



PROGYSAT

Projet de coopération Régionale d'Observation des GuYanes par SATellite

Descriptif Projet

Porteur :

IRD - Centre de Guyane

- version 2019 -

PROGYSAT

Projet de coopération Régionale d'Observation des GuYanes par SATellite

Protection du paysage en milieu amazonien par l'étude du respect des normes de pollution et le suivi des polluants anthropiques et naturels

Présentation

La réduction des nuisances environnementales passe par une connaissance et un contrôle des polluants de notre environnement. En l'an 2000 Santé, publique France a estimé à 40 000 le nombre de décès liés à la pollution en France.

Compte tenu des acquis précédents via des collaborations avec l'observatoire régional de l'air de Guyane appelé Atmo Guyane (faisant partie du réseau Atmo de France) et du contexte de recherche en Guyane, ce domaine thématique d'application pressenti se divise en trois groupes interdépendants :

-Vérification du Cadre juridique des mesures de sécurité et des normes de pollution (eau, air ; voir ANNEXE 2) franco-surinamienne et franco-brésilienne, connaissance et respect des valeurs limites par la population

-Impact et suivi de la pollution des particules fines anthropiques et/ou naturelles (NOX aérosol, ...) lié au développement et changement de paysage aux abords des zones frontalières (Guyane/Brésil et Guyane/Suriname)

-Caractérisation de la biomasse (Guyane/Brésil et Guyane/Suriname) à partir d'image satellite et par les outils de télédétection et de modélisation

Les partenaires de ce projet en Guyane sont Atmo Guyane (Kathy Panechou-Pulcherie) et l'Université de Guyane (Marie-Line Gobinddass, Mabiane Franca, Rosuel Lima-Pereira, Abdennebi Omrane). Le partenaire au Surinam est l'Université Antom de Kom (Paul Ouboter) et les partenaires au Brésil sont l'Université Fédérale d'Amapa (Maria de Jesus Ferreira César de Albuquerque), l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole - Embrapa (Eleneide DoffSotta), Francisco Paulo Marques Lopes Professeur des Universités à l'Université Fédérale du PARA (UFPA), Faculté de Mathématiques de Belem, Campus Universitario do Guama et **Cristina Lúcia Dias Vaz, Professeure Associée** à l'Université Fédérale du PARA (UFPA), Faculté de Mathématiques de Belem, Campus Universitario do Guama.

Objectif et Méthodologie du cadre juridique des normes environnementales

Les normes environnementales

L'environnement est un ensemble de facteurs d'ordre physique, chimique et biologique qui permet la vie de se développer sous toutes ses formes. Depuis les années 1960, il faut rajouter à l'environnement le facteur d'ordre juridique soulevé par les mouvements politiques. La question de l'environnement gagne du terrain grâce au processus lié à la mondialisation. Depuis, des organisations environnementales comme Greenpeace et Friends of the Earth ont été créées. Au sein du système environnemental la pollution altère la vie en portant préjudice à la santé, à la survie des êtres humains et des autres espèces. En outre, la préservation environnementale relève de la responsabilité de tous car sa conservation est une garantie de la survie des êtres vivants dans notre

planète. Même si la législation environnementale n'est pas complètement respectée, elle est toutefois une garantie pour la préservation de ce patrimoine de l'humanité.

En somme, des normes environnementales ont été finalement établies avec pour objectifs de préserver la santé des personnes et de sauvegarder leur environnement. Elles sont basées sur des « critères de préservation souhaitables » et constitue un objectif important des dispositions de l'administration. Elles sont le fruit de décisions s'orientant vers la mise en place de mesures ayant pour but, la préservation, jusqu'à un certain degré, de l'air, de l'eau, du sol, et la protection contre les nuisances sonores. Cependant, il faut noter qu'elles ne correspondent pas uniquement à des niveaux minimums pour la préservation de la santé des individus, ce sont des normes souhaitables pour une protection active, et l'administration vise au maintien de cette garantie. Elles sont également souhaitables pour éviter, ou du moins limiter, la dégradation de zones jusqu'à présent préservées de la pollution. En outre, les normes environnementales sont établies sur la base de données scientifique dans la limite du savoir actuel. Ainsi, un effort constant d'investigations sur les dernières découvertes de la science doit aussi se doubler d'un jugement scientifique judicieux pour les intégrer.

