

OPÉRATION CARBONE

Une expérience pilote en Amazonie

Exposition présentée du 18 mai 2004 au 2 janvier 2005
à la Cité des sciences et de l'industrie

Reboiser une zone dégradée de la forêt amazonienne en utilisant des essences natives de cette région et lutter contre l'effet de serre : ce double pari, relevé actuellement au Brésil, fonde l'histoire singulière de la fazenda* São Nicolau.

A partir du 18 mai et pendant huit mois, cette histoire est racontée dans la serre de la Cité des sciences et de l'industrie : par 70 % d'hygrométrie et une température de 25°C, l'exposition, riche d'une centaine de plantes forestières tropicales, rend compte de cette expérience écologique unique.

L'histoire de la fazenda São Nicolau permet d'aborder l'autre volet de l'exposition : le débat international sur la gestion des gaz à effet de serre et la maîtrise de leurs émissions. Car le projet de la fazenda São Nicolau, dont l'objectif est de séquestrer 7 millions de tonnes de gaz carbonique (soit 2 millions de tonnes de carbone), s'inscrit dans ce contexte général.

Située dans la serre de la Cité, la première partie de l'exposition, qui présente une centaine de jeunes arbres tropicaux, retrace les grandes lignes de cette expérimentation forestière, en déclinant ses trois séquences : la pépinière du projet, le site de la fazenda lui-même et les recherches menées en laboratoire. Le double objectif du projet, scientifique mais aussi écologique et humain (aménager la biodiversité végétale et l'inscription du projet dans le tissu socio-économique local en utilisant des espèces brésiliennes) est mis en valeur dans cette partie de l'exposition.

Brésil, en plein cœur de la forêt amazonienne : à l'initiative de Peugeot, l'Office national des forêts (ONF) s'est engagé dans le reboisement d'une parcelle de forêt rachetée à un propriétaire agricole, la fazenda São Nicolau. Sur les 10 000 ha de surface totale de la fazenda, quelque 2 200 ha avaient été transformés en pâturage ; ils sont aujourd'hui l'objet du projet de reforestation. En guise de préambule, une installation vidéo met en regard les trois niveaux de lecture de l'exposition : enchevêtrés, des images du site de la fazenda, des photos de la forêt amazonienne et des clichés satellites de la Terre forment une spirale où le visiteur va s'engouffrer.

Première étape : sur une surface de 50 m² représentant une pépinière, des jeunes plants d'essences diverses se dressent dans leur godet, en attendant d'être replantés. Berceau du projet de reboisement, cette pépinière emploie des habitants de la région pour collecter les graines et faire émerger les plants. Elle témoigne de leur savoir-faire, hérité d'une culture ancestrale de la forêt. Des histoires sonores, diffusées par des haut-parleurs, rythment la découverte de la pépinière.

**Fazenda : terme d'origine brésilienne désignant une grande propriété agricole.*

Information presse : Annabelle Hagmann, 01 40 05 73 60, a.hagmann@cite-sciences.fr

c o m m u n i q u é (f i n)

Deuxième étape : la fazenda, site de la reforestation, est évoquée par une centaine de jeunes arbres. Ponctuant la visite, des histoires sonores éclairent les richesses botaniques que recèle cette parcelle de forêt amazonienne et expliquent les travaux minutieux nécessaires à leur implantation. Ces arbres trouvent une place dans l'écosystème de la fazenda et attirent une faune de plus en plus diversifiée. Ils s'insèrent dans l'économie locale brésilienne, par leur potentiel d'exploitation.

Enfin, passage nécessaire, le laboratoire de l'exposition illustre les mesures sur l'absorption du carbone ainsi que l'étude des capacités de stockage des différentes espèces menées à la fazenda. Une forêt en croissance absorbe en effet plus de gaz carbonique qu'elle n'en rejette pour constituer sa biomasse : c'est l'origine de l'expression "puits de carbone". Le projet de la fazenda São Nicolau vise justement à piéger sept millions de tonnes de gaz carbonique à plus ou moins long terme. L'étape du laboratoire ravive également les connaissances scientifiques fondamentales pour la compréhension des puits de carbone végétaux, telles que le cycle du carbone ou la photosynthèse.

Conçue comme un espace d'analyse, la seconde partie de l'exposition se détache du cas particulier de la fazenda pour resituer la séquestration du carbone dans l'ensemble des moyens de lutte contre l'effet de serre et, notamment, la réduction des émissions qui reste une priorité.

Un tour d'horizon identifie les différentes manières de soustraire le carbone à l'atmosphère. Meilleure gestion des sols, injection dans des couches géologiques profondes, recours à l'océan ou captation chimique : ces voies, souvent innovantes, sont décrites sur des supports graphiques.

Un débat contradictoire expose ensuite les controverses scientifiques ou politiques que soulèvent les puits de carbone. Des experts internationaux expriment leur point de vue dans des entretiens réalisés à partir de quatre questions majeures : l'Amazonie : patrimoine écologique ou richesse régionale ? Les puits de carbone, la bonne solution ? Quel avenir pour un puits de carbone forestier ? Enfin, le carbone est-il une marchandise comme une autre ?

Pour finir, l'exposition replace cette expérimentation brésilienne dans un contexte plus large, en amenant le public vers la question centrale : quelles sont les solutions pour émettre moins de CO₂ dans les secteurs de l'industrie, de l'énergie, de l'agriculture, de l'habitat et des transports, en particulier dans le domaine du transport automobile ?

Après *Climax*, *Pétrole, nouveaux défis* et *Soleil, mythes et réalités*, l'exposition **Opération Carbone prolonge le programme "Gérer la planète" de la Cité des sciences et de l'industrie, consacré depuis octobre 2003 au développement durable.** Elle a bénéficié du partenariat de Peugeot et de la collaboration scientifique de l'Office national des forêts.

S o m m a i r e

Les points forts de l'exposition p.4

Les coulisses de l'exposition p.6

Le parcours de l'exposition p.7

Un projet singulier de reboisement p.7

1 La pépinière p.8

2 La fazenda São Nicolau p.9

3 Le laboratoire p.11

4 La fazenda São Nicolau en chiffres p.14

Lutter contre l'effet de serre p.15

5 La séquestration du carbone p.15

6 Paroles d'experts p.16

7 La réduction des émissions p.17

Générique de l'exposition p.20

Autour de l'exposition p.21

Les partenaires de l'exposition

Peugeot, partenaire industriel

L'ONF, partenaire scientifique

Informations pratiques

L'exposition *Opération Carbone* est présentée du 18 mai 2004 au 2 janvier 2005

Cité des sciences et de l'industrie
30, avenue Corentin Cariou,
75019 Paris
Métro : Porte de la Villette

Exposition trilingue
(français, anglais, espagnol)
accessible aux visiteurs
handicapés moteurs, non-voyants
et sourds et malentendants.
Enfants à partir de 7 ans.

Ouvert tous les jours sauf le lundi
de 10 h à 18 h
(19 h le dimanche)

Tarifs : 7,5 € et 5,5 €

Information du public

01 40 05 80 00
ou www.cite-sciences.fr

Information presse

Annabelle Hagmann
01 40 05 73 60
a.hagmann@cite-sciences.fr

Les points forts de l'exposition

1 Une centaine de jeunes arbres tropicaux

Une centaine de plantes forestières compose cette exposition, située dans la serre de la Cité des sciences et de l'industrie. Toutes ces plantes (à l'exception du teck) évoquent une vingtaine d'essences natives du Brésil. Les spécimens présentés sont encore jeunes : ils ont de quelques semaines à quelques années. Certains ont été plantés spécialement pour l'exposition, d'autres ont été prélevés en Guadeloupe. Mis à part quelques essences que l'on trouve dans des serres très spécialisées, les plantes présentées n'existent pas en France.

