

Plan

- I. Remerciements
- II. Préface
- III. Objectifs de l'étude et de la recherche
- IV. Matériels et méthodes
- V. Résultats
 - Résultats d'analyses
 - Résultats de recherche
- VI. Interprétation
- VII. Conclusion
- VIII. Perspectives
- IX. Bibliographie

I. Remerciements

Cette recherche est effectuée grâce aux aides des Chercheurs suivants :

1. RAJERISON Wilson, Professeur Titulaire à la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo, Directeur de thèse.
2. TINASOA RamamonjyManoelson, Docteur, Enseignant Chercheur, Co-Directeur de thèse.
3. RAROJOSON NdrianjaJemisa, Responsable Scientifique de laboratoire de pédologie, FOFIFA.
4. RABAOVOLOLONA, Professeur à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de l'Université d'Antananarivo.
5. ANDRIANANTONINAFenosoa, Doctorante à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de l'Université d'Antananarivo, Responsable de G/DHD.
6. Les Personnels Enseignants au département de Chimie Minérale et Chimie Physique.
7. Mes Parents, Mon Frère et Mes sœurs.
8. Mes amis et les autres qui contribuent leur aide de près ou de loin.

C'est ici que je leur attribue mes sincères remerciements.

Veuillez trouver ici les fruits de nos entraides.

Entre autres, nous tenons bien à remercier le PNUD et l'UNICEF pour leurs apports.

II. Préface

A Madagascar, la fertilité des sols pose des problèmes plus ou moins irrésolus jusqu'à nos jours. De l'autre côté, il y a beaucoup de déchets pouvant engendrer des effets néfastes.

Notre recherche consiste bien à la valorisation de ces déchets végétaux lignocellulosiques, appelés « BIOMASSE VEGETALES».

Le traitement de ces biomasses est le raison d'être de cette thèse en vue de les utiliser aux finalités agricole et énergétique.

Face au carrées des contraintes : Sécurité alimentaire, sécurité énergétique, développement industriel et lutte contre le changement climatique, nous nous efforcerons d'appliquer le principe de l'écologie industrielle, en utilisant la chimie durable vu que le sol se dégrade au cours du temps.

Tous ces contextes contribuent à la pauvreté de notre société et à la méconnaissance des malgaches. De l'autre vision, l'amélioration de la qualité du sol dans le domaine microbiologique est nécessaire pour assurer la vie biologique du sol. En effet, ce sont les microbiologies du sol qui sont parmi les conditions de la poussée des végétaux.

Des ordures non utilisées et la dégradation des environnements entraînent la dégradation de la mentalité des malgaches. Dûment le traitement des biomasses doit se faire à court terme.

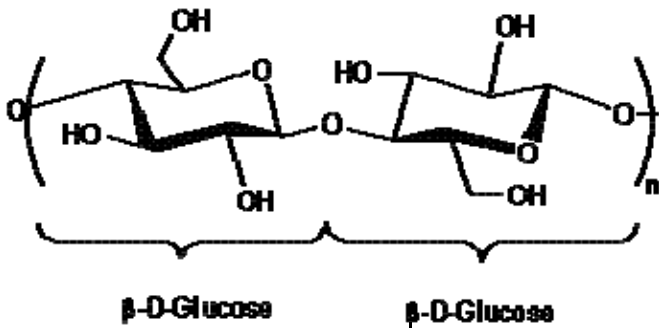
Notre site d'étude est Ambohitsaratelo, un village dans la région d'Itasy, où la dégradation du sol, due à l'utilisation des produits chimiques devient de plus en plus accentuée. En outre, des biomasses végétales sont beaucoup et entraînent la population locale à des mauvaises habitudes.

Nos analyses indiquent que l'échantillon de sol de ce village est pauvre en matières minérales comme le calcium, le potassium, le fer et nous rend compte l'acidité du sol. Des applications de biomasse traitée sont donc à envisager sur ce site, pour voir l'évolution du système sol et végétation.