Objectif généraux

L'étude analytique et comparative des normes juridiques concernant l'environnement, la sécurité et la pollution en France, au Brésil et au Surinam veut, dans un premier moment, faire l'état de lieux des avancements et des retards de ces Etats en matière de protection et de préservation de la nature dans l'espace amazonien en établissant une cartographie des zones protégées. La connaissance des normes juridiques de ces espaces transfrontaliers, Saint Georges de l'Oyapock et Saint Laurent du Maroni, vise à montrer l'importance de l'action des foyers, des quartiers, des écoles, des églises, des communautés pour aider dans la diminution de la production des déchets et d'éléments polluants. En outre, ces actions peuvent être identifiées comme étant positivistes, constructives et critiques. Dans d'autres termes, on peut dire que l'action positive cherche à changer le comportement des individus dans un processus d'enseignement ; l'action constructive se charge du volet pédagogique au long de l'apprentissage en prenant en considération l'affect et le corps des individus dans une dimension informative ; l'action critique passe par la participation de groupes sociaux. Elle privilégie l'émancipation et l'autonomie dans une perspective politique, sans négliger les informations scientifiques, juridiques, économiques et socio-culturelles dans la construction de nouvelles connaissances dans le but de préserver et de protéger l'environnement.

Notre étude analytique et comparative sur l'environnement, la sécurité et la pollution pourra aussi permettre au Plateau des Guyanes une pédagogie contextualisée à sa réalité et à son environnement. En effet, il est important de connaître les conceptions, les représentations, les us et coutumes des habitants transfrontaliers de même que ceux des acteurs sociaux, économiques responsables des problèmes environnementaux comme ceux liés à la sécurité et à la pollution. Un autre objectif de cette étude sur les normes juridiques est d'analyser les représentations sociales du rapport humain-société-nature présent dans les textes. Il sera donc question de relever dans les textes étudiés des trois pays, les visions dites « naturalistes », « anthropocentriques » et « systémiques » (voir Tableau en ANNEXE 1).

Dans l'analyse et la comparaison des normes juridiques entre la France, le Brésil et le Surinam, d'autres informations sont attendues au terme de cette étude, par exemple :

Du point de vue juridique, quel est le rôle de la société transfrontalière, Saint Georges de l'Oyapock et Saint Laurent du Maroni, dans la préservation de l'environnement ?

Dans le quotidien des populations concernées, comment peuvent-elles aider à préserver l'environnement ?

Quelle est la portée du recyclage dans l'espace transfrontalier franco-brésilien et franco-surinamien ?

Dans la collecte sélective, s'il existe dans le Plateau des Guyanes, quels matériels peuvent-ils être recyclés ?

Quel est le rôle des industries dans la préservation de l'environnement amazonien ?

Quels sont les agents sociaux, économiques, scientifiques, médicaux présents dans l'espace transfrontalier étudié ?

SYNTHESE

Afin de limiter et réduire les effets néfastes sur l'environnement des projets d'aménagement du territoire qui pourraient faire augmenter les taux de polluants des études d'évaluation d'impact environnementale (EIE) sont menés dans tous les départements français.

Nous chercherons, dans un premier temps, à savoir si l'équivalent de ces EIE existe dans les zones transfrontalières Brésil et Suriname.

L'étude vise à faire l'état des lieux des normes et standards environnementaux dans la région transfrontalière Suriname/Guyane et Brésil/Guyane. Nous chercherons donc à voir dans quelles mesures il est possible de cartographier les items décrits ci-dessous :

Type de pratique suivant les communautés

Législation suivant le territoire

Emprise du recyclage

etc...

Dans le cas de la vérification du cadre juridique, les normes de pollution anthropique de chacun des pays seront fournies par chacun des partenaires afin de comparer celles-ci aux normes de l'Union Européenne (voir Annexe). Un post-doctorant sera recruté et participera au département des Lettres et Sciences Humaines aux recherches sur les objectifs de qualité environnementale dans chacun des pays. Il s'appuiera sur les cahiers de normes disponibles et effectuera une recherche sur les polluants les plus nombreux et les plus toxiques dans chacun des pays. Des outils statistiques et de modélisation seront également utilisés au cours de ces travaux. Ainsi, avec les résultats de l'inventaire, les collectivités locales au Brésil, Suriname et Guyane pourront justifier la nécessité de renforcer la conformité environnementale au Brésil et au Suriname avec l'implantation de normes et standards environnementaux transfrontaliers.

Les principaux résultats de ces travaux devront permettre aux décideurs politiques de prendre des préconisations pour l'aménagement du territoire et en termes de santé publique.

CHRONOGRAMME DES ACTIVITES

Le post-doctorant recruté aura en charge de décrire l'évolution historique des lois, décrets et arrêtés sur la pollution, l'environnement et la sécurité et de décrire les formes de pollutions, les formes de préservation de l'environnement et la sécurité dans l'espace transfrontalier. Au cours des 3

missions de formation (en Annexe) dans la chambre des députés du Brésil, dans la chambre des députés du Suriname et dans la chambre des députés de France, l'étude de la réglementation sera effectuée. A l'issue de ces travaux notre travail sera valorisé une première fois lors du Congrès Air Pollution (voir Annexe) en 2019. Une publication dans un Journal de Sciences Humaines et social est prévu pour la fin de l'année 2019.

