

DOSSIER

L'ADAPTATION DES FORÊTS TROPICALES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

TECHNOLOGIES

**PRÉDIRE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE SOLAIRE
POUR L'INDUSTRIE PHOTOVOLTAÏQUE**

UNIVERSITÉ

**L'ATTRIBUTION DE 7 BOURSES POUR UNE
RECHERCHE INNOVANTE EN AMAZONIE FRANÇAISE**

Magazine numérique de la Fondation de l'Université de Guyane,
Campus de Troubiran, BP 20792, 97337 Cayenne Cedex
[@: fondation@univ-guyane.fr](mailto:fondation@univ-guyane.fr)

Président de la Fondation universitaire : Laurent Linguet

Comité éditorial : Gaëlle Fornet, Suzanne Pons, Sophie Vo

Rédactrice/éditrice : Sophie VO

Rédaction des actualités : Julie Ronzon

Conception : Cellule de communication de l'Université de Guyane

Maquette

Laure jacob - <https://jlgraphiste.com>

Photo de couverture

Sentier de la Mirande 2024© jlgraphiste

Réf 09/2024

ISSN 2825-8797

Les opinions exprimées dans la revue numérique Lemag' n'engagent que les auteurs.

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 de la fondation universitaire, [cliquez ici](#).

Si vous souhaitez vous désinscrire, veuillez [cliquer ici](#).

SOMMAIRE

Edition n°15 - septembre 2024

4 ÉDITORIAL

- L'université annonce l'ouverture d'une formation sur le droit de l'environnement

5 ACTUALITÉS

- Les AgIT, du 15 au 18 octobre
- Colloque sur la mine d'or en Guyane, les 22 et 23 octobre



LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITÉ EN AMAZONIE ET VALORISATION DES RESSOURCES NATURELLES



8 DOSSIER

L'ADAPTATION DES FORÊTS TROPICALES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Comment les forêts inondées de façon saisonnière s'adaptent-elles à la sécheresse ?, Marion Boisseaux

17 GRAND ENTRETIEN

- **Olivier Tamarin** : Les capteurs à ondes acoustiques pour détecter la pollution des eaux amazoniennes

20 PORTFOLIO

- La station de recherche des Nouragues (CNRS)



26 INITIATIVES

- La médiation scientifique, un défi pour les chercheurs, Julie Ronzon

LA DYNAMIQUE DES SOCIÉTÉS AMAZONIENNES DANS LEURS ENVIRONNEMENTS ET LA GESTION DURABLE DES TERRITOIRES AMAZONIENS

30 RECHERCHE

- La construction de la cognition spatiale et sa transmission chez les peuples créole et Palikur en Guyane, Laure Tarcy

LES TECHNOLOGIES INNOVANTES EN MILIEU AMAZONIEN ET TECHNOLOGIES BIO-INSPIRÉES

33 TECHNIQUE

- Développement d'un algorithme de prédiction et optimisation d'une centrale photovoltaïque avec stockage, Rafael Alvarenga

37 L'UNIVERSITÉ DE GUYANE

- L'attribution de 7 bourses pour une recherche innovante en Amazonie française

39 FAITS & CHIFFRES

- Les Cahiers de l'Adaptation N°7 sur le plateau des Guyanes, Estimations et prédictions solaires

ÉDITORIAL

par Laurent Linguet

L'UNIVERSITÉ ANNONCE L'OUVERTURE D'UNE FORMATION INTERNATIONALE SUR LE DROIT DE L'ENVIRONNEMENT

photo Université de Guyane



C'est avec un immense plaisir que je vous annonce la création du Diplôme d'Université « Droits de l'environnement sur le Plateau des Guyanes » (DEPG), qui s'ouvrira en novembre 2024. Jusqu'ici, l'enseignement du droit de l'environnement n'intervenait que de façon limitée, dans le cadre de deux formations en Sciences Juridiques et Economiques. Depuis 2016, ce Département a travaillé à la mise en place de cette nouvelle formation en collaboration avec le Centre de recherche interdisciplinaire en droit de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme (OMIJ-CRIDEAU) de l'Université de Limoges et avec le soutien du Centre international de droit comparé de l'environnement (CIDCE). Ce diplôme, de niveau Bac +5, délivré par l'Université de Guyane, s'inspirera des enseignements dispensés à Limoges dans le cadre du master 2 à distance Droit International et Comparé de l'Environnement, tout en proposant des enseignements plus spécifiques au Plateau des Guyanes, et plus largement à l'Amérique du Sud.

Conçu comme une formation juridique francophone dans le domaine des droits international, français et comparé de l'environnement appliqués au Plateau des Guyanes, ce nouveau diplôme universitaire contribuera à la diversification de l'offre de formation dans des domaines présentant une forte demande de la part aussi bien du public étudiant que du monde professionnel (administrations publiques, cabinets d'avocats, urbanistes, secteurs de l'industrie et de l'immobilier, milieu associatif etc.). La formation, ouverte aux candidatures étrangères, sera également accessible aux étudiants en formation initiale avec un niveau de recrutement minimum Bac+4.

“ Le droit de l'environnement fait référence à l'ensemble des règles juridiques et des normes législatives et réglementaires qui régissent les activités humaines ayant un impact sur l'environnement. ”

Le droit de l'environnement fait référence à l'ensemble des règles juridiques et des normes législatives et réglementaires qui régissent les activités humaines ayant un impact sur l'environnement. Son objectif principal est de prévenir, réguler et contrôler les atteintes à l'environnement. Il inclut les lois nationales et internationales, les conventions, les règlements administratifs, et les décisions des tribunaux qui encadrent la protection de l'air, de l'eau, du sol, de la biodiversité, et plus généralement, des écosystèmes. En Guyane, les chiffres du tribunal administratif indiquent que, sur 2 386 affaires jugées en 2023, 1 % des affaires jugées concernaient l'environnement, et 1% l'urbanisme et l'aménagement du territoire.

Du 15 au 18 octobre

Les AgiT (Assises Guyanaises d'Infectiologie et de médecine Tropicale)

Quatre ans se sont écoulés depuis l'organisation en février 2020 des premières journées d'infectiologie guyanaises. Une nouvelle rencontre autour de l'infectiologie et de la médecine tropicale s'imposait au vu des avancées de la recherche localement sur ces sujets et des actualités récentes en Guyane (résurgence du paludisme, épidémie massive de dengue, décès par la rage en forêt profonde, etc.).

Les Assises Guyanaises d'Infectiologie et médecine Tropicale - AgiT 2024 permettront de découvrir des travaux guyanais innovants et utiles pour mieux appréhender les pathologies d'importance locale, et les dernières avancées de la recherche sur le territoire. Plusieurs spécialistes venus de l'hexagone, des Antilles et de l'international viendront faire partager leur expertise.

Cinq conférences inaugurales autour des sciences humaines, de l'histoire de la médecine et de la recherche en Guyane animeront la demi-journée inaugurale (mardi 15 octobre après midi) en session plénière. Les deux journées pleines (mercredi et jeudi) seront l'occasion d'échanger autour de

différentes thématiques avec des communications invitées et sélectionnées sur appel à communication.

Les communications invitées porteront sur les pathologies vectorielles, pédiatrie, médecine préventive, élimination du paludisme, cultures & médias, nouvelles stratégies anti-bactériennes, mycologie & parasitologie, histoplasmosse, rage, paludisme, zoonoses, travaux IDE et dengue.

Inscriptions et programme :

<https://www.congressanteguyane.com/event-details/inscription-agit/for>



22 et 23 octobre

Colloque sur la mine d'or en Guyane,

Parmi tous les métaux ou combustibles pouvant être extraits des sous-sols guyanais, l'or est certainement celui qui génère le plus de débats dans la société civile et dans la communauté scientifique.

D'un côté, le caractère durable de l'activité est régulièrement interrogé, tant d'un point de vue économique que d'un point de vue écologique ; de l'autre, l'exploitation illégale de l'or perdure malgré la politique répressive de l'État, avec pour conséquence des impacts sociaux, économiques, environnementaux et sanitaires certains. Ainsi, la mine n'est pas uniquement un objet pour la géologie ; elle amène à des questionnements complexes qui impliquent l'ensemble des disciplines. Le colloque

présentera des éclairages pluridisciplinaires, mettant en valeur les expériences vécues dans le territoire guyanais, au travers de contributions en droit, en sociologie, en géographie, en géologie, en médecine, en littérature, sciences de gestion, économie, etc. En convoquant l'ensemble des domaines scientifiques, le colloque propose d'apporter des pistes de réflexion et, peut-être, des réponses quant à l'activité minière aurifère en Guyane. Les axes de réflexions sont :

- ▶ Axe 1 : Histoire(s) de la mine en Guyane
- ▶ Axe 2 : Actualité de la mine en Guyane
- ▶ Axe 3 : Avenir de la mine en Guyane

Pour en savoir plus, cliquez ici.



A photograph of a lush tropical forest. Several large, thick tree trunks are visible, with prominent buttresses at their bases. The ground is covered in fallen logs, roots, and dense green vegetation. Sunlight filters through the canopy, creating dappled light on the forest floor.

**LA DYNAMIQUE DE
LA BIODIVERSITÉ
EN AMAZONIE ET
VALORISATION
DES RESSOURCES
NATURELLES**

DOSSIER

L'ADAPTATION DES FORÊTS TROPICALES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les forêts tropicales abritent la majeure partie de la biodiversité terrestre et contribuent de manière importante aux cycles de l'eau et du carbone. Toutefois, ces forêts sont particulièrement menacées par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes. Au cours des deux dernières décennies, le bassin de l'Amazonie a déjà connu quatre sécheresses extrêmes généralisées. Le changement climatique rapide pourrait entraîner des changements importants dans la dynamique des forêts tropicales et altérer la composition des communautés forestières tropicales. De ce fait, il est crucial de mieux comprendre les réponses physiologiques de ces forêts exceptionnellement diversifiées.

Pendant la sécheresse, les plantes expriment différentes stratégies d'utilisation de l'eau et de plus en plus de connaissances démontrent la diversité et les changements de composition des microbiotes* associés aux plantes. Les bactéries et champignons sont-ils un atout pour leur plante hôte dans la lutte contre la sécheresse ? Pour étudier cette question, Marion Boisseaux s'est intéressée aux bas-fonds ou forêts saisonnièrement inondées, un type de zone humide encore peu étudiées, bien qu'elles couvrent une grande partie des forêts tropicales. Lors de sa thèse, elle a notamment examiné l'adaptation de plusieurs espèces arbres et de leurs microbiotes associés à différents scénarios de sécheresse.

COMMENT LES FORÊTS INONDÉES DE FAÇON SAISONNIÈRE S'ADAPTENT-ELLES À LA SÉCHERESSE ?

