



HAL
open science

La spatialisation de la biodiversité Pour la gestion durable des territoires

Jean-Louis Guillaumet, Anne-Elisabeth Laques, Philippe Léna, Pascale de Robert

► **To cite this version:**

Jean-Louis Guillaumet, Anne-Elisabeth Laques, Philippe Léna, Pascale de Robert. La spatialisation de la biodiversité Pour la gestion durable des territoires. IRD Éditions, 23, pp.128, 2009, Latitudes, 978-2-7099-1665-3. hal-01835582

HAL Id: hal-01835582

<https://hal.science/hal-01835582>

Submitted on 5 Feb 2024

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.

La spatialisation de la biodiversité

Pour la gestion durable des
territoires

Par

Jean-Louis Guillaumet

Anne-Élisabeth Laques

Philippe Léna

Pascale de Robert

2009

IRD Éditions

(Figures de l'ouvrage en fin de texte)

Sommaire

Préface	11
Sigles	15
Avant-propos	17
Introduction	21

Chapitre 1

INFLUENCE DE L'EXPLOITATION ET DE L'AMÉNAGEMENT DU MILIEU	27
Le diagnostic territorial	28
Le choix des lieux et des exploitations à étudier	29
Typologie des exploitations	30
<i>La force de travail et la mobilité passée et actuelle</i>	<i>33</i>
<i>Le capital productif et le système de production</i>	<i>34</i>
<i>l'impact sur le milieu</i>	<i>37</i>
<i>Les formes de participation à des dispositifs collectifs et des projets</i>	<i>39</i>

Chapitre 2

ÉVALUATION DES DYNAMIQUES DE LA BIODIVERSITÉ	41
Identification des catégories spatiales et importance des nomenclatures	42
L'approche paysagère, un outil d'intégration et de spatialisation des dynamiques de la biodiversité	44
Définitions	46
Objectifs	47
<i>Types et composants paysagers :</i>	
<i>des catégories pour segmenter le continuum spatial</i>	<i>50</i>
Fractionner le continuum en types paysagers	50
Fractionner le type paysager en composants paysagers	51
<i>Estimer la biodiversité : indices et échelles</i>	<i>52</i>
Richesse et diversité floristiques	53
Les limites à l'utilisation des indices botaniques	53
L'utilisation d'échelles relatives et géographiques	57
L'échelle de complexité :	
une façon d'estimer les changements de la biodiversité	58
Les échelles de valorisation locale	60
Des composants aux types paysagers	68
Estimation de la biodiversité par type paysager	68
Les données nécessaires	68
Calcul de la biodiversité globale par type paysager	68
Résultat final	69

Étudiants

Roberto **Barbosa dos Reis**

Universidade Federal do Pará UFPA/Laboratório Sócio-agronômico do Tocantins LASAT, Belem, Brésil

Márcia Nazaré **Bastos**

Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA, ex-FCAP, Av. Perimetral Terra Firme, Belém, PA, Brésil

Boris **Lerebours**

IUP Environnement Technologies et Sociétés
Université de Provence, Centre St-Charles, Case 75
3 place Victor Hugo, 13331 Marseille cedex 3, France
borislerebours@hotmail.com

Márcia Helena **Lopes**

Universidade Católica de Goiás UCG
Departamento de Ciências Jurídicas, Avenida universitária 1440
Setor universitário, CEP 74605-010 Goiânia GO, Brésil
malena.lopes@gmail.com

Guillaume **Marchand**

IHEAL/Credal, Institut des Hautes études sur l'Amérique latine, CNRS
28, rue St-Guillaume 75007 Paris
gmarchand80@aol.com

Luiza **Mastop De Lima**

NAEA/NEAF/UFPA
Campos universitário do Guamá, Rua Augusto Corrêa 1
66075-110 Belém PA, Brésil

Sandra Maria **Neiva Sampaio**

Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Enéas Pinheiro s/n, Cx. Postal 48
66095-100, Belém, PA, Brasil
adriano@cpatu.embrapa.br

Jucélia **Oliveira Vidal**

Pesquisadora do NERUA, INPA/CPCA
CP 478 Aleixo, 69083-000 Manaus AM, Brésil
nerua@inpa.gov.br

Roberta de Fátima **Rodrigues Coelho**

Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA, ex-FCAP
Av. Perimetral, Terra Firme, Belém, PA, Brésil

Claudine **Torres Da Silva**

Universidade Federal Fluminense
Departamento de Análise Geoambiental
Campus da Praia Vermelha, Boa Viagem
CEP 24210-310 Niterói RJ, Brésil
claudinegeouff@yahoo.com.br

<i>Imagerie satellitale : des données pour localiser et quantifier les dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité</i>	69
Choix des images à utiliser pour spatialiser les dynamiques spatio-temporelles	69
Procédés de traitement des images	70
Orientation des procédés de traitement en fonction des terrains ...	71
<i>Cartes et courbes : des documents pour estimer l'impact spatial des politiques publiques sur les dynamiques de la biodiversité</i>	74
Réalisation de cartes diachroniques	74
Construction des cartes	74
Les informations contenues	74
Les graphiques d'évolution destinés à quantifier l'altération, la stagnation et l'augmentation des surfaces d'isobiodiversité	75
Quantification en termes de surface des transformations induites par les politiques publiques	75
 <i>Chapitre 3</i>	
IDENTIFICATION DU RÔLE DES POLITIQUES PUBLIQUES	77
Les politiques publiques et l'évolution du contexte local	77
Quelques définitions	80
<i>Typologie des politiques publiques</i>	81
Les politiques d'insertion sociale	81
Les politiques d'aménagement et de développement	82
Les politiques agraires	82
<i>Types d'indicateurs permettant de mesurer l'impact des politiques publiques sur les systèmes de production</i>	83
Rythme annuel de déforestation	85
Rythme annuel de formation de capital productif	86
Taux d'enrichement annuel	86
Taux annuel de réutilisation des défrichements antérieurs	86
La mesure de l'impact des politiques publiques	87
<i>L'impact des politiques publiques à Benfica</i>	88
<i>Les composantes démographiques à Benfica</i>	90
<i>L'impact des politiques publiques dans le Haut Solimões</i>	92
 Conclusion	
Perspectives d'utilisation des résultats acquis	97
Références	107
Glossaire	111
Table des figures et des encadrés	115
Résumé	117
Summary	121
Resumo	125

Les auteurs

Jean-Louis **Guillaumet**

Botanique, écologie végétale

Muséum national d'histoire naturelle, Dpt EV, 16 rue Buffon

75005, Paris, France

jlguillau@gmail.com

Anne-Élisabeth **Laques**

Géographie, paysage, télédétection

IRD, Muséum national d'histoire naturelle, Dpt HNS, 57 rue Cuvier

75005 Paris, France

Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 74 rue L. Pasteur,

84510 Avignon cedex 1, France

anne-elisabeth.laques@univ-avignon.fr

Philippe **Léna**

Géographie sociale, sociologie du développement,

IRD, Muséum national d'histoire naturelle, Dpt HNS, 57 rue Cuvier

75005 Paris, France

philippe.lena@club-internet.fr

Pascale **de Robert**

Anthropologie, écologie

IRD, Muséum national d'histoire naturelle, Dpt HNS, 57 rue Cuvier

75005 Paris, France

probert@mnhn.fr

Ont participé à la recherche

Enseignants chercheurs

Jean-François **Faure**

Géographie, télédétection

IRD, US Espace, Route de Montabo, BP 165, 97323 Cayenne, France

faure@cayenne.ird.fr

Valéry **Gond**

Géographie, télédétection

Cirad, Laboratoire GAAP, Faculté de Foresterie et de Géomatique

Pavillon Louis-Jacques Casault, 3731, Université Laval

Québec Qc G1K 7P4, Canada

valery.gond@cirad.fr

Helen C. **Gurgel**

Géographie, télédétection

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE-CPTEC-DSA

IRD, US Espace

helen.gurgel@gmail.com

Izildinha S. **Miranda**

Botanique, écologie végétale

Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA, ex-FCAP, Av. Perimetral

Terra Firme, Belém, PA, Brésil

izildinhamiranda@uol.com.br

Danielle **Mitja**

Botanique, écologie végétale

IRD Embrapa-CPAC, CP 7091 Lago Sul, 71619-970, Brasilia, DF, Brésil

mitja@cpac.embrapa.br

Sandra **do Nascimento Noda**

Sociologie, ethnoécologie

Université Fédérale d'Amazonas UFAM, INPA – COXT, CP 478

69083-000 Manaus AM, Brésil

snoda@inpa.gov.br

Lívia **Navegantes Alves**

Agronomie, politiques publiques

Universidade Federal do Pará UFPA/Laboratório Sócio-agronômico do

Tocantins LASAT, Belem, Brésil

ln.alves@uol.com.br

Hiroshi **Noda**

Agronome, amélioration génétique

INPA – Agronomia, CP 478, 69083-000, Manaus, AM, Brésil

hnoda@inpa.gov.br

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier :

L'Institut français de la biodiversité dont le conseil scientifique, en nous recommandant de réunir nos trois terrains en un même projet de recherche et une même problématique, nous a permis de faire d'utiles comparaisons entre des régions différentes d'Amazonie brésilienne. Nous sommes particulièrement reconnaissants à son directeur, Jacques Weber, du soutien qu'il nous a accordé tout au long de la réalisation de ce travail.

Bertha K. Becker et Scott Hoeffle de l'université fédérale de Rio de Janeiro, Jean-Marie Fotsing de l'université d'Orléans, Ayrton Urizzi Martins du Centre universitaire luthérien de Manaus et tous les participants au projet dont le concours, à un titre ou à un autre, nous a été précieux. Tous ne sont pas intervenus dans cet ouvrage, mais nous nous sommes tous rencontrés à l'occasion de réunions plus ou moins formelles ou sur le terrain. Cette collaboration continuera dans les publications en cours ou prévues.

Ceux qui nous ont apporté leur aide technique toujours efficace : Deurival da Costa Carvalho, compagnon indispensable de tous les chercheurs qui se sont succédé à Benfica, pour sa connaissance de la région et de ses habitants ; toute l'équipe de Sandra et Hiroshi Noda qui nous a accompagnés sur les berges du Solimões, particulièrement Maria Silvesnizia Silva Paiva pour sa gentillesse et sa disponibilité sur le terrain comme au laboratoire, Constance Boutrolles dont nous avons pu apprécier l'efficacité durant les trop courtes semaines qu'elle nous a consacrées.

Nous adressons nos profonds remerciements aux deux personnalités, malheureusement anonymes, qui nous ont fait l'honneur de donner leur avis sur notre travail et qui par la qualité de leurs remarques et suggestions nous ont permis de l'améliorer.

Enfin, les habitants des régions étudiées qui nous ont toujours ouvert leur porte et leur mémoire. Ils nous ont appris et apporté beaucoup, professionnellement et personnellement, et nous ont fait profiter de leur expérience et de leurs connaissances avec beaucoup de bonne volonté.

Préface

Le paysage est à la base une méthode d'analyse de la biodiversité dans l'espace-temps des pays du Sud

Prétendre rendre compte de la biodiversité d'un territoire vaste, mal connu et difficile d'accès, qui plus est amazonien, à partir d'observations appuyées sur des enquêtes de terrain de nature anthropologique est, pour le moins, inattendu, assez improbable, voire saugrenu. Un défi à l'esprit d'analyse, voire à toute rationalité. Les auteurs en ont fait une question de méthode : entre complexité et diversité, élément et système, qualitatif et quantitatif, matériel et symbolique. Avec le paysage comme intercesseur et les politiques publiques en point de mire. Au cœur de la complexité amazonienne.

En situant « la complexité à la base », Edgar Morin a ouvert de nouvelles perspectives sur les marges des méthodes scientifiques éprouvées. Tel est l'enjeu de cette étude qui, par ailleurs, doit répondre aux contraintes de temps et d'espace d'un pays du Sud. Comment appréhender, au mieux et au plus vite, directement ou indirectement, une extraordinaire diversité biologique dispersée dans la complexité d'un immense territoire ? Comment fournir une base de référence à la fois spatialisée et évolutive à des politiques publiques superposées qui sont confrontées dans l'urgence à la destruction d'un environnement forestier fragile ?

Comme le souligne Robert Barbault, la biodiversité n'est pas simplement une question biologique, voire scientifique au sens large. Elle relève tout autant, comme problème d'environnement, du domaine de la culture, du sensible et du symbolique. Comme dans beaucoup de pays du Sud, les indispensables recherches spécialisées sur la biodiversité ont montré leurs limites pratiques : trop ponctuelles, trop aléatoires, trop lentes, trop naturalistes. Il leur manque, *a minima*, une connaissance globale et une grille d'échantillonnage dans l'espace et dans le temps.

À leurs risques et avantages, les auteurs ont délibérément inversé la problématique. En partant du global, du complexe, du spatial et, pour partie, du descriptif et du qualitatif. C'est-à-dire du banal. C'est-à-dire du paysage. Pour tendre, par approches successives, au ponctuel, au quantitatif et à la diversité.

Tel est le pari, et la réussite, de ce travail collectif, d'une interdisciplinarité vécue au plus proche du terrain, qui s'impose autant par son originalité que par son efficacité. Tout y est réfléchi et tout y est méthode, avec une constante auto-critique et une claire conscience des limites de l'entreprise. La finalité est affichée : construire un système reproductible de spatialisation de données d'origines multiples (satellitaires, anthropologiques, géographiques, économiques, juridiques, administratives...) et par leur croisement définir, à plusieurs échelles d'espace, des unités territoriales. Ces dernières, homogènes dans leur physionomie et leur contenu (floristique, agricole, etc.), recèlent chacune leur propre biodiversité. Il s'agit donc d'une méthode indirecte et « approchée ». Si elle ne prétend pas définir la biodiversité en tant que telle, avec tous ses composants floristiques et faunistiques, cette méthode permet non seulement de localiser avec précision la biodiversité sur un terrain difficile d'accès, mais encore de la replacer dans une dynamique environnementale d'ensemble en cours d'accélération, voire d'irréversibilité.

Pour mener à bien un tel projet, les auteurs ont dû faire à la fois preuve d'esprit d'observation et d'esprit de système. Il fallait un déclencheur et un intégrateur. Ce fut le paysage. Cette notion profuse, fortement enracinée dans une culture européenne multiséculaire, est devenue, par une sorte de résurrection, un passe-partout pour la recherche fondamentale comme pour les pratiques d'aménagement et de développement des territoires. Dans le meilleur des cas, le paysage peut représenter, pour les chercheurs, toutes disciplines confondues, une notion appropriée pour réaliser l'étude globale d'un milieu, d'abord pour sa découverte, ensuite pour la description raisonnée de son continuum et de sa diversité. Toutefois, une telle notion eurocentrée conserve une forte charge culturelle, parfois émotionnelle, assez délicate à transposer dans un pays comme le Brésil où le terme, plus ou moins équivalent, de « *paisagem* » reste d'un usage confidentiel. La question n'est pas seulement sémantique ou sémiologique. Elle est d'ordre anthropologique et son usage n'est jamais neutre. Les auteurs ont su éviter toute ambiguïté en définissant dès le départ le paysage non comme une notion vagabonde mais comme un concept opératoire spécifique à leur démarche : « pour parler le même langage et s'accorder sur les mots et les objets de l'étude... pour mener ensemble une analyse paysagère à partir de catégories minimales (les composants paysagers) et englobantes (les types paysagers) construites spécifiquement pour l'étude et permettant d'inclure la plupart des résultats obtenus à diverses échelles spatiales, par chacune des disciplines concernées » (p. 42).

Le pari n'était pas gagné d'avance. Le paysage et la biodiversité n'ont pas de rapport direct. Par exemple, la diversité paysagère n'a que peu de choses à voir avec la diversité biologique. Il fallait trouver un « biais » méthodologique. Il est, en partie, fourni par l'invention et la mise en œuvre d'une batterie d'indicateurs, à la fois « naturalistes » et sociaux, qui en s'étayant mutuellement donnent un contenu biologique global à chaque type de paysage. Ainsi remanié, le paysage est beaucoup plus qu'un simple dénominateur commun. Il s'érige en révélateur-intégrateur des configurations spatiales de la biodiversité.

Novatrice dans son principe comme dans son application, cette méthode doit retenir l'attention sur des points qui méritent d'être généralisés. On ne retiendra ici que ceux qui intéressent directement l'avenir des recherches sur l'environnement des pays du Sud ou territoires assimilés :

– Le paysage surmonte la diacrisis Nature/Culture, d'importation occidentale, qui obère la problématique environnementale surtout lorsque celle-ci s'ouvre sur le « développement durable ». Il permet de traiter de la biodiversité telle qu'elle est globalement ressentie et vécue dans les pays du Sud. La dimension anthropologique devient alors constitutive de la biodiversité.

– Le paysage correspond à un balayage spatio-temporel total. D'abord, il assure le continuum territorial qui fait le plus souvent défaut aux études approfondies sur la biodiversité. Ensuite, il place la biodiversité dans une perspective dynamique, celle d'une histoire conjointe de la société, avec ses fronts pionniers, et de la nature, avec ses changements climatiques et l'évolution générale des écosystèmes.

– Le paysage, qui est avant tout image, s'accompagne ici d'une iconographie abondante et diversifiée (transect, coupes, profils, diagrammes, etc.) bien plus attrayante et informative que le tout cartographique traditionnel, « plat » par définition. Ainsi la biodiversité est replacée dans la diversité stratifiée de l'espace vertical, en quelque sorte à hauteur d'homme.

– Le paysage en appelle aux pratiques descriptives et qualitatives qui viennent suppléer les carences des méthodes quantitatives et modélisatrices quand il s'agit de rendre compte, avec nuance, de la grande complexité de l'environnement tel qu'il est vécu par les sociétés. La recherche du qualitatif a un bel avenir scientifique.

Le couplage du paysage et de la biodiversité demeure un paradoxe de la recherche. Il en est la difficulté mais aussi tout l'intérêt. Non seulement il permet d'approcher la biodiversité territoriale mais il l'enrichit de toute une dimension humaine à la fois anthropologique et sociétale. Un paradoxe

qui, sur les marges floues du champ scientifique contemporain, permet d'innover et de répondre aux questions, urgentes et essentielles, de la complexité et de la diversité pour le développement des pays du Sud. Une opération scientifique qui a l'immense mérite de ne pas être un simple « transfert » du Nord vers le Sud.

Georges BERTRAND
Professeur émérite, UMR Geode
Université de Toulouse-Le Mirail

Avant-propos

Depuis de nombreuses années, et quelles que soient les méthodes utilisées, l'acte de spatialiser et de représenter des données et connaissances de terrain sur des cartes et autres supports occupe une place singulière dans les recherches portant sur les rapports entre les milieux et les sociétés. À mesure que les outils sont perfectionnés et appropriés par les équipes de recherche, les gestionnaires et les décideurs, ces approches sont devenues de plus en plus pertinentes pour répondre à la demande sociale.

La spatialisation des connaissances sur l'environnement, naturel et social, à des fins de développement constitue un outil stratégiquement incontournable pour optimiser le passage de l'observation à l'action. Celle-ci consiste à exploiter les savoirs existants sous forme de cartes ou d'expertise, à accéder à de nouvelles informations (notamment par des changements d'échelle, nécessaires à la compréhension de l'interface entre milieux et sociétés), à améliorer le dialogue interdisciplinaire et les processus décisionnels.

La spatialisation de la biodiversité en vue d'une gestion durable des territoires devrait se révéler d'une importance cruciale dans le contexte des négociations post-Kyoto visant la nécessaire adaptation des sociétés aux changements globaux; en particulier pour la définition de stratégies de mise en œuvre de politiques de développement durable dans les pays du Sud.

En 2003, l'Institut français de la biodiversité (IFB) lançait un appel à propositions de recherche intitulé « Dynamique de la biodiversité et modalités d'accès aux milieux et aux ressources ». Le Conseil scientifique retint trois propositions qui, bien que situées à des endroits éloignés de l'Amazonie brésilienne, lui semblaient correspondre aux termes de l'appel mais en demandant aux auteurs de présenter un projet commun. De cette fusion est issu le projet Biodam « Gestion de la biodiversité et des ressources renouvelables en Amazonie », accepté par l'IFB.

Trois terrains d'étude, représentatifs de trois dynamiques différentes d'occupation de l'Amazonie, permettaient d'aborder et de comparer les principales configurations impliquant l'agriculture familiale amazonienne contemporaine : l'*Amazonie des fleuves*, peuplée de populations traditionnelles développant des systèmes agroforestiers de faible impact,

l'Amazonie des routes, où progressent des fronts pionniers qui attirent des colons pratiquant la culture sur brûlis, suivie de l'implantation de pâturages, en lieu et place des écosystèmes forestiers ; *l'Amazonie des régions* où un réseau d'acteurs publics et privés tente d'élaborer des alternatives techniques, économiques et sociopolitiques à l'exploitation pionnière des ressources naturelles. La région du Haut-Solimões (municipalité de Benjamin Constant) représente l'Amazonie des fleuves, Benfica celle des routes, Uruará l'Amazonie des régions.

Le projet reposait sur la complémentarité entre les équipes de recherche pluridisciplinaires et multi-institutionnelles françaises (IRD, Cirad, université d'Avignon) et brésiliennes (INPA, UFAM, Embrapa Amazônia Oriental, UFRJ) et s'appuyait également sur un réseau d'écoles doctorales brésiliennes (amazoniennes ou non) et internationales. Dans cet ouvrage, seule une partie des résultats de la recherche est présentée, en particulier celle qui concerne les acquis méthodologiques issus de l'approche comparative que l'équipe s'est imposée dès le début de l'étude. Cela dans l'espoir que son champ d'application, essentiellement amazonien, puisse être utile aux recherches sur la dimension spatiale de la biodiversité réalisées dans d'autres régions du monde.

Ce programme, qui a regroupé pendant plus de quatre ans des équipes brésiliennes et françaises, a donné lieu à de nombreuses publications, à des formations à la recherche par la recherche, à la mise au point d'outils et de méthodes ainsi qu'à des opérations de transfert des résultats de ces travaux aux partenaires, aux institutions et aux populations locales.

Pour mener à bien le projet, quatre thématiques principales ont été retenues, qui peuvent être ainsi résumées :

- la gestion de la biodiversité par les populations locales (amérindiennes, métisses ou immigrées) ;
- les représentations de la biodiversité et l'évolution des conditions d'accès aux ressources ;
- les outils de suivi et de gestion des ressources naturelles ;
- les politiques publiques ayant un impact direct ou indirect sur la gestion de la biodiversité et des ressources naturelles.

Les données fournies par les recherches effectuées dans ces quatre directions devaient permettre d'estimer la biodiversité, sa gestion, sa dynamique, et d'en fournir une représentation spatialisée, conformément aux objectifs du projet.

Il a été choisi de privilégier dans ce volume la quatrième thématique, relative aux effets des politiques publiques sur la biodiversité, en s'appuyant spécialement sur la localité de Benfca, représentative de cette *Amazonie des routes* où certaines équipes bénéficiaient d'un important acquis scientifique préalable et, à un moindre degré, sur la région de Benjamin Constant, l'*Amazonie des fleuves*, ici le haut cours brésilien du Solimões où une équipe mène des recherches depuis plusieurs années. Il ne s'agit pas de détailler ici toutes les méthodologies utilisées par les différentes disciplines, beaucoup sont connues et ont fait leurs preuves, mais de proposer une démarche qui permette de « mettre en cartes » les dynamiques de la biodiversité et ses liens avec les politiques publiques. Cette option, choisie parmi d'autres, permet d'utiliser les images satellitaires pour travailler à plusieurs échelles d'espace et de temps. Le concept de paysage, souvent préféré ici à celui d'espace, traduit l'ambition d'intégrer, dans une même représentation cartographique, les facteurs sociaux qui exercent une influence sur les dynamiques de la biodiversité.

La méthode élaborée dans le cadre de cette recherche n'a pas la prétention d'être applicable à toutes les situations si ce n'est, en l'état actuel, à celle de l'Amazonie forestière. Mais elle devrait pouvoir être utile aux études menées dans l'ensemble de la zone intertropicale humide, domaine écologique de la forêt dense humide¹, sous réserve de prendre en compte et de respecter les particularités et originalités de chaque terrain d'étude. Les exemples utilisés tout au long de l'ouvrage sont essentiellement tirés de deux des trois sites étudiés, qui présentent d'importantes différences tant au niveau du milieu abiotique et biotique qu'en ce qui concerne les pratiques des populations locales.

Les équipes ont eu le souci de restituer l'ensemble des connaissances obtenues, ainsi que les méthodes et outils développés dans le cadre du projet Biodam. Le présent ouvrage a pour objectif principal de restituer et formaliser les approches transversales de spatialisation de la biodiversité à partir des paysages et en rapport avec les politiques publiques. Un ouvrage de synthèse restituant l'ensemble des travaux menés sur les trois terrains de recherche lui fera suite.

Frédéric HUYNH

Directeur de l'unité Espace de l'IRD

Coordinateur du projet Biodam

¹ « Dans toute discussion sur la biodiversité, la région intertropicale devrait occuper une place centrale pour deux raisons.

Premièrement, c'est dans la ceinture intertropicale que la diversité biologique est la plus élevée (...)

Deuxièmement, c'est dans cette région, qui comprend la grande majorité des pays dits en voie de développement, que la conservation de la biodiversité est confrontée aux problèmes institutionnels et économiques les plus pesants et les plus épineux » (BAHUCHET et McKEY, 2005 : 37).

Avertissement

Le sens de certains mots, signalés par un astérisque, est précisé dans un glossaire. Des termes portugais, en italique dans le texte, qui n'ont pas d'exacts équivalents en français, y ont été ajoutés.

La bibliographie a été volontairement limitée : premièrement, il ne s'agissait pas de faire une revue analytique, encore moins critique, d'une littérature que l'on sait être abondante voire pléthorique ; pour cela, il *fff* aurait fallu joindre aux citations françaises et brésiliennes celles de nombreux travaux en anglais et américain, deuxièmement, cet ouvrage est destiné à un public de langue française, les références à des œuvres publiées en France ont donc été privilégiées.

Introduction

Le mot biodiversité apparaît sous sa forme anglaise en 1985 (Rosen, 1985 in BARBAULT, 2002), mais c'est à la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro en 1992 qu'il est définitivement consacré. Le contenu en est magistralement clarifié par R. Barbault à l'occasion du Sommet mondial du développement durable de Johannesburg en 2002 (encadré 1).

Cette biodiversité, tenue pour essentielle à la perpétuation de la vie, subit une érosion accentuée que différents accords internationaux, des politiques nationales et des actions menées par des organisations non gouvernementales tentent d'enrayer. Les écosystèmes naturels et anthropisés apparaissent beaucoup plus fragiles qu'on ne le pensait naguère. Ils sont menacés directement par l'accroissement des activités humaines et indirectement par les changements globaux que celles-ci contribuent à induire. Dans ce contexte, « la compréhension des interactions dynamiques entre les écosystèmes, la biodiversité qu'ils supportent et les activités et besoins des sociétés humaines » (BARBAULT, 2002) est donc essentielle pour assurer à la fois les conditions de la durabilité de la biosphère et celles de la satisfaction des besoins humains.

La destruction des forêts tropicales, où se concentre une part importante de la diversité des écosystèmes terrestres, et leur remplacement par des monocultures (pâturages, soja...), tout comme la simplification des paysages agricoles, contribuent à cette érosion. L'enrayer, voire reconstituer un certain degré de diversité là où elle a atteint un niveau jugé alarmant, exige des actions concrètes soutenues par une volonté politique sur le long terme. L'objectif est de reconstituer ou de pérenniser des conditions physiques et biologiques qui assurent le maintien d'un niveau de diversité jugé acceptable (nous reviendrons sur cette définition). Les écosystèmes et les espèces qui les constituent occupent de l'espace. Par conséquent, quand nous traitons du maintien ou de la reconstitution de la biodiversité, nous parlons en fait de gestion de l'espace. Or l'espace est soumis à des usages concurrents, voire contradictoires. Différents intérêts, individuels et collectifs, se conjuguent pour en retirer un maximum de valeur (d'usage et, de plus en plus, d'échange), ce qui jusqu'à présent s'est traduit par une diminution accélérée de la biodiversité.

Encadré 1
Diversité
et biodiversité

La diversité du vivant est un fait. J'aimerais que l'on réserve l'emploi du néologisme biodiversité – qui certes dit la même chose au premier degré – au concept qui s'est dessiné dans les coulisses de Rio de Janeiro et qui donne corps à la Convention sur la biodiversité biologique. Parler de la biodiversité du vivant dans ce cadre, c'est dire autre chose que ce qu'entend habituellement le systématicien, le généticien ou l'écologue dans son univers de spécialiste. C'est à la fois cela et davantage. Et c'est donc différent.

Par le concept de biodiversité, on introduit deux ruptures épistémologiques par rapport au constat bien connu de la diversité du vivant.

La première nous maintient dans le champ des sciences de la nature et attire notre attention sur les interdépendances qui existent entre les trois composantes majeures de la diversité du vivant, classiquement abordées par des spécialistes portés à s'ignorer – je veux parler d'une part de la variabilité génétique, de la diversité des espèces et de la diversité fonctionnelle ou écologique, et d'autre part des généticiens, des systématiciens et des écologues. Bref, c'est l'idée même de diversité qui prend de l'importance.

La seconde rupture épistémologique, et à mes yeux la plus significative, nous fait sortir du seul champ des sciences de la nature : le concept de biodiversité n'appartient pas aux seuls biologistes. Il inscrit la diversité du vivant au creux des enjeux, préoccupations et conflits d'intérêts qui se sont fait jour à Rio et qui expliquent qu'une convention internationale, ratifiée par 182 pays et l'Union européenne, s'impose aujourd'hui aux gouvernements du monde entier (même à ceux qui ont refusé de signer comme les États-Unis) pour organiser le développement des connaissances, la protection et l'utilisation durable de la diversité du vivant, ainsi qu'un juste partage des bénéfices qui en découlent.

On est bien, là, dans un univers conceptuel différent de celui des biologistes intéressés par la diversité du vivant – son état, ses mécanismes et son rôle dans le fonctionnement des écosystèmes.

(Extrait de BARBAULT, 2002)

Depuis quelques années, les « externalités » produites par l'obtention de ces avantages économiques à court terme sont de plus en plus étudiées et font l'objet de nombreuses estimations de type économique. Il apparaît ainsi clairement que des avantages privés immédiats ont souvent des conséquences collectives négatives à moyen et long terme. Il s'avère très difficile de comparer des valeurs dans le temps (un bien-être socio-

économique immédiat peut restreindre la liberté de choix, voire le bien-être des générations à venir), surtout quand elles ne sont pas du même ordre. Mais, parallèlement à l'évaluation des conséquences négatives des activités humaines, la recherche a contribué à mettre en évidence les avantages économiques et sociaux qui pourraient provenir d'un bon usage de l'espace et des ressources privilégiant la conservation de la biodiversité (services environnementaux, activités touristiques, récréatives, éducatives...). D'autres calculs tentent d'évaluer le prix que les sociétés seraient prêtes à payer (évaluation contingente) pour sa conservation, sans perspective d'usage (valeur d'existence). Il n'est pas difficile d'imaginer que cette valorisation de la biodiversité va augmenter à mesure que son érosion va s'accroître. D'autres demandes sociales viennent conforter cette valorisation, au niveau des activités agricoles cette fois : produits de l'agriculture biologique, produits de terroirs, certification, etc.

Par ailleurs, un certain nombre d'indicateurs mesurant l'empreinte écologique commencent à être utilisés, non seulement par des chercheurs mais aussi par des communautés urbaines et même des entreprises, dans leur recherche d'économies, d'innovation, de compétitivité et d'image, dessinant peut-être le début d'un cercle vertueux. On parle, en particulier, de la « teneur » d'un produit en CO₂, de la quantité d'eau et d'énergie consommées pour sa production, etc. Des gouvernements (anglais notamment) encouragent de diverses manières la réduction de ces quantités.

De nombreux chercheurs travaillent également à la quantification monétaire des services environnementaux. Au-delà des polémiques concernant la pertinence de ce type de calcul économique quand il s'agit des fonctions vitales et insubstituables de la biosphère, il est intéressant de poser la question des rapports entre les services environnementaux et la biodiversité. Pour les besoins du calcul, certains économistes considèrent que le capital naturel est un type de capital qui, au lieu de produire des intérêts, produit des services gratuits, auxquels on peut cependant attribuer une valeur. La même démarche est plus difficile en ce qui concerne la biodiversité. Un exemple suffira à le montrer : une plantation de palmier à huile (*Elaeis guineensis*) peut fournir un certain nombre de services environnementaux tels que la régulation du cycle hydrique, le maintien de la structure et de la composition chimique des sols, la fixation du carbone, des effets climatiques positifs, etc. Sans doute de façon moins efficace que la végétation qu'elle remplace, mais à des niveaux que l'on pourrait considérer comme acceptables. Du point de vue de la biodiversité il en va tout autrement. Celle-ci sera beaucoup plus faible et son niveau dépendra

² On qualifiera de naturelles toutes formations végétales soumises aux lois qui régissent le fonctionnement des écosystèmes, sans intervention humaine. Même profondément altérées, elles n'en sont pas moins des formations naturelles au contraire des pâturages, roças* et jardins vergers* qui sont des systèmes entièrement créés par l'homme et appelés à disparaître s'ils n'étaient pas maintenus par ses soins.

La question de la biodiversité en Amazonie brésilienne

³ « Réserve légale » équivalant à 80 % de la surface de la propriété attribuée à chaque agriculteur, où le déboisement est en principe interdit, et zones de protection permanente (APPs) relevant de la législation de l'Union : sources et rives des cours d'eau, fortes pentes, ...

de facteurs extérieurs à la plantation elle-même (taille de celle-ci, présence de végétation naturelle² proche en quantité et qualité, morcellement de la plantation par la conservation de bandes de forêt intercalaires, etc.).

Une biodiversité riche est garante d'écosystèmes conservés et de services environnementaux de haute valeur, par contre, l'inverse n'est pas vrai ; des services environnementaux de valeur appréciable ne garantissent pas forcément un niveau élevé de biodiversité. Il est donc important de disposer d'indicateurs permettant d'attribuer une valeur de biodiversité tant à des types de végétation homogènes (une plantation de palmier à huile, par exemple) qu'à des compositions paysagères plus complexes. L'impact spatial des différents types d'activité humaine, des projets d'aménagement et des politiques publiques peut ainsi être quantifié en termes d'impact sur la biodiversité, et des politiques visant la réduction de l'impact sur la biodiversité peuvent s'appuyer sur des critères objectifs.

Les zones occupées par des activités agricoles et d'élevage en Amazonie se présentent sous forme d'une marqueterie qui inclut depuis le pâturage (représentant souvent plus de 80 % des zones déboisées dans certains fronts pionniers*) jusqu'à la forêt naturelle, en passant par des cultures pérennes et de cycle court, différents stades de jachères (en général destinées à être à nouveau mises en culture dès que le propriétaire en aura les moyens) ou de friches (qui n'entrent pas dans le cycle cultural). Les zones de protection légale³ sur les fronts pionniers ne sont pas respectées. Dans les régions de petite agriculture familiale, le taux de boisement, ou de surfaces « quasi forestières », tombe en général autour de 15 %, avec cependant d'importantes variations régionales dues notamment à la proximité des villes, la qualité des sols, l'ancienneté et la nature de l'occupation, la présence et la qualité d'aides publiques au développement, etc.

Quand la couverture forestière a été aussi intensément détruite, il est couramment admis que le maintien (ou la reconstitution) de la biodiversité à un niveau jugé satisfaisant passe par la mise en place de pratiques alternatives à l'échelle de la propriété. Pourtant, l'optimisation de cette transformation passe par une gestion de l'espace qui implique une échelle supérieure à celle de la propriété, et donc l'utilisation d'outils adéquats. Pour illustrer cette nécessité, nous ne mentionnerons pour l'instant que le problème de la diffusion des individus d'une même espèce végétale, propre à maintenir la diversité génétique, qui nécessite

la communication entre fragments isolés de forêt, et donc l'établissement de couloirs ou corridors (soit plantés, soit laissés au recrû naturel). Ou encore la question de la contiguïté des réserves légales : les réserves de deux ou plusieurs propriétés peuvent être planifiées pour constituer des blocs continus plutôt que des îlots de trop petite taille pour avoir une vraie signification écologique⁴.

Tout cela implique l'élaboration de politiques publiques, encore largement à inventer, orientées vers le maintien ou la restauration de la biodiversité, mais aussi la mise au point d'outils d'analyse et de gestion de l'espace appropriés à cet objectif. De tels outils doivent pouvoir offrir aux pouvoirs publics un cadre scientifique leur permettant de formuler ou réorienter les politiques publiques, d'évaluer et simuler les impacts des scénarios retenus ainsi que de négocier avec les différents acteurs impliqués à partir de bases de données objectives. Cet ouvrage prétend donc ébaucher, à partir de recherches réalisées en Amazonie brésilienne, une approche méthodologique qui vienne combler en partie ce manque.

⁴ Voir, par exemple, le projet « Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais » (PDBFF) mené par l'INPA (Manaus, Brésil) et la Smithsonian Institution (EUA) depuis 1979, qui a pour objectif d'évaluer, à long terme, les conséquences écologiques de la fragmentation de la forêt amazonienne en vue de favoriser sa conservation et l'usage rationnel de ses ressources.

Nous partons de l'observation que, dans les systèmes terrestres non urbains, la couverture végétale, appréhendée à différentes échelles, est le meilleur indicateur de la diversité, du moins le plus simple et le plus visible. Faut-il rappeler, en effet, que l'ensemble des végétaux vasculaires (plantes à fleurs, fougères et alliées) forme l'essentiel de la biomasse, constitue la base de l'alimentation des consommateurs primaires – y compris l'être humain – et crée en son sein des milieux spéciaux, habitats pour nombre d'organismes vivants ? La végétation a aussi un rôle protecteur et régulateur sur les sols et leur dynamisme, voire sur certaines variables climatiques. Enfin, la végétation et ses composants fournissent une très grande partie des ressources nécessaires aux besoins des sociétés humaines. Directement : nourriture, remèdes, usages techniques, etc. et indirectement : milieu de vie, nourriture du bétail, gibiers, etc. Indicateur visible, la végétation renseigne de façon plus ou moins implicite sur le degré d'anthropisation des milieux (espace naturel, habité, abandonné, cultivé...) mais aussi sur les manières dont les habitants perçoivent et valorisent le monde végétal (monoculture ou usages diversifiés des écosystèmes, plantes et lieux « sacrés »...). Ajoutons que les végétaux vasculaires sont relativement bien connus et que, comme on le verra plus loin, les techniques de quantification relatives à la diversité végétale sont les plus nombreuses et les plus éprouvées.

