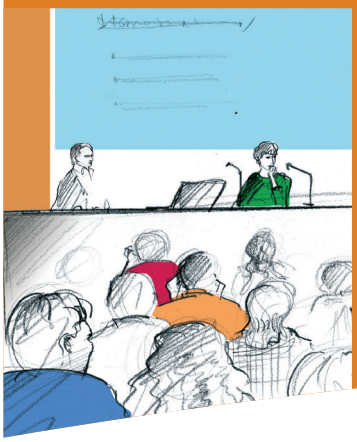
N° 69
DÉCEMBRE
2019



LES
Rencontres

10e colloque du réseau REVER
Restauration écologique : des idées à l'action !

Synthèse du colloque REVER 10 « Restaurer ou reconquérir », organisé par l'association REVER, le Museum national d'Histoire naturelle, l'Unité mixte de services PatriNat et le Centre de ressources Génie écologique de l'Agence française pour la biodiversité du 19 au 21 mars 2019 à Paris.

L'édition 2019 du colloque REVER – Réseau d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration – a été l'occasion de réfléchir collectivement sur les finalités de la restauration écologique, de partager différentes réalisations éclairantes et de tracer des perspectives d'actions concrètes en faveur de la biodiversité : pour faire des rêves d'aujourd'hui, les réussites de demain.

En l'espace d'une quinzaine d'années, la restauration écologique s'est imposée, en France et dans le monde, comme l'un des principaux leviers de l'action collective en faveur de la biodiversité. Définie comme le « processus qui assiste le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit » (*Society for ecological restoration*, 2004), elle s'appuie aujourd'hui sur une multiplicité d'approches et de techniques, sans cesse ajustées à la lueur des retours d'expériences passées ou en cours. Forte d'un soutien croissant des politiques publiques, elle est portée par une communauté dynamique de chercheurs et de praticiens, à l'image de ceux rassemblés depuis 2008 au sein de REVER, réseau francophone d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration. La dixième édition de son colloque annuel proposait une vingtaine de présentations plénières, entrecoupées de temps de discussions et de tables-rondes thématiques : il y a été notamment question d'état initial (celui du système avant restauration), d'écosystème de référence (celui d'un système généralement non dégradé, servant de modèle ou de repère pour la restauration), de trajectoire de restauration (évolution dans le temps des caractéristiques du système restauré), et des indispensables suivis scientifiques permettant *in fine* d'évaluer l'efficience d'un projet de restauration au regard des objectifs fixés.

10ème édition du Colloque REVER « Restaurer ou reconquérir ».

2009-2019 : de l'écosystème de référence au « nouvel écosystème »

Dotée d'un socle conceptuel et d'un vocabulaire partagés, l'écologie de la restauration n'en est pas moins une discipline récente : définie pour la première fois dans les années 1980, bien avant la première parution en 1993 de la revue scientifique de référence *Restoration Ecology*, elle a connu des controverses et des débats, notamment au cours des dix dernières années. C'était le thème de la conférence introductive de Thierry Dutoit (IMBE - CNRS). Dans les années 1990-2000, les questions portaient ainsi surtout sur la notion d'écosystème de référence : comment définir cet état… et dans quelle mesure celui-ci sera-t-il atteignable, compte-tenu des niveaux de dégradation et des changements globaux ? La nécessité d'intervenir en réponse aux dégradations faisait alors consensus parmi les écologues, qui n'accordaient de fait qu'une place réduite à l'auto-restauration. La décennie 2009-2019, marquée par un rapide accroissement du nombre de publications sur le sujet et le développement des méta-analyses, vient cependant bousculer ces conceptions. Différents articles (Moreno-Mateos *et al.*, 2012 par exemple, sur les zones humides) mettent en lumière une impossibilité de régénérer à 100 % le système dégradé par la restauration écologique : ces travaux suggèrent que l'état de référence n'est alors jamais atteint – ou peut-être après 1 000 ans... Des auteurs introduisent alors l'idée de qualifier de « nouvel écosystème » celui subsistant après dégradation, avec des caractéristiques fonctionnelles et structurelles différentes (et globalement appauvries) par rapport à l'état avant perturbation. D'autres auteurs (Jackson *et al.*, 2009) introduisent également la dimension économique dans l'analyse de faisabilité de la restauration, identifiant le caractère prohibitif de certaines approches. Un crédit nouveau est par la suite accordé à la restauration passive : dans certains cas, si certains seuils d'irréversibilité n'ont pas été franchis, des résultats intéressants peuvent de fait être obtenus en laissant faire l'écosystème, après suppression des pressions.

