



HAL
open science

Paysage et intensification de l'élevage en Amazonie brésilienne : De nouvelles dynamiques spatio-temporelles à l'échelle des exploitations agricoles

Sophie Sylvie Plassin, René R. Pocard-Chapuis, François Laurent,
Marie-Gabrielle Piketty, Gustavo Pimentel Martinez, Jean-François Tourrand

► To cite this version:

Sophie Sylvie Plassin, René R. Pocard-Chapuis, François Laurent, Marie-Gabrielle Piketty, Gustavo Pimentel Martinez, et al.. Paysage et intensification de l'élevage en Amazonie brésilienne : De nouvelles dynamiques spatio-temporelles à l'échelle des exploitations agricoles. *Confins - Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, 2017, 33, 10.4000/confins.12551 . halshs-02113952

HAL Id: halshs-02113952

<https://shs.hal.science/halshs-02113952>

Submitted on 2 Jun 2022

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



Confins

Revue franco-brésilienne de géographie / Revista
franco-brasileira de geografia

33 | 2017
Número 33

Paysage et intensification de l'élevage en Amazonie brésilienne : De nouvelles dynamiques spatio-temporelles à l'échelle des exploitations agricoles

*Paisagem e intensificação da pecuária na Amazônia : Novas dinâmicas espaço-
temporais na escala do estabelecimento agrícola*

*Landscape and intensification of cattle ranching in Brazilian Amazon: New
spatiotemporal dynamics at farm level*

**Sophie Sylvie Plassin, René Pocard-Chapuis, François Laurent, Marie-
Gabrielle Piketty, Gustavo Pimentel Martinez e Jean-François Tourrand**



Edição electrónica

URL: <https://journals.openedition.org/confins/12551>

DOI: 10.4000/confins.12551

ISSN: 1958-9212

Editora

Hervé Théry

Este documento é oferecido por Université Le Havre Normandie



Refêrencia eletrónica

Sophie Sylvie Plassin, René Pocard-Chapuis, François Laurent, Marie-Gabrielle Piketty, Gustavo Pimentel Martinez e Jean-François Tourrand, «Paysage et intensification de l'élevage en Amazonie brésilienne : De nouvelles dynamiques spatio-temporelles à l'échelle des exploitations agricoles», *Confins* [Online], 33 | 2017, posto online no dia 21 dezembro 2017, consultado o 01 junho 2022. URL: <http://journals.openedition.org/confins/12551> ; DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.12551>

Este documento foi criado de forma automática no dia 29 setembro 2020.



Confins – Revue franco-brésilienne de géographie est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International.

Paysage et intensification de l'élevage en Amazonie brésilienne : De nouvelles dynamiques spatio-temporelles à l'échelle des exploitations agricoles

Paisagem e intensificação da pecuária na Amazônia : Novas dinâmicas espaço-temporais na escala do estabelecimento agrícola

Landscape and intensification of cattle ranching in Brazilian Amazon: New spatiotemporal dynamics at farm level

Sophie Sylvie Plassin, René Pocard-Chapuis, François Laurent, Marie-Gabrielle Piketty, Gustavo Pimentel Martinez e Jean-François Tourrand

- 1 L'Amazonie est une région emblématique des enjeux agricoles et écologiques planétaires. Plus grande réserve de terres agricoles au monde (Lambin et al., 2013), elle constitue à la fois un grenier alimentaire mondial potentiel et un sanctuaire de forêts tropicales. Forte de ses avantages comparatifs et d'un mouvement de colonisation aux racines historiques, l'Amazonie brésilienne est également devenue l'une des principales régions d'élevage bovin sur la scène internationale (Veiga et al., 2010), avec plus de 80 millions de têtes et 37% du cheptel brésilien¹ (Ibge, 2013).

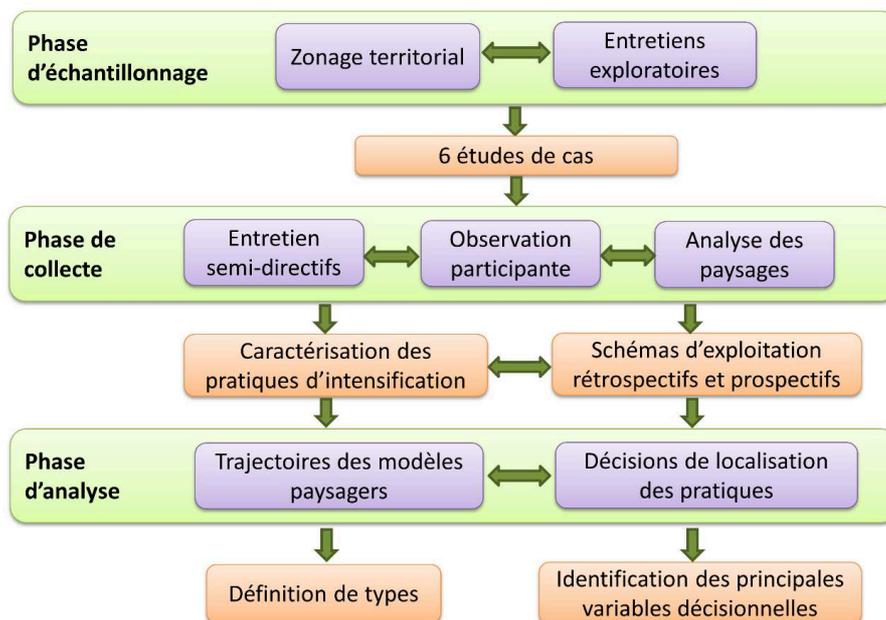


- 2 A l'instar d'autres régions tropicales (Deakin et al., 2016), l'Amazonie brésilienne connaît actuellement une nouvelle phase de transformations majeures de son agriculture, caractéristique d'une transition agraire. En 50 ans, les pratiques agricoles ont profondément évolué, de l'usage de l'abattis-brûlis vers les dernières technologies en pointe (Poccard-Chapuis et al., 2015). Les moteurs sociaux et environnementaux ayant impulsé ces transformations sont variés. Ont cependant prédominé la convergence de mesures coercitives de lutte contre la déforestation et de l'usage du feu (Nepstad et al., 2014) et les pressions des acteurs de l'aval à la recherche de produits légaux (Gibbs et al., 2015). Si grâce à ces actions, les taux annuels de déforestation à l'échelle de l'Amazonie légale ont considérablement diminué jusqu'à un plancher de 5000 km² depuis 2011 (Inpe, 2015), certains acteurs restent en marge de ce mouvement (Godar et al., 2014).
- 3 Gérant plus de 80% des surfaces ouvertes du biome amazonien (Inpe & Embrapa, 2012), les éleveurs, dans leur large diversité, sont les premiers concernés par cette transition. Sur les fronts pionniers, les systèmes d'élevage se sont développés sur la base d'un modèle extensif et d'une utilisation minière des ressources naturelles. Par leurs aspects multifonctionnels (constitution d'un patrimoine foncier, prestige social, sécurité d'une épargne et d'un revenu régulier, flexibilité de la gestion et faible besoin en main d'œuvre), ces systèmes ont montré leur efficacité et leur adéquation au processus de colonisation (Veiga et al., 2004; Tourrand et al., 2007). Cependant, ils ne permettent pas d'atteindre de hauts niveaux de productivité (maximum de 1 UA/ha²) ; en outre, les gestions inadéquates mènent fréquemment à la dégradation des pâturages et des sols (Dias-Filho, 2011). La surface en pâturages dégradés représenterait 13% de la surface ouverte en Amazonie légale brésilienne et la surface en forêts secondaires, dont une large partie est issue de la dégradation des pâturages, 22% (Inpe & Embrapa, 2012).
- 4 Face à la restriction de l'accès au massif forestier, ainsi qu'à l'objectif économique d'amélioration des performances des systèmes d'élevage, un mouvement d'intensification s'est mis en place (Piketty et al., 2015). Mais, celui-ci ne bénéficie guère de cadres incitatifs légaux, et se développe sur la base d'initiatives des éleveurs et de leurs réseaux. Les objectifs politiques restent vagues basés notamment sur la notion de récupération d'aires dégradées. De plus l'absence de connaissances empiriques du processus d'intensification, et même de mesures opérationnelles en ce sens, contraste avec l'importance des enjeux environnementaux. Notre étude s'inscrit dans une perspective de combler cette lacune, pour produire une information détaillée sur les processus d'intensification de l'élevage dans ce nouveau contexte zéro-déforestation.
- 5 L'approche retenue est centrée sur le concept de paysage qui permet non seulement l'analyse conjointe des dynamiques de production et de gestion des ressources naturelles, mais aussi de prendre en compte la dimension spatiale du système d'élevage. Car, à notre connaissance, il n'existe pas de travaux qui aient cherché à comprendre les logiques spatiales d'intensification fourragère en Amazonie brésilienne. Pourtant, ailleurs dans le monde, des études ont montré l'importance de cette approche pour comprendre l'organisation des systèmes fourragers (Mottet et al., 2006; Andrieu et al., 2007). De plus cette dimension spatiale est essentielle pour faire de la prospective sur les impacts de l'intensification de l'usage des sols, et discuter des équilibres entre production agricole et conservation de la forêt.

Cadre conceptuel et méthode

- 6 Pour comprendre les stratégies spatialisées d'intensification d'usage des sols et du système fourrager, notre démarche repose sur quatre points. Premièrement, nous définirons le cadre conceptuel mobilisé. Deuxièmement, nous présenterons les cas d'étude choisis. Troisièmement, nous aborderons les méthodes de collecte des données et quatrièmement le modèle d'analyse. Les étapes de la méthodologie sont résumées dans la Figure 1.

Figure : Etapes méthodologiques



Cadre conceptuel

- 7 L'approche par le paysage est une entrée privilégiée pour étudier l'organisation de l'espace. Sur la base de typologies spatiales, elle permet de caractériser et de comprendre les dynamiques spatio-temporelles. En Amazonie, cette approche a permis d'établir des relations entre les processus de colonisation et les faciès paysagers (Mertens et al., 2002; Laques, 2003; Auteur, 2004; Dubreuil et al., 2008). Notre approche s'inscrit plus précisément dans le courant de recherche de l'agronomie des paysages. Ce courant considère que les pratiques d'usage des sols et d'organisation spatiale sont conditionnées par les perceptions qu'ont les agriculteurs de leurs paysages et des ressources naturelles. D'autre part, il analyse comment les dynamiques d'évolution des ressources naturelles et les pratiques agricoles influencent la dynamique des paysages (Benoit et al., 2012).
- 8 Point original de notre démarche, nous sommes partis de la compréhension des processus de décision à l'origine de l'organisation des paysages à l'échelle des exploitations agricoles. Cette approche « orientée-processus » (ou « *from process to*

pattern ») permet d'établir des relations de cause à effet entre les variables explicatives et les patterns identifiés (Overmars et al., 2007). Nous l'avons appliquée au système individuel de décision des éleveurs car dans les régions pionnières, les comportements sont plus individualistes et les niveaux supérieurs d'organisation collective ont peu d'influence sur la gestion des paysages. L'exploitation agricole constitue l'unique unité décisionnelle (Encadré 1).

Encadré : Définition de paysage

Nous le considérons comme un agroécosystème spatialisé et dynamique. Il constitue un cadre pertinent pour l'analyse spatiale des interactions entre les systèmes de décision des éleveurs et les ressources naturelles, localisées dans l'espace. Ce concept permet ainsi de raisonner dans l'espace les équilibres entre production et conservation. Multi-scalaire, il peut être mobilisé à l'échelle du biome, de la commune, ou encore de l'exploitation agricole. Compte tenu de la faiblesse des institutions collectives en Amazonie, comparativement aux exploitations agricoles, nous avons choisi de délimiter leur analyse à l'échelle de l'exploitation agricole.

- 9 Pour comprendre les décisions des éleveurs, nous avons eu recours à une approche systémique de l'exploitation agricole que nous avons conceptualisée comme un système socio-écologique (Darnhofer et al., 2010). Même si notre focus concernait l'usage des sols et le système d'élevage, la compréhension de ces décisions nécessite une approche globale de l'exploitation afin de tenir compte des interactions entre ses composantes, et entre l'exploitation et son environnement.
- 10 L'approche temporelle des dynamiques s'est faite à travers le cadre conceptuel des trajectoires d'exploitation. Ce cadre est privilégié pour analyser les processus de changements (Cialdella et al., 2009) et la flexibilité des exploitations face au contexte incertain dans lequel elles évoluent (Lemery et al., 2005). Il nous a permis de relier les évolutions socio-techniques de l'exploitation aux dynamiques de paysages et d'analyser de façon rétrospective les adaptations de stratégies d'usage des sols. Nous l'avons couplé à une approche prospective afin de connaître également les projets d'intensification des éleveurs.