Etude de la pollution

Présentation

En complémentarité de l'étude du cadre juridique, le projet proposé ici s'articule autour d'une première partie qui consiste à mettre en place un suivi environnemental transfrontalier de la pollution (Suriname/Guyane/Brésil) ainsi que la création d'un support e-learning dédié au suivi de l'évolution des polluants (anthropique ou non) dans le milieu amazonien par satellite et par le biais de capteur au sol.

Cette application thématique a comme appui local Atmo Guyane (Observatoire de la qualité de l'Air de Guyane) et son contexte doit s'inscrire dans les objectifs du PCIA afin de répondre aux besoins des acteurs du territoire aux travers de réelles retombées locales à l'issue du projet et au respect des normes environnementales par la population de ces zones transfrontalières. Dans le cadre du partenariat avec Atmo Guyane, celui-ci participera à la réalisation de la communication grand public et à la communication auprès des scolaires au travers de l'aide à la conception de plaquette, de posters, de films sur la qualité de l'air et de support de prévention pour la santé de la population en cas de forte pollution de l'air.

Pour chaque thème étudié il s'agira de définir conjointement les adaptations potentielles des données disponibles de chaque partenaire et d'évaluer leur mise en cohérence afin d'aboutir au suivi de l'évolution des polluants communs aux zones frontalières au cours de ce projet.

Santé Publique France (SPF) a réalisé une évaluation quantitative de l'impact sanitaire (EQIS) de la pollution atmosphérique afin d'en estimer le poids sur la santé. L'étude de SPF apporte une nouvelle estimation nationale du poids de la pollution par les particules fines PM2.5 en lien avec l'activité humaine. En effet il existe plusieurs voies d'exposition aux aérosols chez l'être humain. La première voie d'entrée principale est la voie respiratoire. Ensuite il y a la voie digestive, pour laquelle la

retombée des polluants atmosphériques sur le sol : contamination eau, sol, végétaux, chaîne alimentaire (dioxines, pesticides, métaux lourds, ...). Les particules supérieures à 10 um sont arrêtées dans les voies supérieures. Les particules inférieures à 10 um pénètrent dans les voies inférieures Les particules inférieures à 3,5 um s'insinuent au fond des poumons (particules diesel).

Ces nouvelles données actualisent la dernière estimation publiée en 2000 dans l'étude européenne CAFE annonçant plus de 40 000 décès liés à la pollution en France. L'UE a estimé à 48 000 décès par an, confirmant le même ordre de grandeur que l'étude européenne.

La pollution de l'air n'affecte pas que les grandes villes. Si les effets de cette pollution sont plus importants dans les grandes villes, les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont aussi concernées :

- dans les zones urbaines de plus de 100 000 habitants les résultats montrent, en moyenne, une perte de 15 mois d'espérance de vie à 30 ans du fait des PM2.5 ;
- dans les zones entre 2000 et 100 000 habitants, la perte d'espérance de vie est de 10 mois en moyenne ;
- dans les zones rurales, ce sont en moyenne 9 mois d'espérance vie qui sont estimés perdus.

Des gains en santé sont avérés si la qualité de l'air était améliorée. Les travaux de SPF mettent en exergue des bénéfices sanitaires potentiels importants associés à une amélioration de la qualité de l'air. Les résultats montrent que les scénarios les plus ambitieux de baisse des niveaux de pollution conduisent à des bénéfices importants pour la santé. Par exemple, si l'ensemble des communes réussissait à atteindre les niveaux de PM2.5 observés dans les 5 % des communes les moins polluées de la même classe d'urbanisation, 34 000 décès pourraient être évités chaque année (gain moyen de 9 mois d'espérance de vie).

En Guyane Française, c'est Atmo Guyane qui est chargée du suivi de la qualité de l'air. Elle a déjà réalisé des campagnes de mesures dans plusieurs communes de Guyane.

Notre travail de recherche aura pour objectif de compléter les campagnes de mesure effectuées par Atmo Guyane dans les zones transfrontalières afin d'avoir une meilleure connaissance des taux de pollution et estimer les risques sanitaires afin de pouvoir dresser un scénario de prédiction en fonction du taux d'urbanisation.

La télédétection pour la détection des aérosols va apporter plusieurs niveaux d'information à partir d'images satellites SPOT, Landsat et TERRA et AQUA de MODIS. A large échelle nous aurons des informations globales sur le territoire, à échelle régionale ces informations seront plutôt axées sur le fond rural et à petite échelle nous pourrons nous concentrer sur une ou des villes en particulier. Nous pourrons ainsi compléter des réseaux de capteurs de polluants en fonction de l'urbanisation, améliorer leur emplacement ou les mettre en place si elle n'existe pas encore.