Une étude inédite (Renaud Jaunatre, Irstea, Grenoble), sur neuf années de suivis annuels pour différents traitements dans la plaine de Crau, montre ainsi qu'après 10 ans certains d'entre eux (semis d'espèces nurses et transferts de foin) aboutissent à une richesse moindre que dans le lot témoin, laissé en libre évolution.

Restauration de prairies après maïsiculture en vallée de la Garonne.

Trajectoires initiales : une expérience éclairante

Ces controverses témoignent de la vitalité de la communauté de l'écologie de la restauration, et de sa capacité à débattre de points de vue alternatifs. L'exposé introductif de Thierry Dutoit soulignait l'importance, pour l'avenir de cette jeune discipline, de se remettre sans cesse en question, d'apprendre des réussites et des échecs passés, et d'élargir la gamme d'options face à la diversité des objectifs possibles. Les présentations proposées dans la suite du colloque, dont certaines approches très novatrices, se situent résolument dans cette optique. C'est le cas par exemple des travaux exposés par Myriam Garrouj (Biogeco, Inra, Université de Bordeaux) qui ont illustré l'influence des choix de gestion adoptés sur la trajectoire initiale de restauration : plutôt vers un retour graduel à l'état de référence, ou vers l'apparition d'un nouvel écosystème ? Suite à l'arrêt en 2007 de la maïsiculture, puis une réhabilitation fonctionnelle du site en 2010 (photo ci-dessus), une expérimentation a été menée à partir de 2014.

Après un transfert de foin, issu d'une prairie voisine préservée, cinq modalités de gestion ont été testées, sur des parcelles de 100 m^2 chacune : pâturage initial, pâturage différé, fauche, fauche tardive, et lot témoin. Des relevés floristiques exhaustifs ont été réalisés en 2015 et en 2017. Les résultats ont été analysés en termes de composition et de richesse spécifique, en regroupant

Alma Heckenroth, Aix-Marseille Université, présidente de REVER

Discipline en constante évolution, la restauration écologique nous confronte à la réalité du terrain : chaque projet a son contexte propre et ses spécificités intrinsèques, par rapport aux constituants de l'écosystème, aux usages du site, aux objectifs visés par la restauration. À partir de ces éléments, nous disposons aujourd'hui de bases scientifiques qui aident à identifier des trajectoires de restauration et d'outils pour les mettre en œuvre… tout en sachant que les capacités de résilience des écosystèmes demeurent quelquefois limitées, et que l'on ne retrouvera pas toujours des niveaux de fonctionnalité à la hauteur de ce qu'il y avait avant dégradation.

Face à cette complexité du vivant, il faut plus que jamais continuer à partager les retours d'expériences, à tisser des liens entre le monde académique et les praticien-ne-s, et à faire évoluer les pratiques à mesure que progressent les connaissances : c'est à cela que sert un réseau comme REVER !

