

# La biodiversité est tombée dans le puits

**Bruno LOCATELLI**

Cirad-forêt  
TA 10/C  
34398 Montpellier cedex 5  
France

**Ambroise GRAFFIN**

ONF Brasil  
Fazenda São Nicolau  
78 330 000 Cotriguaçu, Mato Grosso  
Brésil

**Thierry BOISSEAUX**

ONF International  
2, avenue de Saint-Mandé  
75570 Paris cedex 12  
France

**En 1998**, la société Peugeot et l'Office national des forêts lancent un projet de puits de carbone au Brésil. Cette plantation d'espèces mélangées concilie fixation de carbone et respect de la biodiversité.



*Three quarters of the fazenda are covered in forest.  
Les trois quarts de la fazenda sont couverts de forêt.  
Photo C. Thibault.*

## RÉSUMÉ

### LA BIODIVERSITÉ EST TOMBÉE DANS LE PUITS

En 1998, Peugeot et l'Office national des forêts ont lancé un projet de puits de carbone au Brésil, dans le nord de l'État du Mato Grosso. À partir de 1999, les plantations ont débuté sur un terrain de 2 500 ha, précédemment utilisé comme pâturage par l'ancien propriétaire. L'objectif principal de cette plantation d'arbres est de fixer le maximum de carbone tout en respectant la biodiversité et le développement local. Les essences plantées sont essentiellement natives et sont choisies pour leur taux de réussite et leur valeur environnementale et commerciale. Un suivi des effets sur l'environnement local est réalisé par le projet. Pour le carbone, une méthode de suivi a été développée. Elle compare le bilan carbone du projet au bilan du scénario de référence. Ce dernier représente ce qui se serait passé si le projet n'avait pas eu lieu. Ce projet pilote teste des itinéraires techniques pour la réalisation de plantations d'espèces natives mélangées. De plus, il permet de réfléchir aux méthodes de suivi des puits de carbone, tels qu'elles sont envisagées dans le cadre du protocole de Kyoto. Même si ce projet n'a pas la vocation de fournir des crédits carbone à Peugeot, il pourra apporter des connaissances pour d'autres projets insérés dans le mécanisme de développement propre.

**Mots-clés :** puits de carbone, biodiversité, plantation, forêt, changement climatique, mécanisme de développement propre, MDP, Brésil.

## ABSTRACT

### BIODIVERSITY IN A CARBON SINK

In 1998, Peugeot and the French Forestry Office (*Office National des Forêts* – ONF) launched a carbon sink project in Brazil, in the north of the Mato Grosso. Planting began in 1999 over an area of 2 500 ha which had been used as pasture by the previous owner. The main objective of the plantation was to fix maximum quantities of carbon while preserving the area's biodiversity and local development potential. The species planted were mostly native and chosen for their success rates and their environmental and market value. Effects on the local environment are monitored as part of the project. A specific method was developed to monitor carbon flows by comparing the project's carbon budget with the budget in the reference scenario (which represents the situation had the project not taken place). As well as testing technical schemes for a plantation of mixed native species, the pilot project also provides opportunities for fieldwork on carbon sink monitoring methods as required under the Kyoto Protocol. The project does not aim to provide Peugeot with carbon credits, but should produce useful new data for other projects stemming from the Clean Development Mechanism.

**Keywords:** carbon sink, biodiversity, reforestation, forest, climate change, Clean Development Mechanism, CDM, Brazil.

## RESUMEN

### LA BIODIVERSIDAD SE CAYÓ AL POZO

En 1998, Peugeot y el *Office national des forêts* lanzaron un proyecto de pozos de carbono en Brasil, en el norte del estado de Mato Grosso. A partir de 1999, se inició la plantación en un terreno de 2500 ha, anteriormente empleado como pastizal por su antiguo propietario. El principal objetivo de esta plantación de árboles era fijar el máximo posible de carbono respetando la biodiversidad y el desarrollo local. Las especies plantadas son fundamentalmente nativas y fueron elegidas en función de su tasa de supervivencia y su valor medioambiental y comercial. El proyecto efectuó un seguimiento de los efectos sobre el medio ambiente local. Se desarrolló un método de seguimiento para el carbono. Dicho método compara el balance carbono del proyecto con el balance del programa de referencia. Este programa representa lo que habría sucedido si no se hubiese realizado el proyecto. Este proyecto piloto prueba itinerarios técnicos para la realización de plantaciones de especies nativas mezcladas. Además, permite reflexionar sobre los métodos de seguimiento de los pozos de carbono, tal y como se prevén en el marco del protocolo de Kioto. Aunque este proyecto no tenga por vocación proporcionar créditos de carbono a Peugeot, podrá aportar conocimientos para otros proyectos integrados en el mecanismo del desarrollo limpio.

**Palabras clave:** pozo de carbono, biodiversidad, plantación, bosque, cambio climático, mecanismo de desarrollo limpio, MDL, Brasil.