Féru de botanique ou simples amateurs de plantes tropicales feront donc leur miel de cette exposition qui a nécessité la mise en œuvre de moyens humains et muséographiques hors du commun. (cf. *Coulisses de l'exposition p.6*)

2 Une ambiance exotique

Opération Carbone relate une aventure du bout du monde. Elle emmène le visiteur sous les latitudes du Mato Grosso, en plein cœur de la forêt amazonienne.

Dès l'abord de l'exposition, une grume exotique de taille impressionnante indique le début du parcours tandis

qu'une installation vidéo crée une impression de glissement vers un endroit singulier de la planète. Une ambiance sonore, spatialisée dans toute l'exposition, évoque le quotidien à la fazenda : on entend les hommes au travail, les bruits des animaux, le bourdonnement des moustiques, le bruissement des feuilles. Le parcours se poursuit dans une végétation foisonnante : ici la pépinière et ses innombrables plants en godet, là des plants plus âgés atteignant trois mètres de hauteur. Il fait 25°C, l'hygrométrie est de 70 %, on se sent bien loin de Paris !

3 Des histoires sonores

L'histoire de la fazenda Sao Nicolau est une épopée écologique, humaine et scientifique. Elle repose sur une forte synergie entre des scientifiques et des cultivateurs locaux au savoir-faire précieux qui, tous, font converger leurs efforts vers le développement de cette jeune forêt.

Pour rendre compte de cette histoire, les concepteurs de l'exposition ont choisi de la transmettre oralement. Disséminées dans tout le parcours de l'exposition, des histoires sonores, diffusées par des petits haut-parleurs et proposées aux oreilles des visiteurs curieux, fourmillent de détails : histoire et qualités ethno-

botaniques de certaines plantes, travail des hommes employés pour trouver les graines et choyer les jeunes plants, outils nécessaires pour les plantes ou pour les animaux, mais aussi explications scientifiques sur les expériences menées à la fazenda...

4 Des dispositifs pédagogiques

Qu'est-ce que la photosynthèse, quel est son rôle dans le cycle du carbone ? Comment mesure-t-on la quantité de carbone dans un arbre ? Comment évalue-t-on la quantité de gaz carbonique qu'une forêt en croissance absorbe ? Par des dispositifs muséographiques pédagogiques (objets techniques, maquettes, illustrations, flip book*, histoires sonores), l'exposition permet à chacun de raviver ses connaissances scientifiques fondamentales et de s'informer des recherches actuelles sur la séquestration du carbone.

5 Des idées simples pour participer à la réduction des émissions de CO₂

S'intéresser à l'histoire singulière de la fazenda São Nicolau, c'est regarder la lutte contre l'effet de serre sous un angle particulier. Chacun de nous peut réduire l'émission des gaz responsables par des réflexes souvent

* Livret présentant une succession d'images, qui, lorsqu'il est feuilleté rapidement, reproduit l'illusion optique du dessin animé.

Les points forts de l'exposition

simples : manger des fruits et légumes de saison, penser à prendre son vélo pour de courtes distances, éteindre son ordinateur plutôt que le mettre en veille, ne pas trop chauffer chez soi... Mais la communauté internationale tout entière devra très rapidement faire des choix plus drastiques pour limiter les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle de la planète. Les solutions sont multiples : recourir à la géothermie, encourager en agriculture le semis direct plutôt que le labour préalable, installer des éoliennes, développer des industries propres... Cette exposition propose des pistes concrètes pour lutter contre l'effet de serre.

6 Une suite logique aux autres expositions actuellement proposées dans le cadre du programme "Gérer la Planète", consacré au développement durable

Acte 1 : *Climax* nous enseigne que l'amplification du changement climatique est inéluctable si rien n'est fait pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Acte 2 : *Pétrole, nouveaux défis* pose la question de l'avenir énergétique de la planète : combien de temps, et au prix de quelles innovations scientifiques les nouveaux pétroles prendront-ils le relais des pétroles conventionnels ?

Quelles énergies alternatives peut-on envisager ?

Acte 3 : *Soleil, mythes et réalités* fait plein feu sur notre étoile, le Soleil, qui est à la fois la clef de voûte du cycle de la vie sur Terre et une source énergétique presque inépuisable.

Acte 4 : A la lumière du projet de reboisement de la fazenda São Nicolau, *Opération Carbone* s'intéresse de près à la séquestration du carbone par une forêt en croissance et, à cette occasion, détaille les différentes solutions pour piéger le carbone et réduire les émissions de gaz à effet de serre. De *Climax* à *Opération carbone* : la boucle est bouclée.

7 Accessibilité pour tous

Depuis sa création, la Cité de sciences et de l'industrie s'efforce de rendre accessibles à tous les lieux et les contenus des expositions.

Opération Carbone en est une nouvelle illustration. Elle est particulièrement adaptée aux visiteurs déficients visuels : des panneaux en braille (situés dès l'introduction ainsi que dans la partie laboratoire), un livre sonore reprenant l'essentiel des points concernant la lutte contre les gaz à effet de serre et une quinzaine d'histoires sonores disséminées dans le parcours de l'exposition, facilitent aux visiteurs aveugles et mal

voyants l'accès au contenu de l'exposition. Pour les visiteurs sourds et malentendants, un livret retranscrivant la totalité des histoires sonores est disponible dès l'entrée de l'exposition. Un accès facilité est également aménagé pour les visiteurs handicapés moteurs. Enfin, visiteurs francophones, anglophones et hispanophones peuvent visiter cette exposition qui est trilingue. Sans oublier les enfants, bienvenus dès l'âge de 7 ans !

Les coulisses de l'exposition

Des moyens muséographiques exceptionnels

D'où viennent les jeunes arbres présentés dans l'exposition ?

Certaines espèces de la fazenda sont protégées par la convention de Washington du 3 mars 1973, qui régule le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction. Par ailleurs, le gouvernement brésilien est très attentif au bio-piratage et accorde difficilement les permis d'exportation. Enfin, à ces obstacles juridiques et politiques, s'ajoutait le souci des partenaires de l'exposition de ne déposséder en aucune façon le Brésil de ses richesses botaniques. Par conséquent, **aucune des plantes présentées dans l'exposition ne provient directement du Brésil**. De plus, sur les quarante espèces plantées dans la fazenda, seule une vingtaine sont représentées dans l'exposition. Certaines sont identiques à celles de la fazenda, d'autres leur sont apparentées, des "cousines" en quelque sorte. D'où proviennent-elles ?

En France, les quelques pépinières spécialisées dans les essences forestières d'Amérique Latine ne disposaient que de cinq des espèces recherchées.

Quelle autre solution, sinon se procurer les graines et les faire germer soi-même dans la petite serre de la Cité des sciences et de l'industrie, inaccessible au public ? **L'ONF a recueilli les centaines de graines nécessaires en Guyane française** et les a expédiées par avion vers Paris.

