières cellules sont consacrées à la phase de fermentation aérobie du processus. Cette phase dure 60 jours, avec quatre retournements, soit un retournement tous les 20 jours. Les trois dernières cellules sont consacrées à la phase de maturation du processus. Cette phase dure 120 jours. Les retournements sont de l'ordre d'un retournement par mois.

Ces valeurs sont théoriques. Mais le processus devrait dans l'idéal bel et bien se faire en une 120aine de jours. Les retournements se feront lorsque l'on repère une diminution de la température du tas.

4) Construction de la plateforme de compostage

Les mensurations de la station de compostage dépendent de plusieurs facteurs :

- Tout d'abord il y a une contrainte budgétaire, puisque les subventions du projet INTEGRE pour cette plateforme s'élevaient à 5 500 000 CFP.

-De plus l'espace disponible pour la construction est limité à 300m^2, sans oublier l'espace qu'il faut conserver pour la zone de manœuvre.

-Il faut également prévoir de placer devant les cellules une rigole en pente, permettant d'évacuer les jus de compost.

-Enfin, le dimensionnement des cellules dépend du volume d'effluent à traiter. Le protocole demande à construire des andins composés de 1/3 de refus de tamis pour 2/3 de déchets verts broyés. La production de refus de tamis à traiter étant de 7m^3, il faut créer des andins de 7+2x7 = 21m^3. Les premières cellules doivent être capable d'accueillir un tel volume. (Cf. verso)

Ainsi la plateforme sera composée de cinq cellules. La première, sera la cellule de mise en andain. C'est donc elle qui sera au plus proche du séparateur de phase. Avec ses 5 mètres de large, elle pourra accueillir jusqu'à deux andains. La deuxième cellule mesure 4 mètres de large. Ces deux premières cellules sont destinées à la phase de fermentation aérobie. Plus de retournements sont à prévoir. C'est pourquoi la zone de manœuvre devant ces dernières a été bétonné, pour justement faciliter les manœuvres, mais aussi pour éviter de contaminer le sol avec les jus en cas de débordement.

Les trois dernières cellules sont consacrées à la maturation du compost. A ce niveau, les andains ont un volume réduit de 50% par rapport au volume initial. Ces cellules mesurent donc seulement 3 mètres de large. Moins de manœuvres sont à prévoir, et l'échappement de jus à ce stade n'est quasiment plus existant. C'est pourquoi la dalle bétonnée devant ces cellules est réduite.

La plateforme a volontairement été construite en pente : 1%. Cela permet une évacuation des jus de ruissellement vers le décanteur.

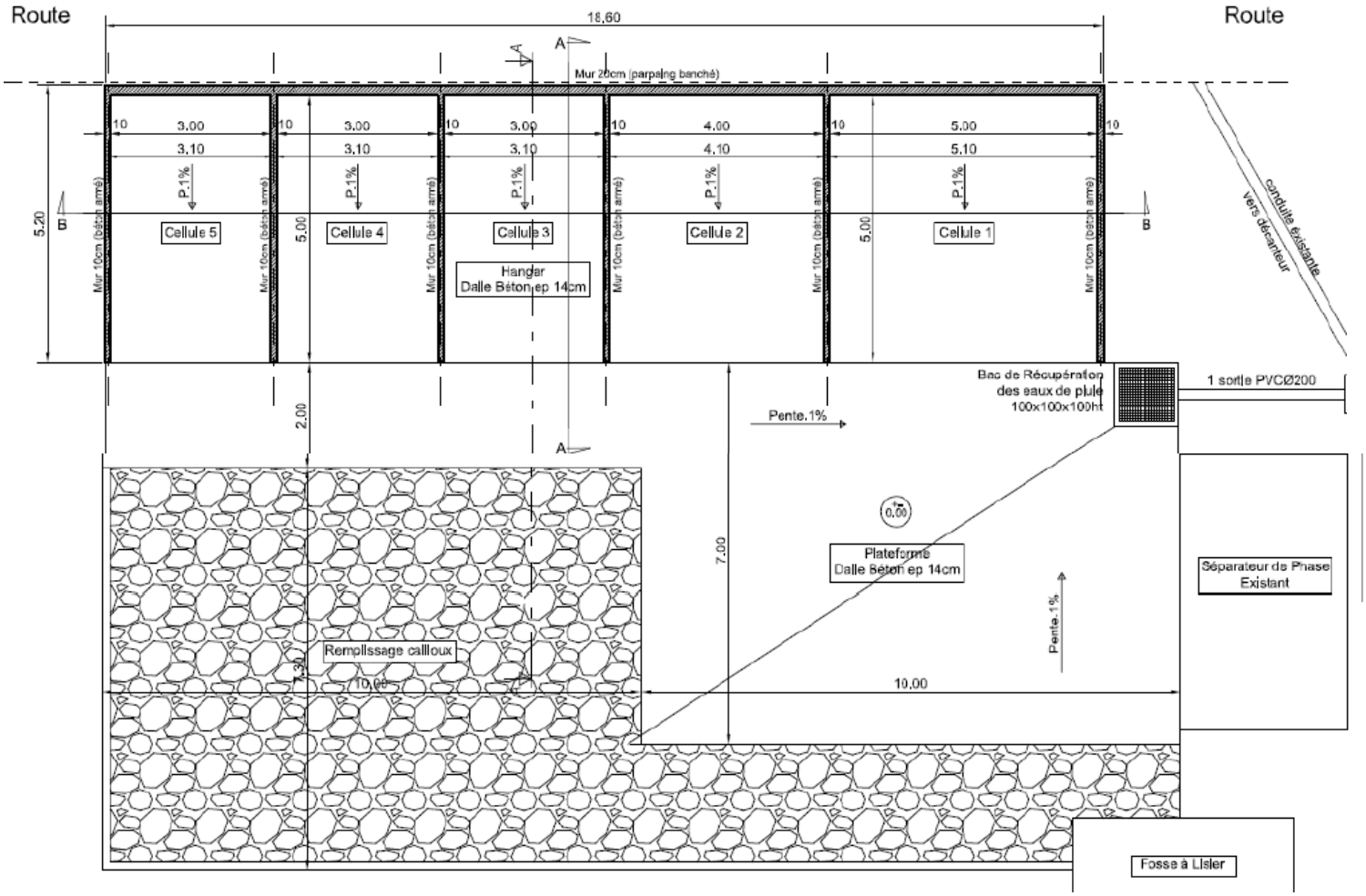


Figure 4 Plan définitif de la station de compostage

Avec des précipitations annuelles considérables comprises entre 2500 et 3500mm, la construction d'une toiture au-dessus de la plateforme de compostage était aussi à prévoir.

II) Cadre de l'expérimentation

Après quatre mois de construction, la station de compostage a été mise en service en juillet dernier. La première année de production de compost a permis de vérifier l'efficacité du protocole indiqué sur cette station de compostage. Mais la satisfaction n'est pas encore complète puisque le processus révèle plusieurs problèmes, ralentissant le la phase de dégradation de la matière organique. Ces problèmes ne sont toutefois pas insurmontables. Après avoir caractérisé l'ensemble des éléments compostés sur l'exploitation et le processus en lui-même, nous développerons dans ce mémoire, des solutions alternatives à ces difficultés rencontrées.

III) Caractérisation des intrants

1) Le lisier de porc

a) Généralités

Le lisier est un effluent d'élevage composé de déjections animales, et d'eau. Ce mélange donne un produit majoritairement liquide. Le lisier brut contient de l'azote ammoniacal et organique rapidement assimilable par les plantes. Il n'est pas un polluant en soi. Par contre son utilisation, qu'elle soit excessive ou non, suivie d'une forte pluie, aboutit à un lessivage de l'azote vers les nappes phréatiques. Cette pratique conduit alors à des phénomènes d'eutrophisation. Or la pluie est prépondérante en Polynésie la moitié de l'année. D'où l'intérêt de traiter cet effluent via la méthode de compostage. Nous suivrons donc dans cette partie l'évolution du lisier brut jusqu'au stade de refus de tamis.

b) La collecte

L'élevage porcin est sur caillebottis. Les déjections se retrouvent dans des pré-fosses situées sous les bâtiments d'élevage. Ces pré-fosses sont en pente de 5%. Cela permet un écoulement par gravité au moment souhaité. Ces pré-fosses sont vidées une fois par semaine, et le lisier est redirigé vers une fosse commune, située à l'extérieur de la porcherie, côté nord. Un nettoyage à l'eau s'en suit. Cela a pour effet de diluer le lisier brut. La porcherie est située dans une région tropicale.

La fosse est recouverte pour éviter toutes entrées d'eau indésirables des pluies importantes. Une pompe est immergée dans la fosse. Cette pompe est reliée à un système de flotteur qui s'active lorsque la fosse est remplie à un certain niveau. Lorsque cela arrive, l'effluent est pompé et envoyé vers le post de séparation de phase.

c) La séparation de phase

La séparation de phase se fait en deux temps. Dans un premier temps, le lisier passe par une phase de tamisage stagnant. La phase liquide s'écoule en partie à travers la grille, alors que la phase solide, que l'on appellera refus de tamis, reste au-dessus puis chute dans un bac situé sous le tamis. Ce bac est équipé de madriers qui ont pour but d'égoutter le refus de tamis qui est encore très humide. Les eaux contaminées récupérées par tamisage ou par égouttage via les madriers, sont dirigés vers le décanteur.

d) Volume du refus de tamis à traiter

En quarante jours, nous observons une production équivalente à 7 ou 8m^3 de refus de tamis à traiter.