Choix des cas d'études

- 11 Notre démarche « orientée-processus » suppose de procéder à un échantillonnage des systèmes de décision par le biais de typologies par exemple (Valbuena et al., 2008). Pour avoir une diversité de types, nous avons mené l'étude dans deux fronts post-pionniers du Pará où les dynamiques agraires sont contrastées : Paragominas (Nord-est du Pará) et Redenção (Sud du Pará) (Tableau 1). Ces deux communes, fondées dans les années 1960 au moment de la colonisation, ont connu un développement agraire caractéristique des fronts pionniers et sont devenus deux bassins d'élevage majeurs dans la région (Vaz et al., 2012). Paragominas, premier « Municipice Vert³ » du Pará, est toutefois dans une phase d'intensification plus avancée que Redenção (Thalès & Pocard-Chapuis, 2014).

Tableau : Caractéristiques des communes de Paragominas et Redenção

Commune	Surface (km ²)	Densité habitants (hab/km ²) ¹	% déforestation ²	Caractéristiques de l'élevage ³		Municipe Vert ⁴	Front pionnier ⁵
				Fazenda	Familiale		
Paragominas	19341	5,06	44,5	Intensification intégration	Marginalisée	2010	Intensification
Redenção	3823	19,75	70	Traditionnelle	Lait	2016	Consolidation

1- Ibge (2010) ; 2 - Inpe (2015) ; 3 – Vaz et al. (2012) ; 4 - PMV (2016) ; 5 - Thalês & Pocard-Chapuis (2014)

- 12 Au sein de ces communes, nous avons sélectionné six exploitations agricoles qui nous ont servi de cas d'étude afin de comprendre comment face à une diversité de situations agraires les éleveurs s'adaptent. Nous avons suivi la démarche éprouvée par Auteur (2015c) et avons réalisé des entretiens avec des exploitations agricoles clés, sélectionnées de façon empirique, non aléatoire. À partir d'un zonage territorial, d'entretiens exploratoires, et des connaissances de l'équipe, nous avons retenu six exploitations agricoles se différenciant le plus possible selon : i) leur localisation géographique (distance et accessibilité aux infrastructures logistiques et aux marchés) ; ii) leur situation socio-économique (agriculture familiale ou entrepreneuriale, position dans le cycle de vie de l'exploitation c'est-à-dire en phase d'installation, de croisière) ; iii) les caractéristiques biophysiques du paysage (géomorphologie, hydrographie, occupation du sol). Ces fermes peuvent être classées selon un gradient d'intensification (Tableau 2). Dans chacune d'elles, même s'il génère peu de revenu, l'élevage est une composante essentielle des projets.

Tableau : Caractéristiques des six cas d'étude

Cas d'étude (Exploitation agricole)	Gradient intensification (1-5)	Surface (ha)	Main d'œuvre	Accès - distance marchés	Date colonisation	% surfaces ouvertes
Familiale traditionnelle abattis brûlés	1	44	0,3	=	2001	35
Familiale traditionnelle sans feu	2	135	1,5	-	2004	91
Familiale intensification haut niveau d'intrants	4	127	2	+	1996	65

Traditionnelle sans feu	- 3	9 955	6	-	1988	49
Intensification écologique	5	29 762	60	+	1962	40
Intensification haut niveau d'intrants	- 5	1 090	6	+	1970	53

Collecte des données

- 13 Le recours à des méthodes ethnographiques nous a semblé pertinent pour comprendre les décisions des éleveurs sous-tendant la formation de ces modèles paysagers. Entre décembre 2013 et juin 2016, nous avons réalisé dans ces exploitations des entretiens semi-directifs combinés à de l'observation participante. Les entretiens nous ont permis de recueillir des informations factuelles quantitatives et qualitatives sur l'exploitation, son fonctionnement (en particulier sur le système d'élevage bovin, la gestion des fourrages), mais aussi à explorer les points de vue des éleveurs, leurs perceptions des ressources naturelles et des paysages, et à enregistrer avec leurs propres mots les raisons les poussant à mener certaines pratiques. Contrairement à l'application de questionnaires fermés, l'entretien semi-directif est interactif et permet à l'interlocuteur de s'exprimer plus librement (Wood, 2015). Pour pouvoir reconstituer les trajectoires, nous avons collecté des informations rétrospectives sur le système d'exploitation et les principaux événements survenus dans le passé et avons demandé aux producteurs de se projeter à moyen terme. L'observation participante nous a permis d'enrichir ces informations en confrontant le discours aux actions observées. Plusieurs visites ont eu lieu dans chaque exploitation. Cette démarche itérative a permis entre chaque visite de synthétiser les données collectées, de repérer les incohérences, et de les clarifier aux visites suivantes, validant ainsi notre compréhension du système.
- 14 Nous avons aussi cartographié des données d'occupation du sol et de pratiques associées afin de reconstituer, depuis l'installation de l'éleveur, la dynamique d'utilisation et de configuration du territoire de l'exploitation et d'en expliciter les déterminants. Nous nous sommes appuyés sur des données secondaires (des images satellites historiques Landsat et Rapid'Eyes, le Cadastre des exploitations, les données topographiques du SRTM, des données de sol) que nous avons complétées par des analyses des paysages (observations de terrain, relevés GPS) et la conception de croquis avec les éleveurs.

Formalisation des trajectoires et représentation des modèles paysagers

- 15 L'ensemble de ces informations a été systématisé pour représenter les trajectoires d'évolution des modèles paysagers en lien avec les évolutions socio-techniques des exploitations. Nous avons adapté la méthode de traitement proposée par Moulin et al. (2008) à notre approche spatiale. Après avoir retranscrit l'ensemble des événements de

l'exploitation et de son environnement sur une frise, nous avons décomposé les chroniques des exploitations en un ensemble de phases de cohérence successives. Pour chacune de ces phases, nous avons représenté graphiquement les modèles paysagers correspondants. Ces modèles graphiques nous ont permis de rendre compte à la fois des dynamiques spatio-temporelles qu'engendre l'intensification de l'élevage dans les exploitations et d'expliquer pour chaque exploitation les déterminants des décisions de localisation, en testant en particulier le rôle que jouent les ressources naturelles dans ces décisions. Notre démarche d'élaboration des modèles paysagers, qui s'inspire de la chorématique (Brunet, 1986), est itérative et articule à la fois la représentation des caractéristiques biophysiques du paysage et les pratiques de gestion du système fourrager sur le même fond. Les trajectoires des modèles paysagers ont ensuite été caractérisées sur la base d'indicateurs paysagers et de conduite du système fourrager (Tableau 3).

Tableau : Indicateurs utilisés pour caractériser les trajectoires des modèles paysagers

Dimension	Indicateurs	Mesure / modalité
Paysagère	Evolution des usages	Surface (%)
	Etat des pâturages	Propre, sale, enfriché
	Dégradation des ripisylves	Linéaire ripisylves dégradé/Linéaire cours d'eau
	Fragmentation de la réserve forestière	Bloc, fragmenté
	Vitesse d'expansion	Capacité de défriche (ha/an)
Conduite du système fourrager	Type de pâturage	Extensif, tournant, intensif
	Fertilisation	Jamais, au semis, entretien
	Gestion des repousses	Manuel, mécanique, chimique
	Densité de parcs	Nombre de parcs / Surface des parcs
	Clôture	Linéaire (km)
	Abreuvement du troupeau	Rivière, retenue artificielle, abreuvoir
	Irrigation	Oui, non
	Intégration agriculture-élevage	Jamais, réforme des pâturages dégradés, valorisation dans l'alimentation des bovins

Résultats

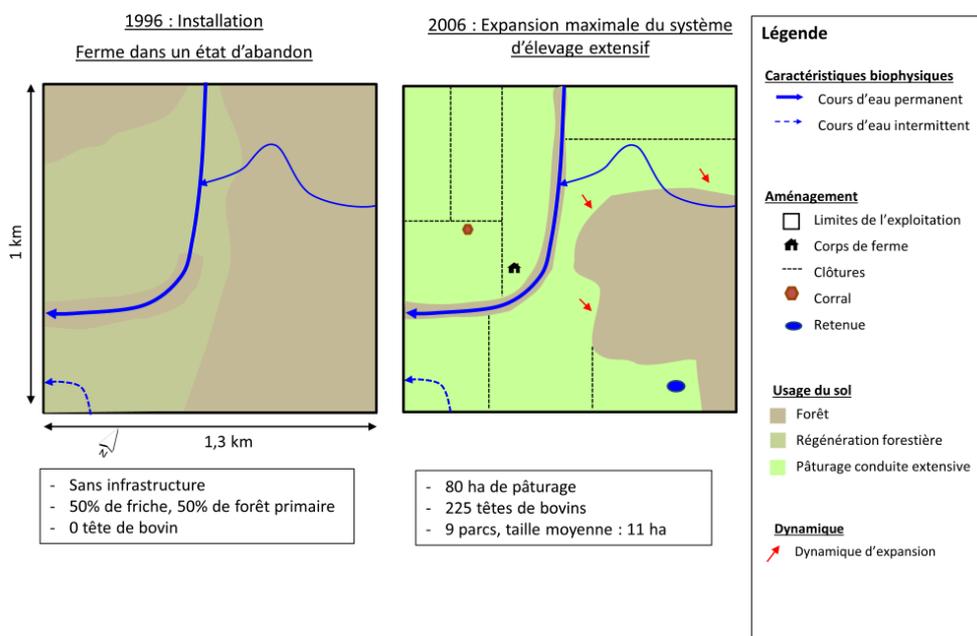
- 16 L'analyse synchronique et diachronique des trajectoires nous a permis de mettre en évidence une évolution des stratégies, reflet d'adaptations dans l'espace, et une

différenciation de ces stratégies entre producteurs. Premièrement, nous allons présenter les similarités d'évolution des trajectoires des six exploitations étudiées à l'époque de la colonisation. Puis nous montrerons la diversité de tendance d'évolutions des modèles paysagers et expliquerons les déterminants de ces logiques spatialisées. Des modèles graphiques choisis parmi les représentations disponibles dans l'annexe 1 illustreront nos résultats.

Des modèles paysagers homogènes formés dans une logique pionnière

- 17 Dans chacune des trajectoires, nous avons observé pendant la phase d'installation du système fourrager une logique pionnière prenant peu ou pas en compte les caractéristiques du paysage. Les paysages des exploitations, majoritairement couverts de forêts primaires et/ou secondaires, ont été transformés en surface productive, en suivant trois dynamiques d'expansion, éventuellement combinées :
- 18 - Une expansion rectiligne d'une extrémité vers une autre de l'exploitation. L'appropriation du foncier et la distance (du plus proche au plus loin) sont les déterminants de la logique d'expansion ().
- 19 - Une expansion fragmentée dans l'espace de l'exploitation pour profiter du réseau hydrographique superficiel pour l'abreuvement des bovins.
- 20 - Une expansion radiale du contour de l'exploitation vers son centre. Cette logique vise à protéger la réserve forestière. Les franges de pâturages démarquent le territoire et servent de barrière aux invasions.

Figure : Exemple de modèles paysagers d'expansion rectiligne des ouvertures



- 21 Excepté la localisation du réseau hydrographique superficiel, les caractéristiques du paysage sont peu prises en compte dans les décisions d'organisation spatiale des éleveurs en phase de colonisation. Nous observons des déforestations systématiques dont la localisation spatiale est raisonnée indépendamment des types de sol (texture, fertilité, profondeur, pierrosité, hydromorphie), de la géomorphologie (position dans la toposéquence, topographie) et de l'exposition au vent.
- 22 Les intensités de conversion de forêt en pâturage varient de quelques hectares dans les exploitations familiales à plusieurs centaines d'hectares dans les fazendas. Cette capacité de déforestation est liée au capital et à la quantité de main d'œuvre disponible sur l'exploitation, induisant des changements d'usages des sols plus ou moins rapides.
- 23 La forêt est perçue comme une réserve d'espace et de fertilité naturelle. Les fazendas implantent les pâturages directement après brûlis de la forêt, et les exploitants familiaux recourent au système de culture itinérante pour leur alimentation de subsistance. Quel que soit le système, le feu est la principale technique de changement d'utilisation des sols et touche tous les éléments paysagers.
- 24 La gestion des pâturages, extensive, est relativement semblable quelle que soit leur localisation dans le paysage de l'exploitation. Les pratiques reposent sur l'installation de pâturages de grande taille (jusqu'à 200 ha dans les fazendas), la monoculture de graminées exotiques et une gestion manuelle et par le feu des repousses.
- 25 Cette logique pionnière qui prend très peu en compte la variabilité spatiale des facteurs naturels donne lieu à des mosaïques d'usages des sols à trois composantes randomisées dans l'espace : i) des pâturages de graminées exotiques ; ii) des fragments forestiers en attente de déforestation ; iii) des parcelles en régénération forestière issues de la dégradation des pâturages et en attente de nouvelle conversion par le feu. Cela aboutit aussi à la déforestation de zones environnementalement sensibles (ripisylve, relief) et pourtant protégées par le code forestier brésilien à travers les APP (Aires de Protection Permanentes).