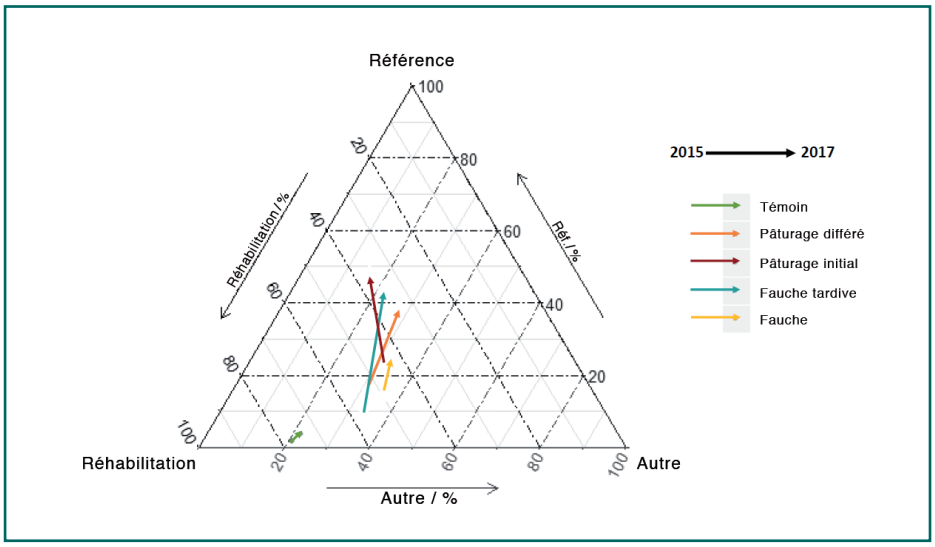


Figure 1 : Restauration écologique des prairies humides alluviales par transfert de matériel biologique (après 3 ans) : trajectoires des communautés végétales en fonction des modalités de gestion (Source : M. Garrouj / Biogeco).

les espèces en trois groupes : celles issues de la réhabilitation de 2011 (l'état « initial » du système), celles issues du transfert de foin, et les « autres » (adventices, issues de la banque de graines du sol ou de dispersion naturelle). Cette approche permet (figure 1 ci-dessus) de comparer graphiquement les trajectoires de restauration initiées par les cinq modalités. Il ressort d'abord de l'analyse le succès de l'apport de foin dans cette expérimentation, avec une expression importante en 2017 des espèces issues de celui-ci. Par ailleurs, toutes les trajectoires initiées (à la différence du lot témoin) sont orientées vers un retour à l'état de référence. La comparaison des différentes trajectoires donne certains enseignements pour la gestion : ainsi le fait de différer le pâturage ne semble pas avoir d'effet marqué sur la trajectoire ; en revanche la fauche tardive apparaît susceptible de favoriser une évolution plus rapide vers l'état de référence.

Végétalisation et translocations

À la suite de cette contribution, d'autres présentations ont illustré l'étendue et la diversité des problématiques et des approches actuelles en restauration écologique. La première journée accordait une large place aux milieux de landes ou de pelouses : de la réintroduction d'espèces végétales dans les prairies des Ardennes méridionales (S. Godefroy, jardin botanique de la Meise, Belgique) à la restauration des communautés végétales des bordures de chemins agricoles de la Beauce (F. Isselin, CNRS ; C. Le Bris, Association Hommes et Territoires). Dans le Parc national des Calanques, dont les habitats littoraux se fragmentent et se dégradent sous l'effet de fortes pressions anthropiques (notamment des pollutions industrielles par des éléments traces métalliques et métalloïdes), une démarche originale est menée depuis 2013, et prolongée à la faveur d'un programme Life (2017-2022) : elle vise un double objectif de stabilisation des sols contaminés et de conservation de la biodiversité, par un renforcement des populations d'Astragale de Marseille (*Astragalus tragacantha*), une espèce considérée « en danger » sur la liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine. Cette plante endémique du littoral méditerranéen, structurante pour son habitat et polluo-tolérante, connaît une inquiétante régression dans le Parc national des Calanques (qui concentre 98 % de ses effectifs en France) : forte proportion d'individus âgés et présentant des nécroses, quasi-absence de germination. Pour restaurer ces populations, le programme prépare une translocation à grande échelle : dans cette optique, des travaux transdisciplinaires sont engagés, *in situ* et *ex situ*. Un ensemble de résultats préliminaires a été présenté (A. Heckenroth, IMBE-CNRS, LPED-IRD ; L. Le Mire-Pécheux, Parc national des Calanques) : étude de la stratégie de reproduction (flux de gènes et pollinisateurs), de la diversité génétique de la population, du rôle des symbiotes racinaires bactériens, modélisation de la niche écologique... À l'image de ce projet, les translocations et réintroductions de faune ou de flore constituent aujourd'hui un levier largement utilisé pour la restauration de populations viables. Pour autant, ces pratiques pâtissent encore souvent d'une certaine faiblesse en matière de retours d'expériences. Opérationnelle depuis avril 2017, la base de données en ligne Transloc (http://translocations.in2p3.fr) offre aux scientifiques comme aux gestionnaires une plateforme collaborative dédiée à la documentation de leurs projets et à la diffusion des résultats. Elle vise ainsi le partage de critères de succès, et le développement d'une gestion dynamique des translocations. Sa structure et son fonctionnement ont été présentés (F. Sarrazin, MNHN-CNRS) lors du colloque.

