

Office International de l'Eau

**Mise en valeur
d'expériences de génie
écologique**



*Office
International
de l'Eau*

**FRIBOURG-BLANC Benoît
MADEC Camille
MAGNIER Julie**

Avril 2018

www.oieau.org

Titre : Mise en valeur d'expériences de génie écologique

Auteur(s) : FRIBOURG-BLANC Benoît (OIEau), MADEC Camille (OIEau), MAGNIER Julie (OIEau)

Contributeur(s) : Collins T. (National Park Service, Buffalo National River), Bartlett C. (SPC-GIZ), Denac D. (DOPPS), Connop S. (University of East London), Päivinen J. (Metsähallitus), Tonneijck F. (Wetlands International), Asjes A. (Land Life Company), Tremblay G. (LafargeHolcim), Centre de Ressources Génie écologique de l'AFB dont Membres du Comité Scientifique et Technique

Editeur : Office International de l'Eau (OIEau)

Date de publication : 01/10/2018

Mots-clés : GENIE ECOLOGIQUE, BIODIVERSITE, RESTAURATION DE COURS D'EAU, AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, CHANGEMENT CLIMATIQUE, GESTION DU RISQUE, TRAME BLEUE, TRAME VERTE, ECO-MIMETISME, SERVICE ECOSYSTEMIQUE, FORET BOREALE, NATURA 2000, GESTION FORESTIERE, PLAINE ALLUVIALE, MANGROVE, RECIF CORALLIEN, TOIT VEGETALISE, FRICHE INDUSTRIELLE, TOURBIERE, CARRIERE, RETOUR D'EXPERIENCE

Format : PDF

Identifiant : OIE/34152

Langue : Fra

Couverture géographique : EUROPE ; ETATS-UNIS ; OCEANIE, INDONESIE, MEXIQUE

URL du document : <https://www.oieau.fr/eadoc/notice/Mise-en-valeur-d%E2%80%99exp%C3%A9riences-de-g%C3%A9nie-%C3%A9cologique>

Droits d'usage : <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>

Droits de diffusion : libre

Résumé

Ce document rassemble les fiches produites dans le cadre d'un travail de mise en valeur d'expériences de génie écologique.

Ce travail avait plus précisément pour objectif de recueillir de nouveaux retours d'expériences en Europe et à l'international et de les valoriser. Ces cas d'études permettront notamment d'alimenter les acteurs français et internationaux¹, en termes d'expériences de génie écologique, d'un point de vue technique (dimensionnement, matériaux, etc.) et opérationnel (porteurs de projets, forces et faiblesses, difficultés rencontrées, etc.).

Chaque fiche détaille un projet particulier ayant des objectifs spécifiques. Elles ont été rédigées en interaction avec les porteurs de projet. Une attention particulière a été apportée pour recueillir le plus d'éléments techniques et scientifiques disponibles sur chaque projet.

Pour sélectionner les projets, la définition suivante de l'ingénierie écologique a été retenue, le génie écologique étant son application : *l'ingénierie écologique est définie comme l'ensemble des actions par et/ou pour le vivant incluses dans une démarche de projet d'ingénierie.* (A-IGÉco).

Brûlages dirigés dans le parc Buffalo National River

N°1

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: U.S. Department of the Interior, National Park Service, Buffalo National River

Site web: <https://www.nps.gov/fire/wildland-fire/connect/regional-programs/midwest.cfm>

Contact: Tony Collins – Gestion des incendies des Parcs nationaux de l'Arkansas. Email: tony_collins@nps.gov, Tel: 870-365-2772

Identité du site

Site: Buffalo National River

Localisation: Arkansas, Région des Ozark Highlands, Etats-Unis

Spécificités du site: Le grès érodé, le calcaire, la dolomite et le karst forment un paysage riche et diversifié favorisant une variété d'espèces végétales et animales. Les savanes à chênes, milieux ouverts dominés par du chêne, sont parmi les paysages les plus importants de ce site.

