

n°4

Mars 2023

LES CAHIERS de l'adaptation

aux changements climatiques sur le plateau des Guyanes

© Julie_Bossu

| Ecomatériaux et besoins en construction durable

E-magazine de la Fondation de l'Université de Guyane et de l'Agence de la transition écologique selon convention ADEME/UG 20GYC0082

Université de Guyane - Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel, situé sur le Campus de Troubiran, BP 20792, 97337 Cayenne Cedex

Comité éditorial : Julie Bossu, Chargée de recherche CNRS au laboratoire des Sciences du Bois de l'UMR EcoFoG (Guyane), Nadine Amusant, Déléguée Régionale à la Recherche et la Technologie pour la Région Guyane / Suzanne Pons, Fondation universitaire.

Conception & réalisation de la maquette : Amandine BAGOLE, wichiwichi.fr

Rédactrice en chef : Aline AURIAS

Rédactrice : Aline AURIAS

Photographies : les copyrights figurent sur les photos.

Réf N°4, mars 2023

ISSN (en ligne) : en attente



En application de la réglementation en vigueur, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification ou d'effacement, de limitation du traitement de vos données, d'un droit d'opposition, d'un droit à la portabilité de vos données ainsi que du droit de définir des directives relatives au sort de vos données après votre décès qui s'exercent par courrier électronique à cette adresse dpo@univ-guyane.fr

Vous disposez enfin du droit d'introduire une réclamation auprès de la Commission Nationale de l'Informatique et des libertés (CNIL), autorité de contrôle du respect des obligations en matière de données à caractère personnel. Pour consulter la Politique de protection des données de la Fondation universitaire, cliquez ici.

Si vous souhaitez vous désinscrire, veuillez cliquer ici / If you do not want to receive any other message from us, please follow this link.



La Guyane présente un cas atypique dans l'ensemble Français : une population jeune et en forte croissance, une importation massive d'aliments pour se nourrir et de matériaux pour l'habitat, avec un bilan carbone désastreux, et une forêt puissante.

Les arbres de cette forêt renferment en effet la moitié du stock de carbone de la forêt française dans leur bois. Mais avec le changement climatique en cours, la forêt guyanaise pourrait à l'avenir ne plus assurer son rôle de puits de carbone : effectivement si la température moyenne annuelle continue d'augmenter on pourrait atteindre un point de bascule et elle pourrait rejeter plus de CO₂ qu'elle n'en capte. Car si chaque année ce stock s'accroît de plus de 20 millions de tonnes, 20 millions de tonnes de bois mort sont digérées par les insectes et microorganismes. Et cela s'aggraverait avec la mortalité accrue des arbres en raison d'incendies

ou par déracinement, liés aux futurs épisodes de sécheresse et d'inondation.

En 2040 il y aura près de 600 000 habitants en Guyane. Il faudra trouver en forêt quelques milliers d'hectares de terres cultivables et construire plus de 6 000 logements chaque année. Or, la technologie actuelle de construction en Guyane est mal adaptée au confort de vie souhaitable et nécessitera une dépense de plus en plus grande en énergie domestique, qu'il faudra produire. Ces évolutions nous placent face à un mur et il ne faut pas hésiter à faire un pas de côté en nous inspirant de la nature et des savoirs anciens.

Mille hectares défrichés c'est 200 000 tonnes de bois déstockés. 6 000 logements en ossature bois permettraient de consommer 100 000 tonnes de bois massif, et de stocker durablement le carbone qu'ils contiennent. C'est peu comparativement au tonnage de bois des défriche-

ments. L'exploitation de ces produits de défriche produirait également un tonnage équivalent de coproduits utilisables comme isolants, molécules pour la chimie fine ou source d'énergie. On doit donc pouvoir, comme jadis ou ailleurs, trouver une solution pour réduire la perte de carbone en Guyane.

La diversité des espèces (250 à l'hectare) a pu être considérée comme un handicap par notre système industriel. Il faut en faire un atout, pour trouver les bois adaptés à chaque situation dans l'habitat. C'est un enjeu scientifique et de société passionnant pour la jeunesse guyanaise qui doit se former dans les savoirs et savoir-faire de la forêt, du bois et de la construction.

Bernard Thibaut, Directeur de recherche émérite CNRS et Membre de l'Académie d'Agriculture de France





**Enjeux : Quel habitat durable pour une population équatoriale en expansion,
dans un contexte de changement climatique ?**

CHIFFRES-CLÉS

PORTRAIT d'acteur : Julie Bossu

La diversification, clé d'une haute valeur ajoutée de la filière bois ?