***Astragalus tragacantha* en association avec *Thymelaea tartonraira*.**

Emmanuelle Sarat, Comité français de l'UICN

La problématique des espèces exotiques envahissantes (EEE) est peu prise en compte aujourd'hui dans les projets de restauration écologique… à tort : un écosystème perturbé, après chantier, est très vulnérable aux invasions par des espèces présentes aux environs – robiniers faux-acacia, ailantes, renouées asiatiques ou jussies pour les plus fréquentes. Il est important d'identifier ces risques lors de l'état des lieux initial, puis d'assurer un suivi régulier pour pouvoir intervenir, le cas échéant, aux stades précoces de l'invasion. De même, certaines bonnes pratiques devraient être généralisées : réaliser rapidement un semis d'espèces locales pour que le sol ne reste pas à nu, toujours nettoyer les engins de chantier et le matériel en provenance d'autres sites pour éviter l'importation de propagules ; être attentif à la provenance lors des transferts de terre… Il reste un travail à mener pour mieux sensibiliser à ces questions l'ensemble des intervenants de la restauration, des maîtres d'œuvre aux ouvriers sur le terrain : nous y travaillons, notamment à travers le Centre de ressources sur les EEE.

En amont de cette session, un autre type de « translocations » (non voulues celles-ci !) a fait l'objet d'une table-ronde : les espèces exotiques envahissantes (EEE), qui constituent une menace pour le succès de la restauration, et peuvent dans certains cas représenter une part importante des « nouveaux écosystèmes » évoqués plus haut… Les participants ont confirmé, à travers divers exemples vécus, la nécessité de mieux prendre en compte ce risque dans les projets de restauration, souligné l'importance de prévenir les invasions, et appelé à une meilleure articulation des thématiques des EEE et de la restauration écologique, dans la littérature comme dans les pratiques (voir encadré ci-dessus).

Les fourmis, facilitatrices de restauration ?

Parmi les espèces végétales ou animales, certaines ont, par leur seule présence, la capacité de modifier fortement le fonctionnement de leur écosystème, en y apportant des changements physiques et/ou par leur impact sur les flux d'énergie et de nutriments. L'utilisation de ces espèces dites « ingénieures de l'écosystème » pourrait présenter des avantages importants en écologie de la restauration : facilitation des mécanismes d'auto-restauration, réduction des efforts produits par l'homme et du coût énergétique de la restauration… Dans la plaine de la Crau, des travaux pionniers étudient le rôle de la fourmi moissonneuse (*Messor barbarus*), une espèce granivore, dans la dynamique des populations végétales et le cycle des nutriments dans le sol (T. de Almeida, Tour du Valat – IMBE, Avignon Université). L'étude s'est centrée sur la restauration d'une zone détruite en 2009 par une fuite d'hydrocarbures : après un transfert de sol en 2011, provenant d'une carrière proche, 169 reines fondatrices ont été transplantées. L'équipe a notamment caractérisé la banque de graines présente respectivement dans les « dépotoirs » (zones attenantes aux nids où les fourmis entassent leurs déchets), dans les sols sous ceux-ci et dans le sol témoin (loin des nids). Il en ressort plusieurs constats. En termes de richesse spécifique végétale, celle-ci est nettement plus faible dans la zone à restaurer que dans la steppe environnante sauf dans le sol sous les dépotoirs, où elle est du même niveau (figure 2 page suivante). Les relevés de végétations montrent également, dans la zone à restaurer, une élévation de la richesse et du taux de recouvrement au niveau des nids de fourmis. Si dans la steppe de référence, la composition des banques de graines apparaît peu différente entre dépotoir, sol sous dépotoir et sol témoin, ce n'est pas le cas dans la zone à restaurer : l'analyse des résultats montre trois groupes bien distincts, mais révèle que la composition sous les dépotoirs se rapproche plus de celle qui existe dans la steppe.