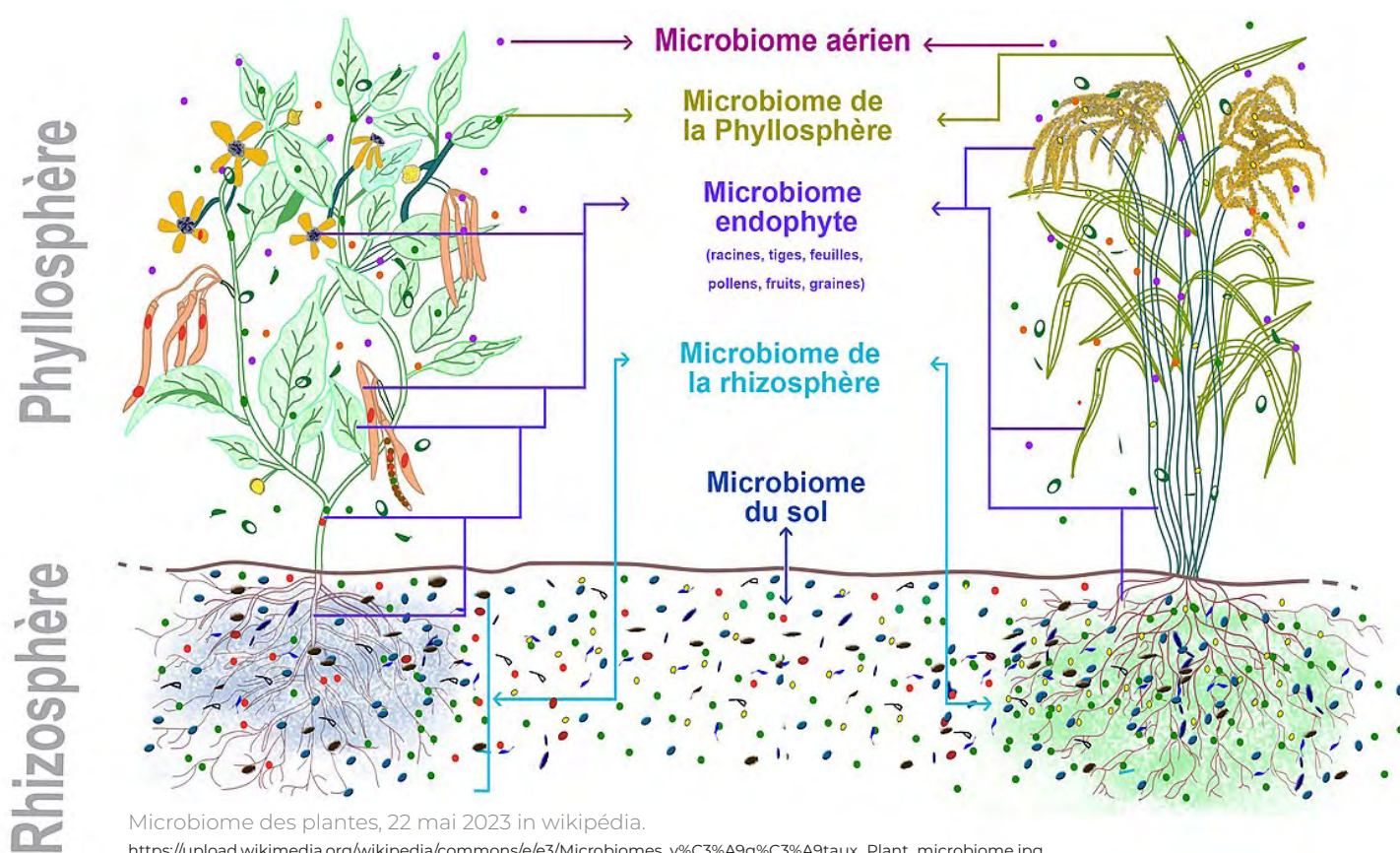
par Marion BOISSEAUX

**Les bactéries et les champignons sont-ils un atout
pour la plante hôte dans sa lutte contre la sécheresse ?**



Les interactions entre la plante et son microbiote* foliaire

Les communautés microbiennes associées aux plantes sont de plus en plus reconnues pour leur capacité à atténuer le stress et à faciliter l'acclimatation rapide des plantes aux facteurs de stress. Les micro-organismes qui peuvent coloniser les tissus internes des plantes, c'est-à-dire les *endophytes sensus*, englobent la plupart des formes microbiennes, mais sont largement dominés par les bactéries et les champignons. Les micro-organismes forment des interactions complexes avec leur plante hôte, tout au long de la chaîne alimentaire.



La **phyllosphère*** représente l'un des habitats les plus abondants pour la colonisation du microbiote. De nombreuses études sur le microbiote dans la phyllosphère ont démontré le rôle essentiel de la diversité et de l'équilibre microbiens dans le maintien de la santé des plantes. Bien que la compréhension du recrutement microbien pour aider à faire face au stress ait été largement examinée dans les racines, des études récentes ont également fourni des preuves dans la phyllosphère pour soutenir la stratégie de "l'appel à l'aide" dans les plantes. Alors que les racines des

plantes favorisent les *Actinobactéries* et d'autres communautés bactériennes à Gram positif pendant la sécheresse, le microbiote des feuilles est également caractérisé par des taxons fongiques et bactériens spécifiques à la sécheresse.

Les interactions entre la plante et son microbiote foliaire associé peuvent soit atténuer, soit renforcer l'effet du stress lié à la sécheresse. Dans ce cas, la plante et le microbiote foliaire peuvent s'engager dans diverses stratégies de résistance et de récupération.

Les forêts de bas-fond, vulnérables au changement climatique

Les zones humides ont été reconnues comme essentielles pour prévenir et atténuer les effets du changement climatique, préserver la biodiversité et minimiser les inondations. Les bas-fonds ou Forêts Saisonnièrement inondées (SF), un type de zone humide, sont encore peu étudiées, bien qu'elles couvrent une grande partie des forêts tropicales. Les espèces forestières saisonnières sont relativement protégées des effets de la sécheresse climatique en raison de leur situation géomorphologique favorable, qui leur permet d'accéder à l'eau des précipitations, des écoulements de surface et des nappes phréatiques peu profondes. Cependant,

comme ces espèces plus proches de la nappe phréatique ont évolué sous une disponibilité en eau plus élevée, elles sont également plus vulnérables au déficit hydrique. Dans les cas extrêmes de sécheresse, les forêts SF subiront d'énormes fluctuations de la disponibilité en eau. Par conséquent, la compréhension des mécanismes qui sous-tendent la vulnérabilité des forêts SF à la sécheresse (c'est-à-dire la résistance et la résilience) est pertinente pour comprendre la capacité de ces espèces d'arbres à maintenir leur activité métabolique pendant la sécheresse, prédire et anticiper les changements potentiels dans la diversité des arbres et des microorganismes associés.

Etudier l'adaptation des arbres des forêts saisonnières inondées à la sécheresse...

...par la mise en place de différents scénarios de sécheresse

Une expérience en serre a été mise en place avec près de 1 000 semis appartenant à sept espèces d'arbres des forêts de bas-fond de Guyane Française. Les plantules ont été soumises à quatre traitements hydriques comprenant un traitement témoin bien arrosé et trois traitements de sécheresse reflétant les scénarios de sécheresse actuelle, attendue et extrême du climat de la Guyane. La sécheresse a été induite par une privation totale d'eau. Chaque scénario de sécheresse a été suivi d'une période de récu-

pération d'un mois. Les réponses physiologiques des plantules ainsi que les communautés bactériennes et fongiques des feuilles à la sécheresse ont été suivies en utilisant la technique de **séquençage à haut débit***.

La réponse de ces arbres est analysée sous un angle éco-physiologique à travers l'analyse de feuilles, incluant les mesures des échanges gazeux, le fonctionnement photochimique, les potentiels hydriques foliaires, ainsi que les caractéristiques morphologiques.



Vue d'ensemble de la conception expérimentale de l'étude. Photo fournie par l'auteur



Tableau 5 : Catégorisation des stratégies de sécheresse chez les espèces de bas-fond.

ESPÈCES	RÉPONSE À LA SÉCHERESSE		
	Stratégie de résistance des plantes	Bactériome	Mycobiome
<i>E. FALCATA</i> (wapa)	Évitement	▶ Tendances à l'augmentation de diversité α ▶ Pas de variation, d'augmentation ou de diminution de β -diversité ▶ Recrutement des taxons de protéobactéries et d'actinobactéries par rapport aux Firmicutes en cas de sécheresse	▶ Pas de changement dans la diversité α ▶ Pas de variation, d'augmentation ou de diminutions de β -diversité ▶ Colonisation de pathogènes avec l'augmentation de la sécheresse
<i>I. HOSTMANNII</i>	Tolérance		
<i>J. COPAIA</i> (copaya)	Tolérance		
<i>P. OFFICINALIS</i> (palétuvier)	Évitement		
<i>S. GLOBULIFERA</i>	Tolérance		
<i>T. MELINONII</i> (manil marécage)	Tolérance		
<i>V. SURINAMENSIS</i> (yayamadou marecage)	Évitement		

La réponse de sept espèces d'arbres de forêt saisonnière à la sécheresse...

Les stratégies écophysiologicals en réponse à une légère sécheresse

Les réponses à la sécheresse des plantules de bas-fond varient selon les espèces et selon l'intensité du traitement de la sécheresse. L'étude a tenté de reproduire les conditions de sécheresse actuelles qui se produisent pendant la saison sèche en Guyane française, en retenant l'eau pendant 21 jours (D1), ainsi que l'augmentation prévue de 30 % en retenant l'eau pendant 27 jours (D2). Les chercheurs ont observé un changement fonctionnel induit à D1 et D2 qui diffère selon l'identité de l'espèce. Des changements physiologiques ont déjà pu être détectés pour *E. falcata*, *P. officinalis* et *V. surinamensis*. Ces espèces ferment leurs stomates de façon précoce en cas de sécheresse afin d'éviter d'une part, d'importantes diminutions du potentiel hydrique des feuilles, et d'autre part une cavitation* hydraulique. Car cette dernière compromet l'assimilation du carbone et donc la croissance. Cette réduction

des taux de croissance indique une stratégie conservatrice en réponse à la sécheresse.

Les stratégies écophysiologicals en réponse à une sécheresse extrême

Dans cette expérience, une sécheresse prolongée de 71 jours (par rétention d'eau) a été simulée, un événement extrême similaire à celui observé en Guyane en 1976. Ce traitement a conduit les plantes à développer des mécanismes pour maintenir leur fonctionnement malgré le manque d'eau. De plus, à mesure que la sécheresse se prolongeait, l'eau disponible dans les feuilles continuait de diminuer même après la fermeture des stomates. Cela est probablement dû à une petite quantité d'eau qui continue à passer à travers les feuilles (mesurée par la conductance foliaire minimale), ce qui pourrait finir par provoquer des bulles d'air dans les vaisseaux transportant l'eau de la plante, bloquant ainsi la circulation de l'eau.

Photos références : WAPA *Eperua falcata*, (2024, June 14), in Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Eperua_falcata - COPAIA - *Jacaranda copaia*, (2024, January 1), in Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Jacaranda_copaia - MANIL MARECAGE : *Symphonia globulifera*, (2024, January 17), in Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Symphonia_globulifera - YAYAMADOU Marecage : *Virola surinamensis*, (2023, May 16), in Wikipedia, https://fr.wikipedia.org/wiki/Virola_surinamensis - Abre phylogénétique d quelques familles de bactéries <https://www.researchgate.net/profile/Brunel-Albane/publication/281566750/figure/fig/71AS6694875944483726/1536629689992/Abre-phylogenetique-et-exemple-de-quelques-familles-de-bacteries.jpg>

...et l'aide supplémentaire du microbiote des feuilles

Photo : Laure Jacob



Cette étude a utilisé une approche expérimentale originale où deux disciplines très différentes ont été combinées, à savoir l'écologie microbienne et l'écophysiologie, afin d'étudier la vulnérabilité des plantes à la sécheresse. Nous avons étudié le rôle des communautés microbiennes foliaires pour comprendre si le *bactériome* et le *mycobiome* associés aux feuilles pouvaient fournir des informations supplémentaires sur la résistance des plantes à la sécheresse.

Nous n'avons pas mis en évidence un microbiote moins diversifié, même si des tendances spécifiques ont été détectées au sein des espèces hôtes. Les résultats ont montré une tendance à l'augmentation de la diversité α bactérienne*, significative à 27 jours de sécheresse, ce qui signifie que non seulement la richesse en espèces a augmenté, mais les abondances des taxons bactériens sont aussi plus égales. Ce phénomène peut s'expliquer par deux mécanismes. Premièrement, la plante est plus sensible aux pathogènes lorsque la sécheresse augmente, ce qui accroît l' β -diversité bactérienne*. Deuxièmement, le stress de la sécheresse peut modifier l'abondance des taxons dominants et les bactéries à Gram positif pourraient être renforcées (*Actinobacteria*, *Chloroflexi*), mettant en évidence leur grande tolérance à la sécheresse. Malgré l'importance de la différenciation génétique, toutes les plantes peuvent recruter des communautés bactériennes et fongiques spécifiques qui pourraient les aider à atténuer le stress lié à la sécheresse. Nos résultats ont montré un enrichissement en certains taxons de β -Proteobacteria et une perte de *Firmicutes* au fur et à mesure que la sécheresse s'intensifiait dans le traitement par rapport au groupe témoin. La présence de *Diaphorobacter*, au cours de la période de 27 jours, pourrait participer au métabolisme de l'azote de la plante et l'aider à faire face

ESPÈCES	REPRISE APRÈS LA SÉCHERESSE		
	Récupération des plantes	Bactériome	Mycobiome
<i>E. FALCATA</i> (wapa)	Totale (D1, D2) à aucune (D3)	▶ Tendance à la baisse de la diversité α ▶ Différents modèles de β -diversité ▶ Recrutement de bactéries résistantes à la chaleur et de bactéries favorisant la croissance des plantes	▶ Pas de changement dans la diversité α ▶ Différents modèles de β -diversité ▶ La récupération diminue potentiellement les pathogènes fongiques (<i>Botryosphaerial es</i>)
<i>I. HOSTMANNII</i>	Totale (D1, D2) et renforcée (D3)		
<i>J. COPAIA</i> (copaya)	Totale (D1, D2), incomplète (D3)		
<i>P. OFFICINALIS</i> (palétuvier)	Totale (D1, D2), incomplète (D3)		
<i>S. GLOBULIFERA</i>	Améliorée (D1, D2), incomplète (D3)		
<i>T. MELINONII</i> (manil marécage)	Améliorée (D1, D2), incomplète (D3)		
<i>V. SURINAMENSIS</i> (yayamadou marécage)	Totale (D1), incomplète (D2) à aucune (D3)		

Tableau 6 : Résumé des stratégies de rétablissement des espèces SF.