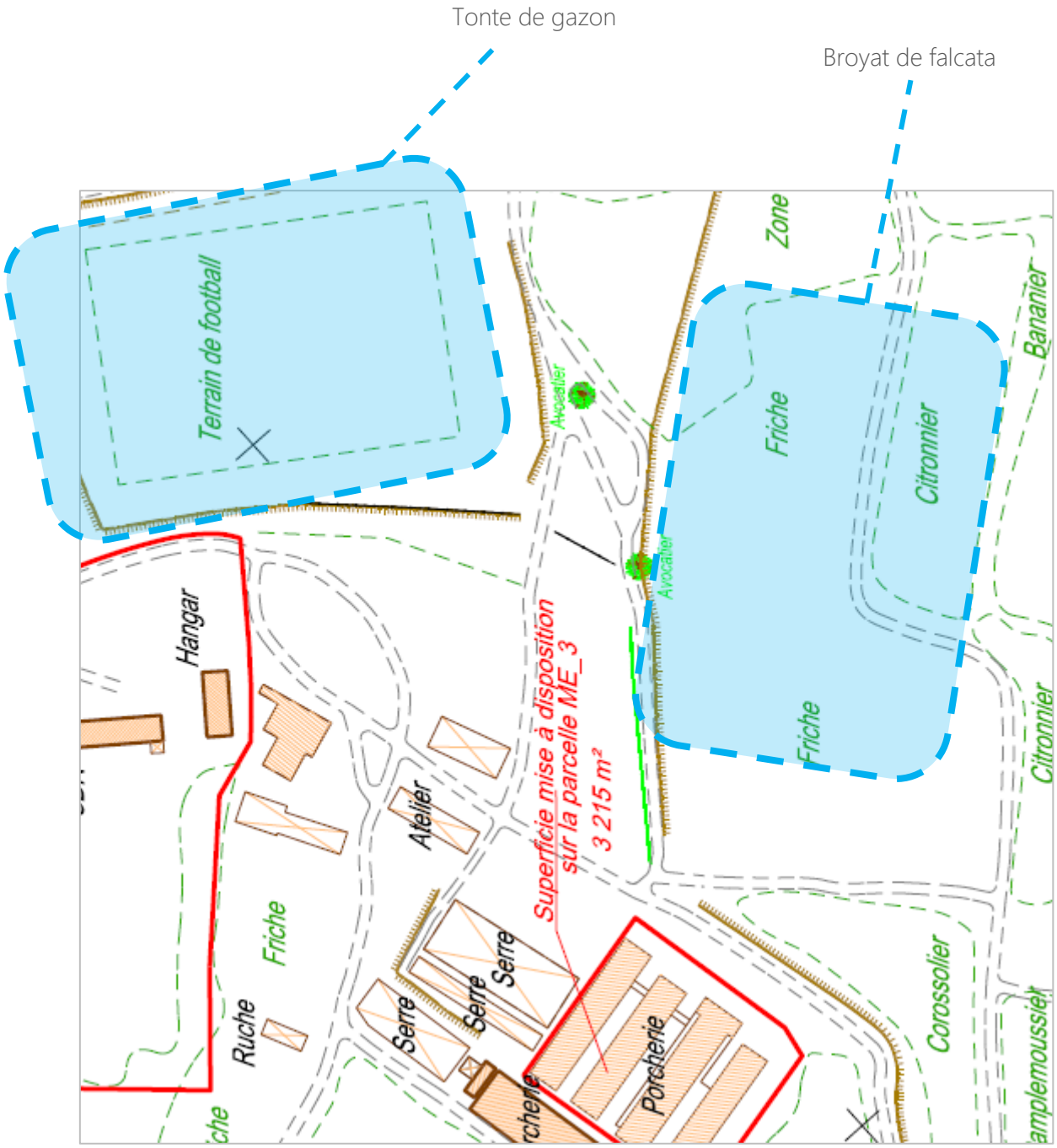


Figure 5 Origine des déchets verts

2) Les déchets d'origines végétales

a) Généralités

Dans le processus de compostage, nous avons besoin d'utiliser des débris végétaux. Ces derniers sont composés de lignine, cellulose et hémicellulose : des macromolécules très riches en carbone. Or, les micro-organismes assurant la dégradation du compost ont besoin d'une source d'énergie qu'ils retrouvent dans ces chaînes carbonées. L'intérêt est donc de valoriser une biomasse locale jusqu'ici inexploitée. Nous caractériserons dans cette partie, l'ensemble des déchets végétaux pouvant être utilisés dans ce mode de compostage.

Bien qu'ils soient présents sur l'exploitation, et qu'ils ne nécessitent pas d'entretien particulier, l'utilisation de ces éléments n'est pas sans coût pour autant. Le broyage et la récolte prennent du temps, nécessitent la mobilisation d'unités de travail, et de machines agricoles qui consomment du carburant. On peut ainsi faire ces estimations qui nous permettront de calculer le coût de la biomasse au kilo.

- Une unité de travail coûte 1600 CFP/h
- Une heure d'utilisation du broyeur-récupérateur attelé au tracteur coûte 4000 CFP/h
- Une heure d'utilisation du broyeur à lame coûte 500 CFP/h

b) Tonte de gazon

Le lycée agricole dispose d'un terrain de sport enherbé. Il a besoin d'être tondu toutes les 3 semaines. Le broyeur récupérateur est utilisé pour cet atelier. A chaque tonte, un peu moins de 10m^3 d'herbe broyée sont récoltés. La tonte mobilise une personne pour 1h30. La récolte Cet élément a un rapport C/N se rapprochant de 10. Cette valeur n'est pas excessivement élevée, mais la pratique permet de valoriser le déchet vert.

c) Falcata et cannes fourragères

Falcataria moluccana est une espèce végétale envahissante de Polynésie. Cette plante de la famille des *Fabaceae* possède une croissance rapide (atteint 7 mètres de hauteur la première année). Elle est présente sur des friches appartenant à l'exploitation.

Sa présence n'est pas néfaste en soi puisque ces terres sont très pentues et non exploitées. Par contre son expansion vers les autres cultures peut poser un problème. L'intérêt de broyer de tels végétaux est donc double puisque cela permet d'empêcher leur progression vers les cultures, mais aussi de créer un broyat riche en chaînes carbonées hautement valorisable pour le compostage.

Emplacement des tiges de bambou

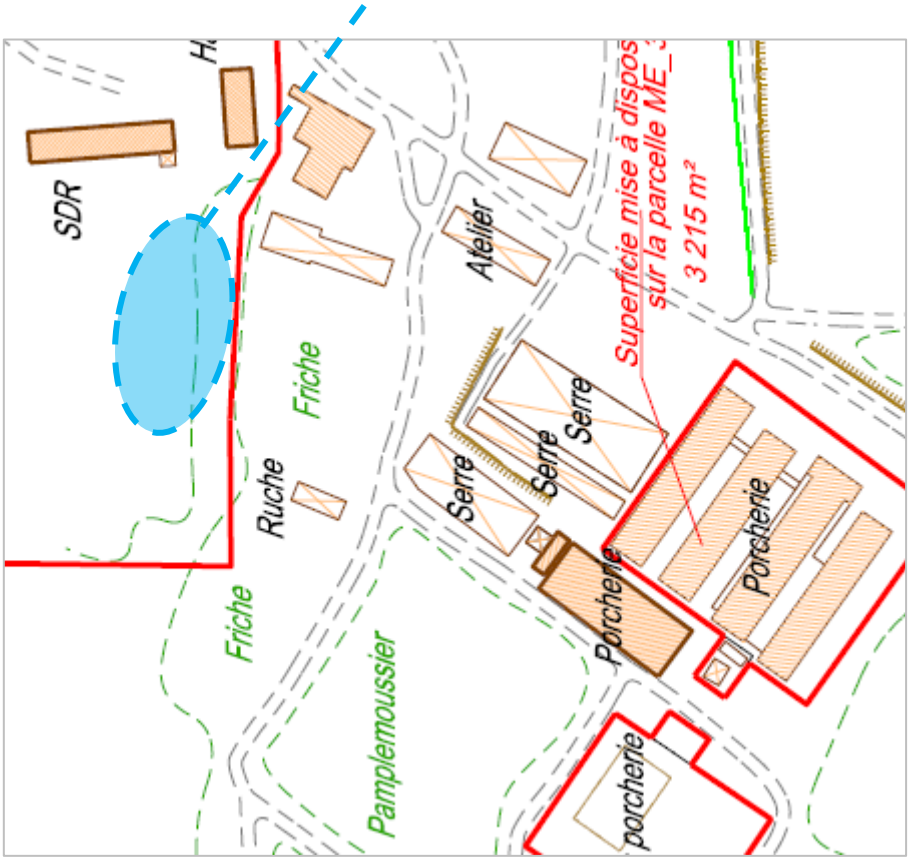


Figure 6 Emplacement des tiges de bambou

Figure 7 Tiges de bambou à destination du compost

La présence d'une telle matière est capitale pour la réussite d'un compost : avec un rapport C/N compris entre 100 et 300, le broyat de falcatas permettra à l'andain d'avoir un rapport C/N se rapprochant de 30 une fois mélangé au compost.

De la même manière que les falcatas, la canne fourragère se développe en autonomie au niveau des friches de l'exploitation. L'avantage de la canne est sa croissance rapide. Mais elle aboutit à la formation d'un broyat plus humide et moins riche en chaines carbonées que le broyat de falcata.

Ces trois premiers déchets d'origine végétale sont broyés et récupérés avec le broyeur NICOLAS JR (détails Cf. annexe 2) financé par le projet INTEGRE. Le broyeur est attelé à un tracteur de l'exploitation. Et un chantier de récupération nécessite la mobilisation d'une unité de travail pour une demi-journée.

Le bac de récupération a une capacité de 0,9m^3. Pour atteindre les 14 m^3 recommandés pour la création d'un andain, il faut 15 remplissages de bac de récupération.

Le temps nécessaire pour réaliser un cycle, c'est-à-dire : aller jusqu'à la friche, broyer/récupérer les déchets verts, aller jusqu'à la station de compostage, verser les déchets verts dans la cellule, est de 6 à 8 minutes.

Ce cycle est à répéter 15 fois, il faut 105 minutes, soit 1h45 pour fournir les 14 m^3 de matière carbonée nécessaire à la création d'un andain d'une ambition de 21m^3.

