



**Un Programme Exemplaire de Collaboration Scientifique  
International: le projet USP-COFECUB PICE&LEF**

*An Exemplary Program of International Scientific Collaboration: the  
USP-COFECUB PICE&LEF project*

*Un Programa de Colaboración Científica Internacional Ejemplar:  
el proyecto PICE&LEF USP-COFECUB*

*Um Programa de Colaboração Científica Internacional Exemplar:  
o projeto USP-COFECUB PICE&LEF*



<sup>1</sup> Géographe, Docteur avec Habilitation à diriger des recherches - HDR en climatologie géographique de l'Université Rennes 2, Rennes, France. Il est actuellement professeur à l'université Rennes 2 et vice-président du Conseil national des universités françaises (section géographie). Trésorier de l'Association Internationale de Climatologie depuis 2012 et secrétaire de celle-ci de 2000 à 2006. Il a été directeur du Laboratoire COSTEL (CNRS) de 2001 à 2007 et directeur de l'Ecole Doctorale "Sciences Humaines et Sociales" en Bretagne, France.

E-mail: [vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr](mailto:vincent.dubreuil@univ-rennes2.fr)

<sup>2</sup> Diplômée en Histoire et en Géographie, titulaire d'un master en Espace Société Télédétection Environnement Aménagement et d'un doctorat en sciences sociales et Géographie Humaine de l'Université de Rennes 2, Rennes, France, et en Développement Durable dans l'Université de Brasília, Brasília, DF, Brésil. Il est actuellement attaché de coopération et d'action culturelle à l'ambassade de France à Minas Gerais, Belo Horizonte, Brésil.

E-mail: [vincent.nedelec@univ-rennes2.fr](mailto:vincent.nedelec@univ-rennes2.fr)

<sup>3</sup> Professeure à l'École des Arts, Sciences et Humanités de l'Université de São Paulo, São Paulo, SP, Brésil, où elle était coordinatrice et professeure de la licence de gestion environnementale. Elle a enseigné dans les programmes d'études supérieures en Géographie Humaine et en Sciences de l'Environnement; elle a fondé et coordonné le groupe de recherche sur les Politiques Publiques, Territorialités et Société de l'Institut d'Études Avancées de l'Université de São Paulo, SP, Brésil. Géographe de l'Université Fédérale de Goiás, Goiânia, GO, Brésil; maîtrise en Architecture et Urbanisme de l'Université de Brasília, Brasília, DF, Brésil, et en Géographie et Pratique du Développement de l'Université de Paris Ovest-Nanterre-La Défense, Paris, France. Elle a été docteur en Géographie pour l'Université de Paris Ovest-Nanterre-La Défense, Paris, France, et en Géographie Humaine pour l'Université de São Paulo, São Paulo, Brésil; elle a obtenu le titre de Livre Docência (Habilitation à diriger des recherches - HDR) en Gestion Environnementale pour l'Université de São Paulo, et la HDR (Livre Docência) en Géographie pour l'Université de Rennes 2, Rennes, France. Neli Aparecida de Melo-Théry est décédée le 6 avril 2021 à Paris, France.

**Resumé**

Cet article fait le bilan du projet CAPES-COFECUB sur les Politiques publiques et Impacts des Changements climatiques à l'Echelle régionale & Locale sur les Espaces Fragiles, co-dirigé par Neli de Mello-Théry de 2011 à 2014. Il rappelle que ce projet s'intègre dans une coopération plus vaste entre Neli et Rennes 2, qui a commencé dès 2000 et s'est prolongé jusqu'en 2021. Les missions, séminaires, les nombreuses publications et co-orientations communes montrent la richesse et l'exemplarité de cette coopération internationale qui doit beaucoup à sa personnalité.

**Mots-Clés:** Coopération Internationale; Géographie; Environnement; France; Brésil.

**Abstract**

This article makes the balance of the CAPES-COFECUB project on Public Policies and Impacts of Climate Change at the Regional & Local Scale on Fragile Spaces, co-directed by Neli de Mello-Théry from 2011 to 2014. It recalls that this project is part of a larger cooperation between Neli and Rennes 2, which began in 2000 and continued until 2021. The missions, seminars, numerous publications and joint co-orientations show the richness and exemplary nature of this international cooperation which owes a lot to her personality.

**Keywords:** International Cooperation; Geography; Environment; France, Brazil.

**Resumen**

Este artículo hace un balance del proyecto CAPES-COFECUB sobre Políticas públicas e impactos del cambio climático a escala regional y local en espacios frágiles, codirigido por Neli de Mello-Théry entre 2011 y 2014. Recordamos que este proyecto forma parte de una cooperación más amplia entre Neli y Rennes 2, que comenzó en 2000 y continuará hasta 2021. Las misiones, los seminarios, las numerosas publicaciones y las orientaciones conjuntas muestran la riqueza y la ejemplaridad de esta cooperación internacional que debe mucho a su personalidad.

**Palabras Clave:** Cooperación Internacional; Geografía; Medio Ambiente; Francia; Brasil.

**Resumo**

Este artigo faz um balanço do projeto CAPES-COFECUB sobre Políticas Públicas e Impactos das Mudanças Climáticas na Escala Regional e Local em Espaços Frágeis, codirigido por Neli de Mello-Théry de 2011 até 2014. Lembramos que este projeto faz parte de uma cooperação maior entre Neli e Rennes 2, que começou em 2000 e continuou até 2021. As missões, seminários, numerosas publicações e co-orientações conjuntas mostram a riqueza e exemplaridade desta cooperação internacional que deve muito à sua personalidade.

**Palavra-Chave:** Cooperação Internacional; Geografia; Meio Ambiente; França; Brasil.

## Introduction

---

A la fin de l'année 2010, l'USP, la CAPES<sup>1</sup> et le COFECUB<sup>2</sup> décidaient de l'approbation et du financement du projet Uc-Sh 131/11 PICE&LEF déposé conjointement par l'Université de São Paulo (USP) et le LETG<sup>3</sup>-COSTEL<sup>4</sup> de l'Université Rennes 2. Ce projet était coordonné coté brésilien par Neli de Aparecida de Mello-Théry et, côté français, par Vincent Dubreuil. Au Brésil, le projet associait également des chercheurs de l'UNESP<sup>5</sup> de Presidente Prudente, de l'UFMS<sup>6</sup> de Três Lagoas et du CDS de Brasilia. En France, l'équipe du LETG était associée à l'équipe Espace-Dev de l'IRD<sup>7</sup>.

Le titre retenu était finalement « Politiques publiques et Impacts des Changements climatiques à l'Echelle régionale & Locale sur les Espaces Fragiles » et son acronyme PICE&LEF. Dans la proposition initiale, ce projet visait de traiter des inter-relations entre les modifications climatiques aux échelles régionales, leurs impacts sur les milieux fragiles et les politiques publiques mises en œuvre ou envisagées pour s'adapter aux impacts futurs de ces changements d'origine anthropique.

Il s'agissait donc d'analyser chaque facteur (naturel et anthropique) et en particulier la manière dont les politiques publiques prennent en compte le changement climatique pour ajuster les effets des facteurs de déséquilibre socio-économique et les effets environnementaux liés au changement climatique à l'échelle des territoires au Brésil. Les études de cas avaient été sélectionnées dans trois biomes au Brésil, le Pantanal, l'Amazonie et la Mata Atlantica et deux en France (ville et forêt de Rennes, Grande Brière) et dans la vallée de la Loire, afin de comparer comment ils pourraient être affectés par le changement climatique et comment les politiques publiques prévoyaient de s'y adapter.