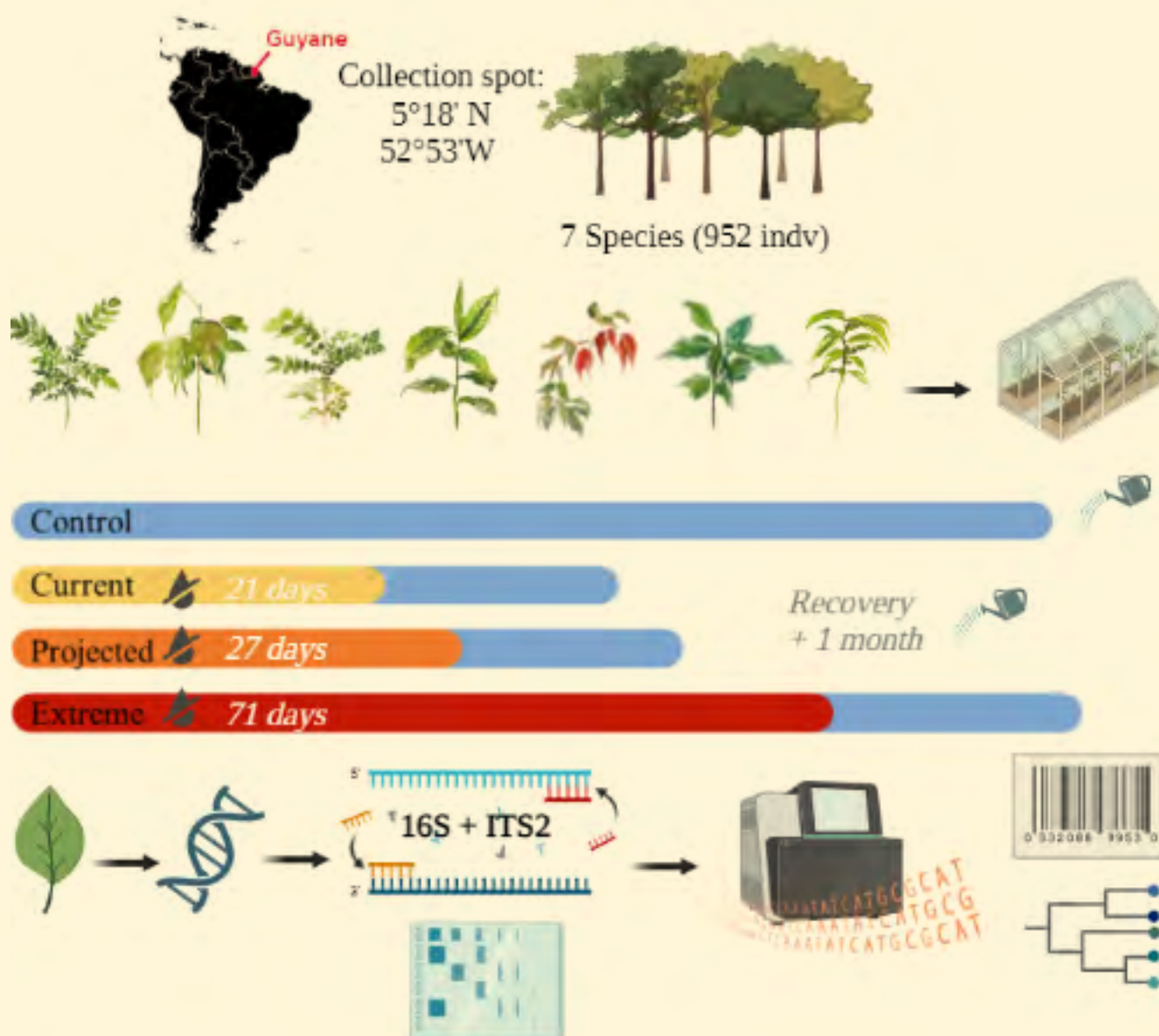
à la sécheresse. De plus, les abondances relatives des *Actinobacteria* ont augmenté de 17% à 25% , et les *Burkholderiales* ont augmenté de 31% à 36% , ce qui soutient l'idée que les espèces de bas-fond pourraient sélectionner des bactéries bénéfiques sous l'effet de la sécheresse. Pour la sécheresse la plus extrême, un enrichissement en bactéries gram positives, *Cutibacterium*, a été constaté. Les *Actinobactéries* sont connues pour être des bactéries favorisant la croissance des plantes et améliorant l'adaptation des plantes hôtes au stress de la sécheresse.

Les bactéries et les champignons exploitent les stomates comme points d'entrée pour la colonisation. Les espèces évitantes, qui ferment leurs stomates précocement pour éviter la déshydratation, pourraient également se protéger de l'invasion de pathogènes. Nous avons trouvé des compositions fongiques particulièrement dif-

férentes pour *E. falcata* et *P. officinalis*, toutes deux caractérisées comme des espèces évitant la sécheresse. Malheureusement, une grande partie des endophytes fongiques des feuilles n'a pas été identifiée pour ces deux espèces.

Nous pouvons supposer que les changements de composition du bactériome et du mycobiome avec l'augmentation de la sécheresse pourraient contribuer à la capacité de l'espèce hôte à répondre et à s'adapter à la sécheresse. Comme les espèces hôtes ont montré à la fois des stratégies d'évitement et de tolérance à la sécheresse, les endophytes associés aux feuilles peuvent participer aux mécanismes d'évitement et de tolérance à la sécheresse. Cependant, les communautés bactériennes semblent être fortement affectées par la sécheresse par rapport aux communautés fongiques dans les feuilles de bas-fond.

RÉSUMÉ DE LA MÉTHODOLOGIE,



La récupération post-sécheresse, après ré-arrosage

La récupération écophysiological après une légère sécheresse

Une espèce peut se rétablir complètement en exprimant des valeurs de traits similaires à celles d'avant la sécheresse ou acquérir un nouvel état fonctionnel. Dans cette expérience, nous avons évalué comment les plantules de bas-fond se sont remises des trois traitements de sécheresse après un mois de ré-arrosage. Nous avons constaté que *les processus de récupération dépendaient de l'intensité de la durée de la sécheresse et différaient entre les sept espèces pour les traits liés au carbone et à l'eau.*

Pour la plupart des individus de *P. officinalis*, les feuilles avaient séché et étaient tombées pendant la sécheresse et de nouvelles feuilles étaient apparues lors de la réhydratation, ce qui implique que les traitements D1 (21 jours) et D2 (27 jours) pourraient avoir altéré la capacité de transport de l'eau. Une étude antérieure a montré que *P. officinalis* était très sensible à l'embolie foliaire et que sa capacité à stocker des teneurs élevées en amidon pouvait contribuer à produire de nouvelles feuilles après la sécheresse. Étant donné que cette espèce pousse dans les forêts de bas-fond, la perte de feuilles s'est également avérée être une stratégie dans les sols gorgés d'eau, soulignant que cette espèce utilise la même stratégie, qu'il y ait un excès ou une pénurie d'eau. Il est intéressant de noter que le palétuvier jaune (manil marécage) *S. globulifera* et *T. melinonii* ont montré une assimilation accrue du carbone, ce qui pourrait indiquer une surcompensation de la perte d'activité métabolique pendant la sécheresse.

Cette étude met en évidence la diversité des stratégies de réponse à la sécheresse et de récupération présentes dans les espèces de bas-fond, grâce à l'évaluation du fonctionnement des feuilles et du microbiote associé aux feuilles.. ”

La récupération écophysiological en cas de sécheresse extrême

De fortes différences entre les plantes traitées et les plantes de contrôle ont été constatées lors de la récupération suite à une sécheresse extrême de 71 jours. Ceci indique que la récupération n'est que partielle. Bien que tous les individus d'*E. falcata* et de *V. surinamensis* ne soient pas morts à 71 jours, aucun individu n'a survécu pendant la phase de récupération. Les dommages causés par le déficit hydrique ont peut-être été trop importants pour permettre un rétablissement même partiel. La capacité à produire de nouvelles feuilles chez les espèces *P. officinalis* et le Copaïa (*J. copaia*), grâce aux ressources de stockage, pourrait avoir aidé à se remettre, même si la récupération totale n'a pas été atteinte. Dans cette expérience, le comportement d'*I. hostmannii* a été très remarquable car aucune mortalité ni aucun flétrissement sévère des feuilles n'ont été constatés pour ces individus, ce qui indique une forte résistance à la sécheresse. Différentes trajectoires de récupération ont été trouvées indépendamment de la stratégie d'évitement et de tolérance, et sont résumées dans le tableau 6.

La récupération des communautés microbiennes

Nous avons étudié comment les communautés endophytes fongiques et bactériennes des feuilles réagissaient, par des changements de diversité et de composition, au ré-arrosage des espèces de plantes. Ici, nous montrons une fois de plus que les communautés bactériennes sont dynamiques. Les modèles de diversité α bactérienne ont montré des tendances à la baisse, avec une diminution significative de la diversité α bactérienne pour la récupération après 21 jours de sécheresse. Cette diversité réduite pourrait refléter des bactériomes non récupérés et un microbiome en mauvaise santé après la sécheresse. Les profils de diversité fongique n'étaient pas significativement différents. Cela indique également que les *différences de diversité peuvent être un bon indicateur de santé pour la plante lorsque l'on considère les communautés bactériennes*, car nous ne pouvons pas le détecter avec les communautés fongiques. Deuxièmement, nous nous attendions à un microbiote plus semblable à la fin de la période de récupération, ce qui a été le cas pour toutes les espèces de plante. La sécheresse pendant 21 jours (D1) n'a pas induit de changement pour les communautés bactériennes, et après la récupération de D1, les communautés bactériennes étaient similaires à celles des plantes témoins. Bien que

* DÉFINITIONS

Microbiote : diversité de microorganismes interagissant entre eux dans un environnement donné

Microbiote foliaire : communautés de micro-organismes situés au niveau des feuilles

Phyllosphère : en microbiologie, la phyllosphère est l'ensemble des parties des plantes situées au-dessus du niveau du sol et considéré comme habitat pour les micro-organismes

Séquençage à haut débit : une méthodologie moléculaire qui permet le séquençage rapide de milliers à des millions de molécules d'ADN ou d'ARN simultanément, en déterminant l'ordre unique et spécifique des bases des acides nucléiques

Cavitation : formation d'une bulle d'air dans les vaisseaux des arbres (xylème), qui vient rompre la colonne d'eau et rend ainsi l'appareil vasculaire impropre au transport de la sève

Diversité alpha est mesurée comme la richesse observée (nombre de taxons) ou l'uniformité (abondance relative de ces taxons) d'un échantillon moyen au sein d'un type d'habitat

Diversité bêta est quantifiée comme la variabilité de la composition de la communauté (l'identité des taxons observés) parmi les échantillons au sein d'un habitat.

les communautés bactériennes de la sécheresse de 27 jours (D2) ne se soient pas révélées significativement différentes de celles des plantes témoins, les plantes peuvent encore recruter des taxons bénéfiques en prévision des sécheresses futures. Au sein des communautés bactériennes, certains taxons ont été renforcé et qui ont été corrélés à la tolérance au stress thermique (*Bacillus*, *Tepidiphilus* et *Anoxybacillus*). En effet, le stress de la sécheresse est généralement associé au stress thermique et des études ont montré que les réponses des plantes au stress thermique peuvent être influencées par les interactions avec les endophytes.