## Introduction

En 1997, le protocole de Kyoto a introduit le concept de Mécanisme pour un développement propre (MDP). Grâce à ce mécanisme, des projets peuvent être mis en œuvre dans les pays du Sud et inclus dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre des pays du Nord. Parmi ces projets, le protocole de Kyoto n'exclut pas la possibilité de projets de séquestration de carbone, ou « projets puits ».

L'inclusion des puits dans le MDP est l'objet de nombreuses controverses. Les opposants à l'inclusion mettent en avant les risques que présentent ces projets pour l'intégrité environnementale du protocole de Kyoto : on inclurait des projets dont on ne peut estimer l'impact réel sur la réduction des gaz à effet de serre. D'autres controverses portent sur les conséquences négatives des projets puits sur la biodiversité et le développement durable.

Pour limiter ces risques, des critères adéquats sont à établir pour l'éligibilité des projets, de même que des méthodologies relatives au suivi carbone et aux conséquences sur l'environnement et le développement. Un point méthodologique

important concerne l'additionnalité et les fuites : un projet doit représenter un accroissement de stockage ou une réduction d'émission par rapport à ce qui se pratique habituellement. De plus, les effets induits en dehors des limites du projet doivent être quantifiés en termes de carbone. Les projets pilotes permettent d'établir et de tester ces méthodes : c'est le cas du « puits de carbone » ONF-Peugeot.

Le récent accord de Bonn, conclu en juillet 2001, a décidé l'inclusion des activités de boisement et de reboisement dans le MDP. Il précise que ces activités devront respecter la biodiversité et les ressources naturelles. Même si l'éligibilité des plantations monospécifiques au MDP n'est pas précisée, il est intéressant de réfléchir à des projets de plantations d'espèces mélangées, en particulier d'espèces locales. Aujourd'hui, les connaissances sur ce type de plantations sont beaucoup plus réduites que celles sur les plantations monospécifiques. Les réalisations similaires au puits de carbone ONF-Peugeot permettent de développer des connaissances et de tester des itinéraires techniques.

## Historique du projet

### La genèse

En septembre 1998, la société Peugeot et l'Office national des forêts (organisme gestionnaire des forêts publiques en France et disposant de plusieurs filiales à l'étranger) se sont associés pour la réalisation d'un puits de carbone au Brésil, dans la région de Juruena au Mato Grosso (figure 1). Ce puits de carbone doit comprendre le reboisement de 5 000 ha de terrains dégradés et la gestion durable de 7 000 ha de forêt naturelle. L'objectif principal de cette plantation d'arbres est de fixer le maximum de carbone.

À travers ce projet, Peugeot souhaite manifester de manière concrète son attachement à la préservation de l'environnement. Cette opération complète ses efforts de mise au point de « moteurs propres ». L'entreprise s'est engagée dans cette opération pilote pour contribuer à la lutte contre l'effet de serre sans chercher à monnayer d'éventuels crédits de carbone.

Pour la mise en œuvre de ce projet, l'Office national des forêts a créé une filiale locale, ONF Brasil Ltda, et s'est associé à un bureau d'études forestier du Mato Grosso, Engeflora. L'ONF a également noué un partenariat avec l'organisation non gouvernementale Pro Natura International pour bénéficier d'un appui institutionnel et scientifique au Brésil et plus particulièrement au Mato Grosso. L'antenne brésilienne de Pro Natura International, l'Instituto Pro Natura, possède une bonne connaissance de la région de Juruena grâce à la création d'un centre de recherche en agroforesterie en 1992.



Figure 1.

Carte de la localisation du puits de carbone ONF-Peugeot au nord-ouest du Mato Grosso (Brésil).

Map of ONF-Peugeot carbon sinks in the north-west of the Mato Grosso (Brazil).

Réalisation : Bruno Locatelli.



Vue satellitaire de la fazenda. Au centre, la zone de la plantation.  
*Satellite view of the fazenda. The plantation zone is in the centre.*

### Les premières réalisations

Fin 1998, le projet a implanté à Juruena une pépinière pouvant produire 1 500 000 plants par an. Cette pépinière a produit 800 000 plants d'espèces locales et de teck durant la campagne 1999/2000. En mars 1999, ONF Brasil a acquis le site de São Nicolau, situé à 90 km de Juruena, pour démarrer les travaux de reboisement. Cette fazenda possède 2 500 ha de pâturages (aire de reboisement) et 7 500 ha de forêt naturelle (aire de gestion durable).

Pour neutraliser les graminées très vivaces des pâturages (*Brachiara brizantha* et *Panicum maximum*), un itinéraire technique « sévère » avait été choisi : application d'herbicide (Round-Up), brûlage contrôlé et nouvelle application d'herbicide. L'utilisation du feu dans un projet de fixation de carbone peut paraître contradictoire. Il faut cependant relativiser son impact à l'échelle du cycle global du peuplement mis en place et surtout mesurer l'efficacité de cette technique pour contrôler les graminées et garantir la croissance initiale des plants.

