

Du 20 au 22 juin se tiendra au Brésil une nouvelle édition du Sommet de la Terre, vingt ans après le Sommet de Rio. Une belle occasion de découvrir un domaine en pleine effervescence et dans lequel le CNRS est aux avant-postes : l'ingénierie écologique. Son but ? Appliquer sur le terrain les concepts de l'écologie pour une meilleure gestion de l'environnement. En juin, le grand public est d'ailleurs convié à découvrir le travail des chercheurs. *CNRS Le journal* vous en propose ici un aperçu.

UNE ENQUÊTE D'ÉMILIE BADIN ET DE CHARLINE ZEITOUN

Ingénieuse écologie



Une discipline tout terrain

« **Ce que nous sommes en train de vivre est historique.**

En France, l'ingénierie écologique connaît un essor sans précédent », se réjouit Luc Abbadie, directeur du laboratoire Biogéochimie et écologie des milieux continentaux (Bioemco)¹. Mais de quoi s'agit-il ? Cette discipline consiste à réhabiliter des écosystèmes, voire à en créer de nouveaux, en mettant en pratique les concepts de l'écologie, c'est-à-dire en utilisant les lois qui gouvernent l'organisation et la dynamique des systèmes naturels. « L'ingénierie écologique a vocation à devenir pour l'écologie ce que la médecine est à la biologie », résume Thierry Dutoit, conseiller scientifique sur cette thématique à l'Institut écologie et environnement (Inee) du CNRS. « On opère dans le simple but de retrouver une biodiversité perdue,

mais aussi pour optimiser les services écologiques qu'un écosystème peut rendre à l'homme, ajoute Luc Abbadie. C'est ainsi qu'on peut planter des arbres pour séquestrer le carbone, implanter des espèces pour dépolluer un site ou contrôler la prolifération de végétaux. »

DES MILLIERS DE CHANTIERS DANS LE MONDE

Aujourd'hui, des milliers de chantiers de ce type sont en cours un peu partout sur la planète. À New York, pour améliorer la qualité de l'eau de ville, on intervient sur un bassin-versant situé en amont ; en Chine, dans le Yunnan, on crée des mosaïques de variétés d'espèces pour diminuer la sensibilité du riz aux champignons pathogènes ; au Sénégal, dans le cadre de la Grande Muraille verte, on rétablit un couvert végétal pour freiner la désertification et développer de nouvelles activités économiques. . .

Bien qu'elle soit encore très expérimentale, l'ingénierie écologique a assurément le vent en poupe. Probablement parce qu'elle est portée par le mouvement actuel qui tend à réconcilier l'homme

01 Au Brésil, des chercheurs français expérimentent la greffe de végétaux pour restaurer la savane. 02 En Afrique, la Grande Muraille verte doit permettre de faire reculer la désertification.



avec la nature, mais surtout parce qu'elle a reçu un sérieux coup de pouce des législateurs. Aux États-Unis d'abord, le Clean Water Act, voté en 1972, a imposé à tout aménageur qui, par la construction de ses infrastructures, empiète sur un milieu humide, de compenser ses destructions par la restauration ou la création d'une surface équivalente de milieu humide. « Cette décision a véritablement lancé l'ingénierie écologique outre-Atlantique », estime Luc Abbadie. Les autres pays ont peu à peu suivi. En France, les choses ont commencé à bouger avec le Grenelle Environnement, qui a réaffirmé l'obligation de compensation pour les aménageurs. Celle-ci était déjà inscrite dans la loi sur

la protection de la nature de 1976, mais n'avait pas été suivie d'effets.

Le CNRS a immédiatement accompagné le mouvement en lançant, dès 2007, le programme interdisciplinaire de recherche Ingeco (lire l'encadré ci-dessous), dédié à l'ingénierie écologique et piloté par l'Inee. Dans ce cadre, pas moins de 80 projets sont actuellement menés un peu partout en France et dans le monde. Dont celui, emblématique, de la réhabilitation de la steppe de Crau (lire p. 23).

