

Une vache dans la grande forêt ou la relation complexe entre Elevage et Amazonie.

Une approche par la modélisation multi-agent



Le contexte amazonien

L'Amazonie participe à faire du Brésil le premier pays exportateur de viande bovine. En contrepartie, il devient un des grands pollueurs par les gaz à effet de serre issus de la déforestation et de l'élevage et il contribue à l'érosion de la biodiversité du plus riche réservoir de la planète.

Sous l'impulsion de politiques diverses, l'Amazonie a été colonisée par diverses incitations foncières et financières et par la construction d'un réseau routier. Chaque année, un colon brûle une parcelle forestière qu'il plante en cultures vivrières puis en fourrages. En moyenne, 2-3 ha par an sont brûlés par les petits éleveurs et 50-100 ha/an dans les ranchs. A l'échelle du bassin, 2 à 3 millions d'ha de forêt disparaissent annuellement, soit 1 million de km² en 50 ans.

Une modélisation focalisée sur les producteurs

La plupart des modèles sur l'Amazonie opèrent à des niveaux macroscopiques. Ils se basent sur l'observation des tendances passées qu'ils extrapolent sur le futur selon une perspective optimiste ou pessimiste. Ils identifient des relations entre la surface déboisée et diverses variables. Mais ces modèles de corrélation donnent un éclairage partiel sur des processus qui restent mal compris. Les acteurs n'y sont pas représentés, ou au mieux sous forme de densité et les connaissances sur leurs choix décisionnels restent rudimentaires.

Sans se polariser sur la déforestation, nous avons étudié la vie des colons des fronts pionniers. Ceci nécessite une forte présence sur le terrain et de nombreux entretiens avec les colons pour comprendre l'organisation du travail, leur histoire et leurs réseaux sociaux. Ceci afin de mieux saisir les difficultés qu'ils rencontrent et d'imaginer avec eux des évolutions alternatives. Notre **objectif** est de brosser un tableau des raisons de la déforestation et de se focaliser sur les stratégies des acteurs qui sont les éléments clés de cette déforestation.

Description du modèle TransAmazon

Le modèle vise à représenter les activités des petits colons arrivés au début des années 70, en spécifiant leurs besoins, leurs stratégies de production et leurs interactions afin de retracer leurs trajectoires. *TransAmazon* est constitué de deux modules :

- Le module foncier représente l'organisation spatiale. Situé le long d'une route vicinale, le lot de colonisation de 100ha est divisé en parcelles de 5ha (surface moyenne annuellement brûlée). Une exploitation peut compter plusieurs lots. A chaque parcelle est affecté un couvert végétal : forêt, jachère ou culture vivrière, cacao ou pâturage. Une pâture peut contenir un troupeau (1 tête/ha). Chaque couvert possède des attributs technico-économiques, sa dynamique propre, ses exigences en termes de main d'œuvre et d'intrants et une production.

Ce module spatialisé calcule la production de chaque couvert et les fait évoluer naturellement : sans producteur, un paysage évolue progressivement vers la forêt (figure 1). Pour les échanges fonciers, il calcule la valeur d'un lot qui dépend de sa situation, des proportions de sols et de la valeur de ses couverts.