Par ailleurs, dans les deux milieux, l'étude montre une nette augmentation de la biomasse végétale à proximité des nids de fourmis. Le constat peut être rapproché des analyses réalisées sur le compartiment du sol, qui montrent notamment un impact net et positif de la présence des fourmis, dans la zone à restaurer, sur l'azote total et sur plusieurs autres paramètres physico-chimiques. Ces résultats confirment globalement l'influence majeure qu'ont les fourmis sur le sol et la végétation qui s'y développe ; en contexte de restauration, ils suggèrent que leur présence pourrait être indispensable pour « rapprocher » les communautés végétales de l'état de référence sans toutefois l'atteindre. Les auteurs émettent alors l'hypothèse que la trajectoire écologique pourrait se prolonger dans cette direction après l'abandon des nids par les fourmis. Cela reste cependant encore à confirmer !

Fourmi moissonneuse (*Messor barbarus*).

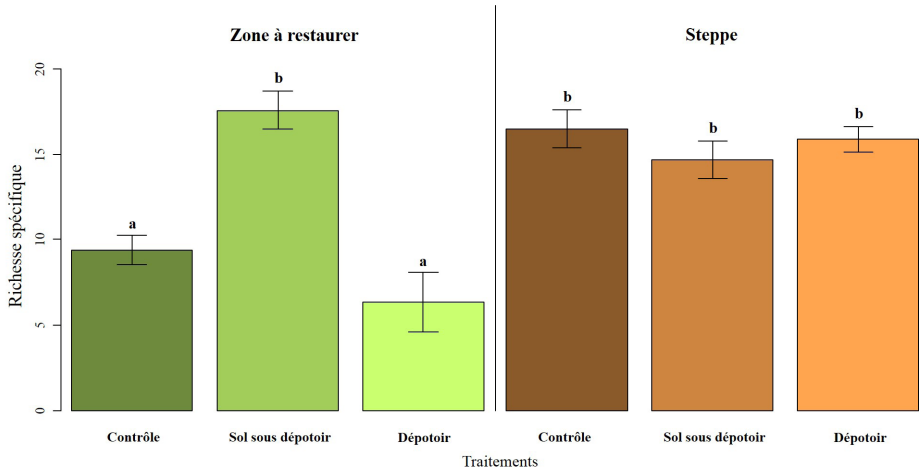


Figure 2 : Richesse spécifique de la banque de graines contenue dans le sol témoin, sous les dépotoirs et dans les dépotoirs de fourmis moissonneuses (source : Tania De Almeida, inédit, Tour du Valat – IMBE Avignon université).

Cours d'eau et milieux humides : quelles reconquêtes de la biodiversité ?

Après les prairies et les steppes, la seconde journée du colloque faisait la part belle à la restauration des cours d'eau et des zones humides : travaux de valorisation écologique d'une zone d'expansion de crues à Limours (C. Larivière, Ecosphere) ; réalignement contrôlé des digues dans la baie de Fundy pour améliorer la résilience des communautés côtières face au changement climatique (B. Ollivier, ICSTRU).

Parmi les retours d'expériences proposés, plusieurs étaient largement axés sur l'évaluation après restauration, apportant des éléments au débat évoqué par la conférence introductive sur les possibilités réelles d'un retour à l'état de référence. C'est le cas de la restauration hydraulique et écologique du Rhône, dont un bilan contrasté a été dressé (J-M. Olivier, CNRS-Irstea ; Emilie Wichroff, Syndicat du Haut-Rhône).