UN SUJET TRANSDISCIPLINAIRE

Aujourd'hui donc, des centaines de scientifiques français sont impliqués. Les écosystèmes étant des ensembles ultracomplexes, les réhabiliter nécessite de faire travailler de concert des scientifiques aux compétences très diverses. « C'est un domaine transdisciplinaire, confirme Luc Abbadie. Mon laboratoire, par exemple, compte des chimistes, des hydrologues, des microbiologistes, mais aussi, des botanistes, des théoriciens de l'écologie, etc. »

Comment s'y prennent les chercheurs ? « L'ingénierie écologique n'en est qu'à ses balbutiements, estime Thierry Dutoit, qui mène ses recherches à l'Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE)². C'est une science

LE CNRS EN PREMIÈRE LIGNE

En 2007, le CNRS, en partenariat avec l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea), a initié le grand programme interdisciplinaire de recherche Ingeco, piloté par l'Inee. L'objectif était de « repérer et de structurer une communauté scientifique

capable d'anticiper sur une nouvelle demande forte de recherche » en matière d'ingénierie écologique. Plusieurs appels d'offres ont ainsi été lancés, qui ont abouti au financement de 80 projets, mais aussi de trois réseaux de professionnels : le Groupe d'application de l'ingénierie des écosystèmes, le Réseau

d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration, l'Association française de génie biologique pour le contrôle de l'érosion des sols. « Le programme s'est arrêté en 2011, mais les chantiers se poursuivent, et les réseaux fonctionnent toujours et sont désormais autonomes », informe Luc Abbadie. Un succès donc. Alors, à quand Ingeco 2 ?

encore très expérimentale dans laquelle nous avons tout à découvrir ou à redécouvrir. Ce qui est un peu dommage, c'est que nos ancêtres connaissaient des techniques pour piloter la nature. Mais tout ce savoir a été perdu à l'ère industrielle, surtout après la Seconde Guerre mondiale. »

Les chercheurs ont néanmoins déjà acquis plusieurs certitudes. Ils savent que, pour qu'un milieu soit **résilient**, il faut maximiser la diversité biologique, utiliser des espèces locales déjà adaptées à l'environnement et garantir une certaine

RÉSILIENT

Capacité d'un écosystème à récupérer un fonctionnement normal après avoir subi une perturbation.

hétérogénéité (différences de niveaux d'eau, de topographie, etc.), car un milieu naturel n'est jamais homogène. « Avant de tout mettre en place, nous simulons sur ordinateur l'évolution de l'écosystème, afin

« Science et développement durable : vingt ans après Rio, quelles perspectives? », à Paris, les 4 et 5 avril derniers, durant la Semaine du développement durable. Et, du 20 au 25 mai, aura lieu le 13^e congrès de la Société internationale d'ethnobiologie, à Montpellier, sur le thème : « Diversité culturelle et diversité biologique pour le développement durable ».

de prédire au mieux comment il va réagir », explique Luc Abbadie. L'exercice est délicat tant les paramètres sont nombreux et sont amenés, dans un contexte de réchauffement climatique, à changer sans cesse.

QUESTIONS ÉTHIQUES

Anticiper est pourtant essentiel. « Nous nous devons de prévoir les conséquences de nos actes, car ils ne sont pas anodins, poursuit le chercheur. Par exemple, si nous plantons une forêt d'arbres particulièrement efficaces pour séquestrer du carbone, il y a de fortes chances pour que la biodiversité du site en pâtisse. De même, quand onensemence les océans avec du fer pour faire croître du plancton et le voir assimiler le CO₂ de l'atmosphère, il faut envisager les modifications que cela va occasionner sur les relations entre espèces, etc. L'ingénierie écologique pourrait nous inciter à jouer les apprentis sorciers, il faut absolument s'en garder. »



03 D'importants travaux, dont certains relèvent de l'ingénierie écologique, sont menés pour mettre fin à l'ensablement du Mont-Saint-Michel.

L'ingénierie écologique, ça sert à ...

FILTRER LES EAUX USÉES



→ Sur l'île de Mayotte, la mangrove sert à épurer les eaux usées.

Peut-on filtrer les eaux usées grâce aux foisonnantes racines, immergées dans la mer, d'une mangrove tropicale? C'est le projet pilote imaginé par les chercheurs

du Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement¹, sollicité par le Syndicat intercommunal d'eau et d'assainissement de Mayotte. Dans cette île très dense en population, où les stations d'épuration manquent, les scientifiques ont installé un système de collecte des eaux usées domestiques dans un lotissement. Après un prétraitement de décantation qui élimine une partie de la pollution, l'eau est rejetée à marée basse sur des parcelles

de mangrove par des tuyaux percés, à la manière d'un système d'arrosage. Premier résultat : l'azote polluant les eaux usées est absorbé par la végétation et favorise sa croissance tel un engrais. Reste maintenant à évaluer le taux global de décontamination de l'eau en aval de la mangrove. Et à vérifier que l'équilibre de sa biodiversité n'est pas perturbé.