Vers des modèles paysagers plus hétérogènes

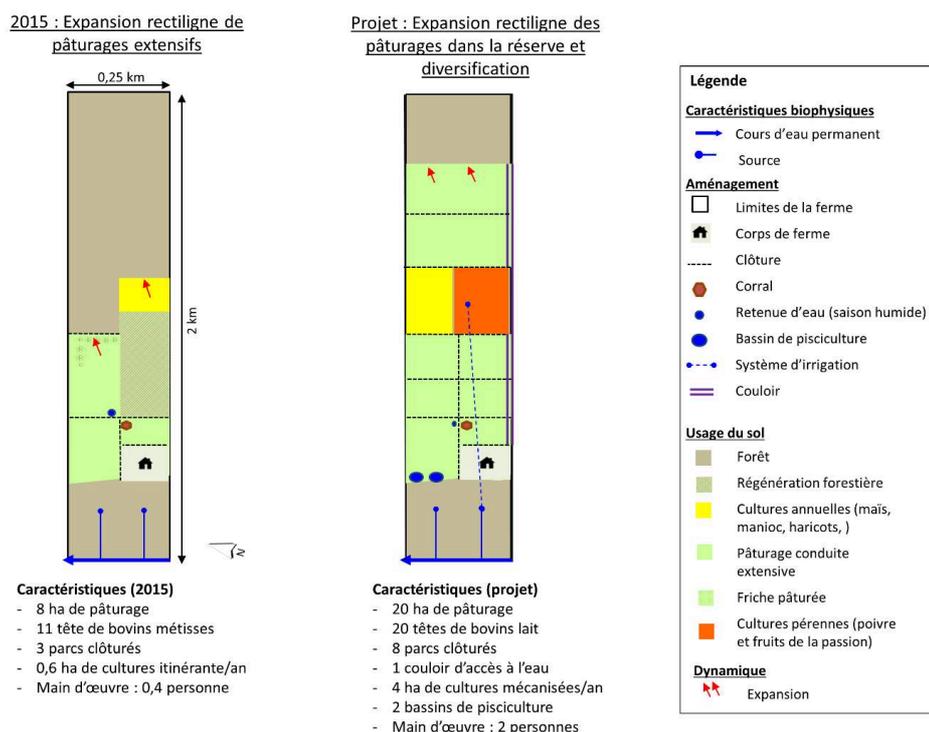
- 26 Dans le contexte actuel de zéro-déforestation, nous observons une adaptation des stratégies spatiales et une différenciation de ces stratégies se traduisant par 4 types de trajectoires de modèles paysagers.

1 - Expansion spatiale rectiligne et adaptation des différentes activités à la diversité d'unités géomorphologiques

- 27 Cette trajectoire est caractéristique de l'exploitation de type familiale traditionnelle – abattis-brûlis. Le processus d'intensification en est à ses débuts. Compte tenu de la faible taille de l'exploitation (moins de 50 ha) et des pâturages (moins de 15 % de la propriété), ce type d'exploitation projette de diversifier l'usage des sols vers des activités plus exigeantes en main d'œuvre et à plus forte valeur ajoutée, mais également d'agrandir la surface en pâturage dans la réserve forestière dégradée. Pour les exploitants, la surface productive actuelle est trop faible pour dégager un revenu.
- 28 Cette stratégie d'intensification repose sur une meilleure valorisation de l'eau et du relief (Figure 3). Les prairies occupent les versants ondulés pour assurer une couverture permanente du sol et limiter les problèmes d'érosion hydrique. Les cultures annuelles

et pérennes sont implantées sur les reliefs moins marqués pour être mécanisées et à une distance raisonnable du cours d'eau (moins de 1 km) pour être irriguées en saison sèche. Des bassins de pisciculture installés au fond des vallées valorisent la présence d'eau résiduelle et d'un relief encaissé favorable au terrassement. Toutefois, cette stratégie aboutit à une réduction de la surface en forêt d'environ 66% à 30% (en incluant les ripisylves).

Figure : Exemple de modèles paysagers dans une trajectoire d'expansion et d'adéquation aux caractéristiques biophysiques (familiale traditionnelle – abattis-brûlis)

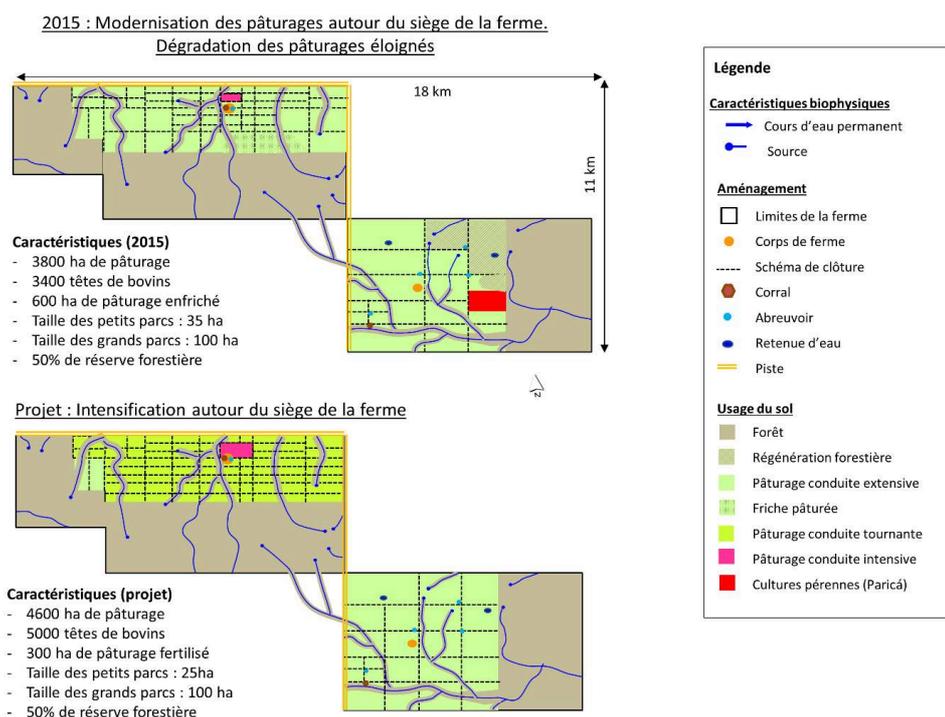


2 – Intensification classique et optimisation des distances

- 29 Les deux cas d'études correspondant à cette trajectoire (exploitation familiale et fazenda traditionnelles sans feu) ont un projet d'intensification basé sur des pratiques relativement simples qu'elles ont d'abord l'intention de mettre en place sur des zones proches du siège de l'exploitation ou du corral et faciles d'accès (Figure 4). Ces pratiques sont la réforme du pâturage par un nouveau semis de graminées sur des zones dégradées, la division des parcs pour mieux gérer le temps de pâturage et l'abandon de l'usage du feu. Des pratiques plus complexes et onéreuses font aussi partie des projets (l'usage de fertilisants, le pâturage tournant, l'irrigation), mais plusieurs freins empêchent leur mise en place à court terme : le coût financier et le risque d'invasion par le feu. Aucune de ces exploitations n'a pour projet d'ouvrir plus de surface, ni de laisser des surfaces se régénérer en forêt. Seules les bordures de cours d'eau sont abandonnées pour préserver la ressource hydrique et parce que la rupture de pente empêche le passage d'outils mécanisés.
- 30 Dans cette stratégie d'intensification, le principal déterminant est la distance et vise à rationaliser le travail. La localisation des ressources naturelles et des contraintes biophysiques (différence de texture de sol, pente, versant exposé au vent en saison

sèche) est secondaire. Dans les paysages, on observe ainsi un gradient d'intensification selon la distance aux éléments clés du système d'élevage, visible à travers la taille des pâturages (les pâturages plus distants ou moins accessibles sont trois fois plus grands), et la dégradation des pâturages (les plus éloignés sont moins entretenus).

Figure : Exemple de modèles paysagers dans une trajectoire d'intensification classique et optimisation topologique (fazenda traditionnelle sans feu)

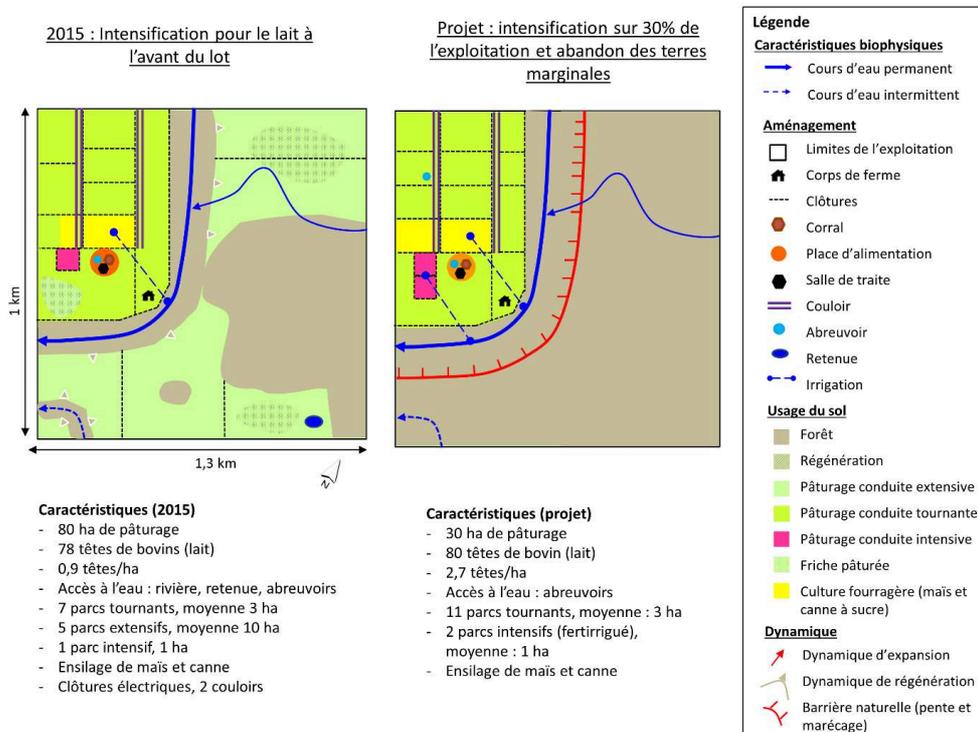


3 – Intensification de type « land sparing »

- 31 Le projet des deux cas d'étude représentant les exploitations familiales et fazendas de type intensification haut-niveau d'intrants repose sur l'augmentation du potentiel de production dans un espace défini de l'exploitation en ayant recours à des pratiques plus intensives en intrants chimiques et en énergie, et une préservation de la végétation naturelle sur le reste de l'exploitation. Cette stratégie correspond à ce qui est qualifié dans la littérature de « *land-sparing* ». Cette approche privilégie des paysages binaires, qui conservent de larges zones de protection de la nature sans intervention humaine et des espaces agricoles intensifiés avec un haut niveau de production (Green et al., 2005).
- 32 Les pratiques privilégiées sont l'implantation de pâturages tournants intensifs (fertilisation minérale), la production et la distribution de fourrages (canne et maïs), l'utilisation de concentrés et l'irrigation en saison sèche. Compte tenu de l'investissement financier qu'elles représentent, les éleveurs les positionnent à des lieux stratégiques de l'exploitation. Les décisions d'organisation spatiale sont déterminées par de multiples facteurs biophysiques et d'accessibilité les rendant plus complexes. Les pratiques sont localisées de manière à mieux valoriser l'eau bleue (irrigation dans les vallées du fait de la proximité du réseau hydrographique) et l'eau verte (choix des sols avec la meilleure capacité de rétention d'eau en saison sèche,

plantation d'arbres coupe-vent sur les parcelles exposées au vent). Les décisions de localisation des pratiques considère également le relief (abandon des zones dont la topographie est défavorable à la mécanisation) et les sols selon leur aspect physique (mécanisation des sols sans affleurement rocheux et avec une bonne capacité de drainage) et chimique (priorité aux sols moins sensibles au risque de lessivage). De nouveaux aménagements visent ainsi à préserver les berges des cours d'eau et les sources (abreuvoirs avec couloirs d'accès, clôture pour mise en défens des ripisylves). Les critères de distance et d'accessibilité deviennent également prépondérants. Les pâturages tournants intensifs sont implantés à proximité du siège de l'exploitation pour une meilleure surveillance. Les fourrages destinés à être stockés (ensilage) sont implantés dans un rayon proche de certains aménagements clés (corral, salle de traite) pour faciliter les flux de fertilité (épandage des déjections) et leur distribution (alimentation). Les parcs moins aptes pour l'intensification restent dans une gestion extensive, voire abandonnés pour compenser les besoins en main d'œuvre supplémentaires générés par l'intensification (Figure 5).