Une unité de travail et le broyeur récupérateur sont mobilisés pour 1h45 pour produire 14m^3 d'élément carboné.

*Un tel chantier coûte 1600*1,75+4000*1,75=9 800 CFP les 14m^3.*
Soit 700 CFP/m^3 (5,80€)

*La tonte de gazon coûte elle : ,5*1600+1,5*4000= 8400 CFP pour 10m^3.*
Soit 840 CFP/m^3 (7€)

d) Bambou

Certaines zones non exploitées de l'exploitation regorgent de tiges de bambou mesurant parfois une dizaine de mètres. Ces tiges contiennent une source importante de carbone valorisable par le compostage. Le broyeur utilisé pour la création du broyat est le modèle Prof 5 de la marque Eliet (description Cf. annexe 2).

Un atelier de broyage de bambou requiert idéalement trois unités de travail. La première scie les tiges de bambou. La deuxième apporte les tiges jusqu'au broyeur. Et la dernière s'occupe du broyage. On peut produire 5m^3 en 3 heures avec 3 personnes.

*Un tel atelier coûte donc 1600*3*3+500*3=15 900 les 5 m^3 de broyat de bambou.*
Soit 3 180 CFP/m^3 (26€) Cette valeur est à majorer puisqu'elle n'inclut pas le transfert du broyat jusqu'à la plateforme.

Cette expérimentation a permis de montrer que le broyat de bambou n'est pas viable à l'échelle de cette exploitation car il est beaucoup trop coûteux à produire pour une utilisation en compost.

e) Pulpe de fruit

Les fruits produits sur l'exploitation sont en partie vendus au Fare vente du lycée agricole. Les fruits sont alors utilisés pour la conception de jus de fruit. Quotidiennement sont rejetés plusieurs kilogrammes de pulpes de fruits. Les pulpes en question sont des pulpes d'ananas et de pamplemousses. Ces déchets de fruits sont récupérés pour alimenter les tas de compost en sucre.

IV) Dispositif expérimental

La station de compostage, et les éléments à composter sont donc prêts à être exploités. Rappelons que l'objectif de ce stage était la caractérisation et la valorisation de la station de compostage. Un suivi de l'évolution de deux andains dont la composition varie d'un tas à l'autre a de multiples intérêts. Nous souhaitons découvrir quel débris végétal est le plus apte à recevoir du refus de tamis pour donner du bon compost. Pour ce faire, nous créerons deux andains. Ces andains auront une composition différente au niveau du matériel végétal utilisé. En réalisant une étude comparative sur ces derniers, nous pourrons définir quel mélange est optimal sur l'exploitation.

1) Les andains

Nous nous intéresserons ici à l'efficacité des différents débris végétaux utilisés. Seul ces derniers seront le paramètre variable de l'expérience. Il y aura donc un andain composé de refus de tamis et de broyat de cannes fourragères, que l'on appellera « andain Cannes fourragères ». Et un andain composé de refus de tamis et de broyat de falcatas, appelé « andain Falcatas ».

2) Suivi de température

Nous réaliserons tout d'abord un suivi de température. La température du tas de compost est un paramètre clé qui traduit très bien le bon déroulement ou non du processus de compostage.

Au début du processus de compostage, une première phase mésophile se met en place rapidement. Des micro-organismes mésophiles se développent, métabolisent des molécules et libèrent de la chaleur. Cela provoque une élévation de la température du tas à 25-45°C. Progressivement les micro-organismes mésophiles créent un système de plus en plus chaud, qui

Figure 8 Sonde thermique en cours d'utilisation

finit par les éliminer eux mêmes. Des micro-organismes thermophiles, plus adaptés à cet écosystème de plus en plus ardant, prennent alors la relève. On entre alors en phase thermophile. Les organismes thermophiles continuent de faire grimper la température du tas. Elle peut ainsi s'élever à 60°C-70°C. Lorsque la température commence à chuter, cela signifie que les éléments nutritifs viennent à manquer. Il faut alors réaliser un retournement du tas, afin d'apporter au centre de ce dernier de la matière à dégrader. Lorsque les retournements de tas ne provoquent plus d'élévation de température, cela veut dire que toute la matière métabolisable par les organismes thermophiles a déjà été dégradée. La température va alors chuter progressivement jusqu'à atteindre la température ambiante : c'est la phase de refroidissement. Suite à cela l'andain entre dans une longue phase de maturation durant laquelle le suivi de température n'aura plus autant d'importance. C'est durant la phase de maturation que les bactéries du genre *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* réaliseront la nitrification de l'azote.

Ainsi, nous venons de voir que la température renseigne sur beaucoup d'éléments du bon déroulement du processus. Son suivi est donc indispensable.

3) Aspects visuels et olfactifs des andains

Nous suivrons aussi l'évolution de l'aspect visuel et olfactif des différents andains. La description de ces éléments dépend de l'observateur. Des termes simples et précis aideront à rendre le suivi plus objectif.

Les points ciblés sont l'odeur, qui peut traduire l'importance des pertes en azote ammoniacal, ou encore une odeur de formation d'humus. Nous nous attarderons également sur l'apparence du tas. Est-il compact ? Remarquons-nous des débris végétaux bien distinguables ? L'aspect visuel indique en fait à quel stade de dégradation de la matière organique on se trouve via la présence de pourritures blanches ou la reconnaissance possible des débris végétaux par exemple. Il peut également nous renseigner sur la qualité de l'aération de l'andain via le niveau de compaction de la matière, ou le niveau d'humidité du tas.

Ces aspects seront observés une fois par semaine. Cette fréquence permettra de constater une différence significative entre deux observations.

4) Test de germination à partir de compost à différents stades de dégradation

Le compost produit sur l'exploitation contient des débris végétaux d'origines diverses. Mais tous ont en commun le potentiel d'apporter des graines d'adventices au compost. Ces dernières peuvent éventuellement accentuer l'apparition de mauvaises herbes lors de l'application du compost en plein champ.

Cependant la phase thermophile du processus de compostage permet d'atteindre des températures qui devraient être suffisamment élevées pour avoir la capacité de supprimer le potentiel germinatif de ces graines d'adventices. Ainsi, il est intéressant de réaliser des tests de germination permettant de déterminer si oui ou non la phase thermophile est suffisamment puissante pour éliminer le potentiel germinatif des graines d'adventices contenues dans le compost.

Pour réaliser ce test, nous utiliserons du compost mûr, ayant subi une phase thermophile au cours de sa conception, et un compost jeune n'ayant pas encore subi de phase thermophile.

Les tests de germination seront réalisés en serre afin d'être à l'abri du vent. En effet, ce dernier peut transporter des graines d'adventices, et aurait pour conséquence de fausser les résultats. Plusieurs modalités seront testées dans ces conditions. Nous aurons dans un premier cas du compost mûr, placé dans des assiettes. Ces assiettes seront arrosées régulièrement pour provoquer la germination de graines d'adventices. La deuxième modalité sera du compost jeune, arrosé de la même manière. La troisième modalité sera un mélange de compost mûr et de terre. La quatrième modalité sera un mélange de compost jeune et de terre. La terre utilisée aura préalablement été chauffée dans une étuve afin d'éliminer toutes les graines qu'elle pourrait contenir. Enfin, un témoin composé uniquement de terre sera réalisé afin de vérifier que le passage à l'étuve aura été utile.

5) Analyses de compost

Afin de vérifier l'efficacité du compost pour traiter le refus de tamis de lisier de porc, des analyses de compost à différents stades d'évolution seront réalisées : du compost âgé de 13 jours, en pleine phase de fermentation. Et du compost mûr âgé de 180 jours environs.

La comparaison de ces analyses permettra de juger l'efficacité du processus de compostage. Malheureusement, le lycée agricole ne possède pas le matériel nécessaire pour réaliser ces analyses. Seule la préparation des échantillons et l'analyse de résultats seront opérés sur place.

V) Résultats

1) Suivi des aspect visuels et olfactifs des andains

a) Aspect visuel

Les deux andains présentent des aspects bien différents depuis leur création. (Cf. annexe 3).

Alors que l'andain 4 composé de falcatas démarre avec une bonne humidité, l'andain 3 composé de cannes fourragères est très humide voir même coulant. Cela aura des conséquences importantes sur l'évolution de ces derniers. Cette variabilité d'humidité s'explique par la différence des supports carbonés utilisés. Le broyat de falcatas est relativement plus sec que le broyat de cannes fourragères. En effet les débris de falcatas ont pu capter le surplus d'eau du refus de tamis. Le broyat de cannes fourragère s'est lui retrouvé saturé en eau trop rapidement. Ce surplus d'eau de l'andain s'exprime par cet aspect « coulant » du tas.

Et ce défaut d'humidité pose un double problème. D'une part l'andain est si liquide, qu'il ne cesse de s'étendre jusqu'à la rigole, empêchant alors l'évacuation passive de l'eau. Mais en plus de cela, l'humidité trop importante risque de créer au sein de l'andain des conditions anaérobies. La dégradation aérobie sera alors considérablement réduite. Et ceci aura pour conséquence de ralentir le processus de compostage. De plus un séchage se fait au niveau de la surface et provoque la formation d'une croûte. Celle-ci réduit d'autant plus les échanges gazeux possibles entre l'air ambiant et le compost. Pour éviter de prolonger ce phénomène, un retournement suffit pour fragmenter temporairement la partie durcie en surface et rendre à nouveau possible la disponibilité de l'air au sein du tas. Cet excédent d'eau s'atténuera avec le temps grâce à l'évaporation progressive de l'eau.

L'andains « falcatas », qui rappelons-le possède une humidité correcte, rencontre un autre problème. Ce tas est beaucoup moins cassant, et se maintient relativement bien. L'andain est si haut (1m70 de hauteur environ) que le niveau de compaction de la matière est très variable selon la hauteur observée. Au niveau de la partie supérieure du tas, l'andain est peu compacté et donc suffisamment aéré. Par contre, au niveau de la partie inférieure du tas, la compaction est telle, qu'on imagine aisément des conditions anaérobies se mettre en place.