Une demande spéciale de brûlage contrôlé a été adressée à l'Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), autorité brésilienne octroyant ces autorisations. Une réponse positive a été donnée en juin 1999. Mais une interdiction générale de brûlage dans l'ensemble de l'État du Mato Grosso a été décidée quelques jours plus tard. Cette pratique a alors été écartée. En revanche, une application d'herbicide (glyphosate) a été réalisée, en juin 1999, sur 765 ha.



La croissance des plants est très hétérogène. Ici, deux plants de teck (*Tectona grandis*) et de parica (*Schizolobium amazonicum*) qui dominent les autres.

*Plant growth is highly uneven. Seen here are teak (Tectona grandis) and parica (Schizolobium amazonicum) saplings dominating other growth.*  
 Photo C. Thibault.

### Les difficultés de l'automne 1999

Début novembre 1999, plusieurs journaux locaux et nationaux ont mentionné des « pratiques désastreuses » de la part des gestionnaires du puits de carbone. Le projet a été accusé d'avoir causé la mort d'animaux (tortues, aigrettes) dans le Rio Juruena à la suite d'une application incorrecte d'herbicide.

Plusieurs éléments rendaient pourtant hautement improbable un tel lien. D'abord, la mortalité avait été observée à 25 km en amont de la fazenda. Ensuite, l'application avait été réalisée en juin 1999 alors que les premiers cas de mortalité avaient été signalés en août 1999. Enfin, et surtout, le Round-Up est un produit peu toxique (classe 4), qui a été appliqué en suivant les règles d'utilisation prescrites.

En février 2000, le promoteur de justice chargé d'enquêter sur un possible « crime contre l'environnement » a officiellement écarté toute responsabilité des propriétaires de la fazenda São Nicolau.

### La campagne de plantation 1999/2000

Devant l'émoi suscité par les accusations et face aux interrogations légitimes des autorités brésiliennes, le projet a décidé, en novembre 1999, de suspendre toute utilisation d'herbicide tant que les enquêtes judiciaires seraient en cours. Durant la campagne 1999/2000, la préparation du sol, la plantation et les entretiens ont donc été réalisés mécaniquement ou manuellement.

De novembre 1999 à mars 2000, 1 200 ha ont été plantés à la fazenda São Nicolau. Le choix des essences s'est porté sur des espèces essentiellement locales. Le teck (*Tectona grandis*), seule essence exotique, a représenté 18 % des plants mis en terre durant cette période. Une trentaine d'espèces natives a été retenue (figure 2). Par ailleurs, des plantations

pilotes ont été réalisées dans des petites propriétés de la région de Juruena, l'objectif étant d'intéresser les propriétaires à la culture d'arbres.

Après quelques mois de plantation, le taux de réussite moyen est de 75 %, avec des valeurs extrêmes variant de 60 à 95 %. Les taux de réussite les plus bas s'expliquent essentiellement par des difficultés d'entretien liées à la concurrence de la flore graminéenne.

### Depuis 2000

Après une campagne 1999/2000 difficile, les gestionnaires du projet souhaitent inscrire leurs actions dans un cadre serein et ouvert en privilégiant les orientations suivantes :

- Affiner les itinéraires techniques de reboisement pour améliorer le taux de réussite de la plantation et diminuer les coûts. Des choix sont faits sur les essences, la production

de plants en pépinière, la densité de plantation, la préparation du terrain, l'entretien et l'utilisation de plantes de couverture. Pour chaque alternative technique, une évaluation des résultats et des coûts est effectuée sur les parcelles déjà plantées ou sur quelques parcelles de test. L'estimation des coûts est très importante pour la réplication du projet.

- Affiner le suivi pour optimiser la gestion globale du projet. Il s'agit de développer des méthodes de collecte de données (inventaires, mesures de carbone) et de traitement de l'information (base de données, SIG).

- Étoffer les champs d'action pour inscrire le projet dans les problématiques de développement local. Les plantations forestières et agroforestières chez les petits propriétaires sont poursuivies.

- Développer partenariats et synergies avec les acteurs locaux. Le projet s'insère dans le réseau LBA

(*Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*) de mesures de flux de carbone. Les collaborations sont renforcées avec l'Université du Mato Grosso, les préfectures et le projet régional GEF (« *Promoting Conservation and Sustainable Use of Biodiversity in Frontier Forests of NorthWestern Mato Grosso* »).

En juin 2000, un comité scientifique a été créé. Son rôle est de débattre de certaines orientations techniques ou conceptuelles du projet. Ce comité consultatif franco-brésilien réunit une quinzaine de membres de disciplines différentes : économie de l'environnement et du changement climatique, reboisement et récupération d'aires dégradées, gestion forestière et sylviculture, écologie et biodiversité. Deux réunions se sont tenues, en juillet 2000 à Cuiaba et en juin 2001 à la fazenda.