Végétation et paysages : pour une évaluation des dynamiques de la biodiversité

Pour ces différentes raisons, nous avons choisi d'aborder les questions de la dynamique de la biodiversité en nous intéressant principalement au couvert végétal, à ses mutations et à son évolution dans le temps. Les mesures de diversité effectuées ne portent donc que sur la partie végétale des différentes formations identifiées dans les sites d'étude. Toutefois, il nous est apparu nécessaire de ne pas en rester à ce seul niveau d'observation mais de rapporter les mesures aux paysages, constitués d'un assemblage de formations végétales. Résultats d'interactions entre un milieu physique donné et des actions anthropiques actuelles et passées, ils constituent des objets d'observation qui renseignent sur l'érosion de la biodiversité à une échelle jugée pertinente. En effet, les formations sont observées dans leur contexte géographique (proximité ou éloignement les unes des autres, formes, étendue), en fonction de leurs usages contemporains qui sont eux-mêmes inscrits dans une chronologie historique.

En outre, l'échelle des découpages spatiaux auxquels nous procédons afin d'identifier les paysages et leurs composants sur le terrain est compatible avec la résolution des images satellitaires, ce qui nous permet de spatialiser la biodiversité et d'en suivre les évolutions dans le temps grâce à la répétitivité de l'acquisition des données. L'analyse de ces transformations du couvert végétal permet d'estimer les impacts des politiques publiques sur les dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité. On observe en effet que la dynamique des éléments du paysage – dont les types de végétation – est influencée par la présence, l'absence et le type des politiques publiques de développement ou de préservation/conservation. Nous proposons dans cet ouvrage une série d'indicateurs paysagers qui doivent permettre d'évaluer l'ampleur des changements affectant la biodiversité, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. À l'heure où l'intérêt et l'inquiétude que suscite la biodiversité dépassent largement le milieu de la recherche, ces résultats constituent un premier pas vers l'estimation de la durabilité des systèmes à l'échelle des unités de gestion territoriale, niveau d'application des politiques publiques.

Influence de l'exploitation et de l'aménagement du milieu

Les trois zones étudiées présentent des différences considérables du point de vue des formes et de l'intensité de l'utilisation de l'espace. Il existe une opposition nette entre la région du Haut-Solimões, où prédominent des formes cycliques d'utilisation des ressources, et les deux zones pionnières, où la substitution définitive de la forêt par des pâturages progresse de façon linéaire. Immédiatement visibles dans le paysage, ces différences renvoient à l'opposition classique entre « population traditionnelle » et « production parcellaire » (petite propriété foncière et exploitation familiale). Dans le premier cas, il n'y a pas ou peu d'accumulation de capital productif, pas d'appropriation privée de la terre ni d'utilisation permanente du sol. L'intensification de l'utilisation de l'espace – pour des raisons surtout démographiques – passe avant tout par la réduction des temps de jachère et l'augmentation de la taille des parcelles. Dans le cas des zones pionnières, c'est la taille de la maille foncière et la capacité de l'unité de production familiale à former de façon continue un capital productif (actuellement, il s'agit essentiellement de pâturages et de bovins) qui surdétermine l'état du paysage. À terme, c'est la totalité de la propriété qui est transformée en monoculture avec, pour ceux qui le peuvent, l'achat de propriétés voisines, ce qui engendre un processus de concentration foncière. Chacun de ces deux « modèles » présente cependant de grandes variations internes. Pour comprendre les matrices socioculturelles et économiques qui président à la production des paysages, il est donc nécessaire d'étudier de façon détaillée les points suivants : l'histoire de la région, les caractéristiques ethno-historiques, la structure foncière, la démographie, auxquels il faut ajouter une typologie fine des exploitations à étudier.

Le diagnostic territorial

Avant de procéder au choix des lieux où les études pluridisciplinaires seront effectuées, il est indispensable de réaliser un diagnostic des régions étudiées. Chacune représente une combinaison unique de facteurs écosystémiques, historiques, culturels, économiques et politiques. Il est essentiel de pouvoir identifier les principales caractéristiques de chaque région, les dynamiques actuelles et les principaux problèmes, tels qu'ils sont décrits par les pouvoirs publics et les différentes catégories d'acteurs sociaux. Les données seront acquises au moyen de la bibliographie existante (données historiques, recensements, diagnostics économiques, etc.), ainsi que par des entrevues de responsables d'organismes publics et d'institutions représentatives.

Le diagnostic territorial doit par conséquent comporter des informations sur les thèmes suivants :

– *L'histoire de la région* : pour les régions d'occupation ancienne, il est nécessaire d'identifier les principales phases d'occupation démographiques et économiques de la région, afin de comprendre la situation actuelle et les grandes tendances observables; pour les régions d'occupation récente, le caractère officiel (projets de colonisation ou d'installation publics) ou spontané (occupations de terres publiques ou privées par des agriculteurs organisés) de l'installation, les aides reçues, l'ouverture de routes, le degré d'isolement, les éventuels conflits fonciers, constituent les principales données à recueillir.

– *Les caractéristiques ethno-historiques* : il est indispensable d'établir une distinction entre les populations se déclarant « indigènes », ou en cours d'acquisition de cette identité, les populations « traditionnelles » (dotées de territoires exclusifs ou non) et les populations rurales immigrées. Une attention particulière doit être accordée aux revendications identitaires et territoriales visant à constituer des territoires d'usage exclusif (terres indigènes, aires protégées habitées de différents types...) et aux tensions locales que cela implique. L'origine des populations immigrées est également importante, ainsi que leur trajectoire et leur histoire de vie.

– *La structure foncière* : Il est possible de distinguer deux régimes fonciers principaux, le communautaire et le parcellaire. Le régime communautaire correspond soit à une territorialité de premier ordre (espace vécu de chaque communauté, organisation spatiale héritée), soit à une échelle supérieure, à une territorialité politique, fruit d'une revendication identitaire d'un groupe de communautés de base. Dans les cas étudiés, cette territorialité inclut les terres indigènes (TI) et les aires protégées (AP) habitées (Resex, RDS, APA, etc.). Le régime parcellaire correspond à la propriété privée; il est important de savoir quelle est la maille foncière

de base de chaque projet d'installation et son évolution dans le temps (morcellement, concentration). Il est aussi important de savoir quelle est la structure foncière des zones qui entourent les projets d'installation d'agriculteurs familiaux, ainsi que son évolution récente. Il s'agit souvent de vastes propriétés consacrées à l'élevage bovin extensif, dont la rentabilité repose en grande partie sur l'accumulation foncière (appropriation privée de terres publiques), la vente du bois, l'exploitation de la main-d'œuvre (« esclavage contemporain ») et les réseaux de corruption.

– *La démographie*: population totale (rurale et urbaine), distribution spatiale et localisation, croissance démographique, nombre d'enfants par femme, mortalité infantile, mobilité, densités rurales. Les données démographiques doivent être croisées, dans la mesure du possible, avec les données concernant les territoires communautaires de premier et de second ordre, les territoires de l'agriculture familiale parcellaire et les différents types de population.

Toutes ces données doivent être présentées, chaque fois que cela est possible, sous forme de cartes, réalisées, quand c'est nécessaire, avec l'aide d'images satellitales. Il va de soi que ce diagnostic territorial n'est pas seulement destiné à fournir les informations de base dont toutes les disciplines participant à la recherche auront besoin. Il est aussi destiné à dessiner le cadre – constitué par des mémoires, des savoirs, des représentations, des croyances et des pratiques – qui préside à la production, la circulation et la transmission du sens dans les collectivités étudiées. C'est cette dimension qui permettra aux disciplines de sciences humaines de comprendre et de situer les discours des différents acteurs, leurs objectifs et leurs stratégies.

Il est très important que les différentes disciplines puissent travailler sur les mêmes exploitations. Or les critères de certaines disciplines requièrent en théorie un choix aléatoire des échantillons de façon à s'inscrire dans des méthodes de traitement des données universalisées. Deux types de motifs doivent conduire à donner la préférence au choix raisonné. En premier lieu, il existe une difficulté d'accès au terrain, les chercheurs pouvant tout simplement ne pas être acceptés; il est donc nécessaire de passer par l'intermédiaire des autorités locales et des organisations représentatives (chef traditionnel, président de communauté, syndicats, associations, coopératives). Dans le meilleur des cas, après explication et négociation, il sera possible au chercheur de définir en partie les exploi-

Le choix des lieux et des exploitations à étudier

tations avec lesquelles il pourra travailler, évitant du mieux qu'il peut la sur-représentation d'exploitations considérées comme « modèles » par les organisations. L'application de questionnaires, la réalisation des fiches, les explications *in situ* sont très prenantes pour les familles participantes, ce qui suppose non seulement leur accord mais aussi un véritable engagement. Ces exigences limitent d'autant le nombre de familles disposées à participer, même si elles sont intéressées par les perspectives d'amélioration de leurs systèmes de production qui pourraient découler de ces recherches.

En second lieu, il s'agit de trouver les communautés, les *assentamentos** et les exploitations qui présentent le plus d'intérêt pour le type de questionnaire développé par la recherche. Dans certains cas cela peut être la représentativité, mais pas toujours. Certains cas exceptionnels peuvent montrer de façon plus claire les principes sous-jacents aux systèmes existants, ou encore montrer une évolution en cours susceptible de se généraliser. C'est pourquoi des discussions préalables avec les autorités régionales et locales qui traitent de certains aspects de la réalité étudiée (Incra, secrétariats à l'Environnement, à l'Agriculture, à la Pêche, etc.), tout comme avec les instances représentatives, sont nécessaires pour définir les communautés et les *assentamentos* les plus significatifs. On peut ainsi obtenir une première caractérisation de ces noyaux de peuplement (type, évolution démographique, environnement, caractéristiques économiques et sociales, tendances, principaux problèmes...) qui orientera le choix des lieux étudiés.

Au niveau des exploitations, et dans les limites indiquées ci-dessus, le choix devrait tenter de concilier les intérêts des différentes disciplines. Les informations recueillies par toutes les disciplines sur une même exploitation devront intégrer une banque de données. L'idéal étant qu'un suivi puisse être assuré par les structures de recherche régionales, afin de constituer un observatoire du changement, accompagné par images satellitales.

Typologie des exploitations

La typologie des exploitations est réalisée à partir de fiches de l'exploitation construites grâce à des questionnaires détaillés appliqués auprès des familles d'exploitants. Il est important que les recherches effectuées par les disciplines biologiques soient réalisées auprès des mêmes échantillons. Dans la mesure du possible, ces fiches doivent retracer l'histoire de la famille concernée, de la propriété, des parcelles de culture, et décrire de façon précise le système de production.

Encadré 2
Le systèmes
de production
des populations
« traditionnelles »

L'économie des *caboclos* repose de façon équilibrée sur l'agriculture, la pêche et la chasse. Des produits issus de ces trois activités peuvent être vendus sur le marché local (certains, comme la farine de manioc, pouvant exceptionnellement être vendus loin de leur lieu d'origine). D'autres, variables selon les époques (tel le caoutchouc entre 1860 et 1920), sont insérés dans des circuits commerciaux pyramidaux dont la mise en place remonte aux premiers temps de la colonisation. Cette production destinée à une consommation urbaine et industrielle, nationale et internationale, relève de ce qu'il est convenu d'appeler extractivisme*. C'était (et c'est encore en partie) le moyen pour ces populations d'accéder aux biens manufacturés, à travers un système d'échange basé sur l'avance et le troc (sans échange monétaire) appelé *aviamento**. Suivant les époques, différents produits ont été privilégiés par le marché : caoutchouc, noix du Brésil, fibres, produits oléagineux, mais aussi peaux de jaguar ou cuir de caïman, carapaces de tortue, certaines espèces d'arbres, etc. C'est donc ce système et ses différents cycles, liés au marché régional, national et mondial, qui a conduit les populations *caboclas* à mettre parfois en danger certaines espèces très demandées à un moment donné. Par contre, si la pression exercée sur certaines ressources peut être grande, la simple reproduction domestique n'a pas recours à la substitution de la forêt par des cultures. Leur système de production comporte une agriculture sur brûlis à longue jachère, complétée par des cultures de décrue. C'est là une importante différence avec l'agriculture familiale des colons. Du moins tant que le système des colons, basé sur l'élevage bovin, n'est pas adopté. Une autre différence tient à la notion de propriété foncière (c'est l'usage qui est le fondement de l'appropriation du produit du travail) et à l'organisation communautaire du territoire. Il est important de souligner que la séparation entre l'autoconsommation et l'extractivisme n'est pas radicale. Soit parce qu'ils l'ont perdue (populations amérindiennes détribalisées au XVIII^e ou XIV^e siècle), soit parce qu'ils ne l'ont jamais eue (immigrants de l'époque du caoutchouc ou de périodes antérieures), les *caboclos* n'ont jamais eu l'autonomie des populations amérindiennes. Dès le départ, ils ont dépendu, pour leur reproduction, de l'apport des produits manufacturés. Le défi pour la recherche et les politiques publiques est donc d'accroître leur capacité à obtenir des biens et services sur le marché sans pour cela adopter des systèmes impliquant la substitution de la forêt et sans mettre en péril les ressources provenant de l'extractivisme qu'ils ont l'habitude de vendre.

Encadré 3
**Le systèmes
de production
des agriculteurs
immigrés**

L'origine de ces agriculteurs est très diversifiée, tant géographiquement que socialement. Tous sont venus pour accéder à la terre et obtenir une ascension sociale et économique qu'ils jugeaient impossible ou difficile dans leur région de départ. Certains ont eu une trajectoire de petits paysans autonomes et cherchent dans les disponibilités foncières amazoniennes une opportunité d'agrandir leur patrimoine et d'installer leurs enfants à la terre ; d'autres voient la possibilité d'accéder à la propriété après une vie de métayers ou de travailleurs sans terre ; d'autres encore ont exercé diverses professions en ville avant de tenter de revenir à l'agriculture, métier de leurs parents ou grands-parents. Leur migration a parfois été encadrée dans des projets de colonisation (aujourd'hui des projets de réforme agraire), parfois elle a été spontanée, tout en s'inscrivant dans des réseaux familiaux ou de voisinage. La taille de la propriété est définie dès le départ ou régularisée par les pouvoirs publics selon des critères régionaux. Il y a 30 ans, le module foncier régional était de 100 ha. Mais des projets d'installation à 80, 50 ou même 30 ha ont été également créés. Normalement, 50 % de la propriété devrait rester en forêt (voire 80 % selon une loi récente), ce qui n'est pas respecté. Si la pêche, la chasse et l'extractivisme sont présents dans des proportions variables, ils ne constituent pas le fondement du système de production. Les espèces utilisées sont beaucoup moins nombreuses que chez les *caboclos*, révélant une moindre connaissance du milieu. C'est donc l'agriculture qui est au centre du système. Les difficultés de transport et l'éloignement, ajoutés au rôle prépondérant des intermédiaires, rendent les cultures annuelles peu rentables. Les agriculteurs se sont vite tournés vers les cultures pérennes (cacao, café, *guaraná*, *cupuaçu**...). Mais les mêmes difficultés, associées aux fluctuations des cours et à la désorganisation des circuits commerciaux, les ont conduits à se tourner de plus en plus vers l'élevage bovin. Aujourd'hui, plus de 80 % des agriculteurs familiaux immigrés pratiquent l'élevage bovin extensif. Cette activité entraîne une intense déforestation (au bout de 20 ans, il ne reste en général que 15 % de forêt dans un projet, et beaucoup de propriétaires ont défriché la totalité de leur lot) ainsi qu'un processus de concentration foncière. Les essences commerciales de la forêt restante ont été surexploitées. Le défi est donc de mettre en place des systèmes plus diversifiés, de préserver ou de reconstituer des réserves forestières (notamment les réserves légales) qui puissent devenir une source de revenus pérenne, et de faciliter l'accès au marché pour des produits d'une agriculture durable.

Les questionnaires de base doivent être assez larges pour pouvoir être appliqués à des situations très différentes, comme c'est le cas de populations indigènes, *caboclas* et immigrées (encadrés 2, 3). Deux catégories principales de population ont été étudiées : les populations *caboclas* et les colons*. Les différences entre ces deux groupes sont importantes, elles concernent l'histoire, la culture et les pratiques. Dans tous les cas, c'est l'unité de production-consommation primaire qui est prise en compte de façon prioritaire, mais on doit s'attacher à décrire le devenir des produits obtenus ainsi que la participation de membres de ce groupe familial à différents types de collectifs de production et de partage.

Les données à recueillir peuvent être classées en grandes catégories :

- la force de travail et la mobilité passée et actuelle ;
- le capital productif et le système de production ;
- l'impact sur le milieu (rythmes de substitution de la forêt, etc.) ;
- les formes de participation à des dispositifs collectifs et des projets.

Mais il va de soi que chaque discipline est amenée à enrichir les fiches de l'exploitation par des données complémentaires qui lui sont propres. Il s'agit souvent de données d'ordre qualitatif qui permettent une meilleure compréhension des systèmes sociaux ou des agrosystèmes étudiés. Il en va ainsi du travail sur les contenus sémantiques partagés (savoirs, croyances, pratiques) qui forment le cadre de la circulation du sens dans les groupes étudiés, en particulier en ce qui concerne les rapports avec la « nature ».

Les agriculteurs familiaux immigrés présentent en général plusieurs étapes migratoires avant l'installation sur le lieu où ils font l'objet d'une enquête. Il est donc important de reconstituer cette trajectoire familiale, en décrivant le statut et l'activité des membres à chacune des étapes. Un statut antérieur de propriétaire, de métayer ou d'employé a des conséquences directes sur la situation actuelle, notamment en termes de capital initial : un capital important provenant de la revente d'une terre permet de ne pas vendre la force de travail à l'arrivée, de racheter une terre déjà mise en valeur (*i. e.* avec pâturage planté), d'apporter avec soi des bovins, de construire une maison de meilleure qualité, d'employer de la main-d'œuvre, etc. Cette biographie familiale doit être accompagnée par un historique de la constitution du noyau familial, autrement dit il doit comporter des informations sur les entrées et les sorties, l'autonomisation éventuelle des ménages des enfants, les naissances et les décès.

La force de travail et la mobilité passée et actuelle

Outre cette dimension diachronique, il est important d'enregistrer sur les fiches toutes les personnes habitant normalement la propriété au jour de l'enquête et d'identifier la présence éventuelle de plusieurs ménages s'il y a lieu, ainsi que leurs liens avec la famille propriétaire (membres de la famille économiquement associés au noyau principal, membres de la famille autonomes ou semi-autonomes, employés habitant la propriété, avec ou sans autorisation de travailler la terre à leur compte, et, le cas échéant, sous quel type de contrat, etc.). Mais il est également nécessaire d'identifier les personnes de la famille vivant ailleurs (parents, enfants, frères, sœurs, oncles, tantes du propriétaire et de son épouse), en zone rurale ou en ville, et de décrire les liens économiques éventuels qui les relient. Le niveau de scolarité atteint devra être noté pour toutes les personnes habitant sur la propriété, ainsi que pour les enfants du ménage principal qui vivent ailleurs.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, la mobilité ne concerne pas que les migrants. On constate une grande mobilité chez les populations « traditionnelles ». Tant au niveau des déplacements individuels que collectifs. Dans ce dernier cas, il s'agit souvent du déplacement ou de la création de nouvelles communautés plus proches des grands axes fluviaux et des villes. Parmi les causes de cette mobilité on retiendra : la délimitation de terres indigènes dans la région, qui a conduit à l'expulsion des habitants qui ne se considéraient pas comme amérindiens ; les variations du milieu naturel lors des crues du fleuve, avec disparition de terres d'habitat ou de cultures ; les changements économiques tels que les restrictions à l'exploitation du bois ; enfin les nouveaux besoins liés aux politiques de redistribution (retraite, santé, bénéfices sociaux divers) qui conduisent les populations à se rapprocher des centres urbains où se trouvent ces services. C'est pourquoi il est aussi utile de connaître la date de création d'une communauté et son histoire démographique récente, dans le cas des populations traditionnelles, que de connaître la date d'arrivée d'une famille de colons dans le cas des projets de réforme agraire.

Le capital productif et le système de production

Les systèmes traditionnels présentent en général une faible accumulation de capital productif. Il y a peu de substitution de la forêt par des cultures pérennes ou des pâturages, l'agriculture est caractérisée par la rotation des parcelles de cultures, laissées au recrû naturel après un temps variable d'utilisation. On pourrait dire que le capital est dans ce cas un capital naturel, disponible en fonction des besoins (bois, fibres, huiles végétales, poisson, gibier...). Dans le cas des familles immigrées des

régions de colonisation, l'absence de capital productif au bout d'un certain temps de présence caractérise au contraire un échec ou en tout cas une situation de fragilité. Cette fragilité peut conduire à la revente du lot, suivie du départ ou du changement de statut des intéressés, chose impossible dans le système communautaire traditionnel.

Les fiches de l'exploitation devront donc identifier clairement les activités menées par la famille : agriculture (cultures annuelles et pérennes), élevage bovin, petit élevage (porcs, volailles...), jardins et vergers, extractivisme*, chasse, pêche et cueillette pour l'autoconsommation, autres activités (exploitation du bois, artisanat, commerce...). Ces activités devront être évaluées selon le temps qui leur est consacré et leur part dans le revenu familial. Il est important de distinguer la part de l'activité et du produit destinée à l'autoconsommation et celle qui est commercialisée. Cette proportion peut varier au cours de l'année et d'une année sur l'autre. La répartition des tâches et du revenu au sein du groupe familial (et des ménages associés) sera enregistrée.

Chaque activité devra faire l'objet d'une description qualitative et quantitative. Par exemple, pour ce qui concerne l'élevage bovin, il faudra recueillir des données sur la structure du troupeau, les naissances, les ventes, le type de pâturage, le ratio ha/tête, le niveau sanitaire, etc. C'est sans doute l'extractivisme qui constitue l'activité la plus difficile à décrire et à observer. Une question souvent posée concerne la frontière entre l'extractivisme et les prélèvements destinés en principe à l'autoconsommation mais occasionnellement vendus. Toute frontière sera en partie arbitraire ; on peut néanmoins considérer que l'extractivisme est un système qui associe un ou des commerçants (souvent propriétaires de bateaux, ils rendent périodiquement visite à leurs « clients ») à des producteurs de façon régulière et prévisible, avec des quantités de produit en général définies, même en l'absence de contrat écrit. L'essentiel de l'échange porte sur une petite gamme de produits. La fidélisation des « clientèles » s'inscrit dans un système d'avances et de dette. La vente occasionnelle d'un produit de cueillette, également autoconsommé, sur le marché, se situerait en dehors de l'extractivisme proprement dit. Ses produits sont d'ailleurs plus diversifiés. La question se pose également pour la chasse et la pêche. Les deux activités sont pratiquées pour l'autoconsommation, elles font l'objet de vente occasionnelle, mais aussi d'une spécialisation croissante. Il existe donc trois niveaux d'activité sans séparation nette. C'est principalement vrai pour la pêche dans le cas des populations traditionnelles (encadré 4). Il est par conséquent nécessaire d'évaluer les quantités autoconsommées et les quantités vendues, selon le type de poisson et le type de pêche.

Encadré 4
**La pêche dans
 le Haut-Solimões**

Très importante sur le plan alimentaire, la pêche a toujours fait intégralement partie des activités de subsistance dans la région. L'approvisionnement des *seringais** et des campements d'exploitants de bois, puis la croissance des petites villes (conséquence de la chute du caoutchouc) ont conduit des familles à se spécialiser en partie dans la pêche commerciale à petite échelle. L'interdiction de l'extraction du bois en 1994 a coïncidé avec une demande croissante de poissons sans écailles de grande taille, sur le marché colombien (en particulier Bogotá), conduisant de nombreuses familles à entrer dans cette activité et à menacer ainsi la ressource. Parallèlement, des commerçants pratiquent une forme d'*aviamento* à partir de pontons flottants qu'ils installent près des communautés « clientes », faisant l'avance de produits manufacturés (voire aujourd'hui de l'argent) en échange du produit de la pêche. On constate le même phénomène pour la chasse, dont la commercialisation est pourtant interdite (l'avance porte dans ce cas essentiellement sur les cartouches).

Les recherches de terrain étant réalisées par des équipes pluridisciplinaires, la présence de botanistes et d'agronomes permettra d'identifier les plantes cultivées, les plantes utilisées et de caractériser la biodiversité végétale des jachères, des recrûs et de la végétation naturelle. L'histoire des parcelles actuellement en culture ou abandonnées sera reconstituée et aidera ainsi à définir et à qualifier les unités paysagères. Pour chaque culture et chaque parcelle les espèces cultivées ou volontairement préservées seront identifiées, ainsi que les pratiques de préparation du sol et les soins donnés aux cultures. La taille des champs de cultures annuels et des jachères identifiables devra être relevée dans la mesure où elle permettra ensuite une série de calculs et d'indices. Cette caractérisation des parcelles et des jachères (selon leur taille, leur composition, leur âge et le temps d'utilisation antérieur) est précieuse pour l'identification des composants paysagers et leur reconnaissance sur les images satellitales.

Pour compléter l'inventaire et la compréhension du système de production, les informations suivantes seront également reportées sur les fiches :

- le calendrier des activités (agricoles, d'élevage, de cueillette, de pêche et de chasse);
- les échanges de travail avec des voisins; le travail rémunéré pour autrui; l'emploi de main-d'œuvre rémunérée;
- les autres sources de revenu (retraite, indemnisation pour l'arrêt de la pêche en période de frai, salaire, *bolsa família**, aide à la maternité...);

– les éléments de confort et les outils de production ou de transport : type de maison, nombre de pièces, puits, électricité, bateau à moteur, véhicule, etc.

Populations « traditionnelles » et immigrées (ou colon) présentent deux types d'impacts très différents. Les premières utilisent la forêt de façon cyclique alternant jachères et mises en culture ; les surfaces cultivées par habitant varient peu, le produit obtenu étant avant tout destiné à l'auto-consommation. L'augmentation de l'impact sur la forêt est par conséquent liée aux changements démographiques. En cas de population stable, et après un certain temps d'installation de la communauté, le système devrait trouver un certain équilibre (rapport entre jachères d'âges variés, surfaces en culture et forêt). La qualité des sols, la répartition de la terre entre les différentes familles et la distance jugée acceptable entre la maison et le champ vont déterminer le rythme de remise en culture, donc le temps de jachère. Cette situation idéale s'est trouvée récemment modifiée par une série de facteurs. Nous retiendrons en particulier : la plupart des communautés sont en croissance démographique ; de plus en plus de ressortissants des communautés passent un temps variable en ville et se consacrent moins à l'agriculture ; l'adoption d'activités commerciales plus rentables (telles que la pêche au poisson sans écailles ou la fabrication de charbon de bois) entraîne alors la réduction de la taille des champs (conduisant à des pratiques agricoles visant seulement l'auto-consommation, voire à l'achat de denrées alimentaires d'appoint sur le marché). Deux modifications des systèmes de production, encore peu significatives, pourraient à terme avoir une grande influence : la mise en place de cultures pérennes en *terra firme** (qui augmenterait l'emprise spatiale globale de la communauté) et surtout la création de pâturages pour l'élevage bovin. Ce serait alors le signe que les populations traditionnelles auraient adopté le système de substitution de la forêt propre aux colons, avec les conséquences que l'on sait sur la déforestation. Ces indices de modification du système sont donc très importants à déceler et à mesurer. D'une façon générale, on devra s'attacher à mesurer les temps de jachère (et leur éventuelle modification) ainsi que la taille des parcelles afin de juxtaposer ces informations aux données démographiques et à la séquence temporelle d'images satellitaires, obtenant ainsi une appréciation globale de l'évolution de l'impact des communautés étudiées.

Chez les agriculteurs familiaux immigrés, un système cyclique n'a jamais véritablement été mis en place. Dès la création des Projets de colonisation au tout début des années 1970, il est apparu que les cultures annuelles

L'impact sur le milieu

ne seraient pas à même d'améliorer durablement le niveau de vie des familles. Notons que, contrairement aux populations traditionnelles qui cultivent essentiellement du manioc et du maïs, les immigrants cultivent du riz (première culture de défriche), associé à du maïs et des haricots. L'adoption de cultures pérennes (cacaoyer, caféier et poivrier) a parfois permis des ascensions sociales notables. On a enregistré des cas de défrichement de la totalité de la propriété (100 ha) pour y planter du cacaoyer et du caféier dans les années 1980, mais il s'agissait d'une conjoncture exceptionnelle. En moyenne, les cultures pérennes immobilisent, lorsqu'elles sont présentes, entre 5 et 20 ha de chaque propriété, suivant les régions. Le reste de la propriété aurait donc pu entrer, au moins partiellement, dans un système cyclique alternant, à terme, cultures et jachères. Déjà, cependant, les agriculteurs et l'assistance technique avaient tendance à considérer que la défriche-culture non suivie de la mise en place d'une utilisation permanente de l'espace était symbole d'échec. Mais la fluctuation des prix des principales cultures pérennes et les difficultés de commercialisation ont découragé nombre d'agriculteurs. Ils ont donc adopté spontanément les pâturages et l'élevage bovin. Si l'agriculteur n'a pas les moyens d'acheter immédiatement du bétail, il peut louer son pâturage contre de l'argent ou une part des veaux. Le bétail constitue une épargne sur pied dont la vente ne dépend pas des saisons et dont le prix est stable. Il peut être vendu en cas de besoin sans engager le foncier ; il permet également d'installer les enfants à la terre et de rémunérer leur travail (entre autres avantages). Il n'est donc pas étonnant que, lors de la mise en place de crédits spéciaux pour l'agriculture familiale amazonienne (FNO), la quasi-totalité des agriculteurs ait demandé un crédit pour l'élevage bovin. On assiste alors à une accélération de la mise en pâturage, la défriche-culture étant presque systématiquement suivie de la création de pâturage. Le nombre de lots entièrement défrichés augmente, ainsi que la concentration foncière.

La réalisation des fiches de l'exploitation et les informations collectées à cette occasion permettent d'évaluer quantitativement et qualitativement l'évolution de l'emprise spatiale des systèmes de production sous la forme d'un certain nombre d'indices rapportés au nombre d'années de présence de la famille sur les lieux et à la connaissance de l'état de la propriété (ou de la forêt dans le cas de communautés) au moment de l'installation (dans le cas des colons, la même propriété a été parfois mise en valeur par plusieurs propriétaires successifs). Ces indices permettent d'évaluer tout autant les dynamiques « spontanées » que l'impact des politiques publiques ; ils seront présentés dans le troisième chapitre.

Les formes de participation à des dispositifs collectifs et des projets

Les modifications des systèmes productifs (et donc les changements concernant leur impact sur la biodiversité) ont essentiellement pour origine les idées qui circulent parmi les différentes composantes de l'assistance technique, relayées par les organisations représentatives et les associations de producteurs. Sous l'influence des écoles agronomiques, l'assistance technique a diffusé pendant longtemps des modèles dits « productivistes », fondés sur la maximisation de la production agricole. Plus récemment, le succès du concept de développement durable, le rôle croissant des universités et des recherches pluridisciplinaires ont permis la diffusion d'autres conceptions. Le système de production est compris dans un sens plus holiste, le rôle des facteurs naturels et la nécessité de conserver les ressources étant davantage pris en compte.

On trouve donc simultanément des interventions de développement de type « productiviste », avec maquillage écologique, et des projets conçus dès le départ pour être « durables » (souvent dévoyés par l'inertie des systèmes en place). Quoiqu'il en soit, il est important de savoir le degré d'implication de l'exploitation étudiée dans des associations, coopératives et syndicats (mais aussi des partis politiques, des Églises, des associations de jeunes, de femmes) et d'identifier les modèles véhiculés par ces différentes instances et les types d'action qu'elles proposent. La participation directe à des projets (ce qui implique en général un crédit bancaire et une assistance technique) doit faire l'objet d'une attention particulière. L'historique de participation à des projets doit être reconstitué pour chacune des familles de l'échantillon. Les informations collectées doivent permettre d'évaluer les changements qui peuvent être imputés à chaque projet (financement de cultures pérennes, de l'élevage bovin ou de la pêche).

Parmi les différents types de projet, ceux qui portent plus clairement la marque du développement durable (diffusion de systèmes agroforestiers, gestion de l'ichtyofaune sauvage, etc.) doivent être évalués. Parfois ces projets ne sont adoptés que pour obtenir un financement (lui-même appliqué à des activités « prédatrices ») et non suivis d'effets. Dans d'autres cas, ils peuvent constituer le point de départ d'un changement de modèle productif.

Évaluation des dynamiques de la biodiversité

Une approche pluridisciplinaire des dynamiques de la biodiversité suppose d'abord que l'on s'entende sur les mots, les mots qui décrivent, pour chacun des interlocuteurs concernés (populations locales, agents de développement, etc.) et aussi pour chacune des disciplines scientifiques impliquées, les objets et les concepts utilisés. C'est dans ce sens que nous avons déjà insisté, dans l'introduction, sur l'importance de la définition de la biodiversité. Pour cette raison également, nous suggérons la réalisation d'un glossaire évolutif qui puisse être complété ou amendé pendant toute la durée du projet et inclure un ensemble exhaustif des termes (techniques, scientifiques, locaux, du langage courant, des textes de lois, etc.) utilisés dans la description des états et des dynamiques de ce que nous avons appelé « biodiversité ». Ce glossaire est très utile lorsqu'il faut comparer des informations concernant un même objet d'étude, cependant nommé différemment par les différents acteurs (par exemple, le « jardin verger familial* » peut être décrit comme *sítio**, *horta de quintal**, *chácara**, *pomar**, *terreiro**, etc.).

Une approche pluridisciplinaire des dynamiques de la biodiversité suppose encore que l'on s'entende sur les objets. Pour se donner la possibilité de spatialiser les résultats, et donc de représenter à différentes échelles les états et les transformations de la biodiversité, il faut notamment se baser sur des mesures réalisées dans des formations végétales qui soient significatives et couvrent des portions d'espace définies. La définition de ces unités spatiales, reconnues pertinentes pour une étude donnée, est une étape importante de la démarche méthodologique proposée.

Identification des catégories spatiales et importance des nomenclatures

Face à une même réalité sur le terrain, le botaniste, l'agriculteur, l'agronome, l'agent de développement, le chasseur, le pêcheur, le géographe, le pédologue, le touriste ne « voient » pas nécessairement la même chose. Chacun distingue des éléments différents par leur taille, leur aspect ou leur fonction; chacun utilise des catégories et des nomenclatures de végétation (d'usage ou de paysage) se rapportant à des représentations spécifiques du milieu; elles sont définies et nommées sur la base de critères différents (écologique, économique, utilitaire...) et ne sont pas toujours équivalentes ou assimilables entre elles. Il existe donc de multiples manières de découper le « continuum spatial » du réel et cette évidence est bonne à rappeler parce qu'elle engendre toujours de nombreux malentendus, par exemple entre les différents acteurs devenus partenaires au sein d'un projet de développement... ou d'un projet de recherche pluridisciplinaire. Pour parler le même langage, et s'accorder sur les mots et les objets de l'étude, les membres de l'équipe s'entendent, dans le cadre de ce programme de recherche, pour mener ensemble une analyse paysagère à partir de catégories minimales (les composants paysagers) et englobantes (les types paysagers) construites spécifiquement pour l'étude et permettant d'inclure la plupart des résultats obtenus à diverses échelles spatiales, par chacune des disciplines concernées.

En effet, la biodiversité peut être étudiée de multiples manières: avec une approche strictement phytogéographique ou édaphologique par exemple (on se baserait alors sur des catégories « scientifiques » distinguant des types de végétation ou formations végétales et des classes de sols), à partir des seules pratiques et représentations locales (on se baserait alors sur les catégories spatiales ou paysagères nommées et définies par les populations locales elles-mêmes) ou par le biais d'approches synthétiques prenant simultanément en compte plusieurs « points de vue » sur la biodiversité. Le choix initial d'un ou de plusieurs « points de vue » dépend de l'objectif que l'on donne à chaque étude. Ce choix est déterminant pour la construction et la délimitation des catégories choisies (les types et composants paysagers définis plus loin) pour réaliser les différentes mesures possibles de biodiversité et pour spatialiser par la suite ses dynamiques. Ces catégories – de la même manière que le glossaire qui met en relation différentes nomenclatures – doivent être définies de façon évolutive, c'est-à-dire qu'elles peuvent être révisées en fonction des informations échangées entre les différents partenaires de l'étude, mais aussi en fonction des premiers résultats mesurés sur le terrain et des données obtenues à partir des images satellitales.

Le processus, qui vise l'intégration de données multiples et hétérogènes et l'utilisation d'outils spécifiques, présente aussi quelques limitations.

Éléments complémentaires de définitions géographiques du paysage

Une partie du territoire, visible par un observateur, où s'inscrit une combinaison de faits et d'interactions dont on ne voit, à un moment donné que le résultat global (DEFFONTAINES, 1998).

Le paysage est un signe, l'apparence visible d'un système de forces plus ou moins complexe qui le produit. Ce système peut être naturel, anthropique ou, le plus souvent, mixte. Il est doté d'une inertie qui autorise la présence d'héritage... (BROSSARD et WIEBER, 1980).

Le paysage comme ensemble d'indices en dit long sur la société qui l'a produit. Non sans biais : des parties sont cachées ; des indices sont trompeurs, polysémiques, renvoient à des indiqués différents ; le message est brouillé, en partie à cause des rémanences : nombre de traces sont mortes, viennent de mouvements du passé... (BRUNET et al., 1992).

L'approche paysagère, qu'est-ce que c'est ?

