

Université Sorbonne Nouvelle – PARIS3

ED 122 – Europe Latine, Amérique Latine
CREDA - UMR 7227

Thèse de doctorat en Géographie
et Aménagement Urbain

Moisés C. MOURÃO DE OLIVEIRA Jr.

**Modélisation spatiale de territorialités dans
l'État du Pará:
Entre l'Amazonie des fleuves et des routes**

«Résumé Substantiel»

Thèse dirigée par
Hervé THÉRY
(CNRS-Paris 3)

Soutenue le 15 novembre 2017

Jury:

Mme. Martine DROULERS, DR émérite, CNRS-Paris3, membre
M. Vincent DUBREUIL, Professeur, Université Rennes 2, président
Mme. Anne-Elisabeth LAQUES, DR, IRD, membre
M. François LAURENT, Professeur, Le Mans Université, rapporteur
Rene POCCARD-CHAPUIS, CR, CIRAD, co-directeur
Gilberto ROCHA, Professeur, NUMA/UFPA, rapporteur
Hervé THÉRY, DR émérite, CNRS-Paris3, directeur

Résumé

Modélisation spatiale de territorialités dans l'État du Pará: entre l'Amazonie des fleuves et des routes

En considérant le caractère multidimensionnel inhérent au concept de territorialité et, en conséquence, de celui de territoire, on a entrepris différentes analyses avec l'objectif de modéliser ses processus. On a opté pour une structure de thèse fondée sur des sommets composés de différents axes. Au sommet «classification» ont été menées des études s'appuyant sur des données relatives aux 25 dernières années des chaînes de valeur dans l'État du Pará, en cherchant à inférer les dimensions horizontale et verticale de clusters géographiques, ainsi que les arrangements de cooccurrence de ces groupements et de leurs configurations. Le sommet «expression et propriétés» a cherché à qualifier des informations sur la déforestation et la dynamique d'usage et couverture du sol, ayant en vue les plans de développement régional. Tandis que le sommet «vulnérabilité» a pris comme vérificateur les brûlis, en tâchant d'établir son expression territoriale et les trajectoires latentes de ce marqueur de paysage, entre-temps on a proposé un protocole analytique. Les six axes de tous les sommets constituent des articles indépendants, mais étroitement articulés. Dans tous les cas, on a adopté comme référence des bases de données gratuites et universellement accessibles. Grosso modo, on a conclu que l'utilisation des chaînes de valeur, à condition de considérer sa diachronie, a été efficace pour inférer les processus de territorialité, même si en ce moment on peut parler de "domaines" ou de "liens" territoriaux. Des configurations d'arrangements de chaînes de valeur (frontière forestière, post-front pionnier, várzeas, co-arrangements et chaînes isolées) ont montré que la théorie des fronts pionniers, diffusée par Pierre Monbeig, était toujours appropriée pour expliquer les processus de territorialisation dans la région. La modélisation graphique par l'intermédiaire de chorèmes s'est montrée un outil utile pour des études de cette nature. L'application de la classification et son perfectionnement sous la forme de typifications et de typologies, à partir de différents ensembles d'attributs dans leurs diverses articulations en échelle a été efficace pour l'émergence de propriétés passibles d'être appliquées dans des études d'aménagement territoriale et de développement régional. Dans le cas de l'État du Pará, les marqueurs territoriaux post-déforestation sont la végétation secondaire et les pâturages, dans ses formes les plus contrastantes de qualification: pâturage propre et pâturage à récupérer. Vue l'expression territoriale de vulnérabilité aux brûlis, on dispose d'une nouvelle approche pour des études en Écologie des paysages, ainsi que pour la définition de patterns d'usage et de couverture du sol associés à d'autres métriques dans différentes conditions de développement régional, comme ça a été le cas des frontières évaluées. L'application de la modélisation aux études de Géographie régionale a démontré le potentiel de cette approche pour l'ouverture de nouveaux fronts de travail.

Mots-clés: territoire, cluster géographique, usage/couvert du sol, brûli, développement régional

Abstract

Spatial modeling of territorialities in Pará state: between the Amazon of rivers and roads

Considering the multidimensionality inherent to the concept of territoriality and, consequently, of the territory, different analyzes were conducted aiming to modeling their processes. Was chosed a thesis structure based in vertices composed by different axes. In the vertex «classification» was condused studies based on the last 25 year data of value chains in the Pará state, seeking to infer about the horizontal and vertical dimension of geographical clusters, as well the co-occurrence of arregements of these groups and their configuration. The vertex «expression and properties» sought to qualify informations of deforestation and land use land cover dynamics targeting plans of regional development. While the vertex «vulnerability» took as indicator the burning, searching establish the territorial expression and latents trajectories to this landscape marker, that way a analitical protocol was proposed. The six axes of all vertices have constituted by independent articles, but with high concatenation. In all the cases was taked as reference free and universally access data bases. In general, its concluded that the use of value chains, since considered their diachrony, was efficient in the inference of territoriality processus, even in the moment we can talk about territorials 'domaines' or 'linkages'. Configurations of value chains (forest frontier, post-pionner front, «várzeas», co-arrangements and isolated chains) indicate that the pioneer front theory, released by Pierre Monbeig, as still adequated to explain the territorialization process in the region. The graphical modeling by means of «chorémes» demonstrated to be a useful tool in studies of this nature. The application of classifications and their refinement was efficient to the emergence of properties tha can be applied in studies of territorial planning and regional development. In the case of Pará state the territorial markers, post-deforestation are the secondary vegetation and pasture, in the most contrasting form of qualification: clean pasture and demanding recovery pasture. Given the territorial expression of vulnerability to burning zones, we have a new approach to landscape ecology studies, as well to the definition of patterns of land use/cover associated to other metrics and different conditions of regional development, as was the case of the frontiers evaluated. The application of modeling in the regional Geography demonstrated the possibility of new front of action in this approach.

Key-words: territory, geographical cluster, land use/cover, burning, regional development

Resumo

Modelização espacial de territorialidades no estado do Pará: entre a Amazônia dos rios e das estradas

Considerando a multidimensionalidade inerente ao conceito de territorialidade e, conseqüentemente, do território foram conduzidas diferentes análises objetivando modelizar seus processos. Optou-se por uma estrutura de tese baseada em vértices compostos por diferentes eixos. No vértice «classificação» foram conduzidos estudos tendo como base os últimos 25 anos de dados das cadeias de valor no estado do Pará, buscando-se inferir sobre as dimensões horizontal e vertical de agrupamentos geográficos, bem como os arranjos de co-ocorrência desses agrupamentos e suas configurações. O vértice «expressão e propriedades» buscou qualificar informações de desflorestamento e de dinâmica do uso e cobertura da terra visando planos de desenvolvimento regional. Já o vértice «vulnerabilidade» tomou como aferidor as queimadas, buscando estabelecer sua expressão territorial e trajetórias latentes a esse marcador de paisagem, nesse ínterim um protocolo analítico foi proposto. Os seis eixos de todos os vértices constituem-se de artigos independentes, mas com elevada concatenação entre si. Em todos os casos tomou-se como referência bases de dados gratuitas e acessíveis universalmente. Grosso modo, conclui-se que o uso de cadeias de valor, desde que considerada sua diacronia, foi eficiente na inferência dos processos de territorialidade, mesmo que no momento possamos falar de 'domínios' ou 'vínculos' territoriais. Configurações de arranjos de cadeias de valor (fronteira florestal, pós-fronte pioneira, várzeas, co-arranjos e cadeias isoladas) indicaram que a teoria das frentes pioneiras, difundida por Pierre Monbeig, como ainda adequada para explicar os processos de territorialização na região. A modelização gráfica por meio de coremas demonstrou ser uma ferramenta útil em estudos dessa natureza. A aplicação de classificação e seu refinamento sob a forma de tipificações e tipologias, a partir de diferentes conjuntos de atributos nas diversas articulações escalares foi eficiente para a emergência de propriedades que podem ser aplicadas em estudos de ordenamento territorial e desenvolvimento regional. No caso do Pará, os marcadores territoriais pós-desflorestamento são a vegetação secundária e as pastagens, em suas formas mais contrastantes de qualificação: pasto limpo e pasto a recuperar. Dada a expressão territorial de vulnerabilidade a queimadas, tem-se uma nova abordagem para estudos em ecologia de paisagens, bem como para definição de padrões de usos e coberturas da terra associados e outras métricas em diferentes condições de desenvolvimento regional, como foi o caso das fronteiras avaliadas. A aplicação de modelização em estudos de Geografia regional demonstrou a possibilidade de novas frentes de atuação dessa abordagem.

Palavras-chave: território, cluster geográfico, uso e cobertura da terra, queimadas, desenvolvimento regional

Présentation

Classer est un acte inhérent à l'être humain. Certains classent à partir de l'idée que (i) tous se ressemblent à quelques différences près ou que (ii) tous sont très différents et partagent quelques ressemblances. J'appartiens au premier groupe - ce qui plaide pour un certain optimisme humaniste. Le noyau de cette thèse est la classification. Toutes les initiatives d'évaluation du territoire, d'usage et de couverture des sols, sa dynamique, sa vulnérabilité avaient pour intention un classement qui permette de simplifier les phénomènes d'évaluation — je crois que cette intention a été accomplie dans la plupart des cas. Une autre pondération touche à la temporalité. Même en s'agissant d'une étude géographique, c'est-à-dire, de nature spatiale, la temporalité a été un critère unificateur dans toutes les études effectuées, soit comme condition nécessaire pour la compréhension des processus de territorialisation, soit pour l'établissement de périodisations, de dynamiques ou de trajectoires.

En considérant le fort contenu géométrique que possède caractère multidimensionnel des territorialités (et, en conséquence, des territoires), on a fait l'option d'une expression en langage géométrique pour la structure de la thèse, lui donnant la forme d'un polyèdre. Ainsi, on a organisé trois grands sommets, comprenant six axes (ou arêtes), qui se trouvent résumés dans la Figure 1.

Le **sommet [I] «Classification du territoire»** englobe dans l'axe Chaînes de valeur et territorialités le chapitre **[I.a] *Systèmes productifs agropastoraux, "extractivisme" et territorialités dans l'État du Pará: une analyse du dernier quart de siècle*** — où est présentée une étude spatiale de toutes les chaînes de valeur (agropastorales et "extractivistes") d'importance régionale et nationale, au niveau municipal, comprises dans la période 1990-2014. Une périodisation a été proposée, constituant la base pour l'établissement de patterns de contribution significative (PCS) pour chaque municipalité. Ces patterns ont indiqué la stabilité et l'expansion de ces

chaînes de valeur. Un ordonnancement a été mis en place, en tenant compte des vérificateurs d'horizontalité et de verticalité des territorialités des chaînes, prises à partir de clusters géographiques. Une proposition de structure orbitale, au niveau méso-régional a été suggérée. Dans l'axe Géographie des paysages agronomiques, le chapitre **[I.b] Arrangements des chaînes productives dans l'État du Pará: notes pour une géographie du paysage agronomique** — en tenant compte des PCS de la première étude, ont été établis des arrangements d'affinité spatiale entre chaînes, considérant un comportement de stabilité ou d'expansion. Ces arrangements ont indiqué une configuration qui s'est montré adhérente à la théorie des fronts pionniers. Afin d'établir le comportement des composantes des arrangements on a utilisé une approche par chorèmes de modélisation graphique. Pour vérifier l'adéquation des chaînes aux arrangements, ont été proposés des vérificateurs d'adhérence, de centralité et d'entropie de la structure orbitale.

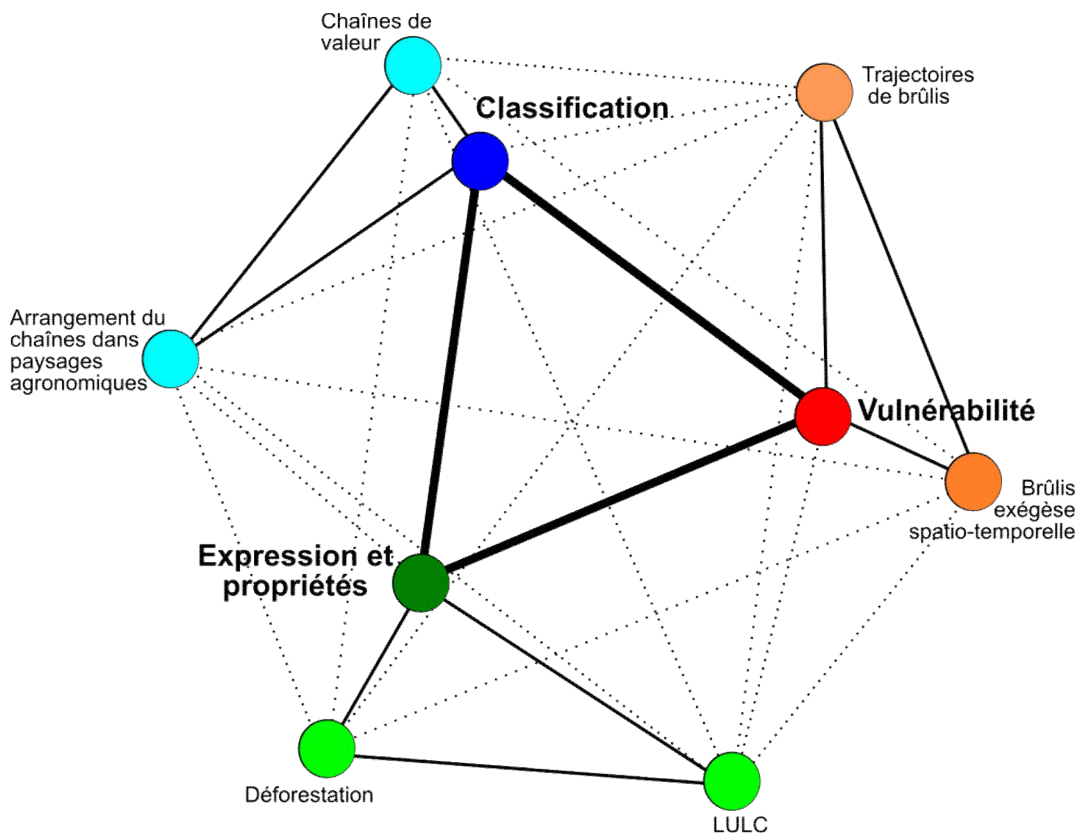


Figure 1 Structure conceptuelle de thèse

Alors que le **sommet [II] «Expression des territorialités et ses propriétés»** comprend dans l'axe Déforestation le chapitre **[II.a] *Quo vadis, capoeira? Ou des typologies de déforestation dans l'État du Pará (2000-2014)*** — en utilisant des seuils de déforestation accumulés et de rythme de déforestation ont été proposés une typification au niveau municipal et une typologie au niveau méso-régional. On a cherché à donner une expression territoriale à la déforestation, dans une échelle administrative, la qualifiant et hiérarchisant, en vue de l'aménagement du territoire et de la mise en place de politiques d'action prioritaires; tandis que l'axe Indicateurs-synthèse de l'usage et couverture du sol englobe le chapitre **[II.b] *Marqueurs de la dynamique d'usage et couverture du sol dans l'État du Pará: la catégorie pâturage au long de la dernière décennie, d'après le TERRACLASS*** — étude comprenant l'évaluation du pouvoir discriminant entre catégories et classes de couverture et d'usage des sols (série historique: 2004, 2008, 2010, 2012 et 2014) de la base TerraClass. Une étude dérivée relative à la dynamique de la catégorie pâturages et sa qualification dans l'intervalle a été conduite, ainsi qu'une évaluation des patterns associés à la spécialisation de la municipalité pour l'élevage bovin. Une orientation relative à la priorisation des aires de recomposition et de réincorporation est proposée.

