



**HAL**  
open science

## Analyse du programme de développement durable Proambiente à Juina-MT

Florian Delahaye, Vincent Dubreuil, Vincent Nédélec, Ricardo Munhoz,  
Damien Arvor

► **To cite this version:**

Florian Delahaye, Vincent Dubreuil, Vincent Nédélec, Ricardo Munhoz, Damien Arvor. Analyse du programme de développement durable Proambiente à Juina-MT. 2009. halshs-00422609

**HAL Id: halshs-00422609**

**<https://shs.hal.science/halshs-00422609>**

Submitted on 7 Oct 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Analyse du programme de développement durable Proambiente à Juina-MT

**Florian DELAHAYE, Vincent DUBREUIL, Vincent NEDELEC, Ricardo MUNHOZ,  
Damien ARVOR**

*COSTEL-LETG, UMR-6554 CNRS, Université Rennes 2*

### **Introduction :**

Depuis les années 1970, la colonisation de l'Amazonie brésilienne est fortement étudiée par les scientifiques. La déforestation qui en résulte comme les migrations et l'émergence d'établissements sociétaux (Lena 1992, Théry 2005 De Sartre 2008) soulèvent de nombreuses interrogations quant aux impacts des activités socio-économiques sur l'environnement (Durieux 2002, Nédelec 2005, Dubreuil 2005). On peut s'interroger sur un déséquilibre structurel de cette société nouvelle, fondée sur des disparités de modes d'organisation de l'espace qui se traduisent par des inégalités et par extension, des conflits entre les différents acteurs.

A une échelle spatio-temporelle large, la mise en place de législations, de programmes par les autorités publiques visant à contrôler et gérer les actions anthropiques sur l'espace se heurte à une superposition de compétences des différentes structures administratives mais aussi à un manque de transparence « descendante » entre la prise de décisions et l'exécution des programmes sur le terrain. Depuis plusieurs années en Amazonie brésilienne, on observe la mise en place de projets de développement durable à différentes échelles (de la communauté à l'échelle nationale voire internationale). Cependant, les interrelations Nature / Sociétés (Dubreuil 2005) varient en fonction de la gouvernance, et sont, par conséquent, corrélées à l'organisation de l'espace des décisionnaires globaux et locaux mais aussi fonction de l'adaptation de ces décisions par les acteurs sociaux et économiques tels que les agriculteurs et les entreprises.

A travers cette étude, on cherche à mieux appréhender cette problématique par l'évaluation d'un programme national, le Proambiente, Programme de développement socio-environnemental de la production familiale rurale, mis en place en 2004 dans la commune de Juina. Cette étude entre dans le cadre d'un programme de recherche sur le Développement Durable en Amazonie Brésilienne –programme DURAMAZ-, créé en 2007 et financé par l'Agence Nationale de Recherche. Il cherche à analyser les facteurs de durabilité par l'examen de projets pilotes de développement durable sur quinze territoires de l'Amazonie légale, dont Juina. L'apport conjoint de différentes disciplines scientifiques telles que l'anthropologie, la sociologie, la géographie et la biologie sont nécessaires à la compréhension des déterminants fondateurs de la durabilité sur ces territoires. C'est pourquoi plusieurs laboratoires coopèrent au projet DURAMAZ: UMR 7169 (CREDAL) et 6554 (COSTEL) du CNRS, UR 169 (PATIS) de l'IRD et Centre de développement durable de l'Université de Brasilia.

Dans ce contexte, on s'intéresse à évaluer l'impact du programme de développement durable Proambiente sur le territoire de Juina selon deux perspectives. Le premier objectif est d'observer l'influence de la réalisation du programme Proambiente sur l'environnement et la biodiversité (Fearnside 1999) par le suivi de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des sols par images satellites de 1977 à 2008. Puis, les enquêtes biogéographiques permettront de mieux discerner les modifications socio-économiques des populations qui participent à ce projet. Elles doivent mettre en évidence les interactions entre les populations et leur environnement social, économique et naturel à Juina.

## 1 : Contexte général de l'étude

### 1.1. Présentation du programme de développement durable, le Proambiente

Le programme pro-ambiente est fondé, à l'origine, sous l'impulsion d'acteurs de la société civile à partir de 2000. Le 6 mai 2003, Il est officialisé politique publique fédérale. Un groupe de travail interministériel (GT) est mis en place et composé :

- d'un coordinateur: Ministerio do Meio Ambiente (MMA).
- de parties gouvernementales: Ministerio do Desenvolvimento Agrario (MDA), EMpresa BRasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), SIstema de Proteçoa da Amazonia (SIPAM)
- de parties de la société civile: CONfederação Nacional dos Trabalhadores na AGricultura (CONTAG), MOvimento Nacional dos PEscadores (MONAPE), Coordenação das Organizações Indígenas da Amazonia Brasileira (COIAB), Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), Grupo de Trabalho Amazonico (GTA).

Le GT est présidé par Mr Luciano Mattos, représentant de l'Embrapa, nommé conseiller national de la gestion du proambiente.

La proposition définitive du programme de développement durable est adoptée en 2004. Le programme est séparé en 4 thèmes:

- *la gestion territoriale* avec les formations de pôles de 250 à 500 familles, du conseil de gestion nationale et du conseil des pôles.

-*la création d'un fond d'aide (fond opérationnel)*

qui aura pour objectifs les formations des organismes sociaux des pôles et "d'aide technique et d'extension rurale" (ATER) indépendante et organisée par l'entité exécutive du pôle, élue par le conseil de gestion du pôle. (figure 1)

- *la création d'un fonds socio-environnemental* -fond pour la gestion de la rente-

- *la planification et des conseils en production* avec l'élaboration de plans de développement durable des pôles (PD's), de plans des utilisations des unités de production (PU's), constitués par définition de la réserve légale, de l'Aire de Protection Permanente (APP) et d'une aire d'utilisation alternative.

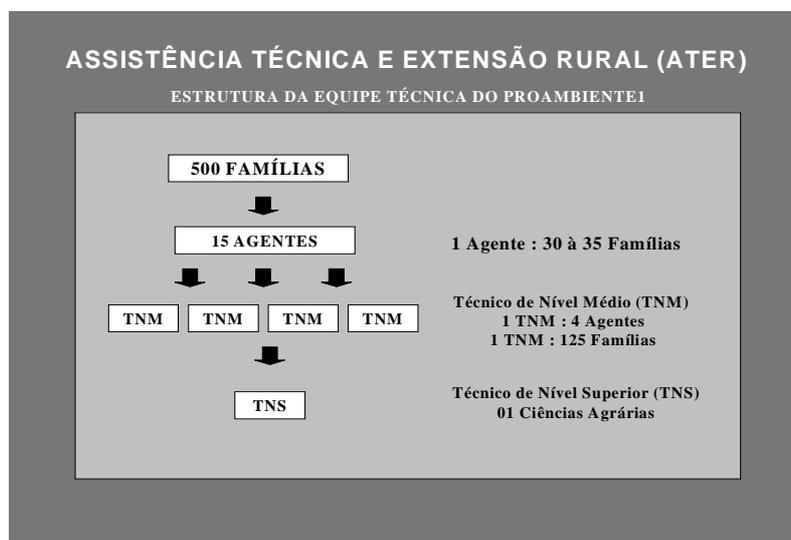


Figure 1: l'organisation des pôles du Proambiente, source: Ajopam

Le financement de l'ATER pour le développement des travaux par équipe dirigeante et technique est évalué à un montant de 350 000 reais par an et par pôle. En outre, un crédit spécial est envisagé pour les populations bénéficiaires du proambiente. Ce fonds assurera la participation de services environnementaux (par voie d'accord communautaire) et de services externes (audit indépendant) au contrôle environnemental du programme. Le Sistema de Proteção da Amazonia (SIPAM) se verra confier les fonctions de contrôle environnemental du proambiente. Ainsi, cet organisme a pour actions principales le géoréférencement des propriétés et des pôles et l'interprétation d'images satellites. En 2004, le SIPAM a apporté son soutien à la formation et à l'aide des agents, des techniciens et dirigeants des pôles afin de réaliser le géoréférencement des pôles et des propriétés participant au programme du proambiente.

En outre, l'Entreprise brésilienne de recherche agronomique (Embrapa) a fait appel à différentes unités de recherche de plusieurs disciplines afin d'apporter la reconnaissance et la validation scientifiques des initiatives innovantes de la production familiale et des indicateurs de services environnementaux apportés à la population bénéficiaire du proambiente.

<b>THEMATIQUES DU PROAMBIENTE</b>	<b>DIVISION DU TRAVAIL</b>
<b>1) Organisation territorial et gestion</b>	
formation des pôles	GT – interface avec SDT/MDA
conseil de gestion national	Consultant DFID
conseils de gestion des pôles	Consultant DFID
<b>2) Fonds d'aide</b>	
Formation des organisations sociales	Consultant DFID
Assistance technique et extension rurale	GT – interface avec SAF/MDA
Certification	GT – interface avec SDS e SCA/MMA
Contrôle environnemental	GT – interface avec SIPAM/CasaCivil
<b>3) Fond socio-environnemental</b>	
Rémunération des services environnementaux	Consultant DFID
<b>4) Planification de la production</b>	
Plans de développement (PDs)	GT – interface avec MMA, MDA, Embrapa
Plans d'utilisations (PUs)	GT – interface avec MMA, MDA, Embrapa
Recherche et développement	GT – interface avec Embrapa/MAPA
Fomento des projets	GT – interface avec FNMA/MMA
Crédit rural	GT – interface avec SAF/MDA

Tableau 1 : Les thématiques du Proambiente (source: Ajopam)

Le secrétariat de développement territorial (SDT) du ministère du développement agricole (MDA) forme les pôles du Proambiente à partir des critères suivants :

- Dans un premier temps, cette sélection s'appuie sur la classification de l'Institut Brésilien de Géographie et de Statistiques (IBGE) des microrégions géographiques urbaines, intermédiaires et rurales ("*Caracterização e Tendências da Rede Urbana do Brasil*" ; Ipea/IBGE/Nesur-IE/Unicamp, 1999). Ainsi, les microrégions sont définies

comme rurales si elles présentent une densité démographique inférieure à 80 habitants par km<sup>2</sup> et une population moyenne par municipes de 50 000 habitants. En 2003, cette classification correspond à 450 microrégions rurales, regroupant près de 80 % des municipes pour 90 % de la superficie nationale, et près de 33 % de la population brésilienne.