Cet article reprend dans les grandes lignes le rapport final de ce programme, à bien des égards exemplaire quant au dynamisme qu'il a impulsé dans les deux équipes mais aussi en termes de production scientifique, missions de terrain et encadrement d'étudiants. Nous rappelons d'abord les conditions dans lesquelles le projet s'est mis en place, grâce à un long historique de coopération entre les partenaires avant de faire le bilan du projet lui-même.

---

<sup>1</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

<sup>2</sup> Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil

<sup>3</sup> Littoral, Environnement, Télédétection, Géomatique

<sup>4</sup> Climat et Occupation du Sol par TELédétection

<sup>5</sup> Universidade Estadual Paulista

<sup>6</sup> Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

<sup>7</sup> Institut de Recherche pour le Développement

## 1. Un Long Historique de Coopération Brasilia-USP-COSTEL

---

L'Université de Rennes 2 à travers notamment son laboratoire COSTEL possédait des relations anciennes avec le Brésil. Robert Bariou avait mené deux accords CAPES-COFECUB "les applications de la télédétection à l'étude des ressources hydriques et des écosystèmes tropicaux et subtropicaux brésiliens" (119/91) en partenariat avec les Universités de Brasilia, de Londrina et de l'UNESP et sur "Ecosystème et organisation de l'espace en Amazonie mato-grossense" avec l'Université de Cuiabá (5/96). Les échanges s'étaient poursuivis ensuite par les échanges de chercheurs: Neli Aparecida de Mello-Théry a été professeure invitée à Rennes-2 en 2005 dans le cadre de la Chaire des Amériques de l'Institut des Amériques de Rennes; en 2008, Vincent Dubreuil a été professeur invité par la CAPES à l'Université des Brasília; trois thèses portant sur l'Amazonie avaient été réalisées en cotutelle avec les Universités de Brasilia (Nédélec, 2005), Rio de Janeiro (Arvor, 2009) et de Manaus (Franca, 2009).

Les contacts entre COSTEL et Neli de Mello-Théry débutent en 2000 lors des rencontres amazoniennes organisées au CREDAL<sup>8</sup> à Paris. Elles se concrétisent avec les premiers projets de recherches communs portés alors par l'UnB<sup>9</sup> (où Neli est en poste jusqu'en 2005) notamment le programme META: Monitoramento estratégico das Transformações Ambientais na Amazônia 2002-2004 (CIRAD<sup>10</sup> et UnB). Mais le premier programme commun sera celui du MAE<sup>11</sup>: Colonisation agricole le long de la BR-163 coordonné par Patricio Mendez du CIRAD entre 2003-2004. Au cours de ce projet, les premières missions communes en Amazonie permettent de reconnaître l'ensemble du parcours de la BR-163, aussi bien coté Mato Grosso que du Para (Nédélec et al, 2005; Mello et al, 2006). Cette pratique du terrain se poursuivra dans le cadre des projets ANR-DURAMAZ dont la première phase, coordonnée par Martine Droulers et F.M.Letourneau (CREDAL) début en 2007.

Avec le départ de Neli pour l'USP, la coopération avec l'Université de Rennes 2 se poursuit et s'amplifie. Les relations se concrétisent en 2008 avec un accord-cadre avec l'EACH (École des sciences, des arts et sciences humaines). Cet accord a permis de bénéficier de l'Année de la France au Brésil pour renforcer les relations entre les deux institutions universitaires ainsi que des échanges de chercheurs, enseignants et étudiants français et brésiliens. En 2009, un projet porté par les équipes brésiliennes (Neli de Mello-Théry pour l'USP) et françaises (Vincent Nédélec pour Rennes-2) a permis la réalisation d'un voyage d'étude destiné aux chercheurs, professeurs et étudiants des cycles supérieurs et diplômé de géographie et de gestion de l'environnement, régulièrement inscrits dans l'un des deux établissements (**figure 1**).

Ce groupe se composait de 20 étudiants de chaque université et six enseignants. En plus de permettre un premier contact et de connaître le terrain amazonien en juillet 2009, cette mission a permis d'étudier la dynamique territoriale de l'État du Mato Grosso (Nédélec et al, 2013). Ce projet a également permis la diffusion de la recherche française au Brésil et de la coopération

---

<sup>8</sup> Centre de Recherches et de Documentation sur l'Amérique Latine

<sup>9</sup> Universidade de Brasilia

<sup>10</sup> Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

<sup>11</sup> Ministère des Affaires Etrangères

bilatérale dans le champ universitaire. C'est au cours de tous ces échanges que prend forme l'idée d'un projet ambitieux entre les deux équipes.

**Figure 1:** Photos du voyage au Mato-Grosso en juin-juillet 2009.



Surce: Les Auteurs.

## 2. Stratégie de Mise en Œuvre du Projet et Fonctionnement Général du Projet PICE&LEF

---

Un débat actif a alimenté les échanges entre les partenaires tout au long de l'année 2010 pour la préparation du projet puis pendant les douze premiers mois du programme afin d'approfondir les connaissances théoriques et pratiques mutuelles et développer des stratégies de travail

communes. Une première série d'échanges a concerné la compréhension des territoires retenus pour le projet coté brésilien et côté français: identification des enjeux locaux en termes de changement climatique, de politiques publiques et de dynamiques paysagères. Des installations de matériel météorologique ont eu lieu sur les terrains français et brésiliens grâce à l'appui financier d'autres programmes de recherches (ANR notamment). 4 des sites et thèmes d'études ont été maintenus conformément à la proposition initiale (Pantanal, Amazonie méridionale, ville de Rennes, vignoble du Val de Loire) et deux ont été adaptés : le site "forêt de Rennes" a été élargi à l'ensemble de l'activité agricole en Bretagne (correspondant aux bourses de post-doc Science sans Frontière de Neli de Mello-Théry et à la thèse de Chloé Lamy) et le site "Mata Atlântica" a été repositionné sur l'agglomération de São Paulo (thèse de Jane Zilda Ramires).

**Tableau 1:** Bilan des Missions Réalisées Durant les 4 Années du Projet USP-COFECUB UC Sh 131/11 PICE&LEF

Année	France-Brésil		Brésil-France	
	Chercheurs, <i>étudiants</i>	Lieux / terrains	Chercheurs, <i>étudiants</i>	Lieux / terrains
2011	V.Dubreuil A.E.Laques (IRD) M.Boulogne (M2)	INPE-SP Serra do Mar Pantanal Cristalino	N.de Mello-Théry A. Cavicchioli H.Tozato (PHD) N.Debortoli (PHD)	Grande Brière Coteaux Layon Rennes (ville + ONF)
2012	V.Nédélec J.Oszwald V.Michot (M1)	Alta-Floresta Sa Cantareira APA Rio Tieté	P.Sinisgalli A. Cavicchioli H.Tozato (PHD) L.Nascimento (PHD)	Saint-Malo Paimpol (agriculture)
2013	V.Dubreuil Q.Delgado (M1) M.Borowiack (L3)	Pantanal (MT) Carlinda Cristalino	S. Zanirato A. Soares da Silva C. de Moura (PHD) J.A.Cavalcante(M1)	Rennes (plan climat) Caen
2014	H.Quenol S.Corgne S.Le Clec'h (PHD) M.Segouin (M2)	Pantanal (MS) Alta Floresta USP-UNESP	C.Rodrigues N.de Mello-Théry J.C.Suzuki C. de Moura (PHD)	Littoral Colloque ENVIBRAS

Source: Les Auteurs.