1. Unité CNRS/Université Paul-Sabatier/INP Toulouse.

CONTACT :
François Fromard
> francois.fromard@univ-tlse3.fr

PRÉSERVER LES MARAIS

C'est désormais prouvé : le pâturage traditionnel, où l'on laisse différentes espèces d'herbivores brouter, a bien son intérêt, alors qu'il était abandonné dans certaines régions de France. Les chercheurs du laboratoire Écosystèmes, biodiversité, évolution¹ l'ont montré en testant diverses configurations sur 20 hectares de marais poitevin. Dans ces prairies, il existe trois grands types de végétation, selon que les zones sont inondées ou non, à quelques mètres d'écart seulement. Les parcelles tests montrent clairement que, du fait de la différence de leur régime alimentaire, lorsque chevaux et

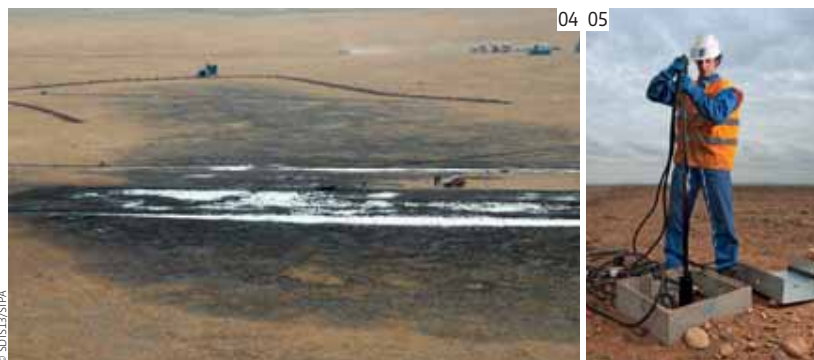
Chantiers en cours en plaine de Crau

Les ingénieurs de l'écologie sont confrontés à d'autres questions éthiques. Ainsi, l'obligation de compensation, cadre dans lequel ils interviennent souvent, pourrait inciter à la destruction. Après tout, à quoi bon limiter ses dégâts sur la nature si l'on a la possibilité de se racheter ensuite une bonne conscience verte? « Si minutieux que l'on soit, on ne pourra jamais reproduire à l'identique un écosystème perdu ni retrouver son équivalent exact ailleurs », note Thierry Dutoit. *Un peu comme une excellente copie de La Joconde ne remplacera jamais le tableau original.* « Heureusement, on n'observe pas cette tendance à la destruction décomplexée aux États-Unis, où l'obligation de compensation est la plus ancienne », conclut Luc Abbadie. En France, comme ailleurs sur la planète, la discipline a donc probablement de beaux jours devant elle. **É. B.**

1. Unité CNRS/UPMC/Inra/IRD/ENS/AgroParisTech/Upec.
2. Unité CNRS/Aix-Marseille Université/Université d'Avignon/IRD.

04 En 2009, la rupture d'un oléoduc a libéré 4,5 millions de litres de pétrole dans la plaine de Crau.

05 Aujourd'hui encore, du pétrole est pompé dans la nappe phréatique.



© SDR33/51PA

© MAKSOMEN/CNRS PHOTO THÈQUE

Les trois projets présentés dans cet article et ceux signalés par un drapeau vert participent aux **Journées portes ouvertes organisées par le CNRS (lire Pour en savoir +, p. 27).**

Thierry Dutoit arpente pour la troisième fois la même parcelle de terrain, les yeux rivés au sol. « Mais où se cache-t-elle donc? Je suis sûr de l'avoir placée dans ce coin... » Puis il s'arrête net devant un galet plat marqué de la lettre A, qu'il soulève : une grosse fourmi noire se recroqueville sous les assauts de la lumière quasi printanière. « Ah, te voilà enfin! s'exclame-t-il. Je vous présente l'une des nombreuses ingénieures qui contribuent à restaurer le site. » Le site dont il est question, c'est celui d'un chantier de réhabilitation au cœur de la plaine de Crau, dans

les Bouches-du-Rhône. Le 7 août 2009, à 7h30, l'une des canalisations de l'oléoduc qui traverse la plaine lâche, déversant 4,5 millions de litres de pétrole en quelques heures. Une marée noire se répand sur le territoire. Le sol chauffé par le soleil d'été s'enflamme tandis que, sur 5 hectares, le pétrole s'infiltré dans la nappe phréatique. Très vite, la Société du pipeline sud-européen (SPSE, gestionnaire de l'oléoduc) fait enlever les 40 premiers centimètres du sol. En tout, 72 000 tonnes de terre sont évacuées à la pelleuse. Depuis, pour continuer de dépolluer, la SPSE pompe