- Ensuite, parmi ces microrégions, le MDA prend en compte la concentration des agriculteurs familiaux (établissements ruraux jusqu'à 4 modules fiscaux) et la concentration des assentados mis en place par les programmes de réforme agraire (jusqu'au 10 avril 2003).
- Enfin, des indicateurs synthétisant des caractéristiques territoriales d'éligibilité plus précises sont établies ; le MDA sélectionne des territoires ayant la capacité à répondre à la définition du concept de développement durable, c'est à dire des territoires qui considèrent un équilibre entre le caractère social, la viabilité économique et le soutien environnemental. Ainsi, une diversité des organisations sociales tels que le syndicat de travailleurs ruraux, les différentes associations des municipes qui présentent déjà des interrelations, la possibilité d'un meilleur accès aux services publics, une organisation de la commercialisation des productions culturelles sont des critères favorables à l'entrée dans le programme. Des programmes fédéraux de planification socio-environnementale déjà mis en place démontrent alors la volonté collective de développement.

Ce processus de sélection des territoires pouvant être bénéficiaire du proambiente est enfin validé par le conseil fédéré du développement rural.

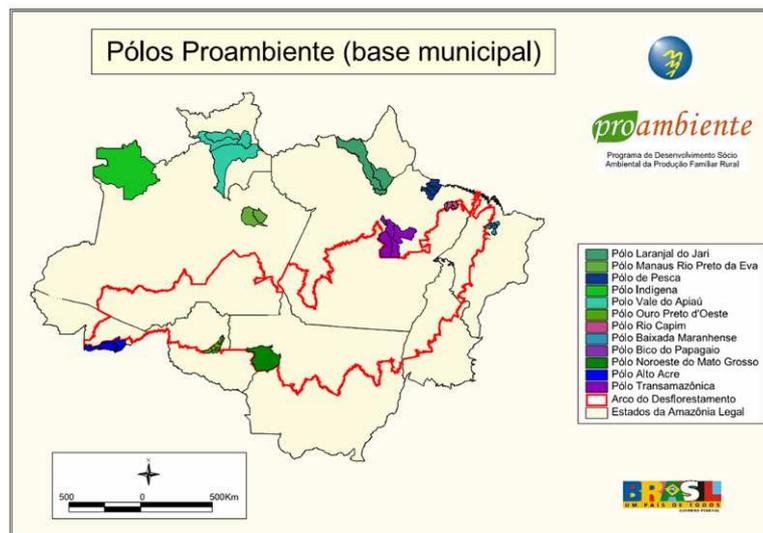


Figure 2: carte des pôles du Proambiente

## 1.2. Présentation de la commune de Juína et du Noroeste matogrossense

Afin d'occuper la *terra esquecida*, la SUDECO planifie l'occupation de la région coupée par la route AR 1 en cours de construction. A partir du km 180 de la piste Vilhena-Aripuanã, la CODEMAT implante le projet Juína. Soutenu et idéalisé par des ingénieurs de la SUDECO, le projet Juína voit ainsi le jour. Il est élaboré en 1977 et approuvé par l'INCRA en septembre 1978. Couvrant près de 411 000 ha, cette zone de colonisation est limitée au sud par la rivière Juína-Mirim et à l'est par le Juruena. La CODEMAT organise la publicité du projet dans le Paraná, région de Londrina essentiellement, et, à un moindre niveau, dans les États de São Paulo, Santa Catarina et Rio Grande do Sul. Elle propose aux colons des lots de petites tailles (25 ou 50 ha) en périphéries

de la ville et des lots plus importants (100, 200, 500 et même 3 000 ha ) à mesure que l'on s'éloigne du centre urbain. Les propriétés doivent être occupées, au moins sur 20% de la surface, et être payées dans les trois ans suivant la mise en valeur. Le projet connaît un franc succès mais l'extension de la colonisation est limitée au seul projet car à l'ouest plusieurs réserves indigènes sont créées dans le cadre du POLONOROESTE.

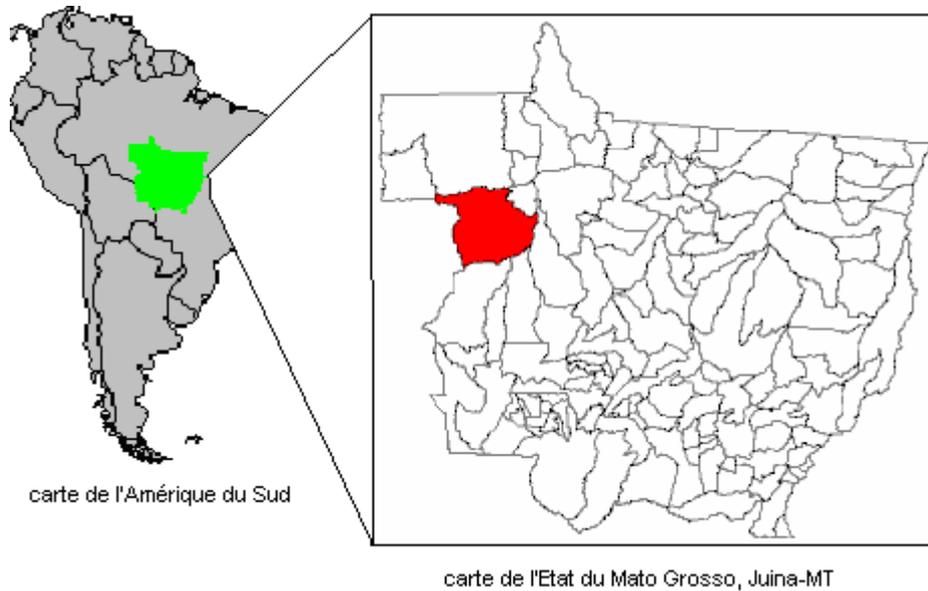


Figure 3: situation géographique du territoire de Juina dans l'Etat du Mato Grosso



Figure 4 : vue aérienne de la clairière de la future ville de Juina en 1978

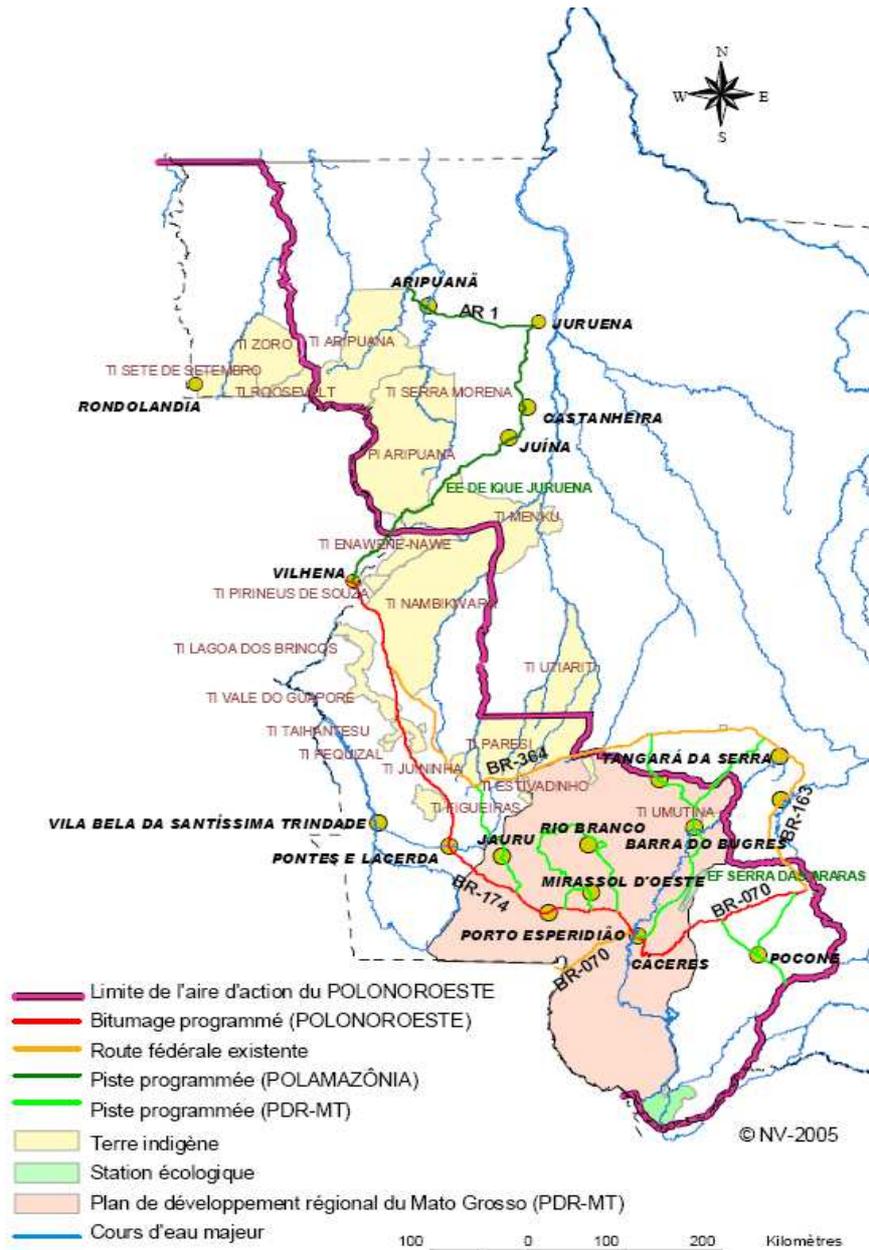


Figure 5 : Représentation cartographique du projet POLONOROESTE (source : V.Nédélec, 2005)

La première phase du projet prévoit l'occupation en premier lieu de la partie méridionale. Face au succès rencontré, les lots de la partie nord sont également vendus. A la croisée de l'AR 1 et de la route reliant Fontanilhas à la ville-laboratoire Humboldt, la ville de Castanheira est implantée. A la fin des années 1970, la CODEMAT décide de dédier à l'exploitation de l'hévéa et des productions de la forêt, près de 600 000 hectares situés dans l'extrême ouest du Mato Grosso (commune de Colniza aujourd'hui). Il y existe déjà un lieu de collecte des balles de caoutchouc destinées à être exportées via la rivière Madeira. Ce poste, nommé Panelas, fonctionne depuis le début du siècle car la région est très riche en hévéas natifs. Afin d'encourager les activités liées à la collecte de la sève de l'hévéa, la CODEMAT découpe donc cette région en lots de grande taille de 1000 à 2999ha (3000 ha étant la taille limite à partir de laquelle, la propriété ne peut être octroyée que sur autorisation du sénat fédéral) destinés principalement aux *seringueiros*. Seulement, le manque de soutien politique et financier à l'opération entraîne son abandon progressif. Même si la production de caoutchouc naturel est l'un des objectifs affichés de la politique brésilienne en Amazonie

(création de la SUDHEVEA en 1967 et les programmes PROBOR I, II et III), les impacts sont assez faibles et, au Mato Grosso, seule la région de São José do Rio Claro a profité des aides gouvernementales pour planter de vastes parcelles d'hévéas. En 1996, l'État du Mato Grosso propose, par décret, de transformer une partie des terres de la région de Panelas en réserve destinée à l'exploitation de la forêt, c'est la Reserva Extrativista Guariba-Roosevelt. Elle couvre plus de 57000ha et est répartie en deux zones distinctes, le long des rivières Guariba pour l'une et Roosevelt pour l'autre.