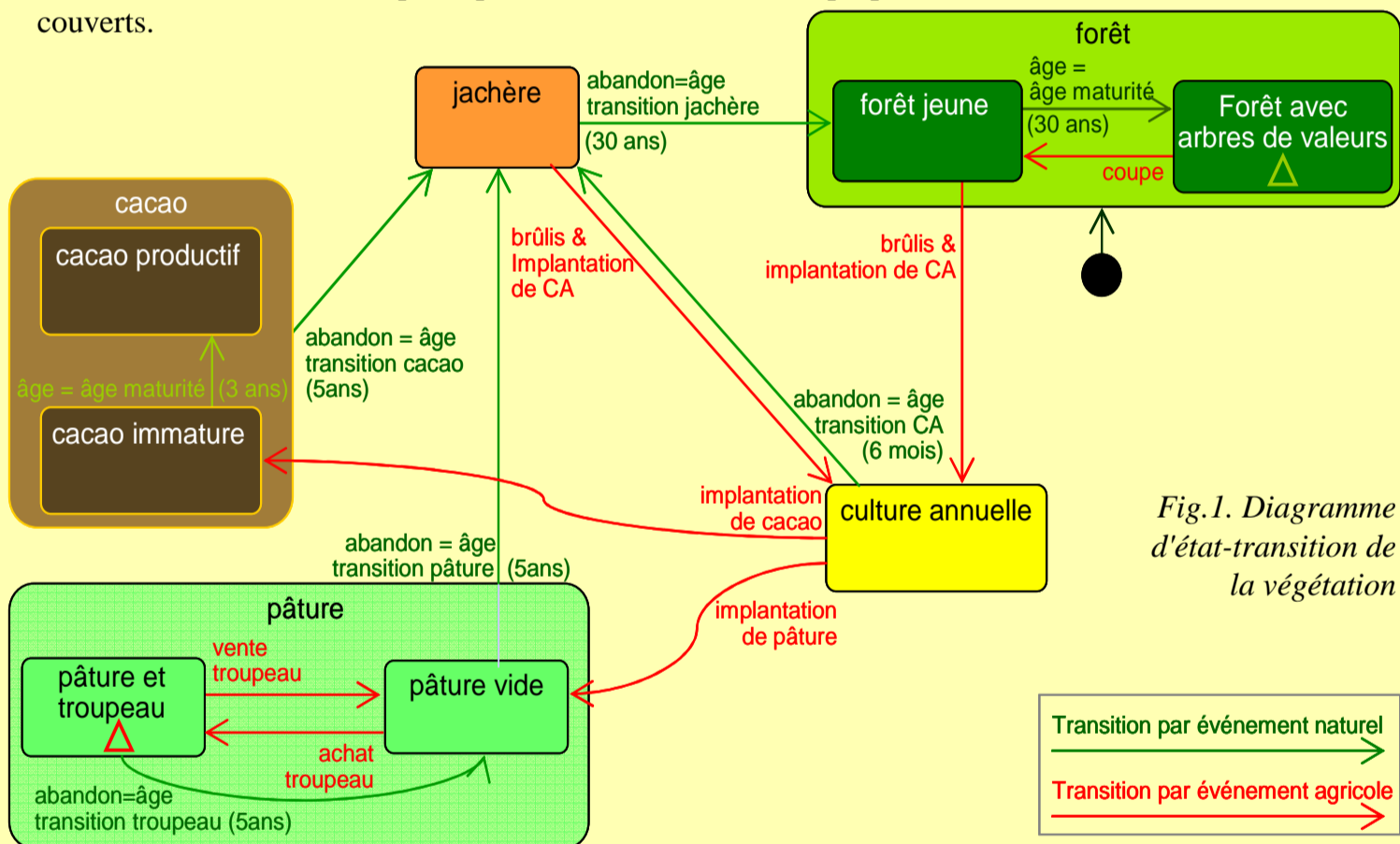
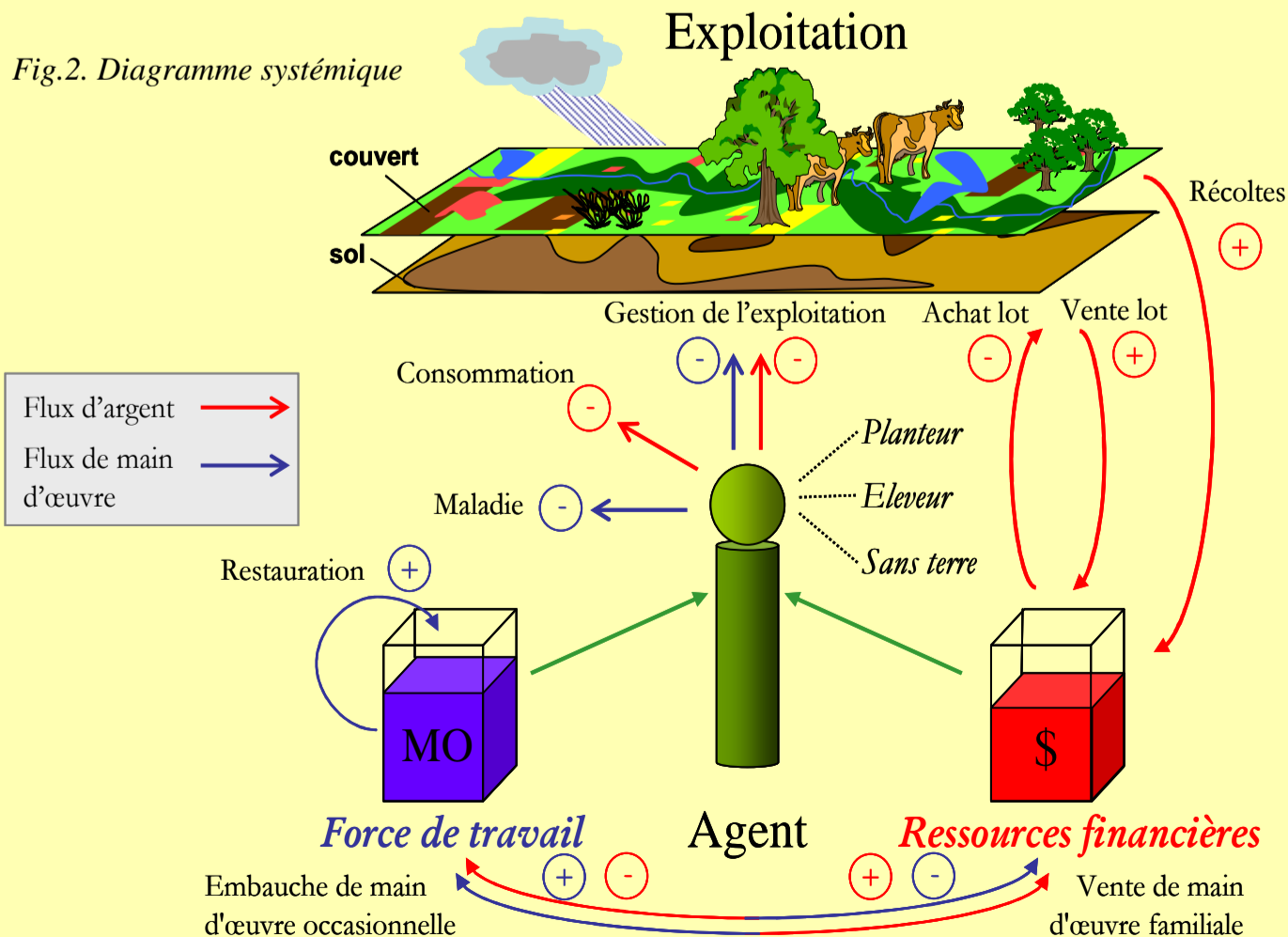