Au **sommet [III] «Vulnérabilité du territoire»**, qui réunit l'axe 'Protocole d'analyse spatio-temporelle des brûlis', dans lequel le chapitre **[III.a] *Régime des foyers de chaleur et leur expression territoriale dans le polygone du palmier à huile dans l'État du Pará (2000-2014): une exégèse spatio-temporelle*** — présente la synthèse d'une proposition d'approche analytique, basée sur les données de foyers de chaleur fournies par le Programa de Monitoramento de Queimadas-INPE, qui cherche à développer une expression territoriale des brûlis, ainsi qu'à fournir des éléments permettant d'orienter l'évaluation des effets spatio-temporels des cas de brûlis. Le découpage spatial sélectionné a été le polygone du palmier à huile, constitué par cinq municipalités (Acará, Concórdia, Moju, Tailândia et Tomé-açu) compris dans

l'intervalle de temps 2000-2014. À partir des cycles de brûlis ont été proposées deux approches: par contrastes et trajectoires. À partir des trajectoires une association avec les usages et couvertures des sols est proposée. Tandis que l'axe Trajectoires de brûlis aux frontières, comprenant le chapitre **[III.b] Trajectoires des brûlis aux frontières agropastorales en consolidation: Paragominas et son pourtour** — a adopté le protocole analytique proposé dans le chapitre [III.a], ont été analysés les *patterns* d'occurrence de foyers de chaleur et expression territoriale des brûlis dans neuf municipalités de l'État du Pará (*Dom Eliseu, Goianésia do Pará, Ipixuna do Pará, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Rondon do Pará, Ulianópolis*) et de l'État du Maranhão (*Centro Novo do Maranhão, Itinga do Maranhão*) représentant le pourtour de la municipalité de Paragominas, considérée comme un exemple de la déforestation et de l'usage du feu dans les années 1990 et actuellement exemple de la recherche d'activités de développement durable. Des contrastes entre les frontières: forestière et en consolidation ont été effectuées.

D'une manière générale, dans tous les chapitres ont été proposées des typifications ou des typologies à partir de différents attributs basés sur l'expression production/exploitation de chaînes de valeur, couverture des sols, usage des sols et leur qualification, brûlis. L'objectif de ce procédé a été d'établir une classification synthétique passible d'application dans des études d'aménagement et de développement régional. Ce travail m'a motivé à poursuivre mes études et à essayer d'orienter ma carrière vers la Géographie Régionale, ligne de recherche qui, actuellement, passe par un moment de nouvelles formulations, ou de ce que Georges BENKO a appelé de «science régionale». Je crois avoir compris un peu mieux le sens de la maxime de Tolstoï: «si tu veux parler de l'universel, parle de ton village». J'espère de cette lecture vous soit agréable.

Sommet [I] «Classification du territoire»

Axe Chaînes de valeur et territorialités

[I.a] **Systèmes productifs agropastoraux, "extractivisme" et territorialités dans l'État du Pará: une analyse du dernier quart de siècle (pg. 12-140)**

On a recherché une représentation de la territorialité à partir d'un principe de cohésion du territoire et de ses connections endogènes (Camagni, 2014 ; Stimson, 2014). De cette manière, on a choisi une approche par *clusters* géographiques (Boschma et Kloosterman, 2002 ; Boschma et Kloosterman, 2005 ; Rogerson et Yamada, 2009). , qui, tout en étant une catégorie analytique utilisée en pour des études économiques, a été considérée appropriée pour inférer la mise en place de processus de territorialité (Torre, 2014). La contiguïté étant, la proximité de ces réalisations de territorialisation, un vérificateur du probable établissement des territoires (Stimson, 2014).

L'intention d'évaluer les territorialités, s'est inspirée dans la proposition de Maskell (2001) (en modifiant les vérificateurs en vue d'une meilleure adéquation à ce cas-ci en particulier) pour le traitement des clusters géographiques par l'intermédiaire d'une approche knowledge-based, dont les principes sont les suivants: (i) **existence** d'un cluster géographique - qu'on a considéré existant, dans cette étude, par les réalisations en échelle municipale de production ou d'exploitation des différentes chaînes de valeur, prises comme possédant une importance régionale et nationale; (ii) **dimension horizontale** du cluster géographique - prise à partir de la réalisation d'occurrence de production ou d'exploitation d'une chaîne de valeur déterminée (ou d'arrangements de chaînes de valeur) dans un ensemble de municipalités; (iii) **dimension verticale** du cluster géographique - prise à partir de la réalisation de la quantité ou expression de la production ou exploitation d'une chaîne de valeur déterminée (ou arrangements de chaînes de valeur) dans un ensemble de

municipalités (iv) **croissance** du cluster géographique - dont la mesure a pris pour base la dynamique temporelle de l'expression de la production ou l'exploitation d'une chaîne de valeur déterminée, à partir du comportement des patterns de contribution significatifs observés, notamment l'expansion des chaînes de valeur; (v) **limites** du cluster géographique - considéré fonction de la contiguïté ou proximité des municipalités constitutives d'une chaîne de valeur déterminée (ou arrangement de chaînes de valeur).

De cette manière, ce chapitre a eu pour objectif d'inférer sur la (les) territorialité (s), à partir de chaînes de valeur au long d'une série historique dans des municipalités de l'État du Pará, et sur l'existence de territoires ou entités similaires, en considérant des périodisations de leur temporalité, avec l'utilisation de techniques analytiques variées pour leur évaluation.

À partir d'une série de données composées de 57 chaînes de valeur, à l'échelle municipale, couvrant les années 1990-2014 (IBGE, 2016) on a mis en place une évaluation d'ampleur nationale et régionale, en sélectionnant 24 chaînes de valeur, à savoir: (i) cultures temporaires (06 chaînes): **ananas**, *Ananas comosus* (ABX); **riz**, *Oryza sativa* (ARZ); **haricot caupi**, *Vigna unguiculata* (FEJ); **manioc**, *Manihot esculenta* (MAN); **pastèque**, *Citrullus lanatus* (MEL); **maïs**, *Zea mays* (MIL); **soja**, *Glycine max* (SOJ); (ii) cultures permanentes (07 chaînes): **banane**, *Musa sp* (BAN); **cacao**, *Theobroma cacao* (CAU); **coco**, *Cocos nucifera* (COC); **palmier à huile**, *Eleais guineensis* (DEN); **fruit de la Passion**, *Passiflora sp* (MCJ); **poivre-noir**, *Piper nigrum* (PIM); **urucum**, *Bixa orellana* (URU); (iii) "extractivisme" (06 chaînes): **açaí**, *Euterpe oleracea* (AÇA); **coeur du palmier**, *Euterpe oleraceae* (PLM); **noix du Pará**, *Bertholetia excelsa* (CAS); **charbon de bois** (CVG); **bois de chauffage** (LEN); **bois** (MAD); (iv) élevage animal (04 chaînes): **bovin** (BOV); **lait** (LEI); **buffles** (BUB); **gallinacés** (GAL*).

Une évaluation annuelle de chaque chaîne de valeur, en considérant le pourcentage maximum de production municipale (*dominance*), le nombre total de municipalités qui exercent ou exploitent une chaîne déterminée (*représentativité*) et le nombre de municipalités signalés dans les rangs percentiles 25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% et 80% ont été enregistrés (*contribution significative*). On a adopté le seuil maximum de 80% comme expression de la contribution significative. Ces vérificateurs ont été résumés dans chaque phase mise en évidence. L'occurrence de municipalités dans ces phases a permis d'établir des *patterns* de contribution significatifs (PCS), figurant dans l'expression de la production des municipalités qui répondaient à environ 80% (rang centile, *rank*, $P_{(80\%)}$) de la production totale de l'État du Pará d'une chaîne donnée, ont présenté cinq *patterns*, à savoir: $w_{(2)}$ – **PCS "récent"**: contribution significative seulement dans les phases les plus récentes; $w_{(3)}$ – **PCS "sporadique"**: contribution significative dans quelques unes des phases, mais sans aucune orientation ou continuité; $w_{(4)}$ – **PCS "antérieur"**: contribution significative seulement dans les phases initiales; **NS** – non significatif: sans contribution significative. Le diagramme de Venn a été utilisé pour représenter le nombre de municipalités entre les phases et dans les PCS. Une synthèse de l'"expression horizontale" des chaînes considérant le niveau méso-régional, ou même micro-régional, a été obtenu par l'application d'une structure orbitale: pôle (POL) » sous-pôle (SUB) » satellite (SAT). Dans la définition de la structure orbitale ont été adoptés les seuils suivants: POL) ≥ 20% de la production; 20% > (SUB) ≥ 10%; 10% > (SAT) ≥ 2%, dans le cas de valeurs inférieures à 2%, on a considéré que l'expression de la chaîne dans l'unité n'a pas été expressive.

Comme exemple des paramètres caractéristiques des chaînes, on présente le cas de la chaîne de valeur **banane** (BAN), dans lequel sont présentés les résultats de l'expression horizontale - représentativité et dominance au long de la série (Figure 2.a),

ainsi que le nombre de municipalités avec contribution significative (Figure 2.b) au long de la série.

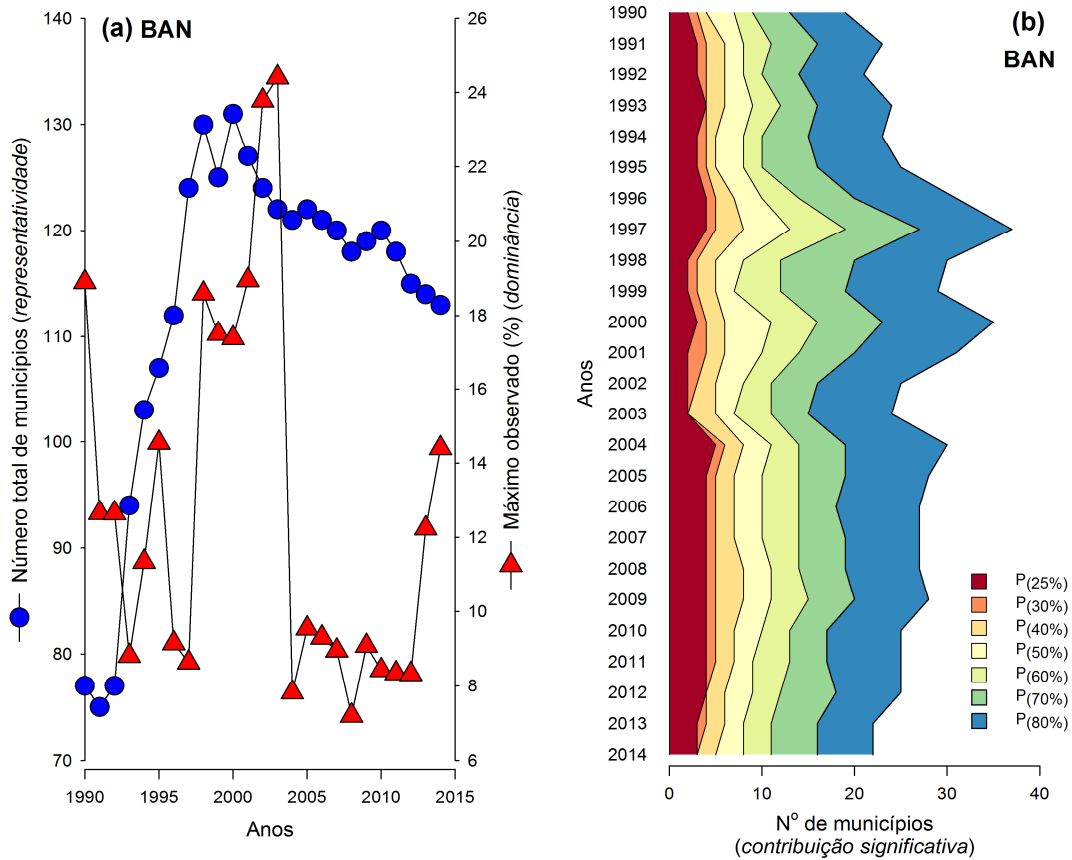


Figure 2 Exemple de chaîne de valeur: **banane** (BAN) {1990-2014} - (a) nombre total de municipalités (*representatividade*) et valeur maximale de production municipale (*dominância*); (b) nombre de municipalités dans les percentiles (25%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%)

Le classement de chaque municipalité en relation avec la présence dans les phases mises en évidence est représenté par le diagramme de Venn (Figure 3.b), ainsi que l'obtention de la classification de ces municipalités dans les PCS, comme montré sur la Figure 3.a.

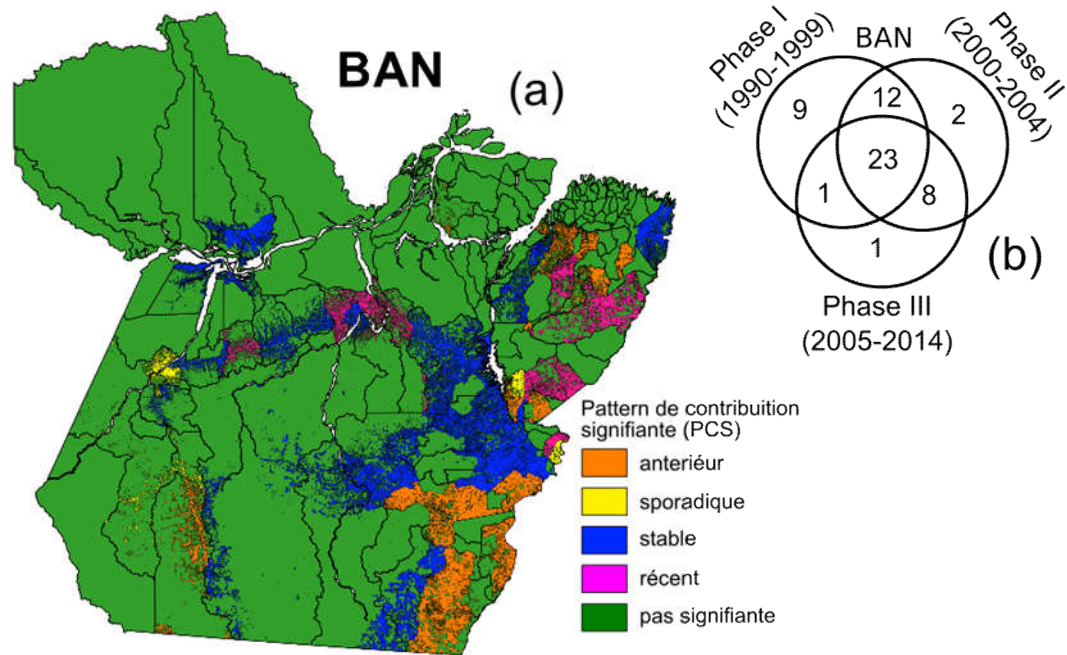


Figure 3 (a) Cartogramme des patterns de contribution significative (PCS) et (b) nombre de municipalités dans les phases mises en évidence disposées dans un diagramme de Venn

En adoptant les PCS, il a été possible d'établir le degré de stabilité et d'expansion des chaînes, à partir de leur production en 2014. En ayant pour base ces résultats on a pu classer les chaînes, dont les critères choisis ont indiqué une structure d'affinités entre les chaînes où, hiérarchiquement, la première division considère leur degré d'ubiquité, en l'orientant en deux segments: de plus petite et de plus grande ubiquité. Secondairement, la segmentation a lieu en fonction de la prédominance ou non du PCS "stable", suivi de la prédominance ou non du PCS "récent". Un résumé de cette classification est montré dans la Figure 4.