D'après BÉRINGUIER et al. (1999)

Le paysage est bien un « objet construit », son identification sur le terrain résulte d'un consensus qui passe par un double filtre : celui des « points de vue » intellectuels à partir desquels on se situe et celui des objectifs définis par le projet de recherche. En cela c'est un concept suffisamment souple pour être utilisé par une équipe pluridisciplinaire.

L'approche paysagère représente une façon d'appréhender l'interface nature/société du continuum spatial, c'est-à-dire qu'elle prend en compte des éléments qui relèvent à la fois du milieu naturel et de l'action des sociétés. Dans cette perspective nous considérons que le paysage est le produit d'une multitude d'actes pour un milieu donné. Il comporte des signes que l'on peut apprendre à lire pour en comprendre le sens, en cela il est considéré comme un bon indicateur de l'impact spatial des actions anthropiques. Il contribue à identifier, de façon certainement incomplète, des catégories spatiales qui renseignent tant sur l'état de la végétation résultant de l'exploitation des ressources naturelles que sur les acteurs qui en sont à l'origine.

L'entrée par les paysages permet l'analyse de système et hiérarchise les composants et les types tout en s'attachant à reconnaître leurs interrelations. L'identification des types et composants paysagers sert ici à la fois de cadre pour la description du continuum et de support à l'analyse de la biodiversité.

L'approche méthodologique proposée a pour ambition de produire, en un laps de temps relativement court, des documents susceptibles de représenter la répartition et les dynamiques de la biodiversité en utilisant les images satellitaires pour exprimer des résultats à l'échelle du territoire d'une communauté, d'un ensemble de localités voisines, de la région, etc. Dans ces conditions, on doit parfois renoncer à la représentation précise de certains résultats obtenus, par exemple, sur des surfaces trop petites pour être vues sur l'image, même s'ils apparaissent importants du point de vue de la biodiversité. C'est le cas des *sítios* à Benfica ou, dans la même localité, de différentes classes de pâturages qui ne peuvent pas être distinguées sur l'image mais qui présentent pourtant des variations importantes de richesses spécifiques. Ces catégories sont reconnues par les populations locales, les agronomes et les botanistes, on souligne leur importance pour les dynamiques de la biodiversité au niveau local et pourtant, elles ne font pas partie des composants paysagers définis pour Benfica. Elles peuvent être étudiées différemment selon les techniques plus classiques de la phytogéographie. L'image satellitaire impose donc des limitations, en fonction notamment de la résolution. Pour pallier ces difficultés, nous avons recours à deux procédés de traitement d'image afin de limiter au mieux les problèmes soulevés par la détection des composants (cf. *infra*).

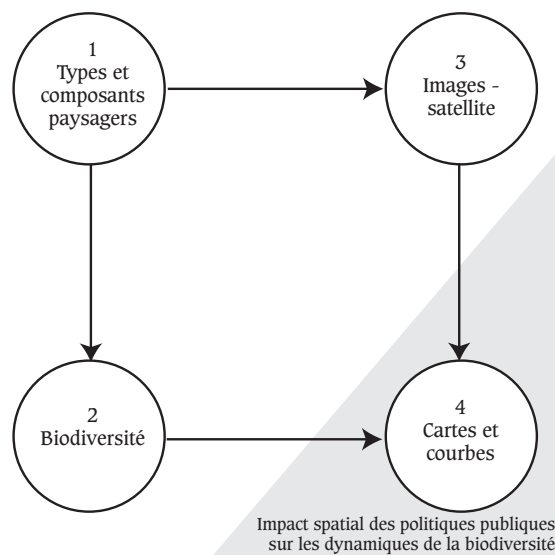
Il faut enfin rappeler que l'approche paysagère proposée ne vise pas une présentation exhaustive et suffisante des facteurs et des informations liés aux dynamiques de la biodiversité, qui sont évidemment très complexes ; elle n'a pas pour objectif de comprendre et d'expliquer le monde végétal. Le lecteur aura compris que notre intention n'est pas non plus, comme en écologie du paysage, d'étudier comment la structure de l'espace qui nous entoure influence la dynamique des populations, des communautés et des écosystèmes (DÉCAMPS, 2004). Par contre, elle offre les moyens d'intégrer de très nombreuses données, souvent dispersées et disparates, et de les rapporter à des unités paysagères de façon à cartographier et visualiser l'essentiel des dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité. L'encadré 5 propose les définitions du paysage qui contextualisent notre démarche.

L'approche paysagère, un outil d'intégration et de spatialisation des dynamiques de la biodiversité

Face à la diversité des façons de catégoriser la végétation, choisie comme révélatrice de la biodiversité, il est donc nécessaire de s'entendre sur les « objets » reconnus d'intérêt pour l'étude et pour chacune des différentes disciplines. L'imagerie satellitaire est l'outil de spatialisation de l'information de grande précision qui a été retenu car il est particulièrement

adapté aux régions disposant de peu de documents cartographiques actualisés. En outre, il permet d’appréhender les dynamiques de la biodiversité dans l’espace et dans le temps, notamment grâce aux possibilités de mise en carte diachronique (encadré 6). L’approche paysagère facilite l’utilisation des images en apportant une information complémentaire à l’étude, sur le terrain, de la partie visible d’un espace. L’analyse des images, combinée à celle des paysages, permet ainsi d’extrapoler les résultats forcément très localisés des études de terrain pour les ramener à l’échelle de l’unité de gestion territoriale – l’*assentamento*, le *município** et la région – cadre dans lequel opère la majeure partie des politiques publiques. Les différentes étapes de la démarche s’articulent autour de ces deux outils, le paysage et l’image, utilisés pour effectuer le passage du relevé de végétation, à celui de la réalisation de documents cartographiques concernant les dynamiques de biodiversité. L’objectif consiste à estimer le rôle tenu par les politiques publiques dans ces dynamiques. La démarche enchaîne quatre étapes principales que présente la figure 1 ; on trouvera ci-après des définitions relatives à la terminologie utilisée en analyse paysagère.

Figure 1 – Les quatre étapes de la démarche paysagère



- 1- Types et composants paysagers : des catégories pour segmenter le continuum spatial
- 2- Biodiversité : des indices et une échelle de complexité pour estimer la biodiversité
- 3- Images-satellite : des traitements d’images pour localiser et quantifier les dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité
- 4- Cartes et courbes : des outils de mesure pour estimer l’impact spatial des politiques publiques sur les dynamiques de la biodiversité

Encadré 6
**Pourquoi passer
 par la carte ?**

¹ Zones d'égale valeur de biodiversité.

La spatialisation des données, à différentes époques, signale en effet la place, la taille et la forme des différentes zones d'isobiodiversité¹ et le suivi de leurs évolutions.

La place de chaque zone d'isobiodiversité aide à comprendre les relations qui s'établissent entre elles ou bien avec certains autres éléments comme par exemple leur proximité à la route, à un cours d'eau, à des habitations, leur éloignement de la forêt...

La taille de ces zones apporte des informations sur leur surface en hectares. Ces données sont utilisées pour évaluer leur importance en terme de couverture du sol et servent à quantifier l'ampleur des changements dans le temps.

La forme, combinée à la taille, renseigne par exemple sur ce qu'on appelle le processus de fragmentation. Du degré de fragmentation d'un massif forestier dépend la capacité de reproduction de certaines espèces tant végétales qu'animales : un vaste massif, d'un seul tenant, n'a pas la même signification pour le maintien des espèces que la même surface disséminée dans l'espace. Cet émiettement perturbe la circulation des espèces.

La spatialisation des données de biodiversité aide ainsi à quantifier leurs dynamiques par le suivi de la diffusion, rétraction, stabilité des zones d'isobiodiversité en lien avec les actions anthropiques et les politiques publiques.

Définitions

Les définitions du paysage sont nombreuses et les façons de l'utiliser aussi. Celle rédigée par G. Bertrand (1978 *in* BERTRAND, 2002) permet de clarifier la position adoptée dans le cadre de cet ouvrage :

Le paysage est, sur une certaine portion d'espace, le résultat de la combinaison dynamique, donc instable, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui, en réagissant dialectiquement les uns sur les autres, font du paysage un ensemble unique et indissociable. Le paysage est fait de matérialités – la structure et le fonctionnement propres aux composants naturels ou autres –, mais également de processus économiques et culturels dont les effets diffèrent selon les productions et les groupes sociaux.

Les paysages forment un continuum spatial qu'il s'agit de segmenter pour appréhender les deux niveaux d'intelligibilité de l'espace qui sont mobilisés dans la démarche de façon complémentaire : le type paysager et le composant paysager. Ces deux niveaux de segmentation paysagère

sont conçus pour servir de langage commun entre les disciplines, les terrains, les images et les mesures de biodiversité.

Le type paysager (TP) se veut représentatif d'une portion d'espace homogène, cohérente tant sur le plan physiognomique (existence d'une similitude de nature, d'agencement et de fréquence des éléments constitutifs) que sur celui de l'usage socio-économique et du fonctionnement écologique à l'origine de sa production. Il correspond à la synthèse entre une matérialité spatiale homogène et une catégorie d'acteurs aux pratiques comparables d'utilisation des ressources. Le TP est un indicateur spatial d'état du territoire et de certaines de ses dynamiques. La figure 2 (page II du cahier couleurs) montre les 5 TP définis à Benfica. Ils sont décrits de façon à faire ressortir les particularités qui les différencient les uns des autres, les proportions occupées par les composants qui les constituent et la relation milieu/actions anthropiques qu'ils révèlent.

Le composant paysager (CP) correspond au plus petit objet élémentaire reconnu sur le terrain à la fois par l'analyse paysagère et par le traitement d'image. Notre approche donne en effet une grande importance à l'image satellitale, qui permet la spatialisation des données. Le composant⁵ représente, en quelque sorte, les morceaux du puzzle qu'il faut ensuite assembler pour construire le paysage. Leur association fait émerger le paysage. Sans échelle *a priori*, ce sont en fait des éléments (jardin, *capoeira**, champ...) dont la physiognomie informe sur la fonction. Il contient aussi des indices révélateurs de l'état et des tendances d'évolution du paysage. La figure 3 (page III du cahier couleurs) présente les 10 composants sélectionnés à Benfica. Le composant « pâturage » renseigne, par exemple, sur l'une des activités agricoles dominantes et le composant « *capoeira* » souligne un stade transitionnel d'attente avant la mise en pâturage ou d'abandon.

Dans chaque composant paysager, niveau le plus fin, est effectué, dans certains cas et selon les possibilités, un relevé de végétation destiné à fournir les données de base nécessaires à l'évaluation de la diversité végétale, dont on ne prend en compte que l'aspect spécifique, excluant les aspects génétiques et écosystémiques. Le composant ne correspond pas obligatoirement à une formation végétale (encadré 7). Certes, c'est souvent le cas et si, à Benfica, la majorité d'entre eux peut être assimilée à des formations végétales, le « bas-fond avec végétation arborescente » est en fait une succession de groupements dépendants des conditions édaphiques.

⁵ Dans certains cas, le composant paysager peut se superposer à la « facette écologique », définie par C. BLANC-PAMARD et G. SAUTTER (1990) comme la « plus petite unité insécable d'un point de vue naturel et humain », et qui correspond normalement à des catégories locales. Toutefois, nos contraintes en termes de découpage de l'espace sont plutôt liées à la résolution des images et aux différentes manières d'aborder la biodiversité.

Objectifs

Encadré 7
La végétation

Définitions botaniques de la végétation...

La végétation est l'ensemble des plantes présentes en un lieu donné tel que station, habitat, milieu, région, étage ou zone climatique... la définition d'une végétation repose sur des critères d'ordre physionomique (structures verticale et horizontale, phénologie...), affinés par la prise en compte de données floristiques (DA LAGE et MÉTAILIÉ, 2000).

La végétation d'une contrée est le tapis végétal qui la recouvre. Elle est formée des espèces de la flore groupée en quantités et proportions diverses, les unes jouant un rôle physionomique considérable, les autres étant disséminées et comme perdues au milieu des précédentes... (TROCHAIN, 1980).

... de la flore...

La flore est la liste des plantes qui vivent dans un territoire donné (TROCHAIN, 1980).

...ensemble des taxons végétaux relevés sur un territoire déterminé (région, pays...), un type de milieu (forêt montagne...) (DA LAGE et MÉTAILIÉ, 2000).

... des unités de végétation...

Type de végétation : *Unité majeure de l'étude de la végétation. Les types de végétation sont reconnus par le vocabulaire courant tel que : forêts, prairies, savanes...* (TROCHAIN, 1980).

Formation végétale : ce terme introduit par Alexander von Humboldt en 1806 et défini par Grisebach en 1838 a subi tant d'interprétations différentes que certains auteurs se refusent à l'employer, tout en reconnaissant qu'il a une valeur descriptive réelle, pratique dans une analyse rapide de la végétation.

Groupement végétal : *Unité reconnue au sein d'une végétation et correspondant à des conditions écologiques particulières* (DA LAGE et MÉTAILIÉ, 2000).

... et quelques autres

Association végétale : *Groupement végétal particulier défini par sa composition floristique, reflet des conditions mésologiques, mais aussi : Unité élémentaire de la phytosociologie...*, définie par un ensemble caractéristique d'espèces; synécie : *Type de végétation défini par sa physionomie et par sa composition floristique*; phytocénose ou communauté végétale : *Ensemble des organismes végétaux vivant dans un biotope donné* (DA LAGE et MÉTAILIÉ, 2000).

Notre choix en fonction des objectifs de cet ouvrage

Face à une telle situation nous considérerons, avec de nombreux auteurs, comme synonymes « type de végétation » et « formation végétale », unités de végétation définies par leurs physionomies, leurs structures et leurs composants. C'est d'ailleurs ainsi qu'il en fut fait lors du Congrès de Yangambi (CSA, 1956) dont les participants s'étaient fixés pour tâche la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Il s'agissait de définir les différents types de végétation sur des critères essentiellement physionomiques. VELOSO FILHO *et al.*, (1991) ont pu, dans le cadre du projet Radambrasil, appliquer cette terminologie à la végétation brésilienne, avec le succès que l'on sait.

On se permettra de citer longuement GUINOCHET (1973): *...l'étude des formations végétales... n'exige pas des connaissances systématiques approfondies, ni un travail analytique soutenu sur le terrain, ni la mise en œuvre de techniques subtiles de traitement des données. Elle est donc à portée du plus grand nombre, et, de surcroît, elle aboutit beaucoup plus rapidement à des exposés qui font impression sur le public non botaniste.*

Il faut, pourtant, reconnaître que les formations végétales ont, pour la plupart, d'indiscutables rapports avec les climats, aussi bien zonaux que régionaux, voire locaux. Leur étude n'est donc pas inutile. D'autant plus qu'en l'absence d'études phytosociologiques sur un territoire, ce qui est encore, malheureusement, le cas de la plus grande partie du Globe, mieux vaut une bonne description de ses formations végétales que rien du tout. Mais cela semble plus relever des préoccupations du géographe que de celles du botaniste soucieux de comprendre la diversité du monde végétal.

Malgré le dédain manifeste de l'auteur pour ce qui ne relève pas de la phytosociologie, ce texte correspond exactement à notre approche de la couverture végétale à travers l'analyse paysagère que nous proposons.

En d'autres mots, les CP sont le passage obligé tant pour la phase des relevés de terrain (végétation et image) que pour celles des calculs de diversité. Toutefois, chaque procédé d'évaluation des diversités prend en compte soit la totalité des composants, soit seulement certains d'entre eux, ou bien les regroupe en classes plus englobantes selon les nécessités de la procédure et du type d'indice sélectionné (cf. *infra*).

Si la majeure partie des relations entre les politiques publiques et leurs effets sur le couvert végétal est analysée au niveau du type paysager,

certaines le sont toutefois au niveau du CP. Il est important, par exemple, de suivre l'évolution des surfaces occupées par le composant « bas-fond avec végétation arborescente » lorsque l'on veut, ultérieurement, estimer l'impact de la loi interdisant leur déboisement afin de protéger les cours d'eau.

Les types paysagers aident à spatialiser les valeurs de biodiversité obtenues par composant et à produire des documents plus faciles à interpréter, lorsqu'il s'agit d'en suivre les transformations spatio-temporelles afin de les mettre en relation avec les politiques publiques. En effet, les cartes par composants sont particulièrement difficiles à analyser quand les dynamiques de biodiversité sont observées à l'échelle des unités de gestion territoriale et qu'il faut suivre leurs évolutions dans le temps. Constituées d'une multitude de minuscules taches de couleurs, elles ne facilitent pas la compréhension des dynamiques et la comparaison diachronique, alors que les cartes de biodiversité par types paysagers présentent l'avantage de simplifier la lecture en rapportant les mesures à des zones synthétiques, plus vastes. Les analyses de biodiversité sont ainsi possibles sur de grandes étendues régionales comme c'est le cas dans le Haut-Solimões. En outre, l'expérience conduite dans cette région a montré qu'il n'était pas toujours possible de détecter les composants sur les images. En revanche, la délimitation des types paysagers pose peu de problème.

Types et composants paysagers : des catégories pour segmenter le continuum spatial

Il s'agit à ce niveau de préciser les choix méthodologiques conduisant à l'identification des deux niveaux de segmentation du paysage à identifier, pour y estimer la biodiversité.

Le procédé de segmentation peut-être soit descendant – de la globalité paysagère aux composants, soit ascendant – reconstitution de la globalité par assemblage des CP. Autrement dit, la première étape de reconnaissance des deux niveaux peut commencer par l'identification soit des types paysagers, comme cela s'est produit à Benjamin Constant, soit des composants paysagers, ce qui fut le cas à Benfica.

Fractionner le continuum en types paysagers

Fractionner le continuum en types paysagers nécessite de recourir à une observation visuelle *in situ*, associée et complétée par la vision verticale des images satellitaires. Les données radiométriques aident à estimer le degré de représentativité et l'extension spatiale de ce qui est observé au sol. Lors d'un premier parcours sur le terrain, effectué à pied, en bateau ou en voiture, on cherchera à identifier les lieux, autrement dit les paysages, qui se ressemblent. On dira qu'un paysage ressemble à un autre lorsqu'il est constitué, en proportions approchées, équivalentes, des mêmes composants

et que ceux-ci sont organisés de manière similaire. La découverte progressive de la zone d'étude amène à faire la liste des différents paysages traversés (paysages A, B et C sur la figure 4, page IV du cahier couleurs) et à élaborer le paysage type qui les représente. Le type paysager est donc le paysage modèle, le paysage idéal construit et représenté graphiquement auquel s'apparentent les paysages qui lui ressemblent. Cette figure donne un exemple de la façon dont se différencient visuellement les paysages sur le terrain et le type paysager auquel ils sont assimilés.

Ce procédé conduit à une première typologie basée essentiellement sur la physionomie des lieux qu'il faut ensuite valider ou invalider au regard des trois points suivants :

– La connaissance socio-économique parallèlement acquise auprès des acteurs sociaux. Ces informations aident à la fois à faire émerger la fonction d'« indicateur » du type paysager et à sélectionner ceux qui seront retenus dans la typologie, c'est-à-dire ceux qui seront évalués comme représentatifs d'une action, que l'on souhaite identifier sur le terrain, et (ou) d'un milieu particulier. À Benfica, nous avons gardé le type paysager de la « mosaïque agricole » (fig. 2 : TP 1), même si ce paysage a pratiquement disparu. En effet, il témoigne de la période d'installation des petits colons et représente en cela un bon indicateur de cette catégorie d'acteur et du temps très variable qu'il leur est nécessaire pour passer à la phase suivante représentée par le type paysager de « l'extension des pâturages » (fig. 2 : TP2).

– Les objectifs du programme de recherche. Pour ce projet nous avons estimé important de sélectionner des types paysagers représentatifs de différentes formations végétales en fonction des milieux et de l'intensité de leur artificialisation. Dans la région du Haut-Solimões, les types paysagers se différencient en fonction du milieu, *várzea** ou *terra firme*, puis d'après leur degré d'anthropisation, lié à la densité de population.

– La capacité à détecter les types paysagers sur les images satellitales. Les types paysagers qui ne peuvent être suivis par télédétection ne sont pas retenus dans l'analyse paysagère.

Le résultat de cette étape se présente sous la forme d'une segmentation spatiale en types paysagers, jugés représentatifs de l'unité de gestion territoriale analysée (fig. 2).

Si les types paysagers sont identifiés en parcourant l'ensemble de l'*assentamento*, du *município*, et de la région avec l'aide des images, les composants sont eux sélectionnés à partir d'observations effectuées à l'intérieur de chaque type paysager (fig. 5 page IV du cahier couleur).

Fractionner le type paysager en composants paysagers

Outre cette différence, le principe d'identification est de même nature pour les types et les composants : parcours du terrain et construction progressive de la typologie, au fil des observations. Dans le cas de ce programme centré sur la biodiversité, l'identification des composants est effectuée de façon à ce qu'ils caractérisent soit une étape dans la série végétale – champ, *capoeira*, forêt –, soit une formation végétale particulière, comme la formation dense de *babaçus** ou *babaçual*.*

Le résultat de cette étape se présente sous la forme d'une segmentation spatiale en composants paysagers jugés représentatifs des éléments constituant les types paysagers (fig. 3).

Comme cela a été dit précédemment, les types et les composants paysagers sont sélectionnés en fonction, d'une part, de l'intérêt porté à l'action anthropique et aux milieux qu'ils révèlent et, d'autre part, de leur disposition à être reconnus par une physionomie propre sur le terrain et sur les images⁶. Bien entendu, privilégier une telle approche a pour conséquence de diminuer la finesse de certaines données issues de différentes disciplines, d'autant plus qu'il n'est pas toujours possible pour les uns et les autres de reconsidérer leurs propres objets d'intérêt pour les incorporer dans les catégories paysagères. Des discussions sont nécessaires pour ajuster les regards et aboutir à une catégorisation commune. Que ce soit au niveau des types ou des composants, la typologie qui en résulte est donc régulièrement révisée en fonction des regards croisés des différents partenaires de l'équipe afin qu'elle soit la plus pertinente possible par rapport aux dynamiques de végétation, à l'analyse des politiques publiques et à la reconnaissance sur les images des éléments du paysage. Le facteur limitant pour l'établir reste presque toujours la détection des différentes catégories sur les images satellitales car la radiométrie, mais aussi la forme, la couleur et la texture des objets retenus ne sont pas systématiquement décelables par les procédés de traitement d'image utilisés. La figure 3 rappelle que sur les 14 composants sélectionnés initialement à Benfica quatre ont été éliminés car ils n'étaient pas identifiables sur les images.

⁶ Dans le cas présent nous n'avons pas tenu compte de la perception des habitants et de leur façon de nommer la végétation, cela pourrait pourtant être envisagé dans le cas d'une autre étude.

Estimer la biodiversité : indices et échelles

Cette deuxième étape permet en premier lieu de préciser comment acquérir des données de diversité végétale pour chaque composant paysager. Ensuite, sont présentés les procédés de traitement de ces données à partir de méthodes relevant d'approches différentes. Enfin, le dernier point expose comment transposer ces mesures des composants vers les types paysagers.

Ces deux termes peuvent prêter à confusion ; ils recouvrent deux réalités différentes. La richesse floristique, nombre total d'espèces végétales présentes sur une surface donnée, nous renseigne sur les éléments présents dans un espace déterminé, naturel (liste des espèces de la forêt de « várzea » à Benjamin Constant ou présentes dans tel composant paysager) ou non (les espèces rencontrées dans l'*assentamento* de Benfica ou sur la propriété de telle personne) et permet de classer les entités reconnues des plus pauvres aux plus riches. La diversité est la relation entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus de chacune d'entre elles, en d'autres termes « la manière dont les espèces se répartissent entre les individus présents » (ROLLET, 1979). Elle donnera une image des ressources potentielles, évaluées en fonction des usages connus localement ou plus largement. Ces indices décrivent l'organisation d'une formation végétale « par un modèle mathématique, une loi statistique, une classification, un paramètre caractéristique. » (ROLLET, 1979)⁷. Leur expression est différente : la richesse s'exprime par un chiffre relatif à une superficie ou un territoire donné, la diversité par un indice faisant appel à une construction mathématique plus ou moins complexe.

On trouvera dans la littérature spécialisée de nombreux travaux théoriques sur ce sujet, depuis ceux de Piélou (*in* WHITTAKER, 1972) jusqu'aux plus récents (PÉLISSIER *et al.*, 2002). Tous prennent en compte le nombre d'espèces et le nombre d'individus par espèces et expriment donc la richesse spécifique et la diversité *sensu stricto* (ROLLET, 1979). Rappelons que « de nombreux indices de diversité ont été proposés mais l'utilité de beaucoup ne semble pas évidente » (VIEIRA DA SILVA, 1979). Celui de Shannon-Wiener restant le plus simple et le plus utilisé, Whittaker en recommande l'usage. Cet indice présente sa valeur minimale quand tous les individus appartiennent à la même espèce et maximale quand chaque individu appartient à une espèce différente. L'équitabilité, souvent associée à la diversité, est la « répartition, en valeur absolue ou en pourcentage, des individus d'une phytocénose donnée entre les différentes espèces constitutives » (DA LAGE et MÉTAILIÉ, 2000), elle est définie par le rapport entre l'indice de diversité de Shannon-Wiener et l'indice qui correspondrait à une diversité maximale, c'est-à-dire à un peuplement où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individus.

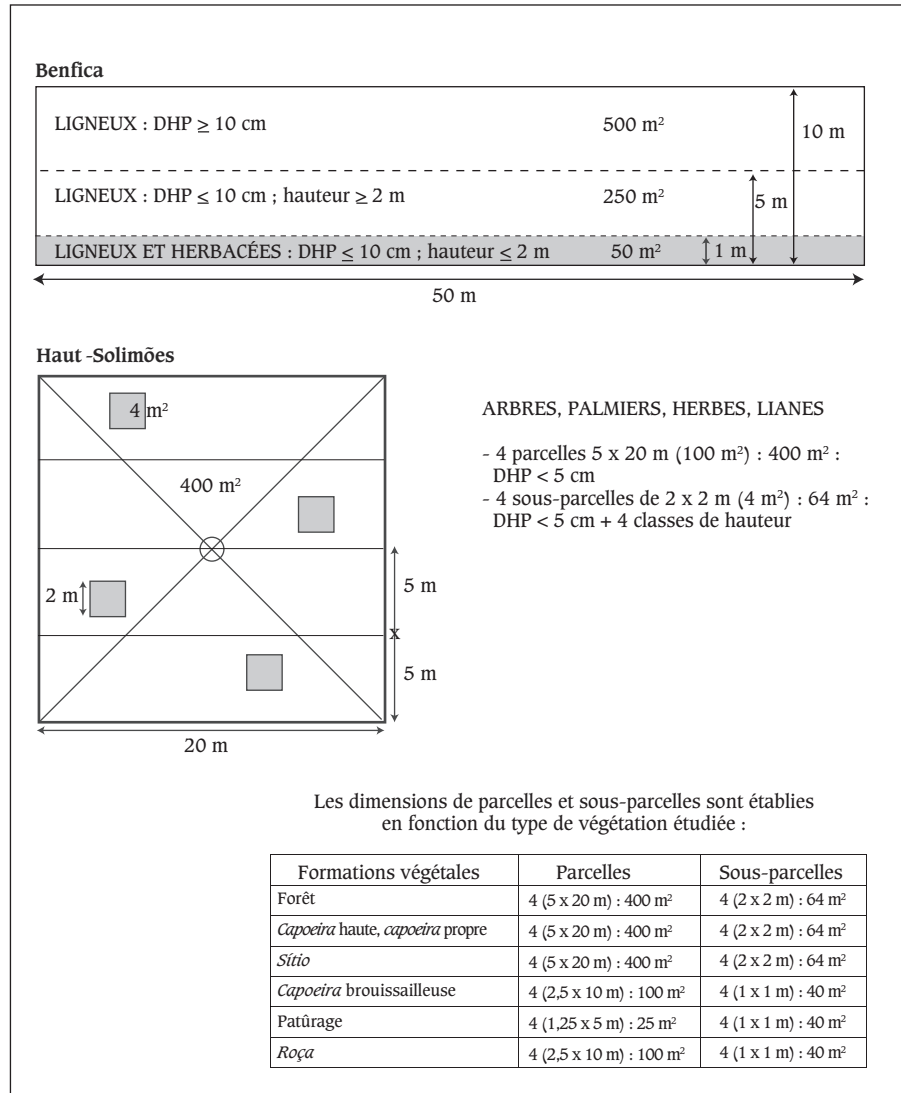
L'obtention de ces seules données de base (nombre d'espèces et nombre d'individus par espèces quelles que soient leurs dimensions), indispensables pour le calcul de ces indices, s'avère difficile pour de multiples raisons et onéreuse en temps et en moyen. Plusieurs répétitions devraient être

Richesse et diversité floristiques

⁷ Au-delà de la description, ils permettent évidemment d'aborder les lois qui régissent cette organisation, voire aussi les différents types de biodiversité proposés par WHITTAKER (1972).

Les limites à l'utilisation des indices botaniques

Figure 6 – Relevés floristiques et structuraux à Benfica et dans le Haut-Solimões



Par ailleurs, on ne le rappellera jamais assez, les composants paysagers ne correspondent pas nécessairement à un type de végétation, encore moins à une association végétale (encadré 9). De telles mesures dans des formations forestières tropicales humides sont très rares et ne concernent que de petites surfaces, toujours inférieures à 1 hectare. En Amazonie, elles sont inexistantes. La plupart du temps, les relevés n'ont pris en compte que les seuls arbres, sans même tenir compte des palmiers, et seulement au-dessus d'un certain diamètre (généralement 10 ou 20 cm,

Encadré 9

Composants paysagers et formations végétales

Composants paysagers et formations végétales procèdent de deux démarches différentes. Les appellations des formations végétales utilisées ici se réfèrent, dans la mesure du possible, aux propositions des tentatives d'uniformisation de CSA (1956), EMBERGER *et al.* (1968), VELOZA *et al.* (1991). Les dénominations régionales sont utilisées pour les composants paysagers mais à éviter pour les types de formation : *leur usage est commode et recommandable à partir du moment où le type de formation a été précisé* (DAGET *et al.*, 1968).

Benfica		
Composants paysagers	Formations végétales dominantes	Usages
Forêt exploitée	Forêt dense humide sempervirente avec présence de chablis anciens	Cueillette, extractivisme
Bas-fond avec végétation arborescente	Forêt marécageuse	Mise en pâturages, cueillette
Bas-fond avec végétation herbacée	Prairie marécageuse	Cueillette, pâturage
Ancienne <i>capoeira</i>	Fourré secondaire à strate arborée composite	Jachères ou friches
Jeune <i>capoeira</i> à <i>jurubeba</i> (<i>Solanum</i> spp.)	Fourré secondaire à <i>Solanum</i> spp.	Jachères ou friches
Jeune <i>capoeira</i>	Fourré secondaire arbustif	Jachères ou friches
Pâturage avec ligneux	Prairie artificielle densément arbustive et arborée	Pâturage
Pâturage avec <i>babaçu</i> (<i>Orbignya phalerata</i>)	Prairie artificielle à palmier <i>Orbignya phalerata</i>	Pâturage
Peuplement dense de <i>babaçu</i>	Palmeraie à <i>Orbignya phalerata</i>	Cueillette
Pâturage avec peu de ligneux	Prairie artificielle faiblement arbustive	Pâturage
Haut-Solimões		
Composants paysagers	Formations végétales dominantes	Usages
Culture de décru		Maraîchage
Jardin verger familial et bâti		Système agroforestier
Abattis de bourrelet de berge	Culture polypécifique	Jachère agricole
Jeune jachère de bourrelet de berge : 5 ans	Fourré secondaire bas	Jachère agricole
Recrû forestier de bourrelet de berge : 10-25 ans	Fourré secondaire haut	Jachère agricole
Forêt de « <i>várzea</i> » basse	Forêt périodiquement inondée	Bois, cueillette, extractivisme
Forêt de « <i>várzea</i> » haute	Forêt périodiquement inondée	Cueillette, extractivisme
Abattis de terre ferme	Culture polypécifique	Agriculture de subsistance
Jeune jachère de terre ferme : 5 ans	Fourré secondaire bas	Jachère agricole
Recrû forestier de terre ferme : 10-25 ans	Fourré secondaire haut	Jachère agricole
Forêt de terre ferme	Forêt dense humide sempervirente	Cueillette, extractivisme

voire 40 dans les inventaires destinés à l'exploitation forestière). C'est dire combien « un inventaire forestier même soigné sous-estime la richesse floristique » (ROLLET, 1979). Enfin, il est peu probable que l'on puisse tirer parti des travaux d'inventaires antérieurs, tout au plus pour comparaisons entre régions différentes.

En résumé, les indices, en l'état des relevés de terrain déjà existants, ne sont qu'en partie utilisables pour spatialiser la diversité et on peut s'interroger avec BARBAULT (2002) sur la possibilité de « rendre compte de la diversité du vivant, de sa signification – voire de sa raison d'être – par des nombres? La fascination du nombre, du quantitatif, ne détourne-t-elle pas de l'essentiel: de la vertu de la diversité, de la valeur vitale de l'existence de différences. Le recensement de la diversité du vivant ne suffit pas à traduire ce qu'apporte le concept de biodiversité... sur l'environnement et le développement ». En conséquence, les mesures classiques de végétation, outre le fait qu'elles posent des difficultés techniques bien souvent insurmontables en Amazonie, ne sauraient être suffisantes pour notre objectif de mise en carte de la biodiversité. Nos recherches, pour prendre en compte ces mesures, demanderaient à être plus approfondies. Par contre, les indices botaniques apportent des informations de base indispensables à l'approche paysagère par la compréhension des mécanismes des dynamiques de la biodiversité qu'ils nous révèlent.

Ces échelles par classes de valeur ordonnées, basées à dire d'expert, sont d'utilisation fréquente dans la vie courante comme en sciences. Celles de Beaufort pour les vents, de Mercalli pour les tremblements de terre, l'échelle européenne des risques d'avalanche sont connues de tous. La phytosociologie utilise toujours les coefficients d'abondance-dominance et de sociabilité proposés par J. Braun-Blanquet et repris ensuite par ses successeurs (encadré 10). Le *Relevé méthodique de la végétation et du milieu* rédigé et publié sous la direction de L. EMBERGER (1968) en propose toute une série.

À chaque composant paysager, les échelles permettent d'associer une valeur chiffrée. Il s'agira ensuite de la rapporter aux types paysagers et de visualiser de cette manière, par des cartes et des courbes, les dynamiques d'évolution des biodiversités. Cette démarche est comparable à celle de T. SCHOR (2006). Les échelles que nous proposons sont construites à partir d'évaluations basées sur des caractéristiques qualitatives et quantitatives, aisées à rassembler afin de rendre compte soit de la complexité intrinsèque des composants paysagers, soit de la valorisation locale de la biodiversité.

L'utilisation d'échelles relatives et géographiques

Encadré 10
**Abondance-dominance
 et sociabilité des végétaux
 estimées au moyen
 d'échelles indicielles**

L'abondance-dominance ...est une expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce, espace qui est déterminé à la fois par leur nombre et par leurs dimensions..., fondée sur le fait que deux espèces peuvent occuper autant de place, l'une par de nombreux individus de faibles dimensions, l'autre au moyen d'un petit nombre d'individus. L'échelle de Braun-Blanquet comporte 6 niveaux qui sont des ...appréciations de l'importance relative des espèces sur la surface étudiée, une manière abrégée de traduire les expressions : dominante, très abondante, abondante, peu abondante, présente, rare (GUINOCHET, 1973).

5 = recouvrement supérieur à 75 %, abondance quelconque
 4 = recouvrement de 50 à 75 %, abondance quelconque
 3 = recouvrement de 25 à 50 %, abondance quelconque
 2 = très abondant ou recouvrement supérieur à 5 %
 1 = abondant et recouvrement faible ou assez peu abondant avec un plus grand recouvrement
 + = simplement présent (recouvrement et abondance très faible)

La sociabilité exprime la distribution des individus d'une espèce.

5 = en peuplements
 4 = en petites colonies
 3 = en troupes
 2 = en groupes
 1 = isolément

Note: l'expérience prouve que les écarts d'appréciation qui peuvent se produire entre différents observateurs sont minimes, ce qui ne serait pas le cas si l'échelle comportait un plus grand nombre d'indices (GUINOCHET, 1973).

**L'échelle de complexité:
 une façon d'estimer
 les changements
 de la biodiversité**

Est complexe ce qui est « composé d'éléments qui entretiennent des rapports nombreux, diversifiés, difficiles à saisir par l'esprit, et présentant souvent des aspects différents. » Nous pensons que cette définition, extraite du *Trésor de la langue française* (CNRS), s'applique parfaitement aux objets étudiés. Effectivement, bien des auteurs avant nous ont qualifié les écosystèmes forestiers tropicaux de complexes, même si, avec raison, VIEIRA DA SILVA (1979) note qu'il ne faut pas confondre, comme il est fait fréquemment, diversité avec complexité. Enfin d'après Kolmogorov, fondateur de la théorie mathématique qui porte son nom, « un objet est complexe quand il n'en existe pas de description courte » (DELAHAYE, 2003). Cette théorie a inspiré des travaux sur la biodiversité (PONSARD *et al.*, 2003).

On retrouve, plus simplement, la notion de complexité dans la caractérisation des formations végétales proposée par P. DAGET *et al.*, (1968): « Si une forme biologique⁹ est massivement prépondérante, la formation sera dite "simple"; si les végétaux se rattachent à deux ou plusieurs formes biologiques principales, la formation sera dite "complexe" ». Diversité et richesse spécifiques ne concernent que les constituants – les espèces végétales – des composants paysagers; la complexité rend compte des relations et de l'organisation entre les végétaux (stratification, recouvrement...) mais aussi de leur tempérament (pionnières ou non) et de leurs utilités (espèces cultivées, introduites...). C'est l'observation et la quantification de ces différents aspects perceptibles sur le terrain et diversement analysés à partir des données obtenues par les relevés floristico-structuraux, qui nous permettent de proposer l'échelle de complexité. Elle associe des estimations directes de diversité végétale avec différents aspects des relations et types d'organisations entre les végétaux. Notons avec M. GUINOCHET (1955) qu'« il est difficile de se passer de l'intuition, et cela d'autant plus que l'on se propose des objets plus complexes ». Le résultat est une classification relative des composants paysagers, en fonction de leur diversité et de leur organisation, qui puisse rendre compte de leur complexité.