Fig.1. Diagramme d'état-transition de la végétation

- Le second module représente la famille sous forme d'un agent disposant de deux ressources : sa *main d'œuvre* qu'il utilise pour ses travaux ou qu'il vend à l'extérieur, et son *argent* qu'il récupère lors des récoltes ou de la vente de sa main d'œuvre. Il affecte cet argent à la consommation du ménage, aux coûts attachés aux travaux, à l'embauche occasionnelle de main d'œuvre et à l'achat de lots. Sa main d'œuvre équivaut à une quantité de journées de travail disponible qui diminue avec les tâches effectuées. Elle est réactualisée en début de saison.

Fig.2. Diagramme systémique



Une famille est associée à une stratégie qui consiste à prioriser les activités agricoles en fonction de la saison, sèche ou humide, à vendre ou acheter de la main d'œuvre, à effectuer un bilan annuel pour acheter ou vendre des vaches ou un lot. On différencie les stratégies de (1) Sans Terre pour les familles sans lot, (2) Planteur et (3) Eleveur pour les exploitants. En choisissant d'être planteur ou éleveur, une famille cultive sa terre en

priviliégiant sa spécialité. Mais ce choix ne signifie pas forcément un abandon des autres cultures déjà en place sur le lot. Chaque année, en fonction de ses résultats et de ceux des voisins, un agent choisit sa prochaine stratégie. Ce procédé favorise l'apparition de trajectoires évolutives sophistiquées.

Quelques résultats

Fig.3. A gauche, image satellite de la Transamazonienne. A droite, représentation spatiale du modèle

