UNIVERSITE
DE SÃO PAULO

UNIVERSITÉ
RENNES

# Environnement & Géomatique

## Approches comparées France - Brésil

12-15 Novembre 2014

# ACTES DU COLLOQUE

Editeurs scientifiques :

**Vincent Dubreuil & Neli Ap. de Mello-Théry**

UMR 6554 CNRS
LETG rennes costel

EACH
Escola de Artes, Ciências e Humanidades

UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

UNIVERSITÉ
RENNES

# Meio Ambiente e Geomática

## Abordagens comparadas França - Brasil

12-15 Novembro 2014

# ATOS DO SIMPÓSIO

Editores Científicos:

**Vincent Dubreuil & Neli Ap. de Mello-Théry**

UMR 6554 CNRS
LETG rennes costel

EACH
Escola de Artes, Ciências e Humanidades

# DYNAMIQUES DE PEUPLEMENT ET DEFORESTATION EN AMAZONIE BRESILIENNE ENTRE 2000 ET 2010 : UN REGARD BASE SUR LES DONNEES STATISTIQUES ET SPATIALES BRESILIENNES.

TRITSCH I. (1), LE TOURNEAU F-M. (1)

*(1) Centre de Recherche et de Documentations sur les Amériques (CREDA), UMR 7227 CNRS/Université Paris 3, 28 rue Saint Guillaume, 75007 Paris, France [isabelle.tritsch@gmail.com ; fmlt@fmlt.net]*

***Résumé –*** *Le Brésil dispose de données exhaustives sur les surfaces défrichées annuellement grâce à son programme PRODES (Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite) de l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) basé sur l'analyse d'images satellites Landsat. Par ailleurs, il suit de près sa population et ses conditions socio-économiques avec la réalisation décennale de recensements intégraux de la population brésilienne par l'Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE). Nous proposons ici une méthodologie innovante permettant le croisement entre les données spatiales du PRODES et les données sociales du recensement, malgré la différence des référentiels géographiques utilisés, en utilisant une maille de plus de 50 000 cellules de 100 km². Grâce à la finesse de ces nouvelles données, nous montrons la complexité des dynamiques de peuplement et déforestation à l'œuvre aujourd'hui en Amazonie brésilienne.*
***Mots-clés :*** *déforestation, recensement démographique, analyses spatiales, Amazonie brésilienne*

***Resumo - Dinâmica da população e do desmatamento na Amazônia brasileira entre 2000 e 2010: uma visão baseada nos dados espaciais e estatísticas brasileiras.*** *O Brasil tem dados precisos sobre as áreas desflorestadas anualmente através do seu programa PRODES (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) com base na análise de imagens de satélite Landsat. Além disso, ele monitora a sua população e suas condições socioeconômicas com a realização decenal de censos da totalidade da população brasileira pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Presentamos aqui uma metodologia inovadora para cruzar os dados espaciais do PRODES e os dados sociais do censo demográfico, isso apesar das diferentes escalas geográficas utilizadas, usando uma grade de mais de 50.000 células de 100 km². Com estes novos dados, mostramos a complexidade das dinâmicas populacionais e de desmatamento modelando hoje a Amazônia brasileira.*
***Palavras-chave:*** *desmatamento, censo populacional, análise espacial, Amazônia brasileira*

***Summary - Dynamics of population and deforestation in the Brazilian Amazon between 2000 and 2010: a different view based on spatial and statistical public data.*** *Brazil has accurate data on the forested surfaces annually cleared through its PRODES program (Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por Satellite) implemented by INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) and based on the analysis of Landsat satellite images. In addition, Brazil monitors its population and its socio-economic conditions with the realization of decennial full censuses of the Brazilian population by the IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Here we propose an innovative methodology crossing the deforestation data from the PRODES and the social data from the IBGE census' despite the different geographical ladders they used, using a grid of more than 50,000 cells of 100 km². With the finesse of this new data, we show the complexity of population and deforestation dynamics shaping today the Brazilian Amazon.*
***Keywords:*** *deforestation, population census, spatial analysis, Brazilian Amazon*

## Introduction

Selon l'agence spatiale brésilienne (INPE, *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*) et son programme de suivi annuel de la déforestation (PRODES, *Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*), la déforestation de l'Amazonie brésilienne est passée de 546 352 km$^2$ en 2000 à 731 631 km$^2$ en 2010, soit une augmentation de 34 % (avant de marquer un peu le pas sur la période 2010-2013).