Ces réserves sont voisines de l'*assentamento* Filinto Muller qui demeure le principal *assentamento* de la région. Lancé en 1985, il englobe près de 531 000ha compris entre les rivières Roosevelt et Guariba. Il se divise en deux grandes parties : Guariba 1 ou Panelas et Guariba 2 ou Pau Brasil. La première couvre 315 000 ha dont 179 000 ont déjà été régularisés. Les autres 136 000 ha sont occupés par quelques familles de *posseiros* installées au bord du fleuve. Certaines terres sont revendiquées par des *grileiros* mais le taux d'occupation est bien faible. La zone Guariba 2 atteint une superficie de 216 000ha dont 156 000ha sont inoccupés car trop difficiles d'accès. Les 60 000 ha restants ont été divisés en lots de 1000 à 2000 ha et titularisés par la CODEMAT. Globalement ces derniers sont peu défrichés. Les conditions de vie sont pénibles et de nombreux colons ont abandonné leur parcelle. La malaria a sévi et découragé la plupart des premiers migrants. Nelsinho, un colon arrivé en 1987, confie ainsi que malgré les malarias (il estime qu'il a eu près de 80 crises), il n'a jamais abandonné. « *Nós não desistimos porque não tinha outro jeito. Eu ainda pensava: neste ano está ruim, mas no outro ano melhora. E, nesta esperança, eu demorei dez anos para comprar minha primeira vaca de leite* ». En vérité, le projet est situé dans une zone inaccessible ou presque (180km de Colniza) et les colons n'ont pas bénéficié du soutien financier du gouvernement. Certains d'entre eux affirment même que le projet a été officiellement destiné aux petits paysans mais qu'en réalité l'objectif était d'ouvrir ces terres aux exploitations capitalistes qui par la suite ont racheté les lots un par un, créant ainsi des fermes de plusieurs milliers d'hectares enregistrées en toute légalité. Edgar Nogueira Borges, ancien responsable de l'INCRA lors de la mise en place du projet par la CODEMAT, porte un autre jugement. Il estime qu'en 1985 le gouvernement avait intérêt à obtenir l'argent de la réforme agraire et c'est ce qui aurait motivé un tel projet : « *Lá não era uma área prioritária, pois havia outras mais próximas dos centros urbanos. Mas como a reforma agrária estava em plena efervescência, e a área do Filinto Müller já pertencia ao Estado, era uma oportunidade* ».

Ce projet de 1985 constitue le dernier grand projet de la CODEMAT qui est supprimée en 1995. L'INTERMAT (*Instituto de Terras do Estado de Mato Grosso*), créé dès 1975, assume alors les anciens projets de la CODEMAT et développe à son tour de nouveaux projets d'*assentamento* (voir le tableau présentant les 40 projets menés par l'État du Mato Grosso à travers la CODEMAT puis l'INTERMAT).

Le municípe de Juina, d'une surface totale de 2.6 millions d'ha, se situe dans le centre Ouest du Brésil, dans l'Etat du Mato Grosso, à la frontière Est de l'Etat du Rondônia – latitude 11°22'42 S et longitude 58°44'28 W. En ce qui concerne les données socio-économiques (IBGE), Juina est une ville dont le nombre d'habitants stagne ; on dénombre 38 017 habitants en 2000 et 38 422 habitants en 2007 avec 77 % des personnes y résidant depuis plus de 10 ans. Le graphique ci-après de la structure d'âge en 2001 montre une population jeune.

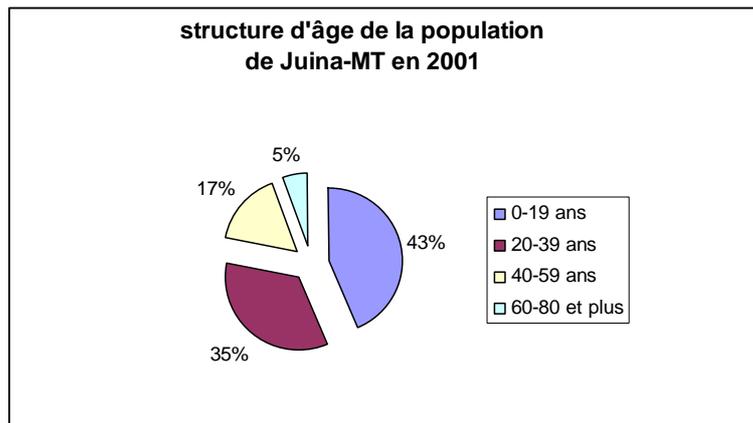


Figure 6: Structure d'âge de la population de Juina en 2001

Le territoire de Juina connaît un développement économique important avec une forte croissance du PIB/hab ; ce dernier passe de 5 518 reais/hab en 2003 à 8 855 reais/hab en 2006 (12 350 reais/hab au Mato Grosso et 12 688 reais/hab au Brésil). En 2006, les valeurs ajoutées des secteurs primaire, secondaire et tertiaire sont respectivement de 22.83 %, 22.43 % et 54.74 %. Ainsi, on note que le secteur de l'agriculture est fortement développé et essentiellement tourné vers l'élevage de bovidés, on compte 532 901 têtes de bovidés en 2007. Mais, ces chiffres cachent des disparités économiques au sein de la population juinense comme en témoigne l'indice de pauvreté élaboré par les critères de l'IBGE à partir du recensement de 2000 qui s'élève à 31,92 %. On note que 56.05 % des personnes résidentes depuis plus de 10 ans en 2001 gagnent moins d'un salaire minimum par mois alors que 3.15 % gagnent plus de 10 salaires minimum. Cette réalité économique peut être mise en relation avec un niveau d'éducation faible ; 12.64 % de la population résidente depuis plus de 10 ans en 2001 a reçu moins d'un an d'éducation scolaire.

Juina	1990	1998	2005
<b>Haricot</b>	1 250	1 200	400
<b>Soja (ha)</b>	0	0	700
<b>Café (ha)</b>	8 000	3 200	1 800
<b>Cacao (ha)</b>	150	20	10
<b>Bovins (têtes)</b>	80 000	330 000	550 000

Tableau 2 : Evolution des productions agricoles à Juina (source : IBGE)

### 1.3. Mise en œuvre du proambiente sur le territoire de Juina

Le municiple de Juina est un territoire éligible à la participation au programme du Proambiente selon les critères définis par le MMA développés précédemment (microrégion rurale avec facteurs démographiques correspondant...). De plus, une forme de coopération et de développement de l'agriculture familiale liée au concept de développement durable favorisant l'affectation du programme à un espace est présente sur le territoire de Juina. En effet, l'Association Juinense Organisée pour l'Aide Mutuelle (AJOPAM), fondée le 16 juin 1991, soutient le développement de l'agriculture familiale à travers des actions de prévention dans

l'utilisation des sols –diffusion des lois et des normes environnementales, éducation environnementale...-, des actions de gestion et de conseil –mise en commun de biens matériels auprès des agriculteurs- et des actions commerciales –création d'une boutique, d'une maison du miel. Ainsi, l'AJOPAM est la structure qui accueille le Proambiente sur le territoire de Juina qui demeure, par ailleurs le pôle « Noroeste de Mato Grosso ».

En 2004, avec la mise en place du programme, on assiste à la création des plans des utilisations des unités de production (PU's) (figure 7). Chaque lot des agriculteurs participants au programme de développement durable est géoréférencé et représenté. Il est à noter qu'un projet de l'évolution de l'utilisation des sols est demandé à chaque propriétaire (figure 8).

Au cours de cette même année, l'Embrapa propose une simulation de l'évolution de la couverture végétale "au bout de quelques années" pour des lots ne participant pas au Proambiente et des lots participants (figure 9 ; source: *présentation de l'Embrapa-Ajopam en 2004*). Au sein de ces derniers, On note la volonté de développement du système agro-forestier (SAF) et des replantations gérées (capoiera manejo), du maintien du taux des surfaces boisées et de la diminution des espaces de pâturage.