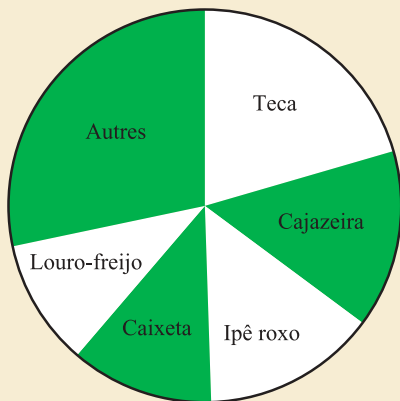


Figure 3

Les espèces actuellement présentes dans la zone du projet de puits de carbone. *Species currently found in the carbon sink area surveyed.*

Noms vernaculaires		Noms scientifiques
20 %	Teca	<i>Tectona grandis</i> (Verbenaceae)
15 %	Caja, cajazeira	<i>Spondias mombin</i> (Anacardiaceae)
15 %	Ipê roxo	<i>Tabebuia</i> sp. (Bignoniaceae)
12 %	Caixeta	<i>Simaruba amara</i> (Simarubaceae)
10 %	Louro-Freijo	<i>Cordia</i> sp. (Boraginaceae)
28 %	Autres dont :	
6 %	Ipê amarelo & branco	<i>Tabebuia</i> sp. (Bignoniaceae)
6 %	Parica	<i>Schizolobium amazonicum</i> (Leguminosae)
4 %	Cedro rosa	<i>Cedrela</i> sp. (Meliaceae)
2 %	Orelha de negro	<i>Enterolobium</i> sp. (Leguminosae)
2 %	Peroba	<i>Aspidosperma</i> sp. (Apocynaceae)
< 1 %	Aroeira	<i>Astronium</i> sp. (Anacardiaceae)
< 1 %	Cajueiro	<i>Anacardium giganteum</i> (Anacardiaceae)
< 1 %	Caroba	<i>Jacaranda copaia</i> (Bignoniaceae)
< 1 %	Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>
< 1 %	Caucho	<i>Castellioa ulei</i>
< 1 %	Cedro marinhoiro	<i>Guarea trichilioides</i> (Meliaceae)
< 1 %	Cerejeira	<i>Torresea acreana</i> (Leguminosae)
< 1 %	Copaíba	<i>Copaifera langdorsffii</i>
< 1 %	Cumbaru	<i>Dipteryx odorata</i> (Leguminosae)
< 1 %	Garrote	<i>Bagassa guianensis</i>
< 1 %	Grandiúva	<i>Trema micrantha</i>
< 1 %	Inga	<i>Inga</i> sp. (Leguminosae)
< 1 %	Itauba	<i>Mezilaurus itauba</i>
< 1 %	Jatoba	<i>Hymenaea</i> sp. (Leguminosae)
< 1 %	Massaranduba	<i>Manilkara huberi</i>
< 1 %	Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i> (Meliaceae)
< 1 %	Olho de boi	<i>Diospyros hispida</i> (Leguminosae)
< 1 %	Piquia	<i>Caryocar</i> sp. (Caryocaraceae)
< 1 %	Pinho cuiabano	<i>Parkia multijuga</i> (Leguminosae)
< 1 %	Seringueira	<i>Hevea</i> sp. (Euphorbiaceae)
< 1 %	Urucum	<i>Bixa orellana</i>

## Biodiversité et environnement local

Les objectifs du projet ne se limitent pas à la fixation de carbone mais incluent également la préservation de la biodiversité et de l'environnement local. Parmi les choix faits par le projet, nous détaillerons ceux relatifs à ces deux points.

### Une majorité d'espèces locales

Pendant la première campagne de plantation, une trentaine d'espèces a été testée (figure 2).

Les taux de réussite ont permis de mieux orienter le choix des espèces pour la seconde campagne. Certaines s'adaptent mieux aux conditions locales et aux maladies ou aux ravageurs (tableau I).

La réussite n'est pas le seul critère de choix des espèces, un second critère concerne la longévité. Les espèces à croissance rapide mais à longévité réduite permettent de recréer rapidement une ambiance forestière, de combattre les herbacées et de fixer précocement du carbone. Pour cette raison, un mélange sera fait entre espèces de différentes croissances et longévités. Il a été essayé une combinaison de deux tiers d'espèces à faible longévité – par exemple caixeta (*Simaruba amara*), louro-freijo (*Cordia* spp.) ou caja (*Spondias mombin*) – avec un tiers d'espèces à longévité plus grande – par exemple ipê (*Tabebuia* spp.), peroba (*Aspidosperma* spp.) ou cedro rosa (*Cedrela odorata*).