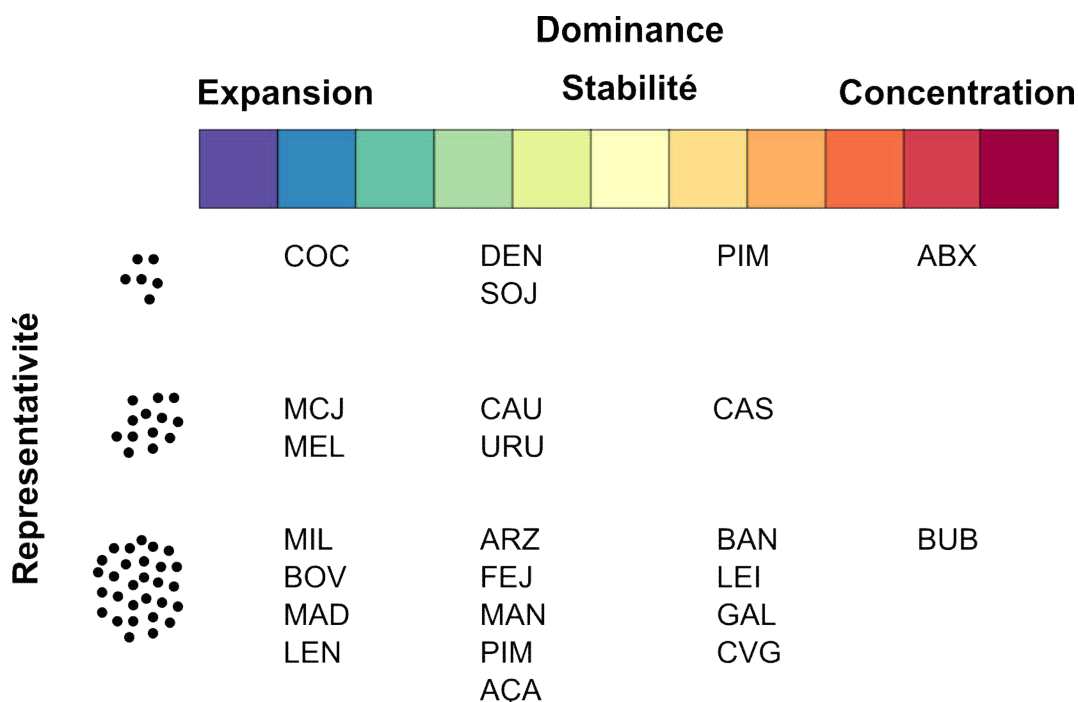


Figure 4 Synthèse de l'expression "horizontale" — disposition des chaînes de valeur en fonction de classes de degré de dominance et de représentativité

En ce qui concerne la place actuelle des chaînes, toutes les chaînes "extractivistes" ont vu leur importance diminuer, même si, des chaînes comme PLM, AÇA, MAD possèdent une forte importance nationale. De manière générale, le segment production animale s'est montré stable, conservant un degré d'importance régionale en GAL, LEI et national en BOV et, spécialement, BUB. Dans le segment cultures temporaires, les chaînes MIL, FEJ, ARZ ont eu leur importance diminuée, alors que SOJ s'est montrée en légère augmentation. Tandis que les chaînes ABX et MAN, les deux possédant une plus grande importance nationale, se sont maintenues stables. D'autre part, dans le segment cultures permanentes, on a observé une réduction de l'importance des chaînes MCJ et BAN, alors que les chaînes COC, DEN et PLM, de plus grande importance nationale, se sont montrés stables. En position intermédiaire d'importance nationale, les chaînes CAU et URU ont exhibé une orientation opposée, la première en augmentant et la seconde en diminuant d'importance (Figure 5).

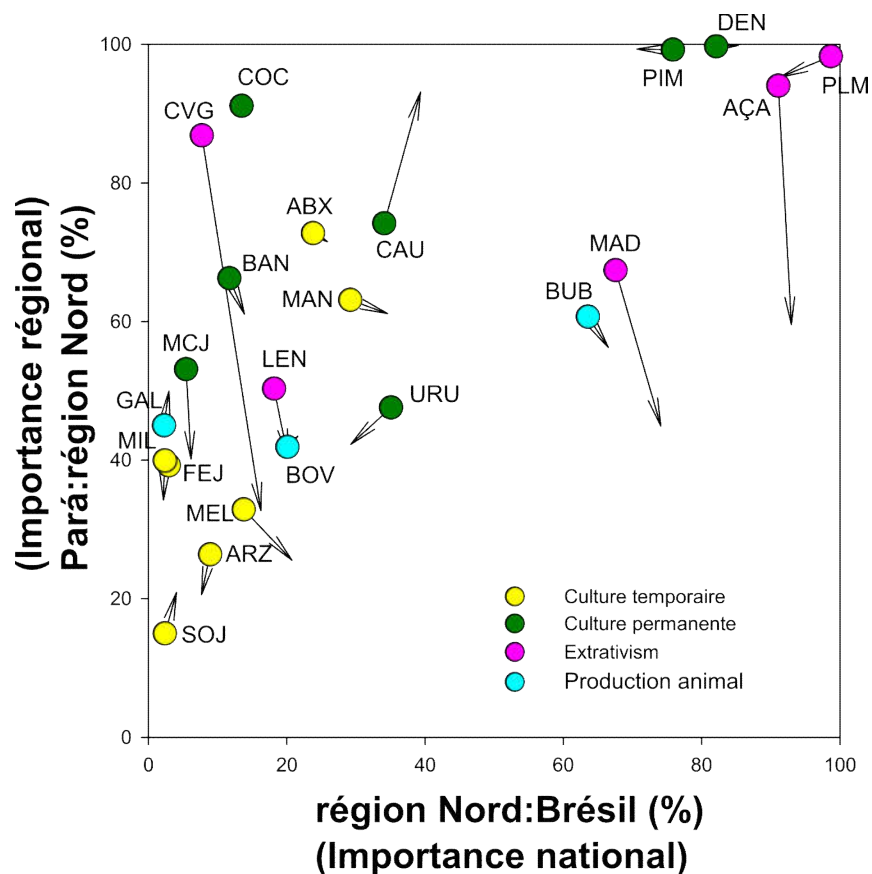


Figure 5 Dynamique de l'importance nationale et régionale des chaînes plus récentes (2010-2014)

En s'agissant d'un processus, la territorialité implique l'inclusion de la temporalité (dimension temporelle) pour son évaluation. La segmentation des composantes des chaînes en phases, en vue de définir **des** patterns de contribution significative des municipalités s'est montrée efficace pour inférer les processus des territorialités des chaînes agro-pastorales et "extractivistes" dans l'État du Pará.

En ce qui concerne la caractérisation de leur comportement, hiérarchiquement, les chaînes peuvent être classées, premièrement, en fonction de leur degré d'ubiquité, en ayant pour base leur représentativité au long des phases comme vérificateur — ce qui définit une "expression horizontale" de ces chaînes - et, secondairement, en fonction de leur «trajectoires» au long des phases, en prenant pour base les patterns de contribution significative comme vérificateur — en établissement d'une «expression verticale» de ces chaînes.

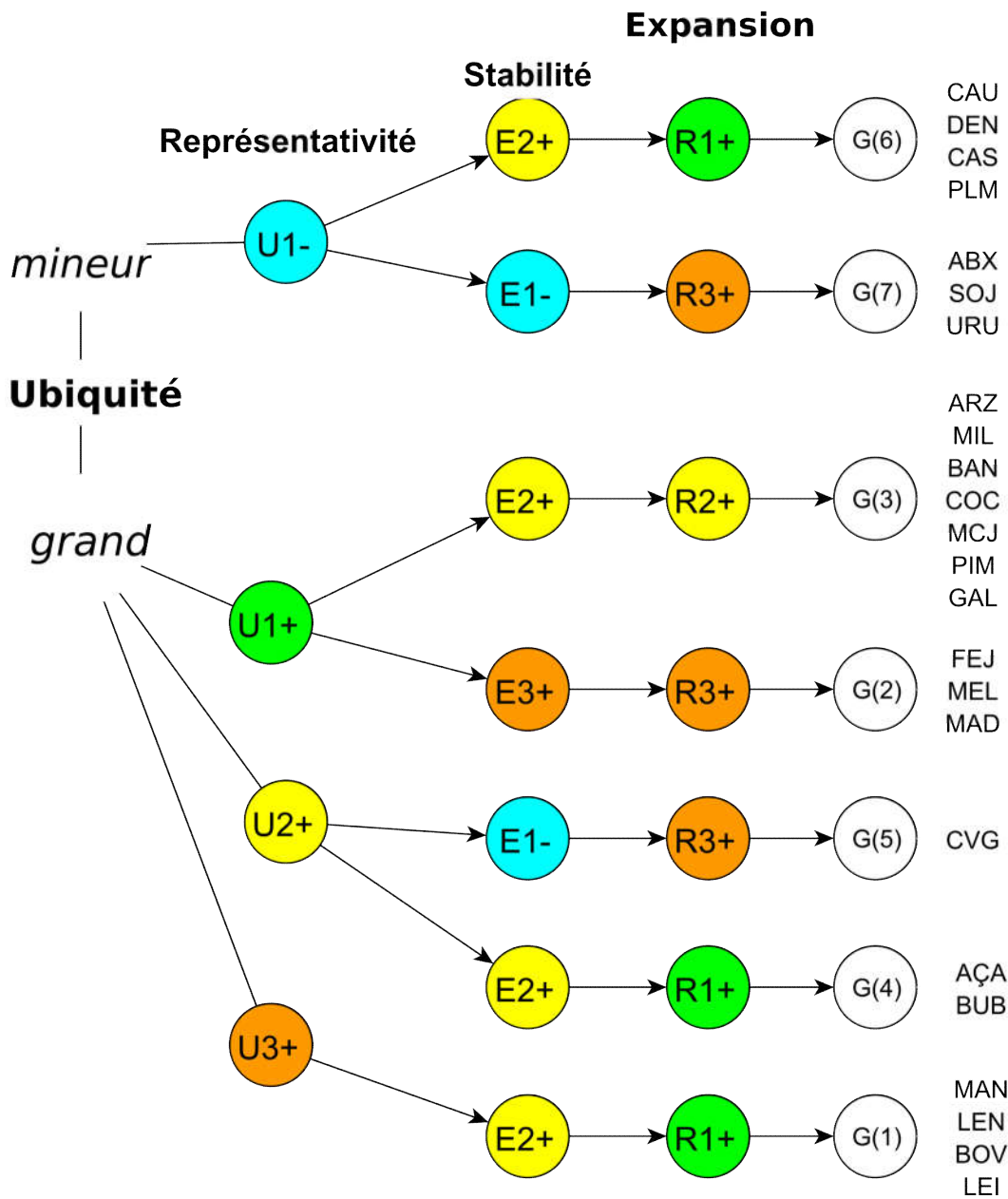


Figure 6 Clé dichotomique synoptique pour les groupements de chaînes de valeur, en raison de leur représentativité et PCS «stable» et «récent»

L'existence même des territoires est mesurée par la contiguïté des découpages spatiaux, en considérant leurs expressions «horizontales» et «verticales». Des évidences de l'occurrence de pôles stables ou en expansion, de sous-pôles stables ou en expansion ainsi que de nouveaux pôles signalent la mise en place de processus de

territorialité promus par les arrangements des différentes chaînes agro-pastorales et 'extractivistes'.

Avec des degrés d'ubiquité plus petits, il a été possible de signaler une plus grande stabilité de CAU, DEN, CAS, PLM et une forte expansion de ABX, SOJ, URU. Tandis qu'avec des degrés d'ubiquité plus grands, et la conséquente plus grande diffusion des chaînes, il a été possible de signaler l'intense expansion en CVG, et une plus grande stabilité en AÇA, BUB, MAN, LEN, BOV, LEI. Des chaînes stables, mais en expansion, avec une moindre diffusion dans des municipalités avec contribution non significative ont été signalés en FEJ, MEL, MAD, alors qu'avec une plus grande diffusion ont été présentes en ARZ, MIL, BAN, COC, MCJ, PIM, GAL.

Axe Géographie des paysages agronomiques

[I.b] Arrangements des chaînes productives dans l'État du Pará: notes pour une géographie du paysage agronomique (pg. 141-214)

Après la définition des propriétés des chaînes de valeur sélectionnées en [I.a], ont été considérés comme vérificateurs des territorialités la présence d'arrangements de chaînes de valeur à forte affinité spatiale, avec l'objectif de mettre en place un profil du paysage agronomique (Benoît et al., 2012), en cherchant à établir les causes de ses conformations en fonction des configurations de ces arrangements (Saes et Silveira, 2014 ; Zylbersztajn, 2014), en mettant l'accent sur la structure physique de l'espace géographique. Dans ce chapitre on a utilisé comme référentiel d'orientation les paysages agronomiques, en essayant d'établir le degré d'affinité spatiale entre les arrangements des chaînes de valeur, l'adhérence entre ses constituants, ainsi que leur dynamique. Pour les conformations spatiales simplifiées on a eu recours au modelage graphique par une approche chorématique (Figure 7).

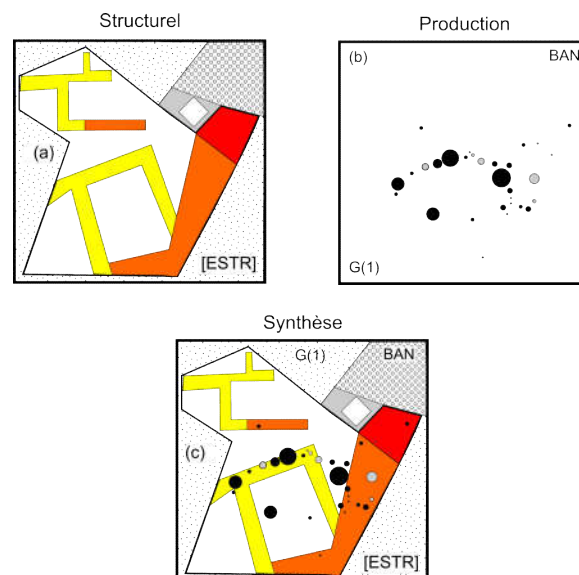


Figure 7 Exemple d'application de l'approche chorématique, **banane** (BAN)

À partir d'une analyse de groupement (*cluster analysis*) (Figure 8) une affinité a été signalée entre l'occurrence, la cooccurrence et l'expression locale des chaînes, consistant de matrice des données la production municipale relative sous les PCS "stable" et "récent". En cherchant à simplifier l'expression locale de ces chaînes et de définir quels facteurs expliquent l'occurrence ou la cooccurrence de ces expressions on a eu recours à une approche chorématique (Brunet, 2011 ; Théry, 1997 ; Théry, 1988 ; Théry, 2004).

On a adopté quatre natures de chorèmes: naturels, structurels et synthèse. Afin d'établir le niveau de concentration (Hart, 1971 ; Horowitz, 1970) de la production ou d'exploitation des chaînes a été utilisée une mesure d'entropie (θ) (Patil et Taillie, 1982) des chaînes entre les constituants méso-régionaux (Czyz et Hauke, 2015 ; Rivaroli et al., 2016) de ces structures orbitales (pôle, sous-pôle et satellites) et de l'ensemble des municipalités sans contribution significative ((NS, $\notin P_{(80\%)}$), ainsi que des mesures d'adhérence et centralité des chaînes constituantes des arrangements.