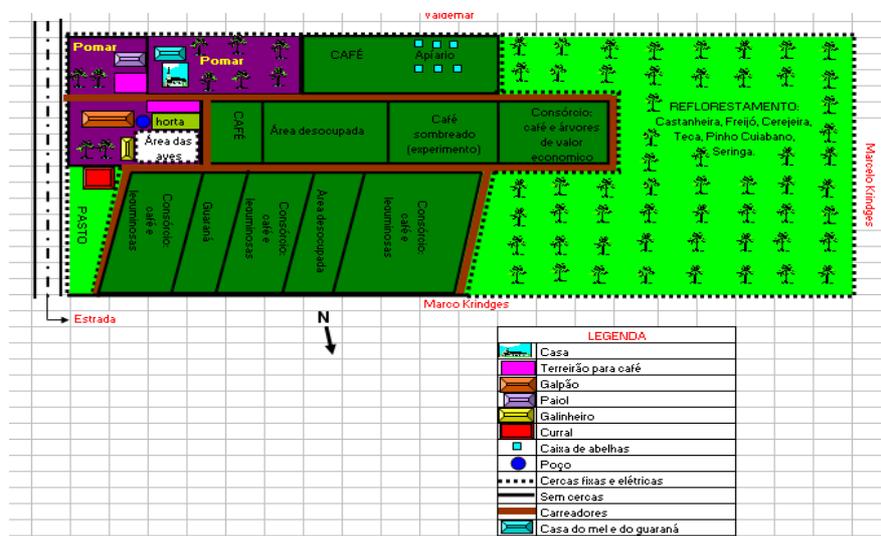


Figure 7: plan des utilisations des unités de production (PU's) de la « chacara São Laurenço » dans la communauté « São Justino » en 2004 (source: *Ajopam 2008*)

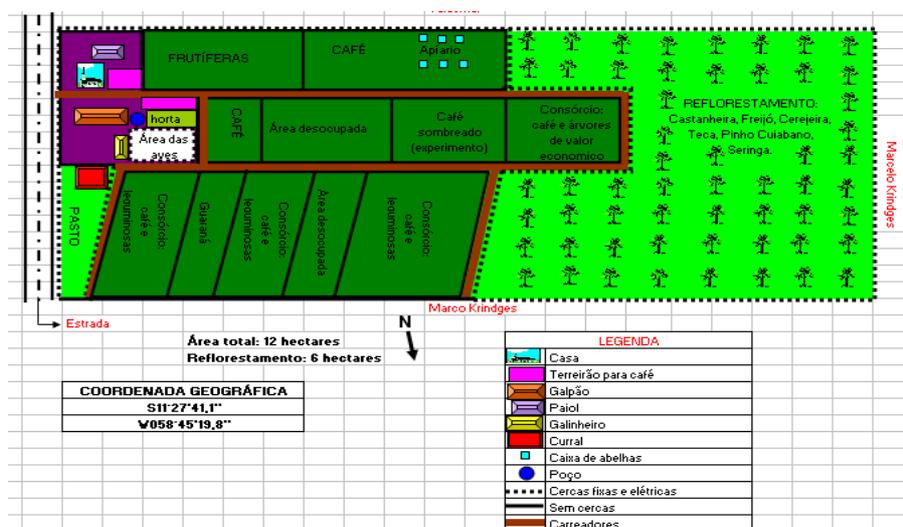


Figure 8: plan du projet de l'évolution de l'utilisation des sols sur la « chacara São Laurenço » (source: *Ajopam 2008*)

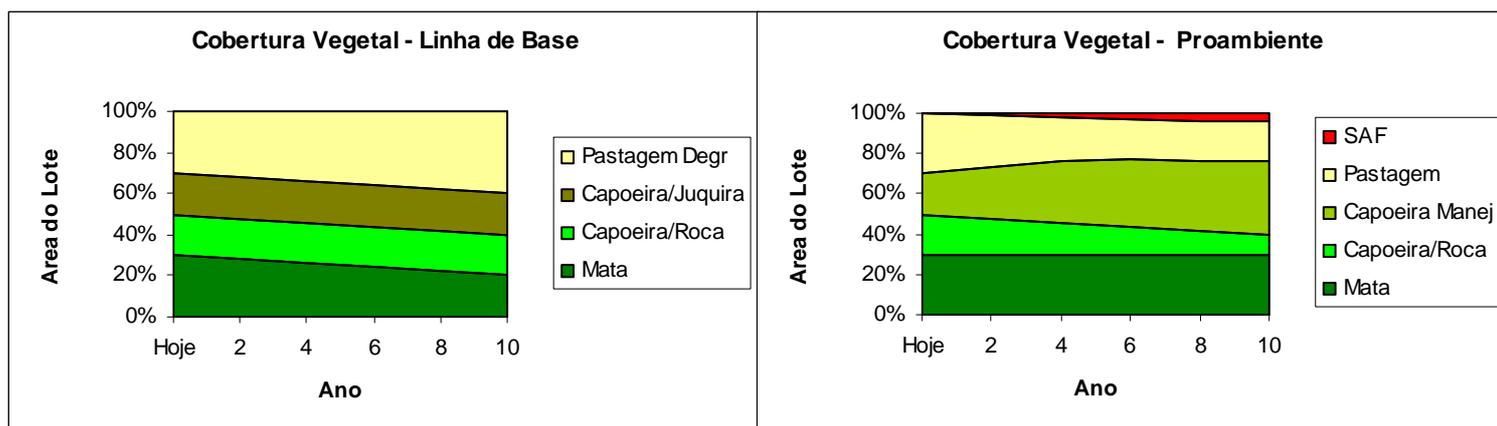


Figure 9 : graphique représentant une simulation de l'évolution de la couverture végétale "au bout de quelques années" pour des lots ne participant pas au Proambiente (à gauche) et pour des lots participant au Proambiente (à droite) ; source : AJOPAM

#### 1.4. Les objectifs du terrain

La mission terrain s'est déroulée de mars à août 2008, les enquêtes étant menées tout d'abord sur l'ensemble de la commune puis, pour des raisons pratiques, en milieu périurbain au Nord et à l'Est de la ville de Juina (sur une surface totale de 2542.50 hectares). Dans cette zone d'études (ze), les lots ont des surfaces comprises entre 2 à environ 150 ha. Ainsi, chaque propriétaire des lots a été sollicité pour participer à une enquête biogéographique élaborée dans le cadre du programme DURAMAZ d'une part. D'autre part, des relevés topographiques par GPS ont été réalisés à chaque changement d'occupation des sols.

A travers cette étude, une typologie des populations est élaborée afin d'étudier les facteurs de durabilité sur le territoire de Juina. On sépare les populations enquêtées en trois échantillons A, B et C :

- Le groupe A correspond à la population participant à un programme de développement durable -qui peut être autre que le Proambiente-. Il a donc été analysé par un questionnaire biographique et par des relevés topographiques. Il est constitué de 13 lots représentant une surface totale de 300.78 ha.
- La population du groupe B ne participe pas à un programme de développement durable mais a toutefois accepté toutes les modalités de l'enquête. 25 lots appartiennent à ce groupe d'une surface totale de 398.07 ha.
- Enfin, le groupe C regroupe toutes les personnes morales et physiques de la zone enquêtée qui n'ont pas pu être interrogées pour différentes raisons (souvent par simple refus de répondre). Les lots d'une surface totale de 1843.65 ha sont alors définis de manière cohérente à partir des limites des autres lots et des données satellitaires.

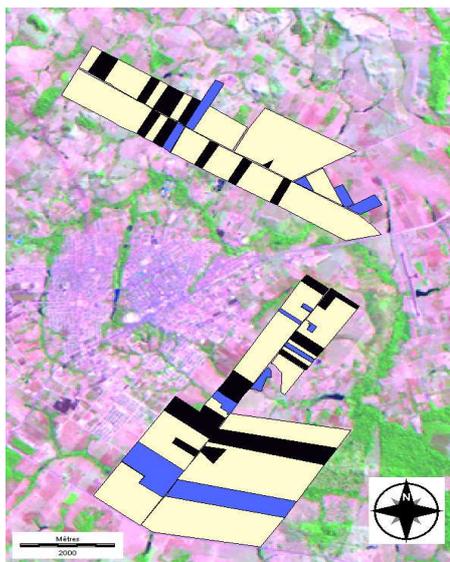


Figure 10 : carte des groupes A (en bleu), B (en noir) et C (en blanc) de la zone d'études

Le plan de classification correspond aux thèmes retenus par l'Embrapa. Ainsi, la mise en place d'un programme de développement durable, et notamment du proambiente, doit permettre le maintien des surfaces boisées. Les classes "forêt", "forêt dégradée et capoiera" sont analysées. De plus, comme le programme a pour objectif le développement des cultures alternatives et du système agro-forestier (SAF) composé essentiellement de plantations de coeur de palmier (pupunha) et de « mamao », la classe "cultures et SAF" est étudiée. Enfin, on doit assister à la diminution des surfaces de pâturages.

Grâce à ce travail terrain, on peut constituer une banque de données géographiques détaillée et des fiches par lot enquêté ont été réalisées avec l'appui de photos et de vidéos. On note que l'état des SAF et des cultures, telles que la hauteur et le recouvrement au sol, est très variable d'une propriété à l'autre et au sein même d'une propriété. Cette variabilité s'explique par la nature et le stade phénologique des différentes espèces. Par exemple, dans la propriété de Rubi Jardao Krindge, on trouve des parcelles de cultures de café avec des pieds de 30 cm à 2 m de hauteur. Par ailleurs, certaines parcelles de SAF et cultures ne peuvent être utilisées pour réaliser les cartographies car elles ne forment pas une région spectrale homogène ou elles sont inférieures à la taille d'un pixel. Par conséquent, les sites d'entraînement "SAF et cultures" prises en compte pour l'étude des images satellites sont d'une surface totale de 10,62 ha sur les groupes A et B.

## 2 : Méthodologie du suivi des dynamiques d'occupation et d'utilisation des sols par télédétection à Juina

### 2.1. Les prétraitements des données satellitaires

Avant l'interprétation des images satellites, on doit procéder à différents prétraitements, c'est à dire à l'ajustement (géométrique, radiométrique, etc.) d'une image pour compenser des erreurs, qui impactent fortement les résultats du suivi de l'occupation des sols de la zone géographique étudiée. Nous n'avons pas procédé à une correction radiométrique. Ce prétraitement des données est nécessaire aux traitements de détection de changement telles que les analyses diachroniques quantitatives (méthode de vecteur du changement par exemple : Corgne. S 2006; Lecerf. R 2008). Dans notre cas ce type de traitement n'est donc pas indispensable.

On procède à la correction de la géométrie qui, par définition, est la forme et dimensions d'une image déterminées par l'angle de visée, par l'altitude, par la position de la plate-forme des images Landsat de 1977 à 2008 et des images C-bers de 2004 à 2008. Chaque image est transformée géométriquement dans la projection géographique UTM 21s et ré-échantillonnée selon un pixel carré standard, c'est à dire à partir des métadonnées des images Landsat TM2 du 23 juillet 2008 et C-bers du 14 juillet 2008 pour les images de chaque satellite correspondante. Les points d'appui au sol –relevés et tracés GPS 2008- sont utilisés afin d'augmenter la précision du processus de correction géométrique. On a utilisé le processus d'erreur des moindres carrés qui fournit le meilleur ajustement de l'image aux points de contrôle au sol.