Les communautés fongiques présentaient des profils de diversité β variables. Notre étude apporte un soutien supplémentaire à l'idée selon laquelle, même si la teneur en eau du sol est entièrement rétablie, les microbiotes végétaux peuvent ne pas retrouver les mêmes communautés préexistantes, mais restructurer leurs communautés microbiennes. Après le rétablissement, l'abondance relative des *Botryosphaeriales* a chuté. Certaines espèces d'arbres hôtes, telles que *P. officinalis* et *T. melinonii*, présentaient des communautés fongiques et bactériennes uniques pendant la récupération, ce qui les distinguait des autres espèces hôtes. Lors de la récupération après la sécheresse intense de 71 jours, les espèces hôtes *P. officinalis* présentaient une forte abondance de Xylariales et de *Capnodiales*, tandis que les espèces hôtes *T. melinonii* présentaient une forte abondance d'Eurotiales dans les feuilles.

La capacité des communautés bactériennes et fongiques à se rétablir complètement après un nouvel arrosage dépend donc de l'espèce hôte et de la durée de la sécheresse.

Conclusion

Cette étude met en évidence la diversité des stratégies de réponse à la sécheresse et de récupération présentes dans les espèces de bas-fond, grâce à l'évaluation du fonctionnement des feuilles et du microbiote associé aux feuilles. La résistance relative des espèces d'arbres au scénario d'augmentation de 30 % de la sécheresse peut nous permettre de rester optimistes quant à l'avenir proche de ces forêts. Cependant, comme le climat devient plus imprévisible avec des fréquences élevées d'événements extrêmes, on s'attend à une exposition accrue des plantes au dépérissement induit par la sécheresse à l'avenir. En outre, les communautés microbiennes étant impliquées dans la régulation de la croissance des plantes, du pool de nutriments et de leur absorption, du métabolisme hormonal et des réactions de défense, les changements dans les communautés microbiennes associées aux plantes peuvent altérer les processus écosystémiques. Une meilleure compréhension de la résilience des forêts face aux climats futurs pourrait améliorer la prise de décision en matière de gestion pour la restauration des écosystèmes.

BIOGRAPHIE MARION BOISSEUX

Elle a étudié à Agrocampus-Ouest, une école d'ingénieur en horticulture et paysage à Angers, France. Lors d'un semestre d'échange à l'université de Wageningen, elle se spécialise en horticulture. Attirée par les écosystèmes forestiers tropicaux, elle se concentre sur la gestion des forêts tropicales à AgroParisTech et part à Kourou. Diplômée ingénieure en 2018, elle travaille un an et demi à l'Office National des Forêts à Mayotte avant de se lancer dans une thèse en écologie tropicale à l'Université de Guyane et l'UMR ECOFOG de Kourou. Elle soutient brillamment sa thèse, intitulée "Stratégies fonctionnelles et microbiotes des arbres tropicaux dans un contexte de changement climatique", en décembre 2023.





GRAND ENTRETIEN

LES CAPTEURS À ONDES ACOUSTIQUES POUR DÉTECTER LA POLLUTION DES EAUX AMAZONIENNES

Lemag' : Quel a été votre parcours ?

Le début de mon parcours de formation à la recherche s'est fait à l'Université des Antilles et de la Guyane. Dès le collège, j'étais attiré par l'informatique et la physique et je me suis orienté au lycée vers un bac scientifique. Puis j'ai fait une licence de physique qui avait la particularité d'être très théorique. Comme je voulais m'orienter vers des domaines plus appliqués, j'ai poursuivi par une maîtrise de physique appliquée puis un DEA en instrumentation et mesures à l'université Bordeaux 1. C'est à ce moment que j'ai trouvé ma voie. J'ai alors travaillé sur les systèmes électroniques et sur l'acquisition de données. En thèse, je me suis orienté vers le domaine des capteurs. C'est un domaine très large, qui concerne la santé, l'industrie ou l'espace, mais j'ai toujours souhaité m'investir dans le domaine environnemental. J'ai alors travaillé sur les capteurs à ondes acoustiques, avec l'objectif de suivre la pollution de l'environnement en récupérant des données interprétables par un public non spécialiste de l'instrumentation et de la mesure. Mon parcours a donc commencé dans des thématiques très théoriques, et c'est depuis une quinzaine d'années que je travaille sur des domaines plus appliqués.

Lemag' : Pourriez-vous expliquer le principe des détecteurs à ondes acoustiques ?

Le principe repose sur une onde acoustique, ou élastique, qui se propage dans un solide, de la même façon qu'un tremblement de terre engendre une déformation en surface par exemple.

Et la détection est basée sur le fait que quand quelque chose se dépose sur la surface du solide, l'amplitude, la fréquence et la vitesse de propagation de l'onde sont perturbées. Nous sommes capables, avec des appareils électroniques très performants (et donc très coûteux) de mesurer cette perturbation. Il existe plusieurs familles d'ondes acoustiques, et je travaille sur un type particulier d'ondes qu'on appelle les ondes de LOVE et qui sont compatibles en milieu liquide.

J'ai découvert cette technologie, développée par l'IMS (Integration from Material to System) Bordeaux, au début des années 2000. A ce jour je continue à travailler en très étroite collaboration avec ce laboratoire. Ce qui m'a attiré, c'est que c'est un dispositif éminemment électronique. Il s'agit au départ de filtres électroniques qui ont été « détournés » par des chercheurs pour en faire des capteurs. J'ai trouvé cette façon de faire, l'idée d'utiliser l'existant pour l'adapter à ce domaine, très intéressante. J'ai alors fait ma thèse sur ce dispositif à l'Université Bordeaux 1 au laboratoire IMS (anciennement IXL), avec l'idée de voir comment ils fonctionnent en milieu liquide, pour détecter des particules biochimiques dans les fleuves, les rivières, essentiellement en eau douce.

Lemag' : Quel est l'intérêt des ondes acoustiques pour la détection de particules en milieu liquide, dans le contexte amazonien ?

Dans le milieu environnemental, c'est essentiellement la transduction optique qui est utilisée. Le principe, expliqué très simplement, consiste à émettre une « lumière » dans un échantillon

puis de regarder en sortie ce qui a traversé (plus précisément les longueurs d'ondes absorbées ou transmises dans / à travers l'échantillon liquide). Avec cette technique, on est capable d'identifier des particules biochimiques en milieu liquide, mais les eaux amazoniennes ont la particularité d'être très turbides. Actuellement, les collègues spécialistes de cette technique vont sur site, récupèrent les échantillons, les ramènent au laboratoire puis les pré-traitent pour réduire voire enlever la turbidité (les sédiments en suspension) et rendre les échantillons compatibles avec les appareils optiques. C'est limitant au niveau matériel et financier, mais aussi de la qualité de la mesure. Des collègues brésiliens, par exemple, vont sur site deux fois dans l'année, ce qui engendre des coûts liés à ces expéditions. Par ailleurs, il faut du personnel qualifié pour analyser le résultat de ces machines. Or, mon leitmotiv est de travailler in situ et de mettre des capteurs directement sur le terrain pour une mesure sans pré-traitement de l'échantillon. Je voulais donc voir si



Le principe repose sur une onde acoustique, ou élastique, qui se propage dans un solide, de la même façon qu'un tremblement de terre engendre une déformation en surface par exemple. Et la détection est basée sur le fait que quand quelque chose se dépose sur la surface du solide, l'amplitude, la fréquence et la vitesse de propagation de l'onde sont perturbées.”

la transduction acoustique fonctionnait en milieu turbide, et il s'avère que ça marche très bien. Une nouvelle approche protocolaire développée durant la thèse de doctorat de Maxence Rubé (actuellement Maître de Conférence à l'Université de Guyane) permis d'enrichir la réponse des dispositifs à ondes de Love. A ce jour, nous avons démontré, notamment avec la thèse de doctorat d'Asawari Choudhari et les travaux de post doctorat de Wejden Gonji que nous sommes capables d'identifier une cible biochimique avec cette technique même dans un milieu liquide très turbide (au-delà de 1000 NTU pour les spécialistes).

Lemag' : Depuis quelques années, vous travaillez à utiliser cette technique directement sur le terrain et à la rendre accessible à tous ?

Les collègues de l'IMS Bordeaux avaient des capteurs à ondes de Love très performants mais qui malheureusement restaient sur l'étagère. Les expérimentations se faisaient en laboratoire, dans un environnement très maîtrisé. Depuis 5 à 10 ans, mon objectif est que le résultat de ces recherches s'exporte sur le terrain. On a donc testé le dispositif en dehors du laboratoire en faisant des campagnes chez l'habitant, ce qui fait l'objet d'une publication en 2019¹. En octobre, nous allons faire des ateliers participatifs pour inviter les publics non spécialistes de l'instrumentation à expérimenter le dispositif. L'objectif est de faire en sorte que tout le monde puisse comprendre les données, et que ce soit aussi facilement utilisable qu'un tensiomètre, par exemple. Aujourd'hui, il s'agit d'un appareil qu'on met sur le bras et n'importe qui peut facilement y lire sa tension. De la même façon, nous voulons que tout le monde puisse utiliser nos capteurs. On continue également de travailler à améliorer la méthode et aller dans des seuils de détection les plus bas possible en milieu liquide turbide. Ce sont notamment les travaux d'Asawari Choudhari qui soutient sa thèse à la fin de l'année.

Lemag' : Que peut-on détecter avec cette méthode?

L'objectif initial était de détecter des particules biochimiques, et les chercheurs de l'IMS Bordeaux travaillent dessus depuis les années 2000. Depuis 2020, nos recherches ont montré qu'on peut détecter des métaux lourds, comme le mercure en milieu liquide réel en collaboration un laboratoire de Tunisie (l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer). Avec le Centre de lutte contre le cancer François Baclesse de Cean, nous avons également montré qu'on peut détecter la microcystine LR, qui est une toxine générée par des cyanobactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'eau, et souvent la cause d'empoisonnement chez les animaux et les humains. Ces recherches ont été effectuées en laboratoire, avec des eaux reconstituées, volontairement rendues turbides, mais l'idée est de les reproduire en milieu réel. L'objectif est de détecter la présence ou

non de tels polluants et leurs concentrations. A minima, s'il n'est pas possible de déterminer la concentration précise, nous voudrions pouvoir détecter si on est sous le taux de limite acceptable, ou au-dessus.

Ce qui est intéressant, c'est qu'avec le nouveau protocole, on est capable de faire une détection biochimique, mais aussi d'estimer les paramètres biophysiques de l'eau, comme la mesure de sa viscosité et de sa turbidité. Ce sujet fait l'objet des dernières conférences que j'ai donné, notamment en août, pour que les étudiants et mes collègues voient nos dernières avancées. Bien qu'on mesure des paramètres physiques, l'objectif serait de les relier à des paramètres facilement interprétables. Par exemple, parler de quantité d'oxygène dissous plutôt que de viscosité, ou de turbidité plutôt que de conductivité électrique est plus parlant pour évaluer la qualité des eaux.

Lemag' : En parallèle, l'un de vos projets est de développer une autre technique de détection low-tech ?

Dans le futur, on souhaite explorer d'autres techniques, plus frugales. Le transducteur à ondes de Love, bien que peu coûteux en terme de matériau, reste compliqué à fabriquer car il faut du personnel très formé, avec des outils de pointe dans la technologie de fabrication en microélectronique. Il n'existe que quelques sites capables de les fabriquer en France et aucun en Guyane, ni dans les DOM. Étant en Amazonie, on veut explorer les approches low tech. L'idée serait de fabriquer un capteur, qui ne serait pas nécessairement aussi performant, mais qui serait fait avec les moyens techniques dont nous disposons. Ce projet a démarré en 2023 avec le Thèse d'Henrique Dantas qui est co-encadré par Maxence Rube et Martine Sebeloue de l'Université de Guyane. On explore avec les moyens techniques à l'IUT de Kourou, mais aussi au Laboratório de Instrumentação e Metrologia Científicas de l'Université Fédérale de Campina Grande des protocoles de fabrication utilisables par un grand nombre.