Afin de mieux intégrer les apports de chaque membre du projet et faciliter l'intégration de chercheurs en formation (master et doctorat) l'équipe a opté pour des visites de terrain groupées et la réalisation de séminaires de travail, aussi bien pour les missions France - Brésil que Brésil - France. En France, les visites de terrain ont permis de visiter l'ensemble des terrains prévus : ville et forêt de Rennes, Val de Loire, Grande Brière, régions agricoles spécialisées en cultures délicates (vignobles, cultures maraîchères littorales notamment l'aire d'AOC du coco de Paimpol).

Au Brésil, la région du Parc Cristalino et de São Paulo (Mata Atlantica du Parc de la Serra do Mar et da Cantareira) ont été visitées à deux reprises; le terrain du Pantanal a fait l'objet de deux missions spécifiques en 2013 (Parc, Mato Grosso) et 2014 (Mato Grosso do Sul) comme prévu initialement (tableau 1). A chaque fois, les équipes pluridisciplinaires ont pu faire le point sur les aspects climatiques et paysagers mais aussi interagir avec les acteurs et les gestionnaires des territoires : les travaux ont donc consisté en des mesures physiques, des relevés photographiques et paysagers géolocalisés par GPS et des enquêtes. En dehors des missions où l'équipe a pu mener des échanges et travaux communs, les moyens de communications actuels ont été mobilisés : internet/skype, visioconférence.

Les séminaires de travail ont été des moments particulièrement riches en échanges entre les membres du projet et ont permis notamment aux doctorants de produire régulièrement un état d'avancement de leurs recherches. Des méthodologies et des bases de données ont été mises en commun afin d'enrichir mutuellement les travaux de chaque doctorant et d'initier de nouveaux travaux de master: un des objectifs majeurs du projet de faire bénéficier aux chercheurs en formation de l'expérience des "sénior" est pour nous une des grandes réussites de ce programme. Par ailleurs, lors de chaque séminaire des chercheurs extérieurs au programme ont été invités, l'objectif était double: faire bénéficier à l'équipe des meilleurs travaux de spécialistes reconnus dans leur domaine et apporter un regard critique sur les travaux menés dans le cadre de ce projet USP-COFECUB (**tableau 2**).

**Tableau 2:** Séminaires et Colloques Réalisés dans le Cadre du Projet USP-COFECUB UC Sh 131/11 PICE&LEF

Date	Lieu	Nom	Intervenants	Participants
Mai 2011	São Paulo IEA/USP	I Seminário internacional - PICE&LEF	10	30
Octobre 2011	Rennes 2, LETG	II Seminaire international - PICE&LEF	10	25
Mai 2012	São Paulo IEA/USP	III Seminário internacional - PICE&LEF	10	20 On-line/ao vivo
Juillet 2012	Rennes 2, LETG	IV Seminaire international - PICE&LEF	12	25
Mai 2013	São Paulo IEA/USP	V Seminário internacional - PICE&LEF	10	20 On-line/ao vivo
Décembre 2013	Rennes 2, LETG	VI Seminaire international - PICE&LEF	12	25
Mai 2014	São Paulo IEA/USP	V Seminário internacional - PICE&LEF	10	20 On-line/ao vivo
Novembre 2014	Rennes 2, LETG / USP	Colloque ENVIBRAS	61	100

Source: Les Auteurs.

Le point a pu être effectué sur les modèles et les données climatiques disponibles durant le projet. Le modèle climatique développé par l'INPE (résolution spatiale 10km) toujours en cours de validation au début du programme n'a pas pu être utilisé. Les données du modèle ETA (résolution 40km) obtenues par régionalisation du modèle du Hadley Center sont disponibles dans le cadre de collaborations et séjours de chercheurs et d'étudiants au CPETEC mais le temps a manqué pour former des gens capables d'exploiter ces données dans le cadre du programme. Côté français, les travaux se sont appuyés sur les sorties du modèle ARPEGE-CLIMAT de Météo-France (résolution de base 50km et descente d'échelle statistique à 8km).

Les travaux en France comme au Brésil ont montré certaines grandes tendances d'évolution climatique: diminution de la période humide et augmentation des périodes de sécheresse. Les quantités d'eau tombées ne diminuent pas partout, mais en revanche, les épisodes pluvieux semblent plus violents. Une augmentation des événements extrêmes (très fortes pluies, sécheresses) a été constatée ce qui a déjà un fort impact sur la sécurité civile (inondation, éboulement) notamment dans le Parc da Serra do Mar dans la Mata Atlântica et dans l'agglomération de São Paulo. En Amazonie, au vu des entretiens menés, les modifications du climat ont des incidences variables sur les systèmes de production malgré les décalages périodiques entre les cycles des cultures et les saisons sèches et humides. Les conséquences

semblent être essentiellement économiques et davantage liées à la variabilité interannuelle qu'au changement global. Le lien avec le recul de la forêt est souvent avancé sans que cela constitue véritablement une préoccupation pour les acteurs locaux.

Enfin, l'installation des capteurs sur les sites Français (Rennes et Val de Loire) et brésilien (Amazonie) a pu être menée à bien et ont fait l'objet de nombreuses missions de terrain (figure 2) et plusieurs publications. L'ensemble des données collectées (malgré quelques aléas techniques...) permet de mettre en avant des différences notables liées notamment aux types d'occupation du sol rencontrés: différences ville-campagne, forêt-pâturages et rôle de la topographie. Voyons maintenant plus en détails les résultats spécifiques à chaque terrain d'études.

**Figure 2:** Le Champ.



**Note:** quelques photos des missions de terrain du projet USP-COFEUCUB UC Sh 131/11 PICE&LEF - Serra do Mar, 2011, Cantareira, 2012, Bretagne, 2014. Source: Les Auteurs.

### 3. Une Comparaison Originale Entre le Pantanal et la Grande Brière

---

Afin d'analyser la gestion par la France et le Brésil de la politique de Ramsar<sup>12</sup> pour la préservation de la biodiversité des zones humides face aux défis des conséquences des changements climatiques, une étude comparative du Pantanal et de la Grande Brière a été menée en utilisant un ensemble pluri-thématique d'indicateurs environnementaux, organisés selon une matrice pression-impact-état-réponse adaptée du modèle du PNUE (2004), et soutenue par une analyse comparée. Le travail réalisé dans le cadre de la thèse en cotutelle de Heloisa Tozato a

---

<sup>12</sup> Convention sur les zones humides d'importance internationale

montré comment des éléments climatiques sont des facteurs significatifs sur le plan fonctionnel et contrôlent la performance biologique par le biais des limites de tolérance, de quantité et de variabilité. Elle montre également le rôle d'orientation de la Convention de Ramsar, qui depuis les années 1990 informe les états membres sur le degré de complexité de la thématique, l'urgence d'une mise en œuvre d'instruments intégrés de gestion et leur fournit une aide à la mise en œuvre de mesures de gestion (Tozato et al, 2012 ; Paulo et al, 2014).

Une partie du travail a également été consacrée à l'étude des pressions exercées par les changements climatiques et hydrologiques, à l'état des paysages, et aux conséquences prévisibles sur la biodiversité des sites Ramsar du Parc National (PARNA) du Pantanal au Brésil et Grande Brière en France. La vulnérabilité de la biodiversité des deux sites y apparaît surtout liée à l'augmentation des températures, à la baisse du niveau d'eau dans les cours d'eau, et à l'altération des indices de pluviosité annuels et mensuels au cours des 41 dernières années (Tozato et al, 2013). Au cours de la même période, la biodiversité des deux sites a subi, à l'échelle des paysages, les conséquences de l'évolution de six grands types communs de végétation et d'usage du sol : la progression des sols nus, celle des formations végétales de structure peu complexe, la suppression des espaces recouverts par des formations végétales de plus grande diversité biologique, l'altération des forêts, la suppression des espaces recouverts des types de végétation les plus humides, et les changements de l'eau.