Ce phénomène n'est pas homogène à l'échelle de l'Amazonie. Cette région juxtapose en effet des espaces de natures variées, comme ceux marqués par les frontières agricoles, ceux voués à la protection de l'environnement et aux populations amérindiennes, ou encore d'autres dont la destination n'est pas encore arrêtée (Mello et Théry, 2003). Jusqu'aux années 1990, la déforestation en Amazonie brésilienne est principalement associée à la politique d'intégration de l'Amazonie menée par l'État fédéral qui promeut la construction d'infrastructures de transport et des programmes de colonisation agricole pour l'installation de petits propriétaires dans la région (Théry, 1997). Aujourd'hui, elle est plutôt du ressort de l'implantation par des acteurs privés de systèmes agricoles productifs focalisés sur le soja et la viande bovine, en relation avec les grands marchés mondiaux (Le Tourneau, 2004 ; Morton et al., 2006), même si les politiques de contrôle mises en place par les autorités brésiliennes

(gouvernement ou ministère public) ont joué un rôle pour discipliner l'occupation des sols (Nepstad et al., 2009). Parallèlement à cela, le réseau d'aires protégées, prônant la conservation des écosystèmes ou un développement local durable, s'est fortement étendu dans les années 2000, faisant de l'Amazonie brésilienne une vaste mosaïque de territoires aux statuts fonciers différenciés, ce qui contribue à la transformation des systèmes locaux d'occupation des sols et des pratiques de circulations (Nasuti et al., 2014). L'urbanisation, qui progresse vers les parties les plus reculées de l'Amazonie avec la croissance des villes régionales, transforme également les modes de gestion des ressources forestières (Eloy et Le Tourneau, 2009).

Face à ces dynamiques complexes, on peut s'interroger sur les liens entre déforestation et peuplement et sur leur évolution durant la décennie 2000-2010. Peut-on, à l'instar de certains travaux (Ehrhardt-Martinez, 1998; Lopez-Carr et al., 2005), postuler un lien entre croissance démographique et déforestation ? Au contraire, l'essor de la grande agriculture mécanisée ne remet-elle pas en question la relation entre déforestation et peuplement qui a sous-tendu les premières décennies de la conquête de l'Amazonie ?

Pour répondre à ces questions, une radiographie précise à la fois de la présence humaine et de la déforestation est nécessaire. Les données pour ce faire sont disponibles puisque le Brésil dispose à la fois d'un programme de suivi de la déforestation qui publie des données très précises, et de recensements décennaux exhaustifs. La difficulté apparaît au moment de croiser ces données, dont les références spatiales sont incompatibles. Nous proposons ici une méthodologie pour pallier cette difficulté, basée sur la projection de l'ensemble des données disponibles sur une grille formée de cellules de 10 km de côté. A partir de la base de données formée par le calcul de variables socio-économiques et de déforestation pour chacune des cellules, il nous est possible d'étudier en profondeur la complexité des dynamiques socio-spatiales en Amazonie.

## 1. Une approche basée sur des données publiques brésiliennes récentes

Aujourd'hui, le Brésil dispose de données exhaustives sur les surfaces défrichées annuellement grâce à son programme PRODES de l'INPE basé sur l'analyse d'images satellites Landsat. La surface minimale cartographiée par le PRODES est de 6,25 hectares. Ces données sont rendues publiques sous la forme de fichiers *shape* réalisés à partir de la vectorisation des images classifiées avec une résolution dégradée de 60 m par pixel. Les polygones obtenus se classent en diverses catégories : forêt, corps d'eau, nuages et polygones de déforestation auxquels sont associées des données permettant de savoir l'année d'apparition.