Le troisième critère est relatif à la diversité des espèces et à leur valeur environnementale et commerciale. Nous faisons l'hypothèse qu'une diversité d'espèces locales donnera à la plantation une meilleure résistance aux maladies et aura des effets positifs sur les autres espèces animales et végétales. De plus, le choix de certaines espèces valorisables commercialement permettra

de réduire les coûts à long terme de la plantation. Ce choix s'inscrit dans la réflexion sur la répliquabilité de ce projet pilote.

Sur le terrain, une parcelle comporte généralement deux espèces mélangées dans le cas des essences locales (la taille moyenne d'une parcelle est de 17 ha). Pour le teck, des parcelles pures sont recommandées, compte tenu de sa croissance plus rapide par rapport aux autres essences. Néanmoins, des mélanges ont été essayés sur des parcelles de test avec deux tiers de caja (*Spondias mombin*) et un tiers de teck (*Tectona grandis*).

### Le suivi de l'environnement local

Parallèlement à la réflexion sur la biodiversité dans les plantations, un suivi des effets du projet sur l'environnement local est réalisé. En particulier, des biologistes et des zoologues de l'Université fédérale du Mato Grosso réalisent un suivi de la faune dans la zone plantée et dans la forêt.

À l'heure actuelle, les surfaces forestières de la propriété sont consacrées à des études scientifiques sur la diversité végétale et animale. Plus tard, il sera éventuellement décidé des actions de gestion durable.

Un soin particulier est apporté à la description des principaux habitats de la fazenda São Nicolau : forêt naturelle, recrûs secondaires et coulées vertes, pâturages et rivière. Les espèces forestières les plus prisées par les animaux sont introduites dans le reboisement. L'objectif est de hâter le retour de la faune dans les zones de pâturage, écologiquement pauvres. Au niveau spécifique, l'intérêt de la fazenda São Nicolau réside surtout dans la richesse en oiseaux du genre *Ara* (sept espèces différentes de perroquet) et en primates endémiques des genres *Cebus* (apelle ou sapajou), *Chiropotes* (saki à barbe), *Aotus* (singé de nuit) et *Saimiri* (singé écu-reuil ou sapajou jaune).

## Le suivi du carbone

Le projet met en place un système de suivi et de mesure du carbone. Un outil de modélisation est développé dans ce sens. Le suivi des flux et des stocks de carbone dans les limites du projet est comparé à un scénario de référence. De plus, les effets induits en dehors des limites sont estimés.

### Le scénario de référence

Le scénario de référence représente ce qui se serait passé si le projet n'avait pas existé. C'est la comparaison de ce scénario avec le scénario du projet qui permet d'estimer l'effet de ce dernier sur les gaz à effet de serre (BEGG, 2000 ; GOLDEMBERG, 1998 ; VINE *et al.*, 1999). Les questions méthodologiques relatives à l'établissement des scénarios de référence sont l'objet de nombreuses recherches actuellement (CHOMITZ, 1998 ; KELLY, 1999). Nous présentons ici les grandes lignes de notre approche.

Dans le cas du projet ONF-Peugeot, le scénario de référence représente ce qu'aurait fait l'ancien propriétaire. Vraisemblablement, il aurait continué à élever des bovins et à brûler les pâturages régulièrement. Il aurait créé de nouveaux pâturages sur la surface de forêt qu'il pouvait légalement déforester (environ 300 ha).

La prise en compte de la déforestation est critiquable : le projet n'est pas un projet de conservation de la forêt mais un projet de plantation. Considérer la déforestation dans le scénario de référence revient à donner à la conservation de la forêt une valeur élevée en termes de carbone. En exagérant, si le projet couvrirait beaucoup de surfaces de forêt menacée de déforestation, il n'aurait pas besoin de planter des arbres pour atteindre ses objectifs. De plus, même si le projet n'a pas vocation à fournir des crédits carbone, rappelons que la conservation de stocks de

carbone n'est pas éligible au Mécanisme pour un développement propre (décision de Bonn du 23 juillet 2001).

Par conséquent, nous écartons la déforestation du scénario de référence. Les flux à quantifier sont les suivants : la fixation due à la croissance des recrûs naturels et de la forêt, les émissions causées par la décomposition du bois mort, par les ruminants et par les feux de pâturage. Si les brûlis de pâturage sont globalement neutres en CO<sub>2</sub> en raison de la repousse rapide des herbes, ils ne sont pas en termes de gaz traces.

### Le scénario du projet

Le scénario projet s'intéresse à l'évolution réelle de la fazenda, que cette évolution soit influencée ou non par les activités du projet. Les flux associés au scénario du projet sont représentés dans la figure 3.

Dans la forêt et les écosystèmes sans intervention, l'évolution est la même pour le scénario de référence et les flux sont donc identiques.

