

Comment valoriser l'*Acacia mangium*, une espèce exotique envahissante en Guyane, sans disperser ses graines ?



Rédacteur : Charles-Elie Margier (GEPOG)

Relecteur : Alizée Ricardou et Clémentine Coûteaux (GEPOG)

Citation : Margier, C-E., Ricardou, A., Coûteaux, C. (2023). Comment valoriser l'*Acacia mangium*, une espèce exotique envahissante en Guyane, sans disperser ses graines ? Rapport GEPOG. 27 p.

Sommaire

I.	Introduction générale	3
II.	Expérimentations	4
A.	Carbonisation	4
1.	Introduction.....	4
2.	Matériels et méthodes	5
a)	Protocole d’abattage.....	5
b)	Protocole carbonisation.....	5
c)	Protocole de suivi des germinations.....	7
3.	Résultats et discussion	8
4.	Conclusion	8
B.	Le compostage	9
1.	Introduction.....	9
2.	Matériels et méthodes	10
a)	Protocole compostage petit andain.....	10
b)	Protocole de suivi des germinations.....	12
3.	Résultats.....	13
a)	Germination lors du compostage	13
4.	Discussion.....	14
5.	Conclusion	16
C.	Le bois raméal fragmenté (BRF)	17
1.	Introduction.....	17
2.	Protocole BRF.....	17
3.	Résultat	17
4.	Discussion.....	18
5.	Conclusion	18
D.	Autres valorisations possibles.....	19
1.	Compostage industriel	19
2.	Central Biomasse	20
3.	Bois d’œuvre.....	21
III.	Conclusion	21
IV.	Bibliographie.....	22
V.	Annexe	24
VI.	Résumé.....	28

I. Introduction générale

Parmi les principales causes d'érosion de la biodiversité et des changements globaux qui impactent actuellement notre monde, les espèces exotiques envahissantes (EEE) figurent en 5^{ème} position (Balvanera *et al.*, 2019). Ces espèces ont été introduites volontairement ou involontairement par l'humain et peuvent impacter, de par leur présence, les écosystèmes, la biodiversité ainsi que les activités et la santé humaine (UICN France, 2015). C'est pourquoi ces espèces sont classées et font l'objet d'une réglementation stricte quant à leur introduction, leur transport ou leur utilisation tant au niveau européen (décret du 21 avril 2017, n°1143/2014 du 22 octobre 2014) que national (Code de l'environnement articles L411-5 à L411-10).

En Guyane, l'Arrêté du 1er avril 2019 relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes, interdit toutes activités sur les 37 espèces mentionnées. Parmi ces espèces, deux d'entre elles impactent particulièrement la biodiversité du territoire de par leur vitesse de propagation ainsi que leur formation forestière dense et monospécifique. En effet, le Niaouli (*Melaleuca quinquenervia*) et l'*Acacia mangium* s'épanouissent très largement dans les savanes, modifiant ainsi durablement les communautés végétales inféodées à ces écosystèmes patrimoniaux rares et déjà fortement menacées par la croissance urbaine (Stier *et de* Pracontal, 2015).

Depuis son introduction dans les années 70 afin de reforester les sols miniers, l'*Acacia mangium* fait aujourd'hui partie du paysage sur le littoral guyanais. Afin de limiter sa présence et ses impacts sur le territoire, un plan de lutte a été rédigé par le GEPOG en collaboration avec nombreux acteurs (Mathieu *et al.*, 2021) et est mis en place à travers un projet européen, le LIFE BIODIV'OM 2018-2024. Dans le cadre de la mise en œuvre d'une partie de ce plan de lutte et afin de répondre aux objectifs du projet LIFE BIODIV'OM, des opérations de gestion de l'*Acacia mangium* ont été dirigées sur les zones d'intérêt. Ces actions engendrent une biomasse relativement importante qui est pour l'instant laissée sur place. La valorisation de cette ressource végétale est un sujet qui revient souvent lors de réunions et d'ateliers d'animation de la stratégie de gestion de cette espèce réalisés avec les acteurs locaux du territoire. Par ailleurs, une obligation relevant du Code de l'Environnement renforce le besoin de valoriser les biodéchets issus de la coupe des EEE (Article L541-21-1), mais cela, sans nuire à l'environnement (Article L541-1). Or, valoriser une EEE peut présenter un risque majeur pour les écosystèmes s'il y a dispersion de graines lors du procédé. Cette problématique est d'autant plus importante en Guyane car les espèces exogènes fructifient de manière asynchrone plusieurs fois dans l'année. Les Acacias sont ainsi susceptibles de contenir des graines toute l'année et aucune période n'existe, en l'état actuelle des connaissances, pour transporter et valoriser cette espèce sans risque. De ce fait, la problématique étudiée dans ce rapport sera d'évaluer le nombre de germinations après différentes valorisations, afin de trouver celle qui ne disperse pas de graine.

Plusieurs usages de l'*Acacia* ont pu être recueillis à partir d'entretiens ethnologiques réalisés lors du LIFE+ CAP DOM (Palisse, 2013), lors des ateliers de concertation du LIFE

BIODIV'OM ainsi que dans le cadre du stage sur les perceptions des EEE par des populations de l'Ouest guyanais (Theys, 2022). Parmi eux, 3 usages utilisant la matière végétale morte ont été retenus et ont fait l'objet de tests de la germination. Nous verrons tout d'abord les tests réalisés sur la carbonisation des troncs d'Acacia, puis le compostage de ses branches et enfin le bois raméal fragmenté (BRF) en paillage (figure 1).

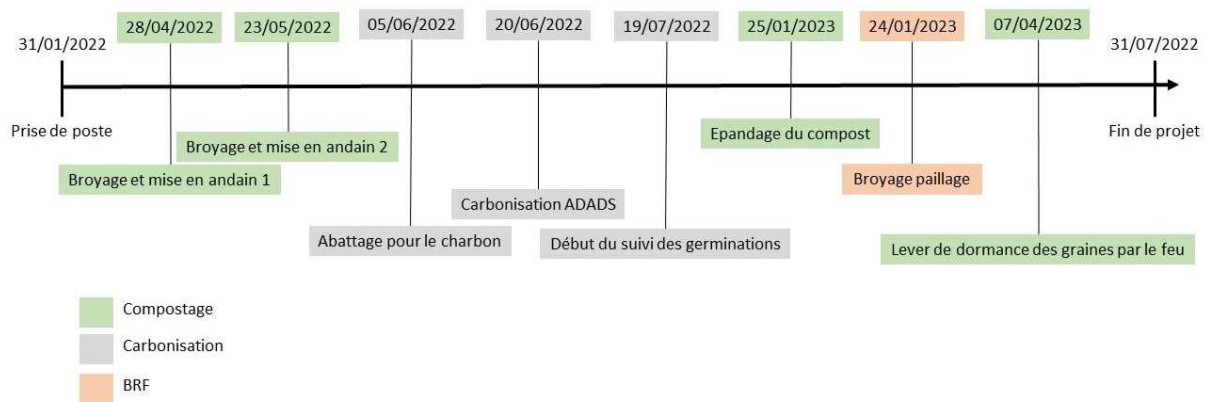


Figure 1 : Organigramme des événements

II. Expérimentations

Dans le cadre des expérimentations qui ont été menées, les préconisations de l'UPGE (UPGE 2020) ont été systématiquement appliquées afin de limiter les risques de dispersion des diaspores (graines et branches susceptibles de redonner un individu mature). C'est pourquoi les outils et équipements utilisés lors des abattages et des expérimentations ont systématiquement été nettoyés et les intervenants ont été formés à la reconnaissance, aux problématiques et à la gestion des EEE. De plus, une demande d'autorisation relative à l'introduction sur le territoire de la Guyane, au transport, à la détention ou à l'utilisation d'une espèce exotique envahissante a systématiquement été adressée à la DGTM de Guyane afin de réaliser nos opérations.