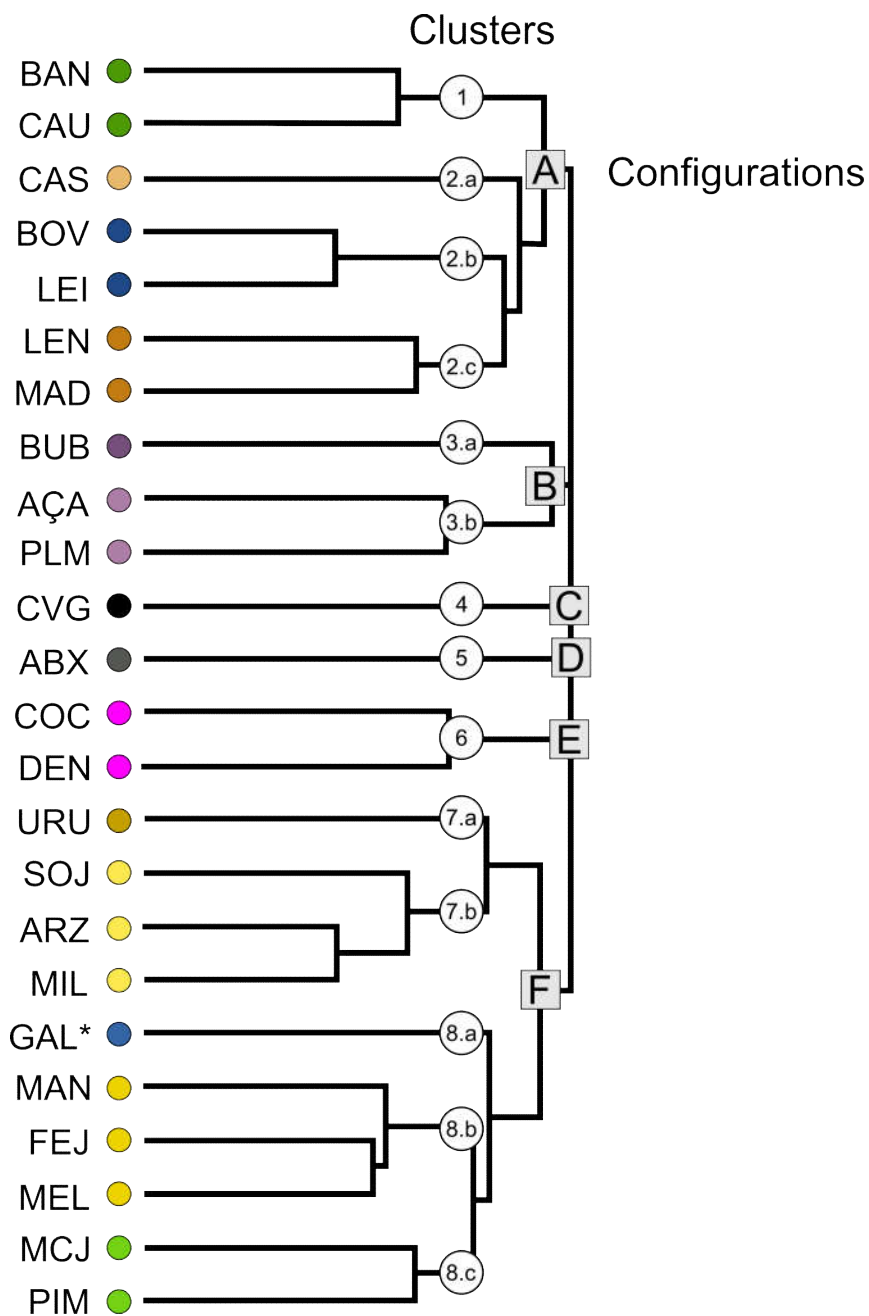


Figure 8 Dendrogramme des similarités entre les chaînes de valeurs, mettant en évidence les clusters et les configurations

Les 24 chaînes ont été segmentées en nœuds primaires (configurations) et en groupements (arrangements de chaînes), ayant été définies les configurations suivantes: (i) **chaînes isolées**: ABX, CVG; (ii) **co-arrangements**: BUB, CAS, GAL*, URU;(iii) «**várzeas**»: AÇA, PLM; (iv) **frontière forestière**: BOV, LEI, LEN, MAD, BAN, CAU; (v) **post-front pionnier**: COC, DEN, ARZ, MIL, SOJ, FEJ, MEL, MAN, MCJ,

PIM. Ces configurations ont contenu les arrangements suivants: G(1) – BAN, CAU «*multi-stratifié*»; G(2.a) – CAS «*exploitation de bois absente*»; G(2.b) – BOV, LEI «*pâturage*»; G(2.c) – LEN, MAD «*exploitation de bois*»; G(3.a) – BUB «*várzeas*»; G(3.b) – AÇA, PLM «*várzeas d'estuaire*»; G(4) – ABX «*oligopole*»; G(5) – CVG «*charbon*»; G(6) – COC, DEN «*palmiers*»; G(7.a) – URU «*colorant*»; G(7.b) – ARZ, MIL, SOJ «*cultures à forte technification*»; G(8.a) – GAL* «*gallinacés*»; G(8.b) – FEJ, MEL, MAN «*cultures à faible technification*»; G(8.c) – PIM, MCJ «*héritage nippon-brésilien*» (Figure 8).

Dans les différents arrangements ont été obtenues les valeurs d'adhérence, de centralité et d'entropie des chaînes de valeur constituantes, ainsi que la fraction de la production dans les municipalités avec PCS «récent». Les arrangements ont oscillé dans la configuration «chaînes isolées» depuis des valeurs pratiquement nulles jusqu'à celles de plus grande expression comme les arrangements des configurations «frontière forestière» et «post-front pionnier», indiquant une plus grande complexité et expansion.

On a proposé une liste de «municipalité-épitome» représentant les arrangements et les chaînes, ainsi qu'une liste de «municipalités-archétype» représentant la cooccurrence de ces arrangements. Un total de 38 «municipalités-archétype» a été signalé. Dans cet univers, quelques arrangements, à savoir: ACA:PLM; COC:DEN; MOJ:PIM n'ont pas présenté de représentation de «municipalités-archétype» combinées, alors que le reste des arrangements a présenté ces combinaisons (Figure 9).

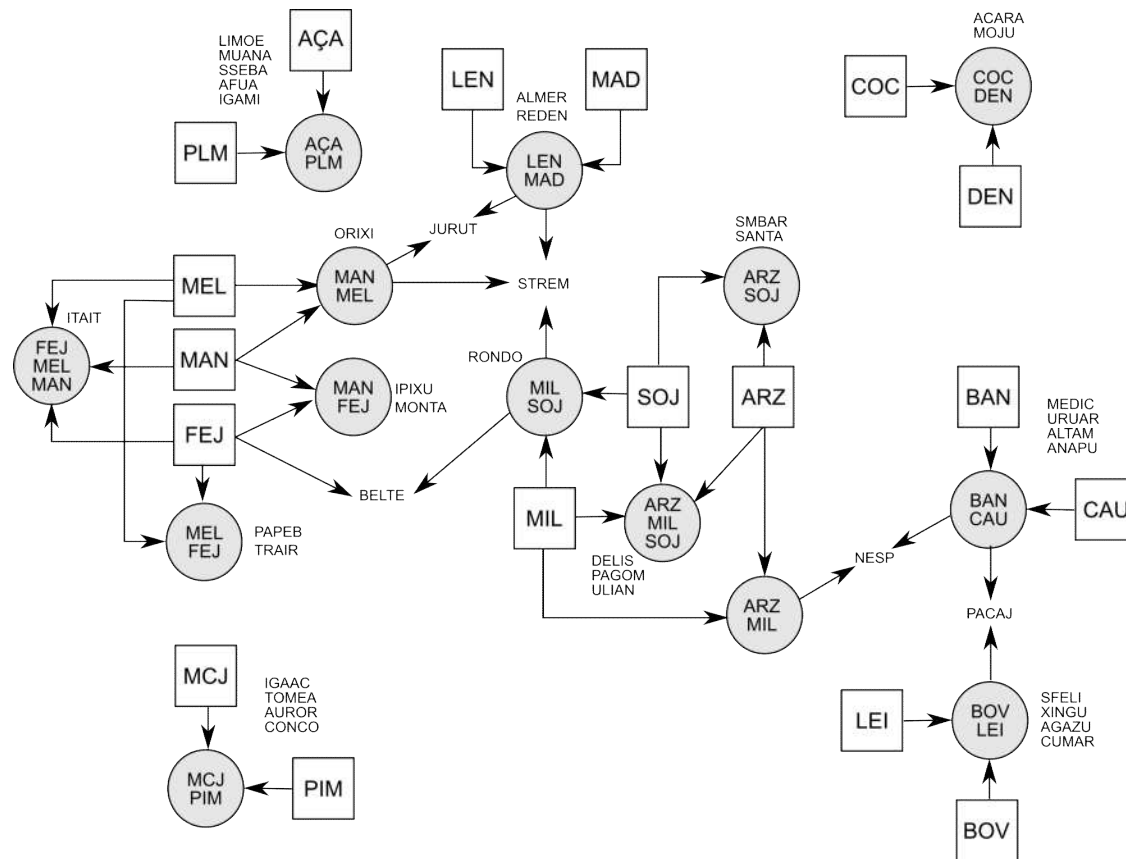


Figure 9 Disposition des «municipalités-archétype» dans les arrangements et combinaisons d'arrangement des chaînes

Ainsi, en cherchant une synthèse globale on propose la notion de «domaine», qui peut être défini comme la portion de l'espace où se développent des activités agro-pastorales ou 'extractivistes' similaires, pouvant être considéré une sorte de 'proto-territoire' ou "lien territorial" ou "*liame*". On a mis en évidence six «domaines» et cinq «domaines en transition». Les domaines sont: «*fermes et vergers*»; «palmiers, tuteurs et subsistance», «*várzeas*»; «*exploitation forestière*»; «*élevage bovin à viande et lait*»; «*pôles agro-pastoraux diversifiés*».

L'évaluation de la cooccurrence des chaînes dans ses arrangements et combinaisons d'arrangements est un procédé très utile pour la compréhension de l'expression territoriale, pouvant être considérée adéquate l'adoption du concept de paysage agronomique *sensu* Benoît et al. (2012).

Les arrangements entre eux ont conservé des ressemblances en fonction de leur nature, qui a exprimé des déterminantes physiographiques et même technologiques. La classification des constituants de ces arrangements en fonction de leur entropie de structure orbitale, d'adhérence et de centralité ont été approuvés comme critères comparatifs adéquats. L'approche chorématique s'est montrée appropriée pour l'harmonisation de ces différentes chaînes.

Le territoire inféré à partir des chaînes agro-pastorales et 'extractivistes', ses arrangements et combinaisons peut être exprimé sous la forme de «domaines» ou de «liens» territoriaux, lesquels reflètent des déterminants physiographiques, des niveaux technologiques et même des héritages historiques. (Figure 10).

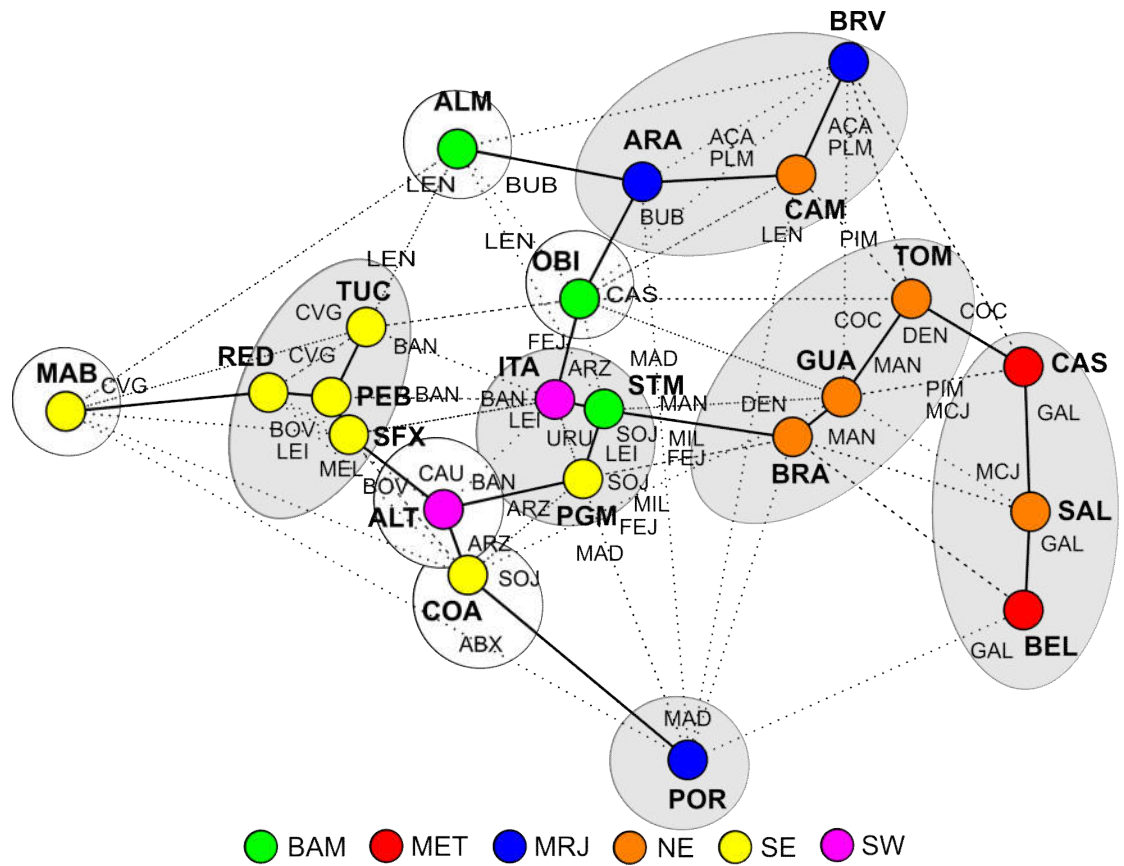


Figure 10 «Domaines» territoriaux proposés

Sommet [II] «Expression des territorialités et ses propriétés»

Axe Déforestation

[II.a] *Quo vadis, capoeira? Ou des typologies de déforestation dans l'État du Pará (2000-2014) (pg. 219-238)*

Normalement exprimée sous forme de taux annuels, la notion de déforestation avec le temps est devenue une métrique pour mesurer l'adéquation des politiques publiques dans le domaine de l'environnement. Toutefois, il nous manque des éléments pour nous permettre d'évaluer cette expression. Ce travail propose une approche typologique, en tenant compte de (i) l'occurrence ou non d'un seuil minimum tolérable, généralisable à toute l'aire municipale, au lieu uniquement des propriétés et (ii) rythme de déforestation au long des dernières 15 années. Un des points centraux pour comprendre la dimension territoriale de la déforestation, ou de toute autre condition d'usage et de couverture des sols est de décrire et de synthétiser son comportement au long d'une série historique, en cherchant à mesurer son rythme d'expansion ou de rétraction, ses conditions initiales et finales (Chardonnel, 2007). Ainsi, ce travail a pour objectif de proposer une typologie de la déforestation dans les municipalités de l'État du Pará, à partir d'une série de données couvrant les années de 2000 à 2014.