Le Brésil suit par ailleurs de près sa population et ses conditions socio-économiques avec la réalisation tous les dix ans de recensements intégraux par l'Institut brésilien de géographie et de statistiques (IBGE). Ces données sont également publiques et diffusées sur le site de l'IBGE. Elles offrent une richesse incomparable puisque ce sont plus de 400 variables qui sont disponibles, décrivant les caractéristiques des individus (sexe, âge, niveau d'instruction, revenu, etc.) et celles des domiciles (configuration, location/propriété, nombre d'occupants, etc.). Depuis le recensement de 2000, la divulgation se fait à l'échelle du secteur de recensement (îlots). Ceux-ci correspondent à l'espace alloué à un agent de recensement, soit l'espace occupé par environ 1000 personnes en ville. La maille spatiale de ces secteurs est aussi diffusée, bien que, on le verra, des changements dans celle-ci ainsi que dans le découpage des secteurs rendent délicate la comparaison d'un recensement à l'autre.

Si de nombreuses études valorisent les données du PRODES pour analyser la localisation et l'évolution de la déforestation (ex. Soares-Filho et al., 2010 ; Nolte et al., 2013), peu

d'études font le lien entre ces deux bases de données publiques. Les quelques études croisant les données du PRODES avec celles de l'IBGE, comme celles de de Rodrigues et al. (2009) ou Celentano et al. (2012), utilisent les données socio-économiques publiées par l'IBGE via des indicateurs compilés à l'échelle municipale. Cela crée de fortes distorsions dans les analyses du fait de l'immense taille des communes amazoniennes et des forts degrés d'hétérogénéités de développement en leur sein (à titre indicatif, la plus grande des communes, la commune d'Altamira fait 159 533 km², soit une superficie plus grande que le Portugal, pour environ 100 000 habitants).

En se basant sur les secteurs de recensement de l'IBGE plutôt que sur le large maillage municipal, il est possible d'affiner l'échelle d'analyse des dynamiques amazoniennes comme le montre Le Tourneau (2009) à partir des données du comptage intercalaire de la population intervenu en 2007 (moins détaillé que le recensement). En effet, l'Amazonie brésilienne compte seulement 775 communes alors que les données de l'IBGE sont produites pour 37 295 secteurs de recensement. Les études utilisant les indicateurs de l'IBGE agrégés à l'échelle communale perdent donc considérablement en finesse spatiale. Cependant, utiliser les données brutes de l'IBGE produites à l'échelle des secteurs de recensement pose des difficultés car les mailles des secteurs utilisées en 2000 et en 2010 sont différentes.

De ce fait, et dans la mesure où nous souhaitions aussi croiser les données socio-économiques avec les polygones de déforestation, nous avons pris le parti de ramener l'ensemble des données disponibles à une grille uniforme composée de cellules de 10 km de côté, soit 100 km². Pour chacune des cellules nous avons donc calculé selon la méthodologie qui sera détaillée ci-dessous un ensemble de caractéristiques socio-économiques en 2000 et en 2010, et une surface déforestée en 2000 et en 2010.

## 2. Méthodologie

### *2.1. Mise en forme des données*

Nous avons utilisé pour la mise en forme des données les logiciels libres Quantum Gis et Grass. La méthodologie retenue a consisté en quatre étapes (figure 1) :

- Elaboration de la grille et sélection des espaces sur lesquels les données étaient utilisables,
- Croisement des données de déforestation 2000 et 2010 avec la grille de référence,
- Projection des données socio-économiques sur les secteurs de recensement et croisement avec la grille de référence,
- Calcul des données finales et mise en forme de la base de données.

***Etape 1 : calcul de la surface forestière de référence des cellules***

La première étape a commencé avec la création d'une grille de cellules de 10 km de côté sur l'ensemble de l'espace de l'Amazonie légale (5 millions de km²). Toutefois, l'une des limitations du programme PRODES est le fait qu'il détecte la déforestation uniquement sur les espaces considérés comme couverts par de la végétation forestière au début des années 1970, ce qui exclut les savanes que comporte l'Amazonie légale (près de 1 million de km² au sud mais aussi en Roraima et Amapá). Il fallait donc décompter ces cellules, ainsi que celles correspondant à des cours d'eau. Pour ce faire, pour chaque cellule, nous avons calculé la surface composée de cours d'eau, la surface en terre ferme (toute végétation confondue), la surface en savanes et autres formations végétales non forestières, puis la surface recouverte par la végétation forestière en 1970. Cette surface recouverte par la végétation forestière en 1970 est notre surface de référence pour chaque cellule et c'est à partir d'elle que les taux de déforestation en 2000 et 2010 seront calculés. Afin de ne pas fausser nos interprétations sur