La conception de nouveaux éco-matériaux

3 questions à Laurent Claudot

Perspectives et messages clés

Messages aux décideurs

p. 6 - 9

p. 10 - 11

p. 12 - 14

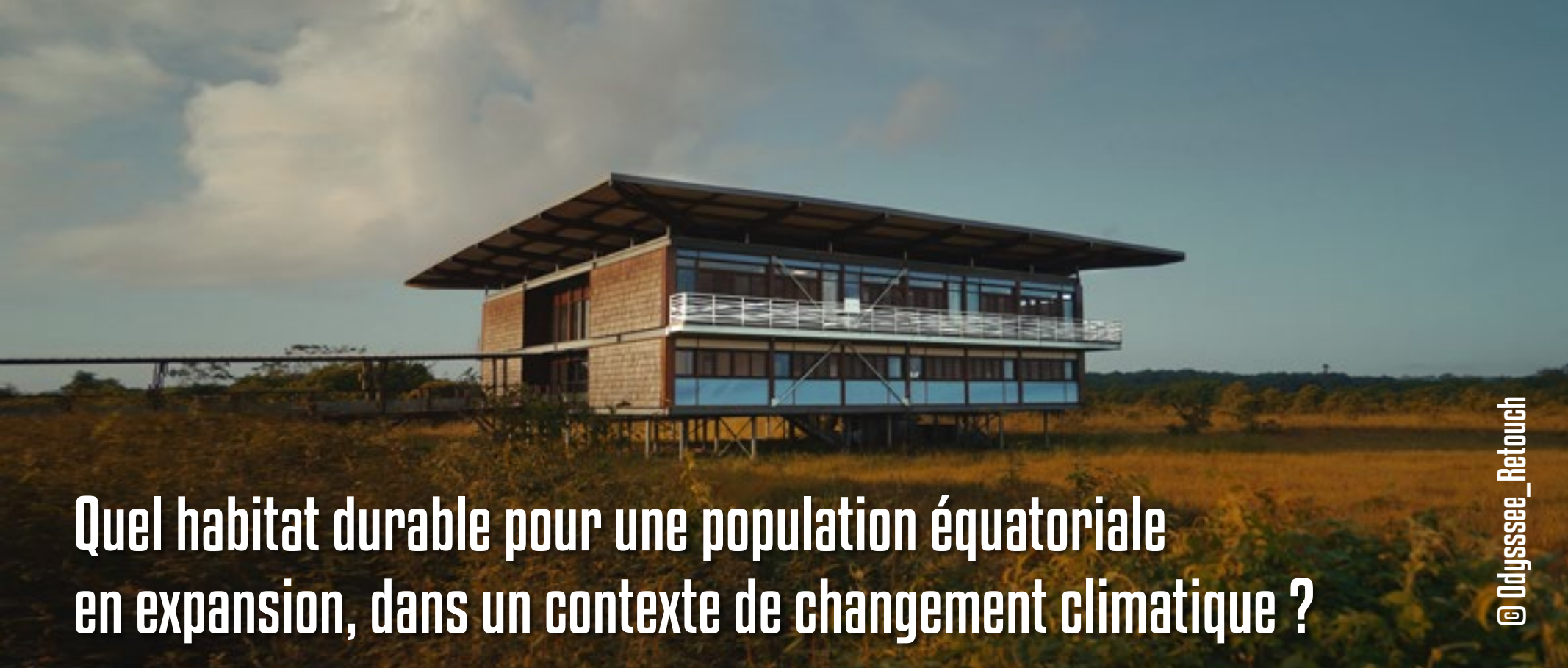
p. 16 - 23

p. 24 - 26

p. 28 - 29

p. 30 - 31

p. 32 - 33



Quel habitat durable pour une population équatoriale en expansion, dans un contexte de changement climatique ?

La population guyanaise aura doublé d'ici le milieu du siècle. Dans le même temps, d'ici la fin du siècle, les températures devraient augmenter de 1,5 à 2°C par rapport à aujourd'hui. Comment loger ces nouveaux habitants de façon salubre tout en assurant le confort thermique de leurs habitations, alors que nous manquons de matériaux adaptés aux environnements chauds et humides ? Une solution peut être le développement de nouvelles filières locales d'éco-matériaux pour l'isolation des bâtiments.

Les dernières projections de l'évolution des températures attendues en Guyane tablent sur une augmentation de 1,5°C à 2°C des maximales par rapport à la moyenne actuelle d'ici 2100 (données Projet GuyaClimat). Les températures minimales, elles, pourraient prendre 2,5°C, voire 3° supplémentaires. Dans le même temps, la croissance démographique guyanaise devrait conduire à un doublement du nombre d'habitants entre 2014 et 2030. Pour loger une partie de cette population grandissante, la Direction de l'en-

vironnement, de l'aménagement et du logement affiche dans son dernier rapport (2017) un besoin en construction représentant plus de 45 000 logements d'ici 2030, à raison de 6500/an au minimum. Si les contraintes locales présentes et à venir sont correctement prises en compte, cet accroissement massif du parc immobilier pourrait constituer une opportunité unique pour établir une nouvelle norme de construction, adaptée au climat actuel équatorial, et à celui qui résultera des impacts du changement climatique.

La construction actuelle n'est pas en adéquation avec les enjeux

Moisissures, murs qui ruissellent, maisons étouffantes... à l'exception notable des maisons bioclimatiques, les normes de construction et d'isolation, directement importées de la métropole, ne sont pas adaptées à un environnement chaud et humide. Conséquence, les populations locales voient leur santé impactée, ainsi que leur bien-être. Au-delà des aspects de salubrité, du fait de conceptions qui ne tiennent pas toujours compte des spécificités du climat intertropical, les bâtiments guyanais classiques manquent également de confort thermique, notamment dans le secteur tertiaire. S'il existe de nombreuses règles de conception permettant d'améliorer la ventilation naturelle et d'éviter des expositions trop fortes à l'ensoleillement direct, on n'en trouve aucune sur le type des matériaux à employer en zone trop humide ou les règles d'usage à suivre en milieu équatorial. En conséquence,

le recours à la climatisation, déjà fréquent, risque d'augmenter avec l'intensification des fortes chaleurs. Dans son édition 2016, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie envisageait ainsi que l'explosion démographique en cours en Guyane engendrerait une augmentation de la consommation énergétique de 48,3% d'ici à 2030. Or, toujours selon ce rapport, pour le secteur du bâtiment, l'usage de la climatisation et l'amélioration de l'isolation sont les deux pistes principales de réduction des consommations. Deux voies qui sont aussi mises à l'honneur dans la RE2020, cette réglementation thermique et environnementale qui s'applique à toutes les constructions neuves. Celle-ci met en effet l'accent sur l'amélioration du confort thermique des logements, à des fins de diminution des émissions carbone et de la demande énergétique.



Valoriser la ressource locale en bois pour développer des matériaux plus adaptés au territoire

Pour assurer le confort thermique des logements mis à la disposition des populations vivant en région intertropicale, l'isolation est donc incontournable. Mais les matériaux isolants conventionnels ne sont satisfaisants ni du point de vue technique, ni du point de vue environnemental, en raison du carbone qu'ils génèrent à la fois lors de leur production et de de leur transport du continent européen vers la Guyane. Il y a donc urgence à développer des biomatériaux d'isolation innovants et performants en zone équatoriale, qui pourraient

de plus être produits localement, pour limiter l'importation et redynamiser l'emploi guyanais. Une voie potentielle serait de considérer la production d'isolants locaux à partir de biomasse résiduelle, une filière bien développée dans l'hexagone mais encore inexistante en Guyane. En effet, la production locale de bois, essentiellement à destination du bois massif pour la construction, génère une grande quantité de biomasse résiduelle lors de la transformation.

Vert : part moyenne du volume valorisé lors de l'exploitation d'un fût ; bleu : nouveaux volumes potentiellement valorisables





“

Représentant près de 45% de la biomasse totale prélevée, ces connexes aujourd'hui essentiellement transformés par la filière bois énergie pourraient permettre la mise en place de filières à plus forte valeur ajoutée.