Afin d'obtenir une typologie de la déforestation dans l'État du Pará deux clés de classification ont été proposées, soit: (i) seuil de déforestation - valeur arbitrée équivalent à 20% de déforestation, ayant pour orientation la limite de la réserve légale au niveau des propriétés, proposée dans le Code Forestier en vigueur dans la période comprise par la série historique évaluée. Même avec le Zonage Écologique Économique (ZEE), qui préconise depuis sa mise en vigueur un seuil de 50:50% de réserve légale, on a opté pour le maintien de la valeur la plus conservatrice, dans ce cas 20% de déforestation tolérable, comme début de l'expression du processus de

déforestation. Ainsi, les niveaux adoptés dans la clé de classification "seuil de déforestation" ont été: $L_0 < 20\%$; $20\% \geq L_1 < 60\%$; $L_2 \geq 60\%$. Une autre clé de classification utilisée a été le (ii) rythme de déforestation - valeur équilibrée de déforestation liquide entre les intervalles 2000 et 2014, celui-ci étant annualisé, pouvant être pris comme la croissance moyenne annuelle. Les niveaux adoptés dans cette clé de classification ont été: $R_0 < 0,5\%$ aa (stable); $0,5\% \leq R_1 < 1,0\%$ aa (élevé); $1,0\% \leq R_2 < 1,5\%$ aa (très élevé); $R_3 \geq 1,5\%$ aa (extrême) (Figure 11). Après l'application des deux clés de classification, des combinaisons linéaires de celles-ci ont été obtenues, lesquelles ont été utilisées pour la définition de typologies à partir de valeurs accumulées de déforestation

Afim de obter uma tipologia do desflorestamento no estado do Pará foram propostas duas chaves de classificação, sendo (i) limiar de desflorestamento – valor arbitrado equivalente a 20% de desflorestamento, tomando como orientação o limite de reserva legal no nível das propriedades, proposto pelo Código Florestal vigente no período compreendido pela série histórica avaliada. Mesmo sob a vigência do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), que preconiza dada sua promulgação um limiar de 50:50% de reserva legal, optou-se pela manutenção do valor mais conservativo, no caso 20% de desflorestamento tolerável, como início da expressão do processo de desflorestamento. Assim, os níveis adotados na chave de classificação "limiar de desflorestamento" foram: $L_0 < 20\%$; $20\% \geq L_1 < 60\%$; $L_2 \geq 60\%$. Outra chave de classificação utilizada foi o (ii) ritmo de desflorestamento – valor equilibrado de desflorestamento líquido entre os intervalos 2000 e 2014, sendo este anualizado, podendo ser tomado como o incremento médio anual. Sendo que os níveis adotados desta chave de classificação foram: $R_0 < 0,5\%$ aa (estável); $0,5\% \leq R_1 < 1,0\%$ aa (elevado); $1,0\% \leq R_2 < 1,5\%$ aa (muito elevado); $R_3 \geq 1,5\%$ aa (extremo) (Figure 11). Après l'application des deux clés de classification, des combinaisons linéaires de

celles-ci ont été obtenues, lesquelles ont été utilisées pour la définition de typologies à partir de valeurs accumulées de déforestation, testé par GLM (Figure 12).

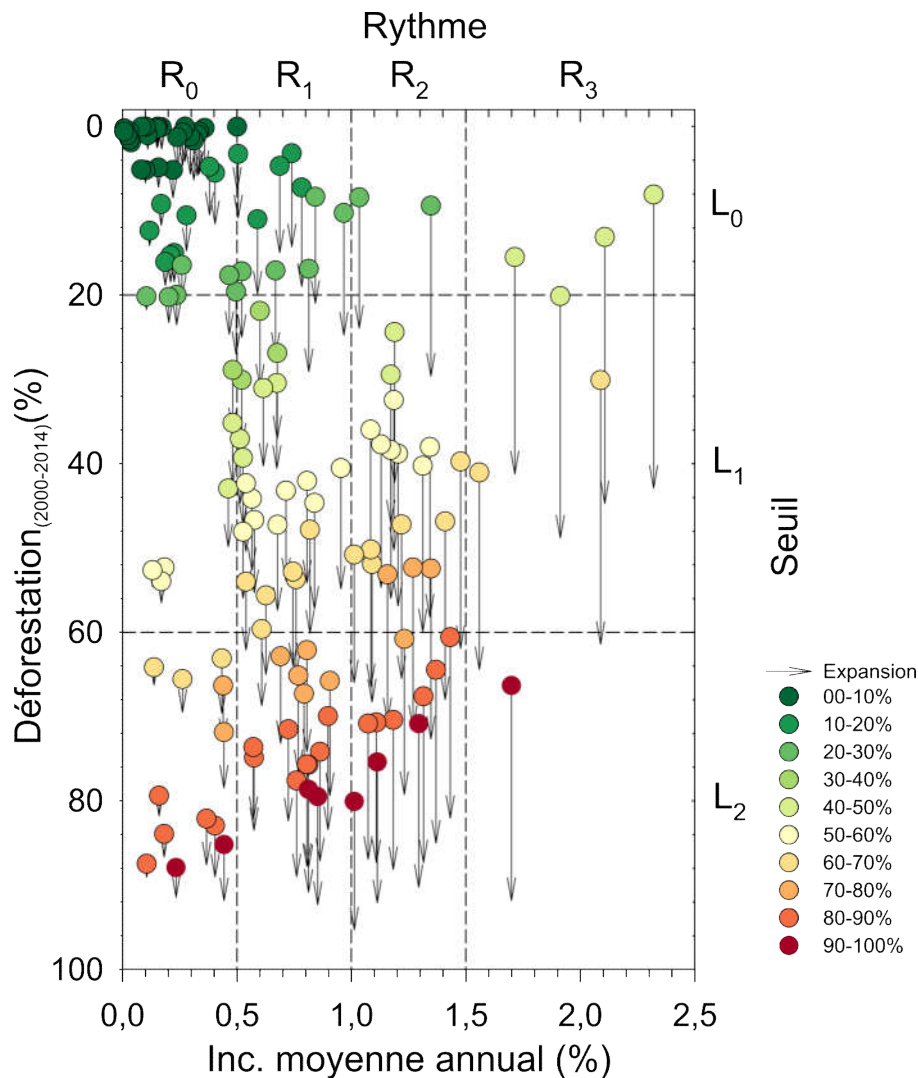


Figure 11 Dynamique de déforestation des municipalités (2000-2014)

Les combinaisons des seuils (Figure 12) ont mis en évidence cinq typologies, soit: **conservé** (37:144 municipalités; 7,6±1,2% surface de la municipalité), **limitrophe** (14:144 municipalités; 21±1,9% surface de la municipalité), **en expansion** (33:144 municipalités; 49,2±2,1% surface de la municipalité), **en saturation** (21:144 municipalités; 60,1±1,9% surface de la municipalité), **raréfié** (38:144 municipalités; 83,9±1,2% surface de la municipalité). La plus grande portion des surfaces de l'État se trouvent dans des municipalités dans la typologie **conservé** (61%), suivie des

typologies *limitrophe* (14%) et *en saturation* et *en expansion* (10% chacune) la plus petite expression a été observée dans la typologie *raréfié* (5%) (Figure 13.a).

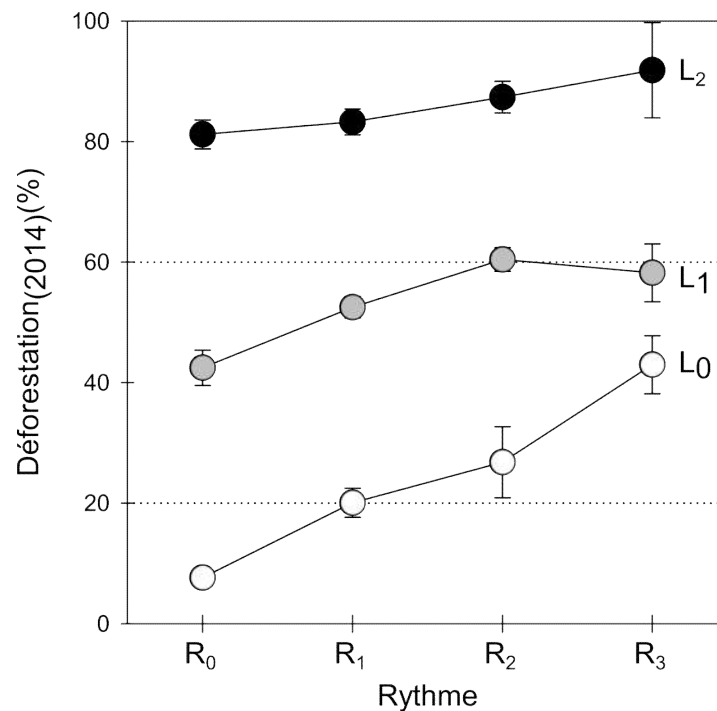


Figure 12 Valeurs moyennes de déforestation accumulée dans les combinaisons seuil et rythme de déforestation

A qualificação do desflorestamento, buscando, por meio da aplicação dessa tipologia, uma expressão territorial desse mostrou-se adequada (Figure 13.a), mesmo com a redução ou perda da precisão, quando comparada a máscara PRODES (Figure 13.b).

La qualification de la déforestation, cherchant, par l'intermédiaire de l'application de cette typologie, une expression territoriale de celle-ci s'est montrée adéquate (Figure 13.a), même s'il y a réduction ou perte de précision, lorsque comparée au PRODES (Figure 13.b).

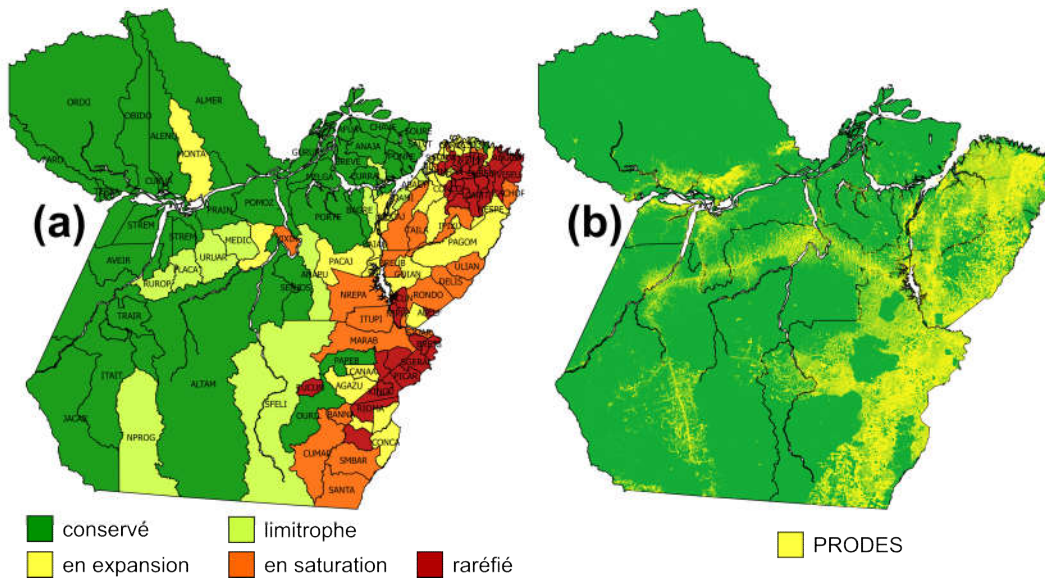


Figure 13 (a) Typologies de déforestation dans les municipalités; (b) déforestation accumulée 2014, d'après PRODES

Au lieu de montrer des valeurs de surfaces de déforestation par État ou municipalités ou de représentation cartographique de ces surfaces de déforestation, la présentation d'une "trajectoire" de la déforestation, comme celle proposée par la typologie paraît plus adéquate à l'évaluation des politiques publiques et de planification pour l'Amazonie (Figure 14.a,b), en cherchant à adapter chaque fois plus les actions du pouvoir public à un niveau administratif plus proche (Figure 14.a,b) de la municipalité, comme préconisé par Becker (2005 ; 2010).

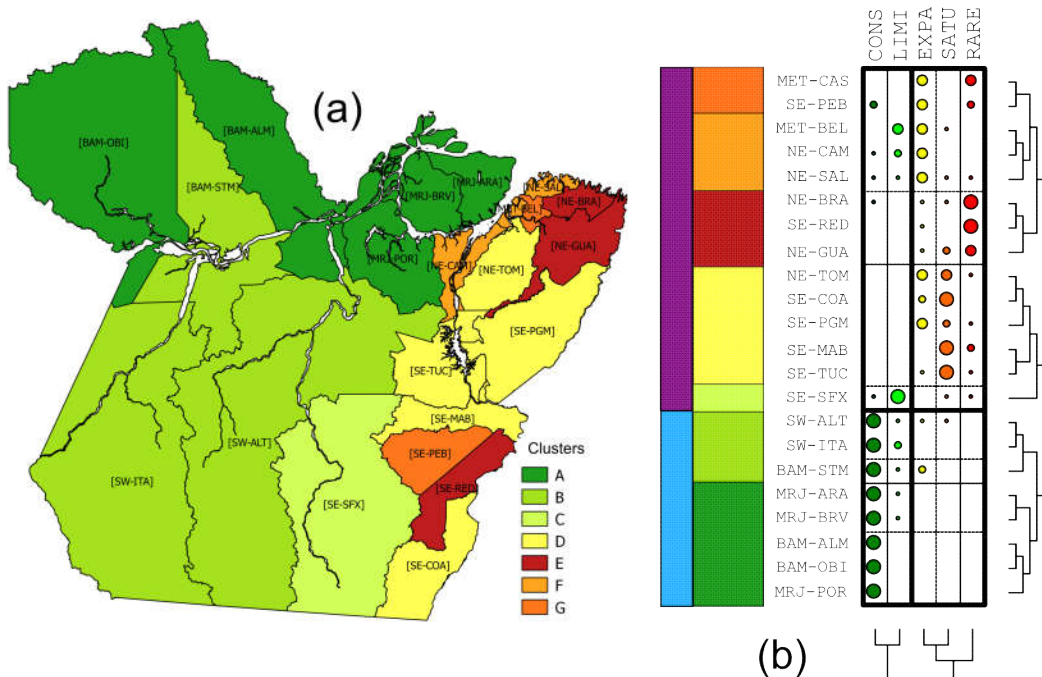


Figure 14 (a) Typologies de déforestation dans les méso-régions et (b) classification des microrégions en fonction de la surface des typologies

Ainsi, on a que la déforestation dans l'État du Pará apparaît fortement segmentée, avec la présence de domaines avec des zones **conservées** jusqu'à des zones **raréfiés**, toutefois environ 60% de sa surface se trouvent dans des municipalités typifiées comme **conservées**.

Même en perdant en précision, lorsque comparée au PRODES, la typologie suggérée renferme une trajectoire de déforestation au niveau municipal, en fournissant des éléments importants pour une vision territoriale dans l'État du Pará. L'hétérogénéité aux niveaux micro-régionaux justifie la mise en place de politiques différenciées pour chacun de ces scénarios.

Axe Indicateurs-synthèse de l'usage et couverture du sol

[II.b] Marqueurs de la dynamique d'usage et couverture du sol dans l'État du Pará: la catégorie pâturage au long de la dernière décennie, d'après le TERRAClass (pg. 238-258)

Dans un scénario de post-déforestation, dans lequel nombreuses frontières se trouvent consolidées ou en passe de consolidation, l'évaluation de l'usage et couverture des sols est déterminante pour le dimensionnement territorial, en vue même de pronostics et planification. À partir d'une matrice de données TERRAClass consolidée au niveau municipal, composée de différentes classes d'usage et de couverture des sols et couvrant les années de 2004, 2008, 2010, 2012 et 2014 ont été conduites des analyses avec pour objectif de définir les classes déterminantes pour la caractérisation de découpages spatiaux. À partir d'une matrice de données TERRAClass consolidée, composée du total de la surface des différentes catégories et classes d'usage et de couverture des sols dans l'État du Pará, couvrant les années de 2004, 2008, 2010, 2012 et 2014 ont été calculées les valeurs relatives de chacune des catégories et classes, en fonction de la surface totale des municipalités. À des fins d'analyse, ont été sélectionnées uniquement les catégories se trouvant en situation de post-déforestation; l'objectif de cette sélection a été d'orienter l'analyse de l'usage et couvertures du sol plus courantes, en tachant d'enlever les déterminantes structurelles (hydrographie, zones urbaines, domaines de phytocœnoses: représentés par des forêts et des non-forêts, déterminants d'imprécision (aire non-observée, autres usages et couvertures) ou déterminants de discontinuité (activité minière).