C'est une approche complémentaire, car avec du matériel low tech et plus accessible, on pourrait faire davantage de mesures dans des territoires éloignés des grandes infrastructures de recherche. Même si les mesures sont moins sensibles, en cas de suspicion d'une pollution, on pourrait organiser une mission pour lever le doute. Avec des technologies plus évoluées, si on fait des analyses une fois par an, on rate probablement des débuts de pollutions qui pourraient être évitées.

Lemag' : En tant qu'enseignant-chercheur, vous considérez qu'il est important de revaloriser les sciences auprès des étudiants ?

En tant qu'enseignant chercheur, je vois avec le parcours que j'ai eu que les sciences physiques fondamentales n'ont pas tellement évoluées dans le sens où il n'y a pas eu de grandes ruptures. On



Ollivier Tamarin est Professeur des Universités en Génie Electrique à l'Université de Guyane. Au cours de ses travaux de recherche, il a participé au développement de capteurs à base de transduction acoustique (ondes de Love) pour la détection biochimique de faibles traces en milieu liquide. Il a obtenu son Habilitation à Diriger des Recherches en décembre 2023.

peut néanmoins citer des avancées « plutôt » technologiques dans les domaines des processeurs informatiques et de l'Intelligence Artificielle. Et pourtant, je constate qu'il y a de moins en moins d'attrait pour les sciences dans les écoles, les lycées et les universités de la part des étudiants. Certains disent que c'est difficile, mais cette réputation est galvaudée. Je pense que c'est amusant et intéressant d'étudier les sciences, notamment physiques, et que ce n'est pas plus difficile que de faire de la littérature ou du droit. Il faut, d'une manière ou d'une autre, re-attirer les jeunes vers les sciences, pour qu'il y ait un minimum de culture scientifique. Notre nation a besoin de sciences, ne serait-ce que pour préserver l'environnement.

Références

- 1 O. TAMARIN, M. RUBE, J.L. LACHAUD, V. RAIMBAULT, D. REBIERE, C. DEJOUS. « Mobile Acoustic Wave Platform Deployment in the Amazon River: Impact of the Water Sample on the Love Wave Sensor Response ». Sensors 2020, 20, 72. DOI: 10.3390/s20010072

PORTFOLIO

LA STATION DE RECHERCHE DES NOURAGUES

Implantée au cœur de la réserve naturelle nationale des Nouragues, la station des Nouragues est située dans un site aussi éloigné que possible de l'influence directe des activités humaines, ce qui en fait un lieu privilégié d'expérimentation et d'observation à long terme des écosystèmes et de la biodiversité amazonienne.



La station des Nouragues, gérée par le CNRS, est située dans un site de forêt amazonienne aussi éloigné que possible de l'influence directe des activités humaines. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Carbets_de_la_Station_CNRS_des_Nouragues.jpg - Carbets de la Station des Nouragues. (2024, April 24). In Wikipedia. https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9serve_naturelle_nationale_des_Nourague



Très isolée, l'arrivée à la Station se fait par rotation d'hélicoptère. Le personnel CNRS de la station accueille des équipes de scientifiques toute l'année et assure un support logistique complet sur tous les aspects essentiels (transports, énergie, prévention, ravitaillement en nourriture et petits consommables...) pour permettre aux scientifiques de dédier pleinement leur énergie à la recherche.

La Station des Nouragues se situe dans la réserve naturelle nationale des Nouragues. Elle occupe une surface de 1000 km² et protège des territoires de forêt primaire équatoriale jugée représentative de la zone est-amazonienne. Elle est traversée en son centre par une chaîne de monts (les montagnes Balanfois) culminant à 460 m. Le relief dit « en peau d'orange », typique de la région est formé de suites de milliers de collines en forme de mamelons réguliers ne dépassant pas 120 m de hauteur, drainées par un réseau complexes de petites rivières d'eaux claires se jetant dans la rivière Arataye. Le nom Nourague vient du nom de l'ancien peuple amérindien Nourague ayant vécu dans cette région au XVIII^e siècle.

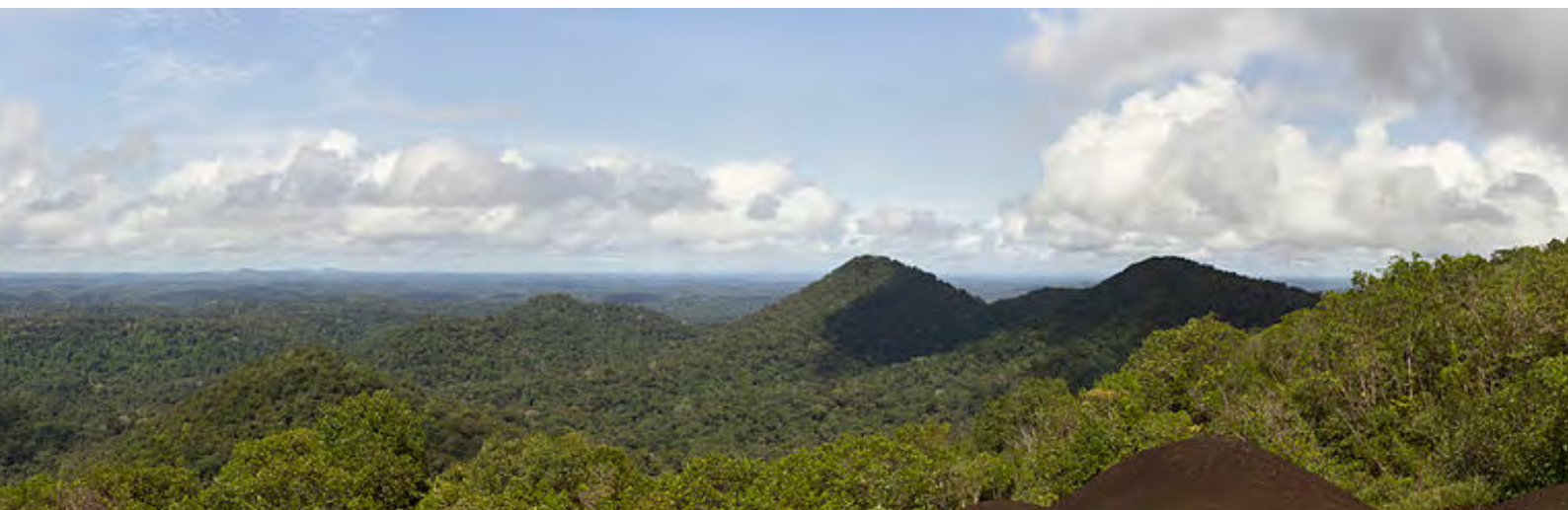
La station a pour objet l'étude de la grande forêt primaire de basse altitude, des pinotières (marécages à palmier Euterpe), des forêts de lianes et des cambrouzes (formations à bambous lianes-cents), ainsi que de l'inselberg proche où des taches de savanes-roches côtoient des forêts basses à myrtacées. La partie centrale de la réserve est sur une zone rectangulaire carroyée de layons qui permettent une étude détaillée de la région. La station est ravitaillée par hélicoptère.



Panorama depuis l'Inselberg des Nouragues. Thibaud Syre — Travail personnel 2024 - <https://fr.wikipedia.org>



Échantillonnage de l'eau de la rivière Arataye. : mesure du pH de l'eau à l'aide d'un pH-mètre électronique et de la turbidité de l'eau. Ces prélèvements ont pour objectif l'étude hydrologique, biogéochimique et géomorphologique à grande échelle de fleuves considérés comme des sentinelles du changement climatique et des changements locaux d'utilisation des terres



© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images



© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images



© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images

Arbres marqués dans un dispositif de parcelles permanentes de suivi de la végétation forestière. Ce dispositif s'étend sur plus de 30 ha de parcelles dans lesquelles tous les arbres de plus de 10 cm de diamètre à hauteur de poitrine ont été inventoriés. Les premiers suivis ont débuté en 1985. Le diamètre des arbres est remesuré en principe tous les 5 ans. L'inventaire de tous les arbres dont le tronc est de diamètre supérieur ou égal à 1 cm à hauteur de poitrine est en cours sur plusieurs parcelles. Le dispositif vise à comprendre l'impact du changement climatique et des perturbations anthropiques locales sur la dynamique, la structure, le carbone et la biodiversité des forêts. Cela est possible en rassemblant les données micro-environnementales et démographiques des arbres dans le cadre d'une approche de modélisation.

© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images

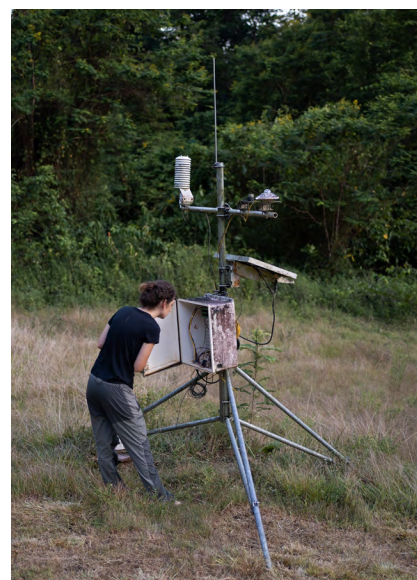


© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images



Enregistreur acoustique qui capte les sons pour la surveillance acoustique passive qui évalue la dynamique de la diversité animale au cours des cycles annuels. Cette surveillance permet de suivre la phénologie annuelle d'espèces clés de grands oiseaux, rongeurs, ongulés, primates, procyonidés, marsupiaux, ainsi que la saisonnalité des communautés terrestres et de la canopée.

© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images



© Thibault COCAIGN / LEESIA / CNRS Images

Relevé des données de la station météorologique du camp Pararé de la station de recherche des Nouragues. La station météorologique est équipée d'un pluviomètre, d'un luxmètre et d'une sonde de mesure de l'humidité et de la température. Relevé de mesures de températures et d'humidité de sols forestiers avec un capteur.

INITIATIVES

LA MÉDIATION SCIENTIFIQUE : UN DÉFI POUR LES CHERCHEURS

par Julie Ronzon

La médiation scientifique a pour objectif de rendre la science accessible et compréhensible pour tous, en établissant un dialogue bidirectionnel qui permet de mieux intégrer la science dans la société. Dans le cadre de son master et en partenariat avec la Fondation de l'Université, Julie Ronzon a mené une enquête auprès des chercheurs, enseignants-chercheurs et doctorants de l'université et des laboratoires de Guyane pour mieux connaître leurs points de vue sur la médiation, leur participation et les obstacles.

Les chercheurs sont les producteurs de connaissances, étudiant le monde qui les entoure, qu'il soit physique, naturel ou social. Leur travail consiste à fournir une compréhension rigoureuse et impartiale des phénomènes qui nous entourent, basée sur des méthodes scientifiques éprouvées. Cependant, cette approche rigoureuse peut parfois donner l'impression que la science est éloignée et déconnectée du monde social et citoyen, la rendant ainsi perçue comme inaccessible et élitiste.

Renforcer les liens entre science et société

Il est important de souligner que la science se construit et se développe au sein de la société et pour la société. Les recherches menées par les scientifiques visent à améliorer notre

société, en apportant des solutions aux problèmes contemporains et en contribuant au bien-être collectif. Pour ce faire, il est essentiel que ces recherches s'inscrivent dans une éthique et une morale sociale, garantissant que les résultats scientifiques soient utilisés de manière bénéfique et responsable. Ces dernières années, les politiques publiques ont cherché à renforcer les liens entre la science et la société. De nouvelles directives du ministère de la Recherche incitent les chercheurs à s'impliquer dans la médiation et l'intégration du grand public à la science. De même, les organismes de financement conditionnent parfois leur soutien à des projets qui intègrent des stratégies de communication et de médiation envers les citoyens. Les chercheurs, déjà chargés de nombreuses missions, doivent alors s'adapter et inclure dans leur emploi du temps des actions visant à créer des liens avec la société.