les dynamiques de déforestation, nous avons exclu de notre analyse toutes les cellules qui n'étaient pas majoritairement forestières, ceci en supprimant toutes les cellules qui n'étaient pas couvertes par au minimum 70 % de forêt amazonienne en 1970. Nous considérons donc dans notre analyse une surface amazonienne de 4 millions de kilomètres carrés, peuplée par 18,4 millions d'habitants en 2010, ce qui représente 40 408 observations dans notre base de données. Il faut également tenir compte du fait que l'INPE considère qu'une zone qui est déboisée une année N le demeure pour toutes les années à venir, ceci même si elle est ensuite laissée à l'abandon et qu'un recrû forestier se forme.

***Etape 2 : calcul du taux de déforestation des cellules***

L'étape 2 a consisté à unifier l'ensemble des polygones de déforestation en une couverture uniforme pour les années 2000 et 2010 (à titre indicatif, le *shape* déforestation de 2010 comptait 186 626 polygones de déforestation). Cette couverture uniforme a ensuite été découpée en fonction de la maille des cellules. Puis la somme totale de l'aire des fragments de polygones de déforestation compris dans chaque cellule a été calculée ainsi que le taux de déforestation de la cellule à chacune des deux dates en fonction de l'aire de référence calculée durant l'étape 1.

***Etape 3 : calcul en densité des variables socio-économiques selon la surface des secteurs***

Les données socio-économiques publiées par l'IBGE utilisent comme unité les individus ou les foyers. Or, comme la plupart des secteurs de recensement allaient se trouver couper en plusieurs parties lors du croisement avec la maille des cellules de 100 km², il était nécessaire de projeter ces données sur l'ensemble de l'aire des secteurs, en calculant des densités, afin d'attribuer par la suite à chaque fragment une proportion de la population totale.

La projection uniforme sur les secteurs n'est pas sans défaut. Dans le cas de secteurs urbains, en général très peuplés et de très petite taille, et qui seront ensuite regroupés dans les cellules de 100 km², elle ne pose pas beaucoup de problèmes. En revanche, dans le cas de secteurs ruraux, dont certains sont largement supérieurs en taille aux cellules de 100 km², et qui sont peu peuplés, cette projection tend à créer certains artefacts. Ainsi un secteur présentant une population de 100 personnes (un village) pour 300 km² se verra affecter une densité uniforme de 0,3 habitants par km² alors que dans la réalité toute la population se concentre dans une partie infime du territoire. Par ailleurs ce pic de densité disparaîtra. Pour autant, en l'absence d'autres méthodes, il a été décidé de procéder de cette manière.

On peut toutefois souligner que les biais induits nous semblent faibles pour deux raisons. La première est que l'IBGE a eu tendance à introduire des secteurs de petite taille pour une grande partie des villages d'Amazonie. La seconde est que, en conséquence de la première, les effectifs de population rurale dans les secteurs de grande taille sont extrêmement faibles. Au final, au lieu d'une surestimation du peuplement de certaines zones d'Amazonie, c'est plutôt un biais contraire qu'il faut prendre en compte : les habitants d'un village ou d'un petit secteur peuvent parcourir et utiliser des zones bien plus larges que celles à laquelle ils sont cantonnés par effet de leur association à un polygone correspondant à la localisation de leur habitation principale (c'est en particulier le cas pour les populations amérindiennes).

***Etape 4 : Calcul des valeurs absolues des variables socio-économiques par cellule***

Une fois les variables socio-économiques exprimées sous la forme de densités, les secteurs de recensement ont été découpés en fonction de la maille des cellules de 100 km². Pour chaque fragment de secteurs de recensement, les valeurs absolues des variables socio-économiques ont été calculées en fonction de l'aire du fragment. Puis les valeurs absolues de tous les fragments compris dans une même cellule ont été additionnées, permettant le calcul des données socio-économiques en 2000 et 2010.