## 2.2. Analyse de la déforestation en fonction de la distance à la ville de Juina

D'après de nombreux travaux, on peut considérer que le taux de déboisement en milieu tropical présente une forte corrélation avec la distance au centre urbain. Ainsi, dans son étude sur le nord du Mato Grosso, V. Nédélec (2005) a effectué une typologie des villes qui présentent une plus ou moins forte attraction sur leur espace régional. On note ainsi que le territoire de Juina est classé commune de rang 1 avec un fort pouvoir d'attraction. On applique cette méthodologie à partir d'une image Landsat TM2 du 23 juillet 2008 avec une échelle de distance du centre urbain de 2 km jusqu'à 38 km (limite de la scène satellite à l'Est) afin de trouver une zone tampon optimale pour comparer notre zone d'étude avec le contexte local. Le graphique du déboisement en fonction de la distance au centre ville de Juina confirme la théorie selon laquelle plus on s'éloigne du centre ville et plus le taux de déboisement est important. On remarque un seuil au niveau du 10<sup>e</sup> km, avec un taux de déboisement diminuant de plus de 5% entre le 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> km contre environ 3 % entre le 18<sup>e</sup> et 20<sup>e</sup> km. Afin de comparer avec un contexte plus large nous conservons également le seuil de 20km retenu par V.Nédélec dans sa thèse (2005).

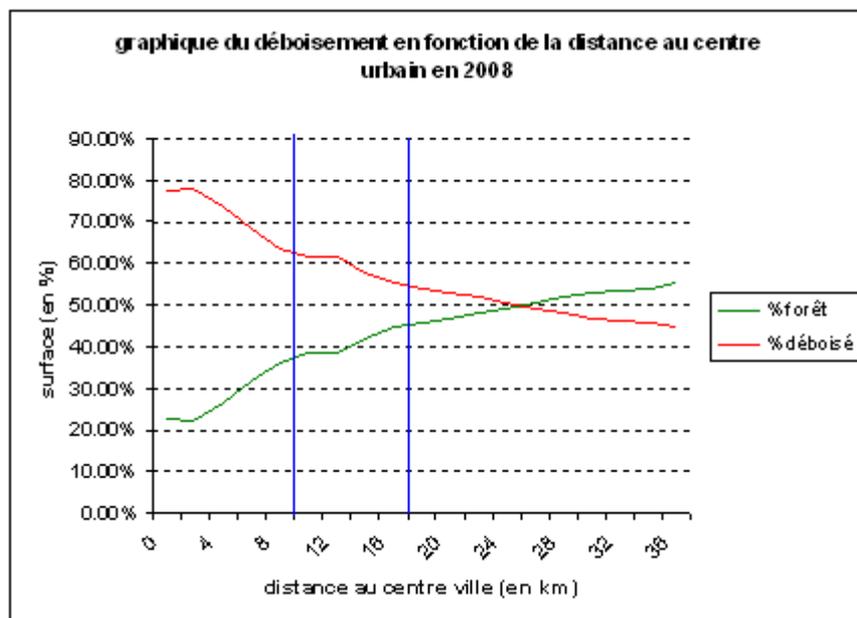


Figure 11 : graphique du taux de déboisement en fonction de la distance au centre urbain de Juina en 2008

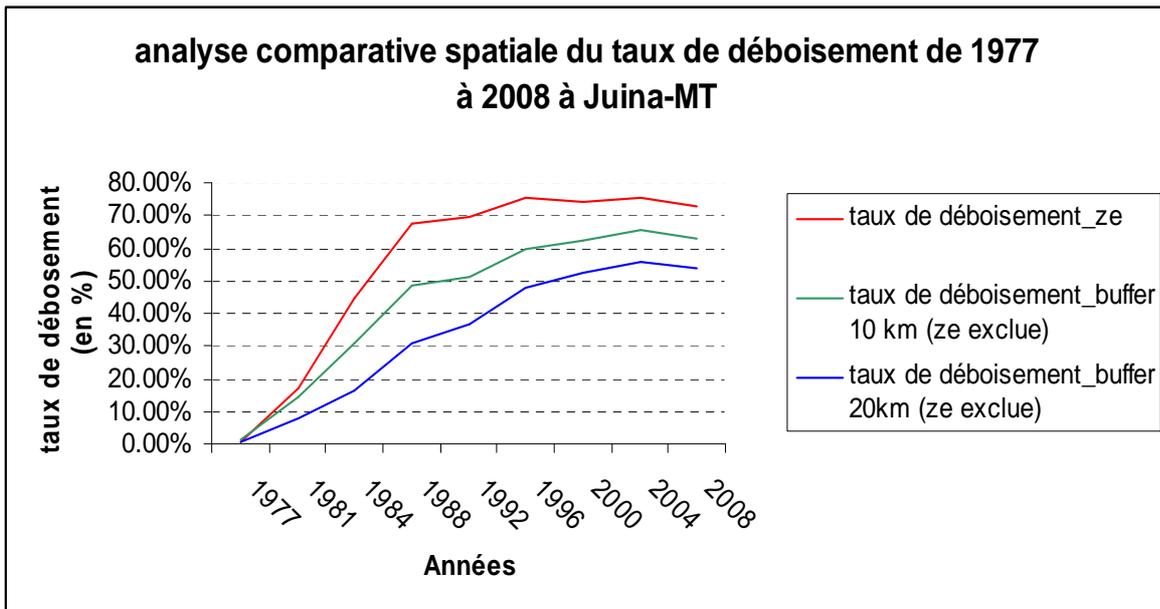


Figure 12 : Analyse comparative spatiale du taux de déboisement de 1977 à 2008 à Juina

En observant l'évolution du taux de déboisement au cours du temps, on note, en premier lieu, que les trois zones géographiques étudiées possèdent un taux de déboisement croissant avec un profil exponentiel identique, c'est à dire un taux de surfaces déboisées augmentant très fortement jusqu'en 1988, une croissance plus faible de 1988 à 2004 puis une stagnation, voire une diminution de 2004 à 2008. On remarque une évolution spatio-temporelle du taux de déboisement plus proche pour la zone des 10km autour du centre urbain vis-à-vis de la zone enquêtée, que celle des 20km. Par conséquent, on peut valider l'échelle d'analyse de 10 km afin de mieux prendre en compte les dynamiques d'occupation des sols de la zone enquêtée et par extension, de ses différents groupes étudiés A, B et C. Cependant, l'échelle des 20 km peut aussi permettre de visualiser de manière plus générale l'évolution des zones déboisées sur le territoire de Juina.

### 2.3. Analyse diachronique du taux de déboisement à l'échelle périurbaine

Dans un premier temps, de manière globale, on peut observer les dynamiques d'occupation des sols sur la zone d'études entre 1981, année de fortes migrations, un an avant la création administrative du municipe de Juina, et 2008 à l'échelle de la première couronne (centre urbain\_20km) à partir d'une analyse diachronique qualitative. La méthode d'analyse choisie est le croisement de classifications non supervisées (1981 et 2008) à partir des images Landsat MSS du 7 juillet 1981 et Landsat TM2 du 23 juillet 2008 (Dubreuil 2005, Nédélec 2005). Cette méthode diachronique qualitative permet de visualiser un changement de l'occupation des sols sur le territoire de Juina. On observe ainsi une augmentation importante de la déforestation de 1981 à 2008.

### 2.4. Analyse multi temporelle des dynamiques d'occupation des sols à l'échelle du lot ; quelles méthodes de classifications pour quelles classes ?

Afin de visualiser l'influence du programme proambiente sur l'environnement et l'occupation des sols, on peut comparer les taux de cultures et de SAF entre les différentes

populations déterminées précédemment - groupe A, B et C - entre 1977 et 2008 en se focalisant particulièrement sur la date de la mise en place de ce programme, l'année 2004.

On peut poser l'hypothèse que les lots du groupe A, à partir de 2004, auront des taux de cultures et de SAF plus importants que les lots témoins des groupes B et C. En effet, on rappelle que le programme vise la mise en place et le développement de cultures diversifiées telles que le café, Les cœurs de palmier (pupunha)..., qui mettront alors en évidence un taux de recouvrement végétal plus important sur les images satellites. De cette manière, on peut examiner par ce taux, une potentielle sensibilité environnementale préalable du groupe A avant la participation au programme de développement durable.

Cette analyse multitemporelle, c'est à dire l'analyse de données de télédétection obtenues d'une même région mais à des moments différents doit se réaliser à l'échelle du lot ou échelle parcellaire. A partir des moyens et des outils mis à disposition, on ne peut bien évidemment pas réaliser une classification supervisée à chaque date de 1977 à 2008 puisque l'on ne dispose pas de données terrain pour ces différentes périodes. Ainsi, on choisit de procéder à une classification non supervisée ou non dirigée pour chaque date à partir d'images Landsat de 1977 à 2008 et C-bers de 2004 à 2008. Dans cette étude, on utilise l'algorithme du regroupement par moyenne-K (K-means). Les algorithmes de classifications non supervisées tels que le regroupement par ISODATA et le regroupement par la technique Narendra-Goldberg ont fourni des résultats de discrimination des classes moins bonnes que l'algorithme choisi.

Après cette analyse multitemporelle globale, on peut chercher à améliorer la discrimination des thèmes d'occupation des sols afin de mieux appréhender l'impact de la mise en place du programme de développement durable Proambiente en 2004 et le développement des cultures et "du système agro-forestier". Il s'agit alors de prendre en considération le plan de classification élaboré sur le terrain et défini précédemment. En ce qui concerne l'année 2004, on peut connaître la nature et la position géographique des différents thèmes choisis à partir des relevés topographiques de chaque lot des participants au Proambiente –voir PU's- réalisés par les techniciens de l'ATER et du SIPAM. Ces mêmes thèmes sont connus pour l'année 2008 grâce aux relevés de la campagne terrain. Par conséquent, pour ces deux années 2004 et 2008, on peut créer des sites d'entraînement afin de réaliser une classification supervisée ou dirigée. Les sites d'entraînement, petit échantillon d'une région homogène, sont utilisés pour «entraîner» l'algorithme de classification à reconnaître les différents thèmes en fonction de leur signature spectrale telle que définie sur l'image. Dans cette étude, on choisit l'algorithme du maximum de vraisemblance gaussienne.