Nous partons du principe qu'un territoire constitué majoritairement de milieux complexes garantit une certaine biodiversité et fournit par conséquent des services environnementaux de grande valeur. À l'inverse, un territoire offre moins de services environnementaux d'importance si, au cours du temps, la complexité de ses milieux tend à diminuer fortement. L'échelle proposée permet ainsi d'estimer rapidement la position des composants paysagers les uns par rapport aux autres en termes de plus fort ou de plus faible degré de biodiversité. En pratique, pour une entité territoriale donnée, on identifiera les deux extrêmes, du plus simple au plus complexe, de 0 à 15 sur l'échelle. À Benfica, le composant le plus simple est le « pâturage avec peu de ligneux », le plus complexe la « forêt exploitée¹⁰ »; dans le Haut-Solimões, ce seront respectivement la « roça » et la « forêt naturelle » de *várzea* ou de *terra firme*. Rapportées ensuite au niveau des types paysagers, puis observées par unité de gestion territoriale (UGT), ces mesures donnent une image globale de la potentialité du territoire à offrir ou non des services environnementaux. L'échelle de complexité est considérée comme l'un des critères d'évaluation de la durabilité environnementale d'un territoire car elle permet d'estimer rapidement un degré de biodiversité en région diversement anthropisée.

⁹ Les formes biologiques sont des catégories de végétaux définies par des critères morphologiques. P. DAGET *et al.* (1968) reconnaissent ainsi des ligneux de différentes hauteurs et des végétaux herbacés. Les types biologiques, désormais classiques, de Raunkiaer sont aussi utilisés.

¹⁰ Dès la mise en place de l'*assentamento* de Benfica, quelques essences furent abattues. Les souches ne se voient plus, les chablis se sont refermés et les pionnières sont devenues invisibles pour l'observateur non averti. Malgré ces abattages, cette forêt représente la forme la plus riche par sa diversité, sa structure et son fonctionnement. Elle est proche du stade climacique qui doit être considéré, selon la formule de J.-L. TROCHAIN (1980), comme la manifestation ultime du dynamisme du tapis végétal.

L'échelle de complexité se base sur quatre indicateurs dont la complémentarité permet d'estimer un degré de biodiversité des composants paysagers. Le premier rend compte de la diversité spécifique estimée en termes de richesse et de nombre d'individus, les autres portent sur divers aspects de la diversité fonctionnelle.

■ **Indicateur de diversité.** Il apprécie la quantité totale (richesse) et l'abondance relative (diversité) des espèces que renferme le composant paysager par rapport au CP le plus riche de la région étudiée. Plus le pourcentage est élevé, plus la richesse et la diversité augmentent et se rapprochent de celles des formations reconnues de plus haute biodiversité dans le site d'étude, ici des forêts. Les valeurs des indices de diversité et d'équitabilité peuvent entrer dans cette appréciation en fournissant des données quantitatives précises permettant d'éventuelles comparaisons d'un endroit à l'autre.

■ **Indicateur de continuité de la strate arborescente.** Cet indicateur renseigne sur l'organisation horizontale de la strate arborescente, ou des strates arborescentes, afin d'en estimer le recouvrement (« ticale de son appareil aérien », DA LAGE et MÉTAILÉ, 2000) qui peut, dans certains cas, être supérieur à 100 % de la surface au sol. Ce critère est très utilisé dans les descriptions des types de végétation, il pourrait être utilisé comme indicateur de fragmentation dans l'interprétation des images satellitales.

■ **Indicateur de stratification.** Certes la notion de strate a fait l'objet de nombreuses discussions et continue à le faire. Elle résulte pourtant de l'observation banale de l'organisation verticale de la végétation. On considérera les strates comme les niveaux de concentration maximale des appareils végétatifs aériens des plantes. Cet indicateur renseigne sur l'organisation verticale de la formation afin d'estimer son état de maturité. Plus il y a de strates et plus le composant est proche du stade climacique. Par ailleurs, l'observation montre qu'il y a une certaine relation globale entre stratification et diversité : en général, plus il y a de strates, plus la diversité est élevée. Mais il y a des exceptions, tels certains des premiers stades de colonisation en *várzea*, dans le Haut-Solimões, constitués d'une strate inférieure herbacée presque monospécifique dominée par une strate supérieure constituée d'une seule espèce arbustive.

■ **Indicateur d'artificialisation.** Ce marqueur des transformations dues à l'homme est associé aux autres indicateurs afin de rendre compte du caractère anthropique de la formation : de la monoculture aux systèmes plus complexes de l'agroforesterie et aux formations naturelles. Il sera d'autant plus efficace que la région étudiée sera utilisée par l'homme.

■ **Des indicateurs spécifiques.** D'autres indicateurs peuvent être ajoutés en fonction des objectifs par exemple l'indicateur de secondarisation : la présence d'espèces pionnières témoigne d'un événement, naturel ou dû aux activités humaines, qui a modifié le couvert végétal. Si ces plantes, qui s'installent les premières dans le processus de succession végétale, sont abondantes, c'est-à-dire représentées par un nombre important d'individus, le couvert a été profondément transformé, comme à la suite d'une coupe à blanc, ce qui est le cas des *roças*. Selon les circonstances, les particularités locales, les objectifs, on utilisera des indicateurs particuliers. On pourrait imaginer ainsi la création d'un indice estimatif de l'impact sur le gibier dans les différents composants, de la densité de gros arbres, voire de certaines caractéristiques édaphiques.

Encadré 11
Les indicateurs
du degré de complexité
des composants paysagers

Indicateur de diversité										
Classes de diversité										
A		B		C		D		E		
Richesse	Abondance	Richesse	Abondance	Richesse	Abondance	Richesse	Abondance	Richesse	Abondance	
Très faible	Très nombreux individus	Faible	Nombreux individus	Moyenne	Nombreux individus	Forte	Peu d'individus	Très forte	Très peu d'individus	
Points 0		1		2		3		4		
A : très peu d'espèces représentées par de très nombreux individus										
B : peu d'espèces représentées par de nombreux individus										
C : nombreuses espèces représentées par de nombreux individus										
D : nombreuses espèces représentées par peu d'individus										
E : très nombreuses espèces représentées par très peu d'individus										
Indicateur de continuité de la strate arborescente										
Sans strate		Arbres isolés		Très discontinue		Discontinue		Fermée		
Points 0		1		2		3		4		
Indicateur de stratification										
1 strate		2 strates		3 strates		Plus de 3 strates				
Points 0		1		2		3				
Indicateur d'artificialisation										
Nombre des individus d'espèces cultivées / Nombre total d'individus										
de 0 à 20 %		de 20 à 40 %		de 40 à 60 %		de 60 à 80 %		de 80 à 100 %		
Points 4		3		2		1		0		
Autre indicateur possible : indicateur de secondarisation										
Nombre des individus d'espèces pionnières / Nombre total d'individus										
de 0 à 20 %		de 20 à 40 %		de 40 à 60 %		de 60 à 80 %		de 80 à 100 %		
Points 4		3		2		1		0		

L'attribution du coefficient de complexité se fait par l'observation directe sur le terrain. C'est volontairement que 4 ou 5 classes ont été fixées par indicateur : l'expérience prouve que les écarts d'appréciation qui peuvent se produire sont minimes, ce qui ne serait pas le cas si l'échelle comportait un plus grand nombre de classes (GUINOCHET, 1973).

Pour chaque composant paysager, les grilles par indicateurs (encadré 11) sont donc remplies à partir des observations de terrain. Chacune d'elles attribue un certain nombre de points. Les composants se trouvent ainsi dotés d'un degré de biodiversité qui est la somme des quatre notes indicelles attribuées sur le terrain. Plus le degré est fort sur l'échelle qui va de 0 à 15, plus la biodiversité du composant est élevée. La figure 7 (page V du cahier couleurs) présente un exemple de la façon dont sont hiérarchisés, sur l'échelle de complexité, les composants paysagers identifiés à Benfica et dans le Haut-Solimões.

Les échelles de valorisation locale

Elles fonctionnent selon le même principe que l'échelle de complexité. En revanche, pour prendre en compte les manières dont les populations locales valorisent la biodiversité de leur milieu, on utilise plusieurs indices ou indicateurs choisis en fonction des objectifs de l'étude, des compétences et des moyens de l'équipe. On a ainsi distingué des indices qualitatifs basés sur les perceptions locales de la diversité et des indices quantitatifs plus classiques en ethnoscience, notamment l'ethnobotanique quantitative (ZENT, 1996) pour évaluer l'importance des plantes utiles ou utilisables.

■ **Indice de diversité utilisée.** Il permet d'évaluer l'importance absolue ou relative des plantes connues et (ou) utilisées par les habitants. Il est élaboré à partir de mesures quantitatives et doit être rapporté au nombre d'espèces présentes dans les différents composants paysagers étudiés.

$$IDU = SU/n$$

SU = nombre d'espèces utilisées

n = nombre total d'espèces

■ **Indice de diversité potentiellement utilisable.** Il permet d'évaluer un potentiel de diversité utile pour les espaces considérés et d'orienter, par exemple, des politiques destinées à promouvoir les usages de la biodiversité locale. Il est élaboré à partir des connaissances locales, complétées par une recherche bibliographique. Il peut être calculé également pour une catégorie d'usages donnée (alimentaire, médicinale, etc.). Les plantes potentiellement utilisables sont, en fait, celles dont les usages sont connus et cités dans la riche documentation existant sur ce thème, et il n'est pas inutile de faire remarquer que cette évaluation ne saurait partir

du postulat, avancé par quelques-uns (PHILLIPS et GENTRY, 1993), que toutes les plantes pourraient avoir une utilité pour l'homme.

$$\text{IDPU} = \text{SPU}/n$$

SPU = nombre d'espèces utilisées localement ou d'utilisation reconnue ailleurs
n = nombre total d'espèces

■ **Indice de diversité nommée.** Toutes les plantes distinguées et nommées ne sont pas nécessairement jugées utiles ou utilisables. Cet indice complète par conséquent les précédents et prétend valoriser les nomenclatures locales associées au monde végétal, lesquelles traduisent un intérêt plus ou moins marqué pour la diversité. Il peut s'appliquer à des catégories de populations choisies (spécialistes locaux des plantes par exemple) et pourrait également être utilisé au niveau variétal dans une étude de la diversité des plantes cultivées.

$$\text{IDN} = \text{SN}/n$$

SN = nombre d'espèces distinguées et nommées par les populations locales
n = nombre total d'espèces

■ **Indice de catégorie d'usage.** Cet indice évalue l'importance des espèces en fonction des types d'usage dont elles font l'objet, par exemple pour évaluer la diversité des plantes utilisées en extractivisme, d'éventuels effets de politiques publiques favorisant la commercialisation de plantes sylvestres ou encore pour évaluer l'intérêt d'une mesure visant à protéger et valoriser les savoirs médicaux locaux.

$$\text{IU} = \text{SU}/n$$

SU = nombre d'espèces pour une catégorie d'usage donnée
n = nombre total d'espèces

■ **Indice de valeur d'usage.** Cet indice est habituellement utilisé en ethnobotanique quantitative pour évaluer l'importance de chaque espèce du point de vue des usages qui en sont faits par les populations locales (PHILLIPS et GENTRY, 1993). Ces valeurs peuvent être déjà disponibles sur les sites d'étude. On obtient une valeur d'usage par plante et par informateur (VU_{is}) ou éventuellement par groupe d'informateurs puis la valeur d'usage de chaque espèce (VU_s).

$$VU_{is} = \sum U_{is}/ne_{is}$$

U_{is} = nombre d'usages mentionnés à chaque entretien
par l'informateur i et pour l'espèce s
 ne_{is} = nombre d'entretiens sur l'espèce s avec l'informateur i

Encadré 12
**Le point de vue
 des populations locales :
 catégories, valeurs, usages**

ÉTAPE 1 :

**Comment les habitants catégorisent-ils leur environnement ?
 Avec quels mots parlent-ils de la « biodiversité » ?**

Objectifs

- Repérer et recenser les termes locaux utilisés pour décrire les lieux, les végétations et leurs transformations.
- Reconnaître et définir les nomenclatures locales et les principes de catégorisation du milieu (hiérarchies, critères d'inclusion et de séparation, etc.).
- Faire un lexique qui servira à élaborer le questionnaire (étape 2).

Méthodologie

- Entretiens non dirigés avec un nombre minimal d'habitants qu'on accompagne également dans leurs déplacements sur le territoire de la communauté.
- Prendre des photos des différentes catégories spatiales reconnues et nommées.
- Selon les objectifs, les compétences et les moyens de l'équipe, on peut réaliser des entretiens plus systématiques en suivant les bases théoriques de l'ethnobiologie (BERLIN, 1992) mais élargies aux catégories spatiales.

ÉTAPE 2 :

**Quelles valeurs les habitants attribuent-ils à la biodiversité ?
 Approche qualitative de leurs perceptions de la diversité
 à partir d'entretiens ?**

Objectifs

- Hiérarchiser selon une diversité croissante les différentes catégories spatiales de végétation reconnues dans l'étape 1.
- Évaluer qualitativement la diversité utile.
- Évaluer les transformations dans le temps de la biodiversité (échelle d'une vie humaine) et le rôle de la population locale dans ces transformations.

Méthodologie

- Entretiens et questionnaire.
- Utilisation de séries de photos (pour distinguer les catégories retenues) et d'un moyen semi-quantitatif de hiérarchisation (par exemple petits cailloux répartis en nombre plus ou moins important entre les différentes catégories selon qu'elles présentent un plus ou moins grand nombre de « type de plantes » assimilé à une note de biodiversité).

ÉTAPE 3 : Quels usages les habitants font-ils de la biodiversité ?

Objectifs

- Établir la liste des espèces utiles (nom local et nom scientifique) globale, par catégorie spatiale de végétation et/ou par utilisation (type d'usage).

Méthodologie

- Utilisation des données botaniques, ethnobotaniques (liste des plantes utiles et de leurs usages obtenue au travers d'entretiens dirigés, de questionnaires et en accompagnant les personnes dans leurs déplacements).

Remarques

Pour l'étape 3 (approche quantitative), on peut donner les résultats en passant directement par les catégories définies par l'analyse paysagère (nombre d'espèces utiles et nombre total d'espèces par composant paysager). Par contre, l'approche qualitative (perceptions de la diversité et de ses dynamiques) exige nécessairement que l'on passe par des catégories qui aient un sens pour les populations locales (cf. étape 1). Les données obtenues au cours des étapes 1 et 2 sont valables pour les catégories spatiales d'usage et (ou) de végétation reconnue au cours de l'étape 1 (il s'agit en fait des catégories locales). Pour permettre l'élaboration de cartes, elles doivent cependant être rapportées aux catégories définies par l'analyse paysagère (composants et types paysagers) dont on a vu qu'elles étaient tributaires des limitations techniques imposées par les images. Ce passage des catégories locales aux catégories déterminées par les scientifiques n'est pas toujours facile, ni possible. Les habitants de Benfica, par exemple, distinguent de nombreux types de pâturage alors que nous n'avons pris en compte que 3 composants paysagers en pâturage. À l'inverse, des composants ou des types paysagers peuvent aussi ne pas avoir leur correspondant dans les classifications et les nomenclatures locales. Il va ainsi de soi que les connaissances locales sur le milieu ne peuvent être solubles dans la catégorisation exigée par l'approche méthodologique proposée puisque celle-ci se fonde sur un découpage du réel opéré à partir d'autres critères que ceux des usages et des représentations locales de l'environnement. Il s'agit donc de trouver un compromis satisfaisant entre catégories locales et catégories scientifiques, parfois au détriment de précisions supplémentaires. On procède par exemple, par agglomération, en privilégiant la catégorie englobante (*pasto limpo** plutôt que les différents types de pâturages distingués localement, ou « *mata** » plutôt que les différents types de forêts distingués localement).

$$VU_s = \sum VU_{is}/n_{is}$$

n_{is} = nombre d'informateurs interrogés sur l'espèce s

En rapportant ces valeurs aux unités spatiales prédéfinies – composants paysagers, par exemple, ou autre type d'unité spatiale –, on peut obtenir la valeur d'usage de chaque composant utilisé par un même groupe d'informateur.

$$IVU_{cp} = \sum VU_s/n$$

$\sum VU_s$ = somme des valeurs d'usage des espèces présentes dans le CP
 n = nombre total d'espèces

■ **Indice de perception** : cet indice a la difficile ambition de chiffrer des informations qui par nature ne sont pas quantifiables. Il permet de prendre en compte certains aspects des représentations sociales de l'environnement ou d'évaluer la façon dont les populations locales – ou les acteurs externes – valorisent ce que nous avons défini comme biodiversité ou encore de présenter des opinions relatives, par exemple, à telle ou telle

politique publique. Il est élaboré à partir de données qualitatives. Au cours d'entretiens ou de questionnaires, on attribue avec l'informateur une valeur chiffrée pour chaque composant paysager. Les données doivent cependant être rapportées à des unités spatiales qui aient un sens pour les informateurs, on travaille donc à partir des catégories locales qui sont ensuite « traduites » en composant paysager, ce qui est loin d'être toujours évident ou même possible. La valeur donnée à chaque unité spatiale est choisie sur une échelle de valeur relative (donner une note entre 1 et 10 par exemple) ou alors calculée en fonction de la place de chaque unité dans un classement en ordre décroissant. Chaque informateur donne ainsi un chiffre traduisant la valeur qu'il accorde à une unité spatiale donnée (pâturage « propre », jardin verger, forêt de lianes, etc.) pour un thème donné (lieux où se concentre la plus grande diversité, lieux où on a observé une diminution ou une augmentation de la biodiversité, etc.). Ensuite, on établit une moyenne des valeurs obtenues pour chaque composant paysager. Ces moyennes, chiffrées, permettent enfin de classer les unités spatiales sur une échelle relative d'appréciations qualitatives de la biodiversité.

$$IP_{cp} = \sum VP_i/n_i$$

VP_i = valeur perçue par l'informateur i au sujet du composant paysager

n_i = nombre total d'informateurs qui ont fourni une note pour ce composant paysager

Rapportées aux composants et (ou) aux types paysagers prédéfinis, ces valeurs permettraient d'élaborer différentes sortes de cartes pour montrer, par exemple :

- des connaissances locales sur l'environnement et leur éventuelle répartition dans l'espace ou au sein de la population ;
- des appréciations données localement sur la diversité végétale et l'évolution dans le temps de la biodiversité ;
- des utilisations différenciées du territoire de la communauté ;
- l'importance des ressources végétales locales, qu'elles soient effectivement utilisées ou potentiellement utilisables ;
- d'éventuels décalages ou superpositions entre des perceptions locales et scientifiques ou techniques de la biodiversité, etc.

Les données nécessaires à l'élaboration de telles cartes peuvent être obtenues suivant différents protocoles ; l'encadré 12 en détaille un.

Selon les cas, on peut préférer l'ethnobotanique quantitative, qui fournit des données chiffrées sur la répartition des savoirs sur les plantes, et donc sur la biodiversité, au sein de la communauté. Idéalement, l'ethnobotanique

quantitative exige que les relevés de végétation et les questionnaires sur les usages des plantes soient effectués dans les mêmes parcelles et avec plusieurs informateurs représentatifs d'origines ou de classes d'âge différentes. Cette option méthodologique donne des résultats beaucoup plus précis sur les connaissances et les usages du végétal mais, en contrepartie, elle demande un investissement important qui n'est pas toujours envisageable ou qui n'est pas forcément nécessaire au vu des objectifs initiaux. Cette approche a pu être menée à bien pour un des types paysagers du Haut-Solimões (NODA, 2000). La méthode du « relevé floristique participatif » développée par la même équipe permet par ailleurs d'obtenir des résultats similaires (encadré 13). À Benfica, nous avons procédé autrement, en croisant les résultats des botanistes (listes d'espèces par composants ou types paysagers) et des ethnobotanistes (liste d'espèces utiles sur l'ensemble du territoire de la communauté).

Type de végétation dans le Haut-Solimões	Nbre parcelles/ surface totale (m ²) ²	Richesse spécifique	Nbre espèces nommées	Diversité nommée (%)	Nbre espèces cultivées	Artificialisation (%)
<i>Roça</i>	16 / 1 600	161	101	63	14	9
<i>Capoeira</i> jeune	29 / 2 900	300	178	60	17	6
<i>Capoeira</i> ancienne	16 / 6 400	258	149	58	17	7
<i>Sítio</i>	8 / 3 200	153	110	72	32	21
Forêt naturelle	18 / 7 200	537	303	56	-	-
Type de végétation dans l' <i>assentamento</i> de Benfica						
<i>Roça</i>	5/250	199			1 ³	0,5
Pâturages	5 / 250					
1 an		182			1 ⁴	0,5
4-8 ans		72			1 ⁴	1,3
+ 10 ans		127			1 ⁴	0,8
<i>Capoeira</i> jeune	17 / 8 500	546				
<i>Capoeira</i> ancienne	9 / 4 500	378				
<i>Sítio</i>		173			173	100
Bas-fond ⁵	15 / 7 500	279				
Forêt exploitée	11 / 5 500	305				

Encadré 13
Richesses floristiques
et indices
dans le Haut-Solimões¹
et dans l'*assentamento*
de Benfica

¹ Tous les relevés ont été effectués en terre ferme.

² Pour les techniques d'échantillonnage dans les deux situations, voir la figure 6.

³ Le riz, *Oryza sativa* L.

⁴ *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf est la graminée plantée par les éleveurs.

⁵ Dans les bas-fonds, le palmier açai (*Euterpe oleracea* Mart.), dont le fruit est apprécié sous forme de jus, est entretenu mais pas cultivé à proprement parler.

Des composants aux types paysagers

Le passage des mesures de la biodiversité des composants paysagers aux types paysagers doit être réalisé après avoir effectué les traitements d'image présentés au chapitre suivant. Cependant, pour ne pas rompre l'enchaînement des trois étapes – 1) relevés de végétation par composants paysagers, 2) estimations des biodiversités par composant paysager, puis 3) par type paysager –, ce point est exposé ci-dessous.

Estimation de la biodiversité par type paysager

Il est nécessaire d'attribuer une valeur de biodiversité à chaque type paysager en agrégeant les valeurs des composants le constituant de façon à lui donner une valeur propre, assimilable à une « note » globale de biodiversité. L'objectif est de disposer d'estimations à l'échelle du composant et du type paysager pour analyser, selon ces deux niveaux complémentaires, l'impact spatial des politiques publiques. On cherche donc à obtenir des informations spatialisées et quantifiables, introduisant de la mesure pour le suivi de ces impacts. Cela permet de répondre plus précisément aux questions suivantes : où se produisent les changements, quand se produisent-ils, et quelle en est l'ampleur ?

Les données nécessaires

Les données acquises au cours de l'étape précédente sont les suivantes :
– estimation de la biodiversité par composant paysager selon différentes approches ;
– surfaces occupées par les composants paysagers dans chaque type paysager, exprimées en hectare. On peut en suivre les modifications à partir des classifications d'images à différentes dates (tabl. I).

Composants paysagers du type 6	Surfaces en hectares					
	1986	1992	1994	1999	2001	2006
CP5 (<i>sítio</i>)	54,91	58,7	65,92	56,95	39,99	40,78
CP11 (<i>roça</i>)	219,65	234,8	263,68	227,78	159,94	163,11
CP12 (<i>capoeira</i>)	494,22	528,3	593,29	512,51	359,87	366,99
CP14 (forêt)	329,48	352,2	395,52	341,67	239,91	244,66

Tabl. I - Surfaces occupées dans chaque type de paysage. Exemple de la partie orientale du Haut-Solimões

Calcul de la biodiversité globale par type paysager

Associer les degrés de biodiversité des différents composants paysagers pour chaque type paysager suppose de prendre en compte le rapport de surface qui existe entre eux, donc de pondérer chaque degré de biodiversité selon sa représentativité spatiale. Par exemple, le composant « forêt exploitée » à Benfica n'a pas le même poids spatial dans le type paysager 2, où il représente 35 % de la superficie, que dans le 3 où il n'en représente seulement que 9 %. Une simple moyenne entre les degrés de biodiversité de chaque composant paysager n'est donc pas

souhaitable. En revanche, si on pondère selon la surface occupée par chaque composant paysager en appliquant la formule ci-dessous, le résultat a le mérite de rétablir un équilibre en fonction de la représentativité spatiale de chaque composant observé dans le type¹¹.

$$\text{Degré de biodiversité du TP} = \frac{S1 \times Vb1 + S2 \times Vb2 + \dots + Sn \times Vbn}{S1 + S2 + \dots + Sn}$$

S = surface occupée par le composant paysager
Vb = degré de biodiversité du composant paysager

L'application de cette formule à tous les types paysagers identifiés dans l'unité de gestion territoriale permet d'attribuer un degré de biodiversité à l'ensemble des paysages observés. Des cartes et des graphiques sont ensuite construits pour compléter les mesures, en particulier pour le suivi des dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité. Bien entendu le sens à accorder à cette valeur est étroitement lié au choix de l'indice préalablement utilisé (cf. *supra*). La figure 8 (page VI du cahier couleurs) donne un exemple de la façon d'opérer lorsque l'échelle de complexité est utilisée (*assentamento* Benfica et secteur oriental de la région du Haut-Solimões). Ce procédé permet de comparer rapidement des régions dont les milieux, les formes de l'exploitation et les rythmes d'évolution sont considérablement distincts.

Après avoir présenté les images et les différentes façons de les obtenir, nous exposerons dans cette nouvelle étape de la démarche méthodologique les procédés de traitement et d'obtention de l'information satellitale. Celle-ci permet ensuite d'élaborer les documents concernant les dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité sur lesquels nous nous appuyons pour appréhender le rôle joué par les politiques publiques.

Au cours des dernières décennies, le développement de la télédétection a rendu possible le suivi de l'évolution dans l'espace et dans le temps de la surface terrestre. Nombreux sont actuellement les satellites d'observation dotés de types variés de résolution spatiale et temporelle. En se basant sur la complémentarité des capteurs multispectraux, les transformations de la couverture végétale – déboisements, incendies, urbanisation, etc. – peuvent être étudiées de façon régulière tout en quantifiant les phénomènes observés. Le choix du satellite et de ses capteurs dépend de l'objectif recherché : fréquence chronologique du phénomène à étudier, dimension de la zone analysée, mais aussi des ressources financières disponibles pour l'acquisition des images.

¹¹ Dans le cadre de cet exposé nous n'avons pas la possibilité de prendre en compte le niveau de fragmentation des composants. Cette dimension devrait pourtant enrichir l'attribution d'un degré de biodiversité par type paysager. Elle introduit par exemple la longueur de bordure entre composants paysagers, l'effet de masse, d'émiettement et de corridor.

Résultat final

Imagerie satellitale : des données pour localiser et quantifier les dynamiques spatio-temporelles de la biodiversité

*Choix des images
à utiliser pour spatialiser
les dynamiques
spatio-temporelles*

¹² Le site de l'INPE
(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)
donne gratuitement accès aux images
Landsat 5 et aux images CBERS :
<http://www.cbears.inpe.br/>

Pour étudier la biodiversité et sa dynamique dans l'espace et dans le temps avec l'approche paysagère proposée, on doit considérer principalement les séries chronologiques disponibles et les résolutions spatiales des capteurs. Il existe, depuis 1982, une importante série d'images Landsat TM et ETM¹² rendant possible l'observation des transformations de la surface terrestre sur une longue période. En outre, la résolution de 30 mètres qui les caractérise permet d'identifier correctement la plupart des types paysagers. Mais le principal motif reste la mise à la disposition gratuite d'images pour les recherches scientifiques à travers le programme de l'université du Maryland *Global Land Cover Facility* (GLCF), qui permet l'analyse d'un grand nombre d'images.

Malgré leur fine résolution (10 m en couleurs et 2,5 m en panchromatique supermode), les images SPOT 5 ne sont disponibles que depuis 2002. Avant la mise en place de la plate-forme SEAS-Guyane (Surveillance de l'environnement amazonien par satellite) elles étaient rares sur cette région du globe. Les accords avec la station SEAS-Guyane devraient permettre d'utiliser plus régulièrement ces données, particulièrement adaptées à l'analyse des paysages.

Dans le cadre du projet Biodam, les images Landsat ont été utilisées pour aborder la dimension temporelle, c'est-à-dire le suivi dans le temps des dynamiques paysagères. Les images SPOT, quant à elles, ont servi de référence pour mieux connaître l'état actuel du couvert végétal et aider au repérage des composants et types paysagers lors des missions sur le terrain. Cela dit, il serait souhaitable de conduire l'ensemble de la démarche avec ces images de meilleure résolution lorsqu'elles peuvent être disponibles sur plusieurs années. En effet, celles-ci permettent d'utiliser une nouvelle génération de logiciels « orientés objets » susceptibles d'améliorer considérablement les procédés d'identification des objets paysagers.

Procédés de traitement des images

L'étude de la dynamique spatio-temporelle des paysages est effectuée à partir des images satellitaires selon la démarche suivante :

1. Recherche sur Internet d'images disponibles et homogénéisation de ces données :

– géo-référencement commun pour toutes les images en vue d'une localisation précise des relevés de terrain et des informations géographiques nécessaires à la réalisation des fonds de carte (nomenclature, limites administratives...). Cette rectification des coordonnées des images permet aussi de les superposer les unes aux autres afin de suivre et mesurer les changements de paysages à différentes dates ;

– amélioration visuelle des images par contraste et autres traitements, afin d’augmenter le pouvoir de discrimination des données radiométriques et d’aider à l’identification des objets paysagers à répertorier.

2. Préparation d’une base de données géo-référencées qui mette à disposition des informations satellitaires et permette la mise en forme cartographique des images traitées.

3. Découpage des images par entité territoriale afin de centrer les traitements sur les zones étudiées : les limites du terrain Benfica correspondent à celles de l’*assentamento* et, à Uruará, du *município*. À Benjamin Constant, la délimitation d’une zone arbitraire (*buffer*) de 7 km à partir de la rive droite du Solimões et couvrant les territoires des communautés étudiées a été nécessaire pour donner un cadre à l’analyse (fig. 8, page VI du cahier couleurs).

4. Classification des images afin de mettre en évidence les composants lorsque cela est possible, puis identification visuelle des types paysagers sur les images classées ou non après avoir établi un certain nombre de règles à observer (taille des ouvertures forestières, densité du bâti, hétérogénéité des composants...) selon les principes classiques de photo-interprétation.

5. Spatialisation et analyse temporelle (cartes et courbes) des résultats obtenus à partir des classifications (cf. *infra*).

Étant donné les importantes différences spatiales observées entre les composants et types paysagers des zones étudiées, il faut utiliser des méthodes de classification propres à chaque terrain. L’encadré 14 précise les deux protocoles de traitement utilisés dans les deux cas analysés et la figure 8 les dynamiques spatio-temporelles des types paysagers dans les deux situations.

Il est important de souligner que les méthodes d’analyse des images sont différentes et spécifiques pour chaque région : à Benfica les cartes des types paysagers sont obtenues en détectant en premier lieu leurs composants, alors qu’à Benjamin Constant ceux-ci n’étant pas décelables (petite taille, imbrication des limites, grande hétérogénéité, rapidité des changements), ces cartes ont été construites directement par interprétation visuelle. Pour autant, les résultats obtenus à Benjamin Constant sont similaires, car il est également possible de spatialiser les types paysagers et d’y établir les pourcentages occupés par chacun de leurs composants. Au terme de ces traitements d’images, nous sommes en mesure de les utiliser pour la spatialisation des indices de biodiversité, de

*Orientation
des procédés de traitement
en fonction des terrains*

Encadré 14
**Les deux protocoles
de traitement utilisés sur
les deux terrains**

Après avoir défini les composants puis les types paysagers sur les terrains, une base de données cartographiques géoréférencées est créée pour servir de support aux traitements d'image.

BENFICA

Les différents composants ont une taille suffisante pour être observés à partir des images Landsat d'une résolution de 30 m.

Sur les images ils sont donc identifiés en premier lieu pour construire, ensuite, les types paysagers.

Les étapes des traitements d'image

1. Acquisition des images Landsat-TM, orbite/point 224/064 de 1987, 1996, 2001 et 2005, bandes 3, 4, 5 pour gérer l'image synthétique colorée RGB avec le canal 5 dans le rouge, 4 dans le vert et 3 dans le bleu (5R4G3B).

2. Après augmentation des contrastes, les images sont segmentées en utilisant le procédé des seuils de similarité afin de les préparer aux classements.

3. Les pixels des images segmentées sont ensuite répartis en autant de classes qu'il y a de composants selon la méthode de « classification supervisée » qui utilise la distance Bhattacharya et le seuil d'acceptation de 99,9 % comme critère de décision statistique. Parmi les 14 composants paysagers préalablement définis sur le terrain, quatre ont montré une telle confusion radiométrique qu'ils n'ont pas été conservés pour ne pas perturber la discrimination radiométrique des dix autres. L'image comporte dès lors 10 classes qui correspondent aux 10 composants restants.

Les images SPOT ont servi à la validation thématique de ces classes.

4. Les 5 types paysagers ont été identifiés sur l'image classée par interprétation visuelle en comparant le modèle graphique de chacun d'eux (dessin et description) avec la distribution, la taille et la forme des composants observées sur l'image. (Ce procédé d'identification des types paysagers est en train d'être amélioré à la station de réception SEAS-Guyane, par reconnaissance de forme sur les images SPOT, publication en cours.)

5. Production des cartes et courbes sur les dynamiques spatio-temporelles des objets paysagers (cf. *infra*)

BENJAMIN CONSTANT

La petite taille des composants observés sur le terrain ne permet ni de les identifier, ni de les différencier sur les images Landsat. Sur les images, les types paysagers sont donc identifiés en premier, pour en reconstituer ensuite les composants.

Les étapes des traitements d'image

1. Acquisition des images Landsat-TM, orbite/point 004/063 de 1986, 1992, 1994, 1999 et 2001, bandes 3, 4, 5 pour l'obtention d'une image synthétique en composition colorée 5R4G3B, et de l'image SPOT 5¹ de 2006 en composition colorée à partir des canaux XS4 dans le rouge, XS3 dans le vert et XS2 dans le bleu.

2. Afin de circonscrire la zone des traitements sur la partie « utilisée » de la région d'étude, une zone arbitraire « *buffer* », sorte de masque, de 7 km de profondeur à partir de la berge du Rio Solimões, est calculée. Au-delà de cette distance, on considère que les modifications dues aux activités humaines sont minimales et ne nécessitent pas d'observation ni de traitement.

Pour faciliter l'identification des types paysagers, on a divisé en deux la zone interne au *buffer* afin de séparer la zone de *várzea* de celle de *terra firme*, chacune d'elles ayant des paysages particuliers.

3. Pour chacun de ces grands milieux, *várzea* et terre ferme, on a ensuite identifié visuellement les types paysagers en fonction de l'étendue de la zone forestière altérée et de la densité du bâti.

4. Les tentatives de détection, par classification d'image, des composants n'ont pas donné de bons résultats. Les confusions radiométriques entre eux sont trop fortes. L'estimation des surfaces (en %) occupées par chacun d'eux a donc été effectuée par des observations de terrain et des analyses d'images SPOT. Ce procédé ne permet pas de produire des cartes de localisation des composants dans l'espace mais suffit aux calculs d'estimation de la biodiversité par type paysager.

5. Production des cartes et courbes sur les dynamiques spatio-temporelles des objets paysagers (cf. *infra*).

¹ Le partenariat avec le projet SEAS-Guyane a permis d'acquérir des images de 2006 qui ont rendu possible l'observation de l'état actuel de la végétation étant donné que Landsat présente des problèmes d'acquisition de données depuis 2003.

façon à pouvoir relier ensuite les résultats obtenus avec les politiques publiques (cf. les autres étapes de la démarche).

**Cartes et courbes:
des documents
pour estimer l'impact
spatial des politiques
publiques
sur les dynamiques
de la biodiversité**

Cette dernière étape montre comment utiliser les traitements d'image pour construire les cartes et graphiques nécessaires à l'analyse spatiale des changements de la biodiversité. Elle mène donc à la quantification des surfaces modifiées et à l'estimation des effets des politiques publiques.

Ces analyses permettent en effet d'évaluer le degré ou l'absence d'impact de certaines politiques publiques sur le couvert végétal en termes d'augmentation ou de diminution de la biodiversité. En d'autres termes, ils donnent à voir la capacité de certaines politiques publiques à réduire, maintenir ou augmenter la biodiversité. Bien entendu ces résultats sont à relativiser selon les cas, car les politiques publiques ne sont généralement pas les seules en cause pour expliquer les changements du couvert végétal. Par exemple, dans la région du Haut-Solimões, l'augmentation de la population doit être prise en compte pour expliquer certaines fluctuations.

Seules deux familles de documents sont présentées, il serait nécessaire d'explorer l'ensemble des possibilités offertes par toutes les informations disponibles : proposer, par exemple, des documents renseignant sur la vitesse des transformations et sur l'ampleur des dynamiques paysagères (LAQUES, 1993).

*Réalisation de cartes
diachroniques*

Les cartes peuvent être réalisées lorsque les données suivantes sont disponibles :

- les images satellitales classées par type paysager et par composant paysager telles qu'elles ont pu être réalisées, par exemple, à Benfica ;
- l'estimation des degrés de biodiversité par composant et par type paysager (cf. *supra*).

Construction des cartes

Le procédé est relativement simple : connaissant les degrés de biodiversité des types paysagers, les cartes par date d'état de la biodiversité résultent de l'attribution, pour chaque type, d'une couleur correspondant à son degré de biodiversité. Par exemple, le type paysager 1 ayant comme degré de biodiversité la valeur 11 selon l'échelle de complexité, les surfaces qu'il occupe sur la carte prennent la couleur vert clair correspondant à la valeur 11. La figure 8 reprend les différentes étapes de la construction des cartes.