Ces données ont été associées aux données de déforestation, composant ainsi une base de données de 40 408 cellules comprenant pour chaque cellule :

- des indicateurs démographiques et socio-économiques en 2000 et 2010 : le nombre d'habitants, le ratio homme/femme, le nombre de ménages, les revenus du chef de ménage, leur accès à l'énergie électrique et aux installations sanitaires ainsi que le taux d'alphabétisation des chefs de ménage,
- des indicateurs de déforestation en 2000 et 2010 : la surface et le périmètre déboisés ainsi que le taux de déforestation,
- des données qualitatives sur le régime foncier (aires protégées et terres indigènes) et des variables structurelles (proximité aux réseaux routiers, aux principaux fleuves navigables et aux capitales étatiques).

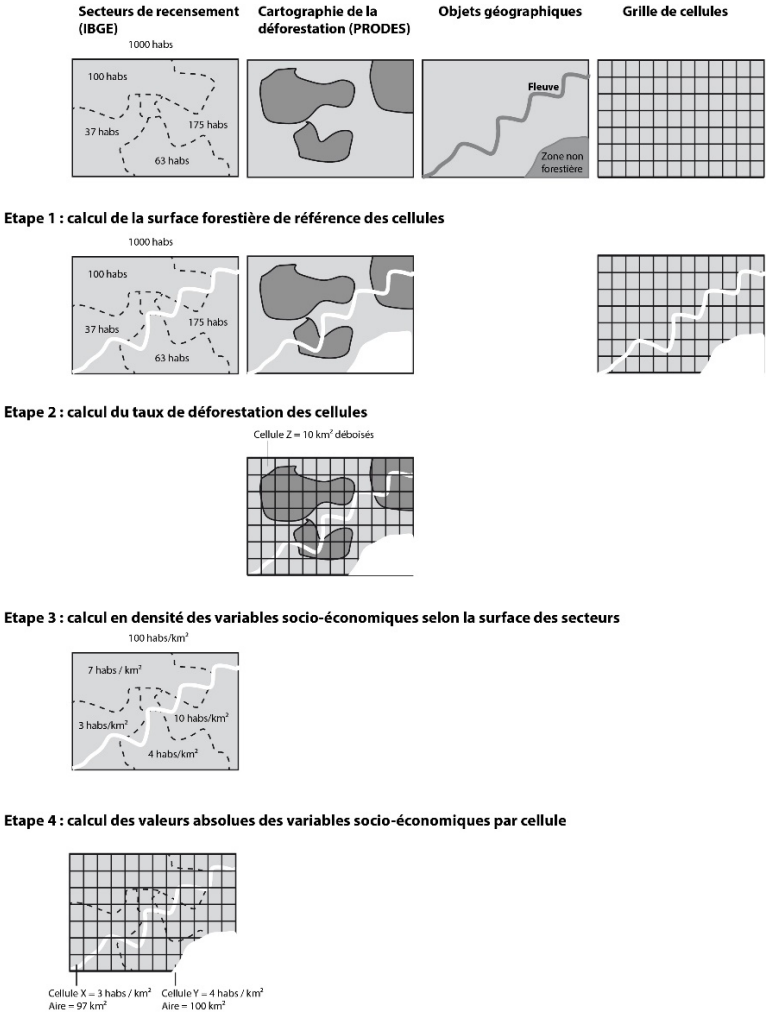


**Figure 1 :** Etapes de mise en forme des données

## 3. Résultats

### *3.1 Une jungle urbaine*

La population amazonienne est très inégalement répartie et une grande proportion de personnes vit en ville. 71,5 % de la population amazonienne (soit 13,1 millions d'habitants) vit en zone urbaine en 2010 si on considère les zones urbaines comme celles ayant une densité d'habitants supérieure à 50 habitants/km$^2$. Ces personnes sont reparties sur les 526 cellules de

notre base de données qui comprennent plus de 5 000 personnes, ce qui correspond à 47 130 km$^2$. Ces zones sont en forte croissance : leur population a augmenté de 30,3 % en 10 ans.