A. Carbonisation

1. Introduction

La carbonisation est une méthode qui permet de transformer la matière végétale lignifiée en carbone minéral, c'est-à-dire en charbon de bois. Cette technique réduit la densité du bois et augmente son pouvoir calorifique afin d'offrir une meilleure combustion. Cette utilisation a ensuite été dérivée en charbon agricole (biochar), valorisation qui est déjà en application pour d'autres espèces envahissantes (Feng *et al.*, 2021). En effet le charbon de bois dispose d'éléments minéraux essentiels au bon développement des végétaux, son aspect poreux permet aussi de modérer l'impact du lessivage des sols. Dans cette étude nous nous intéresserons

uniquement à la possible germination et dispersion des graines d'*Acacia mangium* à la suite de sa carbonisation. La qualité et l'usage approprié de ce charbon de bois devra faire l'objet de prochaines études.

Bien que la pratique de carbonisation, à grande échelle, peut impacter négativement la santé de l'environnement (Chidumayo *et* Gumbo, 2013), l'utilisation spécifique d'une EEE pour faire du charbon peut aussi diminuer les pressions anthropiques qui pèse sur les espèces natives ou plus sensibles (Caro *et al.*, 2011). Même si aucune structure légale de conception du charbon de bois n'est à ce jour connue en Guyane, la carbonisation est une pratique courante sur le territoire guyanais. La plupart des acteurs de cette activité sont des acteurs informels. L'*Acacia* est bien connu des charbonniers mais est rarement utilisé seul et sa qualité ne fait pas l'unanimité. Dans le cadre d'une convention avec l'Association des Agriculteurs des Savanes (ADADS), une expérimentation de la carbonisation de l'*Acacia* a été mise en place par un adhérent charbonnier de cette association.

2. Matériels et méthodes

a) Protocole d'abattage

A proximité de la zone de test, une trentaine d'acacias matures de 5 à 20 cm de diamètre a été coupée au ras du sol à l'aide d'une tronçonneuse thermique. Les troncs ont ensuite été ébranchés et débités en bûches de 1m de long jusqu'à obtenir 4m³ de bois. Les branchages, contenant les graines, ont été laissés sur place. Les bûches ont ensuite été placées dans des big-bags de 1m³ fermées pour être remorquées jusqu'au site de carbonisation prévu (figure 2).

Les outils et équipements personnels ont été nettoyés conformément au protocole de décontamination à suivre pour ne pas disperser les graines des EEE.



Figure 2 : Bûches d'*A. mangium* destinées à la carbonisation

b) Protocole carbonisation

Suivant les indications de l'agriculteur pratiquant la carbonisation de manière traditionnelle, l'ADADS nous a transmis le protocole qui a servi à l'expérimentation (Annexe 1).

En 9 jours de travail, ce protocole se résume tout d'abord par la formation d'une fosse de 1m de profondeur pour 1m de large et 4 de long. Les bois ont ensuite été disposés perpendiculairement à la longueur sur deux longerons de 4m. Cette formation a été recouverte de feuilles de Balourou (*Phenakospermum guyannense*), puis d'une taule et ensuite de 20cm de terre, tout en laissant deux ouvertures de 20cm² aux extrémités de la fosse (figure 3).

Des branches sèches d'Acacia ont été allumées au niveau de la première ouverture avant de l'obstruer avec de la terre. Deux jours plus tard, le feu a traversé tout le four et a atteint la seconde ouverture qui à son tour a été bouchée. Ensuite, le four a refroidi durant 4 jours, une veille a été mise en place pour assurer l'absence d'entrée d'oxygène dans le four et empêcher le feu de se relancer. Pour finir, le charbon a été décaissé (figure 4) pour être conditionné dans des sacs de riz de 20L.



Figure 3 : Four traditionnel réalisé par l'ADADS



Figure 4 : Échantillon de charbon de bois obtenue avec la carbonisation de l'*Acacia mangium*

c) Protocole de suivi des germinations

Un volume de 3L de charbon a été grossièrement broyé avec un mortier manuel. Il a ensuite été mélangé au même volume de terreau végétale acheté dans le commerce. Ensuite, 60 pots de culture de 9x9x9 ont été remplis à 1 cm du niveau avec ce mélange. Ces pots ont ensuite été placés côte à côte et posés sur une bâche transparente étanche pour éviter que le mélange ne sèche trop vite en saison sèche (figure 5).

Le suivi des germinations s'est effectué à raison d'une fois par semaine pendant 1 an. Le critère de détection était l'apparition des premières feuilles composées caractéristiques de l'*Acacia mangium*.



Figure 5 : Disposition de pot de culture contenant le charbon d'*Acacia mangium* et de la terre végétale

3. Résultats et discussion

Les expérimentations de carbonisation ont permis de produire 3 sacs de 20L de charbon d'Acacia dont une partie a servi au suivi des germinations. **Une année après le début du suivi, aucune germination d'*A. mangium* n'a été détectée.**

A la vue de ces résultats, cette étude confirme l'hypothèse de départ d'après laquelle la température de la carbonisation est suffisamment élevée et prolongée pour détruire l'intégralité des semences. Bien que la carbonisation utilise uniquement les parties non fertiles de l'arbre (tronc et grosses branches) et qu'il n'y a volontairement pas eu d'ajouts de graine dans le four afin de réaliser l'expérience dans les conditions réelles, il est possible que ces dernières aient été présentes sur l'écorce. Ainsi, si l'on suit lesdits protocoles, le risque de dispersion apparaît a priori nul à la suite de la carbonisation. Il convient, cependant, de rester vigilant lors de l'abattage, de la manipulation et du transport du matériel végétal. En effet, même si le protocole de décontamination et de conditionnement du bois a été respecté, il est difficile de quantifier et certifier l'absence totale de perte de semence lors de la mise en œuvre de l'expérimentation. Cela induit un risque de dispersion entre la zone d'abattage et le point de carbonisation qu'il est nécessaire de prendre en compte lors d'opérations futures.

De plus, un retour d'expérience important est ressorti de cette carbonisation. En effet, la première tentative de carbonisation de l'*A. mangium* fut un échec car le bois était trop humide pour permettre sa carbonisation dans la semaine qui suit sa coupe. La seconde tentative, bien que les conditions pluviométriques n'aient pas été favorables, trois semaines plus tard, fut quant à elle plus concluante. Il apparaît donc indispensable de laisser sécher le bois plusieurs semaines afin d'optimiser le rendement et la qualité du charbon produit, sans pour autant dépasser un mois après l'abattage au risque d'avoir des attaques de termites. Le charbon obtenu est considéré par l'agriculteur comme étant de bonne qualité, il se tient sur lui-même et a une masse relativement importante. Cela a par la suite été confirmé par sa bonne combustion lors de son utilisation.