Figure : Exemple de modèle paysager dans une trajectoire d'intensification de type « land-sparing » (familiale intensification haut niveau d'intrants)

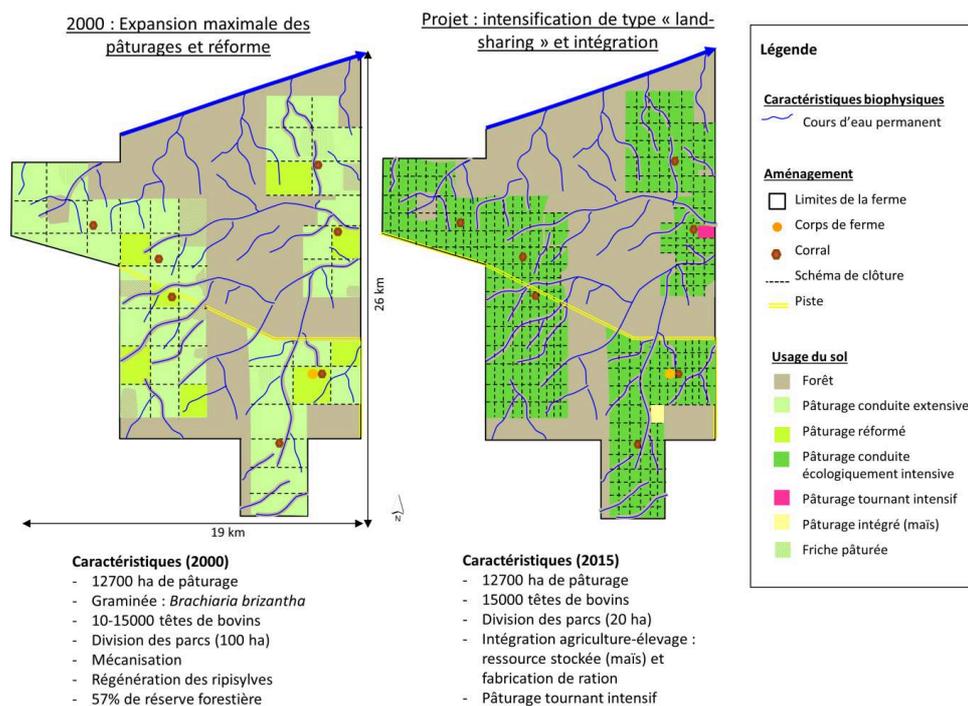


4 – Intensification de type « land-sharing »

- 33 Un autre modèle d'intensification privilégie non pas de hauts niveaux de productivité sur des surfaces limitées, mais un renforcement des mécanismes écologiques sur toutes les surfaces agricoles déjà converties. Cette stratégie s'apparente au « *land-sharing* » et inclut la conservation d'habitats naturels, le maintien d'habitats semi-naturels exploités de manière extensive et de zones agricoles qui minimisent les externalités négatives des fertilisants et pesticides (Green et al., 2005).

- 34 On retrouve ce type de stratégie chez un cas d'étude seulement, la fazenda en « intensification écologique » (Figure 6). La surface est d'une telle dimension que le recours à des techniques intensives en intrants aurait à grande échelle des conséquences notables sur la gestion de la trésorerie, les besoins en main d'œuvre et les infrastructures. Aussi, la conduite du système fourrager privilégie des pratiques écologiques nécessitant peu d'intrants. Il s'agit par exemple de l'usage de légumineuses (fixation de l'azote atmosphérique, qualité du fourrage enrichi en protéines), la régénération d'arbres natifs pour l'ombre et leur valeur économique, la réduction de la taille des pâturages et une gestion fine de la hauteur d'herbe résiduelle après pâturage pour maintenir l'activité biologique des sols et les protéger de l'érosion. Cette stratégie favorise la construction de paysages « rugueux » avec une haute densité d'arbres dans les prairies qui freinent le vent et le ruissellement.
- 35 Contrairement au « *land-sparing* », cette stratégie d'intensification vise une production homogène dans l'espace fourrager. Les décisions de réforme priorisent les parcs les plus dégradés et les plus grands. Aussi, contrairement aux précédents types, il y a moins de variabilité spatiale dans la taille des parcs. Excepté les bordures de cours d'eau non mécanisables, l'espace fourrager présente peu de contraintes biophysiques. L'exploitation adapte le choix des espèces fourragères aux différences de capacité de drainage (versants bien drainés vs bas-fonds inondables en saison humide et qui servent de réserve fourragère pour la saison sèche).

Figure : Exemple de modèle paysager dans une trajectoire d'intensification de type « *land-sharing* » (intensification - bas niveau d'intrants)



Discussion

Différenciation de l'espace

- 36 Notre approche par la compréhension des décisions des éleveurs et les modèles paysagers nous a permis de mettre en évidence que dans le contexte actuel de zéro-déforestation les éleveurs optent pour une diversité de stratégies d'intensification qui donnent lieu à des dynamiques spatiales contrastées selon les exploitations.
- 37 Alors qu'en phase d'expansion pionnière, les pratiques des colons sont peu orientées par les facteurs biophysiques (Biri & Maitre d'Hotel, 2002), nous avons montré que dans, les distances, ainsi que la localisation des ressources naturelles et des contraintes biophysiques au cours de l'année deviennent déterminantes dans l'organisation des systèmes fourragers et le processus d'intensification.
- 38 L'espace fourrager façonné lors de la colonisation n'est pas uniformément intensifié. Les éleveurs visent une plus grande efficacité spatiale dans l'usage des ressources (naturelles et humaines) et la valorisation de leur patrimoine (par la plantation ou la régénération d'arbres de valeurs, divisions des parcs, l'installation d'abreuvoirs, de couloirs d'accès). Cela débouche sur la construction de paysages plus hétérogènes que par le passé où nous pouvons schématiquement distinguer des espaces privilégiés (terres aux meilleures aptitudes agronomiques et facilement accessibles) où une gestion plus intensive est mise en œuvre et des espaces marginaux voués soit à des pratiques extensives nécessitant peu d'investissement, soit à la régénération forestière. Nos résultats concordent ainsi avec ceux de Caviglia-Harris et al. (2014) et Laue & Arima (2015) qui ont montré dans d'autres régions d'Amazonie brésilienne, que les parcelles en régénération forestière présentaient des caractéristiques biophysiques et d'accessibilité défavorables à la production agricole : parcelles situées en bordure de cours d'eau, forte pente, mauvaise qualité agronomique du sol, distante des routes et des marchés. Toutefois, cette différenciation de l'espace fourrager n'est pas une dynamique propre aux fronts post-pionniers d'Amazonie. En France, Mottet et al. (2006) et Andrieu et al. (2007) ont montré que les décisions d'intensification et de mécanisation des systèmes fourragers étaient déterminées par l'altitude, le relief, l'orientation des parcelles et la distance au corral. Au niveau européen, van Vliet et al. (2015) montrent aussi le poids des facteurs biophysiques et d'accessibilité dans les processus d'intensification et d'extensification de l'usage des sols.

Concilier intensification et conservation

- 39 Parallèlement au mouvement d'intensification, il existe un processus de régénération forestière. Les APP (bandes tampons en bordure des cours d'eau, des sources, marécages, versants escarpés) sont particulièrement concernées. Avec l'arrêt de l'usage du feu, les travaux de nettoyage et de réforme des pâturages sont de plus en plus mécanisés. Or, de par leurs caractéristiques biophysiques, ces zones ne sont pas mécanisables et donc spontanément abandonnées à la régénération forestière. En outre, les éleveurs peuvent chercher à les protéger pour fournir divers services écosystémiques : protection de l'eau et des sols, de la biodiversité, bien être pour le troupeau (ombre), production de fruits.

- 40 Des zones de pâturages hors APP mais marginales du fait de leur distance, de leur difficulté d'accès et du coût qu'elles représentent pour l'entretien des clôtures, pourraient aussi entrer dans un processus de déprise. Toutefois, incertains de leur capacité à être autonomes sur une surface agricole plus restreinte et de pouvoir valoriser aussi bien leur patrimoine foncier (la valeur foncière des surfaces converties est supérieure à celle des forêts), les éleveurs n'abandonnent pas nécessairement de manière définitive ces surfaces. Il serait intéressant de réfléchir vers quels types de pratiques orienter ces espaces pour les maintenir productifs tout en fournissant d'autres services écosystémiques (systèmes sylvo-pastoraux par exemple).

Accompagner les pratiques fourragères éco-efficientes

- 41 Plusieurs travaux théoriques ont montré que l'intensification peut améliorer les performances économiques de l'élevage en Amazonie (Stabile et al., 2016) tout en épargnant des terres en forêt et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (Cohn et al., 2014; Cardoso et al., 2016). Toutefois, les dynamiques d'intensification des usages des sols que nous avons observées sont complexes remettant en question deux hypothèses sur lesquelles sont souvent fondés les raisonnements scientifiques. Premièrement, ce ne sont pas les pâturages dégradés qui sont visés par l'intensification mais les terres aux bonnes aptitudes agronomiques et les plus accessibles. L'état de dégradation des pâturages est une variable décisionnelle secondaire dans la localisation des activités d'intensification. Il n'y a pas d'intérêt agronomique à investir dans la récupération de terres à faible potentiel. Deuxièmement, l'hypothèse selon laquelle l'intensification pourrait permettre d'épargner plus de terres en forêt n'est pas vérifiée dans notre analyse. Les terres ayant un bon potentiel agricole restent des cibles privilégiées pour l'agriculture et l'élevage (Auteur, 2015b), quelque soit leur usage agricole (pâturage, forêt primaire ou régénération forestière).
- 42 Ce résultat remet donc en question cet *a priori* non fondé et invite à formuler de nouvelles politiques accompagnant mieux les processus d'intensification en cours, pour se rapprocher des logiques des producteurs et être ainsi plus efficaces. Tout d'abord il s'agit d'encourager les efforts de recherche et développement dans la conception et la vulgarisation de pratiques plus éco-efficientes, qui permettent à la fois un meilleur usage des ressources naturelles localisées dans l'espace tout en étant adaptées à la diversité des profils des éleveurs, c'est-à-dire à leur capacité d'innovation et d'investissement. La division des pâturages, le pâturage tournant, les systèmes sylvo-pastoraux, l'usage de légumineuses, les techniques simplifiées de travail du sol sont des exemples prometteurs de pratiques. De plus, il s'agit d'adapter les lignes de crédit pour inciter davantage les éleveurs à adopter des pratiques éco-efficientes, aujourd'hui mises en œuvre par une minorité d'éleveurs et souvent de leur propre initiative. La seule ligne de crédit existante est celle du plan ABC (Agriculture Bas Carbone), mais elle rencontre des difficultés d'exécution (Observatório do plano ABC, 2015), et est donc peu mobilisée.

Conclusion

- 43 Comprendre les stratégies d'intensification d'usages des sols des éleveurs est important pour guider la conception de systèmes d'élevage valorisant mieux les ressources

naturelles. Notre approche centrée sur le paysage a permis d'analyser spatialement ce processus à l'échelle des exploitations et de mettre en évidence de nouvelles interactions entre les systèmes de décision des éleveurs et les ressources naturelles, localisées dans les paysages.