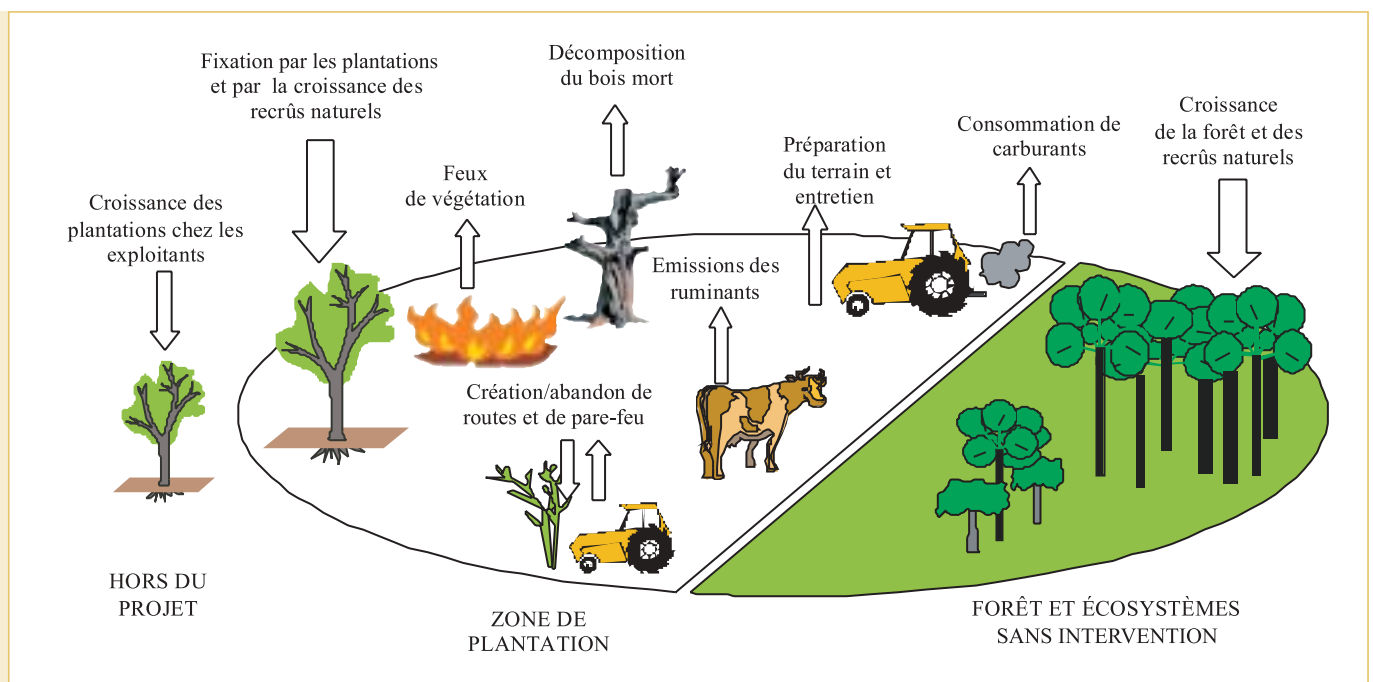
Dans la zone à planter, le bois mort se décompose de la même façon que dans le scénario de référence.

**Tableau I**  
**Choix des espèces pour la seconde campagne de plantation**

Espèce	Réussite	Croissance	Valeur environnementale	Valeur commerciale	Total
Teca ( <i>Tectona grandis</i> )	+++++	+++++	+	+++	14
Ipê roxo ( <i>Tabebuia</i> sp.)	++++	+++	++	++	11
Cedro rosa ( <i>Cedrela odorata</i> )	+++	++	++	+++	10
Sumaúma ( <i>Ceiba pentandra</i> )	+++	++	+++	++	10
Cajá ( <i>Spondias mombin</i> )	+++	+++	+++	0	9
Peroba ( <i>Aspidosperma</i> sp.)	+++	++	++	++	9
Caroba ( <i>Jacaranda copaia</i> )	++	++	++	++	8
Outros ipês ( <i>Tabebuia</i> sp.)	++	++	++	++	8
Mogno ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	+	+	++	++++	8
Freijo ( <i>Cordia goeldiana</i> )	+	++	++	++	7
Caxeta ( <i>Simarouba amara</i> )	+	++	++	++	7

L'application d'engrais, l'élevage, la combustion de carburants et les feux accidentels contribuent à l'émission de gaz à effet de serre. La création de routes ou de pare-feu a pour effet de déstocker le carbone présent dans la végétation herbacée. Plus tard, les pistes abandonnées seront recolonisées par la végétation, d'où une absorption de carbone. Dans les par-

celles plantées, la croissance des plants et des recrûs naturels absorbe du carbone et les sols émettent ou absorbent du carbone.



**Figure 3**

Flux de gaz à effet de serre dans le scénario du projet.  
Greenhouse gas flows in the project scenario.