La population des zones rurales n'augmente pas si vite : elles est passée de 5,1 millions d'habitants en 2000 à 5,2 millions en 2010, soit une augmentation de seulement 2,4 % en 10 ans. Le phénomène d'urbanisation en Amazonie est donc en croissance : 66,4 % de la population était urbaine en 2000 et 71,5 % en 2010. Curieusement, bien que ces cellules urbaines présentent de fortes densités de population (en moyenne 288,8 habitants/km$^2$), elles totalisent seulement 33 603 km$^2$ déboisés, soit un taux de déforestation moyen de 69,8 %. Ainsi même les zones les plus densément peuplées conservent plus d'un quart de leur surface en forêt.

Cette importante urbanisation de l'Amazonie signifie également qu'environ les trois quart de la population amazonienne occupent seulement 1,2 % de la surface forestière. Le reste de l'Amazonie est très inégalement peuplé et présente des taux de déforestation très hétérogènes.

### *3.2 Des forêts préservées au peuplement différencié*

Dans les zones où le couvert forestier est bien conservé (cellules dont le taux de déforestation est inférieur à 5 % en 2010), on observe des situations contrastées. D'un côté, les forêts « vides » d'hommes couvrent une surface conséquente de l'Amazonie : 1 642 725 km$^2$, soit 42,1 % de la surface forestière amazonienne, comptent moins de 0,1 habitants/km$^2$ (16 704 cellules). Sans surprises, ces zones sont le plus souvent situées loin des routes et des cours d'eau navigables. Leurs densités d'habitants moyenne est de seulement 0,02 habitants/km$^2$, soit une valeur proche des zones les plus reculées du désert du Sahara. Mais d'un autre côté, le nombre de personnes vivant dans ces zones forestières bien préservées n'est pas aussi faible que l'on peut imaginer. En effet, 805 693 personnes vivent dans des zones où la déforestation est inférieure à 5 %, et présentent donc un mode de vie compatible avec le maintien du couvert forestier.

Une grande partie de ces zones bénéficient d'un statut foncier sécurisé : 68,3 % de ces forêts sont situées en terres indigènes ou en aires protégées. Ceci conforte l'idée que ces dispositifs fonciers représentent un frein à la déforestation (Nepstad et al., 2006). Pour autant, la démographie y est stable : la population est passée de 804 831 habitants en 2000 à 805 693 en 2010, soit une augmentation de 0,1 %. En 10 ans, ces personnes ont très peu déboisé : en moyenne 0,18 % du couvert forestier des cellules a été supprimé entre 2000 et 2010. Ces zones « de forêt peuplée » totalisent seulement 9 992 km$^2$ déboisés en 2010, ce qui correspond à 1,4% de la déforestation totale en Amazonie, pour 4,4 % des habitants.

### *3.3. Des déserts humains déboisés*

A l'opposé, certaines zones fortement déboisées présentent des densités de population très faibles. Ainsi 2 554 cellules sont déboisées à plus de 40 % en 2010 mais ont des densités d'habitants inférieures à 1 habitants/km$^2$. Ceci montre que la déforestation n'est pas forcément peuplante. En effet, la conquête agricole de l'Amazonie est basée sur un modèle très extensif dans lequel de grandes propriétés emploient et abritent peu de personnes au profit d'un nombre encore plus limité de propriétaires fonciers. Ces zones de « déserts humains déboisés » représentent 162 170 km$^2$ déforestés, soit 23,4 % de la déforestation totale en Amazonie, pour seulement 115 316 habitants (soit 0,6 % des habitants d'Amazonie).

Par ailleurs, la population de ces zones a diminué de 24 % entre 2000 et 2010, alors que sur cette même période la déforestation a été très dynamique : en moyenne 18,2 % du couvert forestier des cellules a été supprimé. Ces zones sont surtout situées dans le sud et sud-est de l'Amazonie (figure 2).