Enfin, une analyse a été menée sur les réponses apportées par le Brésil et par la France à la question de la mise à œuvre de la politique Ramsar, en particulier en ce qui concerne l'articulation des différentes échelles de gestion. Dans le cas brésilien, la politique des zones humides apparaît ainsi adossée essentiellement à la politique nationale de la biodiversité, et au Plan national sur les espaces protégés. En France, elle s'appuie surtout sur la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, sur la loi relative au développement des territoires ruraux, et sur le Plan national en faveur des zones humides. Dans les deux cas, la politique établie pour les zones humides inclut de potentiels instruments d'adaptation et d'atténuation (Tozato et al, 2015).

Toutefois, alors que, dans le cas de la Brière, les orientations nationales se retrouvent dans la planification et la gestion locale, on observe, dans le cas du PARNA, une prise de distance du plan local de gestion par rapport aux réponses données par les organes fédéraux. Un tel constat résulte d'une structure compartimentée des instruments du cadre politique brésilien, du modèle actuel de gestion qui structurellement tarde à atteindre les objectifs fixés et à tenir ses engagements. Cette étude nous a amené à conclure que, en ce qui concerne la triangulation des actions entre les échelons international-national-local afin de permettre aux politiques nationales de stimuler, orienter et étendre les actions locales sur le plan légal, la France présente une plus grande maturité politique dans la gestion des écosystèmes, et parvient à concrétiser à l'échelon local les recommandations et orientations internationales.

## 4. Analyse Urbaine Comparée : îlot de chaleur et gestion des CC à Rennes et São Paulo

---

Malgré l'extension territoriale et la situation géographique des régions métropolitaines de Rennes et de São Paulo, avec des climats et des conditions naturelles différentes, les études démontrent des problèmes communs tels que les îlots de chaleur, qui peuvent être aggravés par les effets du changement climatique, ce qui entraîne des risques pour la santé publique, la biodiversité et le patrimoine culturel. A Rennes, les facteurs météorologiques mesurés par le réseau de mesures sont la température, l'humidité relative, le vent (sens et orientation) et les précipitations à une fréquence horaire. On dénombre 20% de nuits avec un fort îlot de chaleur urbain dont l'intensité en fin de nuit est supérieure ou égal à 5°C. L'îlot de chaleur urbain est associé à un type de temps avec un ciel clair et dégagé sans vent, ce qui explique sa variabilité saisonnière. En hiver, l'écart moyen des minimales observés entre le centre et la périphérie est de 1,8°C, tandis que l'été la différence moyenne des minimales est de 2,3°C (Thèse de Xavier Foissard). Des études spécifiques à Rennes, ont pu déterminer les effets du changement climatique qui se produisent différemment sur certaines espèces végétales.

Dans la ville de São Paulo la recherche dans cette direction est encore à sa phase initiale et limitée à l'inventaire de la faune et à l'identification des espèces menacées, résultant de l'élimination et de la fragmentation de la forêt atlantique et des modes d'utilisation et de l'occupation des sols. Les fragments restants de la Mata Atlântica comprennent la Reserva da Biosfera dont la flore et la faune subissent une forte pression de l'étalement urbain désordonné. Parmi les 700 espèces de la faune cataloguées dans la commune de São Paulo, 128 espèces sont endémiques de la Mata Atlântica, 30 sont menacées d'extinction dans l'état de São Paulo, 22 sont quasiment menacées d'extinction et 13 présentent des données manquantes, selon le Décret 53.494/08. Les plus grands risques (glissement de terrain et inondations) sont provoqués par l'augmentation du nombre de jours de pluies abondantes, à partir de l'analyse de la station météorologique de Santana.

Ces risques se produisent en périphérie de la ville, sur des flancs de colline escarpés et des bords de cours d'eau, où prédominent les occupations et les lotissements clandestins, ce qui menace, à leur tour, la faune existante comme sur les rives du fleuve Tiété (VanTilbeurgh et al, 2014). Cependant, la diminution de l'humidité relative de l'air et l'augmentation de la température lors des vagues de chaleur rendent les quartiers moins arborés plus vulnérables à celles-ci, notamment les quartiers où la population est la plus défavorisée. Cette même fragmentation de la végétation et des modes d'utilisation des terres peut expliquer la vulnérabilité du patrimoine culturel du Vale Histórico Paulista au changement climatique (Zanirato et al, 2014). La situation est aggravée par l'inaction du gouvernement.

Pour la France, les PCET (Plan Climat Energie Territorial) sont en cours de déploiement et visent à réduire les impacts du changement climatique dans les villes. Les travaux menés sur le territoire de Rennes Métropole permettent d'apporter des éléments pour la mise en œuvre de la politique d'adaptation de la ville. Les projections des températures révèlent l'augmentation des épisodes caniculaires où l'îlot de chaleur a un impact sur la population urbaine, ces impacts peuvent se traduire par un inconfort voire une surmortalité selon la vulnérabilité des personnes. Conjointement, le phénomène d'urbanisation participe à l'intensification du phénomène d'îlot de

chaleur par l'imperméabilisation des surfaces. Les études climatiques menées apportent des informations et des éléments pour la prise en compte dans l'aménagement des vagues de chaleurs actuelles et à venir. L'optimisation des formes urbaines par l'intégration des connaissances topo-climatiques sont dépendantes d'une volonté politique d'anticipation des événements climatiques.

Pour la ville de São Paulo les études montrent l'existence d'augmentation de la température dans la région centrale (îlot de chaleur) et une diminution qui se déplace du centre à l'extérieur, dans les périphéries les plus protégées (Parc de la Serra da Cantareira, au voisinage du barrage Billings et Guarapiranga ou le Parc du Carmo). Depuis les années 1930 il y a eu une augmentation progressive de la pluviométrie et des inondations (plus de 200 mm/an). Depuis 2009, la municipalité de São Paulo a un plan climat dont le but est de réduire de 30 % les émissions de gaz à effet serre dans la ville. Le gouvernement local a pris en compte les risques d'événements extrêmes, notamment les fortes pluies et leurs conséquences dans la formulation et la mise en œuvre des politiques publiques relatives au changement climatique à São Paulo (thèse de Jane Zilda Ramirez).

## **5. Durabilité de la production et adaptation des politiques agricoles aux changements climatiques dans le Mato Grosso et en France (Bretagne, Pays de Loire)**

---

La problématique de l'analyse a focalisé sur la viabilité de la production agricole brésilienne et française en relation avec les scénarios de changement climatique. Pour que les producteurs puissent s'adapter et maintenir les conditions de la durabilité de leurs systèmes de production, la mise en œuvre des politiques publiques et privées pour la durabilité joue un rôle important. Cette question en entraîne une autre : quelles stratégies doivent adopter les différents acteurs (Etat, producteurs, etc.) pour les intégrer dans leurs systèmes d'exploitation et Comment ? Au Brésil, selon Lahsen (2010) il n'y a pas de participation des chercheurs en sciences sociales dans la recherche sur le changement climatique qui leur permettraient de comprendre comment les aspects et les facteurs socio-culturels et économiques peuvent influencer sur cette question. C'est donc aussi l'approche multidimensionnelle et multi-échelle qui a été adoptée dans ce programme, notamment lors du post-doc de Neli de Mello-Théry à Rennes (Mello-Théry et Dubreuil, 2017).