Enfin, dans la continuité des recherches effectuées, il serait intéressant d'estimer quantitativement le pouvoir calorifique du charbon d'Acacia afin de le comparer aux autres essences locales. De même, effectuer une analyse de métaux lourds dans le charbon permettrait d'ôter le doute sur les concentrations initialement présentes dans son bois. Un devis a été demandé auprès d'une entreprise pour répondre à ces deux questions mais nous n'avons plus le budget suffisant pour le mener à bien. Pour finir, il paraît important de réaliser des entretiens avec les usagers qui charbonnent l'*Acacia mangium* en Guyane afin d'avoir différents retours d'expérience et de rédiger un protocole plus exhaustif pour structurer chaque étape d'un itinéraire technique de valorisation.

4. Conclusion

La carbonisation de l'*Acacia mangium* offre une bonne perspective de valorisation. Si la filière de valorisation est structurée et respecte les consignes de sécurité, le risque de dispersion reste minime.

B. Le compostage

1. Introduction

Le compostage est le processus de décomposition et de transformation contrôlé de produits organiques sous l'action de populations microbiennes évoluant en milieu aérobie (AFNOR, 2006). La matière organique est alors consommée et dégradée par une certaine diversité de micro-organismes du sol (Sharma *et al.* 1997), afin de transformer la matière morte en matière minérale directement assimilable par les plantes (Antizar-Ladislao *et al.*, 2006). Ce processus se caractérise par différents paramètres à contrôler, à savoir qu'une aération de 10%, une humidité de 55%, un pH de 6 à 8,5 ; un rapport C:N de 15:1 à 35:1 et des particules initiales d'une taille de 5 à 20 cm sont nécessaires pour rendre cette transformation optimale (Roman *et al.*, 2015).

Le processus se décline en quatre étapes principales (Roman *et al.*, 2015). Les 8 premiers jours se nomment la phase mésophile où l'activité microbienne consomme les sucres simples et solubles, générant une chaleur de 45°C et diminuant le pH jusqu'à 4. Ensuite, la phase est dite thermophile car la température s'élève au-dessus de 60°C durant 3 semaines. Certaines populations de bactéries et champignons se développant à ces températures vont alors remplacer l'ancienne et dégrader le carbone complexe tel que le bois. Cette phase est aussi appelée hygiénisation car la plupart des pathogènes ainsi que les graines présentent dans la matière première sont généralement détruites par la chaleur. Une fois l'azote devenu insuffisant pour que les bactéries poursuivent la dégradation du carbone (faim d'azote), le compost entre dans une phase de refroidissement identique à la première phase. L'apparition de champignons témoigne de ce changement de phase qui peut durer plusieurs semaines. La dernière phase est dite de maturation, en effet, le compost se stabilise à température ambiante, l'acide humique se forme, il devient noir, la taille des particules diminue, le rapport C:N diminue et la fertilité augmente durant plus de 6 mois.

Le compostage d'autres espèces d'*Acacia* envahissant a déjà été testé et semble donner un compost de bonne qualité (Brito *et al.*, 2013 ; 2015 ; Lorenzo *et al.*, 2022). Si la phase thermophile de ce compost atteint entre 55 et 70°C pendant plus de 6 jours, il est probable que les graines sont inactivées comme cela a été montré chez plusieurs acacias (Handreck *et* Black, 2002). Cependant, l'*Acacia mangium* est une espèce pyrophile, les graines peuvent résister à ces températures comme cela est aussi le cas pour d'autres espèces de mimosas (UICN, 2022). La levée de dormance des graines étant activée par le passage d'un feu bref et intense, il est aussi possible que de nombreuses graines germent lors de ce compostage.

2. Matériels et méthodes

Bien que de nombreuses techniques et variantes sont possibles pour mettre en place le compostage, il était initialement prévu de tester deux modalités de compostage de l'*Acacia mangium* :

- l'une à grande échelle dans une plateforme de compostage agréée. Le volume nécessaire pour la réalisation de cette expérimentation étant considérable et le budget nécessaire pour mener à bien les tests conséquents, ceux-ci n'ont pas pu être menés dans le cadre de cette étude.
- l'autre à petite échelle en adaptation de la méthode Berkley (Raabe, 1981) sans l'utilisation de bâche semble adaptée à la problématique. Elle se caractérise par un système ouvert en pile, les matériaux ont une taille initiale de 1 à 4 cm, avec un rapport C:N de 30 (c'est-à-dire un mélange à part égale de matière verte et de matière sec). Comme les andains ne doivent pas être trop grands pour ne pas créer des zones d'anaérobies ou prendre feu mais pas trop petits pour que la température monte suffisamment, les andains de 90 × 90 × 90 cm semble être le bon équilibre. Pour finir, dans le cadre de cette méthode, il est conseillé de retourner quotidiennement le compost afin de l'aérer et d'homogénéiser sa dégradation.

Ainsi, cette méthodologie à petite échelle a été retenue pour tester la possibilité de valoriser les déchets d'*Acacia mangium* par un compostage facilement réalisable.

a) Protocole compostage petit andain

Une population d'acacias matures (avec graines) proche de la zone de compostage a été préalablement identifiée. En avril et mai 2022, les acacias ont été élagués à l'aide d'une perche d'élagage (figure 6), coupé au ras du sol puis ébranchés et débités en billots d'un mètre.



Figure 6 : Elagage des branches d'*Acacia* matures

Les branches ont été rassemblées en tas avant d'être broyées à l'aide d'un broyeur thermique à fléau, d'une maille de coupe de 30 mm (figure 7). Durant le broyage, ont été ajoutés 6 seaux de 10L remplis de gousses d'Acacia, elles aussi broyées, pour observer l'effet du compostage sur une présence abondante de graines. Le mélange a directement été contenu dans une remorque puis recouvert d'une bâche pour être transporté en limitant le risque dissémination.



Figure 7 : Broyage de branches matures d'Acacia par l'entreprise BrionEspaceVert

Les bûches d'Acacia non broyées, ont été utilisées pour former 16 compartiments de 1m² dans lesquelles ont ensuite été déversés les andains de 1m³ de broyat (figure 8).



Figure 8 : Andains réalisés avec l'Acacia mangium

Tous les outils et équipements utilisés ont été entièrement brossés puis nettoyés à l'eau pour extraire les graines d'Acacia. Le broyeur a subi un "broyage de nettoyage" avec d'autres végétaux afin d'extirper les restes d'Acacia puis nettoyé avec de l'air comprimé.

b) Protocole de suivi des germinations

Le suivi des germinations lors du compostage des andains a été effectué de manière mensuelle les 6 premiers mois. A chaque passage, la température au centre de l'andain a été mesurée à l'aide d'un thermomètre à sonde. De plus, chaque andain a été retourné lors des 3 premiers suivis à l'aide d'une fourche, en inversant l'emplacement du broyat au sein du même andain (le broyat de l'extérieur a été mis au centre).

Après les 6 premiers mois de compostage, un volume de 6 litres de compost a été récupéré dans chaque andain. Les 100 L de compost ainsi échantillonnés ont été mélangés avec le même volume de terre végétale achetée dans le commerce puis disposée dans deux jardinières de 1m² chacune. Le comptage des germinations d'Acacia a été effectué de manière hebdomadaire durant 8 mois.