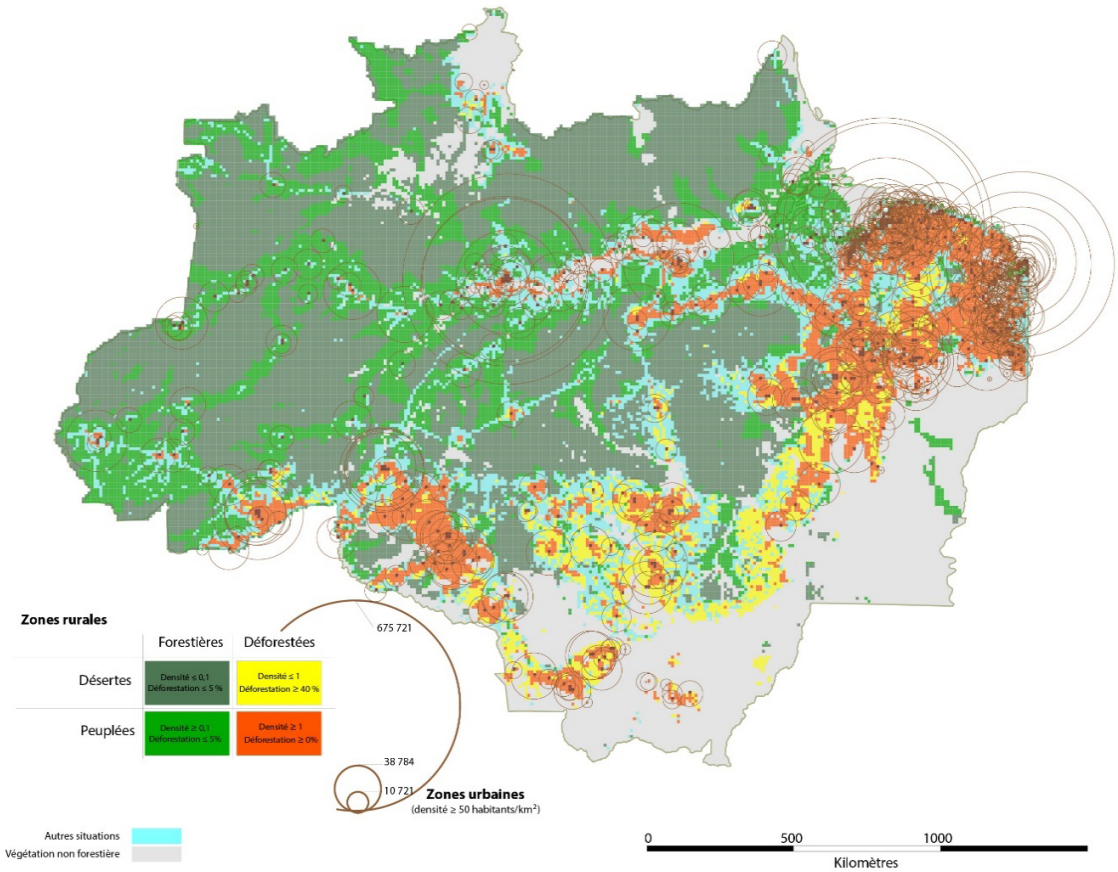


**Figure 2 :** Forêts peuplées, déserts humains déboisés et jungles urbaines en Amazonie brésilienne

## Discussion et conclusions

Vivre en Amazonie implique nécessairement une certaine proportion de déforestation afin de pratiquer des activités agricoles. Mais cette proportion varie considérablement en fonction du type d'agriculture pratiquée et n'est pas directement liée à la démographie. Les dynamiques de peuplement et déforestation à l'œuvre aujourd'hui en Amazonie brésilienne sont plus complexes, et des espaces de « forêt peuplée » et bien conservée, peuvent être opposés à des espaces de « désert humain déboisé ».

Les habitants des forêts peuplées sont les véritables habitants de la forêt, qui démontrent qu'encore aujourd'hui la présence humaine peut être associée avec la conservation de l'écosystème amazonien. Les populations amérindiennes font bien sûr partie de ces huit cent mille personnes qui vivent dans la forêt sans la déboiser, mais ce ne sont pas les seuls, car ils ne représentent pas plus que 250 000 personnes en Amazonie brésilienne, soit environ 31 % de ces habitants de la forêt.