La méthode d'analyse est basée sur l'idée d'une géohistoire pour comprendre les avancements et les transformations de ces régions agricoles fondées sur un complexe agroindustriel. La recherche a aussi analysé comment les producteurs comprennent les indicateurs du changement climatique et comment ils changent leurs pratiques agricoles. D'un autre côté, la recherche a analysé les politiques publiques, les stratégies des acteurs et, surtout, leur gouvernance.

Les données et les renseignements obtenus lors de cette étude permettent des conclusions qu'exposent à la fois la position de plusieurs acteurs impliqués dans les inter-relations climat et

politiques agricoles. Toutefois, pour que les producteurs s'adaptent et maintiennent les conditions de la durabilité de leurs systèmes de production cela dépendra aussi de la connaissance spécifique qui intègre le système technique de production aux conditions locales ; cela dépendra également de la volonté politique de prendre en compte la complexité du sujet et des moyens de s'adapter à l'évolution des processus de production et de variabilité du climat.

Ainsi, la sécheresse est un risque important à l'échelle du territoire breton. Or, le changement du climat observé depuis plusieurs décennies amène des doutes quant à l'évolution des sécheresses en termes de fréquence et d'intensité. La thèse de Chloé Lamy a proposé une analyse des caractéristiques des épisodes secs en Bretagne selon trois scénarios SRES du GIEC : B1, A1B et A2. Les sorties climatiques désagrégées utilisées ont été comparées, dans un premier temps, aux observations afin de s'assurer de l'adaptabilité des jeux de données pour une analyse de ce type. Pour chacun des scénarios deux types de bilans hydriques ont été calculés. Ils permettent d'obtenir des valeurs de déficit d'évaporation, paramètre illustrant l'intensité des sécheresses, ainsi que des valeurs de réserve hydrique qui mettent en évidence les périodes d'assèchement et de recharge des sols.

Les premiers bilans hydriques, de résolution de 8 km et au pas de temps mensuel, proposent une vision générale sur le comportement hydrique des sols bretons. Les seconds, de résolution kilométrique et au pas de temps journalier, apportent plus de précision quant aux secteurs vulnérables et à l'intensité probable des épisodes secs. On peut ainsi voir que des sécheresses exceptionnelles, similaires à celle de 1976, seraient régulièrement observées à la fin du 21ème siècle d'après le scénario A2 (Lamy et al, 2014). La comparaison avec un indice de sécheresse utilisé par Météo-France confirme les tendances régionales attendues au 21ème siècle d'après les trois scénarios SRES. Une approche agronomique est également proposée dans cette thèse afin d'apprécier les impacts de différents types de culture sur la réserve hydrique des sols.

L'observation et la modélisation spatiale de la température dans les terroirs viticoles du Val de Loire dans le contexte du changement climatique a fait l'objet d'une thèse (Cyril Bonnefoy) et d'une HDR (Hervé Quenol) mettant en œuvre une approche modélisatrice (modèle Arpege-Climat de MF) multicritère et pluri-scalaire de la climatologie. Cela a permis d'arriver à une approche des rapports climat-viticulture, ou - mieux encore - changement climatique-terroir au sens large, allant dans une direction nature-société. Les résultats montrent l'importance d'une forte amplitude thermique pour la qualité du vin et sur le fait que les vignobles situés sur les flancs des coteaux en dessus des lacs d'air froid nocturnes permettent aussi d'obtenir des vins de qualité supérieure. Une rupture sérielle observée vers 1987 dans les données climatiques confirme des résultats obtenus dans d'autres régions. Ces résultats sont de nature à rassurer les professionnels de la filière sur l'avenir de leurs terroirs et la qualité de leurs vins, au moins jusqu'à l'horizon 2050. Les aires d'appellation des vignobles ne sont donc pas remises en question à court et moyen terme. Les professionnels pourraient par contre avoir à gérer plus d'incertitude et donc s'organiser et s'adapter pour réagir rapidement à des événements extrêmes.

En Bretagne, les tendances climatiques sont analysées sur la base des données primaires obtenues par les stations météorologiques, avec un maillage très dense, et les scénarios pour l'avenir proche (100 ans) avec un modèle climatique régionalisé à échelle fine. Cela signifie plus de sécurité et de certitude sur les données et leur suivi, ce qui peut permettre ainsi une plus grande précision pour les décisions des producteurs sur ce qu'il faut faire sur le moyen terme. Dans le Mato Grosso, il y a peu de stations météorologiques (on peut à peine parler de réseau) et les données ne permettent pas une grande précision spatiale. Enfin, dans le Mato Grosso, il existe un

investissement dans le programme de l'agriculture de précision, basée sur la technologie de l'information et qui vise à renforcer également les actions entre la recherche en éducation et le développement de la technologie nationale basée sur le principe de la variabilité du sol et du climat, alors que la grande majorité des producteurs ne croient pas qu'il y ait un changement climatique (Dubreuil et al, 2013 et 2017). Le discours dominant (en partie promu par certaines organisations qui ne souhaitent pas que l'on montre du doigt d'éventuelles responsabilités liées à la déforestation...) est celui que le climat est stable et qu'il reste un gros avantage pour l'expansion agricole.

## 6. Suivi de la Dynamique du Couvert Végétal et de ses Impacts Climatiques en Amazonie

---

Les données quantitatives sur les feux, issus des capteurs AVHRR et MODIS des satellites NOAA-12 et AQUA de la NASA, ont permis d'analyser les tendances dans le Mato Grosso et au Pará entre 2002 et 2011, c'est à dire pendant la période d'avancée majeure de l'agro-business (2003-2005) et durant la période où de nombreuses tentatives pour limiter la déforestation en Amazonie ont été mises en œuvre. Les données sur les incendies ont permis de confirmer que sur les dix années entre 2002 et 2011 on observe une tendance à la baisse du nombre absolu de foyers dans ces deux Etats (Cavicchioli et Dubreuil, 2014).

Le travail de terrain s'est aussi concentré sur la mise en place d'une méthodologie de caractérisation quantitative de la dynamique de l'occupation des sols, notamment dans des systèmes d'élevage extensifs et dans les systèmes agroforestiers. Pour ce faire, nous avons utilisé des méthodes de relevés de « Leaf Area Index » (LAI) à partir de deux méthodes: un appareil photographique équipé d'un objectif hémisphérique (Nikon D300 S équipé d'un objectif Nikkor Fisheye) et un LAI L (LAI Léger). Des transects de LAI ont été effectués dans des espaces représentant la diversité des types de couverts rencontrés dans et autour du parc Cristalino.

Ce travail permet de mieux comprendre la disparité des processus physiques en cours dans les différents types de pâturage, mais aussi de mieux comprendre leur impact au sein des pâturages, notamment les processus d'érosion en nappe ou concentré ou les processus de destruction de la couverture végétale par le surpâturage. Cette approche s'intègre dans une perspective plus globale liée aux services écosystémiques, notamment de stockage du carbone (thèses de Solen Le Clec'h et Lucelma Nascimento; HDR de Johan Oszwald; Sinisgalli et al, 2014). Dans le secteur du Cristalino, nous avons échantillonné des espaces essentiellement forestiers tropicaux humides et secs (végétation d'inselbergs). Les photographies hémisphériques ont servi à représenter l'hétérogénéité du couvert au sein des forêts et à présenter sa complexité. De plus, les mesures de LAI intra-forestier peuvent également permettre de modéliser par télédétection la cartographie de la biomasse active, élément indispensable à la mesure de l'état biophysique des forêts denses humides.