Enjeux: La restauration du feu en tant que composante des processus naturels. "Imiter la nature" est le plus grand défi. Restaurer les écosystèmes de savanes à chênes qui dépendent du feu qui ont souffert de la disparition de celui-ci durant ces dernières années. Les autres défis comprennent le financement, la gestion de la fumée et l'opinion publique.

Statut juridique: La zone a été désignée comme parc national. Environ 37 000 acres du parc sur 100 000 ont également été désignés par le Congrès comme «région sauvage». Ces régions sauvages sont les paysages les plus protégés par la loi en Amérique.



Milieux: Milieux boisés, Milieux aquatiques (cours d'eau)

Type d'action: Gestion, Restauration ou réhabilitation (tend vers le retour de l'écosystème à sa trajectoire historique ou à la réparation des fonctions-clés)

Cadre de l'action: Adaptation aux changements climatiques, Gestion des risques, Planification territoriale, Trame verte et bleue

Historique et contexte

Pendant des milliers d'années, des incendies naturels et des incendies d'origine humaine ont influencé le paysage de la région de l'actuel parc Buffalo National River, impactant sa composition, sa structure et la répartition de la végétation dans toute la région.

Mais, depuis le siècle dernier, la disparition délibérée du feu a provoqué des changements inattendus. Des changements dans la fréquence des incendies (feux moins fréquents) ont conduit à l'apparition de plantes ligneuses dans des zones qui étaient auparavant des forêts clairsemées ou des clairières. Cela a provoqué une augmentation de la densité des arbres et une fermeture de la canopée. L'augmentation de la densité de la végétation provoque également une accumulation non naturelle de combustibles, une altération de la composition et de la répartition spatiale de la végétation, ainsi qu'une altération du renouvellement de la végétation et un risque accru pour les valeurs écologiques et sociales à l'intérieur comme à l'extérieur du parc national. Les valeurs écologiques menacées par la suppression du feu sont des éléments clés de l'écosystème tels que la biodiversité, la résistance et la santé générale de l'écosystème. Les valeurs sociales à risque sont la vie, les biens et la santé humaine. Le brûlage



Lézard à collier. Source: National Park Service

dirigé ou contrôlé est utilisé pour réintroduire et maintenir le feu en toute sécurité en tant que composante des processus écologiques naturels.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Les objectifs sont:

- Rétablir et maintenir le feu à des niveaux naturels en tant que composante des processus de l'écosystème.
- Réduire l'accumulation anormale de combustibles pour diminuer le risque d'incendies de forêt imprévus et potentiellement catastrophiques.

- Restaurer la fonctionnalité de l'écosystème pour maintenir et améliorer l'habitat d'une variété d'espèces indigènes. Parmi les espèces qui bénéficient des brûlages dirigés, on peut compter : le lézard à collier, plusieurs espèces de chauves-souris (comme la *Corynorhinus townsendii*, ou la *Myotis sodalis*), des fleurs sauvages telles que la Newton Larkspur, la Purple Beardtongue, l'Aster

soyeux, le *Lithospermum incisum* ou certaines espèces d'oiseaux (Paruline des prairies, Passerin nonpareil, Colibri à gorge rubis, Tyran Huppé, Paruline des pins, Passerin indigo, Merlebleu de l'Est, Piranga vermillon, Grand Géocoucou, Gobe-Moucheron gris-bleu, Paruline polyglotte, Tohi à flancs roux, Bruant des champs, Pic Flamboyant. La *Callirhoe bushii*, *Delphinium newtonianum*, *Delphinium treleasei*, *Valerianella ozarkana*, *Ozark trillium*, *Tradescantia ozarkana*, et la *Penstemon Cobaea* sont également de rares endémiques des Ozarks qui bénéficient de ces brûlages dirigés.