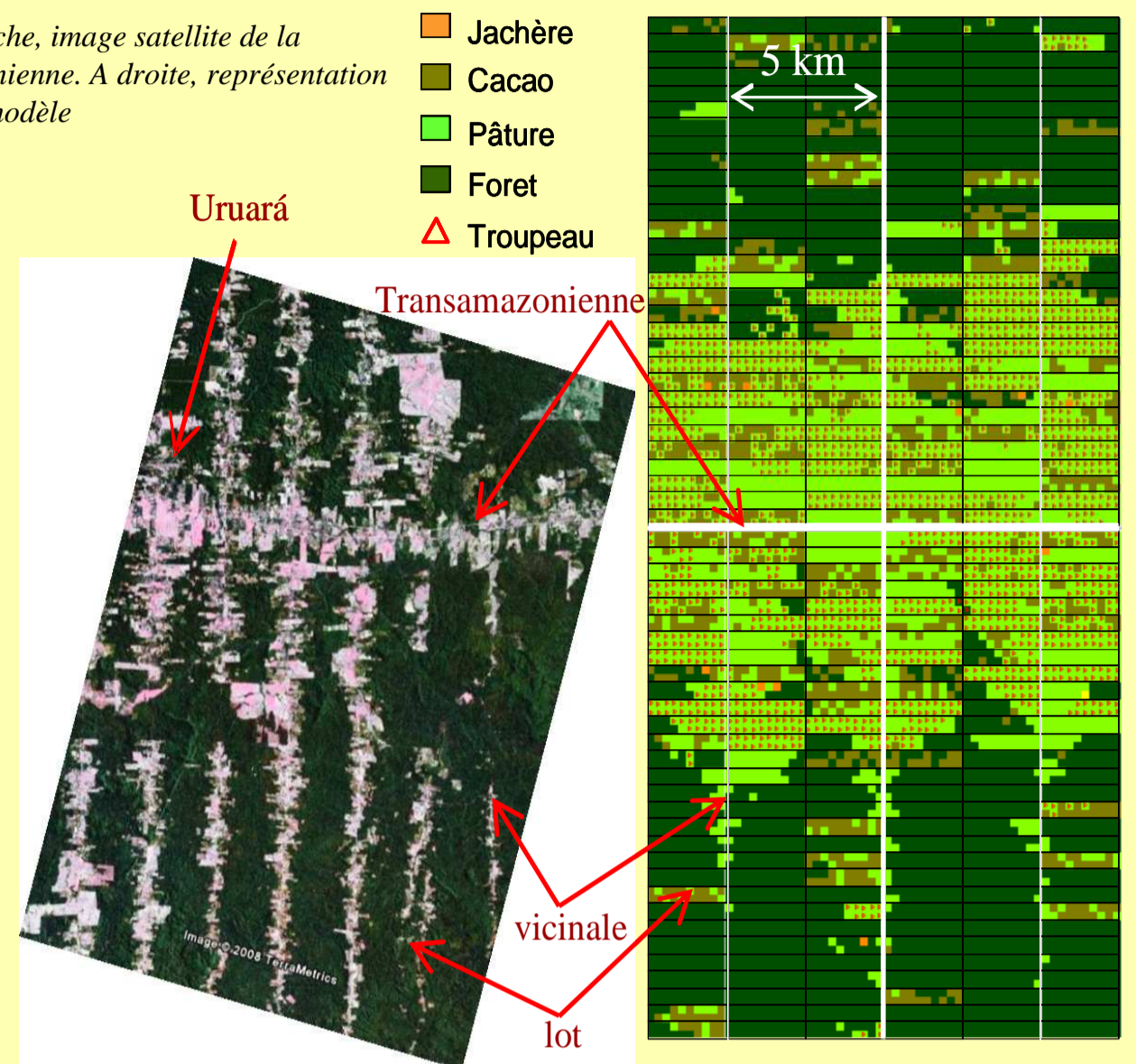


Fig.4. Une situation "gagnant-gagnant" : une stabilisation du prix du cacao augmente le revenu des acteurs et limite l'expansion des pâturages. Simulations avec prix du cacao fixé à 1 \$/kg ou prix fluctuant autour de la même valeur. A gauche, conséquences sur les résultats économique et à droite, sur les superficies en forêt.

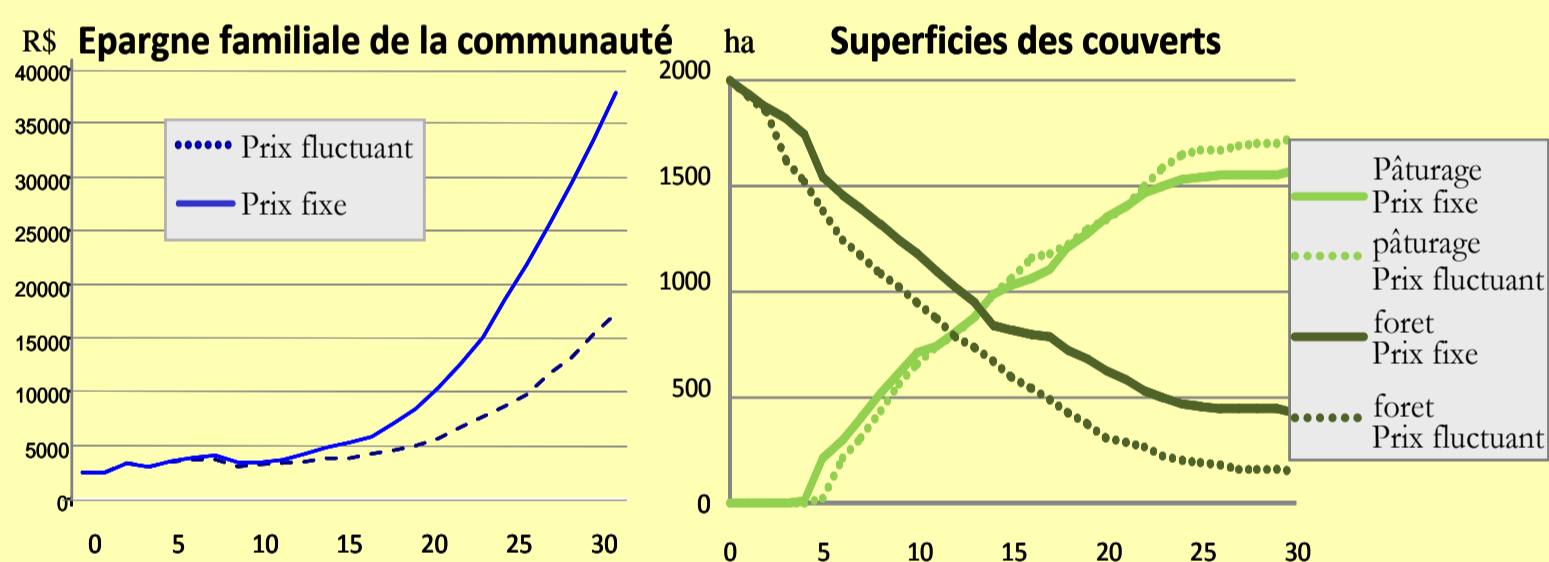
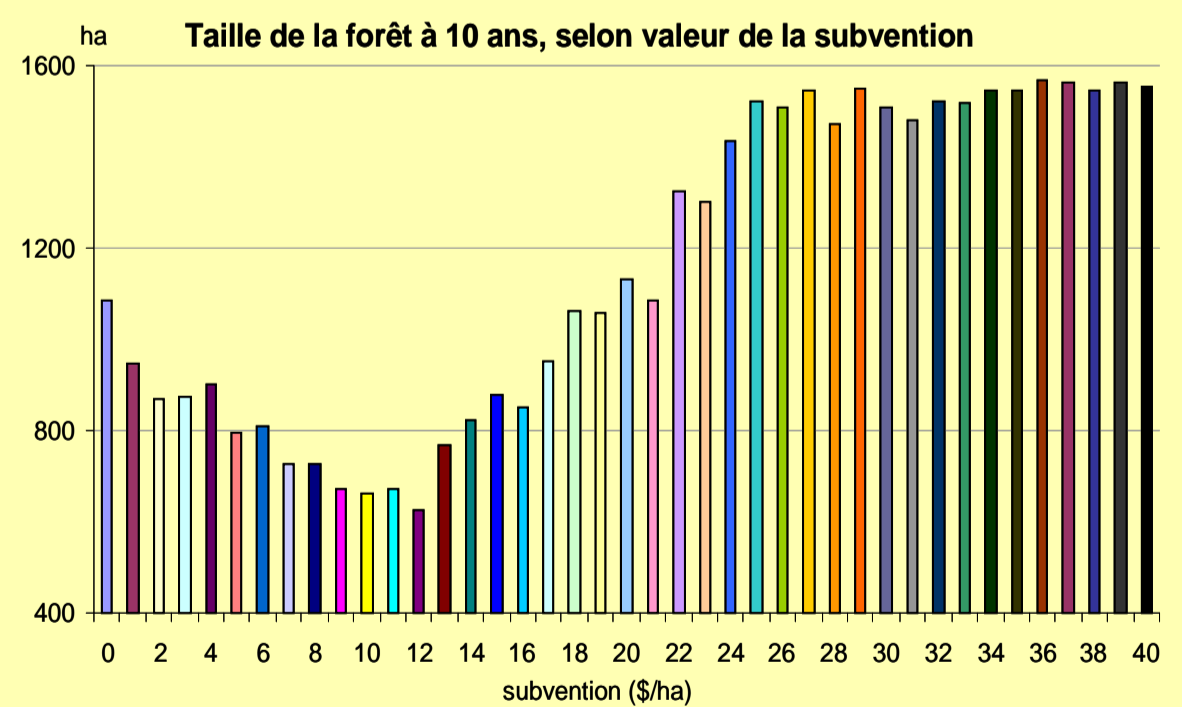