### La quantification

La quantification des scénarios fait appel à des mesures de stock sur le terrain, des données annuelles du projet (comme la consommation de carburants) et des facteurs d'émission établis par le Groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique (HOUGHTON *et al.*, 1996). Un modèle a été développé pour le suivi du carbone (LOCATELLI, 2001).

Chaque année, le projet entre les données sur la croissance des plantations, sur des analyses de sols et sur ses activités émettrices. En l'absence de données, le modèle extrapole en utilisant des valeurs par défaut. L'évolution du stock est simulée sur une dizaine d'années. Lorsque des données sur la croissance des plantations seront disponibles, des évaluations plus précises de stockage de carbone seront possibles et des simulations à plus long terme seront réalisées.

En parallèle à cette approche par les stocks, le projet va installer une tour de mesure de flux par la technique des corrélations turbulentes (*eddy correlation*). Le montage de cette tour se fait en partenariat avec l'Université fédérale du Mato Grosso, sous l'égide du programme de recherche LBA qui couvre le bassin amazonien avec une douzaine de sites de mesures.

### Les fuites

Dans l'évaluation d'un projet « puits de carbone », les effets induits à l'extérieur – ou fuites – doivent également être pris en compte pour savoir s'ils contribuent à des émissions ou des absorptions de carbone.

Parmi les effets directs positifs, le projet encourage les plantations chez des petits propriétaires. Les effets directs négatifs concernent le devenir des bêtes ou de l'ancien propriétaire de la terre. Celui-ci n'a pas défriché de nouvelles terres, il n'a pas plus mené d'activités polluantes



Dans certaines parcelles, l'abondance des souches et des arbres morts rend la préparation du terrain difficile.

*Large numbers of stumps and dead trees hinder preparations for cultivation in some plots.*

Photo C. Thibault.

et les bêtes n'ont pas continué à émettre du méthane : les effets directs négatifs sont alors négligeables

Les effets indirects sont liés à l'influence du projet sur le marché du travail, de la terre et du bétail. Pour le marché du travail, la création d'emplois peut limiter les activités de déforestation auxquelles se seraient livrés les travailleurs sans le projet. Pour le marché de la terre ou du bétail, la réduction des surfaces agricoles causée par le projet peut entraîner de la déforestation ailleurs. La

réduction de l'offre en bétail va probablement se traduire par un renouvellement de l'offre avec une possible déforestation associée.

La quantification des effets indirects devra recourir à des données et des modèles macro-économiques. Même si cette évaluation n'est pas aisée, la réflexion sur les fuites permet de relativiser certains éléments du bilan. Ainsi, la réduction de l'élevage à l'intérieur de la fazenda profite au bilan du projet mais les fuites compensent probablement ces bénéfices.



## Conclusion

Après deux années d'existence, le projet ONF-Peugeot apparaît comme un exemple de ce que peut être un puits de carbone forestier : un reboisement donnant la priorité à la fixation de carbone atmosphérique tout en prenant en compte la promotion de la biodiversité et l'intégration locale. Les premiers résultats concernent l'élaboration et la mise en place du suivi carbone, l'évaluation de la biodiversité régionale, le comportement des essences locales et les techniques de reboisement.

Les activités du projet vont se développer autour de trois axes :

- l'intégration locale, à travers notamment la collaboration avec le projet GEF ;

- la formalisation des collaborations scientifiques avec l'Université fédérale du Mato Grosso ;

- la diffusion des résultats scientifiques.

Depuis la signature de l'accord entre Peugeot et l'ONF pour le lancement du projet en 1998, les règles régissant l'inclusion des puits de carbone dans la lutte contre le changement climatique se sont largement précisées. L'accord de Bonn de juillet 2001 ouvre désormais la voie aux projets de reboisement des pays du Sud. Les controverses sur les puits de carbone sont nombreuses, en particulier à propos de l'intégrité environnementale et des conséquences des projets sur l'environnement et le développement. Des réalisations concrètes permettent de réfléchir à ces aspects polémiques. Le projet ONF-Peugeot est l'un des premiers puits de carbone de cette nature et de cette ampleur dans le monde. Inscrit dans le long terme, ce prototype est un exemple d'une action volontariste potentiellement riche d'enseignements.

## Références bibliographiques

BEGG K., 2000. Initial evaluation of CDM type projects in developing countries : executive summary. Guildford, Royaume-Uni, Centre for Environmental Strategy, University of Surrey, 16 p.

CHOMITZ K. M., 1998. Baselines for greenhouse gas reductions : problems, precedents, solutions. Washington, États-Unis, World Bank, Carbon Offsets Unit, 67 p.

GOLDEMBERG J. (éd.), 1998. The clean development mechanism : issues and options. New York, États-Unis, United Nations Development Programme.

HOUGHTON J. T., MEIRA FILHO L. G., LIM B. TREANTON K., MAMATY I., BONDUKI Y., GRIGGS D. J., CALLENDER B. A. (éd.), 1996. Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories : volume 3, chapter 4 (agriculture) and chapter 5 (land-use, land-use change and forestry). Bracknell, Royaume-Uni, IPCC/OECD/IEA, UK Meteorological Office, 142 p. et 76 p.