Le feu sera également utile pour prévenir l'invasion par certaines espèces non indigènes de plantes telles que le Cèdre Rouge, *Juniperus virginiana* (arbre indigène mais agressif qui a surpeuplé la région), *Albizia julibrissine*, le chèvrefeuille du Japon *Lonicera japonica*, la fétuque élevée, *Lespedeza Lespedeza cuneata*, le Kduzu, et beaucoup d'autres.

Méthodes de création, restauration, gestion



Les gestionnaires de parcs et les botanistes travaillant pour la « Arkansas Natural Heritage Commission » commencent à reconnaître que la suppression du feu dans les écosystèmes ayant connu par le passé des incendies naturels entraînait des changements importants de végétation. A travers un système de dendrochronologie - méthode permettant la datation des cernes des arbres - la période de récurrence du feu dans la zone du parc a été déterminée. Par la suite, la période de récurrence du feu actuel a été comparée avec la période de récurrence passée pour évaluer à quel point le régime d'incendie avaient changé du fait de la suppression des feux... Il a été déterminé que la période de récurrence avait été relativement constante des années 1600 jusqu'à l'établissement du parc en 1972 (environ de 3 à 5 ans). À partir de là, la période de récurrence du feu a changé de façon significative avec la suppression active des feux du paysage (changement des valeurs culturelles). Ces modifications ont favorisé l'apparition de plantes ligneuses dans des zones qui

étaient auparavant boisées (parcs de chênes par exemple) ou des clairières. Le bilan hydrologique des eaux souterraines a également changé car davantage de forêts entraînent moins de ruissellement durant les périodes de fortes précipitations, mais puisent également beaucoup plus d'eau des horizons du sol durant les périodes de faibles précipitations. Le feu dirigé est la seule solution logique.

A noter que pour contrôler certaines espèces de plantes envahissantes comme le cèdre rouge, les gestionnaires forestiers emploient souvent des techniques de « slash-pile »: coupe mécanique ou manuelle puis empilement de débris végétaux, et enfin brûlage du tas.

Sur la base de l'information scientifique existante (voir la liste des publications ci-après) et d'une surveillance minutieuse des incendies, le brûlage dirigé est appliqué annuellement sur plusieurs milliers d'acres à Buffalo National River (8 000 à 22 000 acres chaque année). L'application du feu est effectuée sur des unités de brûlage prédéfinies allant de 20 à plus de 12 000 acres. Les parcelles à brûler sont le plus souvent délimitées grâce à des éléments caractéristiques préexistants pouvant être utilisés comme limite de contrôle du feu, comme les routes ou les cours d'eau.

Les chercheurs ont recommandé de fréquents brûlages dirigés lors d'une phase de restauration de la savane / forêt (2-6 ans), permettant ensuite une sélection ponctuelle de pousses de chênes et de caryers dans la canopée avec des brûlages espacés de 10 à 20 ans.

Moyens humains et matériels



Des opérations individuelles peuvent être effectuées à n'importe quel moment de l'année, pourvu que le combustible et les conditions météorologiques respectent les conditions environnementales suivantes :

Température (Fahrenheit)	35 ° - 90 ° (0-32°C)	
Humidité relative	18% - 75%	
Direction du vent	0 - 360	
Vitesse du vent (mi-flamme Miles Par Heure)	0 - 9	
Humidité du combustible - 1 heure	5 - 10%	
Taux d'humidité des combustibles herbacés vivants	60% - 300%	
Hauteur de mélange (minimum)	3500 pieds (env. 1067m)	3000 pieds (env. 914 m)
Vitesse de transport (minimum)	9 miles par heure (env. 15km/h)	10 miles par heure (env. 16 km/h)