CONTACTS :

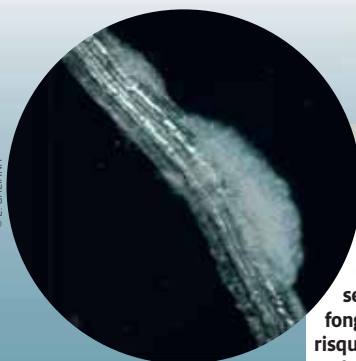
Luc Abbadie
> abbadie@biologie.ens.fr
Thierry Dutoit
> thierry.dutoit@imbe.fr

bovins pâturent ensemble, cela permet de conserver une plus grande diversité végétale. Le résultat est aussi valable pour les marais bretons et charentais.

1. Unité CNRS/Université de Rennes-1.

CONTACT :
Anne Bonis
> anne.bonis@univ-rennes1.fr

→ Divers essais montrent que faire brouter chevaux et bovins sur les mêmes parcelles favorise la diversité végétale.



© E. GALIANA

→ *Phytophthora* attaquant la racine d'une plante. Prévoir les ravages de ce champignon sur les cultures sera peut-être bientôt possible grâce à un diagnostic de la terre.

ANTICIPER LES ÉPIDÉMIES

Et si on élaborait un indice évaluant le risque de maladie végétale sur une terre cultivable? Intérêt : se passer de traitements fongicides dans le cas où le risque est faible. Cet indice maladie pourrait, d'ici à quelques années, devenir l'application de travaux développés à l'Institut Sophia Agrobiotech¹. Ses chercheurs se sont en effet intéressés à un agent pathogène du genre *Phytophthora*, connu pour ses ravages sur les cultures, notamment lors de la grande famine irlandaise

de 1845. L'an dernier, ils ont réussi à identifier deux micro-organismes qui interagissent avec l'agent pathogène. L'un empêche son déclenchement, et l'autre contribue à sa dissémination. On peut donc imaginer la mise au point d'un dispositif qui identifierait l'abondance de ces micro-organismes dans le sol, puis qui la relierait à un indice de probabilité de survenue d'épidémie.

1. Unité CNRS/Inra/Université Nice-Sophia-Antipolis.

CONTACT :
Éric Galiana
> galiana@sophia.inra.fr

chaque semaine 200 litres de pétrole sur-nageant sur la nappe, tandis que, pour réhabiliter le site original, des travaux d'ingénierie écologique sont en cours.

Durant le printemps 2011, l'équipe de Thierry Dutoit, dépêchée par le conseil de suivi des opérations de dépollution, procède à un transfert de sol. En lieu et place de la terre souillée, les chercheurs injectent celle d'une carrière alentour, très similaire

06 Des plaques de terre sont transférées sur le site telle une greffe. 07 Ingénieurs du projet, les fourmis noires jouent un rôle capital. 08 Ce paysage de la plaine de Crau sert de référence pour réhabiliter le lieu.

07
08

© KAKSONEN/CNRS PHOTO THEQUE



06

© PHOTOS 06-07-08: I. LÉLÉ, P. R. JAUNATRE/CNRS/INMIE, UNIVERSITÉ D'AVIGNON ET DES PAYS DE VAUCLUSE

à la terre de Crau, pour récupérer des espèces végétales spécifiques à l'écosystème d'origine. « Et cela a marché. Voyez comme ces brachypodes rameux ont poussé ! » lance Thierry Dutoit, en désignant une petite touffe d'herbe. Un détail saute cependant aux yeux : sur la parcelle recevant les soins, les touffes de ces espèces sont beaucoup plus espacées que sur le site demeuré intact. « La densification de la couche végétale est en effet difficile à obtenir, confie le chercheur. Nous y travaillons sans relâche. »

LES FOURMIS À LA RESCousse

C'est là que nos fourmis entrent en scène. Sur les 25 espèces qui peuplent la plaine de Crau se trouve la fourmi *Messor*. Cléthrophage (qui se nourrit de graines), elle est capable de parcourir des dizaines de mètres pour rapporter des graines dans son nid (l'équivalent, pour un humain, d'une marche de 10 kilomètres). « Ces grandes pérégrinations sont terriblement efficaces pour disséminer les graines des espèces que nous voulons voir s'installer en nombre », signale Thierry Dutoit. À l'automne 2011, pour aider un peu la nature, les chercheurs ont implanté tous les 5 mètres, sur le site à réhabiliter, une reine fécondée. À l'abri sous leur galet, les reines devraient, d'ici à quelques semaines,