C'est à partir de l'inversion du signal satellitaire que nous allons extraire la composante aérosol, nous déterminerons le type d'aérosols à partir de la taille et nous déterminerons l'épaisseur optique qui nous renseignera sur l'abondance.

La combinaison des mesures in-situ issus des campagnes de mesure de ce projet (voir ci-dessous) avec les observations spatiales (signal satellitaire) permettra d'obtenir une cartographie plus précise des taux de pollution sur la période du projet et confirmera l'importance de pérenniser ce type d'étude au fur et à mesure que le nombre d'habitant va augmenter et que le taux d'urbanisation va croître.

Les analyses de la composition chimique et de la structure de particules individuelles, de mesure in situ et par télédétection de particules urbano-industrielles, désertique et de biomasse (voir les paragraphes b et paragraphe c ci-dessous) prélevées en surface en Guyane et à différentes altitudes. Une série de simulations numériques seront utilisées dans le but d'analyser la sensibilité des observations par télédétection à l'état de mélange des aérosols.

Deux stagiaires de Master (voir fiche jointe) travailleront sur chacune des frontières afin dans un premier temps de collecter, classer et analyser, toutes les données recueillies lors des campagnes expérimentales dans le but de faire un inventaire, ensuite de dresser une base de données des types de polluants et finalement proposer un outil SIG adapté.

Il sera nécessaire de faire la distinction (modélisation et outils statistiques) entre la pollution anthropique (HAP, NOx, CO2, composés organiques volatils, le mercure, etc.) et naturelle (aérosols désertiques, le chlore naturel et autres) dans les régions transfrontalières entre le Brésil, la Guyane française et le Suriname afin de vérifier le respect des normes environnementales à partir de la détection des seuils limite de pollution. La vérification du cadre juridique des normes de pollution présentées au début de ce projet servira à ce stade à valider les convergences/divergences dans les régions transfrontalières à la Guyane.

Les principaux résultats attendus sont la modélisation des polluants (évolution spatio-temporelle), leur analyse statistique, la cartographie de ceux-ci et la prédiction de leur évolution en fonction de l'aménagement du territoire envisagé par les pouvoirs politiques.

Campagnes expérimentales et étude qualitative et quantitative de polluant

- **a) Pollution provenant des habitudes et déplacement de la population après la construction du pont et respect des normes environnementales**

Cette étude s'articulera autour de problématique issu des autres sous-thèmes de ce projet :

- i) Vérifier l'évolution du paysage urbain et péri-urbain par le biais des images satellites et de données cadastrales dans les zones transfrontalières en relation avec le sous-thème étude de la biomasse
- ii) Evaluer le respect des normes environnementales par la population à partir de la détection des seuils limite de pollution et le sous-thème vérification du cadre juridique des normes de pollution

- **b) Définir les types et taux de polluants dans l'air, le sol et l'eau (déjà existant ou nouveau)**

En ce qui concerne l'impact et le suivi de la pollution des particules fines anthropiques et/ou naturelles, une première campagne de mesures est en cours de réalisation pour la région transfrontalière Guyane/Suriname avec l'Observatoire de la qualité de l'air de Guyane (Atmo Guyane). Le planning de cette campagne est la suivante pour la ville de Saint-Laurent :

Novembre 2018 à Janvier 2019 : Installation de la station mobile INDY pour la mesure des PM10, oxydes d'azote et ozone de fond (le but à long terme est l'installation d'une station fixe).

Novembre 2018 à Janvier 2019 : Pose de tubes (1 site) pour la mesure du benzène et sa famille (BTEX). Cinq campagnes de 14 jours sont prévues et la pose de tubes pour cartographier la ville en NO2 (4 campagnes de 14 jours sur une vingtaine de sites).

Les prochaines campagnes de mesures dans la région transfrontalière Guyane/Suriname auront lieu en 2018 et 2019 et consisteront à :

Mesurer les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (prélèvement tous les 6 jours, pendant toute l'année)

Mesurer des métaux lourds (plusieurs prélèvements de 7 ou 14 jours, répartis sur l'année)

D'autres campagnes de mesures seront planifiées en concertation avec Atmo Guyane pour le Suriname et la région transfrontalière Guyane/Brésil.

Cette étude sera menée conjointement avec Atmo Guyane qui a le projet d'installation de station de mesure et de capteurs de polluant en temps réel (zone Oyapock début 2019).