D'autre part, l'augmentation massive de la population va s'accompagner d'une mutation importante de l'usage des sols, qui s'accompagnera du défrichement de surfaces terrestres importantes, pour créer les zones d'habitat, commerciales, industrielles et agricoles nécessaires aux besoins de ces nouveaux habitants. Les estimations actuelles du Schéma d'Aménagement Régionale Guyane tablent sur un besoin de 45 000ha pour couvrir les seules SAU (Surfaces Agricoles Utiles) nécessaires à l'alimentation de cette population. Ces transformations vont générer de très grands volumes de biomasse à valoriser. Certains de ces résidus auront également vocation à alimenter les centrales électriques à biomasse, mais une large part pourrait contribuer à l'émergence de nouvelles filières à haute valeur ajoutée. Elles permettraient une valorisation optimale des produits

de défriche, en fonction de leurs caractéristiques techniques.

Cette voie d'action, en plus de contribuer à la création de richesse sur le territoire guyanais, pourrait permettre d'y créer des emplois en diversifiant les activités de la filière bois locale, tout en améliorant la durabilité du secteur de la construction. Une stratégie gagnant-gagnant-gagnant.

Ces initiatives sont adaptables au reste du plateau des Guyane, qui subit les mêmes stress environnementaux, dispose de ressources similaires et connaît les mêmes problématiques sociales que la Guyane Française.



L'augmentation de la température due au réchauffement climatique est déjà avérée + 1,3 °C sur la période 1955-2009.

D'après les projections, une augmentation supplémentaire supérieure à 1 °C est prévue au cours des 50 prochaines années.

x 2



La population Guyanaise devrait doubler entre 2014 et 2030, pour passer à 600 000 habitants.

Cette explosion démographique va s'accompagner d'une forte augmentation des besoins :

1

En matériaux pour la construction

2

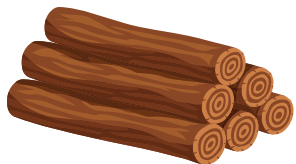
En énergie. si l'on veut augmenter la part des énergies renouvelables dans un mixte énergétique (50 % de biomasse d'ici 2030), il faudrait tendre vers une production de 600 000 T bois énergie/an d'ici 2035

3

En surfaces agricoles (25 000 ha de surface agricole utile supplémentaire)



En 2018, l'Institut national de la statistique et des études économiques tablait sur 120 000 logements sociaux supplémentaires à construire d'ici 2040



Environ 4 500 ha à 5 500 ha/an de défriches sont prévues pour fournir à cette population des zones d'habitation, industrielles et commerciale.



En parallèle, la production de bois d'œuvre produit de grandes quantités de biomasse résiduelle (de l'ordre de 45%)

- VALORISATION EN BOIS ÉNERGIE MAJORITAIRE à l'heure actuelle
- Développer de NOUVELLES VOIES DE VALORISATION

=

Une grande quantité de
BIOMASSE
résiduelle très diverse

1 800

espèces d'arbres
décrites en Guyane

- 500 dont le diamètre est suffisant pour sciage/construction bois plein
- 70 exploitées commercialement
- Angélique, Grignon Franc et Gonfolos font plus de 70% de la production
- L'Angélique fait essentiel de cette production



PORTRAIT d'acteur :

Julie Bossu, la science du bois au service de la durabilité

© Julie_Bossu



Quelques dates clés...

1988

Naissance à Chalon-sur-Saône

2015

Soutien sa thèse à l'UMR EcoFoG (Université de Guyane), où elle explore le potentiel de deux espèces locales pour la plantation en Guyane

2015-2017

Post-Doctorat dans l'équipe MACS de l'Institut Charles Gerhardt (Montpellier), sur l'étude du gonflement du bois où elle prend le goût des projets liés à l'innovation matériau

2017-2018

Post-Doctorat dans l'équipe « Fibre Platform » de l'Institute for Paper, Pulp and Fibre Technology, (TU Graz, Austria), dans le cadre du K-Project européen FLIPPR, où elle se forme à la science des fibres et du papier et découvre les projets à l'interface entre recherche et industrie

2018-2019

Post-Doctorat dans l'équipe « ePOP » de l'UMR IATE (Supagro, Montpellier), dans le cadre du projet H2020 GLOPACK, pour le développement de biocomposites biodégradables pour l'emballage alimentaire

2019-2020

Post-Doctorat volontaire dans l'équipe du « Woodlab » de l'Université de Gand (Belgique) – où elle suit son compagnon et apporte son soutien aux travaux sur la durabilité et la cohésion des panneaux de fibres

2020-2021

Post-Doctorat dans l'équipe « ePOP » de l'UMR IATE (Supagro, Montpellier), sur le comportement thermique de biopolymères biosourcés

fév 2021 - auj

Chargée de recherche CNRS au laboratoire des Sciences du Bois de l'Unité Mixte de Recherche Écologie des Forêts de Guyane (UMR EcoFog Guyane)

Julie Bossu est chargée de recherche au CNRS. Co-responsable du Laboratoire des Sciences du Bois de l'UMR EcoFoG, elle s'est formée aux multiples aspects de l'ingénierie du bois et aux nombreuses voies de valorisation de cette ressource. Avec toujours, en toile de fond, la volonté d'inscrire ces usages dans une gestion durable.

Au départ, ce qui pousse Julie Bossu à s'intéresser au bois, c'est l'envie de travailler dans un secteur lié à l'environnement. Entrée dans le milieu par l'Ecole Supérieure du Bois, de Nantes, elle commence réellement à se former aux enjeux de gestion durable de la ressource forestière et au développement de matériaux innovants à partir des ressources tropicales dans le cadre d'un échange avec l'Université Fédérale du Paraná (Curitiba, Brésil).

L'étude du bois dans tous ses états

Dix ans plus tard, en poste, sa recherche s'étend de la caractérisation du bois massif jusqu'au potentiel des matériaux fibreux et des biopolymères, avec un focus plus marqué sur le développement de matériaux voués à la construction et l'isolation. Elle explore également les propriétés des molécules conférant aux bois durables leur résistance aux xylophages, et la possibilité d'extraire ces composés pour transférer la durabilité à des bois plus sensibles. Une large palette de compétences qui est nourrie par le fait de travailler dans un département d'outre-mer. « *La Guyane est un territoire où les chercheurs ont la possibilité d'effectuer l'ensemble du processus de recherche depuis le prélèvement en forêt, l'analyse en laboratoire jusqu'au transfert technologique aux collectivités et aux industriels* », s'enthousiasme Julie Bossu.