DORLOTER LES ARBRES EN VILLE

Bonne nouvelle : les arbres parisiens se portent bien. Probablement est-ce dû à la grande quantité de carbone et d'azote disponibles, sous forme de CO₂ et de NO_x, et justement nécessaires à leur pousse. Mais ils souffrent d'un déficit en eau. C'est le constat d'une étude en cours menée par le laboratoire Bioemco. Pour améliorer la vie des arbres en ville et ainsi augmenter les services qu'ils rendent aux habitants, notamment en absorbant le CO₂ et en rafraîchissant l'atmosphère, les chercheurs imaginent à présent différentes solutions. Par exemple, des trottoirs perméables pour améliorer la disponibilité

en eau. Autre idée pour favoriser la pousse : laisser feuilles et brindilles mortes se décomposer dans la terre pour la nourrir, au lieu de les faire enlever, comme c'est aujourd'hui le cas.

CONTACT :
Luc Abbadie
> abbadie@biologie.ens.fr

→ En ville, on peut améliorer la vie des arbres et les services qu'ils nous rendent.



© A. RANKOVIC

RECYCLER LES DÉCHETS PORCINS



© KAKSONEN/CNRS PHOTO THEQUE

→ L'isier porcin épandu sur des morceaux de bois colonisés par des lombrics. Les vers ainsi nourris serviront à fertiliser la terre.

À Guernévez, dans le Finistère, les chercheurs du laboratoire Écosystèmes, biodiversité, évolution testent une station expérimentale qui associe une porcherie et des installations pour valoriser les déjections. Généralement, la partie liquide des lisiers est épandue sur les sols près de l'élevage.



09



10



11



12

creuser une galerie et y pondre des milliers d'œufs : une armée d'ingénieuses en devenir qui, graine après graine, aideront la Crau à retrouver son visage d'origine.

Mais qu'est-ce qui fait de ce champ de cailloux de 60000 hectares, bordé par la base militaire d'Istres et l'ancienne décharge d'Entressen, un territoire si précieux ? « Il s'agit de la toute dernière steppe d'Europe occidentale, répond Thierry Dutoit. Pour en rencontrer de similaires, il faut se rendre en Afrique du Nord. » Très ouvert, ce milieu a vu proliférer des espèces bien adaptées. Une foule d'insectes endémiques – uniques au monde – ont également émergé. Or ces trésors de la biodiversité sont menacés. Et cela ne date pas de la marée noire de 2009, mais aussi de l'implantation, au milieu des années 1980, de régiments de vergers.

HALTE AUX ARBRES FRUITIERS

Impossible de les rater : en rangs serrés, ces milliers d'arbres fruitiers monopolisent la plaine. En ce mois de mars, le mauve de leurs fleurs est éclatant. « Ne vous fiez pas à leur beauté, prévient Thierry Dutoit. Là où ils poussent, tout le reste meurt. » Car, pour maintenir leur productivité (une pêche sur six vendues en France est cultivée ici), les agriculteurs utilisent des pesticides et des fongicides qui annihilent la plupart des autres espèces végétales. De fait, le vrombissement d'une machine d'épandage, au travail sur un verger tout proche, agace l'oreille depuis plusieurs minutes. « On va peut-être apercevoir le cosmonaute des vergers, ironise Thierry Dutoit. Les agriculteurs doivent

Ce verger se trouvait à 1 kilomètre au sud de l'accident pétrolier de 2009. Laissé à l'abandon (10), il a bénéficié de différentes étapes de réhabilitation (11 et 12) qui ont permis de retrouver le paysage initial de steppe (13).



13

sérieusement se protéger contre ces substances toxiques pour l'homme. »

En dépit du succès de la pêche de Crau, il arrive que des exploitants fassent faillite. Les vergers sont alors abandonnés. L'un de ces vestiges se tenait, il y a encore trois ans, à 1 kilomètre au sud du lieu de l'accident pétrolier. En 2008, la Caisse des dépôts et consignation (CDC Biodiversité) a acquis ces 357 hectares en limite de la Réserve naturelle des Coussouls de Crau dans le but de les faire réhabiliter et de revendre ensuite cet actif naturel sous forme de parcelles à des aménageurs ayant obligation de compensation. Sont ainsi concernées les enseignes

propriétaires des immenses entrepôts que l'on aperçoit depuis la route allant d'Avignon à Saint-Martin-de-Crau.