A l'issue de cette nouvelle campagne nous chercherons à effectuer une cartographie précise des modifications du paysage urbain et forestier à travers les images satellite afin de prédire les conséquences de la pollution croissante dans les régions transfrontalières

Nous caractériserons également l'augmentation de l'action anthropique et naturelle de la pollution et évaluer les possibles déséquilibres dans l'environnement des régions transfrontalières (Guyane/Brésil et Guyane/Suriname) via des modèles mathématiques.

Il sera nécessaire de faire la distinction (modélisation et outils statistiques) entre la pollution anthropique (HAP, NOx, CO2, composés organiques volatils, le mercure, etc.) et naturelle (aérosols désertiques, le chlore naturel et d'autres) dans les régions transfrontalières entre le Brésil et la Guyane française et le Suriname et le Brésil afin de vérifier le respect des normes environnementales à partir de la détection des seuils limite de pollution.

Interaction des différentes étapes de notre projet

Les objectifs spécifiques à cet axe thématique sont comme suit :

- Construction des objectifs communs en termes de coopération scientifique régionale
- Etude comparative des normes environnementales de pollution
- Mutualisation et valorisation des bases de connaissances entre les 3 régions
- Production les indicateurs de polluants entre les 3 régions
- Suivi en temps réel et/ou différé de l'évolution des polluants (définir selon les frontières le mode de suivi, horaire, journalier, mensuel selon les types de polluants et suivant les saisons)

Cet axe est complémentaire à l'axe sur le mode routinier de surveillance environnementale dans le domaine. Les objectifs complémentaires sont donc :

- Modélisation et suivi des polluants anthropiques (des modèles mathématiques : dynamique, dispersion atmosphérique de polluants, modèles de qualité de l'air seront utilisés)
- Valoriser les résultats pour les cursus et formations académiques par la préparation de modules éducatifs afin de former les étudiants au suivi des polluants dans l'environnement amazonien.

La mise en œuvre de chacun des thèmes intégrera l'organisation de séminaires autour du comportement humain et de l'évolution des polluants transfrontaliers et/ou transnationaux. Il s'agirait, par conséquent, d'insérer leurs apports potentiels face aux attentes et besoins des acteurs publics. Des ateliers « éducation » sur la spécification de contenus ainsi que des enseignements à distance seront proposés.

CHRONOGRAMME DES ACTIVITES

Le post-doctorant recruté aura en charge de répertorier et classer les différents types de polluants dans les régions transfrontalières, de les modéliser et les cartographier en travaillant étroitement avec les deux stagiaires de Master 2 (M2) qui seront sur le projet. Chacun des stagiaires de M2 devra développer à l'IRD des outils SIG permettant d'améliorer la représentation spatiale de différents polluants (Nox, COV, HAP, PM10, PM2.5, etc...) en valorisant les différentes bases de données acquises lors de nos campagnes de mesures. Nous inviterons un chercheur expérimenté dans la modélisation des polluants, Bruno Sportisse, et un Professeur des Universités, Zenilda Cardeal spécialisée dans les études HAP et COV en milieu amazonien (voir Annexe).

Au cours d'une mission de formation (en Annexe) à Newcastle nous utiliserons un nouvel outil de modélisation des polluants. A l'issue de ces travaux nos résultats seront valorisés une première fois lors du Congrès European Geophysical Union (EGU, voir Annexe) en 2019 et une seconde fois lors du Congrès Air pollution (voir Annexe). Une publication dans une revue à comité de lecture en Sciences Environnementales est prévue pour la fin de l'année 2019.

Etude de la biomasse et changement d'occupation et d'utilisation des sols

Les forêts tropicales jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement des systèmes naturels de la planète. Cependant, les forêts tropicales jouent un rôle significatif sur la régulation du climat local à cause de leur interaction avec les cycles de l'eau.

L'Amazonie abrite 33% des forêts tropicales du monde. Elle est la plus grande et la plus diversifiée des forêts tropicales de la planète. Néanmoins, le scénario de la déforestation et de la dégradation de la forêt Amazonienne a été l'objet d'un intérêt mondial, principalement en raison de la contribution de la déforestation à l'augmentation du réchauffement planétaire.

Les causes de la déforestation peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. En Amazonie, la déforestation est causée principalement par des actions d'origine anthropique liées aux activités agricoles, à l'explosion démographique, à l'exploitation forestière et à l'exploitation minière du sous-sol (par exemple orpaillage).

Dans le contexte du changement climatique, la déforestation est une source importante d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂).

Les écosystèmes forestiers représentent 80% du carbone terrestre stocké dans la végétation, et 40% de celui stocké dans les sols (Seymour et Forward 2010). D'après Pan et al. (2011) les forêts tropicales contiennent 47,5 à 62,5% de ce stock, et sont les principales victimes de la déforestation.