En parallèle, la totalité du compost a été étalé sur 40m². Cette surface a été quadrillée en placette de 1m² à l'aide de ficelles agricoles pour faciliter le suivi (figure 9), Puis le comptage des germinations s'est effectué de manière hebdomadaire durant 9 semaines.



Figure 9 : Compost étalé et quadrillé pour le suivi de la germination

Pour finir, une levée de dormance des graines par le feu a été réalisée afin de s'assurer que la totalité des graines viables présentes dans le compost aient germé. En se basant sur le protocole de Dezécache 2013, une boule de paille a été étalée sur les placettes de sorte à avoir 500g à 1kg de combustibles par m², ce qui correspond à un feu bref et intense (Danthu *et al.*, 2003). Les pourtours de la zone de brûlis ont été préalablement abondamment arrosés. Un tuyau d'arrosage et un extincteur étaient présents pour prévenir les risques d'incendie. Ensuite, le quadrillage a

été remis en place pour procéder au même suivi de germination que précédemment durant 3 mois (figure 10).



Figure 10 : Compost étalé après le passage du feu

3. Résultats

a) Germination lors du compostage

Durant les 9 premiers mois de compostage, un total de 40 germinations ont fait leurs apparitions à la surface des andains (figure 11). Ces germinations se concentrent essentiellement durant le second et troisième mois. A la suite de quoi, seulement 2 nouvelles germinations ont été relevés.

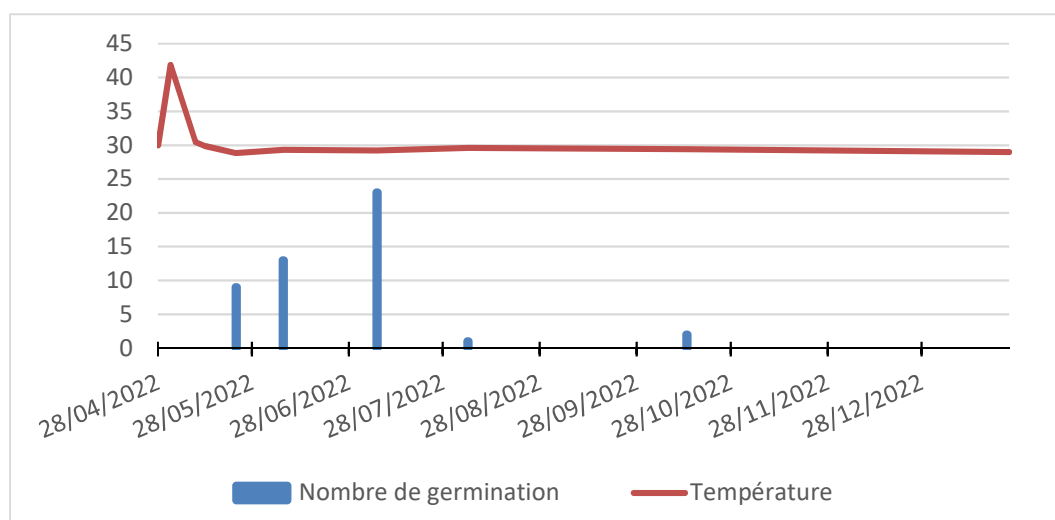


Figure 11 : Nombre de germination sur les andains en fonction du suivi

Les 100 litres de compost mis dans les bacs de culture à partir du 6^{ème} mois n'a montré aucune germination, c'est pourquoi il a été préconisé d'étaler l'entièreté des andains à même le sol.

Une fois étalé, 9 germinations différentes ont pu être comptées en 2 mois (figure 12). La courbe de tendance indiquant la présence de prochaine germination, nous avons choisi de lever la dormance des graines avec le feu.

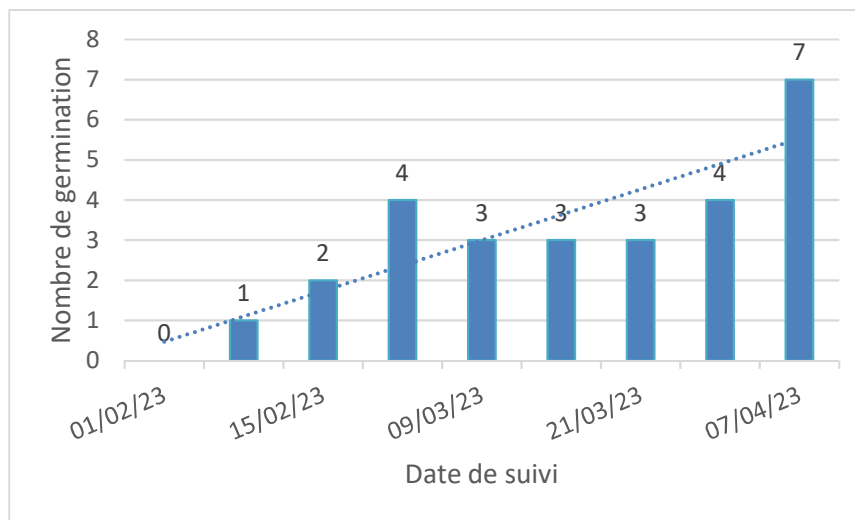


Figure 12 : Nombre de germination total relevé après étalement du compost en fonction de la date de suivi

A la suite du passage du feu, un total de 4 germinations a été observé durant 2 mois et demi (figure 13).

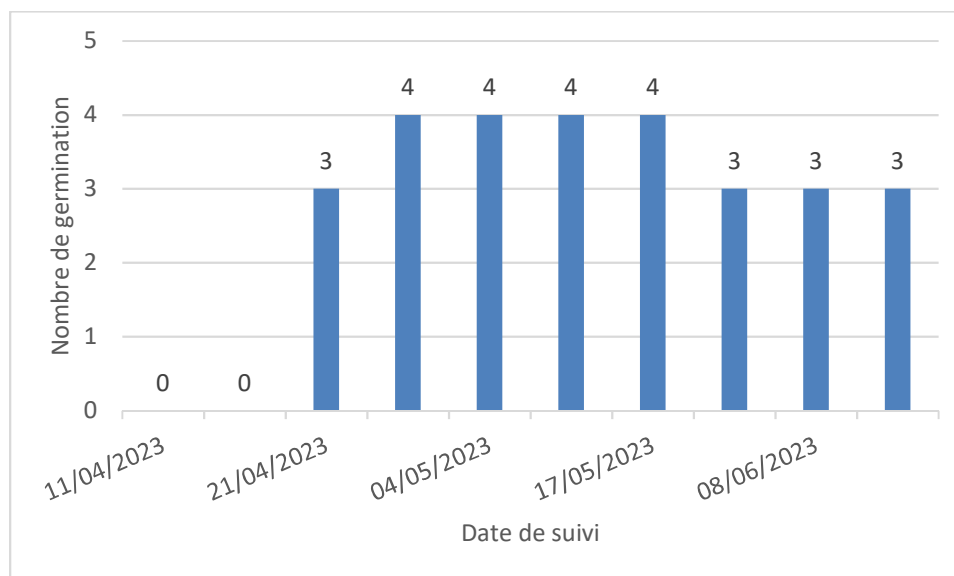


Figure 13 : Nombre de germination total relevé dans le compost après brûlis en fonction de la date de suivi

4. Discussion

Contrairement à l'hypothèse initiale qui était que la température inhibe totalement la germination des graines d'*Acacia mangium* lors de son compostage, 53 graines ont germé au total. La température maximale moyenne de 43°C a été relevée au premier mois, elle est soit trop faible, soit obtenue sur une période trop courte pour tuer les graines. Il serait nécessaire de

mesurer la température moyenne de manière journalière pour conclure plus précisément de la résistance des graines d'Acacia.