L'évolution de la dégradation des éléments végétaux a également pu être observée. Du côté de l'andain « cannes fourragères », les débris végétaux ont commencé à être moins reconnaissables à partir de 25 jours de compostage. Les débris végétaux des falcatas ont mis une semaine supplémentaire malgré une activité biologique supérieure. Ceci s'explique par une teneur en lignine bien plus importante chez les tiges de falcatas qui ralentit sa dégradation.

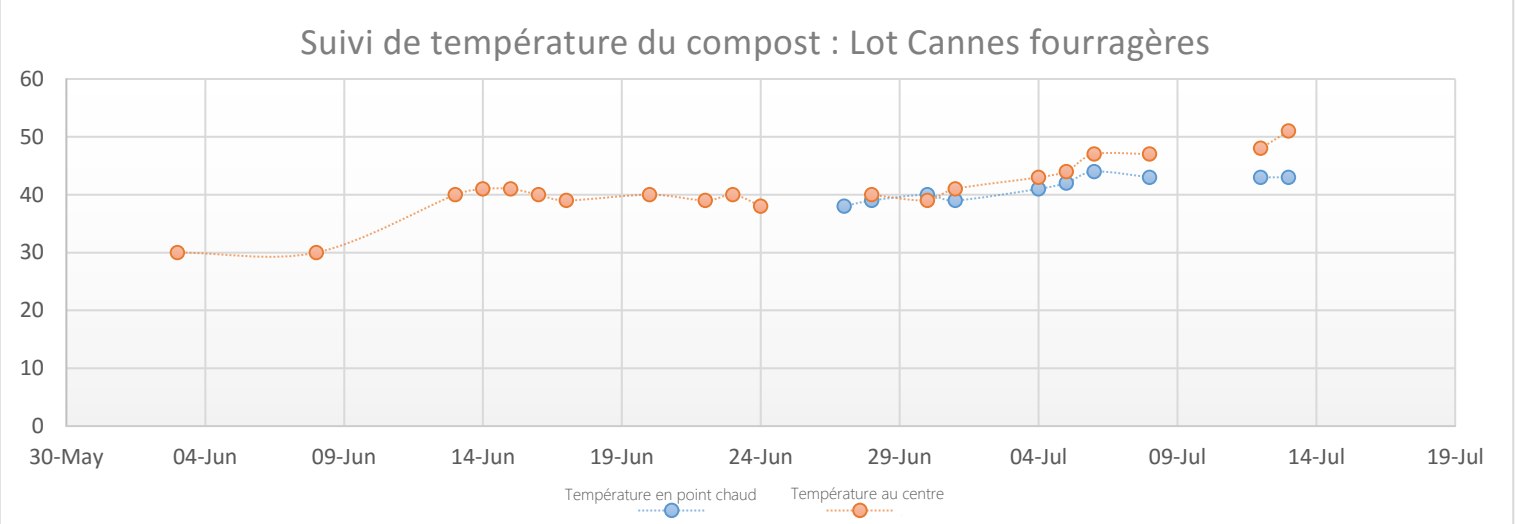
Au niveau des pourritures blanches, seul l'andain falcatas en a dévoilé après 20 jours de compostage. Ceci peut encore s'expliquer par la teneur en lignine supérieur chez cette plante.

Lot 4			
Date	T° Centre	T° Point Chaud	Commentaire
03-Jun		30	
08-Jun		30	Création de l'andain
13-Jun		54	
14-Jun		55	
15-Jun		55	
16-Jun		53	
17-Jun		52	
20-Jun		64	
22-Jun		64	
23-Jun		64	
24-Jun		63	
27-Jun	42		Retournement
28-Jun	42	45	
30-Jun	42	47	
01-Jul	43	47	
04-Jul	44	48	
05-Jul	45	52	
06-Jul	46	52	
08-Jul	46	51	
11-Jul			Retournement
12-Jul	42	47	
13-Jul	43	50	
18-Jul			Retournement

Figure 10 Suivi de température de l'andain "Falcatas"

Lot 3			
Date	T° Centre	T° Point Chaud	Commentaire
03-Jun		30	
08-Jun		30	Création de l'andain
13-Jun		40	
14-Jun		41	
15-Jun		41	
16-Jun		40	
17-Jun		39	
20-Jun		40	
22-Jun		39	
23-Jun		40	
24-Jun		38	
27-Jun	38		Retournement
28-Jun	39	40	
30-Jun	40	39	
01-Jul	39	41	
04-Jul	41	43	
05-Jul	42	44	
06-Jul	44	47	
08-Jul	43	47	
11-Jul			Retournement
12-Jul	43	48	
13-Jul	43	51	
18-Jul			Retournement

Figure 10 Suivi de température de l'andain "Cannes fourragères"



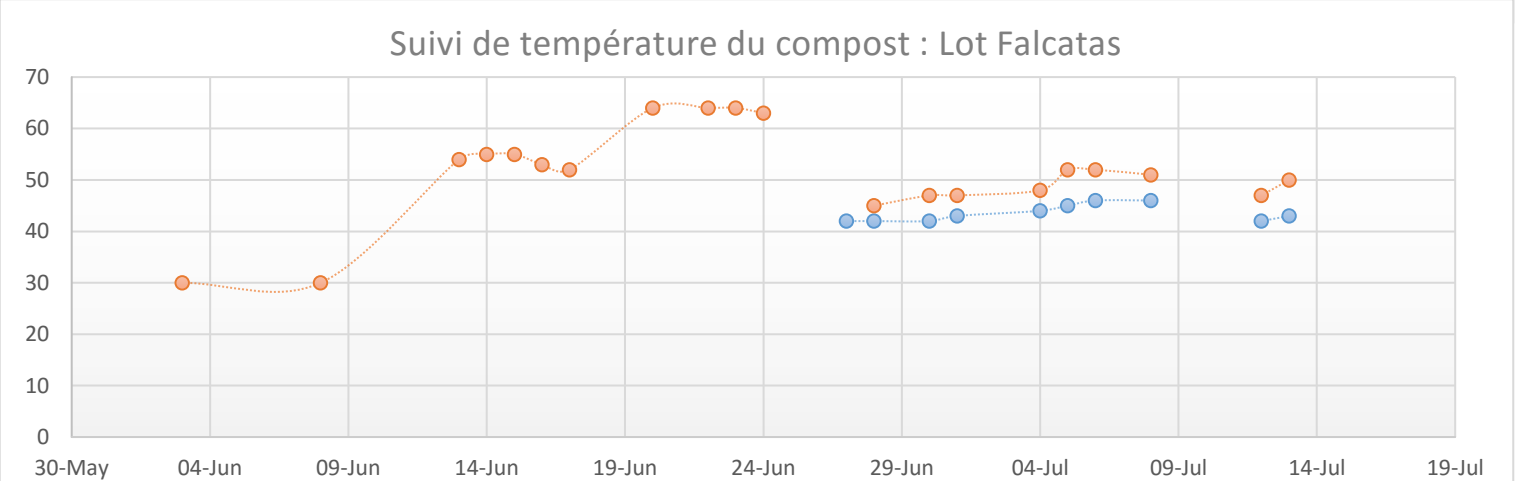


Figure 11 Graphiques des suivis de température des différents lots de compost

b) *Aspect olfactif*

Au lancement du processus de compostage, les deux andains présentaient des odeurs fortement nauséabondes. Et cela semble normal au vu des quantités d'azote ammoniacal perdues à ce stade du processus de compostage.

Au niveau des deux andains, l'odeur s'est estompée avec le temps. On observe toutefois une réduction des odeurs beaucoup plus lente chez le tas composé de cannes fourragères. En effet, avec des conditions anaérobies beaucoup plus poussées, des micro-organismes anaérobiques se sont développés. Or ces derniers élaborent des composés intermédiaires comme du méthane, des acides organiques, du sulfure d'hydrogène. En l'absence d'oxygène, ces composés s'accumulent dans le tas. Et un grand nombre de ces composés formés présentent des odeurs fortes.

c) *Suivi de température des andains*

Le suivi de température a malheureusement été écourté, puisque la sonde a cessé de fonctionner à partir du 14 juillet. Mais nous avons recueilli suffisamment de données pour réaliser une analyse. Les relevés de température ci-contre à gauche permettent de vérifier beaucoup d'hypothèses faites dans les parties précédentes.

L'andain Falcatas dévoile une élévation de la température rapide : en 15 jours, le tas dépasse les 60°C. Pendant 7 jours consécutifs, le tas se maintient à une température comprise entre 60 et 65°C. Ce qui sous-entend une hygiénisation du tas.

L'andain Cannes fourragères peine lui à élever sa température. Pendant 35 jours la température n'excèdera pas les 45°C. Et sur l'ensemble du suivi réalisé, les températures d'hygiénisation n'ont pas été atteinte. Cela est dû au surplus d'humidité du tas qui crée des conditions anaérobies, empêchant toute libération de chaleur. Toutefois on peut imaginer que les températures d'hygiénisation ont été atteintes peu de temps après l'arrêt de la sonde. Puisque juste avant son arrêt, nous pouvions enfin observer une élévation de température significative. Celle-ci est probablement due à la diminution de l'humidité du tas qui a tardé à se faire.

A certaines périodes, les relevés ont été fait au niveau des points chauds du compost et au centre du tas. On observe alors une différence de température variant de 1 à 10 °C entre les deux points.

Les points chauds se retrouvent toujours dans des zones identiques : c'est-à-dire 30-50 cm en dessous de la surface haute du tas. Au-dessus de cette zone, l'aération est trop importante, ce qui provoque des pertes en chaleurs excessives. En dessous, on entre dans des conditions de plus en plus anaérobies. (Illustration Cf. annexe 4).