La médiation scientifique, intermédiaire entre science et société

Avant d'aborder l'enquête menée, il est important de clarifier les termes de médiation scientifique et de vulgarisation scientifique. La médiation scientifique désigne l'ensemble des actions et des processus visant à faciliter la communication et l'interaction entre les chercheurs et le public. Elle a pour objectif de rendre la science accessible et compréhensible pour tous, en établissant un dialogue bidirectionnel qui permet de mieux intégrer la science dans la société. La vulgarisation scientifique, quant à elle, est une composante de la médiation scientifique. Elle consiste à simplifier et à expliquer les concepts, les découvertes et les avancées scientifiques de manière compréhensible pour un large public non spécialiste. Contrairement à la médiation scientifique, la vulgarisation est unidirectionnelle et descendante : un émetteur,

désigné comme le sachant ou l'expert, transmet l'information à un récepteur, souvent considéré comme ignorant. En revanche, la médiation scientifique se positionne comme un intermédiaire entre la science et la société, plaçant ces deux parties sur un pied d'égalité. Les échanges sont bidirectionnels, prenant en compte les connaissances et les perspectives du public autant que celles des scientifiques. La médiation scientifique part du postulat que chaque partie a des contributions précieuses à apporter à l'autre.

La vulgarisation utilise divers moyens, tels que des articles, des livres, des conférences, des émissions de télévision et des plateformes en ligne, pour diffuser les connaissances scientifiques. En somme, la médiation scientifique englobe un ensemble plus large d'activités et d'initiatives, incluant la vulgarisation, mais aussi d'autres formes d'interaction comme les débats publics, les ateliers participatifs et les expositions interactives. Ces efforts visent non seulement à informer, mais aussi à engager le public dans une réflexion critique et à encourager sa participation active dans les questions scientifiques et technologiques contemporaines. La médiation scientifique reconnaît la valeur des connaissances et des perspectives du public, établissant un dialogue bidirectionnel où les échanges sont équilibrés et mutuellement enrichissants. En intégrant les savoirs des scientifiques et ceux du public, la médiation favorise une compréhension plus démocratique de la science.

Une étude pour explorer le point de vue des chercheurs sur la médiation scientifique

Dans ce contexte, on peut se demander comment les chercheurs appréhendent ces nouveaux devoirs de médiation. Dans le cadre d'un mémoire

pour le Master ICMS de l'INSPE de Guyane, en collaboration avec la Fondation de l'Université, les points de vue des chercheurs sur la médiation scientifique ont été explorés. Cette étude a examiné comment ces chercheurs accueillent les nouvelles directives, comment ils les mettent en œuvre, quelles sont leurs motivations pour s'engager et quels éléments de leur travail constituent des obstacles à leur participation à la médiation scientifique. L'enquête a été menée auprès des chercheurs, enseignants-chercheurs et doctorants de l'université et des laboratoires de Guyane. Avec 33 réponses récoltées, quelques tendances émergent.

Une participation modeste aux projets de médiation scientifique...

Premièrement, il apparaît que les chercheurs tendent à confondre les termes de communication, médiation et vulgarisation scientifique, ce qui limite leur perception des possibilités offertes par la médiation scientifique envers les différents publics.

Deuxièmement, l'engagement des chercheurs interrogés se caractérise par une participation à au moins un projet de médiation scientifique par an, ce qui reste relativement modeste (30% des répondants cochant "tous les ans" et 27% "1 à 2 fois par contrat quinquennal"). Pourtant, lorsqu'on leur demande quelle proportion de leur temps de travail ils devraient idéalement consacrer à la médiation scientifique, la majorité (soit 60%) répond entre 10 et 20 %. Cette incohérence suggère plusieurs interprétations : soit les chercheurs passent beaucoup de temps sur chaque projet de médiation scientifique, soit ils surestiment le temps qu'ils allouent à ces projets, soit ils souhaiteraient consacrer plus de temps à la médiation scientifique que ce qu'ils font actuellement. Ces résultats soulignent un écart entre les aspirations des chercheurs en matière de médiation scientifique et leur pratique réelle, indiquant un potentiel besoin de soutien

et de clarification pour mieux intégrer la médiation dans leur activité professionnelle.

... et une tendance plus marquée vers la vulgarisation scientifique

L'enquête a également permis d'interroger les chercheurs plus précisément sur leurs pratiques de médiation scientifique. Les répondants ont indiqué que leurs activités de médiation se concentrent principalement sur des actions destinées aux étudiants (75% des réponses), aux scolaires et au grand public (plus de 60% des réponses). Il est notable que peu d'entre eux s'engagent dans des activités de médiation scientifique envers les décideurs politiques (moins de 30%), les élus ou les acteurs entrepreneuriaux (moins de 20%), qui pourraient pourtant être des interlocuteurs clés pour promouvoir l'innovation et valoriser la recherche locale.

Les activités et supports privilégiés par les chercheurs sont principalement les animations et événements (pour presque 80% des interrogés) et les articles rédigés sous forme papier (pour environ 60% des interrogés), indiquant une tendance plus marquée vers la vulgarisation scientifique.

La motivation principale est le désir de rendre accessibles leurs résultats de recherche

En ce qui concerne les motivations des chercheurs pour s'engager dans des activités de médiation scientifique, la raison principale qui ressort des réponses est le "désir de rendre accessibles leurs résultats de recherche" (75% des interrogés cochant cette case). Cette motivation reflète un besoin de reconnaissance et de diffusion de leurs recherches au-delà du cercle académique. Arrive ensuite le "désir de sensibiliser le public sur des questions scientifiques importantes" et "communiquer sur les travaux pour élargir l'impact des publications". L'enquête révèle également que "obtenir un financement" ou répondre à une injonction académique ne sont pas des motivations principales

(cochées respectivement par 15% et moins de 10% des interrogés).

Les obstacles à l'engagement des chercheurs

Les obstacles qui freinent les chercheurs dans leur engagement en médiation scientifique sont principalement liés au manque de temps (plus de 80% des interrogés cochent cette case). Ce manque de disponibilité les empêche de s'investir pleinement. De plus, le manque de personnel formé constitue un autre frein significatif (pour 50% des interrogés). Ce point est corroboré par les réponses des sondés concernant les aides nécessaires pour favoriser leur engagement. En effet, ils expriment le besoin d'une assistance personnalisée par des professionnels pour chaque projet. Cette situation semble révéler une attente des chercheurs : que les institutions où ils travaillent recrutent des professionnels de la médiation scientifique. Ces experts pourraient non seulement offrir des conseils pratiques et collaborer avec les chercheurs pour développer des actions de médiation, mais aussi assumer la charge organisationnelle de ces événements. Cela permettrait aux chercheurs de se concentrer davantage sur le contenu scientifique et de réduire leur charge de travail liée à l'organisation.

Le manque de financement (presque 40%) et le manque de reconnaissance (environ 35%) constituent également des obstacles à l'engagement des chercheurs dans les actions de médiation scientifique. Dans un contexte où ils sont soumis à la pression constante du "publish or perish", il est essentiel de repenser la valorisation des efforts de médiation scientifique au sein des institutions de recherche. Il est crucial de reconnaître non seulement les compétences acquises par les chercheurs lorsqu'ils s'engagent dans la médiation, mais aussi leurs efforts pour établir des liens avec les citoyens.

Le besoin d'aides et d'accompagnement adaptés

En ce qui concerne les types de

soutien que les chercheurs privilégient pour leurs actions de médiation scientifique, ils expriment une nette préférence pour des conseils personnalisés. Bien qu'ils soient partagés sur l'utilité des formations (la moitié étant incertaine quant à leur efficacité ou pensant qu'elles ne les aideraient pas, tandis que l'autre moitié estime qu'elles pourraient être bénéfiques), ils manifestent un intérêt marqué pour des ressources spécifiques qui pourraient les assister. Il ressort de ces observations que les aides et les accompagnements doivent être adaptés aux contraintes et aux besoins des chercheurs. Une telle adaptation permettrait de mieux intégrer les actions de médiation scientifique dans leur carrière et de valoriser leurs contributions à la société.

Les limites de l'étude

Cette étude présente certaines limitations, notamment en ce qu'elle n'a peut-être pas touché les chercheurs qui ne s'engagent pas dans la médiation scientifique (un seul participant a indiqué ne pas faire de médiation, cela ne permettant pas une analyse rigoureuse), ce qui constitue un angle mort de ce travail. Comprendre le point de vue des chercheurs réticents pourrait aider à mieux les accompagner et à surmonter leurs réserves. Une autre perspective serait d'in-

terroger les chercheurs à travers des entretiens, afin d'appréhender plus finement leurs positions et leurs motivations.

En conclusion

Ce travail s'inscrit dans une expérience professionnelle à la Fondation de l'Université, ce qui a permis de proposer des pistes à l'équipe pour inscrire leurs actions dans un cadre propice à la médiation scientifique. L'objectif était d'engager les chercheurs dans des actions pertinentes et enrichissantes pour la recherche et la société. Cette expérience a ainsi contribué à identifier des moyens concrets pour favoriser l'engagement des chercheurs dans des activités de médiation, tout en renforçant les liens entre la science et le public. Phrase en exergue : "Les obstacles qui freinent les chercheurs dans leur engagement en médiation scientifique sont principalement liés au manque de temps, ce qui les empêche de s'investir pleinement. De plus, le manque de personnel formé constitue un autre frein significatif."



BIOGRAPHIE

Après une licence en biologie, **Julie Ronzon** a décidé de se spécialiser en médiation scientifique avec un master axé sur la science ouverte. Ces études lui ont offert de nombreuses opportunités, comme la rédaction de contenus pour des revues scientifiques et l'organisation d'événements culturels autour des sciences. Elle a également acquis de l'expérience à travers des stages en édition scientifique, la création de podcasts et d'infographies, ainsi que la gestion de projets de médiation. Désireuse d'élargir ses horizons et de (re)découvrir la Guyane, elle a intégré le Master Ingénierie de la Communication et de la Médiation Scientifique à l'INSPE de Cayenne. Lors d'un service civique à la Fondation de l'Université, elle a mené une étude auprès des chercheurs guyanais, ce qui a abouti à la rédaction de cet article. Curieuse et riche de différentes expériences, elle s'engage à rendre la science accessible en utilisant des approches variées qui s'adaptent au mieux au contexte de recherche et aux publics.

A photograph of several indigenous people from the Amazon region, likely the Matsigenka or Mursi tribes, dressed in traditional ceremonial attire. They are wearing red tunics with intricate white and yellow woven patterns and fringes. Some are holding up objects, possibly ceremonial masks or tools, against a cloudy sky. The text is overlaid on the image.

LA DYNAMIQUE DES SOCIÉTÉS AMAZONIENNES DANS LEURS ENVIRONNEMENTS ET LA GESTION DURABLE DES TERRITOIRES AMAZONIENS



RECHERCHE

photos fournies par auteure

COMMENT LES PEUPLES CRÉOLE ET PALIKUR EN GUYANE APPRENNENT- ILS À S'ORIENTER ET À APPRÉHENDER L'ESPACE ?

par Laure Tarcy

La cognition spatiale désigne l'ensemble des processus mis en jeu pour appréhender l'espace. Chez l'homme, cette capacité est mobilisée dans la plupart des actes de la vie quotidienne, qu'ils soient simples (rechercher un objet dans une pièce) ou complexes (s'orienter dans un environnement inconnu). En s'appuyant sur des observations de terrain, les travaux de Laure Tarcy ont détaillé les conditions de la formation de la cognition spatiale chez les peuples créoles et les Palikur en Guyane.

Nos recherches ont révélé que la construction de la cognition spatiale chez les peuples créole et Palikur de Guyane repose sur une combinaison unique de traditions culturelles (la structuration de la langue, les récits mythologiques, connaissances écologiques) et de pratiques quotidiennes. Chez les Palikur, la transmission des connaissances se fait principalement auprès des enfants qui montrent un intérêt particulier, ce qui favorise un apprentissage motivé et personnalisé. En revanche, chez les Créoles, la transmission est organisée de manière plus systé-

matique, les parents décidant de transmettre ces connaissances à leurs enfants de manière structurée et planifiée.

Des termes spécifiques pour décrire l'environnement chez les Palikur

Les pratiques de chasse, de pêche ou encore de cueillette observées au cours de cet étude démontrent une connaissance approfondie des

comportements des animaux et des cycles écologiques, intégrant des savoirs écologiques précis sur les habitudes des animaux et les rythmes naturels. Des deux langues étudiées, la langue palikur est particulièrement spécialisée, avec des termes spécifiques pour décrire les nuances de l'environnement et les positions spatiales, reflétant une précision linguistique qui facilite la navigation et l'interaction avec l'environnement.