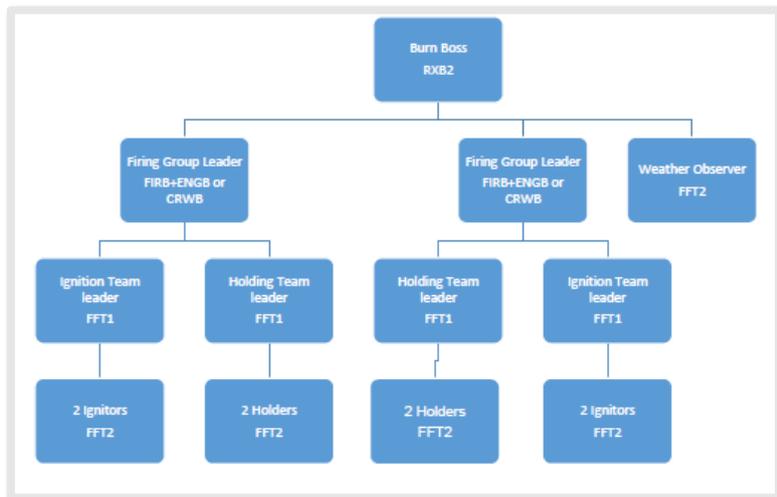
Cependant, des restrictions dues à certains événements ou aux périodes de grande affluence de visiteurs peuvent limiter la mise en œuvre. Les opérations individuelles nécessitent normalement 1 à 2 passages opérationnels pour les allumages et 1 à 3 passages opérationnels pour la surveillance, l'exploitation ou le nettoyage.

Tous les postes doivent répondre aux normes exigées par le groupe national de coordination des feux de forêts (www.nwcg.gov).

En règle générale, le personnel minimum requis est constitué de 16 personnes parmi lesquelles :

1 Responsable brûlages (RXB2), 1 responsable allumage (IGSP), 2 « allumeurs » (FFT1 ou 2), 1 responsable d'exploitation, 2 responsable machines et 9 pompiers. Ces chiffres augmenteront à mesure que la complexité opérationnelle du brûlage ou que le nombre de périmètres brûlés augmente.

Ci-dessous un organigramme type du personnel d'intervention.



Organigramme-type du personnel d'intervention. (© Tony Collins)

Tous les pompiers doivent porter des vêtements résistants au feu, un fire pack, un abri anti-feu (sorte de tente dans laquelle une personne peut s'enfermer jusqu'à ce que le feu soit passé) et un casque. L'équipement comprend généralement des outils, des souffleuses à feuilles alimentées au gaz, des tronçonneuses, un fourgon d'incendie (petit camion de pompier avec une capacité de 400 à 500 gallons d'eau - 1500l à 1900l) et des véhicules



Outil pour l'allumage. (©Onduso)

utilitaires équipés de pompe à eau et de réservoirs d'eau de 50 à 100 gallons - 190 à 380l.

Le type de feu utilisé lors d'un brûlage dirigé est habituellement un « feu de surface », car il augmente la fertilité du sol en convertissant la litière forestière en cendres qui arrivent directement au sol sous forme de nutriments. Le feu de surface tue seulement les petits arbres avec une fine couche de cambium. Les grands arbres tels que le chêne noir y survivent bien.



Feu de surface à Pruitt (©Onduso)

En général, le modèle d'incendie n°9 du Northern Forest Fire Laboratory est le principal modèle utilisé dans le parc Buffalo. Les principales caractéristiques sont (Ndar Onsuso ,2013):

- vitesse du vent à mi- flamme: 5 mph (environ 8km/h)
- pente : 5%
- taux de propagation: 8 chains/heure (1 chain = 66 pieds = 20,12 m soit environ 161m/heure)
- chaleur/unité de surface: 343 BTU/ft² (BTU: British Thermal Unit – Unité d'énergie)
- intensité au niveau de la ligne de feu: 48 BTU/ft²
- longueur de flamme: 4,8 pieds (soit environ 1,5 m).