L'IMBE est associé au projet à titre d'expert. Les travaux ont démarré en février 2009. « Nous avons commencé par arracher les tuyaux ainsi que les arbres fruitiers et les peupliers des haies qui, plantés pour délimiter les vergers, étaient gênants pour la faune, explique Thierry Dutoit. Après avoir aplani le terrain, nous avons semé des espèces typiques de l'écosystème de référence. Sur une parcelle de 3 hectares, nous avons même procédé à un transfert de sol, selon la méthode employée sur le site pollué par les hydrocarbures. »

LUTTER CONTRE LES FEUX DE FORÊT

À Madagascar, les chercheurs de l'IMBE travaillent sur des boisements endémiques

menacés par des feux apparemment trop fréquents pour que les arbres se régénèrent. Leur méthode : enflammer différentes espèces d'arbres et d'arbustes d'âge différent, élevés en pépinière, puis évaluer leur capacité à survivre durant les mois qui suivent. Le but final est de réintroduire des arbres de manière plus

avisée, c'est-à-dire en évitant de choisir des individus trop jeunes et trop fragiles face au feu. Dans le *cerrado* brésilien – sorte de savane arborée –, la même équipe teste la greffe de végétation pour restaurer des savanes menacées, entre autres, par l'agriculture intensive.

CONTACT :
Élise Buisson
> elise.buisson@imbe.fr

→ Arbuste ayant survécu à l'épreuve du feu. Réalisé en pépinière, ce test indique à partir de quel âge les arbres sont suffisamment armés contre les incendies.



A voir sur le journal en ligne : un reportage **photo** sur les porcheries.

Azote, phosphore et autres nutriments qu'ils contiennent servent d'engrais, mais peuvent aussi atteindre les cours d'eau et contribuer aux marées vertes. Avec le modèle testé par les chercheurs, cette partie liquide passe par différentes étapes automatisées de biofiltration, durant lesquelles la concentration des nutriments est contrôlée. Parmi ces étapes, on trouve un lombrifiltre, qui permet de nourrir des vers de terre, utiles au sol, ainsi que des lagunes, où l'azote sert à faire pousser des plantes utilisables comme matériaux d'isolation. À l'arrivée, le flux de polluants vers les cours d'eau s'en trouve réduit, et les surfaces d'épandage sont divisées par cinquante.

CONTACT :
Daniel Cluzeau
> daniel.cluzeau@univ-rennes1.fr



© S. T. ALVARADO/CNRS PHOTO THEQUE

Bilan, trois ans plus tard : « *Nous sommes très satisfaits, car les espèces s'épanouissent, et cela est encore plus impressionnant sur la parcelle greffée. En un an, on ne voyait presque plus la différence entre la steppe d'origine et le site réhabilité.* » Des moutons, ingénieurs eux aussi, se sont chargés des finitions en régulant la pousse des végétaux. Depuis 2010, deux bergers font ainsi régulièrement paître leurs troupeaux sur le site de l'ancien verger.

UN ÉQUILIBRE TRÈS SUBTIL

Happy end en plaine de Crau ? À court terme, sans conteste. Il faut néanmoins noter que l'empreinte écologique de ces deux opérations est loin d'être négligeable : des jours entiers à faire marcher des pelleteuses, et des rotations de camions par centaines. « *Nous veillons toujours scrupuleusement à réduire cette empreinte au minimum, assure Thierry Dutoit. Et sommes constamment en recherche du meilleur rapport entre la qualité de la régénération et le coût écologique pour une restauration durable des écosystèmes.* »

Dans ce cas, pourquoi ne pas laisser la nature reprendre ses droits ? Pour réinvestir des territoires gâtés par l'homme, elle est d'une efficacité redoutable. Le site de la centrale de Tchernobyl en est la preuve. Il s'est changé en une jungle luxuriante en

14



© F. MESLEARD UMR-CNRS 7263 IMBEZ/TOUR DU VALAT

Les chercheurs ont entrepris de recréer un marais à la place d'une ancienne exploitation agricole (14) et testent, pour ce faire, des semences dans une mare expérimentale (15).



Avoir sur le journal en ligne : un reportage **photo** sur les chantiers de la plaine de Crau.