Ne pas faire feu de tout bois

L'enjeu de durabilité, pour la chercheuse, est dans la diversification des espèces utilisées et des usages faits de celles-ci. En effet, à l'heure actuelle, remarque-t-elle, au-delà du fait que seul un petit nombre d'espèces sont exploitées commercialement, les deux voies de valorisation quasi exclusives restent encore le bois massif pour la charpente et la combustion en centrale de la biomasse résiduelle pour la production d'électricité. Or, « avec l'explosion démographique en cours en Guyane, de grandes défriches vont nécessairement avoir lieu pour répondre à la mutation d'usage des sols, pour l'agriculture comme pour les nombreux logements qui devront être construits. Pour tirer le meilleur parti de la biomasse résiduelle qui en résultera, et assurer une gestion aussi durable que possible de l'ensemble des ressources forestières, il est urgent de convaincre de l'énorme valeur ajoutée que peuvent présenter d'autres filières de valorisation ».





“

Avec l'explosion démographique en cours en Guyane, de grandes défriches vont nécessairement avoir lieu [...] Pour tirer le meilleur parti de la biomasse résiduelle qui en résultera, et assurer une gestion aussi durable que possible de l'ensemble des ressources forestières, il est urgent de convaincre de l'énorme valeur ajoutée que peuvent présenter d'autres filières de valorisation

Julie Bossu

A photograph showing two individuals, a man in a light-colored shirt and a woman in a blue shirt, carrying a very large, thick log on their shoulders through a dense tropical forest. The forest floor is covered with fallen leaves and branches, and the background is filled with tall trees and lush greenery.

La diversification, clé d'une haute valeur ajoutée de la filière bois ?

© Julie_Bossu

Dans le contexte guyanais actuel, les conditions d'une réponse aux besoins croissants en bois de construction et en habitats adaptés aux spécificités locales ne sont pas remplies. Des innovations sont donc nécessaires pour développer une construction guyanaise qui soit écologique et adaptée au climat actuel et futur de la zone intertropicale, tout en limitant l'impact carbone et environnemental de la filière bois locale, dans son ensemble. Les pistes explorées par l'UMR EcoFoG font le pari de la diversification des essences et des usages.

Le couvert forestier guyanais, qui occupe plus de 95% du territoire, est également d'une grande richesse spécifique. En effet, là où environ 150 espèces forestières ligneuses ont été identifiées dans l'hexagone, plus de 1800 essences forestières ont été décrites à l'heure actuelle en Guyane. L'uniformité apparente de la forêt guyanaise cache en fait une variété de structures forestières, et une impressionnante diversité par unité de surface. Cette hétérogénéité de la ressource complexifie l'exploitation forestière commerciale. De fait, bien que 500 espèces présentent un diamètre suffisant pour une utilisation en bois massif pour la construction, moins de 70 sont exploitées commercialement, et 70% du volume de bois produit est concentré sur trois espèces seulement : les Gonfolos, le Grignon franc et l'Angélique, qui représentent l'essentiel du bois exploité. Le programme régional forêt-bois de Guyane s'est fixé une multiplication par trois des productions de bois d'œuvre et de bois énergie d'ici 2029. Pour atteindre ces objectifs, et répondre aux enjeux d'un développement durable de la filière qui soit compatible avec la lutte contre

le changement climatique et créateur d'emploi, les modalités du modèle d'exploitation forestière actuel doivent évoluer. La biomasse forestière constitue en effet un formidable gisement de ressources dont la valorisation pourrait être optimisée afin de mieux répondre aux besoins du marché guyanais.

PRODUCTION
de BO et BE

X 3
d'ici 2029

70 000 m³ à 210 000 m³ (BO)
116 000 tonnes à 347 000 tonnes (BE)

Une diversification des essences

Élargir la palette d'espèces exploitées en forêt naturelle

Parmi les essences dites « secondaires » que la filière bois gagnerait à valoriser, les Mahos représentaient environ 12% des tiges lors de de l'inventaire forestier de 2020 sur la station expérimentale de Paracou (données ECOFOG). Mais ce nom vernaculaire recouvre une grande diversité d'espèces, similaires d'aspect mais dont les bois présentent des propriétés technologiques différentes. Cette difficulté à garantir les performances techniques du bois exploité lorsqu'on prélève un Maho est un véritable verrou technique, qui doit être levé si l'on veut procéder à l'exploitation commerciale de ces taxons. C'est l'objectif d'une étude lancée par le Laboratoire des Sciences du Bois de l'UMR EcoFoG et le CTFBG, qui entend déterminer des critères morphologiques fiables et applicables en forêt, permettant de différencier sur pied les trois principaux taxons regroupés sous chacune des deux

appellations de Mahos rouges et noirs, lors des inventaires pré-exploitation. Pour ce faire, les chercheurs veulent utiliser une méthode de spectroscopie proche infrarouge, qui permettrait d'établir la signature de l'espèce à partir de la composition chimique de son bois. Ce projet permettra à terme d'avoir recours à des spectromètres portables pour identifier les taxons grâce à leur empreinte chimique. Un second volet de ce travail s'attachera à caractériser les propriétés technologiques de base de ces taxons, ainsi que leur durabilité naturelle face aux xylophages et lignivores. Les fiches techniques issues de ce travail devraient donner aux gestionnaires et exploitants forestiers des clés pour s'approprier cette ressource clé, dont l'exploitation pourrait aider la filière bois guyanaise à répondre à ses objectifs de production.



Caractériser les bois issus des plantations expérimentales, pour guider la mise en place de parcelles productives et durables

Bien qu'essentielle, la diversification des essences forestières exploitées ne suffira pas à couvrir l'ensemble des besoins en bois d'une population guyanaise en forte augmentation. La mise en place d'une filière de production de bois issu de plantations apparaît comme une nécessité pour assurer une gestion durable de l'écosystème forestier guyanais. Cependant, un arbre de plantation ne présente pas nécessairement les mêmes propriétés technologiques qu'un spécimen de la même espèce issu de forêt naturelle. Récemment, les travaux¹ d'Eric Nicolini, du CIRAD, dans le cadre du projet FEDER « ForesTreeCulture » ont étudié les caractéristiques technologiques de trois espèces natives (*Simarouba amara*, *Vochysia tomentosa*, *Bagassa guianensis*) et d'une espèce d'Afrique de l'Ouest (*Tarrietia utilis*, dont le potentiel de production est prometteur). La comparai-

son des résultats obtenus aux valeurs de référence provenant d'arbres de forêt naturelle a permis de mettre en lumière des comportements proches, très encourageants. Une autre espèce guyanaise, *Cordia alliodora*, a également été considérée. Bien connue en Amérique centrale et à Saül en Guyane pour la qualité de son bois et son fort potentiel de croissance en milieu anthropisé, l'espèce locale a démontré, comme *B. guianensis*, un réel potentiel technologique pour la production de bois de charpente, tandis que *S. amara* et *V. tomentosa* seront mieux adaptées aux marchés de menuiserie intérieure et emballage. Une stratégie² de croissance optimale alliant vitesse et qualité du bois a même été décrite pour *C. alliodora* et *B. guianensis*, assortie de recommandations pour le choix du terrain, la préparation du sol, la densité de la plantation et son entretien.