A la Cité, l'aventure a continué car la levée de dormance est un art subtil. On a donc employé les méthodes les plus diverses : celles que dictait le bon sens (enfouir les graines, les humidifier afin d'hydrater les cotylédons, les placer en incubateur) ou l'audace (les scarifier mécaniquement ou chimiquement, en versant une goutte d'acide nitrique sur le tégument pour permettre à l'embryon de sortir de son enveloppe...). Après des semaines de patience, quelques échecs et beaucoup de suspens lié à la canicule ou au froid de l'hiver parisien, les graines ont germé.

Agés d'un an au plus, les plants préparés pour l'exposition dans la petite serre de la Cité étaient parfaits pour illustrer la pépinière, mais encore trop jeunes pour témoigner véritablement du stade de développement de leurs grands frères de la fazenda.

Aussi a-t-on décidé d'importer des spécimens de Guadeloupe.

La société T2T international et les services de l'ONF Guadeloupe sont partis à leur recherche et ont prélevé les trois cents jeunes plants recherchés. Ceux-ci ont ensuite été choisis en pépinière puis expédiés par bateau depuis Pointe-à-Pitre, par Gefco, dans un container spécialement climatisé et équipé de lumière artificielle pour ce trajet transatlantique. Quinze jours plus tard, **les plants sont arrivés au port de Rouen et le**

container a achevé son voyage sur un camion. Ces jeunes arbres, d'un mètre cinquante à trois mètres de hauteur, sont arrivés le 25 mars dernier à la Cité : il leur restait alors deux mois pour poursuivre leur croissance avant le début de l'exposition.

Véritable gageure que de présenter, huit mois durant, des arbres tropicaux dans un établissement culturel parisien.

Pour relever ce pari, la serre de la Cité, site de l'exposition, fournit aux jeunes arbres un environnement approprié : la lumière artificielle, la température et les conditions d'hygrométrie sont contrôlées par un ordinateur climatique. De plus, des soins attentifs (arrosage, taille, fertilisation et suivi phytosanitaire) sont prodigués à la demande par le personnel de la Cité, pendant toute la durée de l'exposition. Enfin, des phases de repos dans la petite serre (inaccessible au public, plus chauffée et mieux exposée au soleil) alternent continuellement avec des phases de présentation sur le lieu même de l'exposition. **Ces précautions permettront aux arbres tropicaux de traverser sereinement l'épopée que constitue cette exposition végétale à la Cité des sciences et de l'industrie.**



Pépinière de Juruena © ONF/PSA

Un projet singulier de reboisement

Cap sur le Brésil ! Une grume majestueuse de bois exotique, longue de plus de six mètres et d'une circonférence supérieure à un mètre, dessine une allée. Ancestrale et immémoriale, cette large pièce de bois indique le chemin à suivre : un sentier balisé par trois grands écrans disposés en quinconce qui créent, depuis un cliché satellite de la Terre, un effet de zoom sur le site de la fazenda São Nicolau. Cette installation vidéo, réalisée par l'artiste Luc Riolon, happe le visiteur et le transporte à plus de 8 000 kilomètres de là, sous les latitudes tropicales du Mato Grosso.

Encore quelques marches à gravir et le voici dans la serre de la Cité. L'atmosphère est tropicale, il fait 25°C, l'hygrométrie est de 70 %. Une ambiance sonore évoque l'atmosphère de la fazenda : on y discerne le martèlement des bûches et des pas qui foulent le sol mais aussi les cris des animaux, les chants des oiseaux ou le son des feuilles qui bruissent dans le vent. Bienvenue au Brésil, dans la région du Mato Grosso !

Un projet singulier de reboisement

La première partie de l'exposition est végétale : elle regorge de plants en godet, d'herbes folles ou de petits arbres déjà prometteurs, qui tous évoquent des essences brésiliennes. Ils peuplent cette partie qui décrit l'expérimentation forestière menée actuellement sur le site de la fazenda São Nicolau, en transposant ses trois séquences principales : la pépinière, la fazenda elle-même et le laboratoire du projet.

Un audiovisuel de sept minutes précise le contexte de l'expérimentation : la contribution à la lutte contre l'effet de serre par la reforestation d'une parcelle de forêt amazonienne.

La fazenda São Nicolau est une ancienne propriété agricole à 2 000 kilomètres au nord-ouest de Brasília, en bordure du Rio Juruena qui appartient au bassin versant de l'Amazone. Sur les 10 000 hectares initiaux (environ une fois et demie Paris), 2 200 hectares ont été déboisés par l'ancien propriétaire pour installer des pâturages. Après avoir vendu sa propriété, celui-ci est parti s'installer dans une autre fazenda déjà ouverte, au sud du Brésil.

Depuis 1999, à l'initiative de Peugeot, l'ONF mène à la fazenda São Nicolau un

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres

double pari, scientifique et écologique. La dimension scientifique du projet consiste à reboiser les 2 200 ha de forêt manquante de sorte que les arbres en croissance séquestrent, en quelques dizaines d'années, un peu plus de sept millions de tonnes de gaz carbonique. Sa dimension écologique réside dans une sélection très variée d'espèces forestières locales et dans son inscription durable et intelligente dans le tissu socio-économique local.

Cette expérimentation n'aurait pu se faire sans la volonté politique du Brésil, ni la participation des propriétaires locaux, des ouvriers et des divers partenaires : ONF Brasil, maître d'œuvre du projet ; l'ONG franco-brésilienne Pro-natura chargée de l'insertion socio-économique du projet, le comité scientifique du projet ; l'Université fédérale du Mato Grosso ; les communes de Cotriguaçu et de Juruena où se développe le projet.



Pépinière de l'exposition © CSI

1 La pépinière

La pépinière est le berceau du projet. Dans l'exposition, elle est évoquée par une surface de cinquante mètres carrés. Des centaines de jeunes plants de sept essences différentes se dressent avec vigueur dans leur godet, dans l'attente d'être transplantés en terre. Un jeu de miroirs reflète la pépinière à l'infini et illustre la dimension considérable du projet. Cette étape est cruciale : la qualité des plants conditionne la réussite du reboisement.

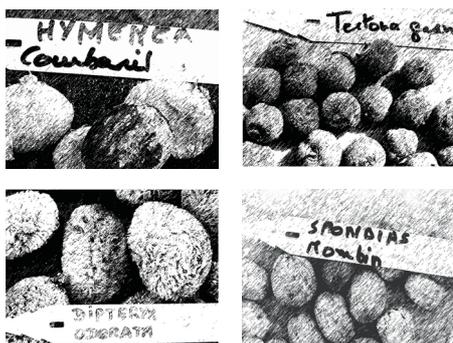
Une histoire sonore donne une idée précise de l'échelle de la pépinière brésilienne. Créée spécialement pour le projet, elle est située à une centaine de kilomètres de la fazenda et s'étend sur trois hectares. Sa capacité de production est d'un million de plants d'espèces différentes par an.

Pour se procurer les graines nécessaires, il faut reconnaître les arbres porte-graines dans la forêt. Seuls les cultivateurs locaux connaissent leur emplacement et savent comment produire les plants. **Une quarantaine d'entre eux a été embauchée pour faire ce travail, qui est décrit dans une histoire sonore.** Ce faisant, ils comprennent que les arbres peuvent être source de revenus s'ils ne sont pas abattus. Ce travail les sensibilise aussi aux enjeux d'une gestion pérenne de la forêt.