Méthodes de suivi et d'évaluation



La végétation est échantillonnée avant le brûlage ou le traitement mécanique, immédiatement après et à intervalles de 1, 2, 5 et 10 ans. Après leur collecte, les données sont entrées dans une base de données et stockées pour analyse. Les données permettent aux gestionnaires de ressources et aux scientifiques de comparer la composition de la végétation avant et après le brûlage et les charges de combustible, d'évaluer si les objectifs de brûlage ont été atteints et de suivre les changements à long terme de l'écosystème. La donnée est collectée sur :

- Composition et abondance de la végétation arbustive et herbacée
- Densité, diamètre et santé des arbres par espèce et classe de taille
- Charge de combustible par classe de taille (1 heure, 10 heures, 100 heures et 1000 heures de combustibles)
- Profondeur de la couche organique
- Hauteur moyenne de brûlage (post-brûlage)
- Pourcentage de houppier brûlé (Post-brûlage)
- Sévérité du brûlage (post-brûlage)
- Changements visuels au niveau de points photo permanents

Les éléments de surveillance n'ont pas été collectés sur d'autres éléments biologiques tels que la faune, les champignons ou le sol.

- Rapport de surveillance des effets du feu au parc Buffalo National River - 2017

Interprétation de l'analyse des données
Au cours des neuf mois précédant la collecte des données de l'été 2017, trois parcelles boisées ont brûlé à BUFF lors de feux dirigés à Cecil Cove, mais aucune autre parcelle de surveillance. En outre, un terrain boisé dans le Barn Bluff et un terrain boisé à Turney ont atteint une deuxième saison de croissance après un second brûlage, ce qui est l'un des

points de déclenchement pour l'analyse de données sur les effets du brûlage à BUFF.

Ci-dessous, les objectifs et les résultats de la surveillance des incendies de 2017 à Buffalo.

Pour les zones boisées sèches, par exemple, les données forestières de 13 parcelles montrent qu'il est certain à 80% qu'une réduction d'au moins 60% de la densité des arbres de taille « poteau » sera atteinte dans les 10 ans suivant le premier brûlage dirigé. De plus, les données de 13 parcelles montrent qu'il est certain à 90% qu'une réduction d'au moins 54% du nombre de troncs vivants par acre sera atteinte après 10 années de brûlage.



Brûlage dirigé au Buffalo National River (© Tony Collins)

Unité de surveillance	Objectif de gestion (Restauration)	Résultats de la surveillance (Intervalle de confiance de XX%)	Objectifs atteints ?	Année de dernière analyse (plage d'années de données incluses dans l'analyse)
BUFF, Clairière/Transition	Réduire la densité des arbres de taille « poteau » (2,5 - 15 cm dhp) de 60% après 10 ans de brûlages; (80% d'intervalle de confiance)	Réduction totale des arbres de taille « poteau » = diminution de 20% (n = 8 parcelles, 2 feux)	Non, et ils ne peuvent pas l'être à ce stade.	2013 2001-2013
	Augmenter le nombre moyen d'espèces indigènes dans la couche herbacée d'au moins 40% en deux saisons de croissance après le deuxième brûlage; (90% CI)	Pas de changement du nombre moyen d'espèces (par quadrat) dans la couche herbacée. (n = 8 parcelles avec 2 brûlages)	Non, et les 2 parcelles de clairières restantes qui attendent le brûlage # 2 ne peuvent pas atteindre l'objectif.	2013 2001-2013
	Réduire de 95% la croissance de nouveaux cèdres rouges après trois brûlages consécutifs (IC à 90%)	Réduction de la croissance de nouveaux cèdres rouges de l'Est de 100% (n = 1 parcelle avec 3 brûlis)	Oui	2016 2001-2016
BUFF, Forêt sèche	Réduire la densité des arbres (2,5-15 cm de diamètre DHP) de 60% après 10 ans de brûlage; (IC de 80%)	Réduction de 60% (IC 80%) (n = 13 parcelles, 9 - 10 ans après le 1 ^{er} feu)	Oui	2017 2001-2017
	Réduire la densité des arbres de l'étage dominant pour obtenir une vue ouverte avec une densité cible de 74 arbres / hectare après 20 ans (IC de 80%)	345 à 335 arbres de l'étage dominant - tph = 3% de réduction (n = 13 parcelles, 9 - 10 ans après le 1 ^{er} feu)	NA, les premiers brûlages ont eu lieu en 2004, mais l'atteinte de l'objectif est très peu probable.	2017 Pas de données de 20 ans 2001 - 2017
	Réduire de 60% les troncs d'arbres vivants / acre en 10 ans de brûlage (IC à 90%)	54% de réduction (n = 13 parcelles, 9 - 10 ans après le 1 ^{er} feu)	Non, car aucun brûlage supplémentaire n'est prévu avant 10 ans.	2017 2001 - 2017