Les informations contenues

Ces données cartographiques permettent d'observer les changements de degré de biodiversité dans l'espace. L'exemple présenté dans la figure 8 montre que la partie sud-ouest de l'*assentamento* Benfica n'évolue pas de la même façon que la partie nord-est ; le premier ensemble est, pour

moitié, couvert par des formations végétales dont le degré de complexité est très faible. Alors que l'autre ensemble est composé d'une matrice importante au degré de complexité relativement élevé.

Il s'agit, à ce stade de la démarche, de mettre en relation les dynamiques spatio-temporelles cartographiées avec la période de mise en place des politiques publiques ou, du moins, de leur application effective. Les cartes sont analysées en focalisant les observations sur les rétractions ou diffusions des niveaux de biodiversité avant et après la mise en application des politiques publiques : l'impact de certaines politiques, comme l'accès à des subventions pour l'élevage, peut être visualisé sur les cartes en termes de localisation et d'ampleur des changements. Les disparités spatiales entre les parties nord-est et sud-ouest de l'*assentamento* résultent de la façon dont les acteurs locaux se sont appropriés ou pas cette mesure et de la date à laquelle ils ont eu accès à ces crédits. La carte de 2006 montre que la quasi-totalité de l'*assentamento* a aujourd'hui un niveau de complexité bas, voire très bas (cf. chapitre 3).

Comme cela a été souligné en début de chapitre 2, il est important aussi de suivre les dynamiques au niveau des composants paysagers sans passer par le filtre d'un calcul de biodiversité. En effet, la présence ou l'absence de certains d'entre eux est en soi, ou non, un indicateur de l'application ou pas de certaines réglementations. Ainsi, les cartes de suivi du composant « bas-fond avec végétation arborée » aident à évaluer l'impact de la loi interdisant la destruction des forêts galeries protectrices des écoulements d'eau.

Ces diagrammes sont obtenus en mettant en relation les surfaces des types et composants paysagers avec leur degré de biodiversité par date (fig. 9, page VII du cahier couleurs). Pour les construire, il est nécessaire de mobiliser les informations suivantes :

- l'estimation des degrés de biodiversité par composant et par type paysager (cf. *supra*) ;
- les tableaux associés aux classifications des images par type et composant paysager. Ils donnent leurs surfaces d'isobiodiversité en hectares et pourcentages aux différentes dates.

Comme pour l'analyse des cartes, les graphiques sont examinés au regard de la période de mise en application des politiques publiques, tel que cela est appliqué au chapitre 3. L'infléchissement ou le relèvement des courbes avant, après et durant cette période aident à suivre l'impact de la politique en ce qui concerne l'augmentation ou la diminution des surfaces d'isobiodiversité.

Les graphiques d'évolution destinés à quantifier l'altération, la stagnation et l'augmentation des surfaces d'isobiodiversité

Quantification en termes de surface des transformations induites par les politiques publiques

Ce procédé de restitution de l'information a pour principal intérêt de quantifier les surfaces et de les comparer les unes aux autres. Par exemple, la figure 9 montre, au niveau des types paysagers, que le degré 15 sur l'échelle de complexité n'existe plus à Benfica depuis 2001 alors qu'il couvrait 80 % de la surface en 1987. En revanche, à partir de cette même date, l'étendue des surfaces de degré 3, le plus faible, est passée de 14 à 22 % en 5 ans. Le graphique montrant l'évolution des surfaces d'isobiodiversité au niveau de trois composants confirme clairement la disparition progressive des forts taux de complexité; depuis 2005, les courbes se croisent, il y a maintenant plus de 20 % de composants avec un taux faible et moins de 20 % avec un taux élevé.

La démarche qui vient d'être exposée, tout en représentant une manière particulière d'aborder la biodiversité (à travers les paysages) cherche à rendre possible la combinaison de plusieurs points de vue, notamment par le recours au principe de l'échelle.

Le recours au paysage a permis de mettre au point une typologie spatiale commune aux différentes disciplines, à partir de laquelle peuvent être estimés différents degrés de biodiversité, selon différents points de vue disciplinaires. D'autres disciplines (notamment la zoologie) pourraient utiliser cette typologie, sans renoncer à leurs propres questionnements. Des relevés botaniques plus détaillés pourraient également venir compléter les informations qui ont servi de base à la caractérisation des composants et des types paysagers. La deuxième étape, c'est-à-dire la spatialisation des données paysagères et leur suivi dans le temps, permet de mesurer les impacts des changements sociaux et économiques sur la biodiversité.

Identification du rôle des politiques publiques

Pour évaluer les effets des changements sociaux et économiques, et en particulier l'impact des politiques publiques, il est nécessaire de choisir l'échelle à laquelle on veut travailler en fonction des objets observés. Le composant paysager convient pour observer l'exploitation agricole ou encore un espace particulier (forêt galerie, formation à *babaçu*...) recouvrant partiellement plusieurs exploitations. Par contre, pour observer une unité de gestion territoriale (UGT), en partie ou en totalité, il sera nécessaire de recourir au type paysager. La complémentarité entre les deux échelles peut aussi être particulièrement éclairante. Il est évident que plus l'intervalle entre les images satellitales sera court, plus le suivi de ces changements permettra des diagnostics précis. Le fait d'avoir pu obtenir des images correspondant à 5 dates sur une période de 18 ans représente une bonne base de mesure, qui permet d'identifier clairement certains événements et d'en évaluer l'impact.

Toutes les politiques publiques ne sont pas susceptibles d'être évaluées selon la démarche ci-dessus. Il est donc nécessaire de les hiérarchiser et de retenir celles qui peuvent, directement ou indirectement, avoir un impact sur l'évolution des paysages et de la biodiversité. La troisième partie de cet ouvrage tente de montrer comment il est possible d'aborder les politiques publiques à travers un exemple.

Les politiques publiques prises en compte peuvent avoir pour origine et pour sphère d'application des échelles spatiales différentes : fédérales, régionales, des états fédérés ou municipales, pour autant qu'elles aient

Les politiques
publiques
et l'évolution
du contexte local

Sigles

- APA** : Aire de protection environnementale
- Biodam** : Biodiversité et gestion durable des ressources naturelles en Amazonie
- Cirad** : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
- Conama** : Conseil national de l'environnement
- Embrapa** : Entreprise brésilienne de recherche agricole
- DETER** : Sistema de alerta de desmatamento
- FASE** : Fédération des organismes d'assistance sociale et d'éducation (ONG)
- FNO** : Fonds constitutionnel pour la région Nord
- FUNAI** : Fondation nationale
- Funbio** : Fonds brésilien pour la biodiversité
- Ibama** : Institut brésilien de l'environnement et des ressources naturelles
- IFB** : Institut français de la biodiversité
- Imazon** : Institut de l'homme et de l'environnement amazonien (ONG)
- Incra** : Institut national de colonisation et réforme agraire
- INPA** : Institut national de recherche d'Amazonie
- IPCC** : International panel for climate change
- IRD** : Institut de recherche pour le développement
- MDA** : ministère du Développement agraire
- MMA** : ministère de l'Environnement
- NAEA** : Centre des hautes études amazoniennes
- PDPI** : Programme démonstratif destiné aux peuples indigènes (fait partie du PP-G7)
- PNMA** : Politique nationale pour l'environnement
- PPG7** : Programme pilote pour la conservation des forêts tropicales du Brésil, financé par le G7 via la Banque mondiale
- PPTAL** : Projet intégré de protection des populations et des terres indigènes de l'Amazonie légale
- Proambiente** : Programme destiné à rémunérer les services environnementaux offerts par l'agriculture familiale
- PRODES** : Programa de monitoramento da Amazônia
- Pronaf** : Programme national d'aide à l'agriculture familiale
- RDS** : Réserve de développement durable
- Resex** : Réserve extractiviste
- SAD** : Deteção de desmatamento em tempo real
- UFAM** : Université fédérale de l'État d'Amazonas
- UFPA** : Université fédérale de l'État du Pará
- UFRJ** : Université fédérale de l'État de Rio de Janeiro

un impact sur les localités étudiées. Cela inclut bien entendu les lois et règlements. On devra également prendre en compte les initiatives privées à finalité publique, souvent d'ailleurs financées en totalité ou en partie sur fonds publics. Leur échelle est en général plus locale.

Il n'existe sans doute plus aujourd'hui une seule population, un seul groupe, qui n'ait été atteint, directement ou indirectement, par des politiques publiques ou différentes actions de développement (ONG, Églises...). Au contraire, on assiste le plus souvent à la succession ou (et) superposition en un même lieu de différents projets ou programmes. Les acteurs de base (populations « traditionnelles » ou immigrées) ont donc modifié leurs pratiques en fonction des changements du contexte avec lequel ils interfèrent ou bien en fonction de leur adhésion à des projets précis. Certaines pratiques jugées hâtivement « traditionnelles » n'existaient pas il y a quelques dizaines d'années, voire beaucoup moins. Cette dynamique de sédimentation, de réappropriation transformation, d'innovation locale, rend quelque peu vaine la recherche des composants culturels « authentiques ». Il y a transformation, parfois très lente, parfois brusque, mais continue, des contextes locaux.

Les politiques publiques représentent seulement une des dimensions qui influencent les changements dans les rapports entre les populations locales et l'environnement. Cependant, par leur dimension universelle, incitative, voire contraignante, elles peuvent, sous certaines conditions, constituer un puissant facteur de transformation, tout en ayant vocation à définir le cadre dans lequel s'inscrivent ces changements. Mais, comme nous l'avons vu (chapitres 1 et 2) elles ne sont pas le seul facteur en cause. Elles interfèrent avec pratiquement tous les autres facteurs, qu'il est possible de regrouper en plusieurs grandes catégories :

– *Les potentialités du milieu naturel et les disponibilités foncières.* Par exemple, en situation de « frontière » une part importante du revenu est due à la présence structurelle et structurante de « terres libres » qui permettent un usage extensif des ressources sans remplacement de la fertilité, une spéculation foncière conduisant à la concentration de la terre, ainsi que diverses stratégies d'ascension sociale basées sur le foncier.

– *L'héritage culturel* (connaissances, perception du milieu, pratiques héritées des générations antérieures ou acquises au cours de l'expérience de vie...) *et le niveau d'éducation formelle*, qui impliquent également des comportements démographiques, sociaux et politiques particuliers.

– *La croissance démographique.* Que ce soit au sein d'une communauté ou d'une propriété familiale, la croissance démographique est en général à l'origine d'une transformation des paysages. Elle est cependant médiatisée

par d'autres facteurs tels que la création, ou non, d'emplois non agricoles, l'intensification des pratiques, etc. L'interprétation de son influence sur les composants paysagers doit donc être faite à l'aide des diagnostics territoriaux et des fiches de l'exploitation.

– *Les stratégies sociales et économiques.* Dans le cadre défini par les trois premières catégories de variables indiquées ci-dessus, les acteurs développent des stratégies individuelles et collectives pour atteindre leurs objectifs (identité, sécurité alimentaire, accumulation, création d'un patrimoine familial, alliances, rapport à la technique, etc.). Quand le milieu naturel et la situation foncière le permettent, ces stratégies sont développées et « financées » préférentiellement par l'exploitation du capital naturel.

– *L'organisation sociale et le désenclavement des acteurs.* Le développement des associations de producteurs et des organisations syndicales ont changé les rapports entre ceux-ci et l'État. D'autres acteurs sont intervenus et ont joué un rôle de médiateurs (universités, centres de recherche, ONG, coopératives de services d'assistance technique, etc.). Les producteurs familiaux et leurs représentants sont désormais en contact avec d'autres univers à travers de multiples forums de débats et la participation à des conseils. C'est par ce biais que les concepts de durabilité, de gestion durable des territoires et d'agroécologie, ont fait leur entrée. Une dynamique de négociation à tous les niveaux de décision se met peu à peu en place, qui permet la participation des acteurs de base à l'élaboration des politiques publiques. Au lieu du système *top-down*, on trouve maintenant une réflexivité généralisée, même si elle est encore souvent modeste dans certaines régions, et toujours manipulée par des factions politiques et des intérêts divers. L'identification des politiques publiques pertinentes et de leur impact est ainsi rendue plus difficile.

Durant leur histoire récente, les populations rurales ont souvent adhéré à des programmes de crédit agricole et à des « paquets » technologiques qui, au départ, visaient l'augmentation de la production et du revenu. Ces aides ont considérablement influencé les pratiques (généralisation de l'élevage bovin durant les années 1990, par exemple). Aujourd'hui, des financements de systèmes agroforestiers (SAF) ou de récupération de terres dégradées existent, mais sont en partie détournés de leurs objectifs pour alimenter les pratiques extensives (souvent par manque de confiance dans ce type de politique publique) et les stratégies sociales existantes. Par ailleurs, des expériences pilotes sont en cours d'élaboration, notamment en ce qui concerne des formes de rémunération qui impliquent le respect d'un cahier des charges strict : marché du CO₂ ; rémunération des

services environnementaux ; labellisation des propriétés (et pas seulement d'un produit), etc. Il est trop tôt pour en mesurer l'impact, mais la démarche méthodologique proposée dans cet ouvrage devrait permettre l'accompagnement de ces mesures et de leurs conséquences.

Quelques définitions

Toutes les politiques publiques ne peuvent être prises en compte. Il faut donc établir des critères de choix, ainsi qu'une plage temporelle d'observation (en général conditionnée par la disponibilité d'images satellitaires) qui soit significative du point de vue des changements que l'on cherche à mettre en évidence en un lieu donné. Les politiques publiques qui ont un impact direct et observable sur les composants et les types paysagers seront privilégiées. Ce seront donc principalement les politiques agraires qui seront analysées. Mais il ne faut pas oublier que l'ouverture ou le goudronnage d'une route peut entraîner des effets notables, de même que la mise en place d'un système de transport public destiné à la commercialisation des produits de l'agriculture familiale.

C'est pourquoi il faut avant tout procéder à un recensement des politiques publiques qui ont affecté le territoire étudié durant les 15 ou 30 dernières années. Les politiques peuvent être classées selon différents critères afin d'obtenir une typologie permettant des évaluations comparatives sur différents terrains. Il est important que pour chacune d'entre elles la date d'implantation réelle (et pas seulement sa création « sur le papier ») soit obtenue, ainsi qu'une évaluation de la qualité et de la continuité de son fonctionnement.

Les informations peuvent être obtenues auprès des institutions publiques fédérales (Brasília) et de leurs bureaux dans chacun des États de la fédération, qu'elles aient pour objectif le développement agricole (Incra, MDA...) ou la protection de l'environnement (MMA, Ibama). Au niveau des États fédérés et des municipalités, les institutions correspondantes sont les secrétariats (d'États ou municipaux) de l'agriculture et de l'environnement. À partir de la loi n° 6.938 de 1981 qui a défini les conditions de la nouvelle politique nationale de l'environnement (PNMA), renforcée par la constitution de 1988 et la création d'institutions *ad hoc* post-Rio 1992 (Conseil national de l'environnement – Conama, Funbio, etc.), la durabilité a fait son entrée dans les discours officiels et a conduit à la réorientation progressive des politiques publiques de développement et de conservation. Il est donc important d'identifier clairement les institutions qui sont à l'origine de l'élaboration d'une politique et de pouvoir évaluer le poids

des différentes institutions dans la définition des politiques publiques analysées. Il est bon de rappeler qu'au Brésil les instances d'ordre inférieur ne sont pas de simples exécutants des politiques décidées au niveau supérieur. Il existe une large autonomie de décision, y compris au niveau municipal. Avec cependant une règle impérative : une municipalité peut décider d'aller plus loin que ce qui est stipulé par la réglementation de l'État ou de la fédération, mais elle ne peut pas décider de rester en deçà. Il en va de même pour un État fédéré. Ainsi une municipalité peut décider de protéger les bords de rivière sur une extension supérieure à ce que la loi fédérale ordonne, mais elle ne peut pas faire moins. Cette disposition entraîne une assez grande variabilité des expériences de gestion environnementale et de développement, et la nécessité d'examiner avec soin chaque politique publique.

Les informations doivent également être obtenues auprès des institutions intermédiaires telles que les organismes de vulgarisation et d'assistance technique (actions aujourd'hui tertiaisées auprès d'organismes privés sous contrat appelés « coopératives de services »), les syndicats et les associations. Cette démarche permet d'obtenir une vision critique des différentes politiques et d'évaluer dans quelle mesure elles correspondent à des processus négociés. Enfin, les agriculteurs familiaux eux-mêmes sont appelés à donner leur opinion sur les politiques auxquelles ils ont adhéré ou qui les ont affectés.

Elles concernent la création de services publics, en particulier des écoles et des postes de santé, mais aussi différentes formes de redistribution de revenus telles que : retraites rurales (souvent d'implantation récente pour les populations dites « traditionnelles »), aides à la maternité, bourse familiale (en principe liée à l'obligation scolaire), etc. Ces revenus indirects ont une très grande importance au niveau local ; ils permettent le maintien des agriculteurs (ou des agroextractivistes) sur place ainsi que la croissance des activités commerciales. Ils permettent aussi l'abandon des activités les moins rentables (ou les plus pénibles) et le report du travail sur des activités plus lucratives. Ils ont donc un impact sur les systèmes de production, qu'il convient d'évaluer d'abord au niveau des fiches familiales avant d'en rechercher les éventuels effets à une échelle supérieure. Dans le Haut-Solimões, par exemple, des chercheurs du projet ont établi un rapport entre la diminution récente de la taille des abattis et la mise en place de ces revenus. Par ailleurs, l'accès aux services publics de proximité encourage les agriculteurs « parcellaires » à rester sur place, voire à habiter sur leur propriété, et entraîne les agriculteurs « communautaires »

Typologie des politiques publiques

*Les politiques
d'insertion sociale*

à se rapprocher des lieux où ces services sont offerts, entraînant des mouvements de population et une certaine densification de l'habitat. Cette densification tend à diminuer les temps de jachère et à augmenter les prélèvements de certaines ressources, notamment le bois et le charbon de bois destinés à différents usages urbains, tendance qui vient compenser la diminution de taille des abattis constatée dans certains cas.

*Les politiques
d'aménagement
et de développement*

La création (ou l'amélioration) d'infrastructures de transport est sans doute la catégorie de politique publique qui a le plus d'impact au niveau local. De nombreuses études ont montré une importante augmentation des défrichements et de la concentration foncière, non seulement lors de la création des routes (ce qui semble évident) mais aussi lors de leur amélioration ou de leur goudronnage. On dit souvent que l'adoption de l'élevage bovin par les agriculteurs familiaux est due à la mauvaise qualité des routes, qui rendrait difficile la commercialisation des cultures annuelles et pérennes (ce qui est vrai). Mais on constate que l'amélioration des routes favorise également l'expansion de l'élevage bovin. Cela en partie à la faveur d'une augmentation du prix de la terre qui entraîne une substitution des agriculteurs pauvres par d'autres plus capitalisés. Mais pas seulement : l'augmentation de l'élevage est aussi constatée chez les agriculteurs modestes.

Les politiques agraires

Elles sont de différents types et nous ne retiendrons que les principales :

■ **Les politiques foncières** : en Amazonie, la dynamique d'occupation spontanée par des migrants aux ressources variées (depuis le petit *posseiro** jusqu'au grand *fazendeiro**), associée à des politiques de colonisation échelonnées dans le temps et à des tentatives de régularisation foncière effectuées par l'État, a conduit à la juxtaposition de modules fonciers très différents. Ainsi, à Benfica, on passe d'un seul propriétaire à plus d'une centaine sur un même espace en à peine plus de dix ans. Ces nouveaux propriétaires sont arrivés en deux vagues successives (1992 et 1996) qui ne correspondent pas aux mêmes catégories sociales (petits éleveurs arrivés en premier, puis agriculteurs familiaux liés à la réforme agraire en second) ni au même module foncier. La dimension de la propriété et l'environnement foncier dans lequel elle est insérée sont très importants pour l'analyse des systèmes de production et du potentiel de biodiversité.

■ **La commercialisation et la transformation des produits** : les pouvoirs publics mettent parfois en place des systèmes de commercialisation (mise à disposition d'un camion de la préfecture pour l'acheminement des produits au marché local, par exemple), ou encouragent certaines filières en finançant de petites usines de transformation des produits.

Généralement développées à la demande des syndicats et associations de producteurs, ces actions renforcent la présence de certains produits dans les systèmes de production et permettent parfois de maintenir une certaine diversité des activités agricoles (et donc une plus grande hétérogénéité des paysages), ou bien entraînent une certaine spécialisation, selon les cas.

■ **Le crédit et l'assistance technique**: les deux sont en général associés; il s'agit là du principal outil de transformation des systèmes de production, et par conséquent du type de politique publique qui a le plus d'impact sur les paysages. Il est donc nécessaire de faire la liste des crédits qui ont été alloués, leur destination (types de cultures), leur date de mise à disposition, leur durée, mais aussi les échecs, les retards, etc. Il est important de savoir combien de familles ont reçu tel ou tel crédit, durant quelle période, et les situer sur une carte. Il est également nécessaire de distinguer entre les encouragements classiques à la production et les financements qui incorporent la notion de durabilité: systèmes agroforestiers; diversification, intensification; techniques de protection des sols; exploitation durable des réserves forestières pour le bois d'œuvre et l'artisanat; exploitation de faible intensité des produits forestiers non ligneux, etc. Certains de ces crédits sont aujourd'hui associés à un cahier des charges (c'est notamment le cas des crédits offerts par le programme PPG7¹³). Les financements « classiques », du type FNO (Fonds constitutionnel spécial pour la région Nord) et Pronaf ont souvent été responsables de défrichements intenses ces dernières années.

■ **Les politiques de préservation de l'environnement**: il s'agit essentiellement de prendre en compte le cadre législatif et son évolution (encadré 15). Jusqu'à récemment les propriétaires parcellaires devaient conserver une réserve forestière correspondant à 50 % de leur propriété. Dans un premier temps, les SAF et cultures arbustives ont été inclus dans ce total, puis la réserve a été augmentée à 80 % de la propriété. Dans l'esprit du législateur, il s'agissait de rendre impossible une agriculture classique destructrice de la forêt (en particulier pour l'élevage bovin) et de privilégier l'exploitation de la forêt sur pied et les SAF. Aucune de ces deux limites n'est actuellement respectée. La couverture forestière doit également être maintenue sur les pentes trop fortes et les bords de rivières. Cette mesure n'est pas non plus respectée. Il n'est donc pas possible de détecter l'impact de ces politiques sur les paysages. Par contre, l'approche proposée dans ce volume peut représenter un outil intéressant pour la mise en place et le suivi des mesures de revégétalisation des *assentamentos* prévues par des programmes gouvernementaux

¹³ Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, programme du gouvernement brésilien financé en grande partie par les pays de l'ancien groupe des sept (G7) plus les Pays-Bas, à travers la Banque mondiale. Il a pour but d'aider à la mise en place de politiques publiques visant la protection de la forêt amazonienne et de la forêt atlantique.

Encadré 15
**La loi sur la préservation
 permanente des forêts**

Loi n° 4771 du 15 septembre 1965, modifiée le 18 juillet 1989

Art. 2. Ordonne la préservation permanente des forêts situées :

a) le long des cours d'eau, à partir du niveau le plus haut atteint sur les berges, sur une bande d'une largeur minimale de

- 1. 30 m pour les cours d'eau d'une largeur de moins de 10 m,
- 2. 50 m pour les cours d'eau dont la largeur se situe entre 10 et 50 m,
- 3. 100 m " 50 et 200 m,
- 4. 200 m " 200 et 600 m,
- 5. 500 m pour les cours d'eau dont la largeur est supérieure à 600 m ;

b) autour des lacs, étangs, réservoirs naturels et artificiels ;

c) autour des sources permanentes et intermittentes, sur un rayon de 50 m ;

d) au sommet des collines et des montagnes ;

e) sur les pentes dont l'inclinaison est supérieure à 45°.

Art. 44. Dans la région Nord et la partie nord de la région Centre-Ouest, la réserve légale devra représenter 50 % de la propriété.

récents. À une autre échelle, la création d'aires protégées (AP), avec le cahier des charges qui les accompagnent, constitue un puissant facteur de transformation des pratiques agricoles et sociales. Elle doit donc être prise en compte, que les AP existent concrètement ou seulement à titre de revendication.

■ **Les actions privées de développement** : il s'agit d'actions privées, à but non lucratif et à finalité publique, entreprises par des ONG, l'Église catholique ou des fondations. Elles agissent au niveau de l'insertion sociale (éducation, santé, organisation sociale...) mais aussi au niveau des activités productives et de la protection de l'environnement. Elles proposent des réorientations des systèmes de production (dans le sens d'une plus grande durabilité) ainsi que des facilités de commercialisation et une assistance technique. Elles n'interviennent pas au niveau des infrastructures et de l'aménagement territorial et leur action est plutôt locale. Elles peuvent cependant avoir un impact significatif sur les systèmes productifs des bénéficiaires et les essais pilotes qu'elles développent sont

susceptibles d'être reproduits. Il est donc important de connaître les actions (nature, durée, date de début et de fin) entreprises par ces organisations auprès des populations étudiées et de localiser les familles qui participent à leurs projets. Sur le terrain, il n'est pas toujours facile de distinguer leur action de celle des pouvoirs publics. D'autant qu'il arrive fréquemment, comme nous l'avons dit, qu'une même population reçoive des aides publiques et privées.

En ce qui concerne les politiques qui requièrent l'adhésion du bénéficiaire (en général les crédits et les « paquets » technologiques) – contrairement aux politiques « universalistes » comme les infrastructures – l'idéal est d'avoir, au sein de l'échantillon enquêté, et pour chaque politique publique significative, un certain nombre de familles qui n'en ont pas bénéficié et d'autres qui y ont adhéré. Mais ce n'est pas toujours possible, en particulier à cause de l'accroissement considérable de la taille de l'échantillon que cela impliquerait. Ce que l'on ne peut obtenir en extension, on peut le remplacer avantageusement par la profondeur temporelle, en prenant en compte l'évolution du système de production de chaque famille enquêtée dans la durée. Les indicateurs proposés peuvent être calculés de façon globale (état actuel de la propriété divisé par le nombre d'années de présence et le nombre d'actifs) de façon à avoir une idée de « l'efficacité » globale et différentielle des familles. À l'aide des fiches contenant l'histoire des parcelles, il est également possible de réaliser des diagrammes semblables à ceux de la figure 9, pour chaque propriété, ce qui permet de situer dans le temps l'éventuel impact d'événements significatifs, dont l'impact des politiques publiques.

Principalement valable pour les agriculteurs immigrés¹⁴, cet indice est obtenu par la division du nombre d'hectares défrichés par le nombre d'années de présence. Cet indice permet de différencier grossièrement les familles et d'avoir une idée de l'impact global de la communauté ou de l'*assentamento*. Il doit être complété par la biographie familiale, l'histoire des parcelles et l'analyse des images satellitales. L'idéal étant de parvenir à identifier les fluctuations temporelles de ce rythme afin de les rapporter à des changements familiaux, des modifications du contexte économique ou la mise en place de politiques publiques. Il est également intéressant de calculer ce taux en fonction du nombre d'actifs familiaux (15 ans et plus) et d'évaluer, le cas échéant, le rôle de la main-d'œuvre rémunérée dans les fluctuations du taux.

Types d'indicateurs permettant de mesurer l'impact des politiques publiques sur les systèmes de production

Rythme annuel de déforestation

¹⁴ Les défrichements annuels de l'agriculture familiale (0,8 à 3 ha/an) sont difficilement visibles sur les images satellitales. Ils ne le deviennent que par leur juxtaposition. Ces défrichements représentent actuellement environ 18 % de toutes les superficies défrichées en Amazonie (21 % des surfaces défrichées pour la seule année 2008). Un satellite japonais devrait permettre à l'INPE de les détecter dans un proche avenir. Ce chiffre varie d'une année à l'autre en pourcentage (même si sa valeur absolue reste relativement stable) dans la mesure où les grands défrichements réalisés par les éleveurs de bétail ou l'agriculture industrielle varient en fonction des prix de la viande et du soja, mais aussi de la répression policière.

Rythme annuel de formation de capital productif

¹⁵ Cette « efficacité » ne représente que l'utilisation optimale des facteurs, elle ne préjuge en rien de la qualité ou de la durabilité du système de production.

Dans la plupart des cas, le pâturage n'est pas « durable », en particulier sans investissements coûteux.

Le capital productif, dans ce cas, inclut les plantations pérennes destinées essentiellement à la vente (cacaoyers, caféiers, poivriers, *guaraná*, hévéas, arbres pour bois d'œuvre, etc.) ainsi que les pâturages et les bovins. Il peut être calculé et utilisé globalement ou bien par produit (taux de croissance annuel des surfaces en cacao ou café, du cheptel, des pâturages...). Dans tous les cas, il est indispensable de séparer les cultures pérennes du pâturage et celui-ci des bovins. Cela permet de distinguer des types différents d'exploitation (davantage orientés vers l'élevage, vers les cultures pérennes, ou bien encore diversifiés) et de mettre en lumière de possibles difficultés rencontrées par l'unité de l'exploitation quand le nombre des bovins n'accompagne pas le rythme de création de pâturages. Le rythme annuel de formation de capital productif doit être comparé au rythme annuel de déforestation pour le calcul d'un éventuel indice d'« efficacité économique »¹⁵. Comme pour le rythme annuel de déforestation, il est utile de le calculer en fonction du nombre d'actifs et d'en repérer les fluctuations dans le temps.

Taux d'enfrichement annuel

Il s'agit d'un taux global qui inclut ce qui pourrait être considéré comme jachère (mais on a vu que cette pratique est peu présente chez les agriculteurs immigrés) et les friches (parcelles ayant été cultivées mais pour lesquelles il n'existe pas de projet de nouvelle mise en culture dans un futur prévisible). La frontière entre les deux catégories est assez floue et impossible à distinguer sur les images. Dans ce sens global, le taux d'enfrichement représente la différence entre le rythme de déforestation et celui de formation de capital productif, autrement dit l'« efficacité économique ». Ses fluctuations dans le temps permettent d'identifier des difficultés mais aussi d'éventuels changements dans les systèmes de production. Il est important qu'il puisse être « qualifié » par l'identification de l'âge des friches. On peut ainsi déceler des indices de reconstitution du couvert végétal. Dans le cas des communautés, le rapport entre la taille des parcelles cultivées et celle des friches de tous âges est également un bon indice de l'intensité des pressions exercées sur l'environnement.

Taux annuel de réutilisation des défrichements antérieurs

Même dans le cas de l'agriculture des familles immigrées, le champ annuel présente souvent un patchwork de morceaux de forêt naturelle et de friches ou jachères d'âges différents. Les raisons en sont variées : reprise d'un mauvais brûlis antérieur, souci de géométrie, mise à profit d'un sol considéré comme favorable à une culture donnée, expansion d'un pâturage, etc. Avec l'immobilisation croissante du sol par des occupations pérennes, et avant le rachat éventuel d'une propriété voisine possédant encore des réserves forestières, la pression augmente sur la forêt restante et la réutilisation d'anciennes friches devient fréquente. Il en va de même quand l'argent manque pour investir. Mais cela peut

aussi être l'indice d'une stabilisation du système et de la préservation des dernières ressources forestières. D'où l'intérêt de croiser ces données avec les informations contenues dans les fiches de l'exploitation de façon à pouvoir les interpréter. Pour les communautés, le taux de réutilisation de la friche peut signifier, s'il est élevé, que la forêt naturelle se trouve à une distance désormais trop grande pour que cela compense l'effort de transport et le temps de parcours requis par sa mise en culture. Pour calculer ce taux, il faut connaître la composition du brûlis annuel durant les années précédentes (ex : 30 % de forêt naturelle, 20 % de jachère de 2 ans, 50 % de friches de plus de 8 ans).

Il est évidemment souhaitable de croiser ces taux avec d'autres données présentes dans les fiches : capital de départ, valorisation du foncier, crédits offerts, autres sources de revenus, etc. Les indicateurs ainsi obtenus permettent d'affiner et d'interpréter la dynamique des composants paysagers observés.

Comme nous l'avons vu, il n'est pas toujours facile d'isoler les effets d'une politique publique en particulier. Certaines peuvent avoir des effets contradictoires qui s'annulent dans une large mesure. D'autres sont peu ou pas appliquées (notamment les mesures restrictives). Enfin, même les politiques de crédit visant le développement durable peuvent avoir des effets mitigés (utilisation d'une partie du crédit pour la perpétuation de pratiques extensives).

Par ailleurs, il n'est pas toujours possible de distinguer clairement ce qui relève de dynamiques « spontanées » et ce qui relève de l'application d'une politique. Les deux types de causalité peuvent se renforcer mutuellement : ainsi, en ce qui concerne la généralisation de l'élevage bovin chez les petits producteurs à l'échelle de l'Amazonie, on constate que la mise en place d'une politique de crédit (FNO/Pronaf) offrant différentes catégories de financement – incluant l'élevage bovin – a conduit les agriculteurs à choisir massivement ce dernier, renforçant ainsi une dynamique au départ largement spontanée.

Il est cependant possible de rapporter les évolutions modélisées dans le chapitre 2 (évolution de l'importance relative des différents composants paysagers et des paysages au sein des unités territoriales observées) à certaines politiques publiques de façon non équivoque. Cette relation permet de mesurer l'impact spatial de certaines politiques (cf. fig. 10, page VIII du cahier couleurs).

La mesure de l'impact des politiques publiques

L'impact des politiques publiques à Benfica

L'*assentamento* Benfica (environ 150 familles) est un parmi les 445 (au total plus de 80 000 familles) que compte la région Sud-Est du Pará. Comme bien d'autres, il n'est pas une création *ex nihilo* du Programme national de réforme agraire mais une régularisation, dans le cadre de la réforme agraire, de l'occupation en partie spontanée d'une *fazenda* dont le titre de propriété était contesté, et qui a été désappropriée par les pouvoirs publics.

Les dates significatives pour l'*assentamento* sont les suivantes :

- 1992 : entrée de quelques familles de petits éleveurs,
- 1996 : entrée massive des agriculteurs familiaux,
- 1998 : aide alimentaire (141 familles concernées),
- 2000-2002 : aide à l'habitation (144 familles),
- 2000-2005 : Pronaf (91 familles), utilisé à 95 % pour l'élevage bovin,
- 2000 : aides diverses (32 familles),
- 2004 : amélioration de l'accès routier.

En ce qui concerne les crédits Pronaf, on peut observer quelques changements significatifs au cours du temps. Il faut d'abord remarquer que les crédits destinés à l'élevage bovin sont de loin les plus élevés et subissent peu de variations d'une année à l'autre. La demande pour de futurs crédits (évaluée grâce au nombre de dossiers déposés) reste forte. Les crédits destinés au financement de cultures pérennes ont été relativement élevés la première année mais, suite à des problèmes techniques (forte mortalité des cocotiers et *cupuaçus*) et de commercialisation, les demandes se sont effondrées dès la deuxième année. En outre, l'élevage bovin est considéré comme « sûr » par les agriculteurs alors que les cultures pérennes sont associées au risque. Il n'en reste pas moins que les agriculteurs sont toujours à la recherche de nouvelles sources de revenus et adoptent volontiers les nouveaux crédits proposés, quitte à abandonner aussi vite les nouveaux produits s'ils ne donnent pas satisfaction. On peut ainsi constater un intérêt croissant pour la pisciculture (crédits en légère augmentation, nouveaux dossiers...) – alors même que dans d'autres régions elle est déjà massivement abandonnée – et une baisse des financements destinés au petit élevage (volailles et porcs).

L'évolution de l'*assentamento* a été marquée par deux événements majeurs, renforcés par un certain nombre de mesures de moindre impact (fig. 10). Il s'agit tout d'abord de l'entrée massive des agriculteurs familiaux en 1996, consolidée par les aides alimentaires de 1998. Sans ces dernières, un certain nombre d'agriculteurs seraient sans doute repartis

et le processus de concentration foncière aurait été accéléré. Le deuxième événement majeur est la libération de différents types de financement. Les crédits Pronaf attribués en 2000 seront effectifs en 2001. Ils seront renforcés par le crédit habitation (2000 et années suivantes) et des aides diverses (2000). Ces crédits Pronaf seront renouvelés en 2003 et les années suivantes. Leur absence en 2001 et 2002 sera compensée par les crédits pour l'habitation. Il y a donc eu, à partir de 1998, une intervention constante des pouvoirs publics dans le sens de viabiliser l'*assentamento*. Finalement, toutes ces aides, auxquelles il faudrait rajouter l'amélioration de l'accès routier, n'ont pas été accompagnées par des propositions cohérentes de systèmes de production alternatifs. Par conséquent, elles ont toutes contribué à renforcer une dynamique soutenue de création de pâturages.

Dans un premier temps, suite à l'installation des agriculteurs familiaux, on constate une augmentation du type paysager « mosaïque agricole » qui parvient à représenter 38 % des paysages. À partir de 2001, suite aux crédits destinés à l'élevage, ce type paysager diminuera pour ne représenter que 15 % environ en 2005. Parallèlement, le type paysager « forêt exploitée » s'effondre et les types paysagers à dominante pâturage augmentent considérablement. Une constatation semblable peut être faite au niveau des composants paysagers : la forêt exploitée diminue régulièrement entre 1996 et 2005 (de 85 % à 22 %). Elle est désormais dépassée par les pâturages. Encore faudrait-il ajouter à ces derniers les zones envahies par des palmiers *babaçus* qui sont une conséquence de la mise en pâturage. Mais on constate également une augmentation (irrégulière selon les types) des formations végétales secondaires, avec prédominance des formations qui ont une note de biodiversité basse (la forme la plus diversifiée baisse depuis la mise en pâturage à partir de 2001).

Non seulement ces différentes évolutions et ces différentes notes de biodiversité ont été cartographiées, mais les cartes ainsi obtenues ont pu être superposées au plan cadastral de l'*assentamento*. Ce document représente un outil de diagnostic, de suivi et d'action exceptionnel. Grâce aux fiches établies pour chaque propriété, montrant l'histoire du système de production et des parcelles ainsi que l'histoire démographique des familles et leur adhésion à différents types de programmes, nous sommes en mesure d'affiner l'évaluation de l'impact des différents types de politiques publiques.