Le butin de la collecte est étonnant : certaines graines se nichent confortablement

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres



Détails de graines © CSI

dans des fruits charnus, tandis que d'autres dorment dans des capsules, sortes de coquilles de toutes formes : longues comme un étui à lunettes, grosses comme une courge, familières comme une noix. Elles peuvent être ailées comme des graines d'érable ou brunes et tachetées de blanc à la manière des graines de ricin. Certaines sont sagement alignées dans un réceptacle, d'autres s'installent sur des infrutescences. L'ensemble offre une riche déclinaison de couleurs, oscillant entre le rosé clair et le marron marbré ou le noir de l'ébène. **Quelques spécimens reposent paisiblement dans trois vitrines.**

Un flip book retrace en un clin d'œil la transformation d'une graine en jeune plant, métamorphose qui s'étale normalement sur quelques semaines.

Les jeunes plants d'un vert tendre et encore chétifs de la pépinière laissent difficilement imaginer leur arborescence future. Heureusement, **quelques-uns sont bavards et racontent leur histoire dans de curieuses embouchures**, des haut-parleurs vers lesquels le visiteur est invité à tendre l'oreille. De cette façon, ***Tectonia grandis*** (teck) précise qu'il est la seule espèce non locale de la fazenda puisqu'il est originaire de régions de mousson de l'Est asiatique. Quant à ***Bixa orellana*** ("rocouyer"), elle explique que ses pigments jaunes et rouges servent aux indiens de teintures, de condiments ou même de produits anti-moustique.

2 La fazenda São Nicolau

Chaque jour, la fazenda São Nicolau poursuit sa métamorphose grâce aux bons soins d'une équipe permanente de vingt personnes, chargées d'entretenir et de suivre chaque plant. Aujourd'hui les plants les plus anciens font plusieurs mètres de hauteur et déjà, par endroits, leur croissance préfigure la forêt de demain, tandis que les animaux réapparaissent, attirés par ce milieu hospitalier. Conçue comme une promenade dans cet écosystème, cette séquence de l'exposition est animée par des histoires sonores sur ses différents acteurs : les hommes, les arbres, les animaux ...

Lorsque les jeunes plants sont assez forts pour être replantés en milieu naturel, ils sont véhiculés de la pépinière jusqu'à la fazenda São Nicolau. En regardant à travers un oculaire, on peut faire défiler chronologiquement une dizaine de photos illustrant cet itinéraire technique. Sur place, une équipe d'ouvriers sai-

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres

sonniers, prépare le terrain, dégage les arbres morts, creuse les trous des futurs plants et combat la végétation concurrente constituée par des graminées très vigoureuses. Le projet fait essentiellement appel à des techniques douces et la plantation est manuelle.

Des machines et des outils agricoles classiques, du tracteur à la simple pioche, sont nécessaires. Mais il a fallu aussi bricoler de nouveaux outils de travail comme le xux (prononcer "chouche"), qui permet de mettre les plants en terre plus rapidement. Différents objets sont **présentés dans une vitrine**, ainsi qu'un onguent très spécial : un anti-moustique maison, moins coûteux et plus efficace que l'anti-moustique industriel, dont les ouvriers s'enduisent pour lutter contre ces insectes qui pullulent à la fazenda.

Le résultat est là ! De jeunes arbres, hauts de quelques mètres, s'épanouissent dans cette partie consacrée à la fazenda. Leur frondaison augure d'un feuillage plus dense, verdoyant, très rare sous nos latitudes. Ces plants, ce sont des **Chorisia speciosa**, des **Cecropia peltata**, des **Derris indica**, des **Bauhinia forficata**, des **Cedrela odorata**, des **Hevea brasiliensis**, des **Hymenaea courbaril**, des **Inga edulis**, des **Simarouba amara**, des **Spondias mombin**, des **Swietenia macrophylla**, des **Tabebuia**... Comme dans la pépinière, **certains sont diserts et racontent leur histoire aux oreilles curieuses.**

L'histoire de **Hevea brasiliensis** légitime a posteriori la vigilance du gouvernement brésilien face au bio-piratage. Depuis toujours, les Indiens d'Amazonie extrayaient le latex de l'hévéa pour façonner des objets quand, au XIX^e siècle, un Anglais transporta des graines viables dans des colonies aux latitudes similaires à celles du Brésil, afin de poursuivre une exploitation concurrentielle.

De la famille des méliacées, **Swietenia macrophylla** (ou acajou d'Amérique) est, du fait de sa résistance et de sa coloration, le bois d'Amazonie le plus convoité pour la fabrication de meubles de luxe, destinés à l'Europe notamment.

On reconnaît aussi les **Tabebuia**, ou ipê, car l'ipê-jaune figure sur le drapeau du Brésil. **Chorisia speciosa** fait partie des rares espèces forestières tropicales que l'on trouve dans des serres et des parcs européens, du fait de ses qualités ornementales. Son tronc boursoufflé par l'eau ressemble à une bouteille, un peu comme son proche parent, le baobab.

Les herbes folles et envahissantes, qui empêchent de progresser dans la fazenda,

Espèces forestières présentées

Achras sapota
Anacardium occidentale
Bauhinia forficata
Bixa orellana
Cecropia peltata
Cedrela odorata
Chorisia speciosa
Derris indica
Eugenia uniflora
Ficus macrophylla
Gliricidia sepium
Hevea brasiliensis
Hymenaea courbaril
Inga edulis
Jacaranda mimosaeifolia
Mauritia flexosa
Simarouba amara
Spondias mombin
Swietenia macrophylla
Tabebuia sp.
Tecoma castaneifolia
Tectona grandis

Espèces herbacées présentées

Brachiaria bryzantha
Panicum maximum

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres

sont des *Panicum maximum* et *Brachiaria bryzantha*. Ces plantes font partie des espèces herbacées les plus agressives et les plus productives du règne végétal. Originaires d'Afrique, elles ont été introduites par l'ancien propriétaire pour servir de pâture à ses bovins.



Ouvrier de la fazenda
© ONF/PSA

Travailler avec de nombreuses essences locales, et notamment des espèces forestières nourricières, favorise le retour d'une faune variée. **Grâce à des paires de jumelles réparties dans l'ensemble de l'exposition, le visiteur peut observer des photographies en relief de certains de ces animaux.** On voit un petit singe capucin, un énorme rongeur appelé capivara ou encore un anaconda vert, l'un des plus dangereux des serpents de la forêt amazonienne. On aperçoit aussi un magnifique perroquet arara aux multiples couleurs.

Des équipes de l'université fédérale du Mato Grosso procèdent à des relevés périodiques de la présence d'animaux lors d'observations diurnes et nocturnes. L'objectif est d'identifier, de comptabiliser et d'apprécier l'évolution des espèces présentes. **Des vitrines montrent différents pièges installés dans la fazenda afin de capturer et d'étudier ces animaux** (des pièges à insectes à alcool, des filets pour oiseaux, etc.) ainsi que des moulages d'empreintes. Le bilan est très encourageant : oiseaux, insectes, rongeurs, papillons, mais aussi grenouilles, cochons sauvages, loutres, panthères, tapirs, serpents reviennent progressivement.