Tableau 1: Objectifs des feux de forêt de Buffalo National River (BUFF) 2017 et résultats de la surveillance

Deux exemples précis sont également fournis ci-dessous: les dernières données disponibles pour Dry woodland (2017) et pour Glade (2016 – Pas de données de clairières collectées ou devant être collectées pour 2017 BUFF).

Pour chaque case des tableaux contenant des résultats, les premières données sont les données pré-brûlage, et la seconde est la donnée post-brûlage la plus récente (les dates des brûlages sont dans la troisième colonne).

Retour d'expérience n° 1:
Brûlages dirigés dans le parc Buffalo National River

Type de parcelle & #	Parcelle de brûlage	Dates des brûlages	Objectif écrit de 60% de réduction des arbres de taille « poteau » (2.5-15cm DHP) par hectare après 10 ans de brûlage (avec un intervalle de confiance statistique de 80%)	Les parcelles boisées n'avaient aucun but établi en termes d'augmentation du nombre moyen d'espèces herbacées indigènes. Dernières données	L'objectif écrit est de réduire la densité des arbres pour avoir une vue ouverte avec une densité cible de 74-126 arbres de l'étage dominant par hectare après 20 ans (IC 80%)
Boisé sec 1	LBW	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	De 2280 à 1240 = -46%	De 1,9 à 3,5 = en hausse de 84%	De 210 à 210 = pas de changement
Forêt sèche 2	LBW	3/10/04, 30/03/07, 3/6/13,	2480 à 570 = -77%	1,3 à 6,9 = en hausse de 431%	270 à 310 = + 15%
Boisé sec 3	LBW	3/10/04, 30/03/07, 3/6/13,	De 1760 à 320 = -82%	0,8 à 3 = jusqu'à 275%	370 à 330 = -11%
Boisé sec 4	LBW	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	1560 à 600 = -62%	1,4 à 5,2 = jusqu'à 271%	510 à 530 = + 4%
Boisé sec 5	LBW	3/10/04, 30/03/07, 3/6/13,	2240 à 1200 = -46%	2,1 à 5,7 = jusqu'à 171%	240 à 320 = + 33%
Boisé sec 6	LBW	3/10/04, 30/03/07, 3/6/13,	1800 à 400 = -78%	0,5 à 4 = jusqu'à 700%	230 à 240 = + 4%
Boisé sec 7	LBW	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	1680 à 240 = -86%	1,8 à 2,9 = en hausse de 61%	170 à 160 = -6%
Boisé sec 8	Pruitt	14/03/05, 28/03/12, 22/03/14, 15/10/15,	1200 à 280 = -77%	4,1 à 10,9 = jusqu'à 166%	360 à 260 = -28%
Boisé sec 9	Riddell	03/03/05,	1720 à 1760 = + 2%	8,6 à 6,1 = baisse de 29%	300 à 300 = pas de changement
Boisé sec 10	Riddell	03/03/05,	1520 à 1440 = -5%	2,5 à 1,9 = baisse de 24%	530 à 520 = -2%
Boisé sec 11	Cecil Cove	11/11/09, 31/01/17	800 à 720 = -10%	2,9 à 8,2 = jusqu'à 183%	310 à 320 = + 3%
Boisé sec 12	Cecil Cove	11/11/09, 31/01/17	1680 à 1240 = -26%	De 7,3 à 15,1 = jusqu'à 107%	300 à 310 = + 3%
Boisé sec 13	Cecil Cove	11/11/09, 31/01/17	800 à 880 = + 10%	2,9 à 5,7 = 97%	290 à 240 = -17%
Boisé sec 14	Turney	19/11/08, n'a pas brûlé dans 11 ou 12, 28/01/16,	1680 à 480 = -71%	2,5 à 9 = jusqu'à 260%	420 à 390 = -7%
Boisé sec 15	Turney	19/11/08, WF-4/9/11, WF-3/2/12, 1/28/16	360 à 200 = -44%	0,7 à 2,9 = en hausse de 314%	530 à 430 = -19%