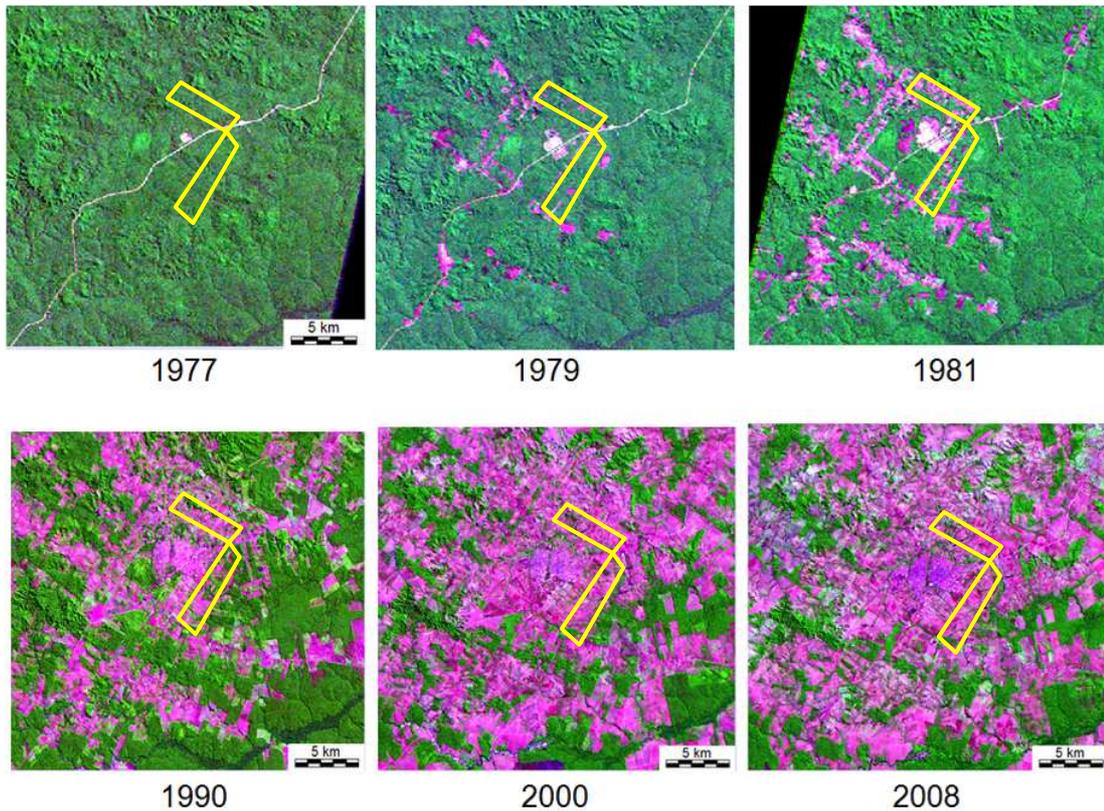


Figure 13 : Evolution de la déforestation à Juina de 1977 à 2008 (images Landsat ; forêt en vert, zone d'étude en jaune)

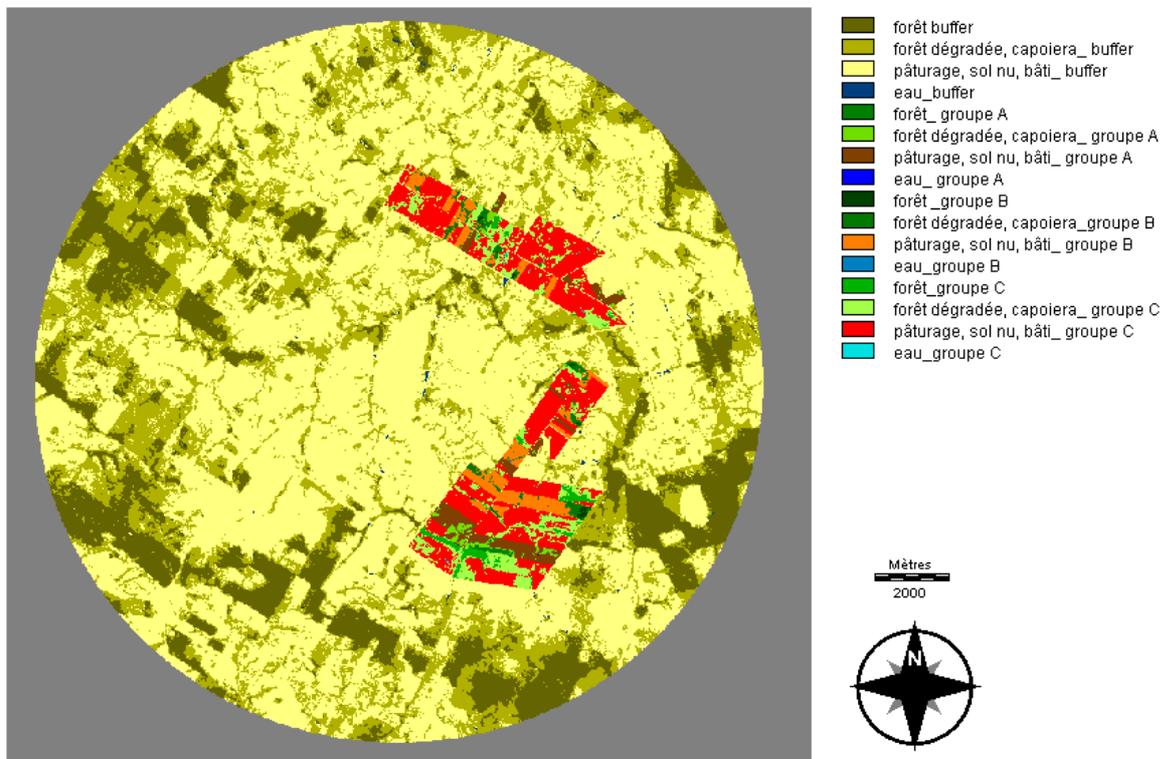


Figure 15 : cartographie de l'occupation des sols des groupes A, B et C et de la zone buffer à partir d'une classification supervisée de la scène Landsat TM2 du 23 juillet 2008

### 3 : Evaluations des impacts environnementaux et socio-économiques du programme de développement durable à Juina

#### 3.1. Suivi de l'évolution du taux de déboisement de 1977 à 2008 sur les lots des groupes A, B et C à partir de classifications non supervisées

A partir des données terrain 2008, on peut dire que le suivi spatio-temporel des dynamiques d'occupation des sols sur la zone enquêtée à partir des classifications non supervisées ne donne pas les résultats attendus pour les deux types d'images étudiés Landsat et C-bers. En effet, les classes choisies ne peuvent être clairement discriminées; ainsi, les thèmes des "cultures et SAF", des "pâturages" -avec arbres-, les "classes capoiera et forêts dégradées" présentent une réflectance proche, ce qui conduit à des confusions thématiques trop importantes pour réaliser une analyse quantitative des thèmes observés. Aussi, afin d'approcher l'objectif de suivre l'occupation et l'utilisation de sols de 1977 à 2008 entre les différents groupes prédéfinis A, B et C, on doit agréger les différentes classes observées en deux thèmes –"forêt" et "déboisé"- qui permettent de montrer le taux de déboisement de chacun des groupes.

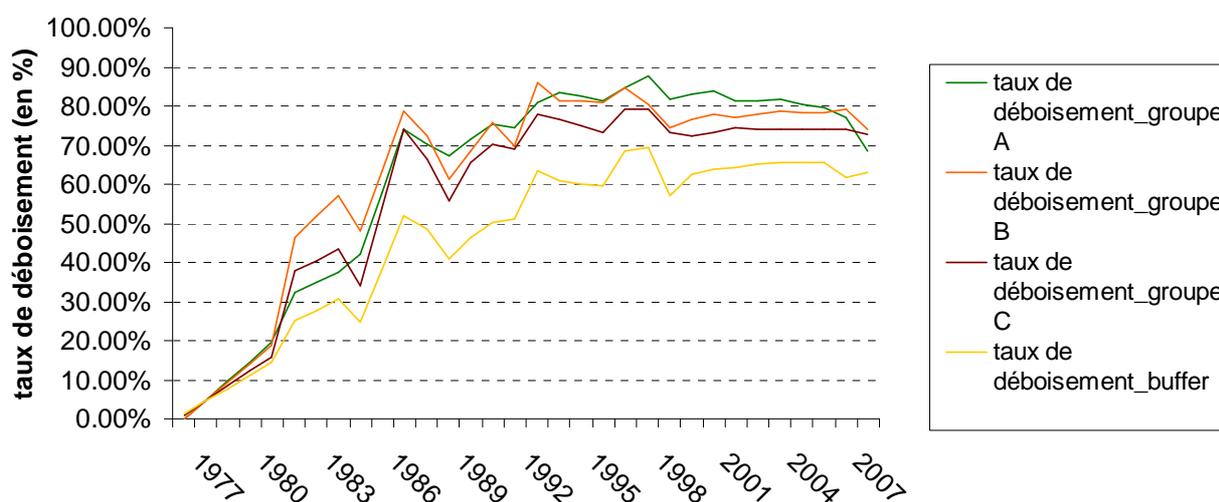


Figure 14 : graphique représentant l'évolution des taux de déboisement de 1977 à 2008 à Juina pour les groupes A, B et C et la zone buffer (10km)

L'évolution du taux de déboisement de 1977 à 2008 montre un profil exponentiel commun entre chacune des zones étudiées, avec deux périodes distinctes. On observe une accélération continue et brutale du déboisement sur l'ensemble des territoires de 1977 à 1993, puis une stabilisation du taux de déboisement à partir du milieu des années 1990. Depuis cette période, ce déboisement relatif à chaque zone s'échelonne respectivement de plus de 70% à plus de 80% pour les groupes C, B et A. On note que la sous pondération quantitative des zones déboisées dans le buffer de 10km autour du centre ville de Juina (ze exclue) par rapport aux groupes A, B et C est relativement normale au regard d'une diminution du taux de déboisement corrélée à l'éloignement du centre urbain.