Fig.5. Etude des subventions pour la préservation de la forêt : un résultat contre-intuitif.

Chaque barre représente la superficie en forêt au bout d'une simulation de 10 ans en fonction du niveau de subvention. Pour des valeurs trop faibles, le modèle montre des déforestations plus importantes que sans subvention.



Conclusion

Nous montrons le profond fossé entre d'une part des acteurs locaux, pionniers à la recherche de meilleures conditions de vie pour lesquels la forêt est une simple réserve de fertilité et, d'autre part, la communauté internationale soucieuse des impacts environnementaux de la déforestation.

Le modèle *TransAmazon* présente différentes versions qui s'inscrivent dans le cadre de plusieurs projets de recherche : IFB Biodam, ADD Trans, FloAgri (UE).

Les bons résultats obtenus sur le terrain ont débouché sur l'élaboration de politiques publiques locales en matière d'innovation technique plus respectueuse de l'environnement et de gestion durable des ressources.

forestières. Aujourd'hui, l'objectif est de faire évoluer ces modèles vers un outil de pilotage à l'échelle locale que les acteurs individuels ou collectifs pourraient s'approprier. Il s'agit du prochain défi pour la recherche.

<http://cormas.cirad.fr/fr/applica/transamazon.htm>

Pierre Bommel & Jean-François Tourrand, UR Green