En Amazonie, la plupart des programmes de recherche en climatologie ont privilégié l'instrumentation de sites assez souvent éloignés les uns des autres sans offrir la possibilité d'étudier les effets de gradient à échelle fine. Le réseau de mesures mis en place dans le cadre de ce projet dans la région d'Alta Floresta comprend deux types de capteurs:

- Un ensemble de sept stations météorologiques DAVIS-Instruments de type Vantage-Pro mesurant l'ensemble des paramètres climatiques habituels : température, humidité, vent, pression, rayonnement, pluie. Les sites retenus sont tous en position dégagée : trois stations en pâturage, deux en milieu forestier, une station urbaine et une périurbaine.
- Un deuxième ensemble de 20 capteurs miniatures adaptés aux mesures aux échelles fines est également déployé sur la zone d'étude. Il s'agit de sondes de température et d'humidité équipées d'enregistreurs de données à grande capacité (typiquement près d'un an de données à un pas d'archivage d'une heure) de marque HOBO ou TINYTAG. Les sondes sont placées dans des abris tous positionnés à deux mètres de hauteur mais dans des conditions d'environnement contrastées, aussi bien en milieu ouvert (pâturages) que sous couvert forestier et en situation de clairière.

A partir des mesures de température effectuées sur les deux types de couvert végétal, forêt et pâturage, on constate ainsi un écart moyen de 0.5°C. En forêt, on retrouve une différence de température entre les stations proches de la lisière, les plus chaudes et celles les plus éloignées, de près de 3.5°C le jour en saison sèche, montrant qu'un gradient de température se met en place. La forêt témoigne d'une capacité forte à maintenir une humidité élevée, de jour comme de nuit. Cela lui permet de conserver une amplitude thermique plus réduite qu'en pâturage. Ces travaux ont été poursuivis par la suite par plusieurs masters et ont donné lieu à des publications variées (Dubreuil et al, 2020 et 2021).

Une autre partie de la recherche a concerné la détection de tendances dans la pluviométrie au sud de l'Amazonie (thèse en cotutelle Nathan Debortoli). Malgré l'importance de la région pour l'agriculture et les services écosystémiques au Brésil, peu d'études ont exploré et analysé en profondeur le réseau de postes pluviométriques dans une perspective chronologique (1970-2010). Pour ce faire, 207 postes pluviométriques de l'Agence brésilienne sur l'eau (ANA) dans le sud de l'Amazonie et au nord du Cerrado ont été analysés, en utilisant des tests de Pettitt et de Mann-Kendall. Le test de Pettitt a indiqué 16% des ruptures dans les séries chronologiques des précipitations, et le test de Mann-Kendall a mis en évidence que 41% des postes ont des tendances négatives, principalement pendant les saisons de transition (début et fin de la saison de pluie). Le modèle de régression linéaire a montré que 63% des données ont présenté des tendances négatives.

A échelle fine, les données temporelles ont permis d'identifier les dates de début et fin de la saison des pluies. Les résultats suggèrent qu'il existe de forts contrastes entre l'Amazonie et le Cerrado. Cette analyse chronologique a également indiqué que durant la période couverte par l'étude il y a eu un retard dans le début de la saison des pluies pour 84% des postes pluviométriques, et pour la fin un décalage prématuré de 76%, et pour son ampleur une diminution en 88%. Les résultats ont été poursuivis par la suite en intégrant des jeux de données satellitaires (Arvor et al, 2018).

Tous ces résultats montrent l'importance des changements à différentes échelles justifiant la préoccupation et l'attention croissante des politiques publiques vis à vis de ces questions environnementales (Gamba et al, 2014). Des différents échanges, il ressort que pour l'instant, le Brésil n'est pas encore engagé dans une dynamique de réaction politique d'adaptation face aux changements climatiques: l'absence de référence au changement climatique dans le programme Mato Grosso + 20 impulsé en 2005 est symptomatique. En 2009, cependant, la SEMA a lancé le forum matogrossense das mudanças climáticas et essayait de participer aux mécanismes REDD qui devraient être l'un des principaux moteurs à venir dans le cadre de la préservation du Mato Grosso. Il sera intéressant de répertorier à l'avenir les politiques publiques qui ne sont pas directement liées au climat, mais tournées vers l'usage des ressources (protection, exploitation, orientation, gestion...) car elles ont un effet sur les dynamiques d'occupation des terres et des paysages.

Dans le cas du Parc Cristalino, l'espace forestier protégé est plus vaste du fait de l'existence d'une importante réserve privée (RPPN<sup>13</sup>) au sud (thèse de Carla Moura). En effet, les modifications d'occupation du sol ont un effet sur les changements climatiques à l'échelle locale, comme le montrent les mesures effectuées par les capteurs installés lors de nos missions. Si les politiques d'adaptation au changement climatiques sont balbutiantes, en revanche, certaines politiques publiques ont des conséquences plus ou moins fortes sur les dynamiques d'évolution des grands systèmes de production et l'occupation du sol qui en découlent et font l'objet de nombreuses controverses (Mello-Théry et al, 2013 et 2020).

## 7. Un Rapide Bilan: ENVIBRAS 2014 et après...

---

Le bilan chiffré du programme, en tenant compte de ses prolongements dans les années qui ont suivi (certaines thèses ont été soutenues dans les mois qui ont suivi la fin officielle du programme) est impressionnant : une quinzaine de thèses, HDR et post-doc, autant de masters et mestrados, des participations croisées à des jurys, des interventions dans les cours lors des missions et une liste fournie de publications communes. Malgré les restrictions financières (2 missions non financées), les grèves dans les deux établissements, y compris à Rennes lors du colloque de restitution finale, toutes les missions et séminaires se sont tenus. L'interaction entre chercheurs « confirmés » et en « formation » a réellement permis d'enclencher une dynamique qui s'est poursuivie encore durant plusieurs années.

Point d'orgue de ce programme, le colloque ENVIBRAS « Environnement et Géomatique : approches comparées France-Brésil » s'est déroulé à Rennes en novembre 2014. Cette manifestation était à la fois l'aboutissement d'un travail de 30 années de collaboration et de partenariat de l'équipe LETG-Rennes-COSTEL avec les universités brésiliennes, de rendre

---

<sup>13</sup> Reserva Particular do Patrimônio Natural

hommage à Rober Bariou, mais aussi l'occasion de faire le point sur des questions scientifiques majeures soulevées par le projet PICE&LEF (**figure 3**).

Ce colloque visait donc simultanément à réunir un réseau actif de recherche tout en permettant de nouveaux contacts sur des thématiques et des méthodologies innovantes sur les questions d'environnement. Les intervenants (une centaine) étaient originaires pour moitié du Brésil. Les français et européens constituent l'autre moitié des participants, avec des contributions généralement équilibrées entre universitaires (chercheurs, enseignants-chercheurs), doctorants et des professionnels d'autres organismes en liaison avec la recherche fondamentale ou appliquée. Les interventions de conférenciers invités de renom et de haute qualité scientifique ont permis de souligner la dimension interdisciplinaire des études sur l'environnement et la géomatique. L'ensemble de la manifestation et sa gestion étaient hébergés et sont toujours accessibles sur la plateforme : <http://envibras2014.sciencesconf.org/> où se trouvent les actes du colloque en français et en portugais, soit plus de 500 pages (Dubreuil et Mello-Théry, 2014) !

Cette dynamique n'est pas retombée une fois le programme terminé pour plusieurs raisons. D'abord parce que des liens personnels et d'amitiés se sont renforcés entre les partenaires et que la nouvelle génération a continué à faire fructifier les découvertes et recherches initiées pendant ces années ; en raison aussi de l'implication commune des membres du projet dans d'autres projets parallèles et réseaux facilitant les fertilisations croisées entre les programmes : ainsi, en 2011 l'USP et le LETG-Rennes ont participé au montage et à l'obtention d'une ANR (DURAMAZ-2, coordonnée par le CREDA-Paris 3) et dont les financements obtenus ont permis d'aider à la réalisation des missions de terrain en Amazonie.