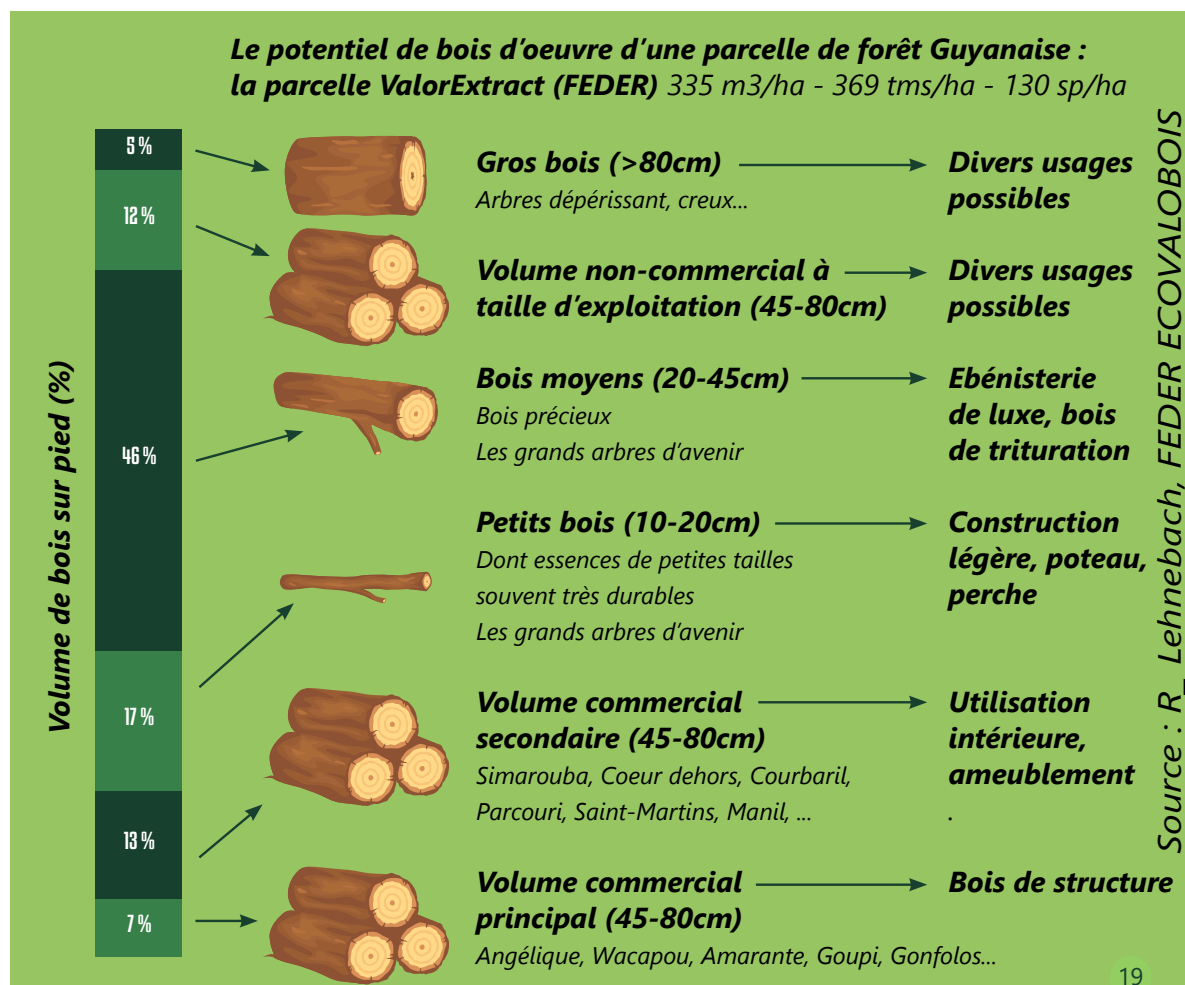


Une diversification des usages

Mais le potentiel de développement de la filière bois ne se limite pas à l'exploitation de nouvelles espèces. Sa future diversification pourrait également s'appuyer, pour les mêmes ressources, sur une plus grande diversité d'usages, en se réappropriant d'une part les savoirs traditionnels locaux et en développant d'autre part de nouveaux procédés innovants.

Valoriser en cascade les produits de défriche et connexes d'exploitation

L'augmentation de la demande en bois (construction et énergie), ainsi que la conversion de zones forestières en zones agricoles et urbaines qui accompagnent la croissance de la population guyanaise vont entraîner le défrichage d'une grande diversité d'essences secondaires aux diamètres et aux propriétés non adaptés à un usage en bois massif conventionnel. Pour valoriser au mieux cette biomasse ligneuse abondante et minimiser le gaspillage de la ressource forestière mobilisée par ces changements, EcoFoG a lancé le projet ECOVALOBOIS (coordonné par Romain Lehnebach, CIRAD). Financé par le fonds européen de développement régional (FEDER), ce projet vise à construire un modèle de valorisation en cascade de la défriche forestière et des connexes d'exploitation. S'intéressant à des espèces et des usages qui n'étaient pas envisagées jusqu'ici, il permettrait de diversifier la chaîne de valeur de la filière biomasse et énergie. Basé sur l'étude *in-situ* de deux parcelles de défriche forestière, ce modèle proposera *in fine* une cartographie des gisements potentiels en fonction des qualités des bois et des zones d'exploitation et discutera de la pertinence économique des filières proposées au regard des enjeux liés au développement durable.



Construire autrement : la bonne ressource, au bon endroit

Un autre projet de recherche, qui plaide également pour un élargissement de l'assiette des essences utilisées en sciage, propose aussi de considérer l'usage des bois ronds de petit diamètre, jusqu'ici inexploités, en remplacement des poteaux téléphoniques et pieux rondinés, actuellement importés, ou pour un usage déjà présent dans les savoirs-faires locaux : celui de la construction de structures légères type carbet.