Cet ambitieux programme, mené depuis 1999 sur neuf sites répartis sur l'ensemble du linéaire français, vise à « retrouver un fleuve vif et courant » : en vingt ans, il s'est notamment traduit par la réhabilitation de 40 lônes (bras morts, remis en connectivité amont ou aval), la mise en place de débits réservés dans les tronçons court-circuités, le démantèlement d'ouvrages et de digues, la restauration de la continuité écologique… Les nombreux suivis faunistiques et floristiques réalisés montrent des signes nets d'évolution : augmentation de la proportion de poissons rhéophiles (espèces d'eau courante) dans divers secteurs, augmentation de la diversité dans les lônes, et plus largement réhabilitation d'une mosaïque d'habitats caractéristiques des plaines alluviales. Pour autant, la reconquête reste partielle, notamment pour la continuité écologique, au regard des données historiques. Les auteurs soulignent que les effets ne peuvent s'évaluer que sur le temps long ; les efforts engagés, pour être efficaces, doivent d'abord porter sur la réhabilitation des fonctionnalités (débits, morphologie, érosion, dépôts), dans un environnement qui demeure très contraint par les usages.

À une échelle beaucoup plus locale, l'opération de restauration menée sur le site de l'ancienne pisciculture du Corroac'h (29) fournit un autre exemple de trajectoire écologique favorable après restauration, sans pour autant que le retour à l'état de référence soit garanti. Suite à l'arrêt de l'activité du site en 2006, les travaux ont été réalisés en 2016 : suppression de près de 10 000 m³ de remblais, (re)création de 180 m de cours d'eau, déconnexion du cours d'eau avec l'étang attenant et mise en place, entre autre, d'une rampe rugueuse de 60 m. La présentation d'Armel Dausse (Forum des marais atlantiques) et Vincent Colasse (Conservatoire botanique national de Brest) a dressé le bilan des suivis réalisés en 2017 et 2018, synthétisés par la figure dite de la « roue de la restauration » (figure 3 ci-dessous).

Côté flore, les différents indicateurs montrent un changement important de la végétation du site entre 2017 et 2018 sur les deux transects étudiés : une végétation de prairie humide semble s'installer progressivement sur la parcelle. Les suivis attestent également du retour d'une faune diversifiée, dont des espèces hygrophiles strictes, même si la présence d'espèces cibles reste à confirmer (Campagnol amphibie et Agrion de Mercure notamment). Si la richesse spécifique des communautés d'araignées se rapproche des communautés témoin, ce n'est pas encore le cas pour les carabes ; le fonctionnement biogéochimique de la zone reste différent de celui du témoin, en lien avec le caractère moins drainant du sol dans le site restauré.

La formation en questions

La seconde table ronde du colloque était consacrée aux besoins de formation en matière de restauration écologique. Pour l'introduire, le public – composé pour près d'un tiers d'étudiants – était invité à répondre en direct (via une application sur *smartphone*) à un sondage d'une dizaine de questions.

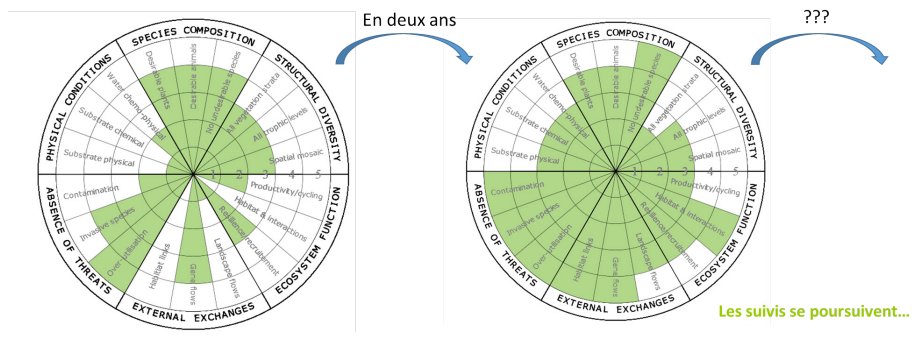


Figure 3 : « Roue de la restauration » du site de l'ancienne pisciculture de Corroac'h : deux ans après les travaux, des progrès sensibles… et mesurés (Source : A. Dausse, Forum des marais atlantiques).