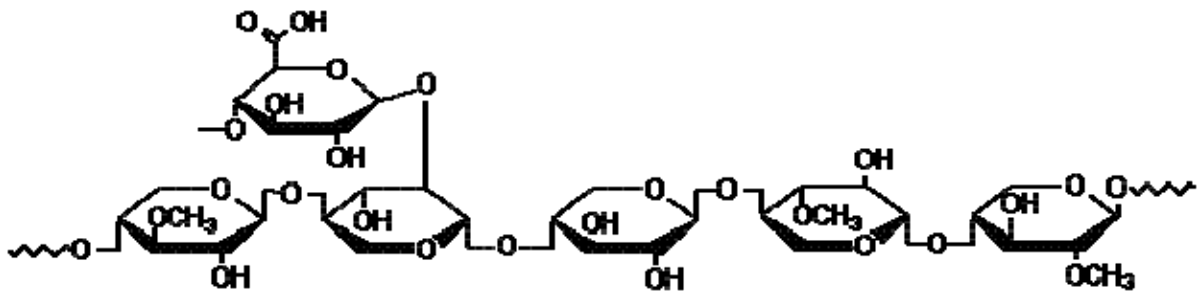
Scientifiquement parlant, ce sont des hémicellulose, des celluloses et des lignines dans la proportion approximative de 50%, 25%, 25%, en fonction de l'espèce, qui ont besoin d'être valorisées pour effectuer des recyclages naturels, tout en tenant compte de la vulnérabilité du sol et des humains. La végétation se recycle ainsi. La cellulose et les hémicelluloses sont des polymères formés à partir de molécules de monosaccharides ou oses (sucres simples), et la lignine est un polymère avec des motifs "phénol-propane".

Voici quelques schéma donnant les compositions de certains substrats :

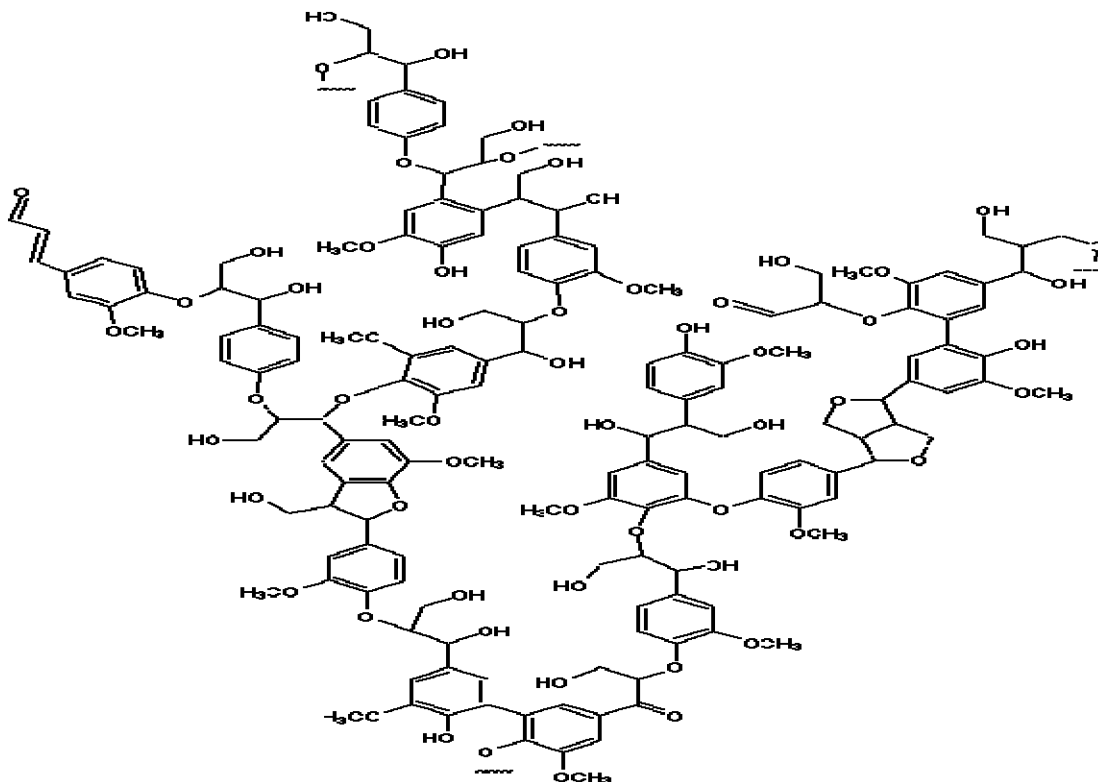
Cellulose :



Hémicellulose :



Lignine :



Dans ces molécules, on remarque la présence de carbone, d'hydrogène et de l'oxygène.

III. **Objectifs de l'étude et de la recherche**

Cette étude vise à améliorer la vie sociale, tout en appliquant le principe de l'écologie industrielle, en utilisant les connaissances en chimie, physique et pédologie.

Nous avons besoin de traiter et valoriser les déchets végétaux, encore à l'état naturel à Madagascar, scientifiquement appelés « BIOMASSE ».

Le traitement thermique de ces biomasses nous permettra des évolutions croissantes dans le sens du développement, de l'environnement et de sécurités.