3 Le laboratoire

Qu'est-ce que le carbone ? Quel est son rôle dans la photosynthèse ? Comment le mesure-t-on dans la biomasse ? Les enjeux scientifiques de cette aventure sont très importants : la fazenda est aussi une forêt laboratoire où des mesures précises sur la fixation du carbone par la végétation en croissance sont effectuées. L'espace laboratoire de l'exposition illustre cette ambition du projet et ravive les connaissances fondamentales du visiteur.

Une vitrine met en évidence l'omniprésence du carbone dans notre écosystème planétaire à travers une sélection d'échantillons de matériaux. Le carbone se trouve rarement à l'état pur et fait presque toujours partie d'une molécule composite, comme le gaz carbonique (CO₂) ou le méthane (CH₄), présents dans l'atmosphère.

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres

L'océan, les sols, et les êtres vivants ou morts sont constitués de carbone, le charbon en contient 92 %, le bois sec 50 %.

Une maquette figure de façon simple le cycle du carbone. Le carbone est omniprésent sur Terre. Sa quantité globale est constante et se répartit dans différents éléments qui constituent des réservoirs : l'océan, le sol et les êtres vivants ou morts. Entre ces éléments, des échanges se font : c'est ce qu'on appelle le "cycle du carbone". Mais récemment, ce cycle s'est enrayé : pour ses besoins énergétiques, l'homme brûle les hydrocarbures qui dormaient depuis des millions d'années dans des couches géologiques profondes et libère dans l'atmosphère un CO_2 additionnel, en quantité supérieure au volume que le cycle naturel du carbone peut absorber.

Par le mécanisme de la photosynthèse, le règne végétal transforme le gaz carbonique en matière organique. Dans l'exposition, ce phénomène complexe est mis en évidence au moyen de trois vitrines, dans lesquelles des sondes mesurent la quantité de gaz carbonique. La première est vide, c'est la vitrine de référence : la sonde indique la teneur en CO_2 de l'air que l'on respire. Dans la deuxième vitrine, une plante est placée sous la lumière : la quantité de CO_2 est plus faible que dans la vitrine de référence. Pourquoi ? Eclairée et arrosée, la plante transforme le CO_2 en matière ligneuse, autrement dit, elle pousse. Ce phénomène, c'est la photosynthèse. Dans la troisième vitrine, la plante est maintenue dans l'obscurité. La quantité de CO_2 est plus forte que dans la vitrine de référence : la nuit, en respirant, la plante absorbe de l'oxygène et rejette du CO_2 dans l'atmosphère.

Dans le cas d'une plante adulte, le bilan photosynthèse / respiration est nul. En revanche, la forêt en croissance soustrait à l'atmosphère plus de CO_2 qu'elle n'en rejette. C'est la définition même du puits de carbone. Une plaquette explique le fonctionnement du puits de carbone végétal : la quantité de carbone absorbée grâce à la photosynthèse des arbres qui poussent est plus grande que la quantité de CO_2 libérée par leur respiration et par la décomposition des arbres morts. Le bilan de CO_2 devient nul lorsque la majorité des arbres ne croît plus. Attention ! L'effet peut s'inverser : lorsque la forêt brûle ou se décompose faute d'entretien, elle libère le carbone qu'elle recelait. Seule une gestion durable de la forêt évite ce retournement de situation. Elle suppose de limiter les incendies

Un projet singulier de reboisement

1 La pépinière 2 La fazenda 3 Le laboratoire 4 La fazenda São Nicolau en chiffres

et les friches, de replanter des arbres ayant une forte capacité de stockage et, en aval, d'exploiter le bois qui continue de séquestrer le carbone sous forme de papier, de meubles, de charpentes...

L'un des objectifs scientifiques de l'expérimentation est de quantifier la teneur en carbone des arbres à différents stades de leur croissance. Une vitrine est consacrée au processus de mesure auquel se livrent les scientifiques de la fazenda sur des arbres morts.

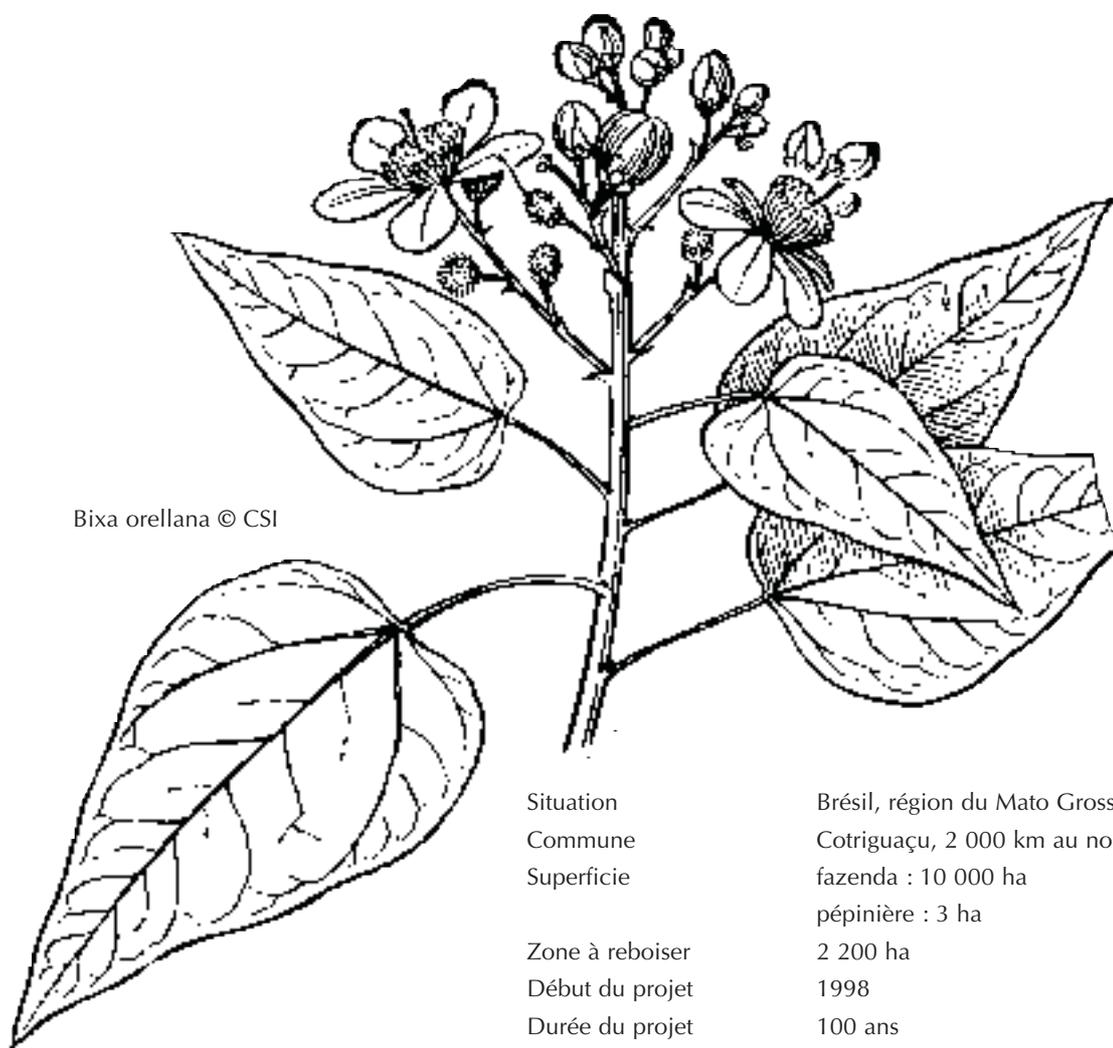
Les mesures effectuées sur les arbres d'une parcelle non déboisée de la fazenda permettent de connaître le pourcentage de matière sèche des branches, du tronc et des feuilles et le pourcentage de carbone dans cette matière sèche. Ces résultats servent de référence. Ces mesures, effectuées aux différents stades de croissance des arbres de la fazenda, permettent de déduire la quantité globale de gaz carbonique absorbée par la zone reboisée. Les scientifiques calculent ainsi le nombre d'arbres qu'il faut replanter pour atteindre l'objectif de sept millions de tonnes de gaz carbonique séquestrées.