à peine vingt ans. « *Si l'on voulait être naturaliste jusqu'au bout, il serait sans doute plus éthique de s'en remettre à la spontanéité des écosystèmes, répond le chercheur. Mais si on laissait faire, voilà ce qu'il pourrait se produire : avant que les sites ne retrouvent leur composition d'origine au bout de plusieurs siècles, ce sont les espèces invasives, ne rendant aucun service particulier à l'homme, qui pourraient s'imposer. Autre problème : des maladies sur les repousses de pêcheurs pourraient s'y développer, contaminant les cultures avoisinantes. Certes, ce sont des considérations*

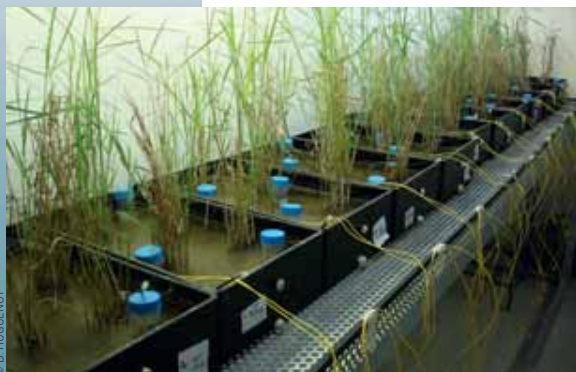
15



anthropiques mais, aujourd'hui, l'homme fait partie intégrante des agro-écosystèmes. Il faut donc prendre en compte les divers intérêts lorsque l'on entreprend un chantier d'ingénierie écologique. »

C'est précisément ce qu'ont fait les scientifiques de la Tour du Valat¹, en réhabilitant une ancienne exploitation de riz et de vigne, à 5 kilomètres au sud de la plaine de Crau, en Camargue². Avec pour objectif de retrouver, sur cette parcelle de 70 hectares, un marais similaire à ceux que compte la Réserve naturelle du Vigueirat, toute proche. Et ce, en concertation avec les

PROTÉGER LES RIVIÈRES



© D. HUGUENOT

→ Dans ces bassins, les chercheurs identifient les couples bactéries-plantes les plus efficaces pour dégrader le glyphosate.

Plusieurs unités, dont le Laboratoire de planétologie et géodynamique de Nantes¹ et le Laboratoire vigne, biotechnologie et environnement², se sont penchées sur les bassins d'orage en Alsace. Problème : avant de rejoindre ces réservoirs, l'eau de pluie a pu ruisseler sur des vignobles pentus,

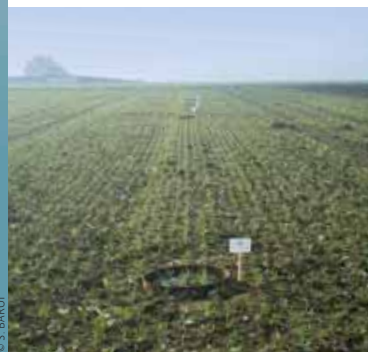
se charger en glyphosate, un herbicide courant, et en sédiments pollués du sol. Alors, si le bassin déborde, il déverse de l'eau polluée au glyphosate, et ce parfois directement dans la rivière. Ces réservoirs peuvent pourtant jouer le rôle d'épurateur naturel, car ils contiennent des bactéries et des plantes dont l'association permet de dégrader l'herbicide incriminé. Les chercheurs ont donc sélectionné les couples bactéries-plantes les plus performants dans cette tâche en vue d'en ajouter dans les bassins. Résultat : dans un modèle réduit de laboratoire et dans un petit bassin réel, à Colmar, le système a permis d'éliminer une grande partie du glyphosate. Prochaine étape, valider ce système à l'échelle du bassin d'orage.

1. Unité CNRS/Université de Nantes.
2. Université de Haute-Alsace.

CONTACT :
Thierry Lebeau
> thierry.lebeau@univ-nantes.fr

PRENDRE SOIN DES CULTURES

Le laboratoire Bioemco et l'unité Agronomie² évaluent la capacité des vers de terre à servir d'agents de lutte contre certains pathogènes des cultures. Depuis décembre, ils étudient le cas d'un champignon du blé, le piétin échaudage, en pot dans une serre et dans de petits



© S. BAROT



© KANSOEN/CINIS PHOTO THEQUE

chasseurs de la région : pour attirer les canards, ceux-ci ont pour habitude de creuser des marais artificiels et de les remplir d'eau au début de l'été, bien avant le début de la saison de la chasse. Or cette pratique bouleverse les écosystèmes.