**Figure 3.** Colloque ENVIBRAS.



Note: quelques photos prises pendant le colloque ENVIBRAS à Rennes en 2014 en clôture du projet USP-COFEUCUB UC Sh 131/11 PICE&LEF. Source: Les Auteurs.

Enfin, parce que le projet a servi de trait d'union ou de catalyseur pour de nouvelles réponses à appel d'offre et de nouveaux projets communs. L'USP et le LETG-Rennes avaient soumis une proposition au FP7 de l'Union Européenne en 2011 (CLUEDAM: Climate, Land Use and Ecosystems Dynamics assessment and modeling in the AMazon) puis deux projets à l'ANR (CESAM : Climate change and Sustainability in the AMazon) en 2013 et 2014. Aucun de ces projets n'a été retenu mais une partie des questions de recherches envisagées a pu être incorporée dans une nouvelle réponse plus large faite en avril 2015 au titre de l'appel RISE<sup>14</sup> de l'Union Européenne coordonnée par l'IRD. Ainsi, les partenaires se sont retrouvés dès 2016 dans un projet européen plus vaste: ODYSSEA: Observatory of the dynamics of interactions between societies and environment in the Amazon. Dans cette continuité, l'accueil en 2014 sur une chaire de l'Etat de São Paulo de Vincent Dubreuil a permis de renforcer encore la coopération avec l'UNESP et l'USP et a permis l'obtention en 2019 d'un nouveau projet retenu par la CAPES et le COFECUB, le projet Sh 941/19 CICLAMEN, Cities, Climate And vegetation: Modeling and Environmental public policies ; dans ce nouveau projet, coordonné par l'UNESP et centré sur les villes, l'apport de Neli sur les politiques publiques demeurerait incontournable.

Cette trajectoire commune ne peut se résumer à cet inventaire quantitatif, pourtant exceptionnel. La dimension humaine de ces échanges a été un gage de la réussite de ces projets et de leur longévité. C'était d'abord une volonté partagée d'allier la géographie de terrain, les outils adaptés (que ce soient les stations météo, les images satellites, les enquêtes ou les interviewes) et l'analyse critique des observations et des résultats. C'était aussi le désir sans cesse renouvelé de partager cette démarche avec les jeunes générations, leur faire comprendre la nécessité d'agir pour l'environnement, non pas uniquement de manière militante mais à sa place de scientifique : une géographie engagée dans le débat public mais visant surtout à fournir des informations utiles pour les citoyens ou la prise de décision. Figure incontournable de la géographie et des politiques publiques environnementales au Brésil, Neli était, pour nous, bien plus qu'une collègue investie et extrêmement compétente. COSTEL lui avait d'ailleurs décerné un prix spécial, le premier diplôme « Skoltel » rappelant la place toute particulière qu'elle occupait à Rennes.

Neli a toujours été un exemple. Serviable et altruiste, elle se préoccupait plus des autres que d'elle-même et savait, par son écoute, son empathie, être aux petits soins de ses amis, de ses collègues et de ses étudiants. Pédagogue attentionnée, elle est devenue une seconde mère pour ses doctorants et les étudiants qu'elle encadrait. Sérieuse et exigeante professionnellement, elle savait aussi sonner l'heure de la récréation pour que chaque réunion se termine dans un sourire et une joie communicative. Que son dévouement auprès des étudiants et que son engagement pour la juste défense de l'environnement constituent un exemple qui puisse nous guider dans nos vies et carrières respectives. Nous garderons, en sus, en mémoire son sourire et sa joie communicative.

---

<sup>14</sup> Research and Innovation Staff Exchange

**Figura 4.** Célébration.



Obrigado Neli (NDVi<sup>215</sup>, Rennes, 2014)

---

<sup>15</sup> Nédélec, Dubreuil, Vincent & Vincent...

## Referências Bibliográficas

---

- Arvor, Damien., Daugeard, Marion., Tritsch, Isabelle., Mello-Thery Neli Ap., Thery, Hervé., & Dubreuil, Vincent. (2018). Combining socioeconomic development with environmental governance in the Brazilian Amazon: the Mato Grosso agricultural frontier at a tipping point. *Environ Dev. Sustain.* 20(1), 1-22.
- Bonnefoy, Cyril. (2013). *Observation et modélisation spatiale de la température dans les terroirs viticoles du Val de Loire dans le contexte du changement climatique*. Thèse. Université Rennes 2.
- Cavicchioli, Andrea. (2012, avril à août). *Queimadas e concentração de material particulado na Amazônia matogrossense: estudos com sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica*. Post-Doc au laboratoire COSTEL.
- Cavicchioli, Andrea., & Dubreuil, Vincent. (2014). Queimadas na Amazônia legal: Comparativo de dinâmicas temporais e espaciais de 2002 a 2011 nos estados do Mato Grosso e do Pará. In *Actes du colloque Environnement et Géomatique: approches comparées France-Brésil*. Rennes: Université de Rennes 2. pp. 73-80.
- Debortoli, Nathan. (2013). *Régime des pluies et déforestation en Amazonie Méridionale*. Thèse. CDS, Brasilia, cotutelle).
- Delahaye, Florian. (2013). *Analyse comparative des différents produits satellitaires d'estimation des précipitations en Amazonie brésilienne*. Thèse. Université Rennes-2.
- Dubreuil, Vincent., Michot V., Nasuti S., Debortoli N., Mello-Thery, Neli Ap., Le Tourneau, F. M. (2013). Évolution et perception de la pluviométrie par les populations amazoniennes. *Actes du 26e colloque de l'AIC*. (pp.212-217). Cotonou, Bénin, septembre.
- Dubreuil Vincent., & Mello-Thery, Neli Ap. (2014). *Actes du colloque Environnement et Géomatique: approches comparées France-Brésil*. Université Rennes 2, France. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: [http://envibras2014.sciencesconf.org/conference/envibras2014/eda\\_fr.pdf](http://envibras2014.sciencesconf.org/conference/envibras2014/eda_fr.pdf)
- Dubreuil, Vincent., Funatsu, Beatriz., Michot, Véronique., Nasuti, S., Debortoli N., Mello-Thery, Neli Ap., & Le Tourneau F. M. (2017). Local rainfall trends and their perception by the Amazonian communities. *Climatic Change*, 143(3), 461-472. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-017-2006-0>
- Dubreuil, Vincent., Arvor, Damien., Funatsu Beatriz., Nédélec, Vincent., & Mello-Théry, Neli Ap. (2020). Les changements climatiques en Amazonie, une approche multiscalaire. In Mercier, Denis. *Les impacts spatiaux du changement climatique*. (pp. 247-270). ISTE Editions, version française.
- Dubreuil, Vincent., Arvor, Damien., Funatsu Beatriz., Nédélec, Vincent., & Mello-Théry, Neli Ap. (2021). Climate Change in the Amazon: A Multi-scalar Approach. In Mercier, Denis. (dir.). *Spatial Impacts of Climate Change*. (pp.243-266). Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <https://doi.org/10.1002/9781119817925.ch12>
- Foissard, Xavier. (2015). *Changement climatique et climats urbains: application à l'agglomération Rennaise*. Convention CIFRE, Rennes Métropole.
- Gamba, Carolina., Ribeiro, Wagner., Dubreuil, Vincent., Laques, Anne-Elizabeth. (2014). Brasil e a União Européia na conferência das partes de mudanças climáticas de Copenhague. In *Actes du colloque Environnement et Géomatique: approches comparées France-Brésil*. Rennes: Université de Rennes 2.