La ressource est en effet considérable : sur plus de 80 000 arbres suivis annuellement sur les parcelles forestières de la station expérimentale de Paracou (CIRAD, UMR EcoFoG), seuls 2% des tiges possèdent un diamètre qui permette leur exploitation comme bois d'œuvre selon les critères établis par l'ONF (55cm), alors que plus de 80% des tiges ont un diamètre inférieur à 28cm. Le projet Bois Ronds (CNRS-80Prime, collaboration EcoFoG-LMGC Montpellier) est consacré à l'identification des espèces les plus prometteuses pour le développement d'une telle voie de valorisation. Il consiste notamment à évaluer la ressource disponible, à analyser les propriétés techniques des bois étudiés en termes de mécanique, fissuration au séchage,

durabilité face aux xylophages... pour enfin concevoir des structures innovantes et légères, mettant à profit les performances naturelles de ces tiges. En effet, cette ressource, si elle était mieux caractérisée, pourrait permettre le développement de nouvelles solutions architecturales garantissant la construction d'un grand nombre d'habitats durables en Guyane.

D'autre part, selon les résultats d'Ecovalobois, même les bois nerveux comme le wapa, espèce très abondante en Guyane mais difficilement sciable en raison de sa tendance à fendre facilement, pourraient être valorisés. En tirant profit de cette caractéristique cette espèce pourrait être utilisée comme bois de fendage, pour la production de bardeaux par exemple, un usage ancien qui pourrait être réactualisé.

Ainsi, le bois d'espèces abondantes jusqu'ici inutilisées pourrait trouver un débouché et permettre de répondre de façon durable à l'augmentation de la demande en bois de construction, sans augmenter la surface forestière exploitée.



© M. Leroy

Le projet Bois Ronds est consacré à l'identification des espèces les plus prometteuses pour le développement d'une telle voie de valorisation.

L'usage du bois en bois rond (sans usinage) permet de conserver l'optimum d'organisation des fibres du matériau biologique, telle qu'elle a été mise en place par l'arbre pour répondre à ses besoins mécaniques. Les équipes d'EcoFog ont démontré que les propriétés mécaniques mesurées sur cette structure complète sont supérieures à ce qui serait mesuré après sciage.



© C. Ogéron

ALLER + LOIN



¹ Morel H. *et al.* (2018). *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 334, 61–74.
<https://doi.org/10.19182/bft2017.334.a31492>

² Thèse de doctorat Julie Bossu -
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01430243>



Essais mécaniques sur tiges bois ronds



Equipe laboratoire des sciences du bois



Essai ténacité



Laboratoire de chimie



La conception de nouveaux éco-matériaux

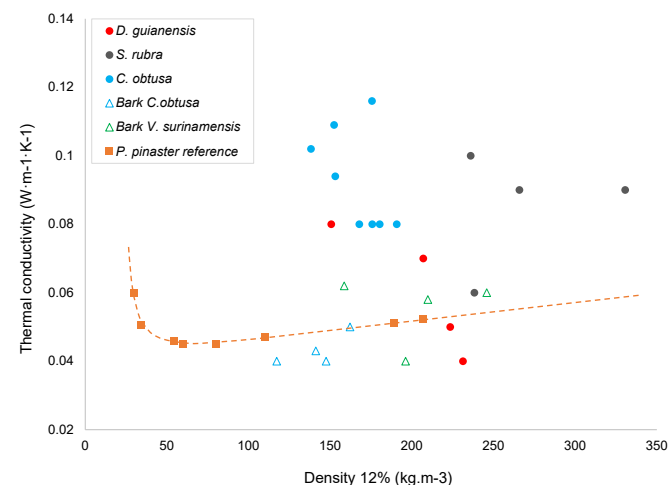
Dans l'hypothèse où tous les bois ronds ou non sciés pourraient retrouver leurs usages traditionnels et en inspirer de nouveaux plus innovants, une large part des produits de défriche et des connexes de scieries resterait encore sans voie de valorisation à haute valeur ajoutée. Ceux-ci représentent cependant un énorme potentiel d'innovation. EcoFoG fait le pari de reconsidérer leur valeur grâce à une approche nouvelle : celle de la conversion en de nouveaux matériaux biosourcés à la fois locaux, innovants et performants en zone tropicale humide.

Transformer une partie de la biomasse résiduelle en isolant

Dans le cadre du projet **GuyaValoFibres** (CNRS-PEPS), qui a débuté en 2018, Julie Bossu et ses collaborateurs ont exploré le potentiel des fractions fibreuses de la biomasse végétale locale pour produire par voie thermomécanique des panneaux semi-rigides non-tissés. Mélangées avec 5 à 10% de fibres synthétiques, et feutrées, elles permettent de produire des matériaux qui, parce qu'ils présentent de très faibles conductivités thermiques, ont un grand potentiel comme isolant. Ces panneaux ont également pu être caractérisés pour un grand nombre de paramètres essentiels à leur utilisation en construction. Une première modélisation thermique a même indiqué une baisse de consommation énergétique attendue de 60% avec 5 cm de ce matériau en toiture et parois pour une habitation de 90m². Avec le nouveau projet **PANTHER² Guyane** (financé par l'Agence Nationale de la Recherche) initié cette année, projet de plus grande ampleur avec de nouveaux collaborateurs pour aborder

les aspects d'ingénierie industrielle, l'équipe de Julie Bossu, cherche maintenant à aller plus loin. L'objectif est de tester une plus grande diversité de fibres mais aussi d'améliorer le produit et sa caractérisation, et finalement d'en évaluer la viabilité technique, économique et environnementale. L'objectif final sera d'évaluer, à l'aide de modèles interdisciplinaires spécialement conçus, l'impact de cette nouvelle bioéconomie sur la filière bois guyanaise, et de travailler à son transfert vers des parties prenantes industrielles. L'enjeu est d'autant plus important qu'à l'heure actuelle, et malgré les besoins locaux, aucun isolant n'est produit dans et pour les régions inter-tropicales. D'autres projets à EcoFoG veulent d'ailleurs explorer le potentiel d'isolants mixtes fibres-terre crue, comme le projet « La Fibre Tropicale », déposé à l'ADEME, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Propriétés thermiques des panneaux d'isolation développés à partir des résidus de scierie ou de défriche. Ce graphique illustre la conductivité thermique des panneaux (que l'on cherche la plus faible possible pour une meilleure isolation) en fonction de leur densité. En orange, une référence commerciale de panneau de pin déjà commercialisée dans l'hexagone. On voit que pour plusieurs panneaux guyanais, notamment pour ceux conçus à partir d'écorce de bois canon (*Cecropia obtusa* - triangles bleus), d'écorces de yacamadou marécage (*Virola surinamensis* - triangles verts) et de sciures d'angélique (*Dicorynia guianensis* - points rouges), on obtient des résultats similaires voire meilleurs que la référence commerciale.