Il est ainsi possible de quantifier les effets des politiques publiques (ou d'autres événements) en termes de défrichements et de biodiversité qu'il s'agisse de diminution ou de reconstitution, mais aussi de distribution

spatiale (fig. 10). Comme nous l'avons déjà signalé, les variations démographiques constituent un autre facteur qui, avec les politiques publiques et en relation avec elles, influence directement les dynamiques de la biodiversité.

Les composantes démographiques à Benfica

Une enquête plus spécifiquement démographique a été réalisée auprès de 78 ménages représentant 97 lots (la différence entre les deux chiffres exprimant un niveau déjà significatif de concentration foncière) de façon à tester l'intérêt de croiser ce type de données, sur un échantillon élargi, avec les données paysagères. En théorie, l'application d'un questionnaire démographique peut concerner un plus grand nombre de cas que les fiches familiales (qui comportent une histoire et une description détaillée des parcelles et du système productif) dans la mesure où il est beaucoup plus léger. Que peut-on en attendre ? Tout d'abord une idée de la taille moyenne des familles et de la densité démographique au sein de l'*assentamento*. La relation entre la densité démographique et le système de production (ou le taux de déboisement) est complexe, non linéaire, mais elle n'est pas pour autant dénuée de signification. Seuls des recoupements avec d'autres catégories de variables (fiches détaillées, types et composants paysagers) permettent son interprétation. Les densités calculées à partir des lots (dont la surface doit être connue) s'échelonnent depuis 0 (propriétaires absents ou occupation sporadique) jusqu'à 31 hab./km². En fait, la plupart des lots se situent entre 4 et 15 hab./km².

Ces variations de densité doivent d'abord être mises en rapport avec des types de familles. En fonction de l'âge des parents (et en particulier de la mère), on peut trouver des familles à différents stades de reproduction : jeunes parents sans enfants ou avec un enfant ; familles au maximum démographique (la plupart des enfants habitant avec leurs parents) ; familles déclinantes (âge élevé, enfants partis). On peut ainsi classer les familles selon leur potentiel de croissance (faible, fort, déclinant) ou selon des types composites faisant intervenir la densité démographique observée, le potentiel de croissance, la capacité à retenir les enfants sur le lot...). La tendance évolutive peut être indiquée par la comparaison entre la taille du ménage à la date d'arrivée et à la date de l'enquête. Le type correspondant à la densité démographique maximale équivaut, pour Benfica, à une densité moyenne de 18,6 hab./km² et à 14 % de l'espace enquêté. Quant au type correspondant au potentiel de croissance le plus élevé, il présente une densité de 11,1 hab./km² et occupe 10 % de l'espace. Sans modification du système de production, les familles qui ont encore un potentiel de croissance significatif seront conduites à défricher davantage et sans doute à multiplier les espaces à biodiversité faible.

La répartition spatiale des densités n'est pas homogène. Le regroupement de certains types en un même lieu peut correspondre à l'histoire de l'occupation (les lots les plus récemment occupés concentrent souvent des familles plus jeunes), à des types de sols ou à une facilité d'accès. Cette hétérogénéité spatiale pose en tout cas un certain nombre de questions que l'enquête détaillée doit élucider.

L'enquête démographique doit également prendre en compte les *agregados**, c'est-à-dire les parents ou employés habitant la propriété et qui travaillent à leur compte ou sous différentes formes de contrat. Ces contrats ou accords verbaux n'impliquent pas forcément une rémunération monétaire mais le plus souvent des aides en travail et des paiements en nature. Leur contribution à la transformation du couvert végétal et de la biodiversité peut être importante.

L'établissement d'une relation entre les types démographiques et les systèmes de production sera forcément assez grossier mais il peut être utile lorsqu'il s'agit d'évaluer la capacité d'un système à adopter d'autres formes de production qui peuvent requérir davantage de main-d'œuvre. Pour donner un exemple (peu présent à Benfica), les agriculteurs spécialisés dans les cultures pérennes (voire les agriculteurs diversifiés) présentent en général des familles plus importantes (capacité à retenir les enfants, donc à rémunérer leur travail), avec des *agregados* plus nombreux, dans la mesure où la quantité de travail requise par hectare est nettement supérieure à celle de l'élevage bovin. Deux systèmes représentent en quelque sorte les deux extrémités du spectre : maximum de travail investi par hectare (intensification) dans un cas, contre minimum de travail/ha et maximum d'« efficacité » par unité de travail dans l'autre cas, qui enregistre également un maximum de défrichement (extensivité) et une baisse proportionnelle de la biodiversité. Mais le rôle de l'élevage bovin doit être analysé dans chaque cas car il peut, à certains moments de l'histoire de la famille et du développement du système, contribuer à fixer les enfants : ceux-ci travaillent avec le père, qui rémunère leur travail sous forme de bovins en vue de leur futur mariage, puis s'installent à leur compte sur une autre terre.

La prise en compte de la variable démographique permet bien entendu d'établir un indicateur simple de pression anthropique, qui vient compléter les indicateurs précédemment proposés (nombre d'hectares défrichés par actif et par an, par exemple). Cet indicateur établit un rapport entre la densité démographique de la propriété et la quantité d'espace défriché (ou une note de biodiversité). Les propriétés sont alors classées en différents types, selon leur consommation d'espace. À une extrémité seront situées les propriétés qui présentent une forte densité et une note élevée de

biodiversité et, à l'opposé, les propriétés qui présentent de faibles densités et une note de biodiversité très basse, signe d'une grande extensivité et d'une consommation exagérée de ressources naturelles. Le même calcul peut être fait à partir de la prise en compte, non plus de la densité, mais du nombre d'actif de 15 ans et plus.

Afin d'éviter que ces deux extrémités du spectre ne traduisent qu'un degré de réussite ou d'échec du modèle extensif, ou encore la date d'arrivée (récente ou ancienne) dans l'*assentamento*, l'indicateur de pression anthropique doit être corrigé par des données socio-économiques. La façon la plus simple est sans doute de prendre en compte la formation de capital productif, en prenant soin de séparer l'élevage bovin des cultures pérennes de façon à être en mesure de qualifier ce capital (intensif ou extensif). Si l'enquête est parvenue à établir un classement des familles par volume de revenu annuel, il pourra être utilisé de préférence, car il permet de mieux prendre en compte les revenus non agricoles (qui peuvent dans certains cas diminuer la pression sur les ressources, mais aussi l'augmenter dans le cas de propriétés « tout élevage »).

L'impact des politiques publiques dans le Haut-Solimões

La région du Haut-Solimões est longtemps restée isolée, « oubliée » par les politiques publiques. Les principales interventions récentes ont été l'interdiction de l'exploitation illégale du bois en 1994 (saisie par l'Ibama et l'armée de 22 000 m³ de bois, fermeture des scieries) et la création de terres indigènes (TI).

Les observations de terrain, associées à l'analyse des images satellitales, ont permis de différencier des types paysagers en fonction du degré d'artificialisation du milieu. La pratique de la jachère, d'une durée qui varie en fonction du milieu (*terra firme*, différents types de *restinga**) et de l'éloignement, a produit une mosaïque de recrus d'âge varié. Cependant, des interventions récentes, mais peu spectaculaires, comme l'encouragement à la diversification des arbres fruitiers utilisés, ou encore l'enrichissement en palmier *tucum** des jachères des Indiens Tikuna (programme PD/A du PPG7 qui a permis la plantation de 1 000 palmiers), afin de fournir aux femmes les fibres qu'elles utilisent pour la vannerie (et qui étaient quasiment épuisées dans les TI les plus petites), ne sont pratiquement pas visibles. De même, les effets de la pisciculture indigène ou du financement de *roças* plus importantes destinées à la vente de produits tels que la farine de manioc (crédits PDPI/PPG7) sont difficilement repérables. Les interventions de développement du même type destinées aux populations *caboclas* ne sont pas davantage visibles. Une séquence d'images précises (SPOT) serait nécessaire pour analyser les conséquences encore modestes de ces changements ponctuels.

De plus, à l'heure actuelle, les pressions sur les ressources naturelles s'exercent préférentiellement sur les ressources aquatiques, non visibles sur les images. Les populations locales se plaignent de la difficulté à trouver du poisson mais continuent à avoir recours à la pêche pour faire face à leurs besoins monétaires, notamment en vendant certains poissons à des intermédiaires qui les exportent illégalement en Colombie.

Notons que l'élevage bovin reste modeste, limité à quelques commerçants, et proche des villes. Il n'apparaît pas encore dans la zone choisie pour cette étude et, de fait, il caractérise plus spécifiquement l'Amazonie des routes que l'Amazonie des fleuves. Il existe également un vaste projet de monoculture de palmier à huile (*dendê**), théoriquement destiné à l'exploitation familiale en parcelles, susceptible de transformer profondément le milieu au niveau local. Des projets de plantation pour la production de biodiesel existent également.

Par contre, une vaste politique publique de développement (qui se présente sous l'appellation « durable ») est en train d'être implantée dans la région. Il s'agit du projet « Zone Franche Verte » du gouvernement de l'État d'Amazonas. Il comprend la reprise de l'exploitation du bois de façon contrôlée, la réorganisation de la pêche, le développement de la pisciculture et des encouragements à la production agricole. S'il est encore trop tôt pour en voir les effets, les études déjà réalisées peuvent constituer l'embryon d'un observatoire permanent de la biodiversité dans la région. Cette politique, associée aux nouvelles dynamiques socioéconomiques régionales (en particulier transfrontalières) est susceptible d'entraîner des transformations profondes (et des effets pervers imprévus) qu'il sera important d'accompagner.

Dans l'immédiat, ce sont principalement des variables liées à la démographie qui sont observables. L'interdiction de l'exploitation du bois à partir de 1994 a conduit les Amérindiens du *rio Javari*, dont la rive brésilienne est peu fertile, à retourner vers l'intérieur de leur territoire, alors qu'ils s'étaient déplacés le long de la rivière pour vendre leur travail aux exploitants de bois. D'autres populations indigènes, ainsi que des populations *caboclas*, ont au contraire cherché à se rapprocher des rives des principales voies de navigation pour mieux vendre leurs produits, avoir accès aux produits manufacturés et aux services récemment implantés (écoles, postes de santé, points de distribution des retraites, bourses et aides à la maternité, etc.).

Le processus de création des TI, grâce à l'aide d'un programme spécial du PPG7, le PPTAL, est à présent presque terminé (90 % des TI du Haut-Solimões sont actuellement délimitées et homologuées, mais d'autres

demandes peuvent surgir). Il a entraîné le déplacement (expulsion) de certaines communautés considérées comme *caboclas* (qui ont parfois été reconnues plus tard comme indigènes et ont pu se porter candidates à une TI). L'adhésion à un mouvement religieux rigoureux (mouvement de la Croix) a également provoqué la scission de certaines communautés, indigènes et *caboclas*. Certains de ces mouvements sont repérables sur les cartes des types paysagers, notamment le surgissement de nouveaux noyaux de peuplement à partir de 1994.

D'une façon générale, les transformations visibles du milieu naturel concernent une étroite bande de terre le long du fleuve. On peut distinguer des noyaux de peuplement qui ont assez fortement transformé leur milieu environnant, et des zones intermédiaires où ces transformations sont moindres. Dans tous les cas, il vaut la peine de rappeler que les notes de biodiversité qui ont été attribuées aux types et composants paysagers de ces zones exploitées sont en moyenne largement supérieures à celles de Benfica, dénotant la conservation, sinon de la forêt, au moins d'une ambiance forestière, encore riche et diversifiée. Mais ce qui nous intéresse ici est que les séquences d'images révèlent un accroissement continu des zones transformées ainsi que l'augmentation de l'artificialisation du milieu. Ces transformations sont l'expression d'une croissance démographique due à deux phénomènes : la concentration de la population dans les noyaux de peuplement les plus importants et un fort taux de natalité.

La communauté indigène de Feijoal possède un territoire de 409 km² pour une population de plus de 2 800 habitants, soit une densité moyenne d'environ 7 hab./km², ce qui permettrait en théorie la reproduction du mode de vie indigène. Mais, historiquement, ces Amérindiens ont été très tôt enrôlés comme rameurs, pêcheurs et extractivistes. Au XIX^e siècle, ils ont participé au système de l'*aviamento* pour l'extraction du caoutchouc, depuis ils ont été chasseurs, pêcheurs, ouvriers du bois, en fonction des cycles de la demande. Ils sont donc depuis longtemps dépendants des objets manufacturés et se sont concentrés près des points commerciaux où se faisait l'échange. Certains pratiquent encore des expéditions de chasse de plusieurs jours en forêt (ou, à certaines époques, pour la collecte des œufs de tortue) mais de façon beaucoup moins systématique que leurs ancêtres. Récemment, comme nous l'avons vu, d'autres facteurs de concentration sont intervenus. À Feijoal, la quasi-totalité de la population se trouve concentrée en un seul lieu, qui représente une petite fraction du territoire où la densité dépasse 100 hab./km². Dans le mode communautaire d'exploitation, cela signifie un raccourcissement des jachères dans un

rayon suffisamment restreint pour permettre la réalisation d'une *roça*, et donc une artificialisation plus poussée du milieu dans ce périmètre. Il existe là une demande potentielle pour des systèmes de production plus intensifs et des emplois non liés à l'exploitation des ressources.

Les TI périurbaines de Tabatinga et Benjamin Constant (hors carte) sont de petite taille mais peuvent atteindre 150 hab./km², interdisant la reproduction de tout mode de vie indigène, caractérisé, entre autres, par l'agriculture sur brûlis. Ces concentrations de peuplement résultent de l'attraction urbaine et des emplois créés à l'époque où les scieries fonctionnaient. Même des communautés comme celle de l'île de Bom Intento (environ 17 hab./km²) sont confrontées à des difficultés. Une partie de son territoire est périodiquement inondée, d'autres sont soumises à l'érosion.

Outre la réorganisation de la distribution spatiale de la population provoquée par la création des TI et les différents facteurs de concentration que nous avons cités, il existe un élément important qui vient renforcer tous les autres, la croissance démographique de la population. Cette croissance est d'environ 4 % par an en moyenne dans la région, soit un des taux les plus élevés du monde. Les populations ayant acquis (ou reconquis) le statut indigène ont un nombre supérieur d'enfants par femme que les populations *caboclas*, mais la différence est relativement faible. Les politiques publiques ne sont pas étrangères à cette reprise démographique, en particulier pour les populations indigènes. Tout d'abord il faut noter que la garantie foncière offerte par le statut de Terre Indigène, ainsi que la dynamique identitaire ainsi engendrée, a certainement joué un rôle. Les programmes de santé indigène (mieux structurés, dans cette région, que les services destinés à la population non indigène) constituent une autre cause possible. Enfin, les aides à la maternité (une somme de 1 000,00 R\$ donnée en trois fois et destinée à encourager les femmes à suivre le programme pré- et néonatal d'observation médicale), outre leur effet bénéfique sur la santé de la mère et la mortalité infantile, sont parfois interprétées de façon erronée (« le gouvernement nous donne de l'argent pour faire des enfants ») se transformant ainsi en une source de revenu comme une autre.

Le recours plus important qu'auparavant à la forêt de *terra firme* est dû en partie à l'expansion des zones cultivées autour des communautés (concentration et croissance démographique) et en partie à des choix individuels. Les *roças* de forêt de *terra firme* demandent, selon les agriculteurs interrogés, moins de soins et libèrent du temps de travail pour d'autres activités, en particulier la pêche.

Une autre politique publique de redistribution (la retraite pour les anciens pêcheurs) et une politique de préservation des ressources (l'octroi d'une indemnité durant les trois mois d'interdiction correspondant à la période de reproduction du poisson) ont contribué à l'explosion du nombre des pêcheurs. Les prix bas des produits de la *roça* et les nouvelles opportunités d'entrée d'argent ont contribué à faire diminuer la taille moyenne des *roças*, entraînant la préoccupation des autorités municipales en ce qui concerne l'approvisionnement des villes. L'accroissement démographique constaté dans les communautés aurait pu avoir un impact encore plus important sur la biodiversité en l'absence de ces politiques. Mais la mise en place de politiques d'encouragement à la production agricole peut renverser la tendance, surtout si un plus grand contrôle de la pêche illégale est réellement mis en place.

Conclusion

L'approche proposée permet d'identifier des types paysagers et de leur attribuer une note de biodiversité. Les paysages portant une même note peuvent être évalués en termes de surface et leur évolution dans le temps est observée grâce aux séquences d'images satellitales. Les changements enregistrés peuvent être rapportés à des événements (dynamiques continues ou changements brusques) identifiés lors des enquêtes de terrain : changements démographiques, réalisation d'infrastructures, évolution du prix d'un produit, politiques d'aménagement territorial, modification de la législation, crédits destinés à l'agriculture, initiatives visant le développement durable, etc. Tous ces événements entraînent une modification des systèmes de production et par conséquent une évolution de leur impact sur la biodiversité. La plupart d'entre eux sont liés directement ou indirectement à l'implantation de politiques publiques. Il est donc possible, moyennant un certain nombre de précautions dont nous avons parlé, d'évaluer l'impact des politiques publiques sur la biodiversité, cela à différentes échelles. La méthode permet d'observer des dégradations, mais aussi d'éventuels phénomènes de restauration de la biodiversité (qu'ils soient issus de politiques ayant cet objectif ou bien causés par l'abandon de pâturages envahis par des plantes pionnières et de la végétation secondaire). Mais son intérêt est encore plus grand lorsqu'il s'agit d'évaluer le comportement de la biodiversité à différentes échelles, et notamment au niveau des unités de gestion territoriale (communauté, terre indigène, *assentamento*, *município*, micro-région...). Certaines UGT peuvent en effet présenter une note de biodiversité stable alors même qu'elles subissent de profonds réaménagements, certaines parties voyant leur note de biodiversité diminuer, d'autres augmenter. Il s'agit donc à la fois d'un outil de diagnostic et d'aménagement territorial.

En Amazonie, comme dans d'autres parties du monde forestier tropical, les pouvoirs publics cherchent à arrêter les défrichements, voire à reconstituer des espaces forestiers là où ils ont été exagérément dégradés. Or les espaces en question sont occupés et appropriés ; ils sont intégrés à une dynamique d'expansion de l'agriculture familiale ou entrepreneuriale qui entraîne chaque fois davantage de défrichements. Aussi, même dans le cas improbable où toute nouvelle expansion de l'appropriation foncière serait interdite (et l'interdiction respectée !) l'expansion des activités

Perspectives d'utilisation des résultats acquis

Encadré 16
**Les *assentamentos* issus
de la réforme agraire
et l'environnement**

Il est aujourd'hui reconnu par les pouvoirs publics qu'il n'y a pas tant de différence entre les anciens « projets de colonisation » et les *assentamentos* de réforme agraire. Les deux sont responsables d'intenses défrichements (par expansion des pâturages) et d'une large concentration foncière. Le modèle lui-même est de plus en plus mis en cause étant donné qu'il ne peut, même dans la situation la plus favorable, assurer l'objectif de défrichement zéro souhaité par certains secteurs gouvernementaux et les grandes ONG. On constate cependant que là où des crédits et une assistance technique adéquate ont été offerts, les défrichements ont été plus lents et la diversité agricole a résisté plus longtemps. D'où l'idée de réglementer plus strictement la création de nouveaux *assentamentos* et de tenter une récupération environnementale des projets de colonisation et des *assentamentos* existants. À l'époque où l'*assentamento* Benfica a été créé, aucune autorisation environnementale n'était nécessaire. En 2003, un accord est signé entre le MMA/MDA/Incra/Ibama établissant les règles à respecter pour obtenir une telle autorisation (exigences de respect des réserves légales et des aires de protection permanente, mesures compensatoires, accompagnement technique, systèmes de production proposés, etc.). Aujourd'hui, l'Incra doit donc avant tout établir un projet incorporant le respect des lois et règlements environnementaux et obtenir une licence de la part de l'Ibama.

Mais dans la plupart des *assentamentos* existants ces règles n'ont pas été respectées. La loi prévoit pour eux aussi la mise aux normes environnementales progressive, ce qui implique une revégétalisation des territoires. À cette fin, l'Incra a édité une norme exécutoire (Incra/SD/n° 43 du 28 juin 2005) créant le Projet de récupération et de conservation des ressources naturelles (PRCRN) dans les zones d'*assentamentos*. Des crédits et des aides techniques sont prévus. Tous les *assentamentos* doivent présenter un PDA (Projet de développement de l'*assentamento*) incorporant les nouvelles normes. Il est trop tôt pour en mesurer l'effet (aucune mesure concrète n'est encore appliquée à ce jour) mais l'année 2007 devrait marquer les débuts du programme. L'observation complémentaire (terrain/images satellitaires) proposée dans ce travail devrait permettre d'en évaluer les effets, voire d'en accompagner la mise en place sous forme de conseils techniques.

économiques à l'intérieur des propriétés existantes, et par conséquent la substitution de la forêt par des cultures ou des pâturages, conduirait à des taux de défrichements tels qu'ils menaceraient l'existence de la forêt restante (voir le rapport 2006 de l'IPCC et le rapport récent de la Nasa).

C'est pourquoi les autorités ont encore restreint récemment les surfaces des propriétés privées qu'il est permis de défricher (de 50 à 20 %). C'est également la raison pour laquelle elles ont finalement décidé de faire appliquer la loi concernant les Réserves légales et les Aires de protection permanente à l'intérieur des propriétés. Une série de nouvelles mesures sont également en cours d'expérimentation (encadré 16).

Ces nouvelles mesures doivent être compatibles avec l'amélioration de la qualité de vie et l'intégration sociale des populations traditionnelles et de l'agriculture familiale. Il s'agira donc de trouver des solutions viables du point de vue économique, social et écologique. Ces solutions existent la plupart du temps sur le plan technique. Mais leur viabilité économique, sociale et politique est souvent précaire. Elles se heurtent à de puissantes dynamiques fondées sur l'existence de terres « libres » (domaine public ou terres du domaine privé très peu valorisées) : spéculation, exploitation du capital naturel substituant l'investissement, stratégies de reproduction sociale, etc. La solution à ce problème passe par une politique fédérale de blocage foncier (création d'aires protégées habitées ou non), afin d'en finir avec les terres libres¹⁶. Cela n'est pas de notre ressort ; par contre, la gestion durable des territoires, souhaitée par la loi et par les différents types de mesures qui sont progressivement mises en place, concerne directement une approche comme la nôtre.

Les mesures préconisées pour enrayer les défrichements et maintenir un niveau satisfaisant de biodiversité relèvent de différents types d'approche.

Le simple respect de la législation dans un *assentamento* comme celui de Benfica permettrait théoriquement de faire passer les surfaces en forêt de moins de 22 % actuellement à environ 85 % (encadré 15). Ceci est hautement improbable dans n'importe quel cas de figure. Par contre, il serait sans doute possible de revenir à environ 30 % de forêt, auxquels viendraient s'ajouter des plantations multispécifiques d'arbres utiles, des SAF, ainsi qu'une agriculture diversifiée marquée par une forte présence de l'arbre dans les pâturages et les zones cultivées.

La mesure la plus urgente est bien entendu le *maintien de la forêt* restante et son exploitation non prédatrice. Pour ce faire, certains programmes de développement local partent du principe que la forêt ne sera conservée que si elle acquiert une valeur. Or c'est actuellement le contraire, un hectare défriché vaut plus cher qu'un hectare de forêt, et le défrichement joue un rôle de marqueur pour l'appropriation de l'espace. Ces

¹⁶ Le gouvernement brésilien paraît vouloir s'attaquer sérieusement à cette question depuis environ deux ans. Pour en finir avec l'expansion des défrichements, il donne désormais la priorité à un vaste programme de régulation foncière (cadastrage et limitation de la taille des titres de propriété revendiqués) et à l'affectation des terres publiques restantes (transformées en forêts nationales et aires protégées) comme cela était recommandé depuis longtemps par l'International Advisory Group (Banque mondiale-PPG7) dont un des auteurs du présent ouvrage (P. L.) est président. Il s'agit là d'un tournant historique capable de mettre un terme pour la première fois à la dynamique de frontière, du moins dans ses aspects les plus prédateurs.

Respect de la législation

Transformation des systèmes de production

programmes cherchent donc à rentabiliser la forêt par l'exploitation durable du bois et des produits non ligneux au bénéfice des populations locales.

Une autre approche prometteuse est le développement de *systèmes agroforestiers*. Les crédits pour ce genre d'activité ont été expérimentés sous l'égide du programme PPG7 et diffusés par des ONG, mais ils sont encore trop peu nombreux. Leur gestion demande une assistance technique suivie, rarement disponible en dehors des projets pilotes. Les exigences de restauration de la biodiversité des *assentamentos* vont certainement favoriser leur diffusion. Il faut cependant remarquer que l'on manque dramatiquement de recherches sur le fonctionnement des SAF dans différents milieux et avec différentes espèces et que, dans l'état actuel des connaissances, sauf exception, il existe un risque pour l'agriculteur. Il faut donc que ces systèmes soient associés à des financements publics ou privés et à des garanties sur le long terme. Ce qui les rend difficiles à mettre en place.

Diverses associations de producteurs familiaux et certaines délégations syndicales d'agriculteurs demandent que des mesures soient prises en faveur de la *diversification de l'agriculture*. Sans condamner l'élevage là où il est désormais difficile de revenir en arrière, les propriétés familiales devraient pouvoir diversifier leur production. On a, en effet, assisté à une grande simplification ces dernières années, qui a fait perdre une bonne partie de leur autonomie aux agriculteurs. Mais, pour atteindre cet objectif, une politique de crédit et de commercialisation adéquate est requise. Les politiques publiques agricoles sont en train de changer, malheureusement il s'agit d'un processus lent et marginal, si on le compare à l'expansion rapide de la monoculture.

Enrayer les défrichements et la baisse de la biodiversité implique également un certain nombre de *changements au niveau des techniques de production*. Si l'on souhaite, par exemple, assurer la présence de l'arbre et de haies vives dans les cultures et les pâturages, cela suppose de maîtriser le feu, largement utilisé pour l'entretien des pâturages. Plusieurs programmes publics cherchent à diminuer l'usage du feu et assurent la formation des agriculteurs aux nouvelles techniques diffusées par l'Embrapa. Comme elles n'ont pas force de loi et représentent en général un surcroît de travail initial (ou un surcoût), ces techniques sont encore peu diffusées. Mais leur diffusion pourrait être accélérée dans la mesure où les possibilités d'expansion (au détriment des espaces forestiers) deviennent limitées. Il est également possible d'envisager l'incorporation des coûts supplémentaires aux crédits à la production.

Rémunération de services environnementaux

Il s'agit en fait le plus souvent d'attribuer une rémunération compensatoire aux agriculteurs qui renoncent à un gain immédiat pour conserver la ressource forestière. Plusieurs initiatives rentrent dans cette catégorie.

Le programme Proambiente a été développé sous l'égide du MMA (ministère de l'Environnement) et élaboré conjointement par l'Université fédérale du Pará (NAEA/UFPA), deux ONG (FASE et Imazon) et les instances représentatives de l'agriculture familiale amazonienne (STR). Son objectif est d'aider les agriculteurs à abandonner les pratiques destructrices pour adopter des pratiques durables. Pour ce faire, une rémunération correspondant à un salaire minimum mensuel est attribuée aux familles concernées (du moins au départ ! ce montant a été réduit par la suite et pas encore libéré de façon continue). Contrairement au crédit rural centré sur les produits, les ressources du Proambiente sont centrées sur la propriété. Elles doivent permettre au producteur de changer sa façon de produire, ainsi que l'aider à respecter la législation et à gérer de façon durable sa propriété (un plan de gestion est établi de façon participative avec une ONG et l'Université fédérale du Pará). Un projet de labellisation est en cours de discussion, qui concernerait la propriété et non plus seulement un produit.

La bourse forêt a été créée en 2007 par le gouvernement de l'État d'Amazonas. Elle est destinée dans un premier temps aux 8 500 familles qui habitent dans les unités de conservation de l'État. Elle représente un montant de 50,00 R\$ (26 USD) mensuel attribué aux familles à condition qu'elles renoncent à abattre la forêt. Un fonds a été créé à cet effet et son objectif est d'atteindre dans un deuxième temps 60 000 familles. Des projets du même genre sont en gestation dans d'autres États d'Amazonie. Le respect du contrat sera contrôlé par image satellitale. Rappelons que le Brésil a présenté à la dernière réunion du G8 un programme reposant sur le même principe, mais beaucoup plus ambitieux, concernant la totalité de l'Amazonie, et qui serait financé par le G8 et des institutions internationales. La réunion de Doha a semble-t-il enterré ce projet.

Le marché du CO₂ est de plus en plus pris en compte par les responsables politiques, les organismes forestiers et les ONG. Il existe un mouvement d'opinion parmi les experts et responsables internationaux dans le sens de permettre aux forêts sur pied d'entrer dans le calcul (réduction des émissions par la diminution de la déforestation ou REDD-ONU) et plusieurs pays tropicaux ont donné leur accord. Bien que le Brésil ne se soit pas encore prononcé officiellement et montre sa préférence pour un fonds géré par l'État (auquel la Norvège et l'Allemagne ont déjà versé des sommes importantes), des associations de petits producteurs se

montrent intéressées, ainsi que les autorités publiques de certains États de la fédération. Pour atteindre un volume significatif, ne seraient concernées que des associations ou des fédérations d'associations, ou encore ce que nous appelons les UGT.

La gestion territoriale durable

Dans l'Amazonie « communautaire », ces territoires peuvent concerner des terres indigènes, des Réserves extractivistes (Resex), des Réserves de développement durable (RDS) et quelques autres catégories mineures. La gestion territoriale participative est le fait des conseils communautaires auxquels participent les organismes de tutelle (Funai, Ibama, Incra...) et des représentants de différentes institutions. Dans l'Amazonie « parcellaire », le schéma est à peu près le même mais le territoire peut être celui d'un *assentamento*, d'un *município* ou d'une micro-région homogène. C'est au niveau de cette instance et de ses conseils qu'une gestion de l'espace à une échelle supérieure à la propriété peut être réalisée. Cette gestion est aujourd'hui reconnue nécessaire tant par les autorités publiques que par les associations de producteurs. Elle permettra, entre autres, de mieux gérer la conservation de la biodiversité de l'UGT, en introduisant une logique environnementale et non plus seulement économique, et cela de plusieurs façons :

- par la conservation de blocs de forêt plus vastes grâce à la planification de la localisation des Réserves légales, en contiguïté les unes avec les autres ;
- par la mise en place de couloirs végétaux entre les îles de forêt restantes, afin de permettre la circulation des espèces animales (ou la circulation des gènes au sein d'une même espèce), ce qui peut être fait par la mise en défens ou par la plantation plurispécifique d'espèces locales (les deux techniques sont actuellement utilisées). L'avantage d'une entente entre voisins est que l'immobilisation foncière est partagée ;
- par la création de mécanismes compensatoires au niveau de l'UGT. Lorsqu'un producteur ne parvient pas à restaurer sa réserve légale sans détruire l'économie de sa propriété, il peut « acheter » de l'espace forestier à un autre producteur dont la superficie en forêt est supérieure au minimum légal. Le taux de couverture forestière ou de biodiversité exigé pour l'UGT est atteint tout en permettant des ajustements et une certaine flexibilité.

La méthode proposée permet d'établir des diagnostics qualitatifs et quantitatifs et de mettre en place des outils de planification et de suivi pour la quasi-totalité des mesures énumérées ci-dessus. À l'aide d'un

certain nombre d'indicateurs, il est ainsi possible d'évaluer dans quelle mesure les règles, la législation, les cahiers des charges sont respectés. Ces indicateurs permettent d'évaluer dans quelle mesure une UGT est engagée dans la voie d'un développement durable, et d'envisager les réorientations éventuellement nécessaires.

Les indicateurs suivants peuvent être considérés comme significatifs :

- le taux de couvert forestier par UGT et son évolution ;
- le taux de présence de paysages agricoles hétérogènes ;
- la présence de marqueurs tels que : existence de SAF, de pâturages arborés, de haies vives ;
- le degré de fragmentation ou de continuité des surfaces boisées ;
- le forme des surfaces boisées et la présence de couloirs entre les îles de forêt ;
- le respect des APPs (aires de protection permanente) – fortes pentes, sources, berges...

Ces différents indicateurs ont été systématisés dans le tableau de l'encadré 17, pour différentes échelles. D'autres indicateurs peuvent être mis au point en fonction du type de politique publique dont les effets sont analysés et de la précision des images disponibles. La méthode proposée a été testée avec succès et peut encore être améliorée. D'ores et déjà elle peut être utilisée non seulement pour évaluer l'impact des politiques publiques passées et actuelles (suivi et accompagnement, observatoires...) mais aussi comme outil de planification et de gestion territoriale.

Plusieurs programmes de recherche en cours de développement dans le bassin amazonien utilisent cette méthodologie et s'efforcent de la perfectionner¹⁷. Nous pensons que cette approche est susceptible d'évoluer, notamment en intégrant les apports d'autres approches voisines comme l'écologie du paysage. Cependant, ce n'est que dans la collaboration avec des utilisateurs potentiels que ses atouts, ses limites et son adaptabilité pourront être réellement testés. Il est donc important de développer des programmes en collaboration avec les États et les collectivités territoriales. En ce sens, cette approche peut également être utilisée en France, en collaboration avec les communes, pour des programmes de revégétalisation, de conservation ou restauration d'un maillage écosystémique significatif, de création de corridors biologiques entre zones protégées, et pour tout autre projet de gestion de la biodiversité.

¹⁷ Entre autres un programme en coopération entre l'IRD et le CNPq brésilien (A.-É. Laques, H. Noda) et un programme CNRS-Amazone (P. Léna, J.-P. Chaumeil).

Encadré 17
**Indicateurs de biodiversité
 et de durabilité
 des unités de gestion
 territoriale**

Les indicateurs de biodiversité et d'anthropisation des milieux

Indicateurs	Composant paysager : échelle des formations végétales	Paysage : échelle des unités de gestion
Indice de biodiversité UGT.	Estimation de la biodiversité des composants paysagers.	Estimation de la biodiversité des paysages constituant les
Indicateur de transformation du milieu	Marqueurs de similarité avec la formation forestière initiale : – complexité de la structure végétale, – taux de couverture de la strate arborescente, – diversité de la formation.	Estimation du degré de transformation des paysages par rapport à la formation forestière initiale.
Indicateur d'artificialisation du milieu	Marqueur de secondarisation et de domestication des formations : – présence d'adventices, d'espèces pionnières et de plantes cultivées.	Estimation du degré d'artificialisation des paysages par rapport à la formation forestière initiale.

Les indicateurs de la durabilité UGT

Règles à respecter pour tendre vers la durabilité, en termes de biodiversité des systèmes	Unités de gestion territoriale		Indicateurs de respect des règles
Respect des zones de protection légale	Local : propriété, zone cultivée par une unité familiale – taux de couvert forestier des exploitations, – taux de conservation des RL et APP.	Régional : <i>assentamento</i> , <i>município</i> , Réserve, État... – taux de couvert forestier des Réserves, des berges, des sources et des fortes pentes.	Taux de couvert forestier par UGT.
Diversification des activités agricoles	Selon les pratiques agricoles, les stratégies d'exploitation et/ou l'ancienneté de l'installation, les paysages sont constitués de composants culturels plus ou moins divers (hétérogénéité interne au paysage).		Taux de présence de paysages agricoles hétérogènes.

Règles à respecter pour tendre vers la durabilité, en termes de biodiversité des systèmes	Unités de gestion territoriale	Indicateurs de respect des règles
Accompagnement de la mise en culture et en pâturage par différents procédés de maintien de l'arbre	<ul style="list-style-type: none"> – Adoption de systèmes agroforestiers (SAF), – introduction d'espèces arborées ou arbustives dans les pâturages, – constitution de haies vives séparant les parcelles, etc. 	Taux de présence des marqueurs : <ul style="list-style-type: none"> – SAF, – pâturages arborés, – haies vives.
Assurer la circulation des espèces (ou de la circulation des gènes entre membres d'une même espèce) qui nécessite la communication entre îles de forêt	Établissement de couloirs (soit plantés, soit laissés au recrû naturel).	La forme de la matrice boisée comme indicateur de présence de corridors (fragmentation ou effet de couloir).
Assurer la contiguïté des réserves légales	Les réserves de deux ou plusieurs propriétés planifiées pour être en continu plutôt que constituer des îles de trop petite taille pour avoir une vraie signification biologique	La forme de la matrice boisée comme indicateur de continuité des massifs (fragmentation ou effet de masse).