En vue d'obtenir une orientation plus synthétique, quelques classes ont été réunies afin de définir des catégories dérivatives, à savoir: (α) **cultures agricoles** – comprenant l'agriculture annuelle (AGRIAN) et le mosaïque d'occupations (MOSAI); (β) **pâturages** – comprenant toutes les classes représentant les pâturages, a savoir:

pâturage propre (PAS-LIM), pâturage sale (PAS-SUJ), régénération avec pâturage (PAS-REG), pâturage avec sol exposé (PAS-SOLEX); (γ_1) **pâturage en bon état** – synonymie de pâturage propre (PAS-LIM) et (γ_2) **pâturage demandant récupération** – toutes les classes qui englobent des pâturages, excepté le pâturage propre. Afin de définir lesquelles parmi ces catégories possèdent un pouvoir discriminant entre les municipalités on procéda à une analyse factorielle (*factor analysis*), basée sur l'enchaînement entre les classes et les catégories sélectionnées et l'année d'évaluation (LULC-année). Ainsi, on obtiendrait, par exemple, la catégorie pâturage propre dans les années 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014. Le même procédé a été adopté dans le cas des classes proposées. Il faut souligner que, s'agissant d'une analyse non-inférentielle, l'ante-dépendance temporelle n'a pas été prise en compte, les enchaînements LULC-année étant considérés comme indépendants. En prenant l'intervalle entre 2004 et 2014, les différences obtenues entre chacune des classes et catégories ont été calculées. Pour la définition de l'augmentation ou de la réduction des aires de pâturages ($P_{(+)}$, $P_{(-)}$), on a considéré une valeur en module de 5%, des valeurs au-dessous de ce seuil ont été considérées comme constantes ($P_{(0)}$). La même approche a été adoptée dans le cas de la qualité des pâturages ($Q_{(+)}$, $Q_{(0)}$, $Q_{(-)}$) (Figure 15). Une typification des municipalités en fonction de la taille des cheptels a été conduite, étant composée par: PP, P, M, G e GG (Figure 16).

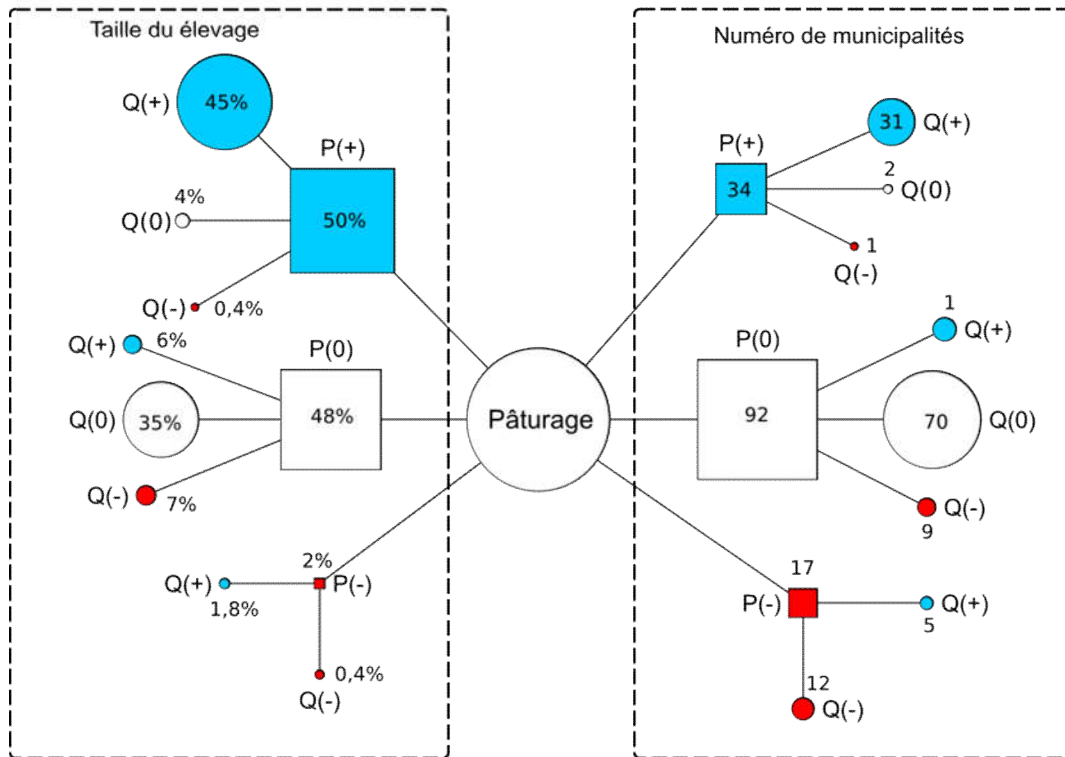


Figure 15 Dynamique des pâturages (2000-2014) et de leur qualification

Le PCA a signalé comme indicateurs-synthèse de la dynamique d'usage et couverture des sols: la catégorie (i) "pâturages", sa condition positive, soit "pâturage propre" et la classe (ii) "végétation secondaire". Comme la condition des "pâturages demandant récupération" est définie comme la somme de toutes les classes de la catégorie "pâturages", classe "pâturage propre" exceptée, on vérifie la suffisance de la discrimination dans les catégories et classes: usage global des pâturages, "pâturage propre" et, par différence, "pâturage demandant récupération". Ainsi, on suggère comme procédé analytique la jonction des classes de la catégorie "pâturages", à l'exception de (i.a) "pâturage propre" comme une opposition à celui-ci, cette nouvelle catégorie pouvant être définie comme (i.b) "pâturage demandant récupération" et (ii) "végétation secondaire". Cette place de protagoniste occupée par les pâturages, comme composante centrale de la chaîne de production élevage bovin pour la compréhension de la dynamique des frontières, sa mise en place et consolidation avait déjà été signalée par Pocard-Chapuis et al. (2005).

		Taille du troupeau					
[P]	[Q]	GG	G	M	P	PP	Total
■	P ₍₊₎ ●	Q ₍₊₎ 3 (19,4%)	4 (10,2%)	7 (10,5%)	10 (4,5%)	7 (0,7%)	31 (45,2%)
	P ₍₊₎ ○	Q ₍₀₎	1 (2,7%)	1 (1,3%)			2 (4,0%)
	P ₍₊₎ ●	Q ₍₋₎			1 (0,4%)		1 (0,4%)
□	P ₍₀₎ ●	Q ₍₊₎		3 (4,1%)	3 (1,2%)	7 (0,8%)	13 (6,1%)
	P ₍₀₎ ○	Q ₍₀₎ 2 (8,3%)	3 (7,9%)	5 (6,5%)	17 (10%)	43 (2,5%)	70 (35,2%)
	P ₍₀₎ ●	Q ₍₋₎	1 (1,8%)	1 (1%)	7 (3,9%)		9 (6,8%)
■	P ₍₋₎ ●	Q ₍₊₎		1 (1,4%)		4 (0,3%)	5 (1,8%)
	P ₍₋₎ ○	Q ₍₀₎					
	P ₍₋₎ ●	Q ₍₋₎				12 (0,4%)	12 (0,4%)
Total		5 (27,6%)	9 (22,6%)	18 (24,8%)	38 (20,1%)	73 (4,8%)	143 (100%)

Figure 16 Dynamique des pâturages et leur qualification en fonction de la typologie de la taille du cheptel

La matrice de similarité a été testée en ce qui concerne les effets de méso-région (ANOSIM $\rho=-0,041$; $p<0,60$) et typification de la taille du cheptel (ANOSIM $\rho=-0,531$; $p<0,01$), toutefois seulement le second effet a présenté un effet de signification élevé. Des contrastes entre les niveaux de typification de la taille du cheptel ont indiqué une segmentation entre les niveaux {M, G, GG} et {PP e P} (Figure 17). Toutes les méso-régions, compte tenu de la segmentation {M, G, GG} et {PP, P}, ont présenté une distance considérable entre elles, la méso-région [BAM] exceptée, où un degré plus grand de similarité a été signalé dans les typifications {M} et {P} (Figure 17).

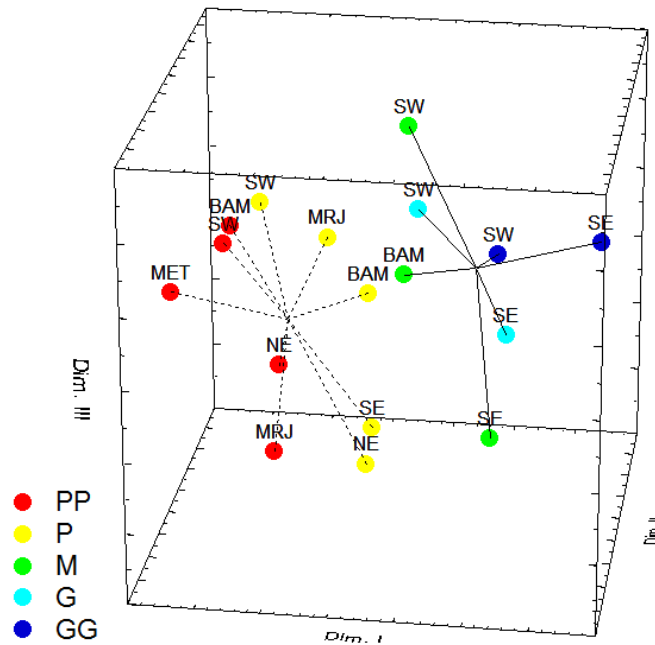


Figure 17 Typologies de la taille du cheptel dans les méso-régions en fonction de la dynamique et de la qualification des pâturages sur une NMDS

La diversification de la légende représentée dans les classes fournies par TERRACLASS peut être remplacée, dans le cas des études sur la dynamique de l'usage et couverture des sols par catégories, spécialement celles relatives aux classes d'élevage bovin et sa qualification sous la forme d'indicateurs-synthèse, notamment quand ils sont associés à l'interprétation de données de la classe végétation secondaire.

L'élevage dans l'État du Pará se trouve en expansion modérée, mais avec une expressive qualification des pâturages, étant donné que la grande majorité du cheptel se trouve dans des municipalités possédant ce profil. Des pôles d'élevage déjà consolidés ont un besoin de récupération des pâturages réduit (Figure 18.a), pattern opposé à celui des régions peu spécialisées en élevage (Figure 18.b), où l'expansion de la végétation secondaire augmente trop le coût de réincorporation de ces aires. Se confirme ainsi l'effet positif de l'intensification de l'élevage, probablement associé à une graduelle intégration aux marchés établis. Dans le cas de la réincorporation d'aires au processus productif, tenant compte du coût élevé de la mise en œuvre et de la

magnitude des aires à réincorporer, on doit suivre l'orientation de donner la priorité aux aires de pâturages à récupérer, des alternatives pouvant être recherchées dans des systèmes mixtes, avec l'intégration culture:élevage:forêt.

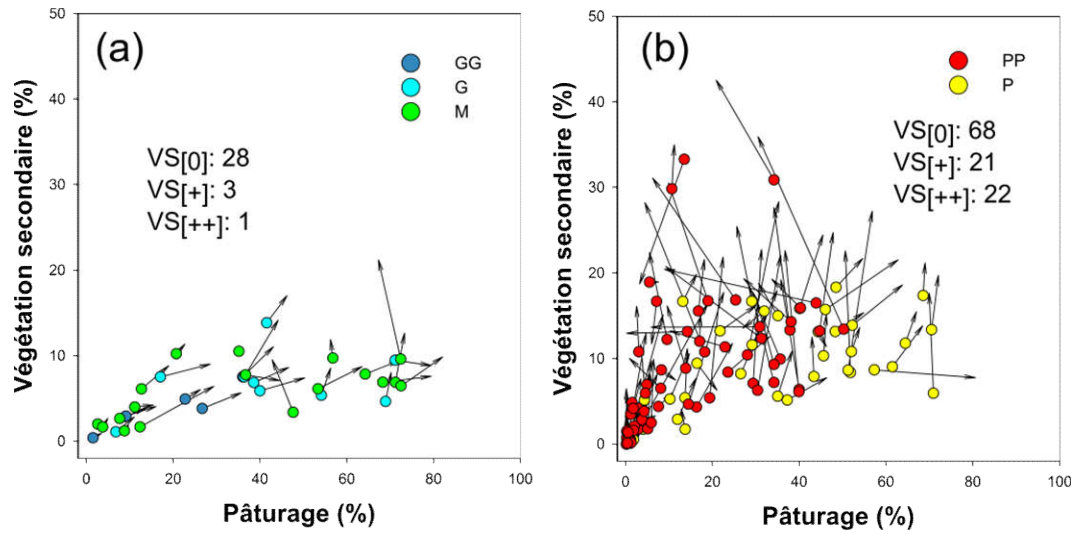


Figure 18 Dinâmica das pastagens e vegetação secundária (2000-2014) nas tipologias de tamanho de rebanho (a) {M, G, GG} e (b) {PP, P}

Sommet [III] «Vulnérabilité du territoire»,

Axe Protocole d'analyse spatio-temporelle des brûlis

[III.a] Régime des foyers de chaleur et leur expression territoriale dans le polygone du palmier à huile dans l'État du Pará (2000-2014): une exégèse spatio-temporelle (pg. 263-293)

Mis en évidence suite à une expansion accentuée et épisodique qui s'est déroulée de 2008 à 2014, le polygone du palmier à huile au Pará est une région attractive comme alternative effectivement durable. Cette analyse a eu pour objectif de faire une interprétation (exégèse) spatio-temporelle des brûlis dans cette région, en prenant comme vérificateur les cas de foyers de chaleur dans une longue série temporelle (2000-2014). On a cherché à mettre en place un protocole analytique novateur, tant pour (i) l'évaluation de l'expression territoriale, que pour la (ii) décomposition de l'hétérogénéité spatio-temporelle, ainsi que de la (iii) modélisation de la dynamique de ce phénomène, en cherchant à établir les trajectoires des brûlis dans la région.

La composante saisonnière a été, hiérarchiquement, la plus importante. Néanmoins, une variation interannuelle et dans l'échelle spatiale a aussi été signalée. D'une manière générale, la région présente une oscillation interannuelle, mais montre une synchronie saisonnière élevée dans la période de plus grande occurrence de foyers de chaleur (comprise entre août et décembre, environ 95% du total annuel de foyers de chaleur) et également un taux élevé d'incorporation de nouvelles aires par l'usage du feu. Il faut souligner que, toutefois, l'expression territoriale des brûlis annuels comprend une petite fraction des municipalités (3-5%). Ce qui lorsqu'on évalue des cycles plus longs ceux-ci peuvent être placés entre 10 et 30%, à dépendre du comportement de la municipalité en question.

Une oscillation entre patterns ou orientation de la jachère et expansion des aires brûlées a été signalée suite aux cycles initiaux à Tailândia, Moju et Tomé-açu, alors qu'à Acará ce comportement a eu lieu un peu plus tardivement. Concórdia do Pará conserve encore un pattern ou orientation d'expansion des aires de brûlis. D'une manière générale, les polygones de récurrence de brûlis sont de dimensions plus réduites ($\leq 1\text{km}^2$), lorsque comparés aux aires abandonnées et aux aires nouvellement brûlées ($\leq 3-4\text{km}^2$). En appliquant une approche de trajectoires des brûlis, on a obtenu comme les plus expressives les trajectoires de jachères courtes ou longues et brûlis récents (Figure 19.a).

Uma segmentação entre os municípios, consta da expressão maior ou menor de períodos mais longos de abandono de atividade ígnea, em que Acará e Concórdia do Pará tiveram menor expressão do que Moju, Tomé-açu e Tailândia (Figure 19.b-1,2).