Lors des retournements de tas, nous observons des échappements importants de fumée. Cette dernière est de la vapeur d'eau. Beaucoup de chaleur est perdue dans l'air lors des

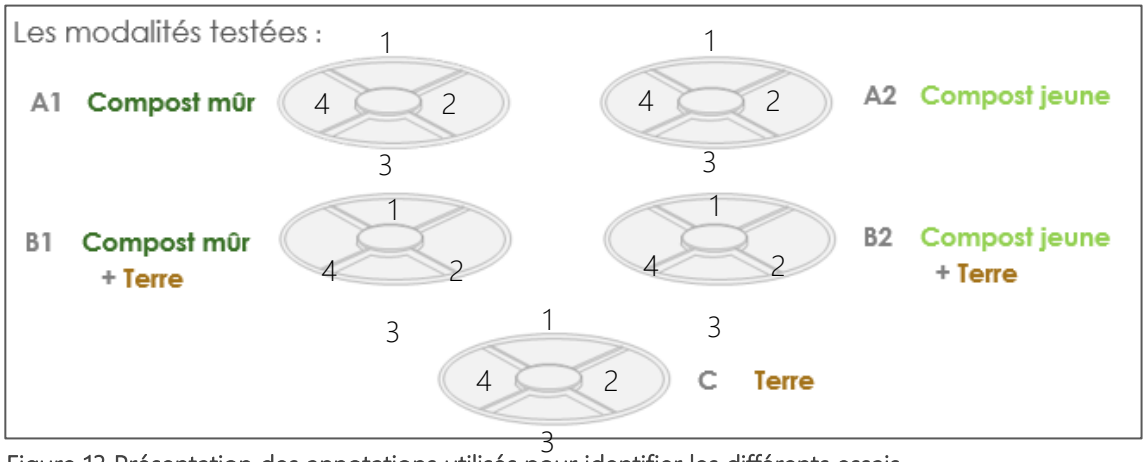


Figure 13 Présentation des annotations utilisés pour identifier les différents essais

Tableau 2 Résultats des tests de germination sur compost

		A1				A2				B1				B2				C			
	Modalité /Jour	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
25/05/2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27/05/2016	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/05/2016	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31/05/2016	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02/06/2016	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04/06/2016	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
06/06/2016	12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
08/06/2016	14	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
10/06/2016	16	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
12/06/2016	18	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
14/06/2016	20	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
16/06/2016	22	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
18/06/2016	24	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
20/06/2016	26	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
22/06/2016	28	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
24/06/2016	30	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0
Nombre total de graines germés		0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0

Figure 12 Photographie des essais de germination sur compost

retournements, mais cette pratique est conseillée pour aérer le tas, et pour placer au centre du tas les éléments dégradables qui étaient jusqu'ici sur les côtés.

Visuellement parlant, les débris végétaux de falcatas aboutissent à la formation d'un andain de bien meilleure qualité en comparaison à l'andain réalisé à partir de broyat de cannes fourragères. Ces débris de falcatas sont beaucoup plus secs et contiennent une quantité de carbone plus importante. Les andains ainsi créés sont suffisamment aérés, pour assurer une dégradation rapide et une hygiénisation du tas. Le broyat de bambou possède les mêmes qualités que le broyat de falcatas. Cependant, le coût de production du broyat de bambous est 4 fois plus élevé que celui du broyat de falcatas. Ces expérimentations tendent à montrer que le broyat de falcatas est le matériel végétal le plus adapté à la production de compost sur l'exploitation à cette échelle de production.

2) Essais de germination de compost

Comme nous pouvons le voir sur le tableau 2 à gauche, les essais réalisés à partir du compost mûr pur, n'ont révélés la germination d'aucune graine. Pour les essais réalisés à partir de compost jeune pur, des graines ont germés sur deux essais sur quatre.

Les essais réalisés à partir du mélange compost mûr/terre n'ont montré la germination d'aucune graine. Par contre les essais de germination du mélange compost jeune/terre dévoilent des graines germées sur trois des quatre essais.

Le témoin composé uniquement de terre passée à l'étuve, ne révèle-lui aussi aucune germination. Ceci prouve alors que la présence de germination dans les essais réalisés sur des mélanges terre/compost, ne provient pas de la terre.

Nous avons donc d'une part les essais réalisés à partir de compost mûr (A1 et B1) qui ne présentent aucune germination. De l'autre côté, nous avons des essais basés sur la présence de compost jeune (A2 et B2) qui révèlent dans les deux cas des germinations de graines.

La faiblesse du nombre de répétition a permis d'éviter l'observation d'anomalies (exemple : présence de germination de graine d'adventice en A1). Une augmentation du nombre de répétition par modalité aurait permis d'observer des résultats plus variés qui auraient alors nécessité l'utilisation d'outils statistiques.

Tableau 4 Résultats d'analyse d'un échantillon provenant d'un andain en fin de processus de compostage

Paramètres analysés	Méthode	Résultat		Critères
Paramètres sous-traités				
Matière Sèche	NF EN 14346 méthode A	56.2	% (m/m) PB	
Matière Organique	Calcination à 550°C	69.7	% (m/m) PB	
Phosphore (P)	NF EN ISO 15586 adaptée	5 750	mg/kg PB	
Nitrites (NO2)	Chromatographie ionique	< 5	mg/kg PB	
Nitrates (NO3)	Chromatographie ionique	3 255	mg/kg PB	
Ammonium (NH4+)	Distillation / Acidimétrie	872	mg/kg PB	
Potassium (K)	NF EN ISO 11885 adaptée	3 970	mg/kg PB	
Azote Total (N organique + NH4 + NO3 + NO2)	NF ISO 11261 adaptée	8 190	mg/kg PB	

Tableau 3 Résultats d'analyse d'un échantillon provenant d'un andain en début de processus de compostage

Paramètres analysés	Méthode	Résultat		Critères
Paramètres sous-traités				
Matière Sèche	NF EN 14346 méthode A	30.5	% (m/m) PB	
Matière Organique	Calcination à 550°C	84.5	% (m/m) PB	
Phosphore (P)	NF EN ISO 15586 adaptée	4 450	mg/kg PB	
Nitrites (NO2)	Chromatographie ionique	385	mg/kg PB	
Nitrates (NO3)	Chromatographie ionique	143	mg/kg PB	
Ammonium (NH4+)	Distillation / Acidimétrie	936	mg/kg PB	
Potassium (K)	NF EN ISO 11885 adaptée	4 450	mg/kg PB	
Azote Total (N organique + NH4 + NO3 + NO2)	NF ISO 11261 adaptée	6 257	mg/kg PB	

3) Analyses de l'évolution de l'azote au cours du compostage

Les échantillons préparés sur l'exploitation ont été envoyé dans un laboratoire d'analyse de Tahiti. Ce laboratoire a sous-traité ces analyses vers un laboratoire situé en France métropolitaine. Un délai de cinq jours s'est écoulé entre la préparation des échantillons et le démarrage des analyses. Les résultats concernant la quantité d'azote totale est probablement minorée. En effet, une partie de l'azote ammoniacal a pu être volatilisé durant ces 5 jours de transport. Le détail des analyses figure à gauche.

Ainsi on observe par ces analyses que le taux de matière sèche passe de 30,5% à 56,2% au cours du processus de compostage. Ce résultat s'explique par la concentration des éléments durant le processus, et par la perte massive d'eau, par égouttage gravitationnel des eaux et jus de compost et par évaporation de l'eau.

A l'inverse, le taux de matière organique diminue : il passe de 84,5% à 69,7%. Ce résultat suit encore la logique du processus de compostage : la matière organique est minéralisée au cours du compostage.

Tous les résultats qui suivent sont exprimés en mg/kg de compost. Or il le compost mûr contient 56,2/30,5=1,843 fois plus de matière sèche que le compost jeune, il est plus concentré. Pour pouvoir comparer les concentrations en éléments contenus dans la fraction sèche des analyses, il faudra multiplier les valeurs du compost jeune par 1,843.

Il y a plus d'ammonium chez le compost jeune : 936*1,843=1725mg/kg contre 872 mg/kg chez le compost mûr. Et cette tendance est normale puisqu'au cours du compostage, il y a nitritation de l'ammonium par les bactéries du genre *Nitrosomonas*. Or, ces dernières sont actives seulement en cas de faible température. Dans le cas du compost jeune qui se trouve en phase thermophile, elles ne peuvent être très actives.

Il y a 385*1,84=708,4mg/kg de nitrites chez le compost jeune contre moins de 5mg/kg chez le compost mûr. Les bactéries du genre *Nitrobacter* ne réalisent la nitratation que lorsque le pH du milieu est compris entre 5 et 9 et lorsque la concentration en azote ammoniacal est faible. Or, au début du processus du compostage, aucun de ces deux critères n'est respecté. Il y a donc une légère accumulation de nitrites au niveau du compost jeune. A l'inverse au niveau du compost mûr, la concentration en azote ammoniacal est très faible et le pH est égal à 7. *Nitrobacter* a donc pu réaliser la nitratation chez le compost mûr. D'où la quantité minime de nitrite chez ce dernier.

La quantité de nitrate présente au niveau du compost jeune est de 143*1,84=263,12mg/kg. Ce qui est relativement faible. En effet nous avons vu dans le paragraphe précédent que la nitratation était très peu présente en début de phase de compostage. A l'inverse, chez le compost mûr, on retrouve 3255 mg/kg de nitrates. Cette valeur est très encourageante pour l'avenir de la

station de compostage du lycée : en effet, le but premier de la station est de traiter le lisier de porc de manière à nitrifier au maximum l'azote qu'il contient. Sous cette forme de nitrate, l'azote est assimilable par les plantes et peu sensible au phénomène de lessivage. Son impact écologique est donc considérablement réduit.

VI) Discussion

Il est aussi prévu dans ce stage de trouver des solutions pour améliorer la productivité de la station de compostage. Pour ce faire, nous allons proposer des solutions à des problèmes que rencontre encore aujourd'hui la station. Ces idées pourraient être testée lors de futurs stages par exemple.