Graphique issu de Bossu, J., Moreau, J., Delisée, C. et al. Revealing the Potential of Waste Fibers from Timber Production and Clearings for the Development of Local Bio-based Insulation Fiberboards in French Guiana. Waste Biomass Valor (2023). <https://doi.org/10.1007/s12649-023-02085-9>

Utiliser les molécules extractibles comme bioadditifs et biotraitements

Mais les ressources issues du bois ne s'arrêtent pas à l'échelle du visible. En effet, chaque espèce de bois est caractérisée par sa résistance aux champignons et insectes xylophages, sa durabilité naturelle. Celle-ci lui est conférée par des composés accumulés dans le bois, lesquels peuvent être isolés par extraction. Les travaux menés depuis plusieurs décennies au sein de l'UMR EcoFoG ont ainsi pu montrer que, grâce à ces extractibles, la durabilité d'un bois peut être transférée par imprégnation à un bois blanc, plus sensible voire appétant, afin de protéger ce dernier. Ces biotraitements, applicables au bois massif si l'on parvient à l'imprégner à cœur, pourraient permettre de réintégrer des bois blancs jusqu'ici écartés en raison de leur faible durabilité naturelle dans le système productif de la filière. Leur faible coût environnemental représente aussi un atout majeur. De premiers résultats indiquent en effet qu'à 8% de concentration, certains extraits testés produisent des effets similaires aux traitements conventionnels et polluants.

Au-delà des aspects de préservation naturelle, d'autres composés issus de substances naturelles peuvent être employés pour développer des adhésifs naturels ou encore des additifs pour améliorer d'autres propriétés comme la réaction au feu des matériaux. D'autres projets sont actuellement développés en ce sens au laboratoire des sciences du bois d'EcoFoG, en collaboration avec l'unité BIOWOOEB (CIRAD, Montpellier). Issus d'approches multidisciplinaires mêlant science du bois, biotechnologie et chimie verte, ces innovations ont le potentiel d'aboutir à des produits à très forte valeur ajoutée et à faible impact environnemental. Pouvant être produits et utilisés localement, ces nouveaux éco matériaux sont plus durables que les produits commerciaux correspondants, et se montrent plus adaptés aux contraintes de mise en œuvre en milieu équatorial. Ils représentent une réelle opportunité pour développer de nouvelles filières industrielles performantes et durables en Guyane.



Extraction de
molécules d'intérêt



Essais mécaniques sur bois ronds en dimension d'emploi, menés par les étudiants

3 QUESTIONS À

Laurent Claudot



Ingénieur conseil en efficacité énergétique du bâtiment et énergies renouvelables, Président de l'association AQUAA, Actions pour une Qualité Urbaine et Architecturale Amazonienne



1 Qu'est-ce qui a mené à la création d'AQUAA et que fait l'association ?

L'association a été créée en 2004 sous l'impulsion d'architectes et d'ingénieurs qui voulaient adapter la certification Haute Qualité Environnementale à la Guyane. AQUAA s'attache à rassembler les ressources et retours d'expériences sur les matériaux et constructions écologiques, pour les mettre à disposition des professionnels. Ce centre de ressources est l'un des pôles autour desquels s'est structurée l'association. Les deux autres sont la sensibilisation

du grand public, notamment en milieu scolaire, et la formation des professionnels à la construction bioclimatique. Aujourd'hui, AQUAA compte six salariés, et deux autres sont en cours de recrutement pour remplir de nouvelles missions. Nous avons en effet été retenus comme service d'aide au grand public pour la rénovation énergétique et pour une étude sur les déchets du bâtiment, qui préfigure un observatoire de l'économie circulaire.

2 En quoi l'approche HQE est-elle pertinente pour la Guyane ?

La HQE, déclinée QEA en Guyane pour Qualité Environnementale Amazonienne, a un intérêt partout dans le monde, car elle permet d'analyser les données d'entrée liées aux besoins de construction : climat, mode de vie locaux, matériaux disponibles... Le problème en Guyane, c'est que nous importons tout d'Europe du Nord, y compris la conception des bâtiments ! Avec la montée de la mondialisation, on assiste également à une uniformisation des réglementations, au détriment des particularités locales. Et cet effet a été renforcé par la disponibilité, jusqu'ici, d'une énergie peu chère, qui permettait de rendre habitables des bâtiments conçus pour d'autres climats, grâce

à la climatisation. En Guyane il existe pourtant une architecture vernaculaire adaptée au climat local. Mais les modes de vie ont évolué et ces bâtiments ne répondent plus aux besoins actuels. Il faut réapprendre à construire en tenant compte des tenants et aboutissants du pays dans lequel on bâtit. Cet enjeu est d'autant plus pressant que, du fait de la dynamique de la population guyanaise, plus de la moitié des bâtiments nécessaires d'ici trente ans ne sont pas encore construits ! La pression pour construire vite, et donc généralement en béton qui conserve la chaleur, se fait sentir. C'est là que les pouvoirs publics disposent d'un levier important, via la commande publique.

“ Le problème en Guyane, c'est que nous importons tout d'Europe du Nord, y compris la conception des bâtiments !

3 Que manque-t-il pour faire advenir ce changement de pratiques ?

A l'heure actuelle, les matériaux adaptés à nos latitudes ne sont pas encore produits à l'échelle industrielle. Il existe cependant un écosystème d'architectes, ingénieurs, industriels et chercheurs qui se mobilisent sur ses questions. Je co-encadre par exemple deux thèses qui s'intéressent à l'ajout de matériaux biosourcés, l'une avec de la terre coulée pour proposer une alternative au béton banché, et l'autre dans des briques, en partenariat avec l'entreprise La brique de Guyane, afin de gagner en tenue à la flexion et réduire la quantité de

ciment utilisée. Nous collaborons aussi avec le Centre Technique des Bois et Forêts de Guyane pour progresser sur les usages du bois, qui est un excellent matériau bas-carbone. Au-delà de ces matériaux que nous connaissons déjà bien, il faut en développer toute une série d'autres : des isolants, des faux plafonds... et accompagner les entreprises dans leur adaptation à ces nouvelles façons de construire. Cela se fait petit à petit, mais nous progressons chaque jour pour étoffer ce réseau et faire évoluer les pratiques, et les bâtiments.