A l'opposé, nos données montrent que les activités économiques qui se sont déployées dans l'arc de déforestation n'ont pas eu un effet de peuplement de cette région en émergence. Cela malgré les efforts du gouvernement fédéral en ce sens (par le biais de la politique de « colonisation » mise en place à partir des années 1970 et accélérée dans les années 1990) et malgré le discours commun en Amazonie liant la déforestation à une expansion démographique locale. Les espaces que nous avons nommés de « déserts humains déboisés » présentent même une diminution de leur population entre 2000 et 2010, alors que sur cette même période leurs taux de déforestation ont été très élevés. Ceci témoigne que le front de déforestation n'est pas le fruit du peuplement de l'Amazonie, mais correspond à des dynamiques complexes faisant intervenir les dynamiques des systèmes agricoles basés sur les

grandes cultures mécanisées et de la viande bovine et les grands marchés mondiaux. La population quant à elle tend plutôt à se concentrer de plus en plus dans les bourgs et les villes régionales, et l'urbanisation en Amazonie ne fait qu'augmenter, appuyant la dynamique d'exode rural.

Cette radiographie de l'Amazonie brésilienne permet de redéfinir la relation entre déforestation et peuplement qui a sous-tendu les premières décennies de la conquête de l'Amazonie. Au regard de ces nouvelles données, il nous semble important que les politiques publiques mises en place dans la région mettent l'accent sur les zones présentant des densités de population relativement fortes pour un faible taux de déboisement, comme la vallée de l'Amazone. Ces zones représentent un référentiel d'expériences conciliant la présence humaine et la conservation du couvert forestier. De même, les problèmes liés aux zones urbaines, en particulier la pollution des sols et des cours d'eau, devraient commencer à gagner plus d'attention avant qu'ils ne contaminent les aires protégées et les terres indigènes déjà établies.

## Références bibliographiques

Celentano D., Sills, E., Sales, M., Veríssimo, A., 2012 : Welfare outcomes and the advance of the deforestation frontier in the Brazilian Amazon. *World Development*, *40*(4), 850-864.

Ehrhardt-Martinez, K., 1998 : Social determinants of deforestation in developing countries: a cross-national study. *Social Forces*, *77*(2), 567-586.

Eloy L., Le Tourneau F. M., 2009 : L'urbanisation provoque-t-elle la déforestation en Amazonie ? Innovations territoriales et agricoles dans le nord-ouest Amazonien (Brésil), *Annales de géographie*, 667 (118), 204-227.

Le Tourneau F. M., 2004 : Jusqu'au bout de la forêt? Causes et mécanismes de la déforestation en Amazonie brésilienne. *Mappemonde*, (75), 1-25.

Le Tourneau F. M., 2009 : La distribution du peuplement en Amazonie brésilienne: l'apport des données par secteur de recensement. *L'Espace géographique*, *38*(4), 359-375.

López-Carr D., 2004 : Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. *Popul. Environ., 25, 585–612.*

Mello, N. A. d., Théry, H., 2003 : L'État brésilien et l'environnement en Amazonie : évolutions, contradictions et conflits. *L'Espace géographique, 32* (1), 3-20.

Morton D. C., DeFries, R. S., Shimabukuro, Y. E., Anderson, L. O., Arai, E., del Bon Espirito-Santo, F., ... Morisette, J., 2006 : Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(39), 14637-14641.

Nasuti S., Eloy L., Raimbert C., Le Tourneau F-M., 2014 : Can Rural–Urban Household Mobility Indicate Differences in Resource Management within Amazonian Communities?, *Bulletin of Latin American Research.* http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/blar.12147/pdf

Nepstad D., Schwartzman S., Bamberger B., et al., 2006 : Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, *20*(1), 65-73.

Nepstad D., Soares-Filho B. S., Merry F., et al., 2009 : The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science*, *326*(5958), 1350-1351.

Nolte C., Agrawal A., Silvius K. M., Soares-Filho B. S., 2013 : Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. *Early Edition*, 1-6.

Rodrigues A. S., Ewers R. M., Parry L., et al., 2009 : Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. *Science*, *324*(5933), 1435-1437.

Soares-Filho B., Moutinho P., Nepstad D., et al., 2010 : Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(24), 10821-10826.

Théry H., 1997 : *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*. Paris: Belin, 128 p.