1) Problème d'humidité au niveau des andains

a) Cause : Le séparateur de phase

Le séparateur de phase est une des raisons principales expliquant ce surplus d'humidité au niveau des andains. En effet le refus de tamis contient une teneur en haut bien supérieure à la moyenne. Le remplacement de séparateur de phase n'est pas envisageable car trop onéreux. Pour remédier à cela, une des solutions serait le ralentissement du débit de lisier passant par le tamis. Avec le débit actuel, le tamis n'est pas assez performant pour séparer la phase liquide de la phase solide. En réduisant le débit de la pompe, le tamis aura moins de risques de déborder et donc de laisser entrer du lisier brut dans le bac.

Une autre solution consisterait à brosser le tamis, afin de retirer les particules solides s'accumulant sur ce dernier. Pour ce faire, la conception d'une brosse dure possédant un manche très long permettrait d'atteindre aisément le tamis pour de mieux le nettoyer.

b) Cause : La pluie

Bien que la station de compostage soit équipée d'un toit, une partie de la pluie s'infiltre par l'arrière ou les côtés de la station. Une solution simple pour limiter cela, serait d'installer des filets sur les côtés de la station, au niveau de l'espace séparant le mur du toit, afin de bloquer le passage de l'eau à ce niveau.

c) Cause : La rigole

En Polynésie, les poules et les coqs prolifèrent et sont omniprésents. On ne peut empêcher leur présence sur la station de compostage, puisqu'elle se veut ouverte de manière à rendre possible la circulation des tracteurs. Or les poules sont constamment sur les andains : elles viennent y chercher graines et larves d'insectes. Pour ce faire elles grattent sans arrêt à la surface

des andains, ce qui provoque un écroulement progressif de ces derniers. Leur activité est telle que moins de trois jours leur suffit pour étaler le tas jusqu'à la rigole.

Une fois recouverte, la rigole ne peut plus évacuer les eaux et les jus de compost. Ainsi la présence des poules empêche l'égouttage des andains. Il faut alors pour les employés de l'exploitation, repousser quotidiennement vers le fond à l'aide d'une pelle, toute la matière que les poules ont étalé. Cette pratique prend du temps et est épuisante.

Au-delà de l'impact des poules, les tas trop humides comme l'andain « cannes fourragères » qui a été étudié durant ce stage, s'écroule d'eux mêmes et atteignent la rigole passivement. Pour régler ce problème, une solution serait de creuser, ou d'éloigner la rigole des cellules de compostage. Ou alors d'installer des barrières amovibles basses. Elles auraient pour fonction le maintien de la matière organique, tout en laissant s'échapper l'eau. Mais la manipulation de ces barrières serait peu hygiénique et encombrante sur la durée.

2) Problème d'aération au niveau des andains

Le problème d'aération est en partie corrélé aux problèmes liés à l'humidité des andains. Mais des solutions existent aussi pour optimiser l'aération de ces derniers. Une première solution consisterait à limiter le niveau de compaction à la base du tas. Eviter de construire des andains trop haut limite considérablement le niveau de compaction à la base du tas. Plutôt que de faire des andains de 1m80, il faudrait essayer de faire des andains ne dépassant pas 1m20. Cependant, créer des andains moins hauts signifie créer des andains plus larges. Or, nous avons vu dans la partie précédente que les rigoles étaient très vite bouchées. Etaler les tas n'est donc pas une solution viable.

Une deuxième solution consisterait à investir dans un épandeur à compost. Pour l'instant, la formation et le retournement des andains se fait avec le godet du tracteur. Avec ce système, la matière contenue dans le godet chute trop brutalement sur l'andain et accentue la compaction. Un épandeur réaliserait l'acte avec plus de légèreté, et réduirait ainsi la compaction.

Une troisième solution serait d'utiliser un élément existant en quantité importante dans l'exploitation : les tiges de bambou. Ces dernières peuvent être arrangées facilement pour confectionner des « pailles » que l'on insérerait dans les andains. Elles ont pour objectif, une diffusion passive de l'air au milieu du tas. Pour mieux visualiser l'intérêt de ces pailles, Cf. annexe 6.

1) Problème de communication et de suivi des andains au niveau de la station de compostage

Pour que le processus de compostage se déroule bien, il a besoin d'un suivi précis. Ce suivi permet aux personnes travaillant en lien avec la station de se renseigner sur les éléments important du processus, à savoir la date de création des andains, la composition initiale, les ajouts de matière qui peuvent suivre, les dates de retournement. Pour que tous les acteurs puissent être tenu informés ou informer les autres acteurs, l'installation d'un tableau traçant le cheminement du processus de compostage des andains depuis leur création jusqu'à leur utilisation peut être très utile. Ce tableau peut être créé sur une grande ardoise installé sur le côté d'un mur de la station.

CONCLUSION

Ainsi après 4 mois de travail, ce stage s'achève. De très nombreuses leçons de travail et de vie ressortiront de cette période. La plus marquante dans mon cas, aura été de me rendre compte de l'importance de la communication dans le travail d'équipe. Si cela est mal fait, un projet ne peut avancer correctement.

Beaucoup de recherches bibliographiques se sont offertes à moi. J'ai tout d'abord pris du temps pour acquérir les bases du processus de compostage. Cette méthode est très complexe et on ne finit jamais d'en apprendre sur le sujet. Elle nécessite la mobilisation de connaissances pluridisciplinaires, tel que la biochimie, la physiologie de la plante, ou encore et surtout la pédologie.

J'ai souvent été amené à échanger avec les ouvriers de l'exploitation. En plus des nombreuses choses que j'ai pu apprendre sur le compostage, les porchers m'ont appris énormément sur l'élevage porcin. Les ouvriers agricoles m'ont apporté beaucoup de soutien durant le stage. Et j'espère leur avoir enseigné tout ce que je pouvais en retour.

Des exercices d'expression et de communication se sont également présentés En effet j'ai eu l'occasion de participer à la création d'un poster sur le thème du compostage. J'ai alors eu en charge l'écriture des textes et la création de schéma et donc la vulgarisation d'un sujet scientifique pour un publique assez large.

Ce stage est d'autant plus valorisant puisqu'il m'a permis de réfléchir par moi-même : J'ai dû cibler les problèmes de la station, et imaginer des solutions alternatives qui permettrait de les résoudre avec les moyens mis à disposition.

Ces connaissances accumulées sur le domaine pourront également me servir plus tard, puisque le processus de compostage est loin d'être réservé au monde agricole.

Enfin, ce stage aura confirmé mon désir de travailler au service de l'agro-développement en région chaude, et de poursuivre mes études dans le domaine.

BIBLIOGRAPHIE

« Le compost, gestion de la matière organique » Michel MUSTIN

« Guide de la fertilisation organique à la Réunion » CIRAD Pierre CHABALIER

« Memento de l'agronome » CIRAD

« Méthode de compostage au niveau de l'exploitation agricole » FAO

« Evolution des polluant organique au cours du compostage de déchet organique » Thèse de Doctorat de Gwenaëlle LASHERMES

Cours de pédologie : cycles biogéochimique

ANNEXES

Annexe 1 : Devis des investissements sur la station de compostage et sur le

Sarl URAMOAE TRAVAUX

BP : 1444 – 98 729 Papetoai Moorea
NT : 867 937 – RC : 08 158 B
Vini : 87 705 132 Steve / 87 727 143 Joséphine
Email : jos@mail.pf

DEVIS N° OPU 07/15

Date : 17/03/2015	**Adressée à**
Objet : Réalisation d'une plate-forme de compostage situé au Lycée Agricole d'Opunohu. (Exploitation)	CLIENT : **LYCEE AGRICOLE D'OPUNOHU** A l'attention de : HUET Gérald email : gerald.huet@educagri.fr ILE : MOOREA **Vini :** 87 29 09 31

Désignation	Qté	Unité	Prix HT	Montant HT
Ces travaux consistent en : **Réalisation d'une plate-forme de compostage.** **A)-Séparateur de phase existant** -Destruction du mur central et réduction d'un mètre du mur extérieur gauche. -Renforcement des pannes de la toiture du séparateur en tubes galvanisés avec un support suspendu pour consolider le rail. -Installation d'un nouveau rail pour le séparateur. -Fourniture et pose d'un bac grillagé de récupération des eaux, d'un liquide de boyaux broyés et d'un tube en pvc de diamètre 300 vers le décompteur. **B)-Gros-Oeuvre : Cellule de compostage (fondation).** -Fourniture et pose d'un mur extérieur d'une longueur de 18m par 2,10 m de hauteur. -Fourniture et pose d'une semelle en béton armé de 18mX0,50cmX0,14 cm d'épaisseur. -Fourniture et pose d'un mur en parpaing banché (20X20X0,50). -Fourniture et pose d'un mur de séparation, des 5 cellules en parpaing (10X20X50) rempli de béton.(voir plan). -Fourniture et pose d'une charpente en IPE (80 et 100 recouverte de peinture anti-rouille) avec une couverture d'environ 114 m2 en tôle ondulée alu-zinc. -Déblaiement et remblaiement de terre pour égaliser la plate-forme d'une superficie d 'environ 238 m2. -Coulage d'une dalle en béton d'environ 176 m2.				
Fourniture et MO :	1	FORFAIT	5 500 000	5 500 000
			Total HT	**5 500 000**
			TVA 13%	**715 000**
			Total TTC	**6 215 000**

Devis des travaux arrêté à la somme de :
Six millions deux cent quinze mille francs FCFP

Condition de Paiement :
50% avant le démarrage des travaux :
Le solde à la fin des travaux

Coordonnée Bancaire :
Banque : CCP – Code Banque : 14168 – Code Agence : 00001 – N°Compte : 11008083801 – Clé 30

Sarl URAMOAE TRAVAUX
Bon pour travaux

Lycée Agricole d'Opunohu
Bon pour Accord

S.A.S TahitiBull

Vallée de Tipaerui
BP50 001 - 98716 PIRAE
Capital 5.000.000 Frs
N° Tahiti : A29303 - RC : 12118B