© Laurent_Claudot



Perspectives et messages clés

A large pile of cut logs, showing various cross-sections of tree trunks, is stacked in a forest. The logs are of different diameters and lengths, with some showing the inner wood and others showing the bark. The background is a dense forest with many trees and green foliage.

Messages aux décideurs

Comme l'ensemble des territoires, la Guyane fait face aux enjeux de transition énergétique et écologique posés par le changement climatique et les atteintes à la biodiversité. Sa mutation, la Guyane doit de plus la réussir dans un contexte de forte croissance démographique. Une contrainte qui peut s'avérer une immense opportunité de proposer un modèle de développement durable amazonien, qui tire parti des atouts de cette région et valorise ses bioressources exceptionnelles, notamment forestières.

La filière bois s'inscrit dans ce cadre. Stratégique en Guyane, elle va devoir se renforcer et se moderniser pour répondre aux besoins croissants de la population en espaces urbanisables et matériaux de construction adaptés aux contraintes locales, tout en maintenant le

haut niveau d'exigence qui a fait de sa gestion forestière l'une des plus exemplaires des forêts équatoriales. Organisée à travers une interpro intégrant l'ensemble des acteurs des différents maillons de la chaîne de valeur, la filière bois guyanaise se caractérise en effet par une forte proximité avec les acteurs de la recherche, via l'UMR Ecofog (Unité mixte de recherche écologie des forêts de Guyane). Si l'expertise de la recherche n'a cessé d'éclairer les gestionnaires forestiers sur le fonctionnement de l'écosystème dont ils ont la charge, les recherches en termes d'écomatériaux locaux, pourtant entreprises dès les années 80, ont plus de peine à faire leur chemin dans les pratiques de gestion forestière, et trop peu d'industriels encore sont positionnés sur ce marché.



Il est nécessaire de changer de paradigme et de proposer une gamme d'essences associées à des usages au regard des propriétés technologiques recherchées : favoriser l'usage du bon bois au bon endroit

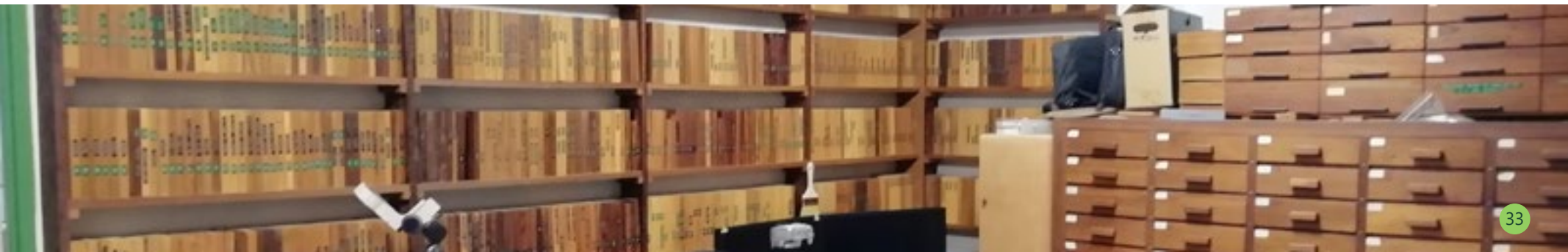
Nadine Amusant, déléguée Régionale à la Recherche et la Technologie de la Région Guyane

Pourtant, avec près de 300 espèces d'arbres à l'hectare, dont seules une poignée est actuellement exploitée, répondre aux besoins de la filière de demain passera nécessairement par une diversification des essences, mais également des usages, pour valoriser de façon optimale la ressource présente. Comme le souligne Nadine Amusant, déléguée Régionale à la Recherche et la Technologie de la Région Guyane, « *Il est nécessaire de changer de paradigme et de proposer une gamme d'essences associées à des usages au regard des propriétés technologiques recherchées : favoriser l'usage du bon bois au bon endroit* ». L'optimisation de cette formidable ressource passe aussi par la diversification des voies de valorisation des coproduits de l'exploitation forestière avec entre autres le développement de biomatériaux répondant à des besoins en termes d'isolation (thermique, acoustique, etc.) ou de bioprotection (traitements biosourcés antixylophages), mais aussi de tout autres domaines d'applications (cosmétique, nutraceutique...).

Faire face au triple défi de la transition énergétique, écologique et démographique passera nécessairement pour la filière bois guyanaise

par une plus forte écoute mutuelle des enjeux et contraintes de chacun, entre les décideurs, les acteurs de la recherche et les professionnels de la filière. Plusieurs projets en cours de déploiement vont favoriser ces interactions. C'est le cas de l'Institut Amazonien de la Biodiversité et de l'Innovation Durable, lancé officiellement en janvier dernier à l'Université de Guyane, et du centre d'ingénierie bio-inspiré de Guyane (porté par Guyane Développement Innovation), un accélérateur de projets qui propose d'accompagner les porteurs de projets innovants via des offres de services et l'accès à des plateformes technologiques dont la plateforme éco-matériaux.

Enfin, les développements de la recherche autour du matériau bois et ces dérivés passeront par la poursuite des efforts de formation, et ce à tous les niveaux de qualification. En assurant le renforcement de la filière et sa mutation, cette stratégie démontrera notre capacité à développer une industrie amazonienne innovante, source d'inspiration pour d'autres territoires. Pour permettre sa mise en place il est nécessaire de convaincre aujourd'hui, et d'accompagner financièrement demain.



Dispositif de suivi de la dégradation naturelle en conditions d'usage de plusieurs espèces locales destinées à la construction bois ronds



© M. Leroy



E-MAGAZINE

de la Fondation de l'Université de Guyane
et de l'Agence de la transition écologique
selon convention ADEME/UG 20GYC0082

Université de Guyane
Campus de Troubiran, BP 20792
97337 Cayenne Cedex



ADEME Guyane
La Fabrique Amazonienne
14, esplanade de l'éco-cité d'affaires
97351 Matoury

CONTACT