Bien que cette méthode expose a priori trop de risques de dispersion pour l'appliquer telle quelle dans une future valorisation, le compostage pourrait être une piste prometteuse. En effet, il apparaît que le nombre de graines initialement présentes dans les andains étaient bien supérieur aux nombres de germinations obtenus. Comme le nombre de graines initiales n'est pas connu, ni le taux de viabilité, le pourcentage de mortalité des graines n'a pas pu être calculé mais pourrait finalement être relativement important.

Le fait de retourner les andains a permis de tuer les germinations présentes et a aussi participé à la levée de dormance des graines en leur offrant des conditions lumineuses favorables. Il est possible que quelques retournements de plus suffisent à faire germer et tuer les 13 germinations obtenues après le dernier retournement.

Avec ce contexte, il est probable que l'itinéraire technique du compostage puisse être amélioré pour finalement inhiber la totalité des graines d'Acacia. Les paramètres à optimiser serait d'ajouter des retournements supplémentaires, d'augmenter la taille des andains et de les bâcher afin d'augmenter la température et de prolonger la phase thermophile.

Les résultats post-brûlis peuvent être biaisés par l'utilisation et l'interprétation du feu. Il est possible que certaines placettes soient montées plus haut et plus longtemps en température, ce qui aurait impacté négativement le potentiel germinatif des graines. De plus, même si l'utilisation du feu permet d'accélérer la levée de dormance des graines, certaines graines peuvent encore être en dormance puisque le feu n'induit pas la germination totale de la banque de graine du sol (Dezécache, 2013). Par exemple, lors du suivi de certains chantiers d'abattage mis en place par le GEPOG, il a déjà été observé des germinations une année après la coupe des semenciers et le passage d'un feu de savane (savane Yiyi). Même si le nombre de graine potentiellement encore présente est faible, un suivi sur un pas de temps encore plus long serait nécessaire pour écarter ce doute.

Sur les 53 germinations observées, seulement 5 sont mortes sans l'action du retournement. En effet, les conditions hydriques à la surface des andains étaient particulièrement sèches, le stress induit aurait tué 4 plantules et la 5^{ème} mortalité serait due à une action de prédation d'herbivore car elle était déjà installée depuis plusieurs mois.



Figure 14 : Plantules d'Acacia mangium 2 mois et demi après le passage du feu

Pour finir, le compost obtenu ne semble pas être d'excellente qualité. Le broyat d'Acacia met beaucoup de temps à se dégrader, la taille des particules finales est relativement grosse et elles paraissent moins utilisables que du compost d'autre végétaux. Bien que les andains aient réduit en volume, que les champignons typiques soient apparus et que la matière soit devenue plus foncée, il se pourrait que les andains aient été trop secs pour permettre une dégradation optimale de la matière végétale (Raabe, 1981). Pour évaluer sa qualité et répondre aux normes françaises (AFNOR, 2006), certains paramètres, pH, granulométrie, concentration N P K, présence de pathogènes et taux d'impuretés, pourraient faire l'objet d'analyse en laboratoire.

5. Conclusion

Même si le nombre de germinations semble bien plus faible que l'estimation de graines initialement présente, cette méthode de compostage n'est pas suffisamment efficace pour être utilisée et mérite d'être améliorée.

C. Le bois raméal fragmenté (BRF)

1. Introduction

Le bois raméal fragmenté, appelé BRF, est le résultat obtenu à la suite du broyage de petits rameaux et de feuilles d'un arbre. Le principe est relativement similaire à celui du compostage sauf que la dégradation de la matière végétale sera beaucoup plus longue car le broyat n'est pas mis en andain. Le BRF est donc principalement utilisé pour « pailler » les sols, il enrichira progressivement le sol et limitera la pousse des adventices (Souza-Alonso *et al.*, 2018). De plus, il permet de maintenir et d'améliorer la structure du sol et d'augmenter ainsi le nombre de niche écologique propice à la biodiversité du sol. Il limite aussi les phénomènes de tassement et le lessivage du sol en saison et pluie et maintenant l'humidité durant la saison sèche. De manière générale, tous ces facteurs favorisent la résilience des écosystèmes agronomiques face aux aléas du climat et des ravageurs.

En Guyane, le BRF d'Acacia est déjà connu mais aucun suivi pour estimer la repousse de ses graines n'a été fait. Comme il n'y a pas, ou très peu de phase thermophile dans le broyat, il est supposé que les graines ont plus de chances de germer. Le passage dans le broyeur peut cependant induire un certain taux mortalité.

2. Protocole BRF

Une population d'Acacia mature a été identifiée au début de la piste Risquetout-Est. Une vingtaine d'individus ont été abattus à ras du sol et ébranchés. Les branches inférieures à 5 cm de diamètre ont été rassemblées en tas avant d'être broyées avec un broyeur thermique Eliet Majors 4S, d'une maille de coupe de 35 mm. Au cours du broyage, les graines tombées au sol lors de la coupe et celles présentes sur les grosses branches ont été progressivement mises dans le broyeur. Le broyat obtenu a été placé dans des big-bag fermés puis transportés sur une parcelle agricole (AZ 442) de 2 hectares composée de fruitiers. Au pied de 30 arbres, ont été disposés 0,25 m³ de BRF répartis sur un rayon de 50 cm autour de chaque arbre, pour une hauteur de 30 cm, sans recouvrir le collet pour ne pas induire de la moisissure au long terme.

Les arbres ont été munis d'une étiquette pour pouvoir les suivre indépendamment et le suivi des germinations d'Acacia mangium s'est effectué de manière hebdomadaire ou toutes les deux semaines durant 5 mois.

3. Résultat

Après 5 mois de suivi, 6 germinations différentes ont été dénombrées dans le broyat d'Acacia et seulement 2 ont pour l'instant survécu (figure 15).