KELLY C., 1999. Developing the rules for determining baselines and additionality for the clean development mechanism : recommendations to the UNFCCC. Washington, États-Unis, Center for Clean Air Policy, 6 p.

LOCATELLI B., 2001. Bilan carbone du projet « puits de carbone » ONF-Peugeot (fazenda São Nicolau, Mato Grosso, Brésil). Rapport de mission du 17 juin au 2 juillet 2001. Cirad, ONF, 58 p.

VINE E., SATHAYE J., MAKUNDI W., 1999. Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of forestry projects for climate change mitigation. Berkeley, California, États-Unis, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-41877, 125 p.

Sur la fazenda, les bovins contribuent à la lutte contre les herbacées.

*Cattle on the fazenda help to control herbaceous vegetation.*

Photo C. Thibault.



## Synopsis

### BIODIVERSITY IN A CARBON SINK

Bruno LOCATELLI,  
Ambroise GRAFFIN,  
Thierry BOISSEAU

**The Kyoto Protocol** introduced the Clean Development Mechanism (CDM) in 1997. This mechanism enables projects, such as carbon sinks, to be implemented in developing countries and considered as reductions in greenhouse gas emissions from industrialized countries. Including carbon sinks in the CDM is a highly controversial issue. Opponents argue that there is a risk of including projects whose real impact on the reduction of greenhouse gas emissions is not measurable, and even projects with adverse impacts on biodiversity and sustainable development.

To minimise such dangers, appropriate methods and criteria need to be established to determine project eligibility and monitoring. Pilot projects are used to establish and test such methods. This is the case with the ONF-Peugeot carbon sink project, which is based on plantations of mixed, essentially local, tree species. In addition, the project is helping to develop further knowledge and to test technical schemes for plantations of this type.

In 1998, Peugeot and the French Forestry Office (*Office national des forêts* – ONF) launched their carbon sink project in Brazil, in the north of the State of Mato Grosso. Ultimately, the project will include plantations in 5 000 ha of degraded lands and sustainable management for 7 000 ha of natural forest. The main objective of the plantations is to fix as much carbon as possible. With this project, Peugeot is hoping to demonstrate its concern for the preservation of the environment in a practical way that complements its operation to develop “clean engines”. Peugeot has undertaken this pilot operation without seeking any kind of return in the form of future carbon credits.

### The carbon sink project

In late 1998, the project established a tree nursery in Juruena. In March 1999, ONF Brasil purchased the São Nicolau site some 90 km from Juruena to begin reforestation operations. This *fazenda* covers 2 500 ha of pastureland (for reforestation) and 7 500 ha of natural forest (for sustainable management). One of the problems encountered was in controlling the extremely vigorous grasses in the former pasture areas. A “severe” technical scheme was decided on to begin with, using herbicides and controlled fires. Burning was subsequently abandoned following a State ruling. In late 99, the project was suspected of causing deaths among animal populations as a result of incorrect herbicide application, but was officially absolved of all blame in early 2000. Meanwhile, the site was prepared for planting using exclusively manual and mechanical methods.

From November 1999 to March 2000, 1 200 ha of the *fazenda* were planted. The species chosen were essentially local. Teak, the only exotic species, accounted for 18% of all saplings planted that year. Some thirty native species were used.

The species planted were chosen according to their success rate during the first campaign. The second criterion for selection was species longevity. Some fast-growing species are also used in spite of their short life cycle, because they quickly recreate a forest atmosphere, help to control herbaceous vegetation and begin to fix carbon at an early stage. The third criterion concerns species diversity and their environmental and commercial value. The assumption is that a diversified mix of local species is likely to make the plantation as a whole more resistant to diseases and to be more beneficial to other plant and animal species. The decision to use certain marketable species will also help to cushion the long-term costs of the plantation, an option that stems from discussions on the replicability of the pilot project.

### Monitoring of project impact

While work were being undertaken on biodiversity in the plantations, the project team began to monitor its impact on the local environment, implementing a system for monitoring and measuring carbon. Flows of carbon stocks within the project boundaries were compared to a reference scenario, while induced effects beyond the boundaries were estimated.

The reference scenario represents what would have happened had the project not existed. Comparisons between this scenario with the project scenario form the basis for estimating the project’s effects on greenhouse gases. The project scenario is designed to cover actual changes in the *fazenda*, whether or not they are influenced by project activities. Other flows are also taken into consideration besides carbon absorption by trees and soil, such as those stemming from fertiliser application, road building or fire-breaks, livestock breeding, fuel combustion, the decomposition of dead wood and accidental fires.

The scenarios are quantified using on-site stock measurements, annual project data and emission factors defined by the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). A carbon monitoring model has been developed.