Il en ressort notamment que, pour 70 % de l'assistance, l'offre actuelle de formation n'est « plutôt pas en accord » avec les besoins de compétences en restauration écologique. Les points de vue exprimés par les participants ont souligné le caractère parfois trop théorique des formations, un certain manque de transdisciplinarité et un déficit de cursus axés sur la maîtrise d'œuvre : les bons chefs de chantiers, comme les jeunes de niveau ingénieur avec des compétences terrain, restent des profils rares dans le domaine de la restauration écologique. Ces attentes, dûment prises en compte, viendront notamment alimenter les travaux du Centre de ressources Génie écologique (voir encadré).

Delphine Jung, Agence française pour la biodiversité

Qu'il s'agisse de formations continues ou initiales, l'offre de formation proposée aux acteurs du génie écologique est multiple et diverse. Dans ce contexte, le Centre de ressources génie écologique de l'Agence française pour la biodiversité coordonne l'offre nationale de formation continue dans le domaine de la restauration écologique. Le but ? Mieux communiquer sur les formations et proposer une offre de stages cohérente en termes de localisation et de thématiques traitées pour *in fine* optimiser le taux de réalisation des sessions et le développement des compétences des acteurs. Un groupe de travail dédié composé des organismes impliqués sur le sujet est donc réuni régulièrement par l'AFB afin d'échanger sur les enjeux, partager les retours d'expériences et co-construire un catalogue annuel.
Plus d'infos : www.genieecologique.fr/formations
contact@genieecologique.fr

Dernière journée du colloque consacrée aux visites sur le terrain : restauration des landes et pelouses dans le massif de Fontainebleau (77).

À l'heure de conclure le colloque, Jean-Philippe Siblet, directeur de l'UMS PatriNat, est revenu sur les thèmes forts de cette 10e édition : les notions de trajectoire de restauration et de nouvel écosystème ; celle de résilience, pas toujours possible même à long terme, et celle d'irréversibilité… Ces idées dessinent une conception objective et pragmatique de la restauration écologique, où la limitation des impacts demeure la priorité absolue, et où un retour des fonctionnalités des écosystèmes dégradés, le plus ambitieux possible, est un objectif atteignable à force de connaissances, de volonté politique… et de génie (écologique). L'ensemble des partenaires de cet événement s'inscrit dans cette perspective ! ■

Acronymes

AFB : Agence française pour la biodiversité
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
EEE : Espèce exotique envahissante
ICSTRU : *Intertidal coastal sediment transport research unit*, Canada
IMBE : Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale
Inra : Institut national de la recherche agronomique
IRD : Institut de recherche pour le développement
LPED : Laboratoire population environnement développement
MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle
REVER : Réseau d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration
UMR Biogeco : Unité mixte de recherche Biodiversité, gènes et communautés
UMS Patrinat : Unité mixte de services Patrimoine naturel

Comité d'organisation

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ — ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT — www.afbiodiversite.fr @AFBiodiversite
centre de ressources génie écologique — www.genieecologique.fr @Genie_eco
UMS PATRINAT — www.patrinat.fr @AFBiodiversite
MUSÉUM NAL HIST NATURELLE — www.mnhn.fr @Le_museum
REVER Réseau d'Échanges et de Valorisation en Écologie de la Restauration — www.reseau-rever.org @ReseauREVER

Pour en savoir plus :

- Retrouvez tous les diaporamas du colloque : bit.ly/2P6YHyG

LES Rencontres

Directeur de publication : Christophe Aubel
Coordination : Marie-Mélaine Berthelot
Rédaction : Laurent Basilico, Delphine Jung, Anne Vivier
Relecture : Aurélien Daloz, Thierry Dutoit, Philippe Gourdain, Katia Hérard, Alma Heckenroth, Marie-Mélaine Berthelot
Réalisation : Parimage
Impression : Estimprim
Impression sur papier issu de forêts gérées durablement
Disponible sur :
http://www.genieecologique.fr/actes-de-colloques-et-de-conferences
Éditeur : AFB - 5, square Félix Nadar - 94300 Vincennes
ISBN web : 978-2-37785-125-6
ISBN print : 978-2-37785-126-3
Gratuit

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ — ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT
Liberté • Égalité • Fraternité — RÉPUBLIQUE FRANÇAISE — MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE
centre de ressources génie écologique