La déforestation provoque une modification du climat, aux échelles mondiales, aussi bien qu'à l'échelle régionale et locale. Une modification du cycle de l'eau, l'érosion des sols, une baisse des quantités de pluies, l'augmentation de la pollution dont la végétation permettant de purifier l'eau et l'air, perte de la biomasse présente dans chaque type de forêt et perte de la biodiversité.

Pour ces raisons, il est nécessaire et impératif de connaître la biomasse de chaque type de forêt, pour estimer le stock de carbone. Les estimations de la biomasse sont utilisées pour estimer la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) libérée dans l'atmosphère pendant le processus de combustion et le méthane (CH₄) dans le processus de décomposition de la biomasse. Le CO₂ et le CH₄ sont deux des six gaz à effets de serre ciblés par le protocole de Kyoto.

En parallèle, nous allons effectuer le suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropique dans les zones transfrontalières (Guyane/ Brésil et Guyane/Suriname). Les changements d'occupation et d'utilisation des sols sont une des principales causes anthropiques de l'augmentation de l'émission du gaz à effet de serre.

L'étude des changements d'occupation et d'utilisation des sols et leurs interactions avec les sociétés humaines et leurs territoires constitue un enjeu majeur pour la communauté politique et scientifique dans un contexte de changement global, régionale et locale (climatique, environnemental, démographique, socio-économique, politique).

Les données de télédétection (images satellites de moyenne et haute résolution spatiale) disponibles jusqu'à présent seront utilisées pour permettre un suivi spatio-temporel détaillé de l'occupation et de l'utilisation des sols à l'échelle régionale dans les zones transfrontalières.

Les résultats de cette analyse devraient permettre de reconnaître les facteurs anthropiques liés aux changements d'occupation du sol et ainsi de vérifier la quantité de carbone stocké par type d'usage du sol à l'échelle régionale et transfrontalière.

Ensuite, les données des séries temporelles d'images NDVI, SAVI et images fraction (ombre, végétation et sol) et les données du terrain (l'inventaire forestier), seront analysées afin de quantifier le carbone (émis et /ou stocké) de la biomasse forestière dans les zones transfrontalières.

Cette méthode a été utilisée en Amazonie Centrale où les analyses statistiques pour la série temporelle des forêts aménagées suggèrent clairement que les valeurs du NDVI, du SAVI et des images-fraction de végétation et d'ombre qui changent au cours du temps (Thèse Mabiane Franca, 2009).

Deux stagiaires de Master travailleront sur les deux frontières afin de répertorier et classer toutes les données disponibles. Il y aura une base de données par type de végétation, de biomasse et son stock de carbone, dans l'objectif d'une meilleure gestion territoriale. Le principal résultat attendu est la cartographie du type de végétation et type d'occupation du sol via l'utilisation des images fournies par l'axe 1.

Définir le paysage transfrontalier

Une pré-étude s'articulera autour de deux problématiques :

- I) Estimer la biomasse en différents types de végétation dans la zone transfrontalière (Guyane/Brésil et Guyane/Suriname) à partir des mesures terrains obtenues via des inventaires forestiers et par des données disponibles, afin de vérifier le stock de carbone dans chaque type de végétation.
- II) Analyser l'évolution et l'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropique autour des frontières (zones péri-urbaines, pont, fleuve) en utilisant les images satellites (Spot, Landsat, etc...).

CHRONOGRAMME DES ACTIVITES

Les deux stagiaires de Master 2 (M2) qui seront sur le projet devront recueillir et analyser les données des inventaires forestiers dans les zones transfrontalières et constituer une base de données par type de végétation, de biomasse et son stock de carbone. Chacun des stagiaires ira dans une des deux frontières accompagné d'un chercheur pour le recueil et l'analyse des données (voir annexe frais de mission de terrain).

Nous travaillerons également sur la région Brésil avec le Professeur Eleineide DoffSota avec la mise en place d'un inventaire forestier A l'issue de ces travaux les résultats seront valorisés lors du Congrès Landscape Ecology en 2019. Une publication dans une revue à comité de lecture en Sciences Environnementales est prévue pour la fin de l'année 2019.