Banque de Tahiti : 12239-00001-04540701000-68
Tél : (689) 50 87 00
Fax : (689) 43 54 28
jfmartin@tahitibull.pf

03/03/2015

Lycée d'Oponohu
a l'attention de M. EISMANN

Moorea

tél : 87 31 34 01
raphael.eismann@educagri.fr

FACTURE PROFORMA N°15/083

Désignation de la Fourniture	*Prix unitaire Net h.t*	*Total Net h.t*
Broyeur Universel avec Récupérateur		
NICOLAS JR 1650 *(pour tracteur de 60 à 70 ch.)* Entrainement par 3 courroies Pris de Force 540 t/min Multiplicateur avec roue libre intégrée Équipée de 22 marteaux Largeur de travail 1666 mm Capacité en trémie 1,2 m³ Poids a vide 690 kg	1 550 000	1 550 000
Délai de livraison Env. 12 semaines		
Garantie un an pièces et main-d'œuvre		

Montant Total H.T	1 550 000
Montant T.V.A 16 %	248 000
Montant Total T.T.C	1 798 000

HANNA INSTRUMENTS FRANCE
1 RUE DU TANIN
PARC DES TANNERIES
LINGOLSHEIM
BP 133
67833 TANNERIES CEDEX
TEL 0388769188
FAX 0388760687

PROFORMA N° 11 022 505 du 27/05/2015

Adresse livraison

E.P.E.F.P.A

PF - 98729 PAPETOAI - ILE DE MOOREA

Adresse facture

E.P.E.F.P.A

B.P. 1007

PF - 98729 PAPETOAI - ILE DE MOOREA

40 56 17 78

Délai : DISPONIBLE

Vos références : MAIL 26/05/2015

Nos références : 11 022 505

Interlocuteur : M EISMANN RAPHAEL

Pos.	Code article	Désignation	Quantité	P.U. Net	Montant
10	COMPOST AF	SONDE SPECIALE COMPOST AVEC AFFICHEUR 1500 MM GAMMA -20 A 150°C.	1 PC	238,35	238,35
20	HT PORT	FRAIS DE PORT AERIEN CPT PAPEETE	1 PC	200,00	200,00
30		-			
40		LORS DE VOTRE COMMANDE VEUILLEZ RAPPELER LE NUMERO DE LA PRESENTE OFFRE. MERCI			

BON POUR ACCORD

MINISTERE DE L'AGRICULTURE Le directeur d'exploitation Polynésie Française

E.P.E.F.P.A
OPUNOHU

VALIDITE DU DOCUMENT : 26/07/2015

Remises :	%TVA	Base	Montant TVA
	0.00%	438,35	0,00

Total net HT : 438,35

Montant TVA : 0,00

Net à payer : **438,35 EUR**

En cas de contestation, seul le tribunal de Strasbourg est déclaré compétent. De convention express, nos conditions de ventes sont réputées applicables par l'acceptation de la présente offre

Mode de livraison : Air

Conditions d'expédition : CPT - PORT PAYE

Conditions de paiement : A réception

Mode de paiement : VIREMENT

Echéance :

Annexe 2 : Description des broyeurs utilisés

Nicolas Broyeur-récupérateur JR

Figure 14 Photographie du Broyeur-récupérateur JR financé par le projet INTEGRE

Source : http://nicolas-environment.com

Caractéristiques :

- Broyeur pour attelage 3 points normalisé
- Rotor équipé de marteaux avec contre couteau lisse
- Marteaux montés sur axes Ø 20 mm
- Bac de récupération à déchargement hydraulique de différentes capacités (de 0,90 m3 à 1,20 m3)
- Attelage axial
- Différentes largeurs de travail : 1m20, 1m35, 1m50 et 1m65
- Puissance conseillée : de 50 à 60 cv
- Rouleau arrière
- Multiplicateur avec roue libre intégrée
- Vitesse Prise de Force : 540 tr/min

Eliet Prof 5

Figure 15 Photographie de Broyeur Prof 5

Ce broyeur appartient au SDR (service de développement rural) de Moorea. Il est mis à la disposition de plusieurs exploitations de la vallée d'Opunohu et est stocké sur l'exploitation du lycée agricole.

Caractéristiques :

- Moteur : STD 13 ch Honda GX390
- Diamètre max. de branche : 70 mm
- Rendement : 80 mm / 750 kg/h.
- Ouverture de chargement : 560 x 520 mm
- Nombre de couteaux : 24 couteaux en acier
- Largeur de broyage : 400 mm

Annexe 3 : Suivi de l'aspect visuel et olfactif du tas de compost

Annexe 3 Evolution de des aspects visuels

	Lot 4			
Date	Odeur	Humidité	Compaction	Débris
13-Jun	Très nauséabond	Bon ne	Aéré	Très reconnaissable
14-Jun				
15-Jun				
16-Jun				
17-Jun				
20-Jun	Très nauséabond	Bonne	Aéré sur la partie haute du tas	Très reconnaissable
22-Jun				
23-Jun				
24-Jun				
27-Jun	Nauséabond	Bonne	Aéré	Très reconnaissable
28-Jun				
30-Jun				
01-Jul				
04-Jul	Nauséabond	Bonne	Aéré sur la partie haute	Reconnaissable, Pourritures blanches
05-Jul				
06-Jul				
08-Jul				
11-Jul				
12-Jul	Nauséabond	Bonne	Aéré	Reconnaissable, Pourritures blanches
13-Jul				
18-Jul	Peu odorant	Bonne, voir sec en surface	Aéré	Reconnaissable
19-Jul				
20-Jul				
21-Jul				
25-Jul	Peu odorant	Bonne, voir sec en surface	Aéré	Reconnaissable
23-Jul				
24-Jul				
25-Jul				
26-Jul				
27-Jul				
28-Jul				
29-Jul				
30-Jul				
31-Jul				
01-Aug	Peu odorant	Bonne, voir sec en surface	Aéré	Reconnaissable
02-Aug				

Dat	Lot 3			
13-Jun	Odeur	Humidité	Compaction	Débris
14-Jun	Très nauséabond	Très humide, coulant	Aéré sur la partie haute du tas	Très reconnaissable
15-Jun				
16-Jun				
17-Jun				
20-Jun				
22-Jun	Très nauséabond	Très humide, coulant	Aéré sur la partie haute du tas	Très reconnaissable
23-Jun				
24-Jun				
27-Jun				
28-Jun	Très nauséabond	Très humide, coulant	Aéré sur la partie haute du tas	Reconnaissable
30-Jun				
01-Jul				
04-Jul				
05-Jul	Très nauséabond	Très humide, coulant	Aéré sur la partie haute du tas	Reconnaissable
06-Jul				
08-Jul				
11-Jul				
12-Jul				
13-Jul	Nauséabond	Humide, ne coule plus	Aéré sur la partie haute	Reconnaissable
18-Jul				
19-Jul	Nauséabond	Humide	Aéré	Reconnaissable
20-Jul				
21-Jul				
25-Jul				
23-Jul	Nauséabond	Humide	Aéré en surface	Reconnaissable
24-Jul				
25-Jul				
26-Jul				
27-Jul				
28-Jul				
29-Jul				
30-Jul				
31-Jul				
01-Aug				
02-Aug	Nauséabond	Humide	Aéré en surface	Reconnaissable

Annexe 4 : Illustration de la température interne d’un tas de compost de la station de compostage de l’exploitation

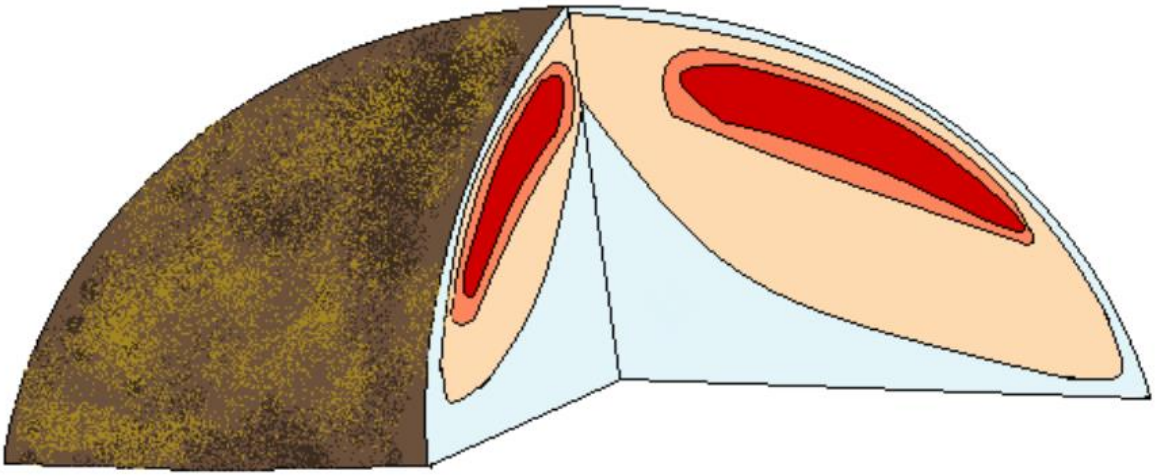


Figure 16 Dessin d’une coupe de tas de compost de l'exploitation

Annexe 5 : Protocole d'essais de germination imaginé et mis en place durant ce stage

Essais de germination à partir d'un compost mûr

La température de la phase thermophile du compostage est-elle suffisamment élevée et d'une durée suffisante pour éliminer les graines d'adventice qu'un compost peut contenir ?