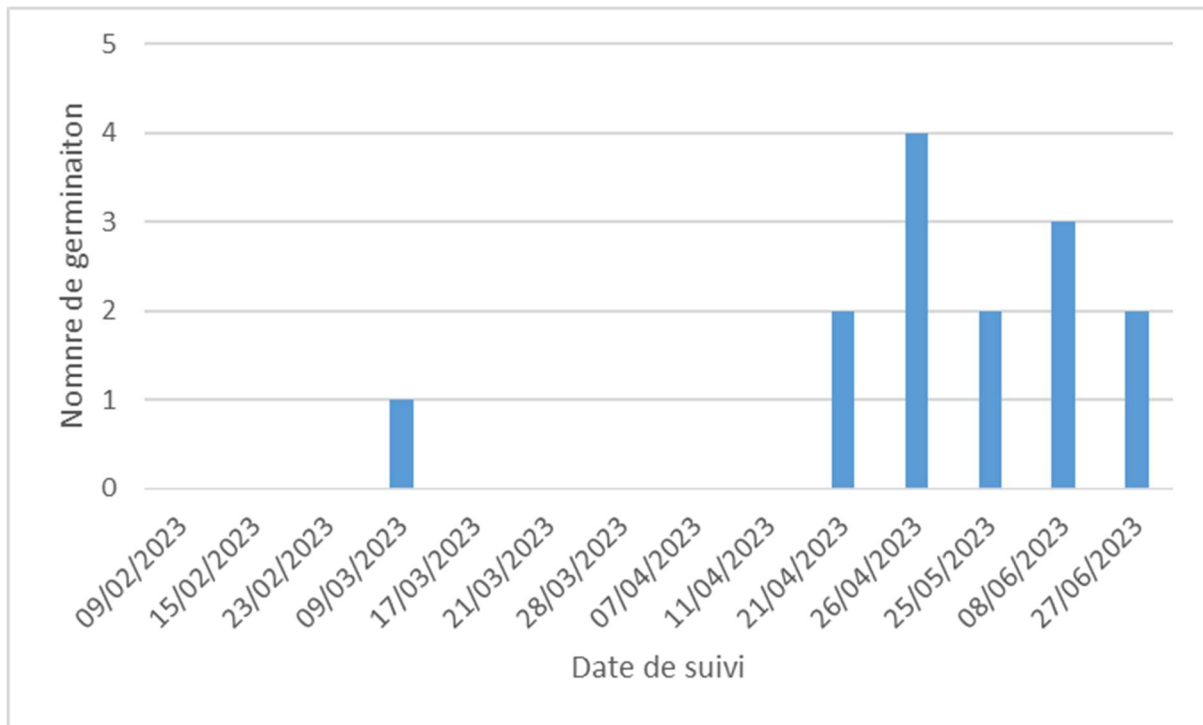


Figure 15 : Nombre de germination total relevé dans le BRF en fonction de la date de suivi

4. Discussion

Le nombre de germination paraît faible, mais il est fort probable que de nombreuses graines soient encore viables à l'intérieur du broyat dans la mesure où la dormance des graines d'*Acacia* est connue pour être longue. Les conditions particulièrement sèches du mois de mars, avril et juin ont causé la mortalité de 4 plantules, il est possible que d'autres germinations soient mortes entre deux suivis sans qu'elles aient pu être observés.

Les nombre de germination final est donc largement sous-estimé, un suivi sur un plus long terme est nécessaire pour estimer pleinement les risques de dispersion de l'*Acacia mangium* suite à sa valorisation en BRF. Le propriétaire de la parcelle test s'est engagé à faire remonter au GEPOG les futures germinations d'*Acacia* afin de poursuivre le suivi.

5. Conclusion

Même si les risques paraissent pour l'instant faible, ils sont suffisants pour ne pas conseiller cette technique comme méthode adéquate de valorisation au regard de ces premiers résultats qu'il sera important de consolider dans le temps.

D. Autres valorisations possibles

1. Compostage industriel

Comme vu dans cette étude, les petits andains apparaissent trop peu efficaces pour détruire les graines car la température peut ne pas être suffisamment importante (UICN, 2022). Faire des gros andains de 3 m de haut sur 5 m de large permettrait d'assurer une température de 60, voire 80 °C sur un pas de temps plus long (Misra *et al.*, 2005). Ainsi, suite à la visite de la plateforme de compostage de Matoury, les casiers de compostage de 400 m³ paraissent appropriés pour réaliser un test (figure 16). Pour remplir ces box, il faut préalablement couper un hectare de forêt monospécifique d'*Acacia mangium* et en extraire 200 tonnes de broyat. Pour limiter les risques de dispersion des graines, il serait préférable de broyer les individus directement sur place et de transporter le broyat dans une benne fermée. Le broyeur utilisé devra être identique à celui de la plateforme, qui est à marteau, avec une maille de coupe de 25mm.



Figure 16 : Box de compostage de la plateforme de Matoury

C'est ensuite le protocole de compostage de la plateforme qui s'applique. Le matériel végétal reste 4 semaines dans un premier box bétonné pour effectuer l'étape de fermentation. La température est régulièrement mesurée à différent endroit à l'aide d'un thermomètre à sonde. Afin d'estimer spécifiquement l'impact de la température sur les graines d'*Acacia*, un protocole plus technique sera mis en place. Au moins 45 sachets noués comportant chacun 100 graines d'*Acacia* sont disposées de manière aléatoire dans le broyat. Un fil les relie à l'extérieur pour ne pas les perdre durant le processus. D'autre part, 45 autres paquets de 100 graines sont eux aussi préparées et serviront de témoins.

L'andain est ensuite déplacé dans un second box par les employés de la plateforme. Le premier box et les engins sont nettoyés au karcher. Ce déplacement est nécessaire pour aérer le compost, homogénéiser son compostage en relançant la fermentation des parties externes qui ne seraient

pas encore montées en température. A cette occasion, 15 paquets sont récupérées, les graines qu'ils contiennent sont mises à germer dans des barquettes transparentes sur un papier craft humidifié, de même que 15 paquets témoins. Le pourcentage de germinations est ensuite relevé tous les jours de la première semaine puis de manière hebdomadaire durant 6 mois.

L'andain reste de nouveau 4 semaines pour la seconde phase de fermentation, à la suite de quoi 15 autres paquets sont récupérées et leurs graines mises en germination comme précédemment. Ensuite, l'andain composté est placé dans un troisième box, l'ancien est nettoyé de même qu'au premier transport. Cette fois, le box dispose d'un système d'aération qui aspire l'air par le sol. Le compost reste alors 8 semaines, ou plus, pour une maturation complète. Une fois cette phase terminée, les derniers sachets de graines sont récupérés et mis à germer de la même manière que les deux premiers lots.

Pour finir, après ces 4 mois dans la plateforme de compostage, le compost est épandu sur une large zone test de maximum 500m². La zone est quadrillée avec des piquets et de la ficelle agricole pour former des placettes. Chaque placette est numérotée par une lettre et un chiffre tels les cases d'un damier. Le comptage des germinations s'effectue de manière hebdomadaire, pendant une année, à la vue des premières feuilles composées. Lors des suivis, chaque nouvelle germination d'Acacia est indiquée par un bâton enroulé de ruban afin d'estimer spécifiquement la mort des individus.

2. Centrale Biomasse

Une autre possibilité de valorisation investiguée est l'utilisation du bois d'Acacia comme combustible pour produire de l'énergie électrique en central de biomasse. Cette méthode pourrait être intéressante car comme pour la carbonisation il est fort probable que les graines ne résistent pas à l'incinération. Il serait toutefois préférable de réaliser le suivi des germinations avec les cendres rejetées lors de la combustion car certaines graines peuvent survivre.

L'entreprise Voltalia a été rencontrée en 2022 pour échanger sur ce sujet. La teneur en chlore de l'Acacia, à savoir 0,15% de la masse sèche, suivant leur analyse préalablement réalisée, se trouve être trop corrosive pour le système d'évacuation des fumées de la centrale. Afin de vérifier si le taux de chlore diminue après la mort d'un Acacia, un second test est en cours de réalisation à partir d'un individu abattu 6 mois avant l'analyse. Le GEPOG est en attente du retour de l'entreprise Voltalia sur cette nouvelle analyse.