Dans cette phase de commencement, la transformation physique et chimique de ces biomasses végétales nous est primordiale. Il vient ensuite des applications avec la culture en pot et sur quelques terrains à Ambohitsaratelo.

De plus, on établira des nouvelles métriques dans le domaine de la science du sol et des biomasses végétales au terme de traitement.

IV. **Matériels et méthodes**

Nous essayons de créer un matériel de pyrolyse afin de pouvoir atteindre une partialité de nos objectifs.

La combustion de la biomasse en général et du bois en particulier met en jeu trois éléments :

- Un combustible, ici le bois.
- Un comburant qui est l'oxygène de l'air.
- Un déclencheur qui fournit l'énergie d'activation c'est-à-dire de la chaleur obtenue en faisant brûler préalablement du papier ou du "petit bois" ou de l'alcool...

L'énergie d'activation apportée par le déclencheur va permettre à la combustion d'une petite partie du bois de se dérouler en plusieurs stades que l'on va décrire ; c'est une partie de la chaleur produite par la combustion qui prendra le relais pour perpétuer les étapes.

- Vers 100°C le bois sèche (élimination de l'humidité qu'il contient).
On remarque qu'un bois vert contient plus de la moitié de sa masse en eau ; un bois qui a séché environ deux ans en contient encore 20%.
- A partir de 250°C et jusqu'à 500°C environ, il y a pyrolyse des polymères naturels constituants du bois (cellulose, hémicellulose et lignine) avec production de produits gazeux, de goudrons sous forme de gouttelettes et de carbone solide, ces goudrons, les créosotes contiennent du gaïacol, du 4-éthylgaïacol, des xylénols, de l'orthocrésol et divers autres phénols.
- A partir de 500°C le carbone solide s'unit à l'oxygène de l'air pour donner du monoxyde de carbone CO (composé gazeux).
- Entre 350°C et 1500°C, l'ensemble des gaz produits lors des étapes précédentes (cela représente selon l'essence du bois entre 80 et 90% de la masse initiale) s'oxydent en donnant du dioxyde de carbone et de l'eau ainsi que de la chaleur que l'on récupère pour se chauffer et dont une partie va chauffer le bois non encore atteint par la combustion et ainsi de suite...

Lorsque le processus de pyrolyse se termine et qu'il n'y a plus de substances volatiles, il subsiste un résidu charbonneux rougeoyant qui produit encore beaucoup de chaleur, sa surface extérieure atteignant 800°C.

Des cultures en pot sont nécessaires pour pouvoir évaluer l'amélioration du sol en matière de fertilité.

Terrain d'application :



Ambohitsaratelo (au sud d'Imerintsiatosika),source : Google Earth

V. Résultats

Avant toute application sur le terrain, nous avons d'abord effectué les analyses de l'échantillon de sol prélevé, afin de poursuivre toutes les modifications apportées par le biochar au sol.

Nous supposons par les suites que la connaissance de pH et de la conductivité nous donneront beaucoup d'approches sur les caractères du sol.

- Résultats d'analyses

Le tableau suivant donne les résultats d'analyses physico-chimiques initiales d'échantillon de sol :

pH (eau)	C (%)	N (%)	C/N	P (Bray II) (ppm)	Bases échangeables (méq/100g)				CEC (méq/100g)	Al (méq/100g)
					Ca	Mg	K	Na		
5,84	0,83	0,077	10,8	17,8	0,130	0,292	0,105	0,091	12,6	1,05
Granulométrie (%)										
Argile	Limon	Sable								
21	20	59								

Le tableau suivant donne les résultats d'analyses physico-chimiques du biochar et du biooil :

Entité	Couleur	pH (eau)	Conductivité (en microsiemens par centimètre)	Odeur
Biooil	Caramelle	1,81	1350	Piquante
Biochar	Brun-noir	6,43	115	douce

- Résultats de recherches

La conception des matériels pour le traitement thermique appelé pyrolyse nous demande beaucoup de temps et des argents.

Il y a aussi des recours aux risques, endes explosions car la température nécessaire à la pyrolyse est relativement élevée.

Après 42 heures de pyrolyse («3h+3h+3h+6h+10h+10h+7h»), on a obtenu les résultats suivants : Biochar réduit à la moitié en volume de biomasse initiale et biooil récupéré.

VI. Interprétation des résultats

1. Sol :

Le résultat d'analyses physico-chimiques nous révèle que la minéralisation du sol d'Ambohitsarately est faible. Par suite, l'analyse granulométrique nous indique que le sol est plus ou moins sableux ; ce qui implique que la rétention d'eau par le terrain n'est pas bonne. En effet, 59% de l'échantillon prélevé sont des sables, permettant l'infiltration à temps court de l'eau.