A partir de 2005, on remarque un décroché des zones déboisées dans les lots A et B plus sensible que dans les autres zones étudiées. On peut expliquer l'augmentation de la couverture végétale plus forte pour le groupe A par l'impact positif du programme de développement durable. Certes, cette observation peut être contestée car de nombreuses variations -plus ou moins

communes aux différentes zones- apparaissent au cours de la première période -1977 à 1993- mais ce décroché intervient après une période de stabilisation du taux de déboisement assez longue. Cette stabilisation peut être expliquée par une meilleure qualité des images satellites et par extension, une meilleure discrimination des thèmes lors des classifications non supervisées. Ceci semble confirmé par les résultats plus hétérogènes obtenus avec les images CBERS dont la géométrie et la radiométrie sont de moins bonne qualité que celles de Landsat. L'incertitude quant à la qualité des résultats obtenus avec les données CBERS nous amène à privilégier ici les résultats obtenus avec les données Landsat.

### **3.2. Analyse de l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des sols de 2004 à 2008 sur les lots des groupes A, B et C à partir de classifications supervisées**

Ayant pour objectif de réaliser les classifications supervisées à partir d'images Landsat et CBERS, les thèmes retenus correspondant au plan de classification sont: la forêt, la forêt dégradée et capoiera, les sols nus et bâti et les pâturages, les cultures et SAF et l'eau. Cependant, à partir des données terrain, on observe quelques confusions entre les classes « cultures et SAF » et « forêt dégradée et capoiera » et « forêt ». Plusieurs itérations du processus de classification ont été réalisées en modifiant la forme des sites d'entraînement afin de mieux représenter chacun des thèmes et pour réduire la superposition des thèmes. Mais, il est difficile de modifier les échantillons de la classe « cultures et SAF » car elle n'est constituée que de régions limitées. La mesure quantitative des propriétés spectrales de ces classes montre des signatures spectrales très proches. Cette observation est compréhensible car au sein des cultures et notamment des SAF, on trouve des espèces telles que les cœurs de palmier (pupunha) ou le « mamao » aux propriétés paysagères (taille, LAI...) proches des espèces rencontrées dans les capoiera ou forêts dégradées. Par conséquent, on fait le choix de suivre l'évolution des taux de « forêt », « forêts dégradées et capoiera », les « pâturages, sols nus et bâti » et « eau » afin d'appréhender le comportement de chaque groupe A, B et C sur son environnement de 2004 à 2008.

Le tableau 3 montre les évolutions qualitatives des classes thématiques retenues à partir des classifications supervisées des images c-bers et Landsat entre 2004 et 2008. Dans un premier temps, on note des résultats parfois différents entre les images c-bers et Landsat en 2004 et 2008. Cette variabilité de taux d'occupation des sols entre les deux produits satellitaires n'excède pas 15% pour une même classe, comparable aux résultats des classifications non supervisées. En 2004 et 2008, les groupes A, B et C ont un taux de "pâturages, sols nus et bâti" comparables compris entre 70 et 90%. Cependant, les dynamiques d'occupation des sols sont différentes entre les zones étudiées. Sur la période de 2004 à 2008, les lots du groupe A connaissent un maintien des espaces de forêt et une croissance des capoieras au dépend d'une diminution des zones de pâturages. Alors que dans le même temps, sur les autres groupes B, C et la zone buffer, on observe la diminution des taux de forêt au profit d'une stabilisation des espaces de pâturage. On peut supposer alors que l'évolution croissante des taux de forêt, de forêts dégradées et de capoieras pour le groupe A démontre un impact positif du programme de développement durable.

<b>Groupe A</b>						
Images	Landsat			c-bers		
Années	2004	2008	Évolution (+/-en %)	2004	2008	Évolution (+/-en %)
Surfaces (en %)						
Forêt	6.19	6.10	-1.45	3.22	4.70	+46.09
Forêt dég., capoiera.	12.03	19.36	+60.95	10.69	14.08	+31.72
Pâturages, bâti,sol nu	81.60	74.45	-8.76	86.09	81.12	-5.78
Eau	0.18	0.09		0	0.11	
<b>Groupe B</b>						
Images	Landsat			c-bers		
Années	2004	2008	Évolution (+/-en%)	2004	2008	Évolution (+/-en%)
Forêt	4.30	3.23	-24.74	2.27	0.91	-59.73
Forêt dég., capoiera	15.78	23.08	+46.28	12.29	11.36	-7.60
Pâturages, bâti,sol nu	79.65	73.43	-7.81	85.88	87.68	+2.68
Eau	0.27	0.25		0.05	0.05	
<b>Groupe C</b>						
Images	Landsat			c-bers		
Années	2004	2008	Évolution (+/-en%)	2004	2008	Évolution (+/-en%)
Forêt	8.16	4.85	-40.57	5.02	2.47	-50.82
Forêt dég., capoiera.	17.04	23.36	+37.07	16.19	13.60	-15.98
Pâturages, bâti,sol nu	74.60	71.60	-4.02	78.79	83.77	+6.32
Eau	0.2	0.19		0	0.16	
<b>Buffer (ze exclue)</b>						
Images	Landsat			c-bers		
Années	2004	2008	Évolution (+/-en%)	2004	2008	Évolution (+/-en%)
Forêt	16.17	15.08	-6.73	15.71	12.16	-22.59
Forêt dég., capoiera.	19.58	25.89	+32.24	19.16	14.40	-24.86
Pâturages, bâti,sol nu	64.16	58.90	-8.21	65.10	73.41	+12.75
Eau	0.1	0.14		0.03	0.03	

Tableau 3 : Résultats des classifications de l'évolution de l'occupation des sols à Juina de 2004 à 2008

### 3.3. Etude comparative des données socio-économiques entre les groupes A et B

L'étude non exhaustive des données socio-économiques pour 23 agriculteurs du groupe B et 7 du groupe A montre des distinctions relatives entre les deux groupes même si on admet que les échantillons des groupes sont trop hétérogènes pour tirer des conclusions certaines.

Évolution depuis 2004	Groupe A			Groupe B		
	+	+/-	-	+	+/-	-
Rente	71.43%	28.57%	0.00%	52.17%	26.09%	21.74%
Relation à l'environnement	14.29%	71.43%	14.29%	34.78%	52.17%	13.04%
Organisation communautaire	28.57%	42.86%	28.57%	34.78%	13.04%	52.17%
Conditions de vie	85.71%	14.29%	0.00%	43.48%	30.43%	26.09%
Prestations de santé	28.57%	71.43%	0.00%	13.04%	43.48%	43.48%

Tableau 4 : données socio-économiques des groupes A et B

Le tableau 4 révèle un classement par degré d'informations socio-économiques appréhendées par chacun des propriétaires de lots. Il est élaboré à partir des questions 106 à 110 du questionnaire de DURAMAZ "questionario familia e moradia". On demande par exemple, à chaque personne si sa rente s'est améliorée (signe +), s'est stabilisée (signe +/-) ou s'est dégradée (signe -) durant ces quatre dernières années.

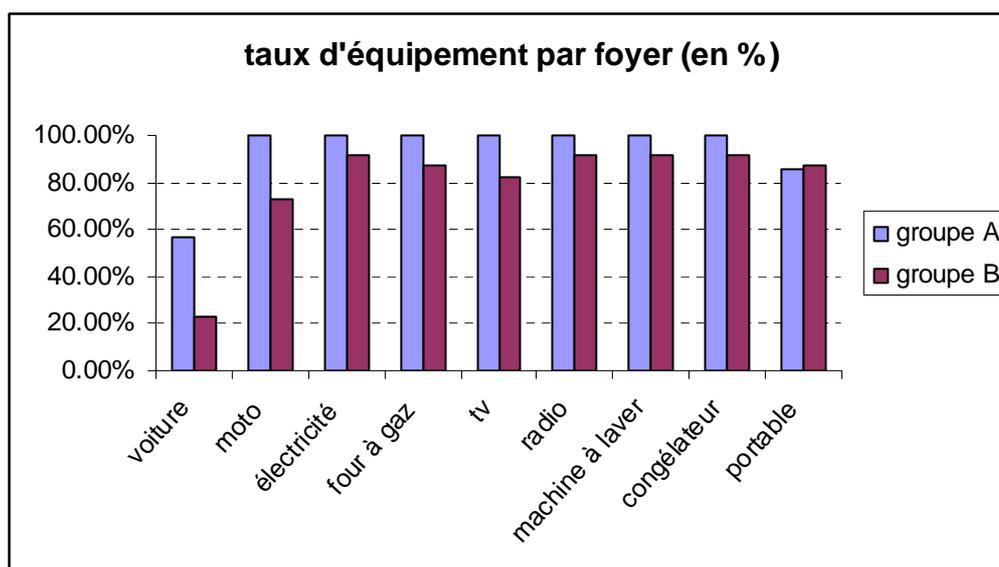


Figure 16 : Taux d'équipements par foyer des groupes A et B en 2008

On remarque une élévation commune aux deux groupes du niveau de vie par de meilleures conditions de vie et des rentes s'améliorant sur les quatre dernières années. Celles-ci sont respectivement de 3.21 et 2.27 salaires minimums par mois et par foyer pour le groupe A et le groupe B. Ainsi, le revenu majoritaire est constitué par l'élevage de bovidés pour les deux groupes puis viennent ensuite les cultures du café et de cœurs de palmiers (pupunha) spécifiques au groupe A. De plus, on peut souligner une meilleure sensibilité communautaire pour le groupe A qui pourrait être mise en relation avec la participation à un programme collectif. Enfin, à partir de la figure 16 – graphique construit à partir des questions 8-13 du "questionario familia e moradia" - on voit que les taux d'équipement par foyer en 2008 sont généralement plus importants pour les

populations interrogées participant à un programme de développement durable avec une différence notable pour les moyens de locomotion.

#### 4- Conclusion et perspectives

##### a) Forces :

L'AJOPAM est une structure visant le développement local et l'aide à l'agriculture familiale sur le territoire de Juina. L'association est porteuse du Proambiente à partir de 2004. Cette gestion s'inscrit dans la continuité d'une démarche de développement durable puisque ce programme fait suite au PDA, projet démonstratif du PPG7 –Programme pilote pour la protection des forêts tropicales du Brésil (MMA).

Ainsi, l'intégration du Proambiente par l'AJOPAM permet un renforcement du réseau des acteurs à différentes échelles.