A la fazenda, on étudie aussi les échanges de gaz carbonique entre l'atmosphère et la végétation, à l'aide de capteurs installés en haut d'une tour surplombant de dix mètres la cime des jeunes arbres. Cette tour fait partie d'un programme européen de recherche sur les flux de carbone en Amazonie appelé LBA (Large Biosphere Experiment in Amazonia), qui compte dix-sept tours dans le bassin amazonien. Celle de la fazenda est la seule qui soit implantée dans le cadre d'un projet de reforestation. **Une vitrine, présentant des fac-similés de capteurs et de matériel de recueil de données, est consacrée à ce processus de mesure dynamique.** Un premier capteur évalue la vitesse et la direction du vent, l'autre mesure la concentration de gaz carbonique dans l'air. On en déduit le flux de gaz carbonique entre la biosphère et l'atmosphère et sa variation au cours du temps.



Capteurs de la tour LBA de la fazenda São Nicolau : le capteur de gauche évalue la concentration de gaz carbonique et celui de droite la vitesse et la direction du vent.
© ONF/PSA

La fazenda en chiffres



Bixa orellana © CSI

Situation	Brésil, région du Mato Grosso
Commune	Cotriguaçu, 2 000 km au nord-ouest de Brasília
Superficie	fazenda : 10 000 ha pépinière : 3 ha
Zone à reboiser	2 200 ha
Début du projet	1998
Durée du projet	100 ans
Emplois créés	Permanents : 20 Saisonniers : de 50 à 100 selon les périodes
Climat	tropical humide
Nombre de plants	2,2 millions depuis le début du projet
Nombre d'espèces	40 espèces forestières brésiliennes
Objectif	2 millions de tonnes de carbone séquestrées en 100 ans, soit 7 millions de tonnes de gaz carbonique
Financement	10 millions de dollars US

Lutter contre l'effet de serre

4 La séquestration du carbone 5 Paroles d'experts 6 La réduction des émissions

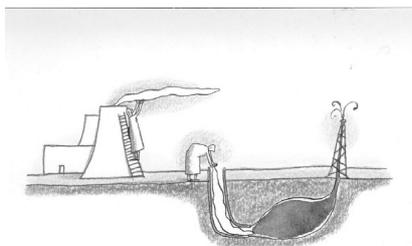
La seconde partie de l'exposition renvoie à la problématique initiale : le réchauffement climatique. Car l'expérimentation de la fazenda São Nicolao s'inscrit dans la lutte mondiale contre l'excès de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Cette partie de l'exposition identifie plusieurs modes possibles de séquestration du carbone et se fait l'écho des controverses scientifiques et politiques. Elle aborde la question cruciale de la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans différents secteurs. La scénographie organise le parcours dans un registre théâtral et sensible. Une centaine de fûts d'arbres peints évoquent une forêt qui serait fossilisée. Des effets de lumière colorée cisèlent l'espace, à l'image des rayons du soleil perçant ici la canopée, découvrant là une clairière. Ils mettent en relief le propos muséologique.

4. La séquestration du carbone

Tout système qui absorbe plus de carbone qu'il n'en rejette peut être qualifié de puits de carbone. De hautes cimaises servent de support à des explications illustrées, consacrées aux différents types de puits de carbone autres que les arbres d'une forêt en croissance : séquestration par le sol, injection dans des couches géologiques, absorption par l'océan, captation chimique.

Près du quart de la séquestration de carbone opérée par la forêt en croissance est réalisée par son sol. Ce piège est fragile : la décomposition de la matière organique qu'il contient libère du gaz carbonique. Il faut donc freiner cette décomposition. Cette perspective constitue pour l'agriculture une intéressante carte à jouer vis-à-vis de la société dans les décennies à venir. Ainsi, pour augmenter la séquestration du carbone, le labour, qui ouvre profondément le sol et détruit la vie biologique, pourrait-il être délaissé au profit du semis direct sur un sol recouvert du résidu de la culture précédente.



La séquestration géologique du carbone, illustration extraite de l'exposition
© Jean-Vincent Senac

Carbone contre pétrole ? On connaît la méthode qui consiste à injecter des produits comme la vapeur d'eau ou du CO₂ gazeux dans le puits de pétrole pour faire remonter "l'or noir". Mais depuis la brutale prise de conscience lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, les industriels, et notamment les compagnies pétrolières, font évoluer ce procédé afin de l'inscrire dans les solutions de réduction

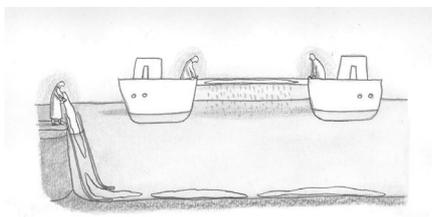
Lutter contre l'effet de serre

4 La séquestration du carbone 5 Paroles d'experts 6 La réduction des émissions

des gaz à effet de serre. Certains récupèrent désormais à la sortie des cheminées le gaz carbonique et le méthane émis par les centrales thermiques par exemple, pour l'injecter dans le puits de pétrole où il va être séquestré après avoir fait remonter le brut. L'exemple du gisement de Weyburn au Canada est présenté pour illustrer cette technique.

Parfois, l'injection de CO₂ dans des couches géologiques poursuit seulement des objectifs environnementaux : on peut récupérer le CO₂ directement à la sortie de cheminées des industries émettrices pour l'injecter dans des couches géologiques très profondes et spongieuses, dites "aquifères", qui forment d'excellents pièges à carbone. L'exemple du gisement de gaz naturel de Sleipner, en Norvège, le montre.

L'océan constitue un énorme réservoir à carbone. Grâce à la photosynthèse des phytoplanctons et aux réactions chimiques avec le CO₂ atmosphérique, la surface de l'océan absorbe du carbone. Mais la capacité des eaux profondes à absorber le CO₂ n'est presque pas employée... D'où ces deux idées : d'une part, injecter du CO₂ à 3 000 mètres de profondeur (à ces conditions de très fortes pression et température, le CO₂ liquide forme un "lac" reposant sur les fonds marins), d'autre part, disperser, par des pipelines mobiles reliés à des bateaux, de fines gouttelettes de CO₂ qui se dissolvent naturellement dans l'eau. Ces idées se heurtent à des oppositions écologiques très fortes qui considèrent l'océan comme un milieu naturel essentiel, intouchable et surtout trop mouvant. Tous les programmes européens de recherche sur le stockage océanographique sont actuellement abandonnés.