Contexte :

La station de compostage de l'exploitation de lycée agricole d'Opunohu a été mise en place afin de limiter l'impact des effluents d'élevage porcin de l'exploitation. Après l'utilisation d'un séparateur de phase sur le lisier brut, la phase liquide est envoyée en lagunage alors que la phase solide est valorisée en station de compostage. Le compost est ainsi composé en majorité de phase solide de lisier. L'usine de fabrication de jus de fruit Rotui livre de la pulpe d'ananas, elle aussi valorisable dans ce compost. Mais ce compost est également composé d'autres produits divers, susceptibles d'améliorer sa qualité, comme par exemple de la tonte de gazon. Cependant ce dernier sous-produit peut contenir des graines d'adventice en tout genre pouvant conduire à une accentuation de l'apparition de mauvaises herbes lors de l'application du compost en plein champs.

La phase thermophile du processus de compostage permet toutefois d'atteindre des températures élevées pouvant conduire à l'inhibition du potentiel germinatif de ces graines : c'est l'hygiénisation. Ainsi, il est intéressant de réaliser des tests permettant de vérifier l'efficacité de l'hygiénisation de la phase thermophile du compostage.

Différentes modalités seront ici testées :

Modalités	Questionnement
A1) Compost mûr	Le compost mûr contient-il des graines d'adventices viables après une phase thermophile ?
A2) Compost jeune	Le compost contient-il des graines d'adventices viables ?
B1) Compost mûr + terre de culture passée à l'étuve (3 jours à 70°C)	Le compost mûr contient-il des graines d'adventices viables après une phase thermophile ?
B2) Compost jeune + terre de culture passée à l'étuve (3 jours à 70°C)	Le compost contient-il des graines d'adventices viables ?
T) Terre de culture passée à l'étuve (3 jours à 70°C)	Témoin : La terre est-elle la cause de la présence d'adventices sur les tests B) ?

Matériel :

- Assiettes en plastique percées
- Compost mûr
- Compost jeune
- Terre passée à l'étuve

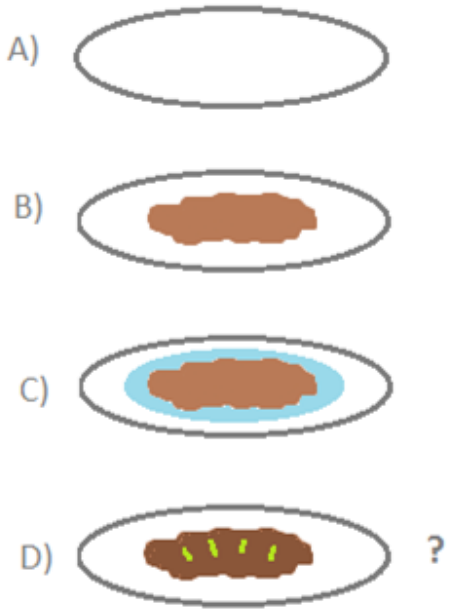
1) Disposer dans une assiette le substrat testé

2) Réaliser 3 répétitions par modalité

3) Placer les assiettes dans la serre (à l'abri du vent qui peut contenir des graines)

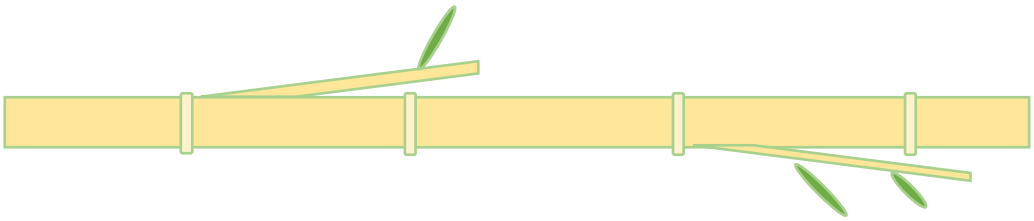
4) Arroser les assiettes pour provoquer la germination

5) Observer l'évolution des assiettes tous les 2 jours pendant 1 mois



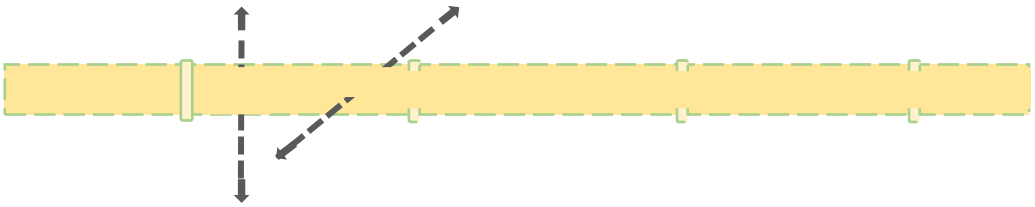
Annexe 6 : Les pailles de bambou

Fabrication d'une paille d'aération de compost à partir d'une tige de bambou

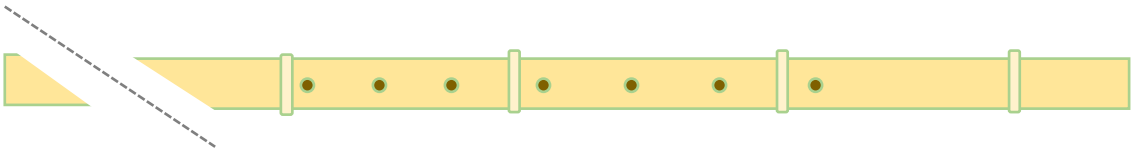


Coupez une tige de bambou. La longueur dépendra de la hauteur du tas de compost à aérer.
Plus la tige sera large, plus elle sera difficile à placer en profondeur.
Mais si elle est trop fine, la tige risque de se gorger d'eau.
Enlevez les branches qui gêneront la pénétration de la tige dans le compost.

Percez les nœuds du bambou, à l'exception du dernier. Le perçage peut se faire à l'aide d'une barre en métal et d'un marteau. Le dernier nœud servira de « bouchon » afin d'éviter que l'eau stagnante du fond du tas ne remonte le long de la tige. Cela endommagerait le potentiel d'aération de la tige.



Percez à présent chaque entre-nœud de la tige comme sur le schéma ci-dessus.
Ces trous serviront à la diffusion de l'air au sein du compost.
Evitez de percer les nœuds qui seront en surface, car cette zone est suffisamment aérée.



Enfin, découper en biseau le bout de la tige qui sera enfoui dans le tas de compost.
La forme facilitera l'enfouissement de la tige dans le tas.

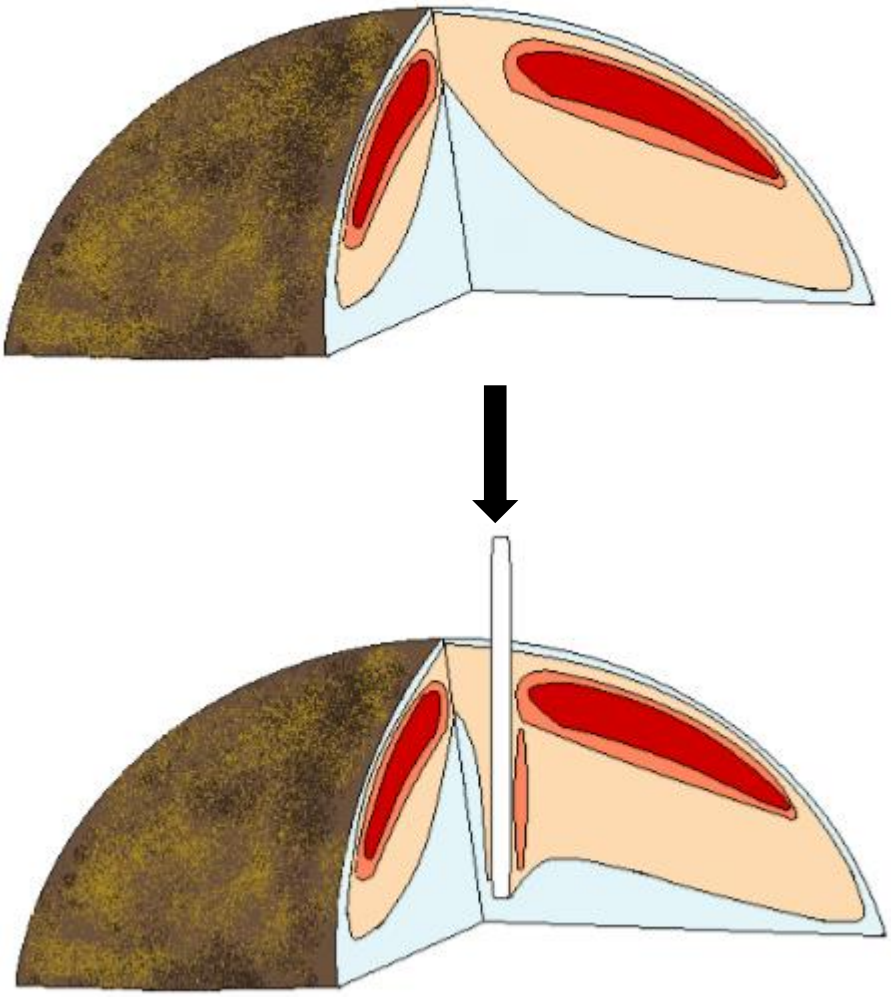


Figure 17 Visualisation de l'impact possible d'une paille d'aération sur un tas de compost

Le but de ces pailles d'aération est d'étirer les zones de points chauds vers coins du compost qui ne devrait pas l'être, car ces deniers sont normalement trop peu aérés.

Le programme INTEGRE joue un rôle clé dans le développement de l'agriculture des îles du Pacifiques. Dans le cadre de ce programme, une station de compostage a été créée afin de réduire l'impact écologique d'une porcherie sur son lagon.

Et c'est l'exploitation du lycée agricole d'Opunohu nous accueille sur l'île de Mo'orea en Polynésie française. Comment parvenir à valoriser efficacement le lisier de porc via la méthode de compostage ?

Dans ce rapport, nous chercherons à caractériser le processus de compostage réalisé sur cette station. Avec quel type de débris végétaux peut-on coupler le lisier ? Quels sont les paramètres à suivre ? La méthode de compostage parvient-elle à traiter efficacement l'effluent d'élevage qu'est lisier ? Toutes ces questions seront abordées dans ce mémoire.