Tâches

Action	Intitulé/Description	Période
Action 1	Caractérisation et évolution du paysage transfrontalier par l'acquisition, l'analyse et la production des images satellites	Trimestre 4 (2018) et Trimestre 1 et 2 (2019)
Action 2	Classification du paysage (forestier) transfrontalier par les mesures de terrains (l'inventaire forestier et données disponibles)	Trimestre 4 (2018) et Trimestre 1 et 2 (2019)

Action 3	Etude statistique de la pollution anthropique (HAP, NOx, CO2, composés organiques volatils, le mercure, etc.)	Trimestre 1, 2 et 3 (2019)
Action 4	Modélisation de la pollution anthropique (HAP, NOx, CO2, composés organiques volatils, le mercure, etc.)	Trimestre 1, 2 et 3 (2019)
Action 5	Etude statistique de la pollution naturelle (aérosols désertiques, le chlore naturel et d'autres)	Trimestre 3, 4 (2019)
Action 6	Modélisation de la pollution naturelle (aérosols désertiques, le chlore naturel et d'autres)	Trimestre 3, 4 (2019)
Action 7	Prédiction de l'évolution des polluants dans les régions transfrontalières	Trimestre 1, 2, 3 (2020)

Résultats et Vulgarisations

Résultats	Vulgarisation
Cartographie de la mise en conformité des normes environnementales au Brésil et au Suriname	Campagne d'information sur les normes environnementales aux frontières Guyane/Brésil et Guyane/Suriname avec Atmo Guyane
Production indicateur des polluants dans les 3 régions	Exposition Grand Public sur le thème de la protection de l'environnement avec Atmo Guyane
Cartographie des taux de pollution sur la période du projet à partir de la combinaison des mesures	Vulgarisation auprès des scolaires des comportements à avoir pour ne pas polluer

in-situ issus des campagnes de mesure de ce projet avec les observations spatiales	autour de soi
Cartographie de la biomasse complémentaire à la cartographie de la pollution	Conférences nationales et internationales pour présenter les résultats de ces travaux
Proposition d'un plan de protection de notre territoire contre la pollution pour les prochaines décennies	

Membre et partenaires du Projet

Membres en Guyane française	Membres à l'étranger
Kathy Panechou-Pulcherie : Directrice de Atmo Guyane	Eleneide Doffsotta : Chercheure à l'Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole
Abdennebi Omrane : Professeur des Universités à l'Université de Guyane	Paul Ouboter : Maître de Conférences à l'Université Fédérale du Suriname d'Antom de Kom
Marie-Line Gobinddass : Enseignante-Chercheure à l'Université de Guyane	Francisco Paulo Marques Lopes : Professeur des Universités à l'Université Fédérale du PARA (UFPA), Faculté de Mathématiques de Belem, Campus Universitario do Guama
Rosuel Lima-Pereira : Maître de Conférences à l'Université de Guyane	Maria de Jesus Ferreira César de Albuquerque : Professeure des Universités à l'Université Fédérale d'Amapa (UNIFAP), Faculté de Géographie, Campus Binacional. Coordinatrice du cursus géographie
Mabiane Franca : Enseignante-Chercheure à l'Université de Guyane	Cristina Lucia Dias Vaz : Professeur associée à l'Université Fédérale du PARA (UFPA), Faculté de Mathématiques de Belem, Campus Universitario do Guama

ANNEXE 1

Vision naturaliste
<p>Cette vision considère l'environnement comme synonyme de nature (intouchable) et d'harmonie.</p> <p>L'environnement concerne les aspects physiques et biologiques. Il exclut l'être humain car ce dernier n'est qu'un observateur externe.</p> <p>Type de discours :</p> <p>Spatial : « lieu où habitent les êtres vivants » ;</p> <p>Éléments qui l'entourent cet espace : les éléments biotique (êtres vivants), éléments abiotiques (l'air, l'eau et le sol).</p> <p>Pratiques pédagogiques :</p> <p>Exerce une pédagogie traditionnelle ;</p> <p>Se limite à transmettre les connaissances sur la nature (biotique et abiotique) ;</p> <p>L'être humain s'insère dans cet espace comme prédateur ;</p> <p>Importance de la méthodologie : observation de la nature (celle qui a été préservée ou détruite).</p>
Vision anthropocentrique
<p>Cette vision considère que l'utilité des ressources naturelles sont nécessaires pour la « survie de l'être humain (vision utilitariste).</p> <p>Elle reconnaît l'interdépendance des éléments biotiques et les éléments abiotiques de même que l'action transformatrice de l'être humain sur la nature, basculant « l'équilibre écologique ».</p> <p>Types de discours :</p> <p>Il s'agit de tout ce qui entoure l'être humain : les animaux, les végétaux, l'eau, le sol, l'air. Bref, « tout ce qui permet la survie humaine ».</p> <p>C'est le lieu où vit l'homme. Il profite de tous les ressources qu'il a pour survivre.</p> <p>Pratiques pédagogiques :</p> <p>Exerce une pédagogie traditionnelle ;</p> <p>Elle a comme but de conscientiser les individus de l'importance de la préservation des ressources</p>

qu'on utilise et qui sont nécessaires à la survie de l'humanité ;

Lors de l'étude de la problématique environnementale, cette pédagogie donne priorité aux aspects politiques, sociaux et économiques étroitement liés à l'être humain.