CRÉER UN MARAIS DE TOUTES PIÈCES

« Avec ce projet, nous souhaitons réhabiliter un écosystème typique des marais, mais aussi montrer aux chasseurs que l'on peut attirer les canards en remplissant les mares seulement à l'automne, ce qui est beaucoup plus respectueux de la nature », explique François Mesleard, de l'IMBE, scientifique de la Tour du Valat et responsable du projet. Au 20 mars, la première étape, le creusement du marais, était quasiment terminée. Au programme de la seconde : greffer, dans le fond des cuvettes, un sol typique des marais prélevé

sur le domaine de la Tour du Valat et, sur les pentes, une pelouse provenant de la réserve du Vigueirat, typique elle aussi. Viendra ensuite le temps de semer des espèces adaptées aux milieux marécageux de la région. « Avant de démarrer le gros œuvre, nous avons réalisé toute une série de tests », précise François Mesleard.

À quelques centaines de mètres du chantier, plusieurs mares expérimentales ont été créées dans le but de tester les greffes des deux sortes de terre ainsi que les semences. « Nous sommes très satisfaits du résultat », se félicite Isabelle Muller, doctorante en écologie à l'IMBE : 39% des espèces cibles se sont bien implantées. » Pour qu'elles s'installent durablement sans pour autant envahir le paysage et gêner les chasseurs, l'équipe prévoit de réguler leur pousse en introduisant des troupeaux de chevaux. Des ingénieurs probablement aussi brillants que leurs collègues de la Crau : les moutons et les fourmis. **É. B.**

1. La Tour du Valat est le Centre de recherche pour la conservation des zones humides méditerranéennes.
2. De concert avec le Conservatoire du littoral et la Réserve naturelle des marais du Vigueirat.

CONTACTS :

François Mesleard
> francois.mesleard@imbe.fr
Isabelle Muller
> isabelle.muller@imbe.fr

cyndres implantés dans un champ, à Grignon. Des vers en quantité variable sont ajoutés dans les pots et dans les cylindres pour tester leur interaction avec le champignon. Bilan : ils favorisent la croissance du blé et semblent réduire les attaques du champignon sur la plante. Selon les chercheurs, les vers limiteraient le contact entre le piétin et le blé, notamment en enfouissant des débris végétaux sur lesquels se trouvent les spores du champignon.

1. Unité Inra/AgroParisTech.

CONTACT :
Sébastien Barot
> sebastien.barot@ird.fr

→ Des vers de terre ont été ajoutés dans des cylindres implantés dans ce champ afin d'évaluer leur capacité à lutter contre un champignon pathogène.

© C. LECARPENTIER

VERDIR LES TOITS

Les toits végétalisés, qui recréent de petits espaces verts au cœur des villes, sont à la mode. Mais connaissez-vous les toits écosystémisés? Luc Abbadie et son équipe planchent actuellement sur ces couverts végétaux qui non seulement rendraient des services à l'homme (en isolant thermiquement les immeubles, en améliorant la qualité de l'eau de ville, en séquestrant du CO₂), mais aussi participeraient à la dynamique de la biodiversité locale et régionale. Les chercheurs sont actuellement en discussion avec plusieurs partenaires, dont la mairie de Paris, pour tester les meilleurs substrats et combinaisons de végétaux sur les toits de quatre



© CITY OF CHICAGO / GRE

sites où la densité de constructions est forte. Des biosphères entières pourraient donc bientôt coiffer quelques toits franciliens.

CONTACT :
Luc Abbadie
> abbadie@biologie.ens.fr

→ Ce couvert végétal réduit les coûts énergétiques du Chicago City Hall sur lequel il est installé.

C.Z.

Pour en savoir +

À VOIR |

Du soleil aux molécules, la raffinerie du futur
(2011, 20 min), réalisé par Marcel Dalaise, produit par CNRS Images

La Boue et le Roseau
(2011, 18 min), réalisé par Claude Delhay, produit par CNRS Images

> videotheque.vente@cnrs-belleuve.fr
> <http://videotheque.cnrs.fr>

JOURNÉES PORTES OUVERTES

Le samedi 2 et le dimanche 3 juin, le CNRS vous invite à découvrir l'ingénierie écologique et ses premiers résultats spectaculaires, partout en France, dans des chantiers, des laboratoires ou au sein d'exploitations agricoles et industrielles.

EN LIGNE

> www.cnrs.fr/inee/communication/journees_ingenierie_ecologique.htm