En outre, l'ion Al^{3+} est un des ions qui mettent en relief l'acidité du sol.

2. Produit de pyrolyse :

Ce sont le biochar et le biooil.

Le pH du biochar nous indique qu'il ne présente aucune agressivité envers le sol, car il est sensiblement neutre. Ce pH est favorable pour la végétation et la faune. En solution aqueuse, la conductivité de ce sol est de $115 \mu S.cm^{-1}$. On attend aussi que cet amendement favorise la multiplication et l'action des micro- et macroorganismes dans le sol.

Le biooil est extrêmement acide et possède une conductivité très élevée. Son domaine d'application est large dans la vie courante.

Il se passe que la majeure partie de la biomasse (lignine, hémicellulose et cellulose) s'est transformée sous l'effet de la température lors de la pyrolyse.

VII. Conclusion

Les déchets végétaux sont valorisables aux fins d'utilité agricole et énergétique.

Les traitements des biomasses végétales sont bien nécessaires pour avoir plus de rendement en agronomie. Pour avoir une bonne assurance, nous ferons des cultures.

VIII. Perspectives

Plus de pratiques de pyrolyse à des gammes de températures.

Optimisation de la recherche.

Suivi des sols amendés par le biochar.

Analyses plus profondes du biooil et quelques applications.

En plus de pH et de conductivité, la capacité d'échange cationique et la densité du sol seront à mettre en considération.

Des analyses par spectroscopie sont nécessaires si possible.

RESUME DE L'ANVANCEMENT DE RECHERCHE

L'application de l'écologie industrielle dans le domaine de la recherche en chimie est nécessaire à Madagascar. C'est ainsi que le traitement par pyrolyse des biomasses végétales afin de les utiliser en agronomie est l'art principal de cette thèse. On a, en premier lieu, analysé et étudié des échantillons de sols dans le laboratoire de pédologie. Puis, on a recours à des productions de biochar et du biooil dans le laboratoire de macromolécules.

Le lieu d'application de cette recherche est Ambohitsaratelo, dans la commune rurale d'Imerintsiatosika, région d'Itasy, où le terrain est rouge et affaibli par l'utilisation des produits et engrais chimiques.

Les études préliminaires des sols nous a indiqué la faible rétention d'eau due au pourcentage de sable de ce terrain. La teneur en éléments minéraux de ce sol est faible. Le carbone et l'azote sont en bonne proportion mais faibles.

L'analyse physico-chimique du biochar nous a indiqué son utilisabilité envers le sol, ce qui nous affecte à des essais de culture en pot, puis des applications sur le champ de culture. En effet, son pH légèrement acide et sa conductivité moyenne peut ne pas troubler la contenance du sol. L'analyse microbiologique de ce biochar sera à faire après une production satisfaisante.

L'analyse physico-chimique du biooil nous implique sa complexité, tant sur le plan de structure que sur la stabilité chimiques. Ce biooil a besoin de traitement pour être utilisable dans la vie quotidienne.

Sachant que les majeures parties des biomasses sont constituées de cellulose, de lignine et d'hémicellulose, où le carbone, l'hydrogène et l'oxygène prédominent, le biochar et le biooil peuvent prendre place pour l'amélioration de notre environnement et la bonne rentabilité agricole.

Des études des terrains amendés par les biochars de différentes matières premières sont à faire à court terme, avant le mois de Février 2015. On y plantera du maïs, du riz, de patate et des légumineuses. Des analyses tous les mois nous sont nécessaires pour bien évaluer l'évolution de la contenance des sols et la qualité des cultures. Si possible, on fera aussi des analyses des grains et des feuilles de ces cultures. Des analyses par spectroscopie sont à faire aussi.

Les problèmes rencontrés lors de cette recherche sont divers : délestage, panne d'ordinateurs, perte de données numériques, insuffisance de matériel pour la mesure des températures, répartition de chaleur inhomogène dans l'enceinte de pyrolyse et surtout le temps non-continue de traitement des biomasses pouvant engendrer d'autres effets. On devait aussi utiliser du manomètre pour évaluer la pression, mais on n'en trouve pas.

Bibliographie

- [1]. Les hémicelluloses, notes de synthèse, novembre 2011.
- [2]. B. Jabiol, Propriétés électriques du sol et leurs constituants, 2002
- [3]. L. FAESSEL, Le biochar, un nouvel intrant pour les supports de culture ?
- [4]. *Tom H. DeLuca et al.*, Biochar Effects on soil nutrient transformations .
- [5]. Précis de Pédologie