Par ailleurs, l'association a également été contactée par une seconde entreprise de biomasse, Idex, sur Montsinery. Au fait de la législation qui entoure les EEE en Guyane et dans l'attente des résultats à propos du chlore, ils seraient particulièrement intéressés pour utiliser le bois d'Acacia dans leur centrale et seraient prêts à mettre en place un premier test.

3. Bois d'œuvre

Certaines personnes utilisent aussi de l'Acacia comme un bois de construction et d'artisanat. Les caractéristiques de l'Acacia ont déjà été évaluées à cet effet, elles ne paraissent pas optimales pour des structures solides car son bois est de faible densité et présente une durabilité naturelle faible (Gnahoua *et* Louppe, 2003). Le manque de données de cette valorisation sur le territoire guyanais peut nous inciter à mener une plus large enquête pour recueillir des informations sur sa faisabilité.

III. Conclusion

Pour le moment, parmi les tests de valorisation effectués dans le cadre de la présente étude, seule la carbonisation des troncs d'Acacia paraît être envisageable comme technique de valorisation sous réserve que le protocole de décontamination soit bien appliqué lors de la coupe et du transport. Il conviendra également de confirmer l'intérêt de cette méthode en poursuivant les tests sur des branches et des graines.

Egalement, d'autres pistes prometteuses qui n'ont pas pu être explorées durant cette étude, par manque de temps et de budget, seront elles aussi à prendre en compte.

IV. Bibliographie

- AFNOR, B. (2006). NFU 44–051. Amendements organiques, dénominations, spécifications et marquages
- Antizar-Ladislao, B., Lopez-Real, J., & Beck, A. J. (2006). Investigation of organic matter dynamics during in-vessel composting of an aged coal–tar contaminated soil using fluorescence excitation–emission spectroscopy. *Chemosphere*, 64(5), 839-847.
- Balvanera, P., Pfaff, A., Viña, A., García Frapolli, E., Merino, L., Minang, P. A., & Sidorovich, A. (2019). Status and trends–drivers of change. Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: IPBES.
- Brito, L. M., Mourão, I., Coutinho, J., & Smith, S. R. (2015). Co-composting of invasive *Acacia longifolia* with pine bark for horticultural use. *Environmental technology*, 36(13), 1632-1642.
- Caro, R., de Frutos, H., Kitwana, A., & Shen, A. (2011). Typha charcoal in Senegal: changing a national threat into durable wealth. Massachusetts Institute of Technology, Technical Report, (15.915).
- Chidumayo, E. N., & Gumbo, D. J. (2013). The environmental impacts of charcoal production in tropical ecosystems of the world: A synthesis. *Energy for Sustainable Development*, 17(2), 86-94.
- Danthu, P., Ndong, M., Diaou, M., Thiam, O., Sarr, A., Dedhiou, B., & Vall, A. O. M. (2003). Impact of bush fire on germination of some West African acacias. *Forest Ecology and Management*, 173(1-3), 1-10.
- Dezécache, C. Etude et techniques d'épuisement de la banque de graines d'*Acacia mangium*.
- Feng, Q., Wang, B., Chen, M., Wu, P., Lee, X., & Xing, Y. (2021). Invasive plants as potential sustainable feedstocks for biochar production and multiple applications: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105204.
- Gnahoua, G. M., & Louppe, D. (2003). *Acacia mangium*.
- Handreck, K. A., Black, N. D., & Black, N. (2002). Growing media for ornamental plants and turf. UNSW press.
- Lorenzo, P., Álvarez-Iglesias, L., González, L., & Revilla, P. (2022). Assessment of *Acacia dealbata* as green manure and weed control for maize crop. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1-15.

- Mathieu, A., Stier, A., Roger, M., et Ricardou, A., (2021). Plan de lutte contre l'Acacia mangium en Guyane. Groupe d'Étude et de Protection des Oiseaux en Guyane, GEPOG, 108 p.
- Misra, R. V., ROY, R. N., & Hiraoka, H. (2005). Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome.
- Palisse, M. (2013). Libres de savane-pratiques et imaginaire autour des savanes de Guyane (Doctoral dissertation, GEPOG-Université des Antilles et de la Guyane).
- Roman, P., Martinez, M. M., & Pantoja, A. (2015). Farmer's Compost Handbook—Experiences in Latin America. Food and Agriculture Organization.
- Raabe, R. D. (1981). The rapid composting method. Cooperative Extension, University of California.
- Sharma, V. K., Cauditelli, M., Fortuna, F., & Cornacchia, G. (1997). Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting. *Energy Conversion and Management*, 38(5), 453-478.
- Sharma, S. K., Kumar, P., Rao, R. V., Sujatha, M., & Shukla, S. R. (2011). Rational utilization of plantation grown Acacia mangium Willd. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 8(2), 97-99.
- Souza-Alonso, P., Puig, C. G., Pedrol, N., Freitas, H., Rodríguez-Echeverría, S., & Lorenzo, P. (2018). Exploring the use of residues from the invasive *Acacia* SP. for weed control. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(1), 26-37.
- Stier, A. & de Pracontal, N. (2015). Manuel technique de gestion des savanes de Guyane. Groupe d'Étude et de Protection des Oiseaux en Guyane (GEPOG), 67 p.
- Theys, J. (2022). Étude des connaissances écologiques locales, représentations et usages du niaouli (*Melaleuca quinquenervia*) et de l'Acacia mangium par les habitant.e.s des savanes de l'Ouest guyanais. Groupe d'Étude et de Protection des Oiseaux en Guyane, GEPOG, 72 p.
- UPGE (2020). Préconisations pour une meilleure prise en compte du risque de dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) terrestres dans les projets de travaux. Cahiers des charges et EVEE. 29 p.
- UICN France (2015). Synthèse des assises nationales « espèces exotiques envahissantes : vers un renforcement des stratégies d'action » - Orléans, 23, 24 et 25 septembre 2014. Paris, France. 77 pages.
- UICN Comité français, Suez Recyclage et Valorisation France (2022). Accompagner le traitement des déchets de plantes exotiques envahissantes issus d'interventions de gestion. Guide technique. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. UICN Comité français & Office français de la biodiversité. 136 pages.

V. Annexe

Annexe 1 : Protocole de carbonisation réalisé par l'ADADS



Association Des Agriculteurs Des Savanes (ADADS)
14 rue Iréné Joigny
97350 Iracoubo

Protocole expérimentation charbonnage de l'Acacia Mangium

Contexte :

Dans le cadre d'un partenariat avec le GEPOG, l'ADADS conduit une expérimentation de charbonnage dans le cadre de l'action de valorisation des déchets végétaux issus de la lutte contre l'*Acacia mangium*.

L'expérimentation est réalisée par l'ADADS chez M LACARRIERE, piste de Rococoua à Iracoubo. Il dispose de quatre fours à charbon répartis sur son terrain (Un en partie haute et trois en partie basse, zone plus éloignée et difficile d'accès). Il sera assisté d'un ouvrier terrassier.