- Lamy, Chloé. (2013). *ImPact du Changement Climatique sur la fréquence et l'intensité des Sécheresses en Bretagne*. Université Rennes 2.
- Lamy, Chloé., Dubreuil, Vincent., & Mello-Théry, Neli Ap. (2014). Mudanças climáticas e secas: modelagem espacial e desafios para a agricultura na Bretanha. *Revista Brasileira de Climatologia*, 14, 97-113. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/view/38172/23303>
- Le Clec'h, Solen. (2016). *Spatialisation des services écosystémiques en contexte de front pionnier amazonien: analyse critique d'un outil de la gestion environnementale*. Thèse. Université Rennes 2.
- Mello-Théry, Neli Ap., Nedelec, Vincent., Dubreuil, Vincent., Fereira, Carlos., Mendez, Patrício. (2006). Soja ou forêt? Ou, comment le projet d'asphaltage de la BR163 peut encourager un véritable (ré)aménagement du territoire. In Mendonça, Francisco., & Bertrand, Frédéric. (dir.). *Le Brésil: géopolitique et environnements actuels*. (pp. 79-96 et 183-200). Paris: Grafigéo Ed. PRODIG-CNRS.
- Mello-Théry, Neli Ap. (2011). *L'Amazonie: L'État, les terres publiques et les conflits*. HDR. Université Rennes 2.
- Mello-Théry, Neli Ap. (2012, septembre 2012 à janvier 2014). *Post-Doc au laboratoire COSTEL*. (Programa Ciência sem Fronteiras).
- Mello-Théry, Neli Ap., Cavicchioli, Andrea., & Dubreuil, Vincent. (2013). Controvérsias ambientais frente à complexidade das mudanças climáticas. *Revista Mercator*, 12(29), 155-170. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/1201>
- Mello-Théry, Neli Ap., & Dubreuil, Vincent. (2017). Políticas de adaptação às mudanças climáticas nas práticas agrícolas. In Costa, Jodival Mauricio da. (Org.). *Amazônia, olhares sobre o território e a região*. (pp.71-111). Macapá: Editora da Universidade Federal do Amapá, Macapá.
- Mello-Théry, Neli Ap., Caldas Eduardo., Funatsu Beatriz., Arvor, Damien., Dubreuil, Vincent. (2020). Climate Change and Public Policies in the Brazilian Amazon State of Mato Grosso: Perceptions and Challenges. *Sustainability*, 12(12), 5093. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <https://doi.org/10.3390/su12125093> 1
- Michot, Véronique. (2017). *Analyse spatio-temporelle de la variabilité du déroulement et de l'intensité de la saison des pluies en Amazonie*. Thèse. Université Rennes 2.
- Moura, Carla de Paulo. (2016). *As políticas de biodiversidade e de mudanças climáticas: (des) articulações e reflexos sobre o mosaico de conservação do Cristalino/ MT*. Univerisité de São Paulo.
- Nascimento, Lucelma Aparecida. *Stockage du carbone dans les sols et dynamique des paysages en Amazonie: l'exemple du Nord-Ouest de l'Etat de Mato Grosso (Brésil) dans le cadre du REDD (réduction des émissions par déforestation et dégradation)*.
- Nedelec, Vincent., Mendez, Patrício., Dubreuil, Vincent., Fereira Carlos., Mello, Neli Ap. (2005). Evolução da ocupação do solo nos Projetos de Assentamento Conjunto (PAC) no Mato Grosso. In *XII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Goiânia, publ. CD-Rom, pp.643-645.
- Nedelec, Vincent., Mello-Théry Neli Ap., Théry, Hervé., Dubreuil, Vincent., Cavicchioli, Andrea., & Regnaud, Hervé. (2013). Le terrain est un laboratoire : un voyage franco-brésilien au Mato Grosso. In Leturcq, Guillaume., Louault, Frédéric., & Schneider Marques, Teresa. (dir.). *Le Brésil: un laboratoire pour les sciences sociales*. Paris: L'Harmattan, pp.23-38.
- Paulo, Carla., Mello-Théry, Neli Ap. Tozato, Heloisa., Nédélec, Vincent. (2014). Políticas de adaptação às mudanças climáticas e gestão de áreas protegidas. In *Actes Du Colloque*

- Environnement & Géomatique Approches comparées France – Brésil*. Rennes. São Paulo: Edições EACH. p. 257-251.
- Oszwald, Johan. (2013). *Les interactions Hommes/milieu en situation de front pionnier tropical de déforestation*. HDR. Université Rennes 2.
- Quenol, Hervé. (2011). *Observation et modélisation spatiale du climat aux échelles fines dans un contexte de changement climatique.*, HDR. Université Rennes 2.
- Ramires, Jane Zilda dos Santos. (2015). *Políticas públicas, mudanças climáticas e riscos em São Paulo*. Thèse (cotutelle). Univresité de São Paulo et Université de Rennes 2.
- Sinisgalli, Paulo., Le Clec'h, Solen., Grimaldi, M., Lavelle, P. (2014). Análise de políticas públicas para serviços ecossistêmicos (se) associados às mudanças climáticas em três tipos de ocupação do solo no estado do Pará- BR. In *Actes Du Colloque Environnement & Géomatique Approches comparées France – Brésil*. Rennes. São Paulo: Edições EACH. p. 403-410.
- Tozato, Heloísa. (2015). *Impact du changement climatique sur la biodiversité des zones humides: une analyse des politiques publiques au Brésil et en France*. Thèse (cotutelle). Univresité de São Paulo et Université de Rennes 2.
- Tozato, Heloísa., Mello-Thery, Neli Ap., & Dubreuil, Vincent. (2012). Policy tools for the protection of migratory waterbirds in ramsar parna pantanal site (MT, Brazil) face the impacts of climate change and land use. *International Conference on Water resources and wetlands*. 14-16, Tulcea (Romania).
- Tozato, Heloísa., Dubreuil, Vincent., & Mello-Thery, Neli Ap. (2012). Tendências e rupturas climato-hidrológicas no sítio Ramsar PARNA Pantanal (MT, Brasil). *Revista brasileira de climatologia*, 9, 164-184. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/34111/22588>
- Tozato, Heloísa., Mello-Thery, Neli Ap., & Dubreuil, Vincent. (2015). Impactos das Mudanças Climáticas na Biodiversidade Brasileira e o Desafio em Estabelecer uma Gestão Integrada para a Adaptação e Mitigação. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, 5(2), 309-331. Consulté le 23 avril 2022, à partir de: <https://doi.org/10.11606/issn.2237-1095.v5p309-331>
- Van Tilbeurg, Veronique., Costa, Guilherme Borges., & Silva, Alessandro Soares da. (2014). La négociation environnementale en France et au Brésil: les cas du parc marin en mer d'Iroise et de l'APA Várzea do Rio Tietê. In *Actes Du Colloque Environnement & Géomatique Approches comparées France – Brésil*. Rennes. São Paulo: Edições EACH.
- Zanirato, Silvia., Foissard, Xavier., Croci, S., Ramires, Jane. (2014). Climat, patrimoine culture et biodiversité en ville- étude des zones urbaines de l'état de São Paulo Brésil et Rennes métropole France. In *Actes Du Colloque Environnement & Géomatique Approches comparées France – Brésil*. Rennes. São Paulo: Edições EACH.

**Recebido em 07/01/2022.**  
**Revisado em 21/04/2022**  
**Aceito em 01/05/2022.**