Vision systémique

Cette vision met en évidence le rapport réciproque entre nature et société. Elle se caractérise pour mettre en exergue les interactions complexes entre les aspects sociaux et naturels sans oublier toutefois, les aspects politiques, économiques, philosophiques, juridiques et culturels. Dans cette perspective, l'homme est vu en tant qu'être social vivant en communauté.

Types de discours :

« L'environnement est notre foyer, notre quartier, notre ville, notre pays, notre planète. Il est les animaux, les plantes, la famille, la société, la relation entre tous les êtres vivants et tout qui entoure l'homme ».

Pratique pédagogique :

Joue un rôle d'innovation ;

Transmet des connaissances sur la complexité de la nature ;

Voit l'être humain comme un élément constitutif de l'environnement en tant qu'être social et vivant en communautés ;

Cherche à sensibiliser les individus sur la nécessité de préserver les interactions existantes tantôt dans la nature, tantôt dans la société mais aussi entre elles ;

Inclut d'autres thèmes qui ne font pas partie du quotidien pédagogique ou d'un programme officiel. La vision systémique cherche à développer d'autres contenus, d'autres études comme celle de la pollution, la sécurité, les déchets, le recyclage, la santé, la pauvreté.

Adopte une perspective interdisciplinaire.

Source : O Rio da minha vida.

ANNEXE 2

Normes

Valeurs limites, valeurs cibles et objectifs de qualité

Polluant	Valeurs limites	Valeurs cibles	Objectifs de qualité
NO2	En moyenne annuelle pour la protection de la santé : 40 µg/m3		40 µg/m3 en moyenne annuelle
	En moyenne horaire pour la protection de la santé : 18 dépassements annuels de 200 µg/m3		
NOX	30 µg/m3 (équivalent NO2) en moyenne annuelle pour la protection de la végétation		
PM10	En moyenne annuelle pour la protection de la santé : 40 µg/m3		30 µg/m3 en moyenne annuelle
	En moyenne journalière pour la protection de la santé : 35 dépassements annuels de 50 µg/m3		
Plomb	0,5 µg/m3 en moyenne annuelle		0,25 µg/m3 en moyenne annuelle
SO2	20 µg/m3 en moyenne annuelle pour la protection des écosystèmes		50 µg/m3 en moyenne annuelle
	20 µg/m3 en moyenne sur la période allant du 1er octobre au 31 mars pour la protection des écosystèmes		
	En moyenne journalière pour la protection de la santé : 3 dépassements annuels de 125 µg/m3		
	En moyenne horaire pour la protection de la santé : 24 dépassements annuels de 350 µg/m3		
O3		25 dépassements annuels de 120 µg/m3 le maximum pour le maximum journalier de la journalier de la moyenne sur 8	120 µg/m3 pour le maximum journalier de la moyenne sur 8

		moyenne sur 8 heures pour la protection de la santé	heures pour la protection de la santé
		18000 µg/m ³ .h pour l'AOT40 de mai à juillet pour la protection de la végétation	6000 µg/m ³ .h pour l'AOT40 de mai à juillet pour la protection de la végétation
CO	10 000 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pour la protection de la santé		
Benzène	En moyenne annuelle pour la protection de la santé : 5 µg/m ³		2 µg/m ³ en moyenne annuelle
Arsenic		6 ng/m ³ en moyenne annuelle	
Cadmium		5 ng/m ³ en moyenne annuelle	
Nickel		20 ng/m ³ en moyenne annuelle	
B(a)P		1 ng/m ³ en moyenne annuelle	

valeurs limites, valeurs cibles et objectifs de qualité

Seuils d'information et de recommandation et seuils d'alerte

Polluant	Seuils d'information et de recommandation	Seuils d'alerte
NO ₂	200 µg/m ³ en moyenne horaire	400 µg/m ³ en moyenne horaire 200 µg/m ³ en moyenne horaire en cas de dépassement de cette valeur la veille et de risque de dépassement le lendemain
SO ₂	300 µg/m ³ en moyenne horaire	500 µg/m ³ en moyenne horaire en cas de dépassement pendant trois heures consécutives
O ₃	180 µg/m ³ en moyenne horaire	seuil 1 : 240 µg/m ³ en moyenne horaire en cas de dépassement pendant trois heures consécutives seuil 2 : 300 µg/m ³ en moyenne horaire en cas de dépassement pendant trois heures consécutives seuil 3 : 360 µg/m ³ en moyenne horaire
PM ₁₀	50 µg/m ³ en moyenne sur 24 heures	80 µg/m ³ en moyenne sur 24 heures

seuils d'information et de recommandation et seuils d'alerte