Acteurs :

- Maître d'ouvrage (MO) : GEPOG
- Maître d'œuvre (MOE) : ADADS
- Chef de chantier : Bruno LACARRIERE
- Ouvrier : Ti' Roche

Période, conditions et durée d'expérimentation :

L'expérimentation doit être réalisée en juillet 2022, en saison sèche et en dehors des périodes de fortes pluies. La durée de l'expérimentation sera de 9 jours au maximum.

Caractéristiques et principes du four :

Le four sélectionné pour mener l'expérimentation est situé à proximité de l'habitation de M LACARRIERE sur le haut du terrain. Il est facile d'accès et directement creusé dans le sol à la manière traditionnelle. Ce four est de dimension 4 m de long sur 1,20 m de largeur et 0,40 en profondeur. Son volume capacitaire maximum est de 4 m³ de bois.

Le four traditionnel est creusé directement dans le sol. Le bois est disposé dans la cavité sur deux longerons pour créer une ventilation à l'intérieur une fois que celui-ci est fermé. Le bois est recouvert d'une première couche de feuillage (feuille balourou) et une couche de terre d'une épaisseur de 20 cm. Le feuillage a pour rôle d'isoler le bois de la terre de recouvrement et ne pas étouffer la combustion.



Emplacement du four sélectionné



Association Des Agriculteurs Des Savanes (ADADS)
14 rue Iréné Joigny
97350 Iracoubo

Protocole :

Le protocole suivi correspond aux pratiques traditionnelles de production de charbon de bois dans un four en terre. Il suivra les étapes suivantes :

Étape 1 : Reconditionnement manuellement du four sélectionné avec la mise à niveau du décaissement et du pourtour (Longueur et largeur). Décaissement sur une profondeur de 40 cm pour une surface de 4m² avec une entrée et une sortie en triangle. Largeur de 1 m de côté.

Étape 2 : Réception et empilement du bois, de façon régulière, sur les deux longerons de 4m, disposés sur le sol. La disposition du bois de façon stable dans le four doit éviter l'effondrement significatif du bois qui occasionnerait une rupture d'approvisionnement en air.

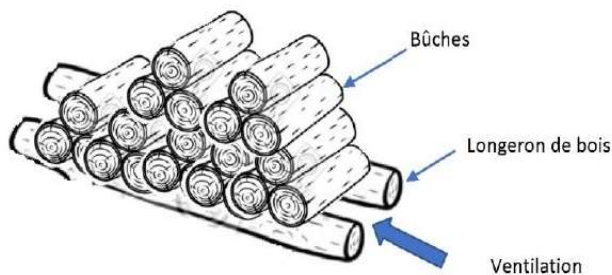


Illustration de la disposition du bois dans le four

Étape 3 : Recouvrement végétal.

Étape 4 : Couverture en terre (20cm), création de deux ouvertures aux extrémités du four (20 x 20 cm). La première ouverture est la prise au vent, la deuxième ouverture sert d'évacuation des fumées et goudron. Un dispositif de récupération du goudron pourra être mis en place par M LACARRIERE ;

Étape 5 : Allumage de la mèche constitués de petit bois et disposée dans l'ouverture de la prise au vent.

Étape 6 : A la prise en feu de la mèche, l'ouverture est obstruée avec des feuilles et de la terre pour rendre hermétique le début du four.

Étape 7 : Débute de la combustion. Quand la combustion atteint la deuxième ouverture, celle-ci est obstruée à son tour (Feuillage et terre).

Étape 8 : Fin de combustion et refroidissement.

Étape 9 : Ouverture du four par évacuation de la couverture de terre et de feuillage. Cassage des bûches pour morcellement.

- Mise à disposition au GEPOG du résultat de la carbonisation.
- Mise en sac de 15 à 20 kilos en fonction de la densité du bois.



Association Des Agriculteurs Des Savanes (ADADS)
14 rue Iréné Joigny
97350 Iracoubo

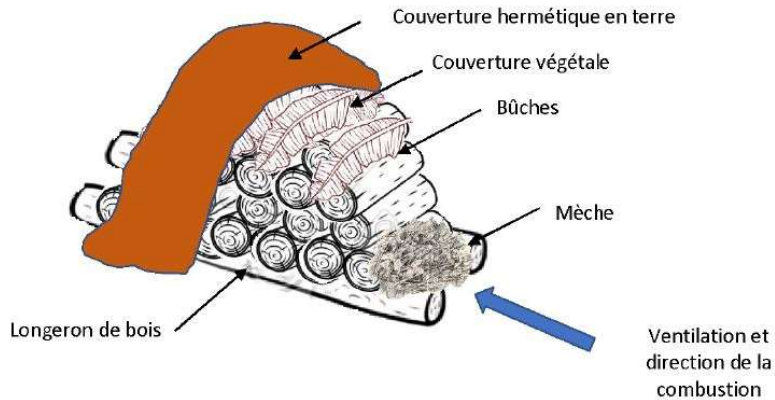


Illustration de la configuration complète du four

Volume de bois et petit matériel :

Le volume nécessaire pour un essai est de 4 stères de bois (4 m³) coupés en bûches de 1 mètre de long au maximum ainsi que 2 longerons de 4 m de long. Les bûches de bois peuvent être de différents diamètres avec un minimum de 5 cm Ø et un maximum de 20 cm Ø.

Petit matériel nécessaire à la conduite de l'expérimentation :

- 1 Pelle,
- 1 Pioche,
- 10 sacs de conditionnement (Type sac de riz)

Période et durée d'expérimentation :

En juillet 2022 pour une durée de 9 jours au maximum.

Durée par étape :

- Étape 1 à 6 : 1 jour
- Étape 7 : 2,5 jours en moyenne
- Étape 8 : 3 à 4 jours de refroidissement.
- Étape 9 : 1 jour

Fin du charbonnage :

A l'ouverture du four, la quantité totale de charbon de bois sera mis en sac pour être restitué sur place au GEPOG qui procédera au contrôle de la germination pour une période de 6 à 12 mois.

Rapport d'expérimentation :

Un rapport d'expérimentation sera élaboré en commun entre le GEPOG et l'ADADS. Il indiquera le protocole suivi ainsi qu'un avis qualitatif et des propositions d'utilisation du charbon.

VI. Résumé

L'*Acacia mangium* est une espèce exotique envahissante qui impacte les milieux ouverts guyanais comme les savanes du littoral et les espaces anthropisés. Partant d'une demande sociale et d'une obligation réglementaire, la lutte contre les espèces exotiques envahissantes doit s'accompagner de la valorisation de la ressource végétale ainsi obtenue. Cette valorisation doit cependant s'effectuer sans risque pour l'environnement, elle ne doit donc pas favoriser la dispersion de l'espèce en disséminant ses graines. Lors de cette présente étude, le compostage de $16m^3$ d'Acacia durant 8 mois a produit un total de 53 germinations et le BRF de $8m^3$ 6 en 5 mois. Seule la carbonisation des troncs d'Acacia s'est vue neutre en germination et pourrait être envisagée comme méthode de valorisation sous réserve d'investigations complémentaires.



Savane Roche-Blanche

Margier, C-E., Ricardou, A., Coûteaux, C. (2023). Comment valoriser l'*Acacia mangium*, une espèce exotique envahissante en Guyane, sans disperser ses graines ? Rapport GEPOG. 27 p.