- 44 Les éleveurs, dans leur large diversité, développent diverses stratégies d'usage des sols. Les distances et l'accessibilité aux parcelles, l'eau, le relief, la qualité physique et chimique des sols et l'exposition au vent deviennent déterminantes dans l'organisation des systèmes fourragers. Dans cette logique post-pionnière, les paysages ne sont plus perçus comme des espaces homogènes et les ressources naturelles comme un simple capital à exploiter. Des modèles paysagers plus hétérogènes émergent, dans lesquels les éleveurs cherchent à valoriser leur patrimoine en ressources naturelles et à rationaliser leur investissement humain.
- 45 En montrant que les stratégies d'intensification des usages des sols des éleveurs ne visent pas les pâturages dégradés mais une efficacité spatiale dans l'usage des ressources, nous remettons en cause le fait que l'intensification de l'élevage puisse favoriser la récupération de tous les pâturages dégradés, et la préservation de la forêt. Des politiques favorisant l'adoption de pratiques éco-efficaces et planifiant l'organisation spatiale des zones à intensifier et des zones à conserver permettraient de mieux appréhender les équilibres entre production agricole et préservation de la nature dans les exploitations. Or, les acteurs locaux ne disposent pas des outils de réflexion et d'aide à la décision pour cette planification. Une perspective future de recherche serait de modéliser spatialement ces nouveaux projets d'intensification pour en évaluer les impacts environnementaux, économiques et sociaux, cartographier les dynamiques de paysage associées et montrer aux acteurs locaux différents scénarios d'évolution.

Remerciements

- 46 Les auteurs remercient les trois évaluateurs pour leurs commentaires pertinents qui nous ont permis d'améliorer l'article, l'Agence Nationale de la Recherche française pour son soutien financier dans le cadre du projet ECOTERA (Ecoefficiences et développement Territorial en Amazonie brésilienne; ANR-13-AGRO-0003), le CGIAR pour son soutien financier dans le cadre du programme Climate Change and Food Security Program (CCAFS) et du projet TERRACERT (Project P11-FP3-LAM-CIFOR), le CIRAD et la Fondation Rotary pour le financement d'une bourse de doctorat (Global Grant 1410684).

BIBLIOGRAFIA

Andrieu, N., Josien, E., Duru, M. Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use management practices assessed at the farm level. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol.120, n.2-4, p. 359-369, 2007.

DOI: 10.1016/j.agee.2006.10.022

Benoit, M., Rizzo, D., Marraccini, E., Moonen, A. C., Galli, M. *et alii*. Landscape agronomy: a new field for addressing agricultural landscape dynamics. *Landscape Ecology*, vol.27, n.10, p. 1385-1394, 2012.

DOI: 10.1007/s10980-012-9802-8

Biri, K. B., Maitre D'hotel, E. Contribution à l'étude de la durabilité de l'agriculture familiale en zone de front pionnier : exemple de la communauté de Benfica en Amazonie Orientale brésilienne. Montpellier, 2002. Mémoire de fin d'études.CNEARC.

Brunet, R. La carte-modèle et les chorèmes. *Mappemonde*, vol.86, n.4, p. 2-6, 1986.

Cardoso, A. S., Berndt, A., Leytem, A., Alves, B. J. R., De Carvalho, I. D. O. *et alii*. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems*, vol.143, p. 86-96, 2016.

DOI: 10.1016/j.agsy.2015.12.007

Caviglia-Harris, J. L., Toomey, M., Harris, D. W., Mullan, K., Bell, A. R. *et alii*. Detecting and interpreting secondary forest on an old Amazonian frontier. *Journal of Land Use Science*, vol.10, n. 4, p. 442-465, 2014.

DOI: 10.1080/1747423x.2014.940614

Cialdella, N., Dobremez, L., Madelrieux, S. Livestock farming systems in urban mountain regions: Differentiated paths to remain in time. *Outlook on Agriculture*, vol.38, n.2, p. 127-135, 2009.

Cohn, A. S., Mosnier, A., Havlik, P., Valin, H., Herrero, M. *et alii*. Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.111, n.20, p. 7236-7241, 2014.

DOI: 10.1073/pnas.1307163111

Darnhofer, I., Fairweather, J., Moller, H. Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, vol.8, n.3, p. 186-198, 2010.

DOI: 10.3763/ijas.2010.0480

Deakin, E. L., Kshatriya, M., Sunderland, T. C. H. *Agrarian change in tropical landscapes*. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR). 306 p., 2016.

Dias-Filho, M. B. *Degradação de pastagens : processos, causas e estratégias de recuperação*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 4 ed. rev, atual e ampl. 215 p., 2011.

Dubreuil, V., Laques, A. É., Nédélec, V., Arvor, D., Gurgel, H. Amazonian landscapes and pioneer fronts monitored by remote sensing: The case of Mato Grosso. *Espace Géographique*, vol.37, n.1, p. 57-74, 2008.

Gibbs, H. K., Munger, J., L'roe, J., Barreto, P., Pereira, R. *et alii*. Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon? *Conservation Letters*, vol.9, n. 1, p. 1-11, 2015.

DOI: 10.1111/conl.12175

Godar, J., Gardner, T. A., Tizado, E. J., Pacheco, P. Actor-specific contributions to the deforestation slowdown in the Brazilian Amazon. *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol.111, n.43, p. 15591-15596, 2014.

DOI: 10.1073/pnas.1322825111

Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P., Balmford, A. Farming and the fate of wild nature. *Science*, vol.307, n.5709, p. 550-555, 2005.

DOI: 10.1126/science.1106049

Ibge. 2010. Censo demográfico.

< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> >. Consulté le 19 septembre 2016.

Ibge. 2013. Pesquisa Pecuária Municipal (PPM).

< <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=3939> >. Consulté le 19 septembre 2016.

Inpe. 2015. Base de données municipales PRODES.

< <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php> >. Consulté le 25 août 2016.

Inpe, Embrapa. Projeto TerraClass. Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra na Amazônia Legal Brasileira. 2012

Lambin, E. F., Gibbs, H. K., Ferreira, L., Grau, R., Mayaux, P. *et alii*. Estimating the world's potentially available cropland using a bottom-up approach. *Global Environmental Change*, vol.23, n. 5, p. 892-901, 2013.

DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2013.05.005

Laques, A.-E. Paysages et modèles paysagers: des indicateurs géographiques pour l'analyse des dynamiques spatio-temporelles d'un front pionnier (le cas de São Felix do Xingu, Brésil, Etat du Pará). In: Actes du colloque "Objets et indicateurs géographiques", 109-120, Avignon, FRA, 2003.

Laue, J. E., Arima, E. Y. Spatially explicit models of land abandonment in the Amazon. *Journal of Land Use Science*, vol.11, n.1, p. 48-75, 2015.

DOI: 10.1080/1747423x.2014.993341

Lemery, B., Ingrand, S., Dedieu, B., Dégrange, B. Agir en situation d'incertitude: le cas des éleveurs de bovins allaitants. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, n.288, p. 57-69, 2005.

Mertens, B., Pocard Chapuis, R., Piketty, M.-G., Laques, A.-E., Venturieri, A. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon : the case of Sao Félix do Xingu in South Para. *Agricultural Economics*, vol.27, n.3, p. 269-294, 2002.

DOI: 10.1016/s0169-5150(02)00076-2

Mottet, A., Ladet, S., Coqué, N., Gibon, A. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol.114, n.2-4, p. 296-310, 2006.

DOI: 10.1016/j.agee.2005.11.017

Moulin, C.-H., Ingrand, S., Lasseur, J., Malderieux, S., Napoléone, M. *et alii*. Comprendre et analyser les changements d'organisation et de conduite de l'élevage dans un ensemble d'exploitations : propositions méthodologiques. In: Dedieu, B., Chia, E., Leclerc, B., Moulin, C.-H., Tichit, M. (Org.). *L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores*. Versailles, France: Ed. Quae, 2008. pp. 9-19.

Nepstad, D., Mcgrath, D., Stickler, C., Alencar, A., Azevedo, A. *et alii*. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, vol. 344, n.6188, p. 1118-1123, 2014.

DOI: 10.1126/science.1248525

Observatório Do Plano ABC. *Análise dos Recursos do Programa ABC. Foco na Amazônia Legal - Potencial de redução de GEE e estudo de caso sobre o Programa ABC em Paragominas*. 21 p., 2015.

Overmars, K. P., Verburg, P. H., Veldkamp, T. Comparison of a deductive and an inductive approach to specify land suitability in a spatially explicit land use model. *Land Use Policy*, vol.24, n.3, p. 584-599, 2007.

DOI: 10.1016/j.landusepol.2005.09.008

Piketty, M.-G., Pocard-Chapuis, R., Drigo, I., Coudel, E., Plassin, S. *et alii*. Multi-level Governance of Land Use Changes in the Brazilian Amazon: Lessons from Paragominas, State of Pará. *Forests*, vol.6, n.5, p. 1516-1536, 2015.

DOI: 10.3390/f6051516

PMV. 2016. Base de dados do Programa Municípios Verdes.

< http://municipiosverdes.com.br/base_de_dados >. Consulté le 24 août 2016.

Pocard-Chapuis, R., Carvalho, S., Burlamaqui, A., Navegantes, L., Plassin, S. *et alii*. Des cendres de la forêt à l'économie verte, l'évolution agraire en Amazonie Orientale traduit-t-elle un mouvement d'intensification écologique ? *Fourrages*, n.222, p. 125-133, 2015.

Stabile, M. C. C., Simões, C. G., Azevedo, A. A., Woldmar, R. Oportunidades da intensificação da bovinicultura de corte em Mato Grosso. IPAM. Brasília - DP, p.8. 2016

Thalês, M., Pocard-Chapuis, R. Dinâmica espaço-temporal das frentes pioneiras no Estado do Pará. *Confins*, n.22, 2014.

DOI: 10.4000/confins.9860

Tourrand, J.-F., Valarié, F., Dias De Oliveira, J. R. Monopoly amazonien. *Cahiers Agricultures*, vol.16, n.5, p. 423-427, 2007.

DOI: 10.1684/agr.2007.0134

Valbuena, D., Verburg, P. H., Bregt, A. K. A method to define a typology for agent-based analysis in regional land-use research. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol.128, n.1-2, p. 27-36, 2008.

DOI: 10.1016/j.agee.2008.04.015

Van Vliet, J., De Groot, H. L. F., Rietveld, P., Verburg, P. H. Manifestations and underlying drivers of agricultural land use change in Europe. *Landscape and Urban Planning*, vol.133, p. 24-36, 2015.

DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.09.001

Vaz, V., Abreu De Carvalho, S., Barbosa, T., Thales, M. C., Mourão, M. *et alii*. A pecuária na agenda ambiental da amazônia brasileira : Percepções e representações dos atores locais. In: Almeida, J., Gerhardt, C., Magalhães, S. B. (Org.). *Contextos rurais e agenda ambiental no Brasil: Práticas, políticas, conflitos, interpretações. Dossiê 3*. Belém - PA: Rede de Estudos Rurais, 2012. pp. 65-90.

Veiga, J. B. D., Burlamaqui, A. B., Oliveira, D. J. R., Tourrand, J.-F., Pocard Chapuis, R. *et alii*. L'Amazonie, le nouvel Eldorado des éleveurs brésiliens. In: Sayago, D., Tourrand, J.-F., Bursztyn,

M., Drummond, J. A. (Org.). *L'Amazonie, un demi-siècle après la colonisation*. Versailles: Ed. Quae, 2010. pp. 207-223.

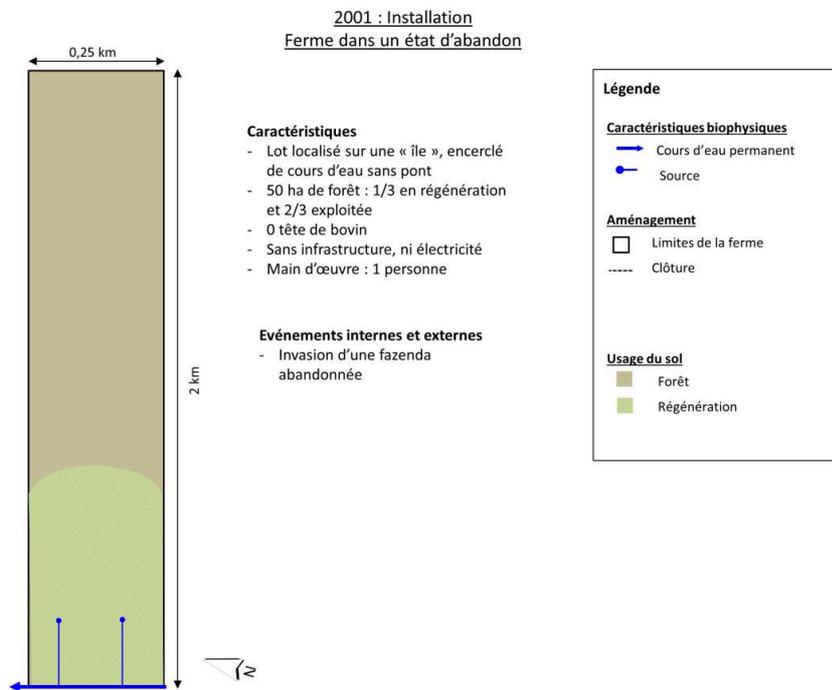
Veiga, J. B. D., Tourrand, J.-F., Piketty, M.-G., Pocard Chapuis, R., Alves, A. M. et alii. *Expansão e trajetórias da pecuária na Amazônia : Pará, Brasil*. Brasília, Brésil Universidade de Brasília. 161 p., 2004.