Références

- AUBRÉVILLE A., 1957-58 – À la recherche de la forêt en Côte d'Ivoire. *Bois et forêts des Tropiques*, 56 : 17-32, 57 : 12-27.
- BAHUCHET S., McKEY D., 2005 – «L'homme et la biodiversité tropicale». In Marty et al. (coord.) : *Les Biodiversités. Objets, théories, méthodes*, CNRS éditions : 37-56.
- BARBAULT R., 2002 – «La biodiversité: un patrimoine menacé, des ressources convoitées et l'essence même de la vie». In Barbault R., Cornet A., Jouzel J., Mégie G., Sachs I., Weber J. (éd.): *Johannesburg Sommet mondial du Développement durable. 2002. Quels enjeux? Quelles contributions des scientifiques?* Paris, ministère des Affaires étrangères, ADPF: 53-82.
- BÉRINGUIER P., DÉRIOZ P., LAQUES A.-É., 1999 – *Les paysages français*. Éd. Armand Colin, coll. Synthèse, 95 p.
- BÉRINGUIER P., LAQUES A.-É., 2002 – Matérialité paysagère et politiques publiques impliquées dans les processus de périurbanisation. Le cas de Gargas, une commune du PNR du Luberon. *Montagnes Méditerranéennes* n° 16, *Politiques publiques paysagères et parcs naturels régionaux. Pour une évaluation*.
- BERLIN B., 1992 – *Ethnobiological Classifications*. Princeton University Press.
- BERTRAND C. G., 2002 – *Une géographie traversière. L'environnement à travers territoires et temporalités*. Paris, Arguments, 309 p.
- BLANC-PAMARD C., 2005 – «Jeux d'échelles territoires de recherche. Exemples africains et malgaches». In: *Cybergeog*, Journée à l'EHESS, Paris, Échelles et territoires, Paris, 29 avril 2002, article 301, consultable à URL: <http://www.cybergeog.eu/index3184.html>
- BLANC-PAMARD C., SAUTTER G., 1990 – «Facettes». In: *Paysages, Aménagement, Cadre de vie. Mélanges offerts à Gabriel Rougerie*, Paris, AFGP, 229 p.
- BROSSARD T., WIEBER J.-C., 1980 – Essai de formulation systémique d'un mode d'approche du paysage. *Bull. A.G.F.*, 468-469: 103-111.
- BRUNET R., FERRAS R., THÉRY H., 1992 – *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*. Paris/Montpellier, La Documentation française/Reclus, coll. «Dynamiques du territoire», 520 p.
- BUREL F., BAUDRY J., 1999 – *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris, Édition Tec Doc, 359 p.
- CNRS, 1971-1994 – *Trésor de la langue française : dictionnaire de la langue du XIX^e et du XX^e siècle (1789-1960)*. Institut national de la langue française, Paris, Gallimard, 16 vol.
- CNRS, 2004 – *Le Trésor de la langue française informatisé*. ATILF, CNRS, Univ. Henri-Poincaré-Nancy 1, cédérom et site <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>.
- CSA, 1956 – Réunion des spécialistes du CSA en matière de phytogéographie. Congrès de Yangambi, 28 juillet-8 août 1956, Cons. Sc. Afr. Sud Sahara, *Pub. n° 22*.
- DA LAGE A., MÉTAILLIÉ G. (éd.), 2000 – *Dictionnaire de biogéographie végétale*. Paris, CNRS Éditions, 579 p.
- DAGET P., GODRON M., LONG G., POISSONET J., 1968 – «L'occupation de la station». In Emberger L.: *Code pour le relevé méthodologique de la végétation et du milieu*, Paris, CNRS, Chap. III : 25-58.
- DÉCAMPS H., 2004 – L'écologie du paysage ou l'ambition paysagère de l'écologie. *Lettres de l'IFB, Le point sur...* n° 5, 2 p. Lien internet : No5_ete_2003_-_lps_v4.pdf
- DELAHAYE J.-P., 2003 – La complexité mesurée... *Pour la Science*, 314: 34-38.
- DEFFONTAINES J.-P., 1998 – *Les sentiers d'un géoagronome*. Paris, Arguments, 360 p.
- DÉRIOZ P., LAQUES A.-É., 2004 – «Évaluation paysagère et diagnostic de territoire: de l'évaluation du paysage à l'évaluation par le paysage». In: actes du colloque *L'évaluation du paysage, une utopie nécessaire?*, Montpellier 15-16 janvier 2004, UMR 5045-CNRS, Publications de

- l'Univ. Paul-Valéry, Montpellier, *Mutation des territoires en Europe* : 447-464.
- DUBREUIL V. (éd.), 2002 – *Environnement et télédétection au Brésil*. Les Presses universitaires de Rennes, coll. Espace et Territoires, 198 p.
- DUBREUIL V., LAQUES A.-É., NEDELEC V., ARVOR D., GURGEL H., 2008 – Paysages et fronts pionniers amazoniens sous le regard des satellites : l'exemple du Mato Grosso. *Espace Géographique*, 1 : 57-74.
- EMBERGER L., GODRON M., LE FLOC'H E., SAUVAGE C., 1968 – « L'analyse phytosociologique de la végétation ». In Emberger L. : *Code pour le relevé méthodologique de la végétation et du milieu*, Paris, CNRS.
- EMPERAIRE L. (éd.), 1996 – *La forêt en jeu. L'extractivisme en Amazonie centrale*. Paris, Unesco Orstom, coll. Latitude 23, 231 p.
- ESTERCI N., LÉNA P., LIMA D., MANESCHY M.-C., 2004 – Projetos e políticas socioambientais : repensando estratégias. *Boletim Rede Amazônia* v. 3, n° 1 : Diversidade sociocultural e perspectivas sociambientais.
- GRENAND F., 1996 – L'abattis contre l'essart again. *Journ. d'Agric. Trad. et Bota. Appl.* 38 (1) : 19-53.
- GUILLAUMET J.-L., GRENAND P., BAHRI S., GRENAND F., LOURD M., SANTOS A.A. DOS, GÉLY A., 1990 – Les jardins vergers familiaux d'Amazonie centrale : un exemple d'utilisation de l'espace. *Turrialba* 40 (1) : 63-81.
- GUINOCHET M., 1955 – *Logique et dynamique du peuplement végétal. Phytogéographie. Phytosociologie. Biosystématique. Applications agronomiques*. Paris, Masson et Cie, coll. Évolution des sciences, 143 p.
- GUINOCHET M., 1973 – *Phytosociologie?* Paris, Masson et Cie, collection d'écologie, 227 p.
- LAQUES A.-É., 1993 – *Dynamique d'un front pionnier en domaine forestier tropical : le cas de Ticoporo (piémont des Andes vénézuéliennes). Contribution de l'imagerie satellitale à la conception d'une méthode d'aide à l'aménagement*. Thèse doctorat Univ. Toulouse-le-Mirail, 241 p. + cartes.
- LAQUES A.-É., 2003 – « Le front pionnier de São Felix do Xingu (Amazonie brésilienne) : quels indicateurs pour l'analyse de ses dynamiques spatiales? ». In: UMR ESPACE, Actes Avignon n° 5, *Objets et indicateurs géographiques*: 109-120.
- LAQUES A.-É., VENTURIERI A., 2005 – « Paysages, dynamiques spatiales et évaluation des politiques de développement ». In Albaladejo C., Arnauld de Sartre X. (éd.) : *L'Amazonie brésilienne et le développement durable. Expériences et enjeux en milieu rural*, Paris, L'Harmattan, coll. Amérique latine : 141-155.
- LÉNA P., 1992 – Expansion de la frontière économique, accès au marché et transformation de l'espace rural en Amazonie brésilienne. *Cahiers de Sciences Humaines* 28 (4) : 579-601 (n° spécial Amérique latine).
- LÉNA P., 1999 – La forêt amazonienne : un enjeu politique et social contemporain. In Verdeaux F. (éd.) : *La forêt-monde en question*, Paris, *Autrepart* n° 9 : 97-120. Paris,
- LÉNA P., 2006 – « O desenvolvimento sustentável: entre a economia do meio ambiente e a ética ambiental ». In Luis Carlos Forline, Rui Sérgio, Serení Murrieta, Ima Célia Guimarães Vieira (orgs) : *Amazônia: além dos 500 anos*, Belém MPEG-MCT : 357-402.
- LÉNA P., MELLO N. DE (éd.), 2006 – Amazonie : dynamiques sociales et développement durable. Paris, EHESS, n° spécial *Cahiers du Brésil Contemporain*, n° 63-64, 229 p.
- LESCURE J.-P., DE CASTRO A., 1992 – L'extractivisme en Amazonie centrale. Aperçu des aspects économiques et botaniques. *Bois et forêts des Tropiques*, 231 : 35-51.
- MANGENOT G., 1958 – Remarques sur l'*Hylaea* dans le monde. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 30 (1) : 83-90.
- MERTENS B., POCARD-CHAPUIS R., PIKETTY M.-G., LAQUES A.-É., VENTURIERI A., 2002 – Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural Economics*, the journal of the international association of agricultural economists : 270-294.

- NODA S. DE N., 2000 – *Na terra como na água : Organização e Conservação de Recursos Naturais terrestres e aquáticos em uma comunidade da Amazônia brasileira*. Tese de pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 183 p.
- PÉLISSIER R., COUTERON P., DRAT S., SABATIER D., 2002 – Consistency between ordination techniques and diversity measurements: two alternative strategies for species occurrence data. *Ecology* : 1-30.
- PHILLIPS O., GENTRY A.H., 1993 – The Useful Plants of Tambopata Peru: I. Statistical Hypotheses Tests with a New Quantitative Technique. *Economic Botany* 47 (1): 15-32.
- PONSARD S., DEVUD J.-M., TABACCHI E., 2003 – Biodiversité: les espèces tissent leurs réseaux. *Pour la Science*, 314: 122-126.
- ROLLET B., 1979 – « Organisation ». In actes des Recherches sur les ressources naturelles XIV, *Écosystèmes forestiers tropicaux*, Paris, Unesco, PNUE, FAO Unesco.
- SAMPAIO S. M. N., 2008 – *Dinâmica e complexidade da paisagem do projeto de assentamento Benfica sudeste paraense*. Tese doutorado em Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 162 p.
- SCHOR T., 2006 – « Atlas da vida ». In Seminário Internacional : *Cidades na Floresta*, Belém.
- SHEIL D., PURI R. K., BASUKI I., VAN HEIST M., WAN M., LISWANTI N., RUKMIYATI SARDJONO M. A., SAMSOEDIN I., SIDIYASA K., CHRISANDINI PERMANA E., ANGI E. M., GATZWEILER F., JOHNSON B., WIJAYA A., 2004 – *À la découverte de la biodiversité de l'environnement et des perspectives des populations locales dans les paysages forestiers. Méthodes pour une étude pluridisciplinaire du paysage*. Indonésie, CIFR-CIFOR, 48 p.
- THÉRY H., MELLO N. A. DE, 2003 – *Atlas du Brésil*. CNRS, GDR Libergéo, La documentation française, 302 p.
- TROCHAIN J.-L., 1980 – *Écologie végétale de la zone intertropicale non désertique* Toulouse, Univ. Paul-Sabatier, 468 p.
- VEIGA J. B. DA, TOURRAND J.-F., QUANZ D., SIST P., ALVES A. M., 2007 – La longue marche de l'agriculture durable en Amazonie. *La Recherche*, 406: 28-29.
- VELOSO FILHO H. P., RANGEL A. L. R., LIMA J. C. A., 1991 – *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro, IBGG.
- VENTURIERI A., LAQUES A.-É., LOMBARDO M.-A., 2004 – « Utilização de imagens de satélite na caracterização de tipos paisagísticos na frente pioneira de Uruará Pará ». In XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Belo Horizonte, 5-10 avril 2003.
- VIEIRA DA SILVA J., 1979 – *Introduction à la théorie écologique*. Paris, Masson, 112 p.
- WHITTAKER C. B., 1972 – Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- ZENT S., 1996 – « Behavioural orientations toward ethnobotanical quantification ». In Alexiades M. N. (éd.): *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*, New York Botanical Garden: 199-239.

Glossaire

Agregados : individus ou familles habitant sur le lot d'un propriétaire. Ils peuvent avoir des liens de parenté ou non avec ce dernier, et travailler sous différentes formes de contrat et d'échange de travail.

Assentamento : « Zone de colonisation, sur des terres expropriées ou sur des terres publiques » THÉRY et MELLO (2003).

Aviamento : « En Amazonie, le terme *aviamento* se réfère au système économique qui sous-tend l'extractivisme et dans lequel chaque maillon de la chaîne est relié au précédent par une relation de dépendance qui se concrétise dans la remise d'une avance en produits manufacturés contre une certaine quantité de produits forestiers. Le dernier maillon de cette chaîne est le collecteur et le premier, la maison exportatrice. » EMPERAIRE (1996).

Babaçu : palmier – *Orbignya phalerata* Mart. ou *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. – très fréquent et envahissant dans certains endroits d'Amazonie. Résistant aux feux, à Benfica il envahit les pâturages jusqu'à constituer des palmeraies denses (*babaçual*) qui semblent bloquer la reconstitution naturelle de la végétation. Le *babaçu* donne de nombreux produits utiles.

Babaçual (pl. *babaçais*) : peuplement de *babaçus*.

Bolsa família : revenu social destiné par l'État aux familles les plus pauvres, normalement attribué sous condition (scolarisation des enfants, examen des ressources...).

Caboclo : à l'origine métis de Blanc et d'Indien. Ce mot inclut des populations d'origine amérindienne ou en voie de réappropriation de l'identité indigène.

Capoeira : d'origine tupi « là où il y a eu de la forêt », ce mot a été retenu dans le *Dictionnaire de biogéographie* de DA LAGE et MÉTAILÉ (2000) et ainsi défini : « au Brésil, en milieu forestier, végétation secondaire basse (herbes, fourré, brousse) succédant aux défrichements ». La *capoeira* est une formation dense, fermée et reconnue comme un stade de reconstitution naturelle de la forêt. Elle évoluera vers des formations de plus en plus complexes et diversifiées. Le portugais du Brésil possède un augmentatif, *capoeirão*, pour désigner une *capoeira* dont les éléments

constitutifs, les arbres, ont acquis des dimensions importantes. Dans la région de Benfica, le mot *juquira*, plus souvent entendu, s'appliquerait strictement à une *capoeira* résultant de l'abandon d'un pâturage. Selon P. Grenand (comm. pers.), *juquira* aurait sensiblement la même origine à partir de la *lingua geral* avec « l'idée parfaite de régénération donc (de) revenir au point de départ ». Au sens agronomique, la *capoeira* est une jachère : période de repos après la récolte destinée à être remise en culture ; la *juquira* une friche, espace abandonné et éventuellement remis en pâturage.

Chácara : voir *sítio*.

Colon : agriculteurs familiaux venus d'autres régions du Brésil durant les trente dernières années, en particulier ceux qui ont été installés par les pouvoirs publics.

Cupuaçu : arbuste – *Theobroma grandiflorum* (Sprengel) Schumann – proche du cacaoyer, dont la pulpe du fruit est consommée de différentes façons, jus, confiseries, gâteaux. Sa pulpe déshydratée est utilisée en biscuiterie et sa graine fermentée et torréfiée donne un excellent chocolat.

Dendê : palmier à huile, *Elaeis guineensis* Jacq., originaire d'Afrique tropicale.

Extractivisme : ce mot dérivé du mot portugais *extractivismo* a été introduit par LESCURE et DE CASTRO en 1992. « Il désigne toute activité de récolte de produits naturels, qu'ils soient d'origine minérale (exploitations minières), animale (peaux, huiles animales, viandes de chasse) ou végétale (bois, latex, résines, fibres, tanins, etc.). L'usage en français du mot « extractivisme » se justifie « dans son opposition avec la "cueillette" ; le premier implique, en effet, une collecte pour commercialiser un produit, tandis que le second se réduit à la collecte d'un produit destiné à l'autoconsommation. Selon le produit exploité, l'impact de l'extractivisme peut être déprédateur, s'il conduit à la disparition progressive des ressources, ou conservateur si la collecte reste inférieure ou égale à la capacité de régénération des ressources ».

Fazendeiro : grand propriétaire spécialisé dans l'élevage bovin.

Front pionnier : ce terme désigne la limite atteinte par la mise en valeur, l'avancée extrême des défricheurs, des colons, des migrants qui viennent établir une colonie dans des terres jusque-là vides ou peu peuplées (d'après *Les mots de la géographie. Dictionnaire critique*, 1992, Paris/Montpellier, La Documentation française/Reclus, coll. Dynamiques du territoire, 520 p.).

Guaraná : arbuste lianescent ou liane ligneuse – *Paullinia cupana* HBK var. *sorbilis* (Mart.) Ducke – dont la graine est très utilisée pour ses nombreuses propriétés. Connue des Amérindiens, le *guaraná* fait depuis quelques décennies l'objet d'un véritable commerce, alimenté par d'importantes cultures.

Horta de quintal : jardin proche de l'habitation et réunissant des plantes, herbes, arbustes, arbres et palmiers utiles. Voir *sítio*.

Jardin verger familial : traduction en français proposée par GUILLAUMET et al. (1990) pour *sítio*.

Juquira : voir *capoeira*.

Mata : forêt.

Município : circonscription administrative autonome d'un État, gouvernée par un préfet (*prefeito*) et une chambre de conseillers (*vereadores*). Le préfet, investi du pouvoir exécutif, et les conseillers sont élus.

Pasto limpo : pâturage (*pasto*) bien entretenu avec un minimum de mauvaises herbes, c'est-à-dire propre (*limpo*).

Pomar : verger. Voir *sítio*.

Posseiro : agriculteur ou agroextractiviste ne possédant pas de titre formel de propriété individuelle ou qui n'est pas inséré dans un territoire collectif reconnu légalement (Resex, etc.). Les agriculteurs des programmes de colonisation ou des *assentamentos* sont considérés comme *posseiros* tant qu'ils n'ont pas de titre de propriété ou d'autorisation légale d'occupation.

Restinga : dépôt de sable marin parallèle au rivage. En Amazonie, ce terme désigne les levées d'alluvions établies le long des cours d'eau de *várzea*.

Roça : espace de culture, destiné essentiellement à la subsistance de la famille et à la commercialisation à petite échelle de produits exclusivement alimentaires. La *roça* entre dans le cycle : défrichage de la forêt, mise en culture, récolte, abandon durant un temps plus ou moins long, puis reprise du cycle. Elle se caractérise aussi par le mélange d'espèces et de cultivars. L'équivalent français est « abattis » utilisé en Guyane (GRENAND, 1996) et au Canada.

Seringal (pl. *seringais*) : population naturelle de *seringueira* – *Hevea brasiliensis* (Willd. ex. A. Juss.) Müll. Arg. – autrefois très exploitée pour l'obtention du latex. Zone(s) appropriée(s) par un *seringalista* et où travaillent des *seringueiros* à l'exploitation du latex.

Sítio : espace planté d'arbres, arbustes et herbes utiles. De tous les synonymes cités ici, *sítio* est le plus utilisé en Amazonie brésilienne où il désigne aussi une petite propriété rurale.

Terra firme : expression utilisée pour désigner les plateaux peu élevés d'Amazonie non soumis à l'action de la mer (marées) ou des cours d'eau (crues et étiages). La *terra firme* supporte des types de végétation très différents. En français « terre ferme ».

Terreiro : voir *sítio*.

Tucum : palmier, *Astrocaryum aculeatum* G. Mey., dont les fruits sont très appréciés dans diverses régions d'Amazonie.

Várzea : plaine alluviale de l'Amazone et de quelques-uns de ses affluents soumis au rythme annuel des crues et décrues. En aucun cas il ne désigne une formation végétale, on parlera de *mata*, de *campo* (prairie), de *várzea* et aussi de *lago* (lac) *de várzea*.

Table des figures et encadrés

Situation géographique et aperçu paysager des deux localités étudiées	16
Figure 1 – Les quatre étapes de la démarche paysagère	45
Figure 2 – Les types paysagers de l' <i>assentamento</i> Benfica	II
Figure 3 – Les composants paysagers de l' <i>assentamento</i> Benfica	III
Figure 4 – Les paysages observés sur le terrain et leurs types paysagers associés ; l'exemple de l' <i>assentamento</i> de Benfica	IV
Figure 5 – Les composants paysagers observés sur le terrain ; l'exemple de l' <i>assentamento</i> de Benfica	IV
Figure 6 – Relevés floristiques et structuraux à Benfica et dans le Haut- Solimões	55
Figure 7 – Le degré de complexité des composants paysagers dans l' <i>assentamento</i> Benfica et le Haut-Solimões	V
Figure 8 – Des images aux cartes sur l'état de la biodiversité	VI
Figure 9 – Des images aux graphiques d'évolution de l'état de la bio- diversité à Benfica	VII
Figure 10 – Estimation des effets des politiques publiques sur la biodi- versité à Benfica	VIII
Encadré 1 – Diversité et biodiversité	22
Encadré 2 – Les systèmes de production des populations « tradition- nelles »	31
Encadré 3 – Les systèmes de production des agriculteurs immigrés ...	32
Encadré 4 – La pêche dans le Haut-Solimões	36
Encadré 5 – Éléments de définition de la notion de paysage	43
Encadré 6 – Pourquoi passer par la carte ?	46
Encadré 7 – La végétation	48

Encadré 8 – Les données nécessaires au calcul des indices	54
Encadré 9 – Composants paysagers et formations végétales	56
Encadré 10 – Abondance-dominance et sociabilité des végétaux estimées au moyen d'échelles indicielles	58
Encadré 11 – Les indicateurs du degré de complexité des composants paysagers	61
Encadré 12 – Le point de vue des populations locales : catégories, valeurs, usages	64
Encadré 13 – Richesses floristiques et indices dans le Haut-Solimões et dans l' <i>assentamento</i> de Benfica	67
Encadré 14 – Les deux protocoles de traitement utilisés sur les deux terrains	72
Encadré 15 – La loi sur la préservation permanente des forêts	84
Encadré 16 – Les <i>assentamentos</i> issus de la réforme agraire et l'environ- nement	98
Encadré 17 – Indicateurs de biodiversité et de durabilité des unités de gestion territoriale	104

Résumé

Dire que la biodiversité constitue un enjeu majeur pour l'Amazonie et qu'elle y est menacée est devenu un lieu commun. Maintenir, améliorer, voire restaurer cette biodiversité implique l'élaboration de politiques publiques encore à inventer et la mise au point d'outils d'analyse et de gestion de l'espace appropriés à ces objectifs. À travers ce vaste ensemble forestier aux multiples facettes quant aux milieux abiotiques et biotiques, où se retrouvent de nombreuses formes, traditionnelles ou non, d'exploitation par l'homme, on distingue l'*Amazonie des fleuves*, celle des populations pratiquant des systèmes agroforestiers de faible impact, l'*Amazonie des routes* où progressent des fronts pionniers composés d'agriculteurs familiaux (orientés vers l'élevage bovin), de grands éleveurs et d'exploitants de bois, enfin l'*Amazonie des régions* où acteurs privés et publics tentent d'élaborer des alternatives techniques, économiques et sociopolitiques à l'exploitation prédatrice des ressources naturelles. Le municipe de Benjamin Constant, sur le cours supérieur de l'Amazone au Brésil, le projet de réforme agraire de Benfica, dans l'État du Pará, et le municipe d'Uruará, dans la zone de colonisation de la route transamazonienne, ont été retenus comme représentatifs de ces trois situations.

L'approche présentée ici propose une intégration de données souvent dispersées et disparates aux fins de les rapporter à des unités paysagères, de façon à cartographier et visualiser l'essentiel des dynamiques spatiales et temporelles de la biodiversité pour les mettre en relation avec les dynamiques socio-économiques et les politiques publiques.

Continuum spatial, les paysages sont segmentés en deux niveaux d'intelligibilité complémentaires – le type paysager et le composant paysager – conçus pour servir de langage commun entre les disciplines, les terrains, les images et les évaluations de la biodiversité. Le premier niveau se veut représentatif d'une portion d'espace diversifiée mais homogène au plan physiologique comme à celui de son usage socio-économique et de son fonctionnement écologique. Le second correspond au plus petit objet élémentaire reconnu sur le terrain et visible sur les images de satellite. Il caractérise une formation végétale, un ensemble de diverses formations ou un stade de reconstitution. La première étape de reconnais-

sance des deux niveaux commence, selon les terrains, par l'identification des types paysagers (cas du Haut Solimões) ou celle des composants (Benfica). La mise en évidence des premiers passe par l'observation directe sur le terrain, complétée par la vision fournie par les images satellitales. Les types paysagers non identifiables sur celles-ci ne sont pas retenus. Il en résulte une segmentation spatiale en types paysagers qui va permettre la production de cartes à l'échelle des unités de gestion territoriale, comme l'*assentamento*, auxquelles se rapportent les politiques publiques. Les analyses de biodiversité sont, elles, effectuées à l'échelle du composant paysager. Il était tentant, pour ce faire, d'utiliser les méthodes classiques de mesures de la richesse et de la diversité floristiques mais les auteurs ont privilégié une autre façon de l'appréhender. À l'exemple des échelles destinées à estimer la vitesse des vents, l'ampleur des tremblements de terre, les risques d'avalanche ou les critères classiquement utilisés en étude de la végétation, est proposée ici une « échelle de complexité » susceptible de classer et hiérarchiser les changements de la biodiversité, la complexité étant quantifiée sur la base d'indicateurs simples et d'application aisée : indicateurs de diversité, de continuité de la strate arborescente, de stratification, d'artificialisation. D'autres indicateurs peuvent être ajoutés en fonction des spécificités du terrain et des indices particuliers sont utilisés pour rendre compte des manières dont les populations locales valorisent la biodiversité de leurs milieux. Ces indices sont qualitatifs lorsque basés sur les perceptions locales, ou quantitatifs, et relèvent alors plus spécialement de l'ethnobotanique quantitative. Ils s'appliquent à la diversité utilisée et nommée, à la catégorie, à la valeur d'usage et à la perception.

La valeur de biodiversité par type paysager prend en compte les valeurs de chacun des composants paysagers en fonction des surfaces occupées. Au final, l'application à tous les types paysagers identifiés dans l'unité territoriale de gestion considérée permet d'attribuer un degré de diversité à l'ensemble des paysages de la zone d'étude. Les cartes qui en résultent, construites à partir de la reconnaissance des paysages sur les images satellitales et le degré de biodiversité que l'on peut leur attribuer, permettent de comparer rapidement des régions dont les milieux, les formes d'exploitation et les rythmes d'évolution sont considérablement distincts.

La comparaison entre les cartes, dûment datées, permet de suivre la dynamique : maintien, diminution, plus rarement augmentation de la biodiversité. Des cartes ainsi réalisées, on pourra facilement passer aux graphiques d'évolution de la biodiversité en terme de modification des surfaces concernées par les changements.

Les politiques publiques constituent un des facteurs qui influencent les changements du rapport entre les populations locales et leur environnement. Elles interfèrent pratiquement avec tous les autres facteurs que l'on peut regrouper en plusieurs grandes catégories : potentialités du milieu et disponibilités foncières, héritage culturel, croissance démographique, stratégies sociales et économiques, organisation sociale et rapprochement des acteurs. Les politiques publiques ne pouvant être toutes prises en compte, il est nécessaire d'établir des critères de choix en fonction d'une période d'observation conditionnée par la disponibilité des images satellitales, en privilégiant celles qui ont une influence directe et observable sur les entités paysagères, précédemment définies. En fait, seront recensées les politiques publiques ayant affecté les territoires étudiés pendant les quinze ou trente dernières années.

Les politiques publiques peuvent être d'insertion sociale, d'aménagement et de développement agricole, entre autres les politiques foncières, la commercialisation et la transformation des produits, le crédit et l'assistance technique, la préservation de l'environnement. Enfin, il est nécessaire de prendre aussi en considération les actions privées de développement.

Les types d'indicateurs susceptibles de mesurer l'impact des politiques publiques sur les systèmes de production concernent essentiellement les rythmes de transformation de l'espace naturel : rythme annuel de déforestation et de formation de capital productif, taux annuel d'abandon à la friche et de réutilisation des défrichements antérieurs. L'utilisation d'autres indicateurs – capital initial, valorisation du foncier, crédits, etc. – permet d'affiner et d'interpréter la dynamique des composants paysagers.

Les cartes d'évolution du degré de biodiversité montrent, au cours du temps, deux situations assez différentes : en *Amazonie des routes*, sur le front pionnier de Benfica, l'évolution du paysage de ces vingt dernières années met en évidence une diminution brutale de la biodiversité, alors qu'en *Amazonie des fleuves*, dans le Haut-Solimões, les transformations du paysage sont peu importantes durant ce même laps de temps et les degrés de biodiversité y demeurent élevés.

Les changements, ou le maintien, de la biodiversité, sont à mettre en relation avec les grands programmes politico-économiques du pays qui ont largement contribué aux choix des systèmes de production que l'on retrouve en Amazonie, dans la mesure où ils privilégient des orientations agricoles au détriment d'autres (agroforesterie, cueillette...). En Amazonie orientale, le projet gouvernemental avait pour objectif l'intégration économique de la région au reste du pays, grâce à des mesures incitatives de colonisation des terres et leur mise en pâturage pour la production de

viande. Dans l'*assentamento* de Benfica, les origines et les traditions d'éleveurs-agriculteurs des migrants sont assez différentes, les stratégies agricoles sont donc variées mais ont pour point commun la généralisation à moyen terme de la production de bétail. Les migrants qui s'installent sur les fronts pionniers, étrangers à l'environnement local, tentent d'y reproduire les modes de production qu'ils connaissent, ce qui, le plus souvent, conduit à la destruction de la forêt, pour mettre en place des agrosystèmes dont les impacts ont des conséquences variables mais importantes sur la biodiversité initiale. À l'ouest du massif forestier en revanche, le gouvernement brésilien n'a jamais encouragé la colonisation massive des terres, en raison des difficultés d'accès et de l'éloignement des grands centres urbains. Dans cet environnement plus préservé, les populations qualifiées de traditionnelles, telles que celles du Haut-Solimões, ont recours à des pratiques agricoles peu consommatrices d'espace forestier.

Summary

The spatialization of biodiversity for the sustainable management of territories

Saying that biodiversity is a major issue for Amazonia and that it is endangered has become commonplace. Maintaining, improving or even restoring this biodiversity requires the drafting of public policies that have not yet been thought out and the development of tools for the analysis and management of areas that match these objectives. In this vast forest region—multifaceted as regards abiotic and biotic environments with numerous forms of traditional or non-traditional exploitation by man—distinction is made between the *Amazonia of rivers* where the populations use low-impact agroforestry systems, the *Amazonia of roads* where pioneer fronts are advancing, attracting settlers who focus on livestock, and finally the *Amazonia of regions* in which private and public stakeholders are trying to develop technical, economic and socio-political alternatives to the predatory exploitation of natural resources. The Municipio of Benjamin Constant, on the upper Amazon in Brazil, the land reform project of Benfica in the state of Para and the Municipio of the Uruará, in the colonization zone of the transamazonian road, have been held as representative of the three situations.

The approach described proposes the integration of often scattered, disparate data to relate them to landscape units to map and display the key features of the spatial and temporal dynamics of biodiversity in order to relate them to socio-economic dynamics and public policies.

A spatial continuum, the landscapes are segmented in two complementary levels of intelligibility —landscape type and landscape component— designed to serve as a common language for use between disciplines, terrains, images and evaluations of biodiversity. The first level is intended to be representative of a portion of space that is diversified but homogeneous as regards physiognomy, socio-economic use and the ecological functioning on which production is based. The second is the smallest elementary object perceived in the field and visible in satellite images. This may be a plant formation, a set of different formations or a

reconstitution stage. The first part of the examination of the two levels starts with the identification of landscape types (the case of the Upper Solimões) or of components (Benfica). Revealing the former requires direct observation in the field, completed by the views provided by satellite images. Landscape types that could not be identified were not retained. This results in spatial segmentation into landscape units, making it possible to draw maps at the scale of territorial management units such as the *assentamento*, which are used in public policies. Analyses of biodiversity are performed at landscape component level. Here, it was tempting to use classic measurements of the richness and diversity of the flora but the authors preferred another method. Like scales for estimating wind speed, the intensity of earthquakes, risk of avalanche, a 'complexity scale' is proposed here for the classification of changes in biodiversity, with complexity being quantified by using simple, easily used indicators: diversity, continuity of the tree stratum, stratification and artificialization. Other indicators can be added according to specific features of the terrain and special indexes are used to describe how the local populations use the biodiversity of their environments. These are qualitative indexes when based on local perceptions and quantitative when they are more particularly of the quantitative ethnobotany type. They are applied to the diversity used and named, to category, to the value of use and to perception.

The value of biodiversity for each landscape type takes into account the values of each of the landscape components according to the areas they occupy. Finally, application to all the landscape types identified in the territorial management unit concerned makes it possible to award a degree of diversity to all the analyzed landscapes of the study zone. The resulting maps plotted for landscape surveys on satellite images and the degree of biodiversity that can be attributed to them enable the rapid comparison of regions whose environments, forms of exploitation and rates of evolution are clearly different.

Comparison of the duly dated maps means that the dynamics can be monitored: the maintaining, decrease or, more rarely, the increase in biodiversity. It is easy to move from the maps drafted in this way to graphs of the evolution of biodiversity in terms of the modification of the areas concerned by the changes.

Public policies are one of the factors that affect fluctuations between local populations and their environment. They interfere with practically all the other factors, that can be assembled in several main categories: potential of the environment and land availability, cultural heritage,

population growth, social and economic strategies and the social organization of stakeholders. As public policies cannot all be taken into account, criteria for choice must be drafted in function of an observation period governed by the availability of satellite images, with the preference going to those that have a direct, observable influence on the landscape units previously defined. In fact, the authors listed the public policies that have affected the territories studied over the last 15 to 30 years.

Public policies may concern social inclusion, regional development and the development of farming and may include, among other features, landholding policies, the sale and processing of produce, loans and technical assistance and conservation of the environment. Finally, private development operations must also be taken into account.

The types of indicator that can measure the impact of public policies on farming systems mainly focus on rates of change in the natural environment: the rate of annual deforestation and of the formation of productive capital, the annual rate of the abandoning of land to fallow and of the re-use of older cleared land. Other indicators such as initial capital, use of land, loans, etc. are used to refine and interpret the dynamics of landscape components.

The maps of the evolution of the degree of biodiversity show two fairly different situations in time: in the *Amazonia of roads*, on the Benfica pioneer front, the changes in the landscape over the last 20 years reveal a sharp decrease in biodiversity, whereas in the *Amazonia of rivers*, in the Upper Solimões, the landscape has changed little during the same period of time and degrees of biodiversity are still high.

The changes in or maintaining of biodiversity are to be related to the major development programs that have made a strong contribution to the choices of farming systems found in Amazonia insofar as their favour certain agricultural orientations at the expense of others (agroforestry, gathering, etc.). Government plans in eastern Amazonia were aimed at economic integration with the rest of the country thanks to incentive measures for colonising land and turning it into grazing facilities for meat production. In Benfica *assentamento*, the migrant livestock farmers have fairly different origins and traditions and so farming strategies are varied; however, their common feature is the generalization of cattle production in the medium term. The migrants who settle on pioneer fronts are strangers to the local environment and try to reproduce the production modes that they know; this generally leads to the destruction of forest for the installation of agrosystems that have

variable but generally strong effects on the initial biodiversity. However, for reasons of difficult access and remoteness from major towns, the Brazilian government has never encouraged mass colonization in the western part of the forest area. In this better conserved environment, populations described as traditional, such as those of the Upper Solimões, have farming practices that use little forest area.

Resumo

A abordagem espacial da biodiversidade para a gestão sustentável dos territórios

Afirmar que a questão da biodiversidade está no centro das preocupações na Amazônia, e que ela está ameaçada, não representa nenhuma novidade. Porém, manter, melhorar e até restaurar essa biodiversidade implica, ao mesmo tempo, políticas públicas ainda por definir bem como o desenvolvimento de ferramentas destinadas à análise e à gestão do espaço que sejam adequadas a esse propósito. Nesse vasto conjunto florestal diversificado, tanto ao nível abiótico quanto biótico, onde podem ser encontradas numerosas formas de exploração e uso dos recursos, tradicionais ou não, podemos distinguir três grandes formas de ocupação: *A Amazônia dos rios*, onde as populações desenvolvem sistemas agroflorestais tradicionais de baixo impacto; *a Amazônia das estradas*, onde avançam as frentes pioneiras de agricultores familiares, de fazendeiros e de madeireiros; *a Amazônia das regiões*, onde atores privados e públicos tentam organizar uma gestão mais racional do território, desenvolvendo alternativas técnicas, econômicas e sociopolíticas à exploração predatória dos recursos naturais. O Município de Benjamin Constant, no Alto Solimões, o assentamento de Benfica, no Pará, e o Município de Uruará, na área de colonização da Transamazônica, foram escolhidos por serem representativos dessas três situações.

A abordagem apresentada aqui propõe uma integração de dados dispersos e heterogêneos em unidades paisagísticas, de maneira a mapear e visualizar as principais características das dinâmicas espaciais e temporais da biodiversidade, com o objetivo de relacioná-las com dinâmicas sociais e econômicas e com as políticas públicas.

As paisagens apresentam uma continuidade espacial, que foi dividida em dois níveis complementares – o Tipo Paisagístico e o Componente Paisagístico – no intuito de servir de linguagem comum entre as disciplinas, os lugares, as imagens de satélite e as avaliações da biodiversidade. O primeiro nível diz respeito a um espaço diversificado

mas homogêneo, tanto do ponto de vista fisionômico quanto do seu uso socioeconômico, ou ainda do seu funcionamento ecológico. O segundo corresponde à menor unidade espacial contínua identificada no campo e visível nas imagens de satélite. Ele caracteriza uma formação vegetal, um conjunto de diversas formações ou um estágio de reconstituição. A primeira etapa de identificação desses dois níveis pode começar, conforme os casos, pelos Tipos Paisagísticos (caso do Alto Solimões) ou pelos Componentes (caso de Benfica). A identificação dos primeiros passa pela observação direta em campo, complementada pelas imagens de satélite. Os Tipos não identificáveis nessas últimas são descartados. Esse primeiro recorte espacial permite a elaboração de mapas das unidades de gestão territorial, tais como o *assentamento*, nas quais incidem as políticas públicas. As análises da biodiversidade, por sua vez, são feitas ao nível dos Componentes. Poderiam ter usado os métodos clássicos usados para medir a riqueza e diversidade florística, mas os autores preferiram privilegiar outra abordagem. Tais como as escalas destinadas a avaliar a velocidade do vento, a força dos terremotos ou os riscos de avalanche, eles propoem uma “escala de complexidade” capaz de hierarquizar as mudanças de biodiversidade, a complexidade sendo quantificada a partir de indicadores simples e fáceis de usar: indicadores de diversidade, de continuidade do estrato arborescente, de estratificação, de artificialização... Outros indicadores podem ser acrescentados de acordo com as características do campo, em particular indicadores específicos destinados a expressar como as populações locais valorizam a biodiversidade do seu ambiente; podem ser qualitativos quando baseados nas percepções das populações locais, ou quantitativos e remeter então aos métodos da etnobotânica quantitativa. Esses diferentes indicadores se aplicam mais especificamente à diversidade usada e nomeada, isto é, às categorias locais, aos valores de uso e à percepção.

O valor da biodiversidade por Tipo Paisagístico leva em conta os valores de cada Componente, de acordo com o tamanho da área ocupada. Ao final, aplicar esse procedimento à totalidade dos Tipos Paisagísticos identificados na unidade de gestão territorial considerada permite atribuir um grau de diversidade ao conjunto paisagístico da área. Os mapas produzidos a partir do reconhecimento das paisagens nas imagens de satélite e da atribuição de um grau de biodiversidade, permitem comparar rapidamente regiões com meio ambiente, formas de exploração e ritmos de evolução bastante diferentes.