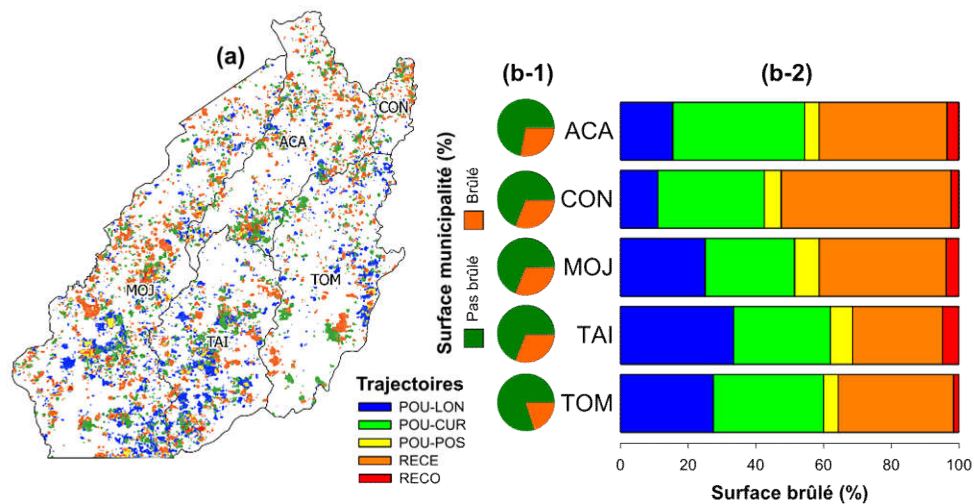


Figure 19 (a) Cartograma das trajetórias de queimadas no polígono da palma-de-óleo; (b-1) proporção de áreas queimadas nos municípios e (b-2) proporção das trajetórias nas áreas queimadas

L'usage et la couverture des sols prédominants dans les espaces des trajectoires reflètent des comportements associés à la réincorporation de surfaces de végétation secondaire, aux avancées en bordure de forêt et au renouvellement et maintien de pâturages, qualifiées ou non (Figure 20). Les trajectoires dans cette

période ont indiqué un comportement "municipalité-type", à l'égard de l'association à l'usage et couverture des sols (Figure 20).

L'approche proposée, basée sur des cycles, s'est montrée adéquate pour l'expression d'une vulnérabilité du territoire, spécialement dans le cas des trajectoires des aires brûlées qui présentent une interprétation plus complexe et précise de l'usage du feu dans un territoire donné. Il faut souligner que le contraste entre cycles, même avec des limitations, est indiqué pour l'étude de séries historiques très longues. Un usage constant du feu sur des surfaces nouvelles, même fragmentaires, indique un degré considérable de vulnérabilité. L'hétérogénéité de la saisonnalité de l'usage du feu dans toute la région ayant été déterminée, il est possible aux pouvoirs publics de planifier et de mettre en place des actions concentrées.

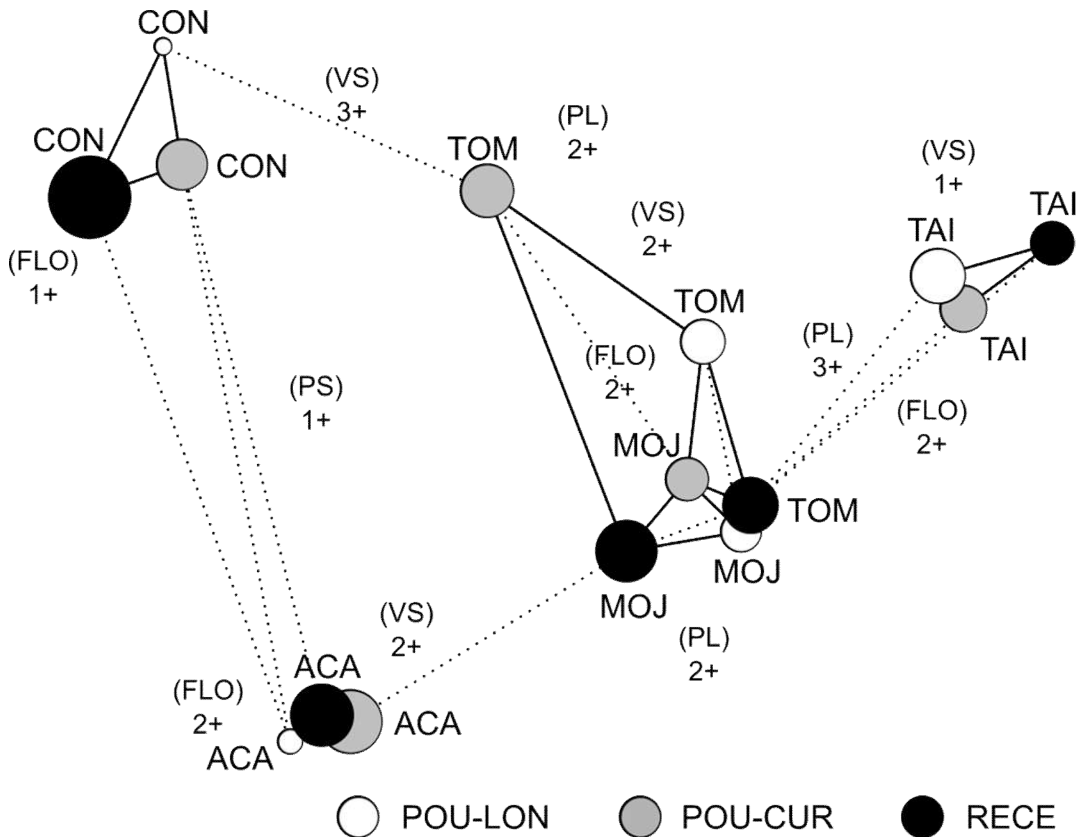


Figure 20 Topologie des affinités entre les trajectoires des défrichements par le feu dans les municipalités et LULC

Des comportements de trajectoires «municipalités-type» ont été observés dans presque toutes les municipalités évaluées (Figure 21). Ces comportements ont reflété l'usage du feu associé prioritairement, et en ordre non-hiérarchique: (i) fonction de réincorporation de surfaces de végétation secondaire, (ii) renouvellement et entretien des pâturages plus qualifiées ou non et (iii) avancées dans les bordures de forêts, ces comportements pouvant être combinés et avoir différents degrés d'intensité. De nouvelles études en Écologie des Paysages peuvent être entreprises, en utilisant cette approche comme base et ces comportements des trajectoires comme objet.

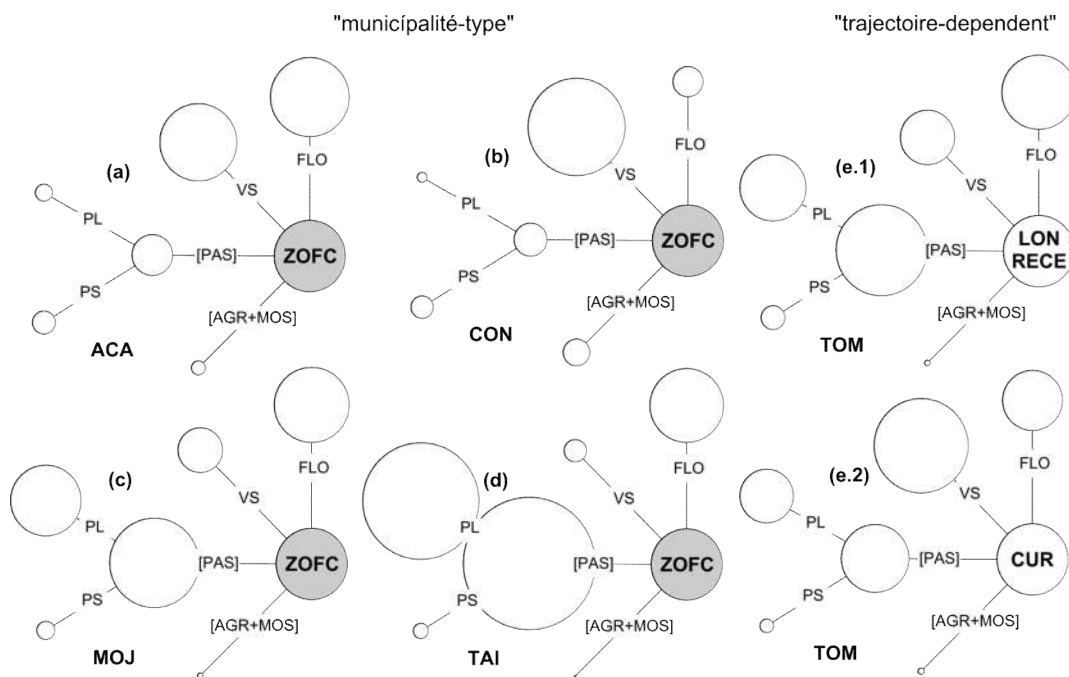


Figure 21 Association entre LULC et les patterns «municipalités-type» et «trajectoire-dépendante»

Axe Trajectoires de brûlis aux frontières

[III.b] Trajectoires des brûlis aux frontières agropastorales en consolidation: Paragominas et son pourtour (pg. 294-325)

À partir d'une série de données sur les foyers de chaleur comprises dans l'intervalle 2000-2014, relative aux municipalités du Pará (*Dom Eliseu, Goianésia do Pará, Ipixuna do Pará, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Rondon do Pará, Ulianópolis*) et du Maranhão (*Centro Novo do Maranhão, Itinga do Maranhão*) considérées comme une frontière agropastorale en consolidation, dans le pourtour de la municipalité-symbole Paragominas. Son développement a suivi les phases classiques d'un front pionnier: déforestation et défrichage par le feu, exploitation de la forêt pour le bois (Veríssimo et al., 1996), pâturages peu intensifiés (Mattos et Uhl, 1996 ; Xavier, 2006). Cependant, actuellement, Paragominas constitue un pôle de production de grains (Mourão Jr. et al., 2017a) et d'élevage bovin à lait (Polge, Torre, et Piraux, 2016 ; Veiga et al., 2004), étant considérée une «municipalité-archétype» de ces arrangements productifs (Mourão Jr. et al., 2017b); avec une exploitation significative de bauxite (Lima et Silva, 2016). Après successives interventions des organismes environnementaux de l'État, comme "Arco do Fogo" et "Boi Pirata" en 2005, un point d'inflexion a eu lieu en 2008, avec la mise en place d'une politique d'incitation aux pratiques durables au niveau municipal ainsi qu'un pacte entre les acteurs de différents segments (pouvoirs publics., producteurs ruraux, exploitant de bois, etc.), appelé "*Município Verde*", qui a été étendu à d'autres municipalités de l'État du Pará (Carneiro et Assis, 2015 ; Piketty et al., 2015).

Une segmentation spatio-temporelle remarquable a été signalée, mettant en évidence des groupements spatiaux et saisonniers (Figure 22.a). En recherchant des seuils saisonniers entre les groupements spatiaux, on vérifie que le groupement G(1) a été très concentré dans les mois d'octobre-décembre; G(2) dans les mois de

septembre-décembre; G(3) dans les mois de septembre-novembre et G(4) entre les mois d'août-décembre (Figure 22.a,b).

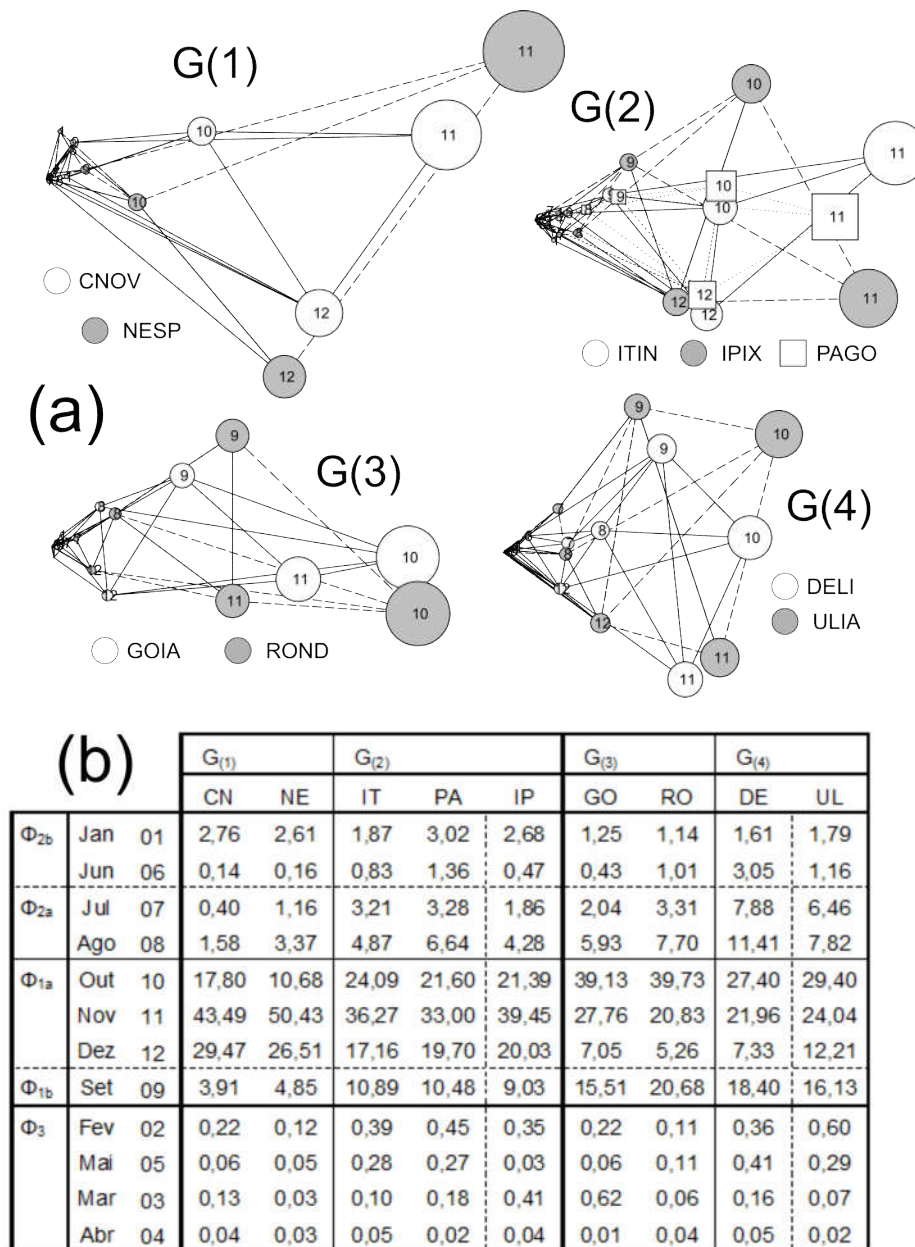


Figure 22 (a) Topologie des affinités des mois dans des groupements spatiaux déterminés; (b) valeurs moyennes de la proportion mensuelle du nombre de foyers de chaleur

Une segmentation relative à l'expression territoriale des zones de foyers de chaleur (ZOFC) a également été mise en évidence, lesquelles ont présenté un taux élevé d'incorporation annuel (Figure 23.a). Des associations entre trajectoires de

ZOFC et l'usage et couverture des sols ont montré des comportements «municipalité-type» complets et partiels, ainsi que «trajectoire-dépendante» (Figure 23.a,b.1,b.2).