La dispersion de CO₂ dans l'océan, illustration extraite de l'exposition
© Jean-Vincent Senac

Par captation chimique, le carbone est transformé en cailloux. Dissous dans l'eau, le CO₂ se transforme petit à petit en calcaire, comme l'illustrent les stalactites. Mais ce phénomène met des milliers d'années à se produire. D'où l'idée d'accélérer le processus naturel, pour transformer le CO₂ récupéré à la sortie des usines en pierres calcaires, destinées aux routes ou aux bâtiments.

Reste à trouver comment accélérer la réaction chimique de transformation. Une solution consiste à extraire le magnésium ou le calcium des déchets industriels, puis de faire réagir ces éléments indispensables à la transformation du CO₂ en calcaire. Théoriquement, tout fonctionne... Sauf qu'aujourd'hui, cette métamorphose émet plus de CO₂ qu'elle n'est censée en soustraire à l'atmosphère.

Lutter contre l'effet de serre

4 La séquestration du carbone 5 Paroles d'experts 6 La réduction des émissions

5. Paroles d'experts

Les puits de carbone font l'objet de bien des controverses. Certaines portent sur des questions scientifiques, d'autres sur des enjeux politiques. Place aux experts : des haut-parleurs incrustés dans des cimaises diffusent leur point de vue sur quatre grands sujets.

Experts interrogés :

Marcelo de Andrade, fondateur et président de Pro Natura

Pierre Cornut, économiste

Dominique Dron, ancienne présidente de la Mission interministérielle contre l'effet de serre (MIES)

João Ferraz, chercheur à l'Institut national brésilien de recherche de l'Amazonie (INPA) de Manaus

Ambroise Graffin, ingénieur forestier ONF International, responsable du projet Puits de carbone de la fazenda São Nicolau de 1999 à 2002

Roger Guesnerie, professeur au Collège de France en théorie économique et organisation sociale

Roberto Kishinami, ancien directeur exécutif de Greenpeace Brésil

Rattan Lal, directeur du centre de gestion et de séquestration du carbone, Professeur à l'École des ressources naturelles de l'Université de l'Ohio

Cyril Loisel, chargé de mission Effet de serre, ONF

Marie-Gabrielle Piketty, chercheuse en économie au CIRAD

Frédéric Saint Geours, directeur général de Peugeot

Bernad Saugier, directeur d'écophysiologie végétale, Université Paris Sud

Plinio Sist, chercheur en biologie végétale et tropicale au CIRAD

Hervé Théry, directeur de recherche au CNRS et directeur de l'unité mixte de recherche ENS/IRD "Territoire et mondialisation dans les pays du Sud".

Jacques Weber, directeur de l'Institut français de la biodiversité

Premier sujet :

L'Amazonie, patrimoine écologique ou richesse régionale ?

Devant la dégradation continue de la forêt amazonienne, la question de sa gestion présente et future devient une préoccupation majeure, en particulier pour le principal pays concerné : le Brésil. Comment faire cohabiter une logique de développement économique avec la sauvegarde du patrimoine écologique de l'Amazonie ?

Lutter contre l'effet de serre

4 La séquestration du carbone 5 Paroles d'experts 6 La réduction des émissions

Deuxième sujet :

Les puits de carbone, la bonne solution ?

Pour limiter l'augmentation de l'effet de serre due aux activités humaines, des puits de carbone peuvent être créés afin d'absorber une partie du gaz carbonique atmosphérique. Quel peut être l'avantage d'une telle approche, comparée à celle qui consiste à réduire les émissions de ce gaz à la source ?

Troisième sujet :

Quel avenir pour un puits de carbone forestier ?

Lorsqu'une forêt arrive à maturité, elle atteint un équilibre entre le carbone fixé et le carbone réémis. Sa mission de puits de carbone est remplie. Quel peut être alors son avenir ? Faut-il l'exploiter commercialement ? La laisser à son état naturel ? La faire évoluer vers un projet de développement durable, profitable à l'économie locale de la région qui l'accueille ?

Quatrième sujet :

Le carbone est-il une marchandise comme une autre ?

Des accords internationaux permettent aux pays développés de revendre à d'autres une part de leur quota d'émission de carbone ou encore d'investir dans d'autres pays, notamment dans des pays en développement, sur des projets qui permettent de réduire les émissions de CO₂. Les puits de carbone sont donc au centre d'enjeux politiques et économiques. A qui profite cette commercialisation du carbone ?

6. La réduction des émissions

Les puits de carbone ne peuvent être envisagés que comme complément aux solutions mises en œuvre pour émettre moins de gaz à effet de serre. L'exposition donne quelques réponses concrètes, à la fois technologiques et comportementales, dans les secteurs les plus émetteurs : l'énergie, l'industrie, l'agriculture, l'habitat et le transport. Pour ce dernier, un regard particulier est porté sur l'automobile.

Cinq secteurs sont passés au crible. Pour chaque secteur, un panneau inspiré des dazibao informe des mesures en application ou potentielles pour réduire les émissions de CO₂, en se fondant chaque fois sur des exemples concrets.

Lutter contre l'effet de serre

4 La séquestration du carbone 5 Le débat 6 La réduction des émissions

L'énergie est responsable de 12% des émissions de gaz à effets de serre en France. Améliorer le rendement des turbines et des chaudières, recourir aux énergies renouvelables, telles que l'eau, le soleil, la géothermie, la biomasse et les éoliennes, sont des pistes à suivre.

L'industrie produit 21% des émissions françaises. Certains secteurs industriels (le verre, le ciment ou la métallurgie) consomment beaucoup d'énergie ; d'autres (la chimie, l'aluminium ou l'électronique) émettent des gaz à effet de serre au pouvoir de réchauffement global encore plus important que le gaz carbonique tels que le protoxyde d'azote ou les gaz fluorés.