Localement, en 2004, 300 familles participent au programme. Puis, l'association bénéficie des aides financières et des conseils des institutions publiques (ministères, secrétariat municipal...) afin de mieux orienter les pratiques culturelles et environnementales des petits producteurs. L'apport de ces aides techniques et financières est couplé par une accessibilité aux marchés plus importante. L'appui à l'organisation d'un marché hebdomadaire, la vente de produits labellisés tel que le miel aux supermarchés locaux et plus récemment l'industrialisation du conditionnement de légumes et fruits (cœurs de palmiers, carottes...) permettent d'offrir de nouveaux débouchés aux agriculteurs.



Figure 17 : Inauguration de l'usine de conditionnement de légumes et de fruits en Août 2008 à Juina

Le suivi des dynamiques d'occupation des sols montre des tendances environnementales positives avec l'augmentation de la couverture végétale pour les populations participant au Proambiente. Cette évolution se traduit notamment par la mise en place de système agro-forestier et le maintien des forêts.

De manière générale, les données des enquêtes biogéographiques -30 propriétaires de lots interrogés- montrent un développement socio-économique sensiblement supérieur pour les populations participant à un programme de développement durable sur le territoire de Juina. Doit-on conclure à un véritable impact positif du programme sur les populations ou ces observations étaient-elles valables avant sa mise en place ? Cette étude devra être complétée par l'examen détaillé de l'ensemble des questionnaires réalisés dans le cadre de DURAMAZ.

#### **b) Faiblesses :**

Les résultats des enquêtes biogéographiques et de télédétection sont encourageants mais doivent être nuancés.

En effet, le premier objectif est d'observer l'influence de la réalisation du programme Proambiente sur l'environnement et la biodiversité ; pour ce faire, on a décidé d'observer l'évolution de l'occupation et de l'utilisation des sols par images satellites Landsat et C-bers de 1977 à 2008. L'approche par classifications supervisées permet d'observer les dynamiques d'occupation des sols des différents groupes pour la période clé de cette étude de 2004 à 2008. A travers cette étude, on cherche à visualiser l'évolution des cultures et des SAF sur 3 groupes de lots. On a vu qu'il est difficilement possible de discriminer ces éléments géographiques. On peut expliquer ces résultats par deux raisons :

- La première est que certains sites d'entraînement choisis pour les classifications supervisées sur les images Landsat et C-bers à partir des données terrain exhaustives ne sont pas suffisamment grands pour constituer une bonne représentation statistique. De plus, on peut penser que leur nombre est trop faible pour prendre en considération les variations locales de la classe (par exemple l'âge, la santé des cultures, les méthodes agricoles, la teneur en humidité, etc.) et éviter les mixels.
- D'un autre côté, à l'échelle de la parcelle, l'utilisation des images satellitaires Landsat et C-bers, avec des résolutions spatiales respectivement de 30\*30m et de 20\*20m permet la discrimination d'entités géographiques de dimensions supérieures à 1000 m<sup>2</sup>. Or, quelques éléments culturels relevés sur les groupes A et B sont de taille inférieure au pixel. Alors, on peut penser que cette étude peut être approfondie grâce à l'utilisation d'autres produits satellitaires aux résolutions spatiales plus précises. Dans sa thèse, J.Oszwald (2005) montre que « la discrimination de la complexité paysagère est plus précise grâce à l'utilisation des données SPOT-HRV » par rapport aux données Landsat.

Toutefois, l'évolution de la couverture végétale et des cultures diversifiées n'est pas conforme aux objectifs fixés par le programme de développement durable. L'Embrapa préconisait un taux de pâturages par lot de 20% environ, or, à partir des images satellites on observe que ce taux dépasse les 70% pour le groupe A. On peut expliquer cette différence par des raisons économiques. En effet, pour les populations interrogées, la définition du développement durable est de "soutenir" les familles par la rente et la production tirée des cultures. Or, les enquêtes montrent que la rente est beaucoup plus élevée pour les producteurs de bétail avec des débouchés plus importants (présence de frigorífico). Afin de pallier ce problème de débouchés pour l'agriculture familiale, la structure pilote du pôle à Juina, l'AJOPAM a créé en 2008 une usine de conditionnement de légumes et de cœurs de palmiers mais son impact est encore difficile à cerner.

Enfin, il existe aujourd'hui, des doutes sur le maintien des fonds financiers accordés au programme de la part du gouvernement et le maintien des personnels techniques à l'AJOPAM chargés de la mise en œuvre du Proambiente.

## Bibliographie:

- ARNAUD DE SARTRE X., 2003 : *Territorialités contradictoires des jeunes ruraux amazoniens : mobilités paysannes ou sédentarités professionnelles ?* Thèse de Doctorat en Etudes Rurales de l'Université de Toulouse le Mirail et de l'Université Fédérale du Pará à Belém, Brésil, 544p.
- ARNAUD DE SARTRE X., 2006. *Fronts pionniers d'Amazonie. Les dynamiques paysannes au Brésil*. Paris : CNRS Éditions, Collection Espaces et milieux, 223 p.
- BARIOU R., DOS PASSOS M. M., CLAIRAY M., 1996 : "Aspects de la colonisation agricole dans le Mato Grosso (Brésil)", in *Photo Interprétation*, édition ESKA, Paris, Volume 34, pp.105-107.
- CLAIRAY M., 2003 : *Etude par télédétection des structures spatiales du front pionniers dans le nord du Mato Grosso*. Thèse de Doctorat de Géographie de l'Université Rennes 2, 320p.
- CLAIRAY M., DUBREUIL V., 2002 : "Etude de l'évolution diachronique de la Gleba Celeste (Mato Grosso) à partir d'images Landsat", in *Espaço & Geografia : geoprocessamento*, Universidade de Brasilia, Vol.5, n°1, pp.119-138
- COMBEAU A., 1982 : Etude comparée des résultats obtenus à la même date pour une simulation SPOT et par le satellite Landsat. In *Le système SPOT d'observation de la terre, SFPT*, 151-168.
- CORGNE S., 2004 : *Modélisation prédictive de l'occupation des sols en contexte agricole intensif: Application à la couverture hivernale des sols en Bretagne*, Thèse de doctorat de géographie de l'Université de Rennes 2, Rennes, 226p.
- COY M., 1996 : "Différenciation et transformation de l'espace au Nord du Mato Grosso. Contribution à un modèle dynamique des fronts pionniers en Amazonie brésilienne", in ALBALADEJO C. et TULET J. C. (dir), 1996 : *Les fronts pionniers en Amazonie brésilienne, la formation de nouveaux territoires*, L'Harmattan, coll. Recherche et Documents Amériques latines, Paris, pp.103-127.
- DELAHAYE F., 2009 : Analyse d'un programme de développement durable à Juina en Amazonie Matogrossense, par le suivi des dynamiques d'occupation des sols par télédétection (images Landsat et C-bers) et par enquêtes biogéographiques, Mémoire de Master II, Université de Haute Bretagne ; 48 p.
- DROULERS M., 2004 : *L'Amazonie, vers un développement durable*. A.Colin, coll.U, Paris, 219p.
- DUBREUIL V. (dir.), 2002 : *Environnement et télédétection au Brésil* ; Presses Universitaires de Rennes, Rennes, 200p.
- DUBREUIL V., 2005 : *Climats et pionniers du Mato Grosso : apports des données satellitaires et de la modélisation pour le suivi des interactions nature/société dans une région de front pionnier de l'Amazonie brésilienne*, Dossier pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Rennes 2, Rennes, 225p.
- DURIEUX L., 2002 : *Etude des relations entre les caractéristiques géographiques de la surface et les nuages convectifs dans la région de l'arc de déforestation en Amazonie* ; Thèse de Doctorat de l'Université d'Aix-Marseille I ; 279p
- FEARNSIDE P. M., 2002 : "Avança Brasil: environmental and social consequences of Brazil's planned infrastructure in Amazonia", in *Environmental Management*, vol.30, n°6, pp.735-747.
- FEARNSIDE P. M. et LAURANCE W., 2002 : "O futuro da Amazônia : os impactos do Programa Avança Brasil", in *Ciência hoje*, seção Opinião, n°182, pp.61-65.
- GIRARD M.C. et GIRARD C.M., 1999 : *Traitement des données de télédétection*. Dunod, Paris, 529 pages.
- LENA P., 1992 : "Trajectoires sociales, mobilité spatiale et accumulation paysanne en Amazonie brésilienne : un exemple en Rondônia", in *Cahiers de Sciences Humaines*, vol.28, n°2, ORSTOM; Paris; pp.209-234.
- LE TOURNEAU F.M., 2004 : Jusqu'au bout de la forêt ? Causes et mécanismes de la déforestation en Amazonie brésilienne, Mappemonde, vol. 75, n°2004-3 12p.
- MELLO N. A. de, NEDELEC V., DUBREUIL V., MAGRI C. F., MENDEZ P. del V., 2005 : "Soja ou floresta? Ou, como o projeto de asfaltamento da BR163 pode promover real (re-) ordenamento do território?", in *lettre INTERGEO*, PRODIG, Paris.
- MENDEZ P. del V., NEDELEC V., DUBREUIL V., MAGRI C. F., DE MELLO N. A., 2004 : *Impact socio-économique et environnemental des nouveaux aménagements sur l'axe amazonien Cuiabá (MT) – Santarém (PA) : Quelles perspectives pour le secteur agricole ?*, CIRAD, Montpellier.
- NEDELEC V., 2005 : Modélisation de la colonisation agricole et de la déforestation dans le nord du Mato Grosso : Approche multiscalaire par télédétection ; Thèse de doctorat en cotutelle de Géographie, Université de Rennes 2 et de Développement Durable, Université de Brasilia ; 294 p
- OSZWALD J., 2005 : Dynamique des formations agroforestières en Côte d'Ivoire (des années 1980 aux années 2000) ; Suivi par télédétection et développement d'une approche cartographique ; Thèse de doctorat de Géographie, Université des Sciences et Technologies de Lille; 304p
- ROBIN M., 1995 : *La télédétection : des satellites aux systèmes d'information géographiques*. Nathan, 318 pages.
- THERY H. et MELLO N. A. de, 2004 : *Atlas du Brésil*, Reclus/CNRS/Libergéo/l'ocumentation Française, Montpellier/Paris, 302p.
- THERY H., 2005 : "Situações da Amazônia no Brasil e no continente", in *Estudos avançados*, vol.19, no.53, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo
- TOWNSHEED J.R.G., JUSTICE C.O., GURNEY C. et McMANUS J., 1992 : 'The Impact of Misregistration on Change Detection'. In *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* (30-5), 1054-1060.