Wood, C. H. Introdução metodológica ao estudo da pecuária, do uso da terra e do desmatamento no Brasil, no Peru e no Equador. In: Wood, C. H., Tourrand, J. F., Toni, F. (Org.). *Pecuária, uso da terra e desmatamento na Amazônia : um estudo comparativo do Brasil, do Equador e do Peru*. Brasília: Universidade de Brasília, 2015. pp. 15-48.

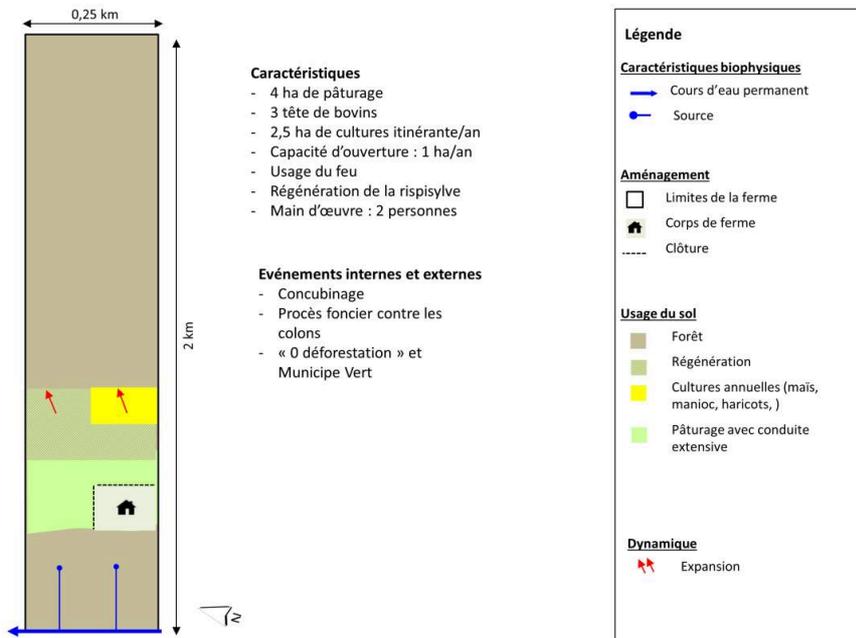
ANEXOS

Annexe 1 : Les différentes trajectoires des modèles paysagers

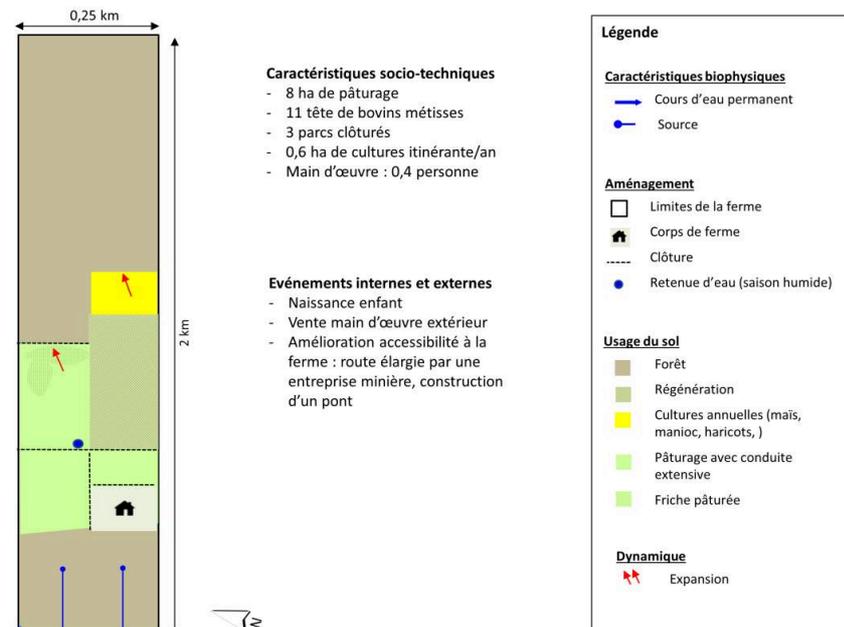
Figure : Expansion spatiale rectiligne et adaptation des différentes activités à la diversité d'unités géomorphologiques



2007 : Culture itinérante après brûlis dans la réserve forestière



2015 : Expansion rectiligne de pâturages extensifs



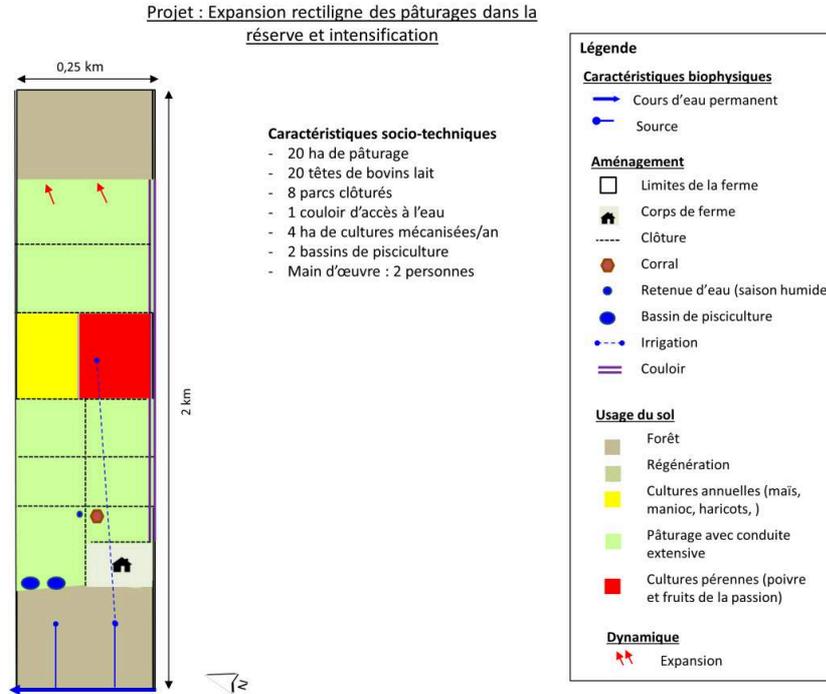
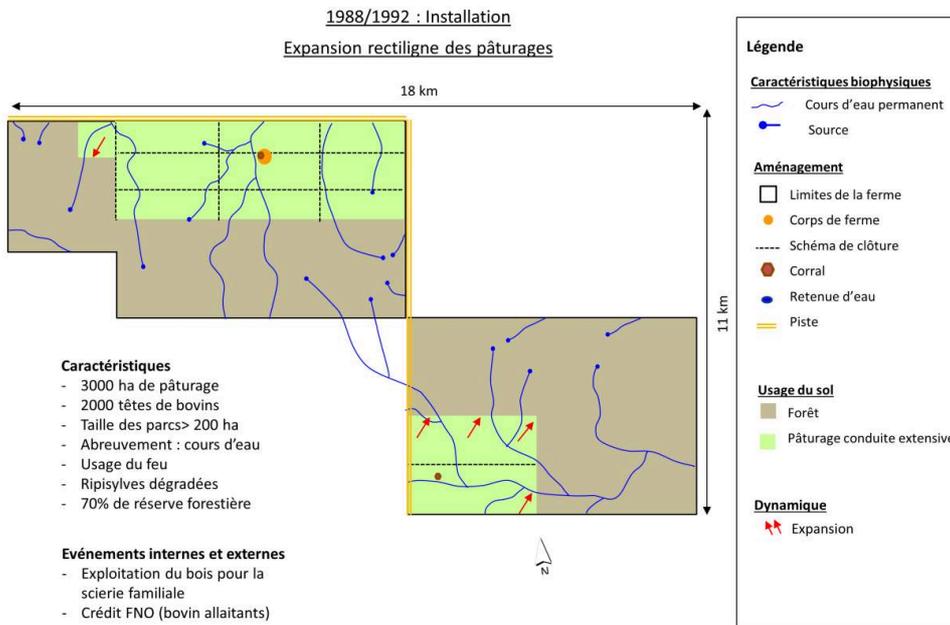
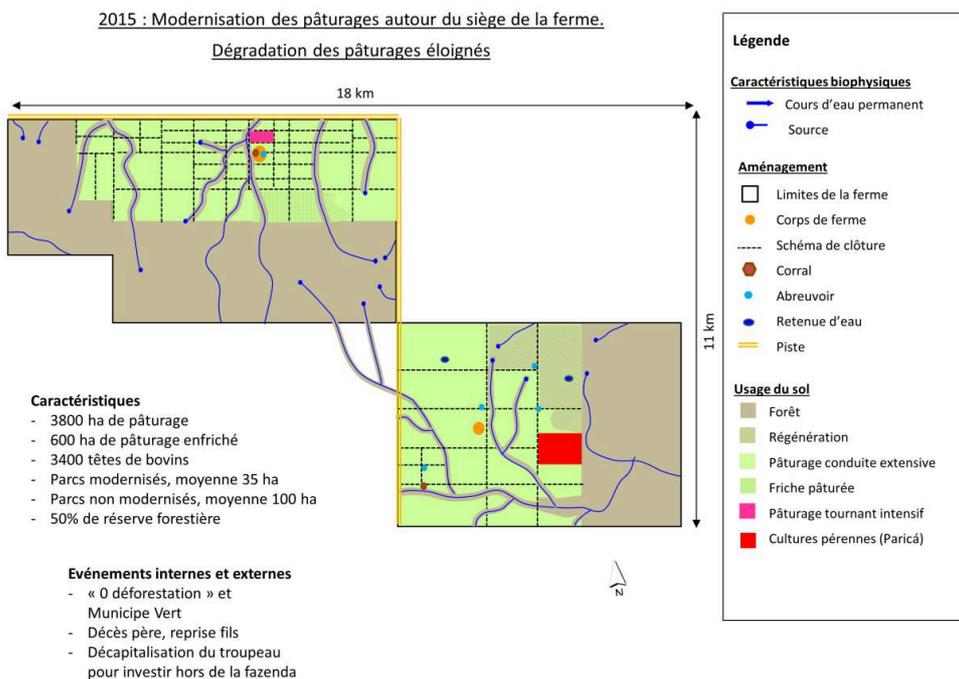
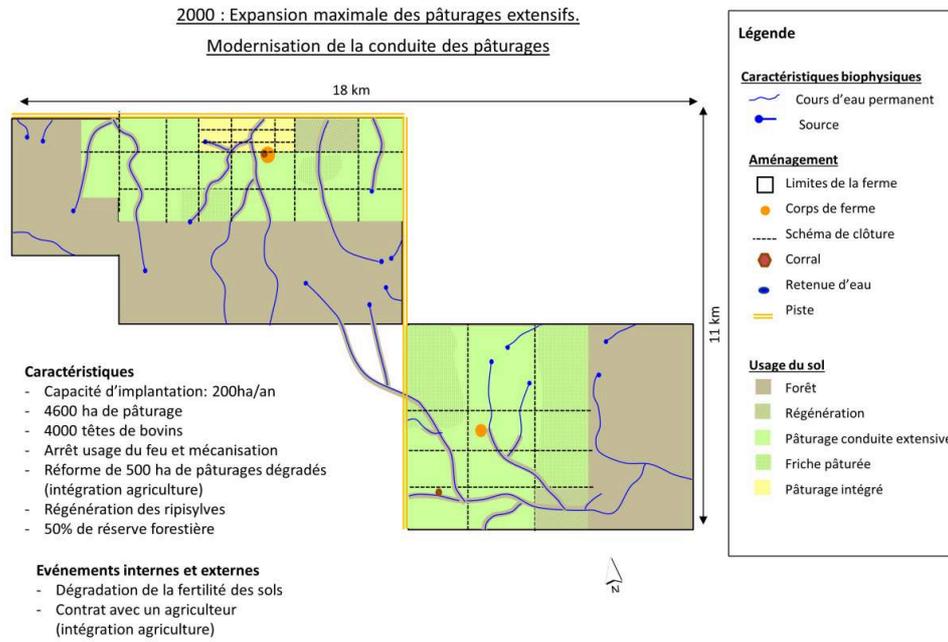