Une diversité d'approches selon le contexte culturel et environnemental

Les résultats soulignent l'importance de la culture et des pratiques communautaires dans la formation de la cognition spatiale. Les peuples créole et Palikur intègrent l'apprentissage spatial de manière organique à leur mode de vie quotidien. Cette approche met en évidence la flexibilité cognitive et la notion de vicariance, suggérant que les individus adaptent leurs stratégies d'orientation spatiale et d'interaction avec l'environnement en fonction des contextes et des situations rencontrées.

Chez les Créoles, cette flexibilité se manifeste par l'utilisation de repères égocentrés (associés aux parties du corps) et de repères géocentrés (utilisant des éléments naturels comme les rivières et les arbres) pour naviguer. Chez les Palikur, l'orientation spatiale intègre des éléments symboliques et spirituels, avec une langue hautement spécialisée permettant de transmettre des informations détaillées sur l'environnement. Cette diversité des stratégies démontre la capacité des individus à utiliser différentes approches pour résoudre des problèmes similaires, selon les contextes culturels et environnementaux.

Inspirer des méthodes nouvelles pour étudier la cognition spatiale

À l'avenir, il est essentiel de documenter et d'enregistrer ces savoirs traditionnels pour comprendre

METHODOLOGIQUE

Des observations de terrain en immersion ont été effectuées, incluant des activités quotidiennes comme la chasse, la pêche, la cueillette et l'agriculture. Cela a permis de comprendre les savoirs écologiques en action et leur transmission intergénérationnelle, capturant à la fois les aspects pratiques et narratifs des savoirs traditionnels. Des entretiens semi-structurés ont été menés avec divers membres des communautés, y compris des anciens, des enfants et des experts locaux. Ces entretiens ont révélé des récits personnels et collectifs sur le vocabulaire spatial. L'utilisation d'entrevues croisées, où les informations d'un informateur sont vérifiées auprès d'autres membres de la communauté, a assuré la fiabilité et la représentativité des données.

les particularismes des cultures autochtones et transmettre les connaissances issues de ces recherches. Ces approches peuvent inspirer des méthodes nouvelles pour évaluer les compétences cognitives en respectant les spécificités culturelles et linguistiques des individus.

La collaboration avec les communautés locales pour co-crée des ressources documentaires pourrait renforcer la transmission de ces connaissances aux générations futures. En outre, ces pratiques peuvent inspirer des approches nouvelles dans l'étude de la cognition spatiale et de la flexibilité cognitive, en soulignant l'importance de la diversité culturelle et environnementale dans le développement des compétences cognitives humaine. L'intégration de la notion de vicariance dans ces études peut enrichir notre compréhension de la manière dont les individus et les communautés s'adaptent aux défis environnementaux et sociaux contemporains.

BIOGRAPHIE Laure Tarcy



En tant que doctorante en psychologie adoptant une approche interdisciplinaire intégrant la psychologie et l'anthropologie, Laure Tarcy a choisi de se concentrer sur ce thème car il met en lumière l'importance des savoirs traditionnels dans notre compréhension du monde. Le traitement de l'information spatiale est impliqué dans la grande majorité des activités et gestes du quotidien à tel point que Kiara Menenghetti affirme qu'il est impossible d'en dresser une liste limitative. Pour le psychologue qui s'intéresse à l'évaluation des processus mentaux, le traitement de l'information spatiale englobe de nombreuses dimensions de l'expression des aptitudes d'un individu. Les perspectives professionnelles qu'elle envisage incluent la recherche académique et le travail avec des organisations locales et internationales pour enregistrer les particularismes des cultures autochtones et transmettre les connaissances issues de ces recherches. Ce projet lui permet de contribuer à la valorisation des pratiques culturelles des peuples créole et Palikur, tout en élargissant les horizons de la recherche en psychologie et anthropologie.

LES TECHNOLOGIES INNOVANTES EN MILIEU AMAZONIEN ET TECHNOLOGIES BIO-INSPIREES

INITIATIVES

DÉVELOPPEMENT D'UN ALGORITHME DE PRÉDICTION ET OPTIMISATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE AVEC STOCKAGE

Rafael ALVARENGA

L'énergie solaire photovoltaïque (PV) est une technologie qui convertit le rayonnement solaire en électricité à l'aide de cellules photovoltaïques, généralement fabriquées à partir de matériaux semi-conducteurs comme le silicium. Cette méthode d'exploitation de l'énergie solaire présente plusieurs caractéristiques et avantages. Mais elle a aussi des défis à surmonter, comme l'intermittence.

Prévoir la production d'électricité photovoltaïque

L'ingrédient fondamental du photovoltaïque est avant tout la lumière du Soleil, son abondance et sa durabilité. Ainsi, non seulement la production peut varier en fonction de l'ensoleillement mais encore, les panneaux photovoltaïques ne produisent pas d'électricité la nuit. C'est ce que l'on appelle l'intermittence : elle fait référence à la variabilité et à l'imprévisibilité de la production d'électricité, qui dépend des conditions météorologiques et des cy-

cles journaliers et saisonniers. L'intermittence du photovoltaïque pose des défis significatifs pour la gestion des réseaux électriques car la production d'électricité doit correspondre à la consommation en temps réel. Il est néanmoins possible de lisser la production avec des solutions de stockage de l'électricité excédentaire, pour la restituer lorsque nécessaire. Afin de répondre à de telles obligations et de définir le meilleur profil pour l'électricité qui sera

injectée dans le réseau, le producteur s'appuie fréquemment sur des prévisions de l'électricité générée par les panneaux photovoltaïques.

Collecte et intégration d'une grande quantité de données météorologiques

Pour une centrale photovoltaïque, la prédiction consiste à estimer la production d'énergie solaire à partir de données météorologiques et environnementales.

Les variations dans l'ensoleillement dues à des facteurs tels que la couverture nuageuse, la température et la pluie, rendent difficile l'estimation précise de la production d'énergie. L'historique des données de production d'énergie des années précédentes est également pris en compte. Afin de prévoir la quantité d'énergie qui peut être générée sur une période donnée, des modèles de prévision météorologique avancés sont utilisés pour anticiper ces fluctuations. Cela implique l'utilisation de modèles mathématiques et d'algorithmes d'apprentissage automatique.

Les technologies actuelles de prévision, bien qu'en amélioration, peuvent encore manquer de précision. Les systèmes de prévision doivent intégrer des données provenant de sources variées, comme les satellites et les capteurs au sol, pour four-

nir des estimations fiables. Cependant, la complexité d'intégrer ces données et d'en tirer des conclusions précises demeure un défi.

Ainsi, la première phase de ce processus consiste à prédire les conditions météorologiques au-dessus de la centrale solaire, lesquelles serviront ensuite de base pour générer les prédictions de production PV. Une fois estimée la production PV, le profil optimal de l'injection d'énergie dans le réseau peut-être ainsi défini.

Le profil optimal d'injection dans le réseau

Il est possible de lisser l'intermittence de la production en stockant l'électricité excédentaire pour la restituer lorsque nécessaire. En stockant l'énergie produite pendant les périodes de forte production, les producteurs peuvent garantir un ap-

provisionnement stable. Et l'on comprend que la précision de la prédiction est essentielle pour l'estimation de la rentabilité.

Ce processus est réalisé grâce à des techniques d'optimisation, qui chercheront à charger les batteries pendant les périodes où le prix de l'électricité est bas et à les décharger pendant les périodes de prix élevés, définissant ainsi une stratégie d'injection optimisée tout au long de la journée.

Ce profil d'injection, une fois communiqué au gestionnaire du réseau, servira comme feuille de route pour les opérations quotidiennes. Toute disparité entre le profil déclaré et la production réelle de la centrale doit idéalement être absorbée ou compensée par les batteries, minimisant ainsi le risque de pénalités liées aux déséquilibres du réseau.

Passer des prédictions météorologiques aux prédictions de production solaire

Les résultats obtenus dans cette thèse démontrent de manière convaincante la faisabilité d'ajuster le fonctionnement d'une centrale solaire PV dans un environnement météorologique instable, tout en respectant des contraintes opérationnelles strictes.”

Notre étude de cas réel porte sur une centrale solaire PV couplée à des batteries, opérationnelles sous un mécanisme d'achat d'électricité depuis 2020 à Sinnamary, en Guyane française. Ce territoire est connu pour ses instabilités météorologiques significatives, poussant la Commission de Régulation de l'Énergie et EDF à imposer la déclaration de profils d'injection à une échelle temporelle exceptionnellement minutieuse, évoluant au pas de temps de la minute. Le Producteur est challenger ainsi sur la tenue de sa prévision et cherche à optimiser ses revenus et éviter les pénalités si le producteur est en écart par rapport à sa prévision, le producteur doit tenir compte des variations de production d'une minute à l'autre. Cela permet au gestionnaire du réseau une alimentation électrique plus fiable et stable, améliorant sa capacité à allouer efficacement les ressources pour répondre à la demande.

Plus précisément, les prévisions météorologiques ont été générées à l'aide du modèle numérique de méso-échelle Weather Research and Forecasting (WRF). Cependant, les prévisions obtenues à un pas de temps de 10 minutes se sont avérées peu fiables.

Par conséquent, nous nous sommes intéressés à la définition de la procédure de post-traitement la plus efficace pour améliorer la qualité des prévisions d'irradiance solaire, en évaluant diverses méthodes proposées dans la littérature, ainsi que les combinaisons entre elles. Après avoir appliqué la méthode de post-traitement optimale et disposé de prévisions météorologiques plus fiables, un modèle de réseau de neurones de type Multi-Layer Perceptron (MLP) a été utilisé pour convertir ces prévisions météorologiques en prévisions de production PV.

La quantification des incertitudes de la prédiction

La capacité à prédire avec précision la production d'énergie solaire

aide à mieux gérer les risques associés aux fluctuations de la production. En intégrant des intervalles de confiance dans les prévisions, les gestionnaires peuvent évaluer les incertitudes et prendre des décisions éclairées pour atténuer les impacts potentiels de la variabilité de la production.

Une meilleure précision des prévisions permet aussi une intégration plus fluide des énergies renouvelables dans le réseau électrique. Cela favorise une gestion proactive des flux d'énergie, réduisant les congestions et améliorant la stabilité du réseau. Les systèmes de gestion d'énergie peuvent ainsi réagir plus rapidement aux variations de production et de demande, optimisant l'équilibre entre l'offre et la demande.

Malgré l'amélioration apportée par la méthode de post-traitement, une marge d'erreur persiste toujours en raison de facteurs de modélisation ou de l'évolution chaotique inhérente de l'atmosphère, se manifestant sous la forme d'incertitudes de prédiction. Par conséquent, nous avons mis en œuvre plusieurs approches pour quantifier cette incertitude à l'aide de méthodes basées sur des scénarios, menant une étude approfondie pour déterminer la stratégie la plus appropriée en termes de qualité et de valeur ajoutée au processus de planification de la production de la centrale PV.

Finalement, la planification de la production a été réalisée en utilisant une méthode inspirée des algorithmes d'optimisation stochastique. Ces modèles stochastiques sont basés sur des processus aléatoires qui peuvent mieux représenter l'incertitude. Ils utilisent des chaînes de Markov ou des simulations de Monte-Carlo pour générer des scénarios, en se basant sur des données historiques. Cette approche a pris en compte les prédictions de production PV, les aléas techniques, la capacité des batteries et les contraintes imposées par le gestionnaire du réseau.

Une approche intégrée, couvrant la prévision météorologique, la prédiction de production d'énergie, la planification et le contrôle en temps réel

Après la mise en œuvre de cette méthode permettant la déclaration du profil d'injection optimal pour le futur proche, une étude a été menée pour déterminer la meilleure stratégie de contrôle des batteries en temps réel. Cette dernière étape est cruciale pour minimiser les écarts entre la production PV réelle à des intervalles d'une minute et les déclarations précédentes calculées à des intervalles de 10 minutes, réduisant les éventuelles pénalités encourues à la fin de la journée. L'étude a également évalué l'impact de l'intégration de prévisions de production PV à haute résolution temporelle générées de manière progressive dans le processus.