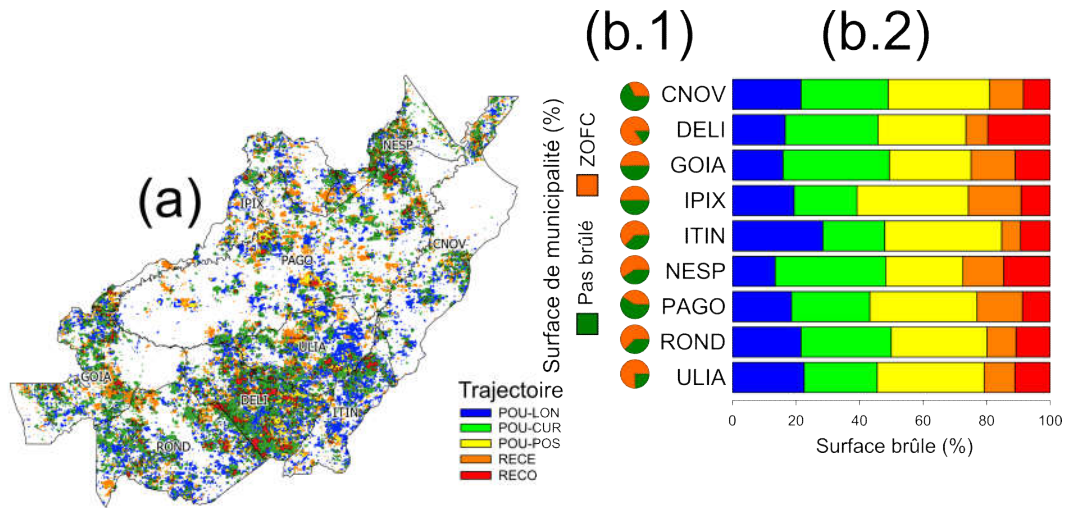


Figure 23 (a) Cartogramme des trajectoires de brûlis en Paragominas et son pourtour; (b.1) proportion des brûlis en surface de municipalité; (b.2) proportion des trajectoires dans les surfaces brûlées

Ces comportements ont eu différents degrés d'association avec des pâturages, plus qualifiés ou en oscillation entre pâturages plus qualifiés et moins qualifiés, couvert forestier et agriculture (Figure 24.a).

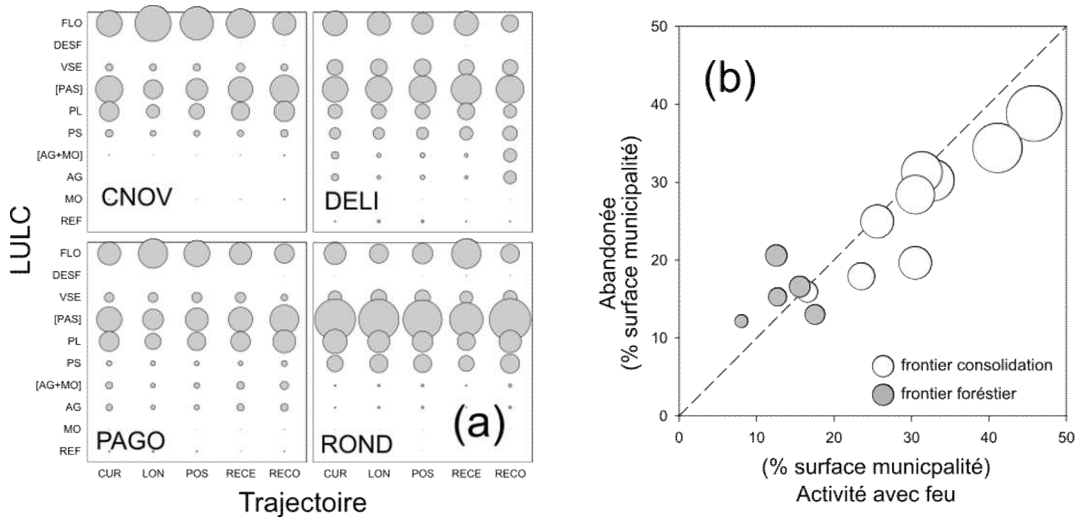


Figure 24 (a) Association entre LULC et trajectoires; (b) activité ignée, frontières forestières et en consolidation. Oú: taille du bullet est proportionnel a surface de brûlis

En comparant la frontière en consolidation et la frontière forestière on a observé des différences en ce qui concerne les taux d'incorporation annuels de ZOFC, la taille des polygones et l'activité ignée, où la frontière en consolidation a présenté un taux d'incorporation de ZOFC plus élevé, un degré réduit de fragmentation des ZOFC, plus proche de fronts étendus et possédant une activité ignée plus importante (Figure 24.b).

Les trajectoires sur la frontière forestière se sont présentées plus fragmentées, alors que sur la frontière en consolidation elles se sont montrées proches des fronts plus étendus. Des trajectoires avec un comportement «municipalité-type» complètes et partiales ont été signalées, ainsi que le comportement «trajectoire-dépendante». De manière générale, ces comportements ont été associés à des degrés d'association avec des pâturages plus qualifiés ou en balancement entre pâturages plus et moins qualifiés, à couverture forestière et agriculture (Figure 25).

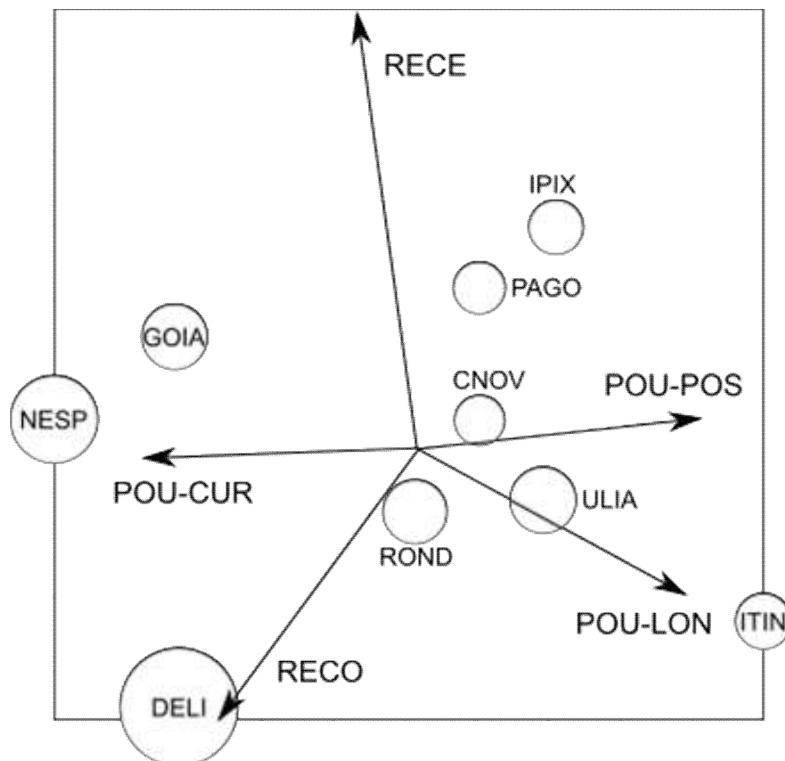


Figure 25 Ordenation (PCA) des municipalités en fonction de l'expression des trajectoires

Referências bibliográficas

- Becker B. K. « Geopolítica da Amazônia ». *Estudos Avançados*. 2005. Vol. 19, nº53, p. 71-86.
- Becker B. K. « Novas territorialidades na Amazônia: Desafios às políticas públicas ». *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi - Ciências Humanas*. 2010. Vol. 5, nº1, p. 17-23.
- Benoît M., Rizzo D., Marraccini E., Moonen A. C., Galli M., Lardon S., Rapey H., Thenail C., Bonari E. « Landscape agronomy: A new field for addressing agricultural landscape dynamics ». *Landscape Ecology* [En ligne]. décembre 2012. Vol. 27, nº10, p. 1385-1394. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9802-8> >
- Boschma R. A., Kloosterman R. C. « Clustering, learning and regional development ». In : Boschma R, Kloosterman RC (éd.). *Learning from Clusters: A Critical Assessment from an Economic-Geographical Perspective*. Dordrecht : Springer Netherlands, 2002. p. 1-15. ISBN : 978-1-4020-3679-8.
- Boschma R. A., Kloosterman R. C. *Learning from Clusters: A Critical Assessment from an Economic-Geographical Perspective*. [s.l.] : Springer Netherlands, 2005. 427 p.(The GeoJournal Library). ISBN : 978-1-4020-3679-8.
- Brunet R. *Sustainable Geography*. London : ISTE Ltd/John Wiley & Sons, Inc., 2011. 402 p. ISBN : 9781848211926.
- Camagni R. « The regional policy debate: a territorial, place-based and proximity approach ». In : Torre A, Wallet F (éd.). *Regional Development and Proximity Relations*. Northampton, UK : Edward Elgar Publishing Limited, 2014. p. 317-331. ISBN : 978-1-78100-288-9.
- Carneiro M. S., Assis W. S. De. « O controle do desmatamento na Amazônia como um processo de modernização ecológica: A experiência do projeto Município Verde ». *Revista Pos Ciências Sociais* [En ligne]. 2015. Vol. 12, nº24, p. 54-75. Disponible sur : < <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18764/2236-9473.v12n24p53-76> >
- Chardonnel S. « Time-geography: Individuals in Time and Space ». In : Sanders L (éd.). *Models in Spatial Analysis*. London : ISTE Ltd, 2007. p. 97-126. ISBN : 978-1-905209-09-5.
- Czyz T., Hauke J. « Entropy in Regional Analysis ». *Quaestiones Geographicae* [En ligne]. 2015. Vol. 34, nº4, p. 69-78. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1515/quageo-2015-0037> >
- Hart P. E. « Entropy and Other Measures of Concentration ». *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* [En ligne]. 1971. Vol. 134, nº1, p. 73-85. Disponible sur : < <https://doi.org/10.2307/2343975> >
- Horowitz I. « Employment Concentration in the Common Market : An Entropy Approach ». *Journal of the Royal Statistical Society - Serie A (General)*. 1970. Vol. 133, nº3, p. 463-479.
- Lima J. B., Silva J. M. P. Da. « Dinâmicas Econômicas e Ordenamentos Territoriais dos Grandes Projetos de Mineração no Estado do Pará (2009-2014): O Caso de Paragominas ». *Geosaberes*. 2016. Vol. 3, p. 402-416.

- Maskell P. « Towards a knowledge-based theory of the geographical cluster ». *Industrial and Corporate Change* [En ligne]. 2001. Vol. 10, n°4, p. 921-943. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.921> >
- Mattos M., Uhl C. « Perspectivas Econômicas e Ecológicas na Amazônia Oriental na década de 90: o caso Paragominas ». In : *A Evolução da Fronteira Amazônica: Oportunidades para um Desenvolvimento Sustentável*. Porto Alegre : Edições Caravela, 1996. p. 41-65.
- Mourão Jr. M., Homma A. K. O., Venturieri A., Pocard-Chapuis R. « Sistemas produtivos agropecuários, extrativistas e territorialidades no estado do Pará: uma análise do último quarto de século (Referente ao capítulo I.a da presente tese) ». *Em submissão Revista Confins*. 2017a. p. 1-130.
- Mourão Jr. M., Homma A. K. O., Venturieri A., Pocard-Chapuis R. « Arranjos de cadeias produtivas no estado do Pará: apontamentos a uma geografia agrônômica (Referente ao capítulo I.b da presente tese) ». *Em submissão Revista Confins*. 2017b. p. 1-50.
- Patil G. P., Taillie C. « Diversity as a Concept and its Measurement ». *Journal of the American Statistical Association* [En ligne]. 1982. Vol. 77, n°379, p. 548-561. Disponible sur : < <https://doi.org/10.2307/2287709> >
- Piketty M.-G., Pocard-Chapuis R., Drigo I., Coudel E. « Multi-level Governance of Land Use Changes in the Brazilian Amazon: Lessons from Paragominas, State of Pará ». *Forests* [En ligne]. 2015. Vol. 6, p. 1516-1536. Disponible sur : < <https://doi.org/10.3390/f6051516> >
- Pocard-Chapuis R., Thalès M., Venturieri A., Piketty M., Bastos J., Tourrand J. « A cadeia produtiva da carne: Uma ferramenta para monitorar as dinâmicas nas frentes pioneiras na Amazônia brasileira ». *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. 2005. Vol. 22, n°1, p. 125-138.
- Polge E., Torre A., Piraux M. « Dynamiques de proximités dans la construction de réseaux socio-économiques territoriaux en Amazonie brésilienne ». *Géographie, Économie, Société* [En ligne]. 2016. Vol. 18, n°4, p. 395–426. Disponible sur : < <https://doi.org/10.3166/ges.18.493-524> >
- Rivaroli S., Bertazzoli A., Ghelfi R., Laghi A. « Multifunctional farming in Emilia-Romagna region: An analysis through agricultural census data ». *New Medit*. 2016. Vol. 15, n°2, p. 37-44.
- Rogerson R., Yamada I. *Statistical Detection and Surveillance of Geographic Clusters* [En ligne]. 1st éd. Boca Raton : CRC Press, 2009. 325 p. Disponible sur : < https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2009.01343_6.x > ISBN : 9781584889359.
- Saes M. S. M., Silveira R. L. F. « Novas formas de organização das cadeias agrícolas brasileiras: tendências recentes ». In : Buaiainain AM, Alves E, Silveira JM Da, Navarro Z (éd.). *O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A Formação de um Novo Padrão Agrário e Agrícola*. Brasília, DF : Embrapa, 2014. p. 295-315. ISBN : 9788570353368.
- Stimson R. J. « Proximity and endogenous regional development ». In : Torre A, Wallet F (éd.).

Regional Development and Proximity Relations. Northampton, UK : Edward Elgar Publishing Limited, 2014. p. 47-93. ISBN : 978-1-78100-288-9.

Théry H. « De quelques modèles amazoniens In: Brésil, les dynamiques territoriales - Cartographie de l'Amazonie: Des modèles au zonage ». *Cahiers des Amériques Latines*. 1997. Vol. 24, p. 76-92.

Théry H. « Modélisation graphique et analyse régionale: Une méthode et un exemple ». *Cahiers de géographie du Québec*. 1988. Vol. 32, n°86, p. 135-150.

Théry H. « Modelização Gráfica Para a Análise Regional: Um Método ». *Geosup - Espaço e Tempo*. 2004. Vol. 15, p. 179-188.

Torre A. « Proximity relations at the heart of territorial development processes: from clusters, spatial conflicts and temporary geographical proximity to territorial governance ». In : Torre A, Wallet F (éd.). *Regional Development and Proximity Relations*. Northampton, UK : Edward Elgar Publishing Limited, 2014. p. 94-134. ISBN : 978-1-78100-288-9.

Veiga J. B., Tourrand J. F., Piketty M.-G., Pocard-Chapuis R., Alves A. M. N., Thalès M. *Expansão e trajetórias da pecuária na Amazônia, Pará, Brasil*. Brasília, DF : Editora da UNB, 2004. 160 p.

Veríssimo A., Barreto P., Mattos M., Tarifa R., Uhl C. « Impactos da Atividade Madeireira e Perspectivas para o Manejo Sustentável numa Velha Fronteira da Amazônia: O caso Paragominas ». In : Almeida OT (éd.). *Evolução da Fronteira Amazônica: Oportunidades para um Desenvolvimento Sustentável*. Porto Alegre : Edições Caravela, 1996. p. 9-37.

Xavier A. D. S. *Fronts Pionniers D'amazonie, Les Dynamiques Paysannes au Brésil*. Paris : CNRS Editions, 2006. 223 p.

Zylbersztajn D. « Coordenação e governança de sistemas agroindustriais ». In : Buaiainain AM, Alves E, Silveira JM Da, Navarro Z (éd.). *O Mundo Rural no Brasil do Século 21: A Formação de um Novo Padrão Agrário e Agrícola*. Brasília, DF : Embrapa, 2014. p. 267-294. ISBN : 9788570353368.