Figure : Intensification classique et optimisation des distances





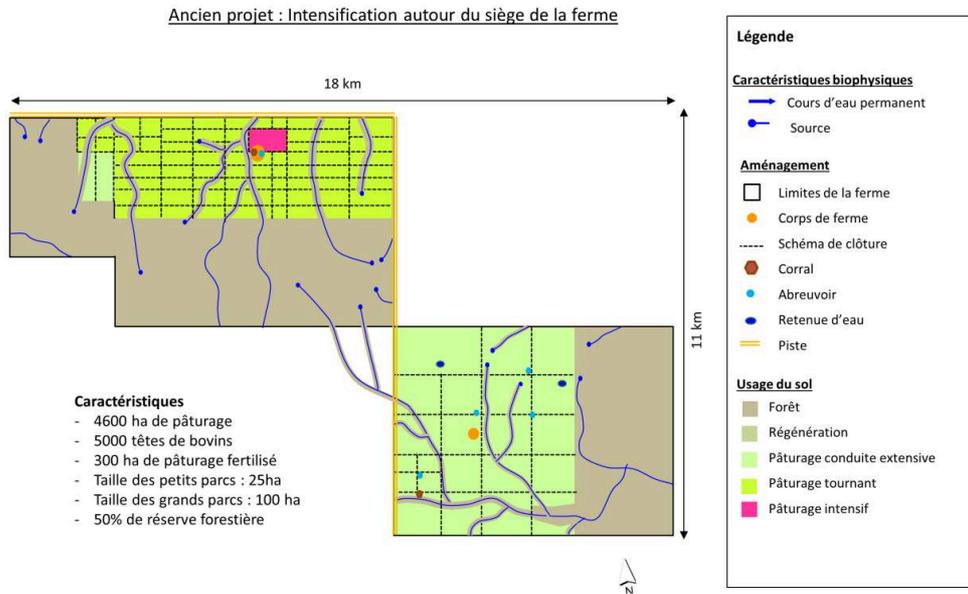
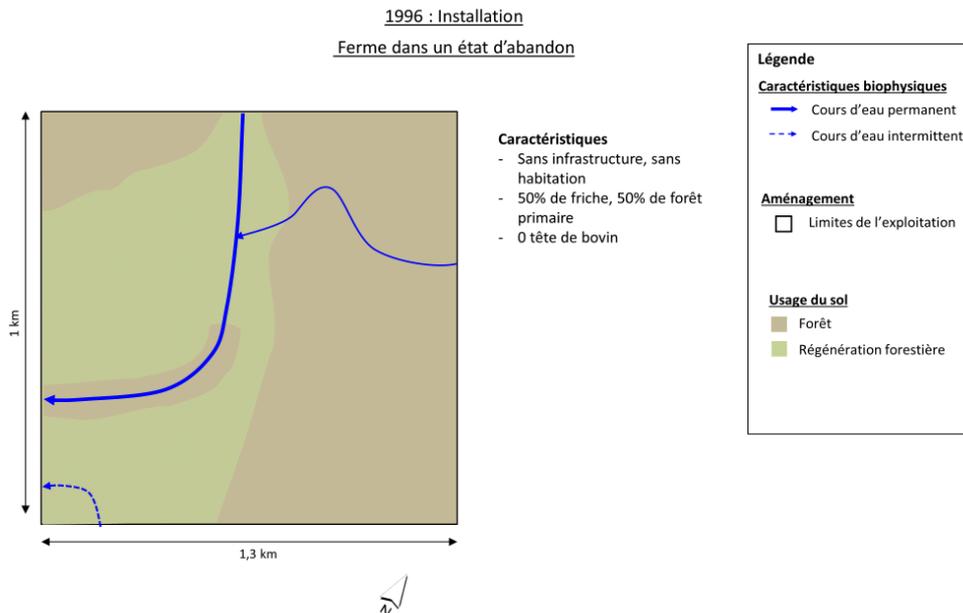
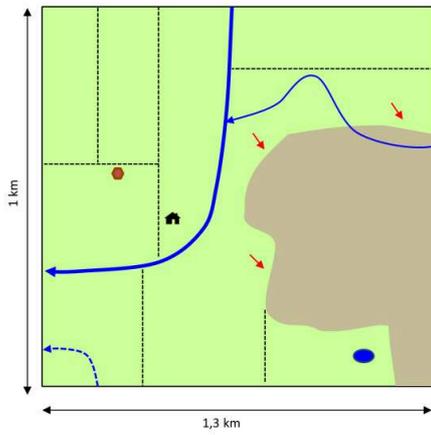


Figure : Intensification de type « land sparing » (haut niveau d'intrants)



2006 : Expansion maximale du système d'élevage extensif



- Caractéristiques**
- 80 ha de pâturage
 - 225 têtes de bovins
 - 2,8 têtes/ha
 - Accès à l'eau : cours d'eau, retenue
 - 9 parcs, taille moyenne : 11 ha
- Evénements internes et externes**
- Vente main d'œuvre extérieur
 - Métayage
 - Surpâturage et dégradation fertilité



Légende

Caractéristiques biophysiques

- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau intermittent

Aménagement

- Limites de l'exploitation
- 🏠 Corps de ferme
- - - Clôtures
- Corral
- Retenue

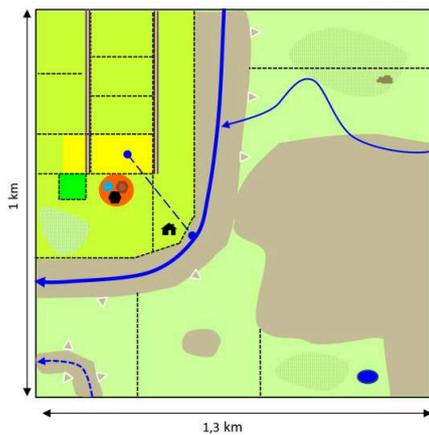
Usage du sol

- Forêt
- Régénération forestière
- Pâturage conduite extensive

Dynamique

- ➔ Expansion

2015 : Intensification pour le lait à l'avant et extensification à l'arrière de l'exploitation



- Caractéristiques**
- 80 ha de pâturage
 - 78 têtes de bovins (lait)
 - 0,9 têtes/ha
 - Accès à l'eau : rivière, 1 retenue, 3 abreuvoirs
 - 7 parcs tournants, moyenne 3 ha
 - 5 parcs extensifs, moyenne 10 ha
 - 1 parc intensif, 1 ha
 - Ensilage maïs et canne fourragère
 - Clôtures électriques, 1 couloir
- Evénements internes et externes**
- Crédit Pronaf A (vaches laitières)
 - Projet d'intensification de la laiterie (Balde Cheio)
 - « 0 déforestation »
 - Sécheresses plus marquées
 - Association à un éleveur voisin pour achat de matériels



Légende

Caractéristiques biophysiques

- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau intermittent

Aménagement

- Limites de l'exploitation
- 🏠 Corps de ferme
- - - Clôtures
- Corral
- Place d'alimentation
- Salle de traite
- Couloir
- Abreuvoir
- Retenue
- ➔ Irrigation

Usage du sol

- Forêt
- Régénération
- Pâturage conduite extensive
- Pâturage tournant
- Pâturage tournant intensif
- Friche pâturée
- Culture fourragère (maïs et canne à sucre)