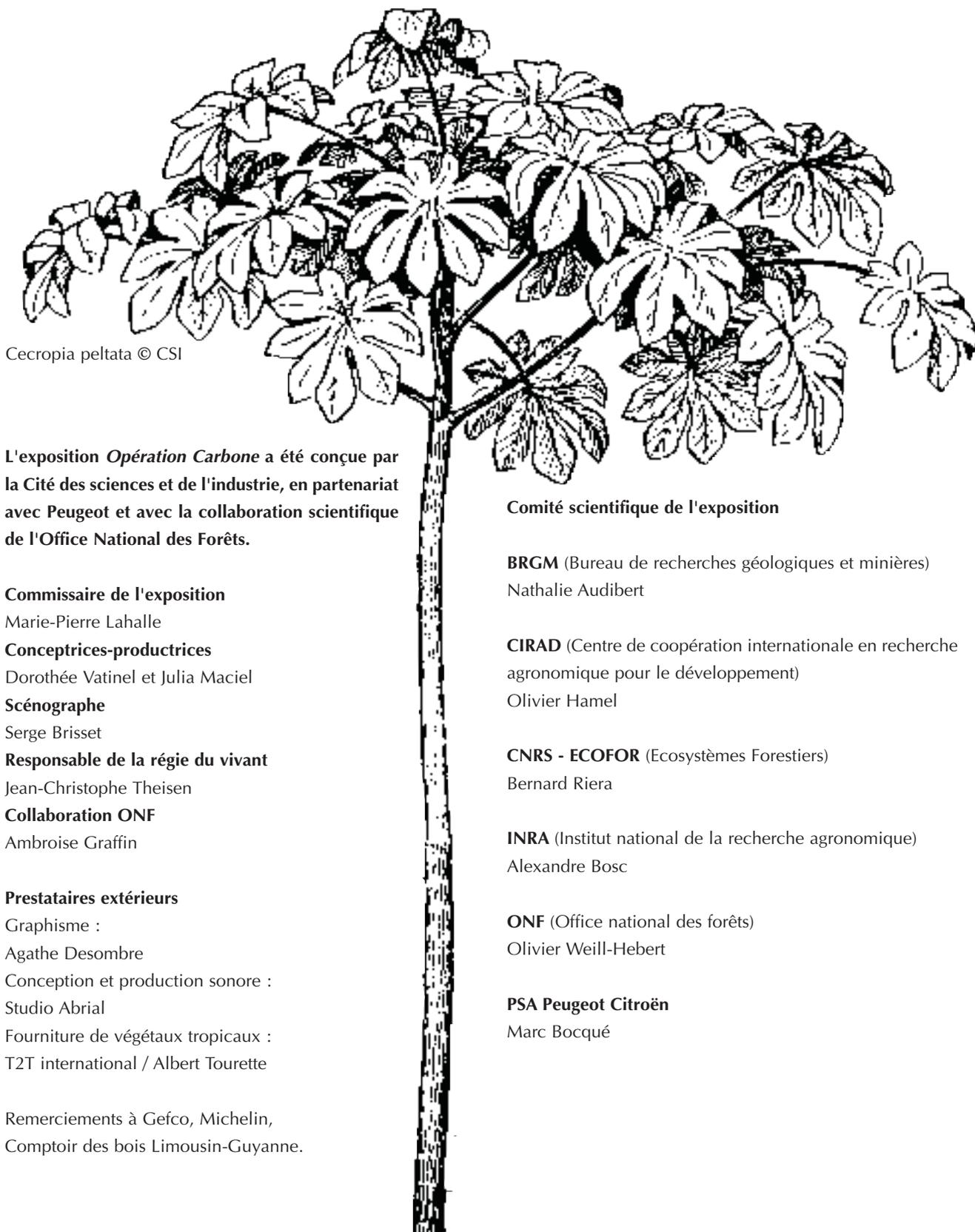
L'agriculture, en contribuant à hauteur de 19% environ aux émissions françaises, a un bilan écologique contrasté : d'une part, les sols et les résidus terreux, la digestion des vaches, la fermentation des déjections animales et les rizières sont très émetteurs de gaz carbonique et de méthane, d'autre part, la culture du colza et du tournesol peut produire des biocarburants.

L'habitat est responsable d'un peu moins de 19 % des émissions françaises. Une première source d'économie réside dans la conception du bâtiment et l'architecture bioclimatique. Une bonne isolation du bâtiment limite aussi les consommations de chauffage. Il appartient à chacun de limiter sa consommation d'électricité et d'eau.

Le transport est la cause de 26 % des émissions de gaz à effets de serre en France. Une utilisation raisonnée de son véhicule et le recours aux transports collectifs limitent la combustion du carburant. Mais il faudrait aussi enrayer la forte croissance du transport de marchandises par camion et apprendre à limiter nos trajets en avion.

En tant que constructeur automobile et parallèlement à son mécénat écologique à la fazenda São Nicolau, Peugeot s'est fixé deux priorités en matière de protection de l'environnement : baisser les émissions de gaz carbonique des véhicules et améliorer la qualité de l'air. Un espace dans l'exposition permet de découvrir les différentes technologies dites "propres", développées ou utilisées par le groupe. Certaines sont déjà en application comme le moteur HDI (injection directe sous très haute pression), le filtre à particules ou les biocarburants tels que le diester. D'autres le seront à moyen terme : le "stop & start" (qui consiste à arrêter le moteur chaque fois que le véhicule s'immobilise et à le redémarrer automatiquement et ce, de manière totalement imperceptible pour le conducteur) ou le recours au gaz naturel de ville comme carburant. Enfin, certaines recherches sur la voiture électrique ou la pile à combustible (qui transforme de l'hydrogène en eau pour produire de l'électricité) visent le plus long terme.

Générique de l'exposition



Cecropia peltata © CSI

L'exposition *Opération Carbone* a été conçue par la Cité des sciences et de l'industrie, en partenariat avec Peugeot et avec la collaboration scientifique de l'Office National des Forêts.

Commissaire de l'exposition

Marie-Pierre Lahalle

Conceptrices-productrices

Dorothee Vatinel et Julia Maciel

Scénographe

Serge Brisset

Responsable de la régie du vivant

Jean-Christophe Theisen

Collaboration ONF

Ambroise Graffin

Prestataires extérieurs

Graphisme :

Agathe Desombre

Conception et production sonore :

Studio Abrial

Fourniture de végétaux tropicaux :

T2T international / Albert Tourette

Remerciements à Gefco, Michelin,
Comptoir des bois Limousin-Guyanne.

Comité scientifique de l'exposition

BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)

Nathalie Audibert

CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement)

Olivier Hamel

CNRS - ECOFOR (Ecosystèmes Forestiers)

Bernard Riera

INRA (Institut national de la recherche agronomique)

Alexandre Bosc

ONF (Office national des forêts)

Olivier Weill-Hebert

PSA Peugeot Citroën

Marc Bocqué

A u t o u r d e l ' e x p o s i t i o n

1 Un espace ressources

Au sein même de l'exposition, un petit espace ressources permet aux visiteurs de consulter sur place quelques ouvrages sélectionnés par la Cité des sciences et de l'industrie sur les sujets abordés dans l'exposition.

2 Le système "Visite +"

"Visite +" est un service que la Cité des sciences et de l'industrie offre à ses visiteurs. En fin de visite, le public enregistre son passage et repart avec un numéro qui lui permet de s'identifier plus tard, quand il se connecte sur le site de la Cité : www.cite-sciences.fr. Il peut alors accéder à la totalité du contenu de l'exposition (textes, vidéos, illustrations, histoires sonores...) et même davantage, puisque certains sujets de l'exposition sont plus largement approfondis.

3 Le Pointdoc de la médiathèque

Pour ceux qui désirent approfondir leurs connaissances sur la séquestration du carbone, la médiathèque de la Cité propose la consultation sur place, ou en ligne sur cite-sciences.fr/planete, d'un catalogue de références multiples.

Ce "Pointdoc", constitué de références de livres, revues, films, cédéroms et sites internet, aborde les aspects scientifiques, écologiques et politiques de la séquestration du carbone.

4 Les animations

Pour découvrir autrement l'exposition *Opération carbone*, les animateurs de la Cité proposent un atelier et une présentation.

Forêt amazonienne : un trésor à explorer

Atelier - démonstration. Tous publics à partir de 8 ans. Durée : 45 mn.

Du 29 juin au 28 août à 16 h.

En étagant la faune sur une maquette d'arbre de la forêt amazonienne, les participants découvrent la biodiversité ainsi que les interrelations entre les animaux et les végétaux. Ce voyage sous la canopée permet de comprendre le cycle du carbone et la fragilité de l'écosystème amazonien.

Présentation de l'exposition

Tous publics à partir de 12 ans. Durée 20 mn.

Tous les jours à 12 h.

Les animateurs de la Cité des sciences et de l'industrie proposent une introduction à l'exposition *Opération Carbone*.