A comparação entre mapas realizados em datas definidas permite acompanhar as dinâmicas de transformação : manutenção, diminuição

ou, caso mais raro, aumento da biodiversidade. A partir dos mapas, torna-se fácil realizar gráficos de evolução da biodiversidade que levem em conta as superfícies afetadas pelas mudanças.

As políticas públicas constituem um dos fatores que influenciam as transformações das relações entre as populações locais e o meio ambiente. Elas interferem praticamente com todos os outros fatores, que podem ser agrupados em várias categorias : potencialidades do meio e disponibilidade fundiária, herança cultural, crescimento demográfico, estratégias sociais e econômicas, organização social e níveis de integração dos atores à sociedade regional. Como é impossível levar em conta a totalidade das políticas públicas, critérios de escolha devem ser estabelecidos em função da disponibilidade de imagens satélites no período, privilegiando as que tiveram uma influência direta e observável sobre as unidades paisagísticas definidas anteriormente. Na prática, só serão levadas em conta as políticas públicas que afetaram os territórios estudados nos últimos 15 ou 30 anos.

As políticas públicas podem ser de diferentes tipos : inclusão social, infraestruturas, desenvolvimento agrário (políticas fundiárias, comercialização, transformação dos produtos, crédito e extensão rural) ou de conservação ambiental. Também não se deve esquecer as ações privadas de desenvolvimento ou proteção.

Os tipos de indicadores capazes de medir o impacto das políticas públicas sobre os sistemas de produção dizem respeito, principalmente, aos ritmos de transformação dos espaços naturais: ritmo anual de desmatamento e de formação de capital produtivo, taxa anual de formação de capoeiras e de reutilização de capoeiras antigas, entre outros. A utilização de outros indicadores, tais como o capital inicial, a valorização fundiária, o crédito rural, etc. permite ir mais fundo na análise e na interpretação das dinâmicas dos Componentes Paisagísticos.

Os mapas de evolução do grau de biodiversidade mostram, no decorrer do tempo, duas situações bem diferentes : na *Amazônia das estradas*, na frente pioneira de Benfica, a evolução da paisagem durante os últimos 20 anos mostra uma diminuição brutal da biodiversidade, enquanto que na *Amazônia dos rios*, no Alto Solimões, as transformações da paisagem são pouco importantes e o grau de biodiversidade permanece elevado.

As transformações ou a manutenção da biodiversidade estão estreitamente relacionadas com a existência ou não de grandes programas de cunho desenvolvimentista, que foram decisivos para a expansão dos sistemas de produção hoje encontrados em grande parte

da Amazônia. Isso na medida em que privilegiaram as orientações agrícolas em detrimento de outras (sistemas agroflorestais, colheta...). Na Amazônia oriental, o projeto governamental tinha por objetivo a integração da região ao resto do país, através de medidas incitativas visando a colonização das terras e a criação de pastagens para a produção de carne bovina. No *assentamento* de Benfica, as origens e tradições agropecuárias dos migrantes são mais heterogêneas e, conseqüentemente, as estratégias agrícolas mais variadas, mas o ponto comum é a generalização da produção bovina a médio prazo. Os migrantes que chegam com as frentes pioneiras desconhecem o ambiente local e tentam reproduzir os sistemas de produção que conhecem, levando, em geral, à destruição da floresta, substituída por agrossistemas cujos impactos sobre a biodiversidade inicial são importantes, embora diferenciados. Ao contrário, na parte oeste da bacia amazônica, o governo brasileiro nunca incentivou tanto a colonização agrária, principalmente por causa da distância em relação aos grandes centros urbanos e das dificuldades de acesso. Nesse meio ambiente mais preservado, as populações chamadas "tradicionais", tais como as do Alto Solimões, recorrem a práticas agrícolas que consomem pouca floresta.



Toutes les encres et les vernis utilisés sont certifiés d'origine végétale.
Les eaux de mouillage des machines, les plaques, les produits
de développement et les chutes de papier sont recyclés.

Imprimerie certifiée IMPRIM'VERT.



Haut-Solimões : l'Amazonie des fleuves



Benfica : l'Amazonie des routes

Situation géographique et aperçu paysager des deux localités étudiées

Peuplées depuis plusieurs siècles, les rives du Solimões abritent un habitat égrainé sur les parties les plus hautes, à l'abri des crues ordinaires.

Entourée de son jardin-verger où quelques palmiers *açaís* émergent des manguiers, la maison domine le fleuve, seule voie de communication vers les centres urbains voisins.

Selon la densité de l'habitat (épars ou groupé), la bande mise en culture à l'arrière n'excède que rarement le kilomètre, la production étant ramenée à dos d'homme jusqu'à la maison, le magasin flottant dont dépend la famille ou le marché le plus proche.



Ultime stade de transformation, le pâturage domine le paysage à Benfica, seuls les troncs des grands noyers du Brésil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) témoignent de la présence passée de la forêt et de la densité élevée des arbres. La pauvreté de la biodiversité actuelle est immédiatement perceptible !

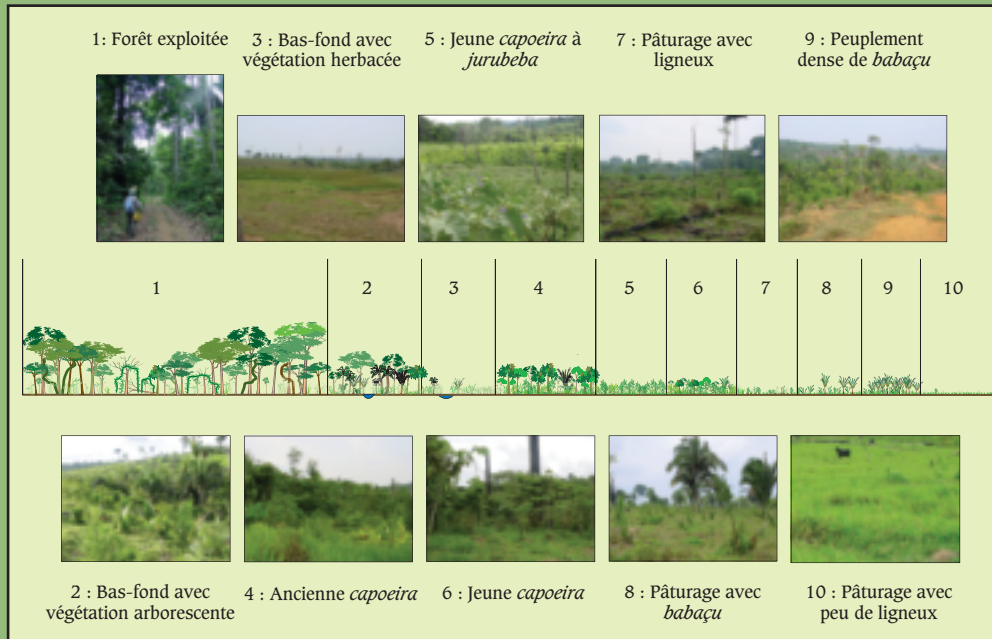


© J.-L. Guillaumet

Bien que légalement protégé, le bois très recherché du noyer du Brésil fait l'objet d'abattage et de commerce clandestins. Ici, dans un lambeau forestier non encore détruit, un arbre déjà en grumes prêtes à être transportées et vendues à la ville voisine. Le propriétaire en a reçu la somme dérisoire de 50 reais (environ 20 euros), il sera revendu au détail quelque 1 500 reais le mètre cube.



Figure 2 - Les types paysagers de l'assentamento Benfica



Les composants paysagers sont l'expression d'un état du couvert végétal qui indique une combinaison d'actions anthropiques sur un milieu donné. Ils correspondent à un instant t de la succession végétale et signalent l'une des étapes de la série. Ils ont été retenus pour l'intérêt des pratiques agricoles qu'ils révèlent et leur capacité à être détectés sur les images.

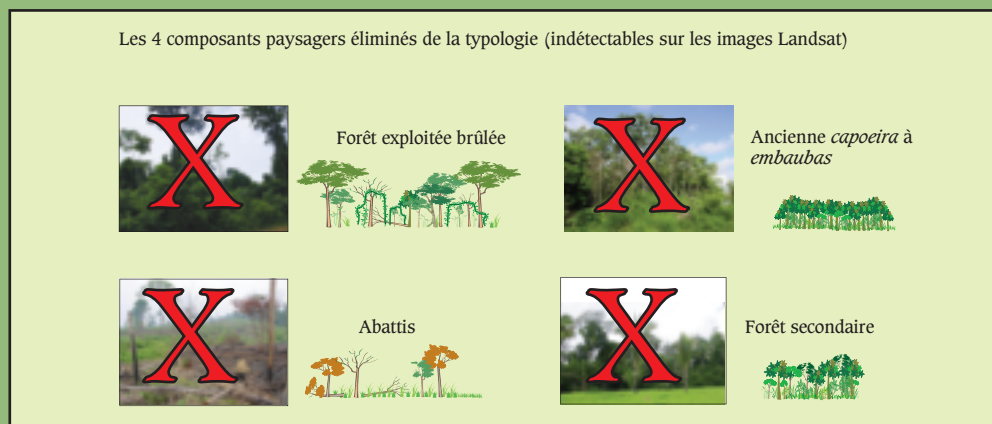


Figure 3 - Les composants paysagers de l'*assentamento* Benfica

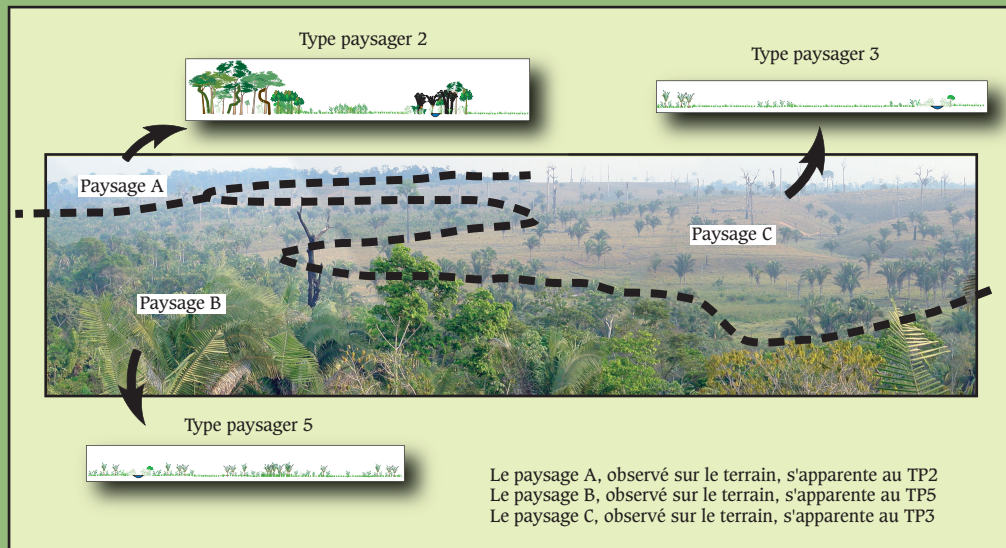


Figure 4 - Les paysages observés sur le terrain et leurs types paysagers associés
 L'exemple de l'*assentamento* de Benfica

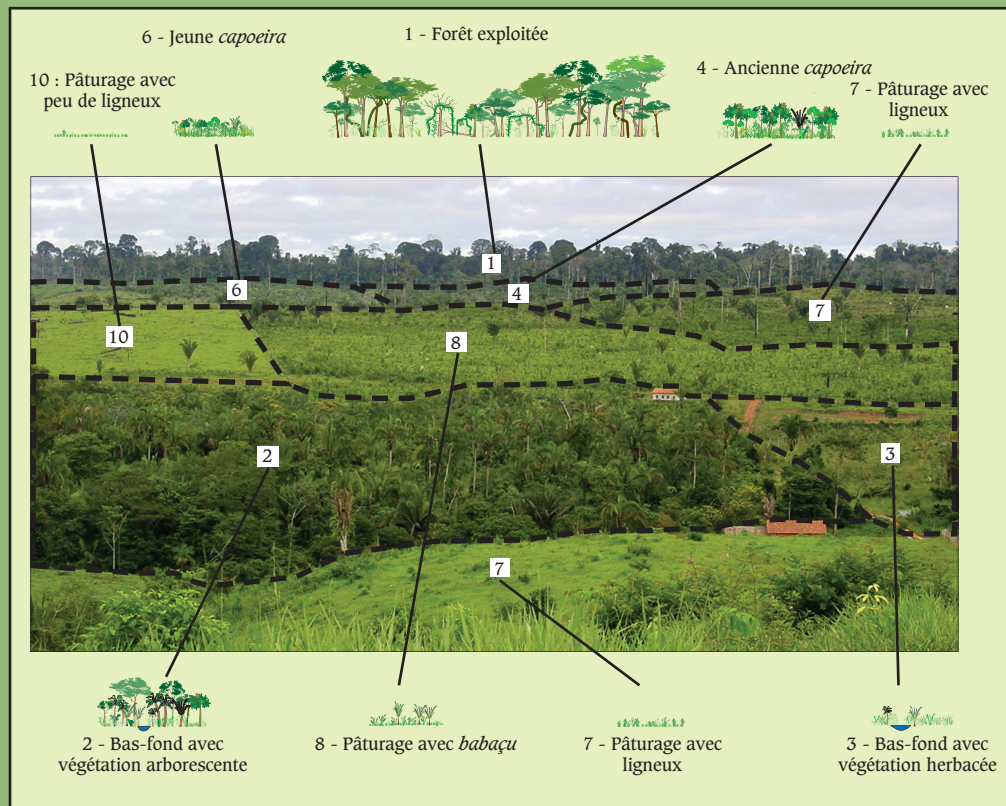


Figure 5 - Les composants paysagers observés sur le terrain
 L'exemple de l'*assentamento* de Benfica

Points	CP très peu diversifié : de 0 à 20 %	CP peu diversifié : de 20 à 40 %	CP moyennement diversifié : de 40 à 60 %	CP fortement diversifié : de 40 à 60 %	CP très fortement diversifié : de 40 à 60 %	Indicateur de diversité	
0							
Points	Sans matrice	Arbres isolés	Très discontinue	Discontinue	Fermée	Indicateur de continuité de la strate arborescente	
0							
1	Points	1 strate	2 strates	3 strates	Plus de 3 strates	Indicateur de stratification	
2	0						
3	Points	Nombre d'espèces cultivées / Nombre total d'espèces				Indicateur d'artificialisation	
4		De 0 à 20 %	De 20 à 40 %	De 40 à 60 %	De 60 à 80 %		De 80 à 100 %
	0						
	1						
	2						
	3						
	4						

Les valeurs de chaque indicateur sont cumulées pour établir le degré de complexité des composants paysagers

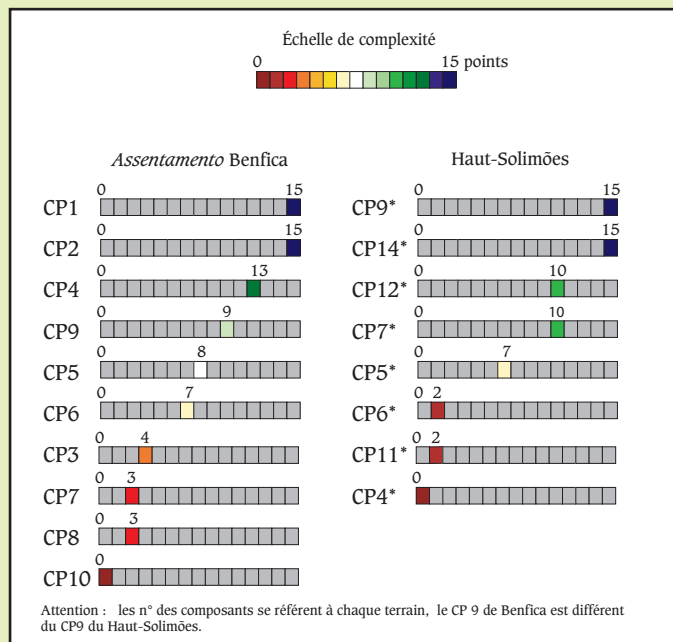


Figure 7 - Le degré de complexité des composants paysagers

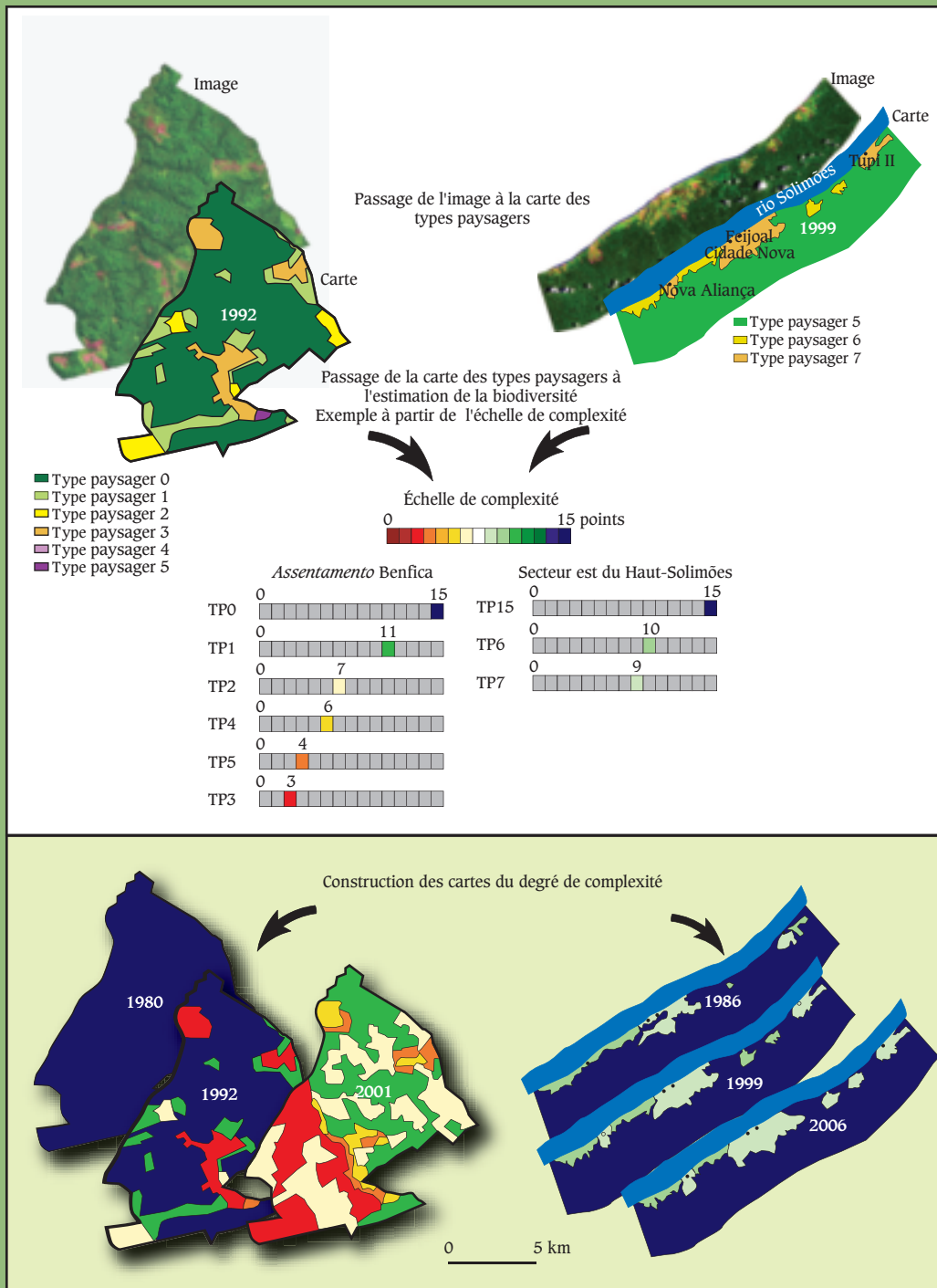
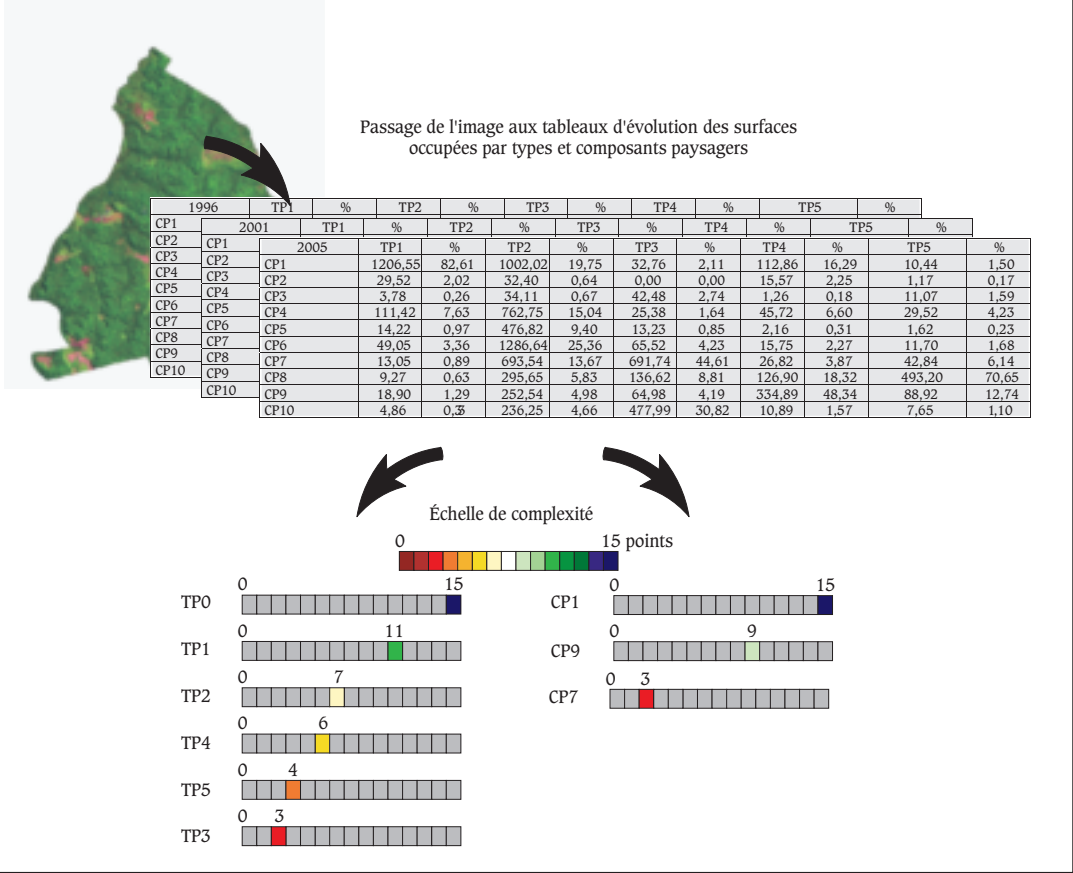


Figure 8 - Des images aux cartes sur l'état de la biodiversité



Construction de graphiques sur l'évolution des surfaces d'isocomplexité

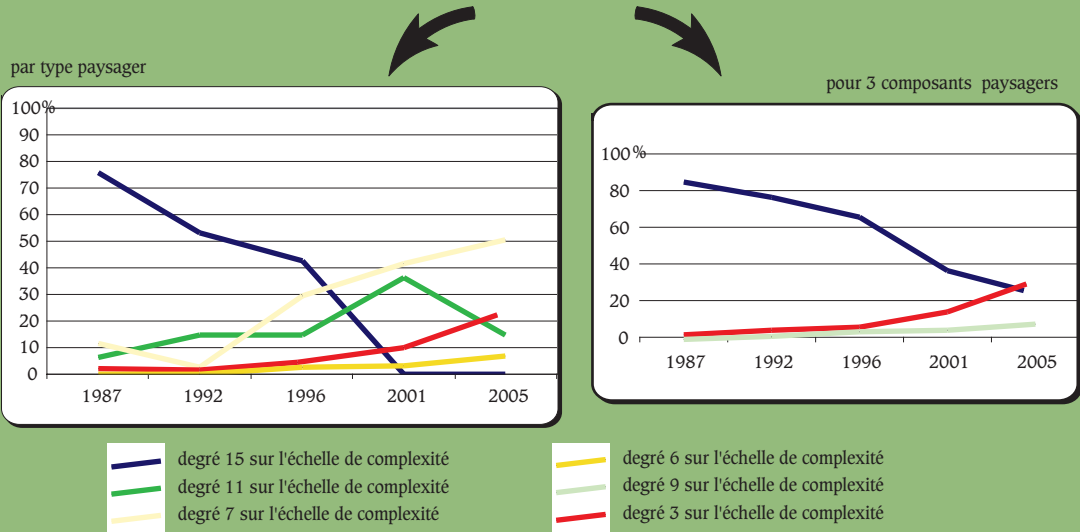


Figure 9 - Des images aux graphiques d'évolution de l'état de la biodiversité à Benfica

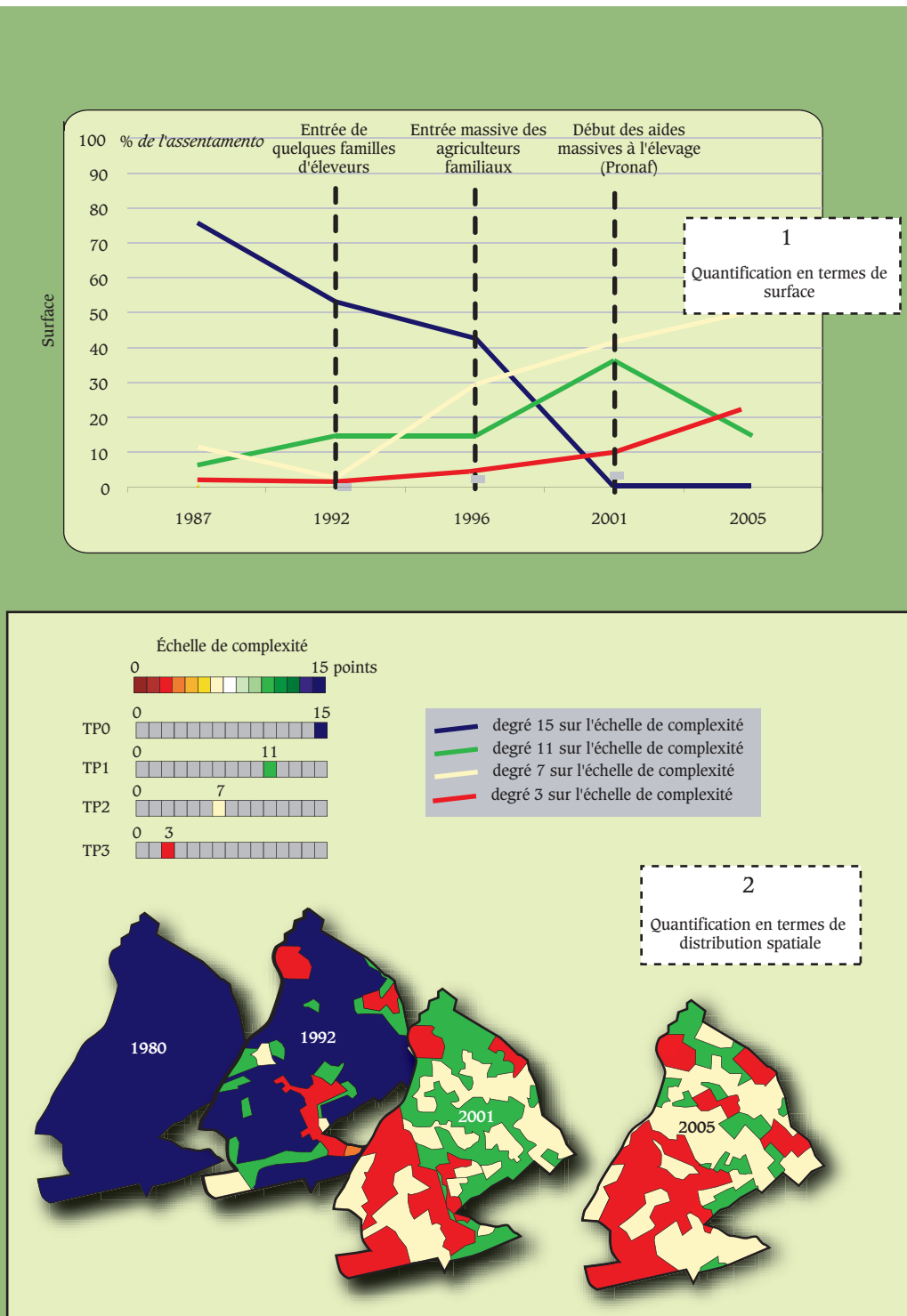


Figure 10 - Estimation des effets des politiques publiques sur la biodiversité à Benfica

Benjamin Constant



Haricot – *Vigna unguiculata* (L.) Walp. – en culture de décrue sur les berges exondées du rio Solimões. D'autres plantes à cycle court, tels le manioc et le maïs, sont cultivées dans les mêmes conditions. Ces jardins temporaires permettent parfois de dégager un surplus commercialisé sur les marchés voisins.



Village sur le bourrelet de berge, périodiquement inondé et soumis à l'érosion du fleuve, en région de várzea. Les cultures établies aux dépens de la forêt se trouvent derrière les habitations.

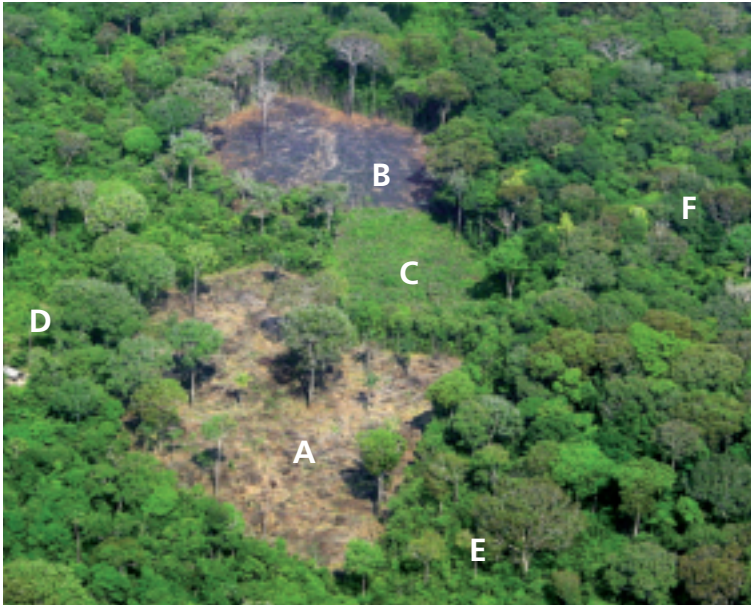


Vue générale des berges en région de várzea.

A : la prairie aquatique qui laissera place aux plages où seront faites les cultures de décrue ;
 B : le bourrelet de berge, ou *restinga*, hébergeant habitations, installations agricoles et jardin verger ;
 C : en arrière-plan, les cultures et la forêt.



Mosaïque de cultures et de jachères à différents stades de reconstitution et où la forêt ne persiste qu'en quelques taches éparses.



Cette vue aérienne illustre bien l'impact de l'homme sur le paysage diversifié amazonien.

A : abattis récent ;
 B : après le brûlis ;
 C : culture de manioc ;
 D : vieille jachère arborée ;
 E : jeune jachère arbustive ;
 F : forêt.



Intérieur de la forêt dense humide sempervirente de terre ferme composé de plantes de sous-bois, lianes, base de tronc à contreforts. La luxuriance de ce sous-bois laisse entrevoir la richesse et la diversité de ce type de végétation.



Paysanne ramenant sa charge de bananes, douces et à cuire, au village.

L'éloignement des *roças* oblige à de longs parcours pour rejoindre le village. Très souvent les cultures sont établies aux dépens de la forêt parce que leur entretien est moindre que celles installées sur de vieilles friches arborées.

Le temps ainsi gagné peut être consacré à d'autres activités, telle la pêche.

Préparation de la culture :
après la coupe et le séchage
des arbres et arbustes, le brûlis
permettra le nettoyage de la parcelle
avant semis et plantations.

Les champs comme celui-ci
sont volontiers installés sur les parties
les plus hautes quand il s'agit
d'y cultiver des plantes à cycle long.



Un exemple de biodiversité créée :
le jardin verger familial fonctionne
comme un lieu de conservation
et de contrôle de la diversité végétale,
en regroupant des plantes aux usages
multiples, introduites ou indigènes.

Son apport est de première
importance dans l'alimentation
familiale, les surplus éventuels
sont commercialisés.

À Nova Aliança, installé en terre ferme,
le jardin verger regroupe plusieurs
dizaines d'espèces différentes :

- A : *buriti* ;
- B : *açaí* ;
- C : *pupunha* ;
- D : oranger ;
- E : arbre à pain ;
- F : manguier.



Un type d'habitations groupées en zone de terre ferme.
Les communautés du cours supérieur du Solimões
s'échelonnent le long des rives.

Entre les villages de ce type, on rencontre des maisons
isolées avec leurs *sítios*, leurs cultures de plage
et leurs *roças*.

Intérieur d'une forêt de *várzea*.

Les plantes de sous-bois sont pratiquement inexistantes, sauf aux endroits recevant de la lumière, au profit de nombreuses lianes.

La physionomie des végétations de *várzea* varie infiniment en fonction du rythme du fleuve ; périodicité et durée de l'inondation sont strictement conditionnées par le microrelief.



© IRD/P. Léna

L'abattis se caractérise par le mélange d'espèces et de variétés aux formes (herbes, lianes, plantes traçantes) et produits (racines, feuilles, fruits, graines) différents, cultivées au même endroit.

A : manioc ; B : maïs déjà récolté ; C : *ariá*, *Calathea allouia* (Aubl.) Lindl. ;

D : potirons et courges ; E : patate douce.

Ce mélange permet un étalement de la récolte, évite en partie les proliférations de maladies et prédateurs, facilite la production et contribue à varier l'alimentation.

Benfica



Brûlis après abattage de la forêt et séchage des végétaux : on aperçoit les troncs calcinés sur les pentes des collines à gauche. En lisière, les arbres encore debout ont été brûlés, la plupart mourront. Le versant à droite montre un jeune pâturage.



Pâturages envahis par le *babaçu*, palmier proliférant dans les endroits découverts et très difficile à éradiquer. Sa structure lui permet de résister au feu et au bétail.

Formation à *babaçus* dominants établie sur un pâturage laissé à l'abandon pendant plusieurs années.





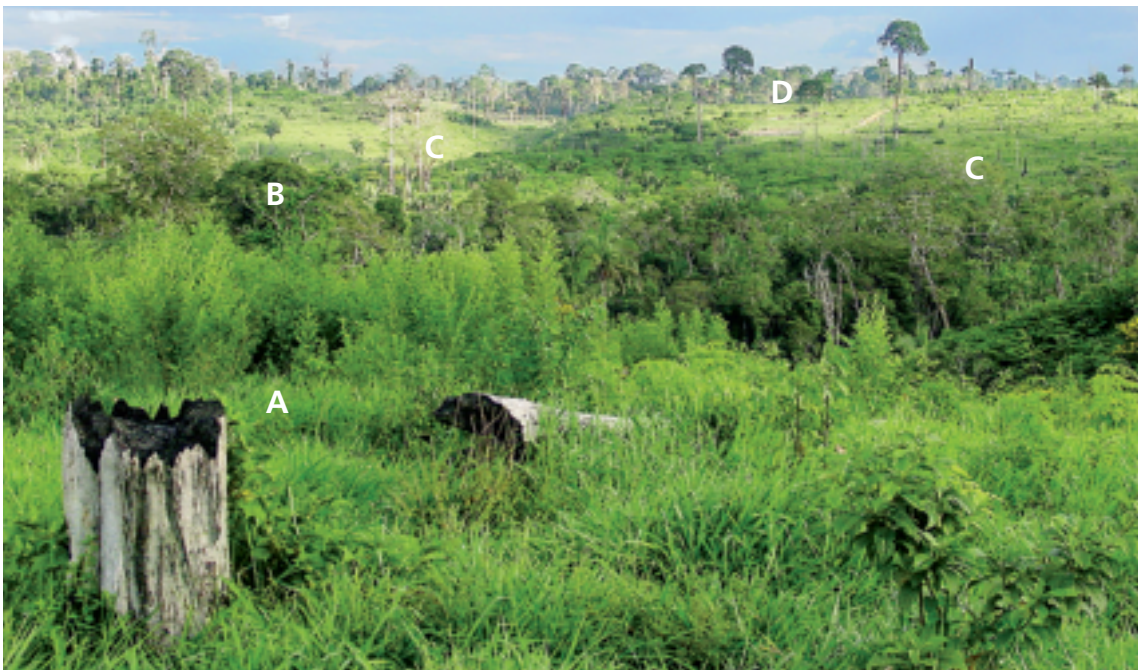
Plantation de riz pluvial établie la première année, après le défrichage de la forêt dont subsistent quelques souches et troncs brûlés. Les épis de riz sont en cours de séchage. Le pâturage remplacera la parcelle de riz dans quelques mois.

Les pâturages mal gérés sont envahis par les palmiers et la végétation ligneuse. Avec à l'arrière-plan la forêt naturelle, c'est le paysage caractéristique de la phase d'installation des colons.



Paysage caractéristique de la phase d'installation des colons.

- A : pâturage envahi par les ligneux ;
- B : végétation de bas-fond ;
- C : pâturage sans ligneux ;
- D : relique de forêt.





Paysage caractéristique de la phase d'extension des pâturages sur la forêt : les pâturages sont propres et certains arbres de la forêt initiale ont survécu aux défrichements.
 A : habitations entourées de jardins vergers ;
 B : îlot de forêt relique ;
 C : végétation secondaire à *babaçu* dans un bas-fond.



Paysage caractéristique de la zone des *fazendas*.
 Pâturage propre à *babaçus* épars avec vestige de forêt à l'arrière-plan.
 En phase « finale », tout est en pâturage.