Dynamique

- ➔ Dynamique de régénération

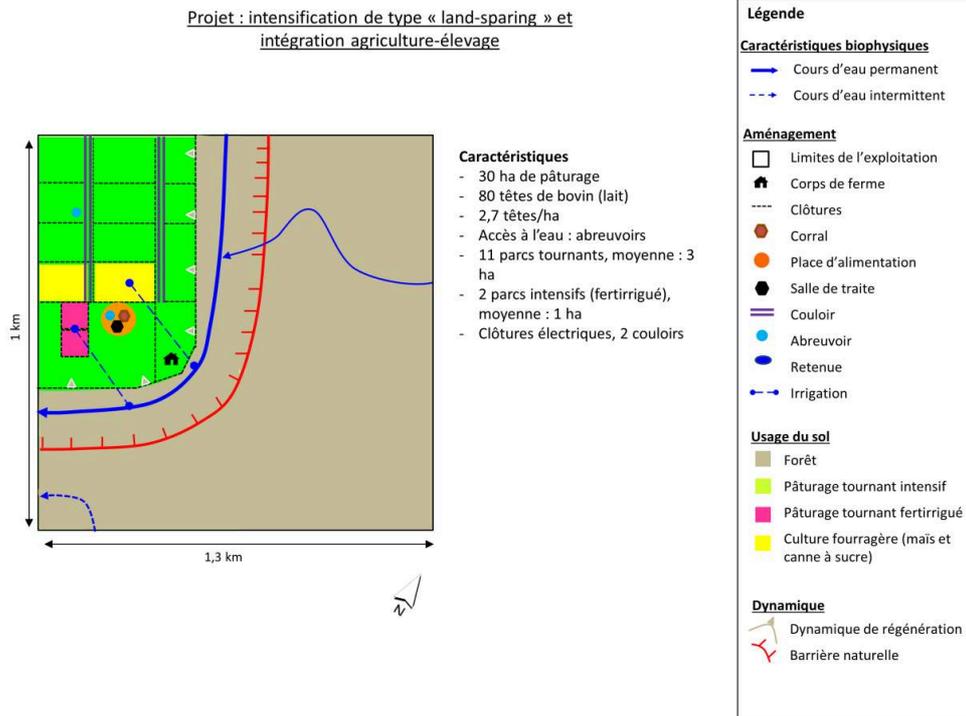
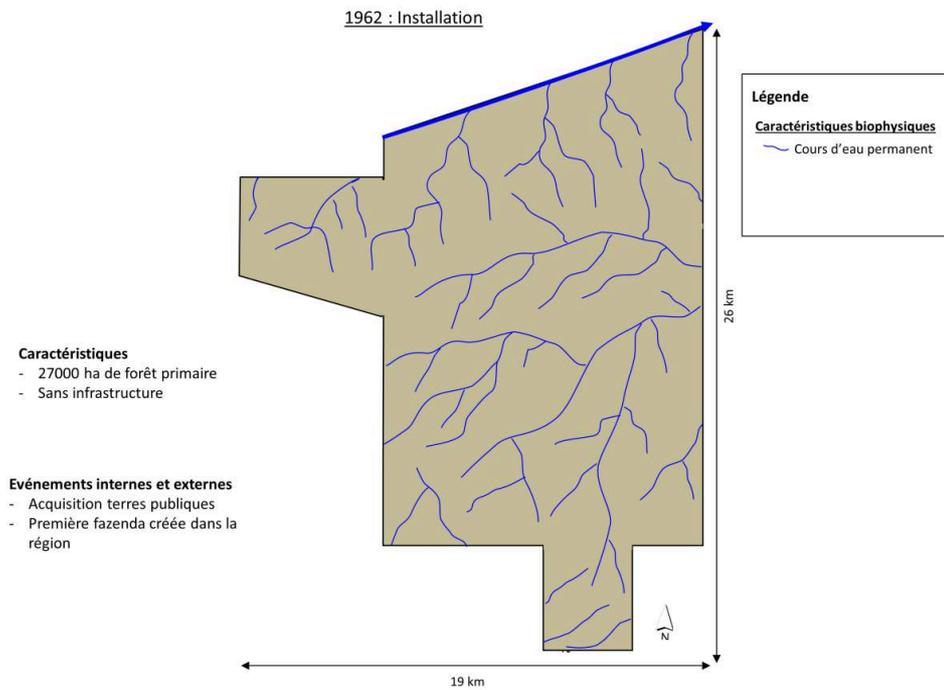
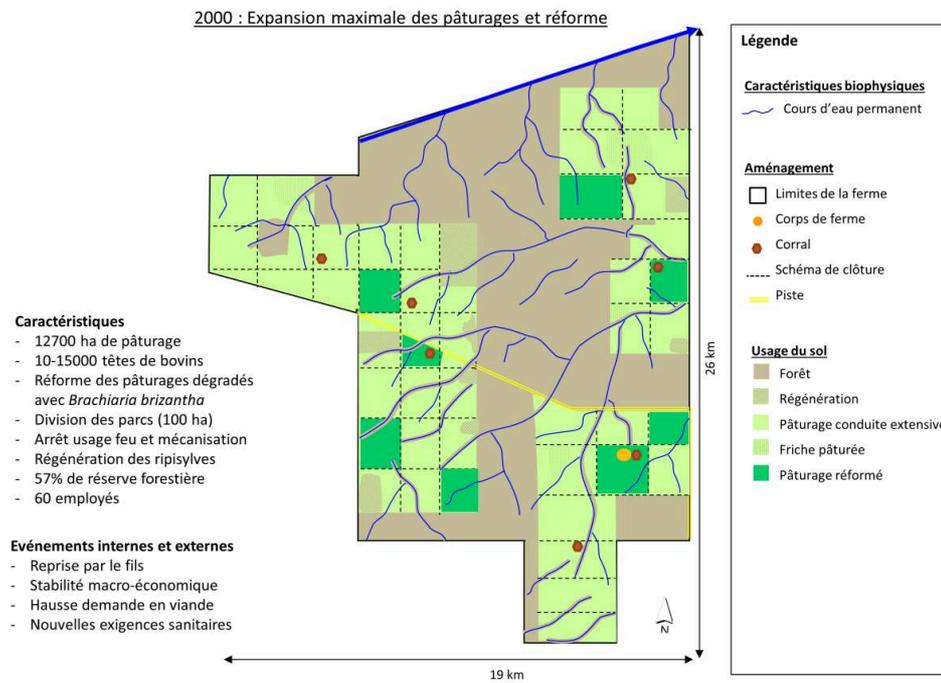
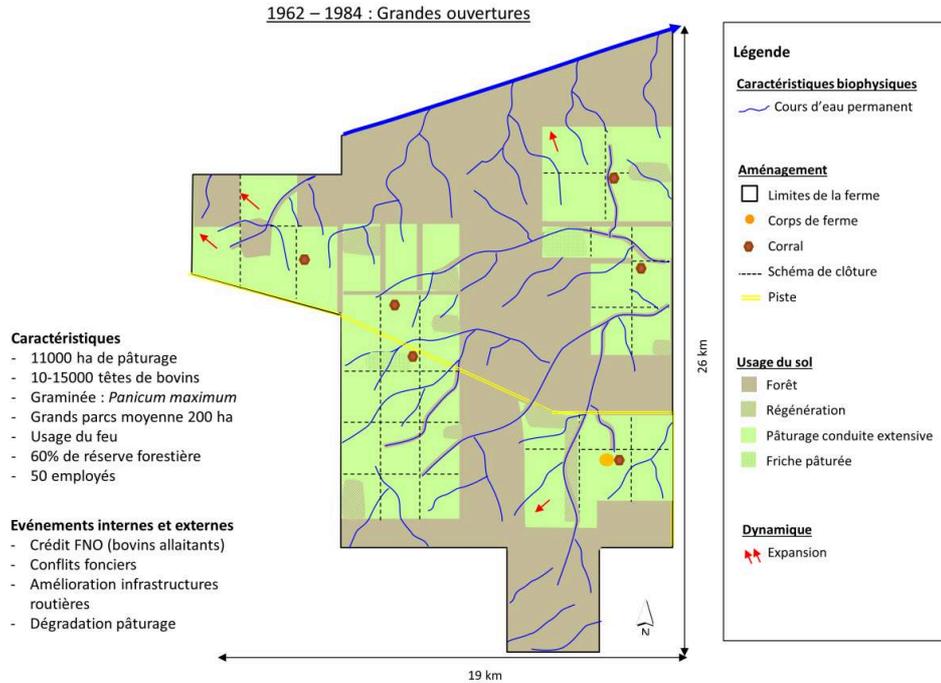
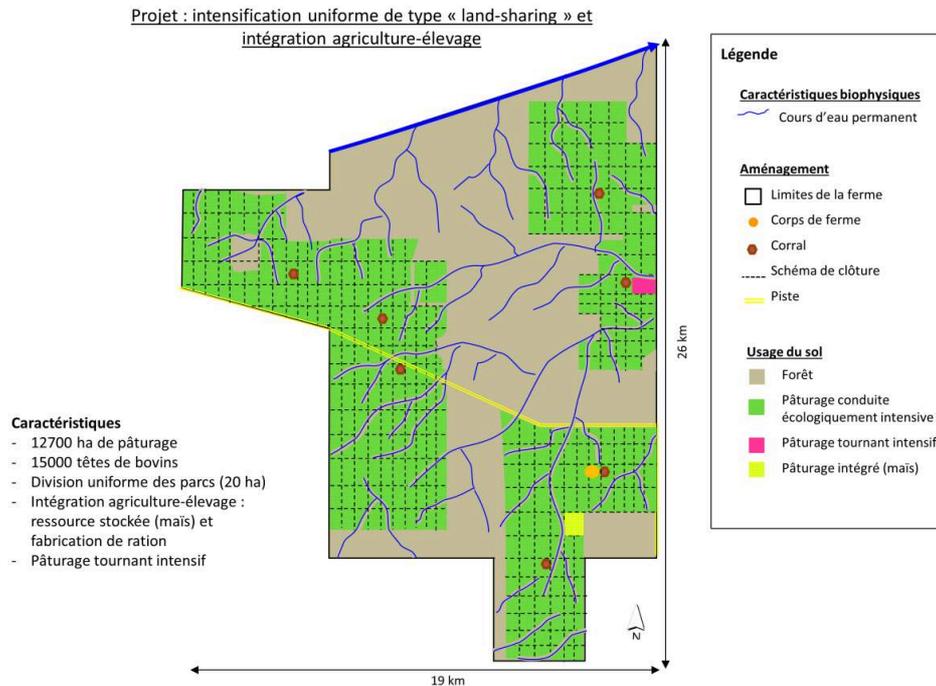


Figure : Intensification de type « land-sharing » (bas niveau d'intrants)







NOTAS

1. Pourcentage calculé pour l'Amazonie légale.
2. UA : Unité Animale. Se réfère à un animal de 450 kg de poids vif.
3. Paragominas a été la première commune de son Etat à mettre en place en 2008 un projet de « Municipalité Verte » dans l'objectif de créer à un modèle de territoire respectueux de l'environnement plus attractif pour les investisseurs. Pour obtenir ce label, les communes doivent respecter deux critères principaux : réduire leur taux de déforestation à moins de 40 km²/an et avoir cadastré 80 % du foncier dans les CAR (cadastre environnemental rural). Le succès de cette initiative à Paragominas aura amené le Pará à créer un programme spécifique en 2011 pour que cet exemple puisse être répliqué aux autres communes.

RESUMOS

Na Amazônia brasileira, a expansão da pecuária bovina extensiva foi um dos maiores motores do desmatamento e gerou extensas áreas degradadas. Hoje, existem grandes expectativas de recuperar as pastagens degradadas, melhorar as performances econômicas da pecuária e conservar as florestas pela intensificação do uso do solo. Apesar dos desafios ambientais, esse processo de intensificação ainda é pouco entendido, particularmente no quadro espacial. Nesse estudo, produzimos conhecimento sobre as decisões de intensificação do uso do solo dos

pecuaristas de frente post-pioneiras usando as abordagens de paisagem e de trajetórias dos estabelecimentos agrícolas. A paisagem, conceitualizada como um agroecosistema espacializado, permite analisar as interações entre as decisões dos pecuaristas e os recursos naturais localizados no espaço, enquanto o estudo das trajetórias (sequência de fases dos estabelecimentos) tem por objetivo de entender as mudanças socio-técnicas das propriedades e os vínculos com as dinâmicas das paisagens. A metodologia é baseada na realização de entrevistas semidirigidas e retrospectivas e na elaboração de modelos gráficos espaciais em seis estabelecimentos agrícolas. Os resultados mostram que os produtores de gado, na sua grande diversidade, desenvolvem estratégias de intensificação do uso do solo muito diversas, com o objetivo de otimizar espacialmente o uso dos recursos naturais (água, topografia, fertilidade dos solos). O espaço forrageiro não está sendo intensificado uniformemente, traduzindo-se por modelos de paisagem mais heterogêneos que durante a época de ocupação pioneira. Essa dinâmica é mais complexa e eficiente que a noção de recuperação de pastagens degradadas. Recomendamos a implementação de políticas favorecendo a adoção de práticas eco-eficientes pelos produtores e de planejar melhor a organização espacial das áreas de intensificação e áreas de regeneração florestal para valorizar melhor os recursos naturais nos sistemas de pecuária na Amazônia brasileira.

En Amazonie brésilienne, l'expansion de l'élevage bovin extensif a été l'un des principaux moteurs de déforestation et a conduit à de larges surfaces en pâturages dégradés. De grandes attentes ont été placées dans l'intensification de l'usage des sols pour récupérer les pâturages, améliorer les performances économiques des élevages et réduire les pressions sur les forêts. Malgré les enjeux environnementaux, ce processus est encore mal compris notamment sur le plan spatial. Dans cette étude, nous produisons des connaissances sur les décisions d'intensification de l'usage des sols des éleveurs de fronts post-pionniers, à travers une approche par le paysage et par les trajectoires des exploitations. Le paysage, conceptualisé comme un agroécosystème spatialisé, nous permet d'analyser les interactions entre les systèmes de décision des éleveurs et les ressources naturelles localisées dans l'espace, tandis que l'étude des trajectoires des exploitations vise à comprendre les changements socio-techniques sur le temps long et les liens avec les dynamiques de paysages. Notre méthodologie est basée sur des entretiens semi-directifs et rétrospectifs, ainsi que l'élaboration de modèles graphiques paysagers dans six établissements agricoles. Nos résultats montrent que les éleveurs, dans leur large diversité, développent des stratégies d'intensification d'usage des sols très diverses, visant une optimisation spatiale de l'usage des ressources, notamment naturelles (eau, topographie, fertilité des sols). L'espace fourrager n'est pas uniformément intensifié, se traduisant par des modèles paysagers plus hétérogènes que dans les systèmes pionniers. Cette dynamique est plus complexe et efficiente que la seule récupération des pâturages dégradés. Pour accompagner les systèmes d'élevage vers un meilleur usage des ressources naturelles en Amazonie brésilienne, nous recommandons la mise en place de politiques encourageant l'adoption de pratiques plus éco-eficientes et de raisonner l'organisation spatiale des espaces voués à l'intensification ou à la régénération forestière.

In the Brazilian Amazon, extensive cattle ranching expansion has been the main driver of deforestation since the last four decades and led to large extent of degraded lands. Great expectations have been placed in land use intensification through the restoration of degraded pastures, improving livestock performance and conserving forest. Despite such environmental challenges, the process of intensification at farm scale is poorly understood, especially in spatial terms. In this study, we produce knowledge about cattle ranchers' decisions regarding land-use intensification, within a landscape approach and farm trajectories framework. The landscape, conceptualized as a spatially agroecosystem, enables to analyze the interactions between cattle ranchers' decisions and spatially distributed natural resources, while the study of trajectories (sequence of farm's phases) aims at understanding farm's long-term socio-technical changes and

the links with landscape dynamic. We used semi-structured and retrospective interviews as well as complex graphic model to analyze diachronically spatial logics of land-use intensification in six cattle farms, in old frontiers. Our results show that cattle ranchers, in their large diversity, have different strategies regarding land-use intensification, aimed at optimizing the use of natural resources spatially. Pastureland intensification is not spatially uniform, leading to less uniform landscape patterns than during agricultural expansion. This dynamic is more complex and efficient than restoring degraded pasture. We recommend the implementation of policies that promote the transition towards eco-efficient practices and to plan the spatial organization of intensified pasture and secondary forest regeneration to enable better use of natural resources in livestock systems in the Brazilian Amazon.

ÍNDICE

Índice geográfico: Amazônia

Mots-clés: Paysage, systèmes d'élevage, intensification, trajectoire, modèle graphique, Amazonie.

Keywords: landscape, livestock system, intensification, trajectoire, graphic model, Amazon.

Palavras-chave: paisagem, sistema de pecuária, intensificação, trajetória, modelo gráfico espacial, Amazônia.

AUTORES

SOPHIE SYLVIE PLASSIN

CIRAD, UMR SELMET (Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux),
sophie.plassin@gmail.com

RENÉ POCCARD-CHAPUIS

CIRAD, UMR SELMET (Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux), rene.poccard-
chapis@cirad.fr

FRANÇOIS LAURENT

Université du Maine, UMR ESO (Espaces et Sociétés), francois.Laurent@univ-lemans.fr

MARIE-GABRIELLE PIKETTY

CIRAD, UR GREEN (Gestion des Ressources Naturelles et Environnement), marie-
gabrielle.piketty@cirad.fr

GUSTAVO PIMENTEL MARTINEZ

Universidade Federal do Pará, PPGEDAM, Núcleo de Meio Ambiente,
gustavo.mpimentel@hotmail.com

JEAN-FRANÇOIS TOURRAND

CIRAD, UR GREEN (Gestion des Ressources Naturelles et Environnement), tourrand@aol.com