À la culmination de notre exploration, l'évaluation réalisée sur chaque composante du pipeline proposé dans cette thèse,

ainsi que la valeur ajoutée par l'utilisation de l'ensemble du pipeline, émergent comme un point focal critique. Cette évaluation vise à consolider la signification de cette recherche en comparant l'approche intégrée proposée dans cette thèse, couvrant la prévision météorologique, la prévision de la puissance photovoltaïque, la planification et le contrôle en temps réel, par rapport aux références de base et aux stratégies opérationnelles employées par Voltalia et ses sous-traitants. Les résultats mettent en évidence les avantages tangibles des stratégies innovantes proposées, démontrant leur potentiel pour améliorer de manière significative les gains financiers et assurer une gestion fiable de l'énergie dans un environnement avec des fortes instabilités météorologiques.

BIOGRAPHIE

Rafael Alvarenga



Rafael Alvarenga a fait des études d'ingénieur en mécanique au Brésil, dans le cadre d'un double diplôme avec

une école de Besançon. Passionné par les « data » et les énergies renouvelables, il choisit de se perfectionner sur ces thématiques à Paris, à l'école supérieure Léonard de Vinci. De 2020 à 2023, il effectue une thèse sur l'énergie solaire dans le cadre d'une Convention industrielle de formation par la recherche (Cifre) entre l'université de Guyane et la société Voltalia, entreprise spécialisée dans les énergies renouvelables. Son sujet de recherche porte sur le « Développement d'un algorithme de prévision et planification de la production d'une centrale photovoltaïque avec stockage ».

En conclusion

Les résultats obtenus dans cette thèse démontrent de manière convaincante la faisabilité d'ajuster le fonctionnement d'une centrale solaire PV dans un environnement météorologique instable, tout en respectant des contraintes opérationnelles strictes. Cette réussite a été rendue possible grâce à l'intégration réussie de prévisions fiables, de techniques d'optimisation avancées et de dispositifs permettant une injection d'énergie flexible, notamment l'utilisation intelligente de systèmes de stockage tels que les batteries.



Sciences et
Technologies



100 de l'Université

Institut
Universitaire
Formation
Continue

**UNIVERSITE
DE GUYANE**

L'ATTRIBUTION DE 7 BOURSES POUR UNE RECHERCHE INNOVANTE EN AMAZONIE FRANÇAISE

Suite à l'ouverture de 14 sujets de thèse, accessibles aux candidats français et étrangers souhaitant poursuivre leurs recherches doctorales au sein de l'Université de Guyane et ses Unités Mixtes de Recherche, l'Ecole doctorale a attribué 7 bourses. Ces contrats de recherche couvrent divers domaines, allant de la santé publique à l'écologie tropicale, en passant par les enjeux socio-environnementaux et la biotechnologie.

Voici, brièvement expliqué, l'intérêt de cette recherche pour le territoire :

SANTÉ PUBLIQUE

Ces dernières décennies, nous avons pu constater une hausse de l'émergence de nouveaux agents infectieux au sein des populations humaines. Beaucoup de maladies infectieuses émergentes sont des zoonoses, dont les agents se transmettent naturellement des animaux à l'humain, et vice-versa. Aujourd'hui, ces maladies se multiplient, favorisées par la déforestation, l'intensification de l'élevage et le développement urbain. Un exemple est l'orthopoxvirose simienne, plus connue sous le nom de Mpox, qui sévit actuellement en Afrique.

Ainsi, deux thèses ont pour thématiques les zoonoses et autres maladies émergentes :

1 ► Etude des agents pathogènes vétérinaires à risque zoonotique et/ou d'importance économique en milieu amazonien

Il s'agit d'obtenir une vue d'ensemble de la diversité des microorganismes pathogènes zoonotiques et de mettre en évidence les facteurs qui gouvernent leur circulation au sein de différents mammifères de la faune sauvage, d'élevage et domestiques. Une collaboration avec les cliniques vétérinaires, les centres de soins animaliers et l'Institut Pasteur est envisagée. Cette recherche est développée à TBIP UMR CILL.

2 ► Outils innovants de surveillance épidémiologique à partir des eaux usées : application aux maladies émergentes amazoniennes et pathogènes d'intérêt prioritaire en Guyane

Ce projet de thèse a pour objectif le développement et la mise en place d'outils innovants de suivi épidémiologique dans les eaux usées et leur

adaptation au territoire guyanais : adaptation dans le choix des matrices (eaux usées, lagunes, eaux de surface) mais aussi des pathogènes ciblés. Cette étude est menée à l'Institut Pasteur de Guyane.

MATÉRIEL DE CONSTRUCTION DURABLE ET URBANISME

L'îlot de chaleur urbain (ICU) de surface représente une altération anthropique majeure de l'environnement, qui impacte le climat des quartiers, la croissance de la végétation et la qualité de l'eau et de l'air. Les variations des îlots de chaleur sont dues à divers facteurs tels que : l'augmentation de surfaces et les rejets de chaleur anthropiques, les changements dans la couverture végétale, la structure du paysage, l'albédo et le climat. L'étude des ICU présente un fort intérêt pour faire face à ce phénomène et adapter les villes au changement climatique.

► Etude des îlots de chaleur urbains (ICU) sur le Plateau des Guyanes à l'aide de la télédétection spatiale

Des technologies innovantes s'appuyant sur l'usage des données spatiales multi-échelles combinant informatique et télédétection seront proposées. Elles permettront de lever des verrous scientifiques majeurs sur le plan de la connaissance et de la modélisation de l'évolution des ICU de façon globale et plus spécifiquement sur le plateau des Guyanes. Ces connaissances nouvelles pourront aider à définir des politiques publiques d'urbanisation qui représentent un vrai enjeu de développement régional dans le bassin

amazonien. Cette dimension macro-régionale est intégrée grâce à des collaborations envisagées avec les universités du Suriname et du Guyana. Cette étude est menée à l'UMR ESPACE DEV.

Le bois est un matériau de construction très utilisé, non seulement pour les charpentes, mais aussi dans l'architecture bio-climatique équatoriale. Or les insectes xylophages ainsi que les champignons lignivores peuvent occasionner des dégâts importants en dégradant le bois et ses dérivés utilisés dans les bâtiments en bois. Jusqu'à présent, les infestations sont traitées avec des produits chimiques. Le développement d'une nouvelle génération d'insecticides naturels est actuellement l'un des défis sociétaux majeurs.

4 ► Etude de l'impact de l'écologie trophique sur la composition et l'activité du venin des fourmis de Guyane

Ce projet de thèse propose d'explorer les venins de fourmis avec pour objectif de découvrir des neurotoxines insecticides sélectives. En effet, pour paralyser leurs proies, elles ont développé un arsenal d'adaptations, y compris des venins puissants ayant des effets paralysants sur de nombreux types d'arthropodes. Il s'agit d'investiguer la composition biochimique (toxines peptidiques) et l'activité insecticide des venins de fourmis de Guyane en relation avec le régime alimentaire. Cette recherche est développée à l'UMR EcoFoG, CNRS.

PLANTES A PARFUMS, AROMATIQUES ET MEDICINALES

En Guyane, parmi les palmiers (18 genres représentés), le moucaya (*Acrocomia aculeata*) est un palmier réparti sur l'ensemble du territoire guyanais, en particulier le long du littoral dans la région des savanes (semi-aride durant la saison sèche) allant de l'île de Cayenne à Saint-Laurent du Maroni. Des études mettent en avant les potentialités de ses huiles comme antidiabétique, antioxydant et antiinflammatoire.

5 ► Impact de la maturation sur les compositions lipidique et polysaccharidique de la pulpe de moucaya (*Acrocomia aculeata*). Optimisation des procédés de nanoformulation

Ce projet de thèse a pour objectifs : (I) de caractériser les huiles et les glucides des pulpes de moucaya échantillonnées en suivant le degré de maturation du fruit (II) d'optimiser leur aptitude à former des nano-émulsions pour des applications agroalimentaires et cosmétiques; (III) d'évaluer la toxicité cellulaire et les propriétés biologiques (antioxydante et antiinflammatoire) de ces dernières. Cette recherche est menée à l'UR COVAPAM.

AGRICULTURE ELEVAGE

L'intensification de l'agriculture et notamment de l'élevage bovin, sur le littoral, a vu émerger une forme de conflit environnemental qui semblait peu présente jusqu'ici : la prédation du bétail par des jaguars. S'il est évident que le jaguar n'est pas un nouveau venu dans le bestiaire amazonien où il représente généralement l'être chasseur, les relations de rivalité, proximité ou compétition qu'il entretient avec les êtres humains et leurs animaux domestiques ont évolué avec les modalités d'occupation du territoire. Cette problématique est étudiée par des méthodes d'anthropologie et d'ethnologie.

► Jaguars et éleveurs en Guyane : des relations qui changent avec l'évolution des socio-écosystèmes pastoraux du littoral ?

Donner la parole aux éleveurs quant à leurs perceptions de l'évolution du trinôme «jaguar-bétail-milieu», permettra d'identifier les facteurs expliquant l'augmentation des attaques et d'améliorer les connaissances sur l'écologie de l'espèce afin d'orienter de futurs plans de conservation tournés vers une gestion durable des territoires amazoniens, promouvant la synergie entre acteurs socio-professionnels, académiques et gestionnaires. Des collaborations extérieures sont envisagées avec l'Office Français de la Biodiversité et le Muséum National d'Histoire Naturelle. Cette recherche se développe à l'UMR LEEISA.

CHAIRE LEON DAMAS

(programme de recherche et enseignement pluridisciplinaire et pluriannuelle)

Léon-Gontran Damas est un auteur dont la pensée complexe et les œuvres révolutionnaires fascinent. C'est également un auteur inspirant et une référence pour les héritiers du mouvement de la Négritude et bien au-delà de ce courant de pensée.

► L'espace amazonien, enjeux de pouvoir, de savoirs et de mémoires

En s'appuyant sur la pensée de Léon Damas et celle d'Alfonso Henriques De Lima Barreto, il convient de s'interroger sur les pratiques sociétales clivantes ou innovantes et inventoriées, les processus d'émancipation, d'interaction entre les espèces qui devraient innover l'espace et le temps amazonien. Est abordé un sujet multidimensionnel afin de comprendre les mécanismes à l'œuvre dans la construction de la société guyanaise, d'accompagner les changements sociaux et politiques, tout en les modelant. Il permettra de combiner des éléments de recherches qualitatives et quantitatives pour obtenir une compréhension plus approfondie et nuancée du sujet de recherche, visant à explorer les processus identitaires dans l'espace amazonien. Cette recherche est menée à l'UR MINEA.

LES PUBLICATIONS DE LA FONDATION

Les Cahiers de l'Adaptation N°7 sur le plateau des Guyanes, Estimations et prédictions solaires

C'est un fait que l'énergie solaire est la ressource énergétique la plus abondante sur la planète. L'un de ses principaux atouts est l'appropriation durable de la technologie à l'échelle locale, et son utilisation effective face à la variabilité naturelle de la ressource solaire en cas de couverture nuageuse. Cette variabilité contraint les sites isolés à combiner le PV avec d'autres moyens de production d'électricité, comme le stockage par batterie ou les groupes électrogènes, afin de la compenser. En ce sens, disposer d'une meilleure capacité de prévision de la production PV permet de mieux dimensionner et utiliser les installations, et donc de réduire les coûts économiques et environnementaux. Modèles de prévision numérique de la météo, observations de la Terre par satellite, c'est grâce aux innovations technologiques et au soutien de l'intelligence artificielle que nous arrivons à anticiper et donc à prévoir de mieux en mieux



cette variabilité. Comme vous le lirez dans ce numéro, elle sera d'une grande aide pour prévoir la variabilité naturelle de la ressource solaire sur le Plateau des Guyanes, soumis aux effets des alizés et de la zone intertropicale de convergence.

Pour accéder aux liens sur la plateforme Calameo :
<https://www.calameo.com/read/006821969dbc1d4391f39>

FAITS & CHIFFRES: L'UNIVERSITÉ DE GUYANE

Yves Jamont Junior DUPLAN, Responsable de l'Observatoire de la Vie Etudiante, Enquêtes et Statistiques (OVEES), Chercheur associé à l'UR 7485 MINEA



74

enseignants



64

chercheurs et
70 doctorants
(2022/2023)



135

personnel
administratif



2

Campus :
Cayenne
et Kourou
(Bois Chaudat)



4

grands pôles
de recherches
centrés sur les
problématiques
amazoniennes



4 480

étudiants



Campus Troubiran - BP 20792
97336 Cayenne Cedex

www.univ-guyane/fondation.fr
@ : fondation@univ-guyane.fr