Retour d'expérience n° 1:
Brûlages dirigés dans le parc Buffalo National River

Boisé sec 16	Barn Bluff	la parcelle n'a pas brûlé	1160 à? =?	2.4 à? =?	350 à? =?
Boisé sec 17	Barn Bluff	20/11/08, WF- 2/14/16,	440 à 400 = -9%	1 à 3,3 = jusqu'à 230%	340 à 360 = + 6%
Résultats moyens			Moyenne pour les dernières données de 16 parcelles brûlées pour tous les arbres « poteau » est passé de 1498 à 751 = baisse de 50%	La moyenne des dernières données sur 16 parcelles brûlées est passée de 2,6 à 5,9 = jusqu'à 123%	Moy pour les dernières données de 16 parcelles brûlées est passé de 336 à 327 = baisse de 3%

Tableau 2: 2017 BUFF dry woodland fire management. Results from individual plots.



Brûlages dirigés au Buffalo National River (©Tony Collins)

Retour d'expérience n° 1:
Brûlages dirigés dans le parc Buffalo National River

Type de parcelle & #	Unité de brûlages	Dates des brûlages	% de réduction des arbres de taille « poteau » par hectare sur la base des dernières données (l'objectif est une réduction d'au moins 60% après 10 ans de brûlages)	% d'augmentation du nombre moyen d'espèces herbacées indigènes (selon les dernières données)	% de réduction des semis de cèdre rouge de l'Est (le but est d'au moins 95% de réduction après 3 brûlages)
Clairière 1	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	De 2520 à 2000 = -20%	De 6 à 8,2 = en hausse de 37%	De 2 à 0 = -100%
Clairière 2	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, 3/6/13,	2640 à 2040 = -23%	6 à 9,4 = en hausse de 57%	0 à 0 = null
Clairière 3	Lower Buff Wilderness	30/03/07, La parcelle n'a pas brûlé en 04 ou 13	1320 à 1200 = -9%	Seulement brûlé une fois 7,2 à 5,6 = baisse de 22%	73 à 0 = -100%
Clairière 4	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	720 à 520 = -28%	5,2 à 4,6 = baisse de 12%	1 à 0 = -100%
Clairière 5	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	840 à 880 = + 5%	10 à 9,8 = baisse de 2%	1 à 0 = -100%
Clairière 6	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	2040 à 1760 = -14%	3,6 à 6,2 = jusqu'à 72%	0 à 0 = null
Clairière 7	Lower Buff Wilderness	30/03/07, La parcelle n'a pas brûlé en 04 ou 13	640 à 560 = -12%	Seulement brûlé une fois 5,4 à 4,6 = baisse de 15%	5 à 0 = -100%
Clairière 8	Lower Buff Wilderness	3/10/04, 30/03/07, la parcelle n'a pas brûlé en 13,	1320 à 920 = -30%	7,2 à 6,6 = baisse de 8%	2 à 0 = -100%
Clairière 9	Pruitt	3/14/05, 28/03/12, n'a pas brûlé en 14 ou 15	1360 à 200 = -85%	7,4 à 7,2 = baisse de 3%	3 à 1 = -67%
Clairière 10	Pruitt	14/03/05, 28/03/12, n'a pas brûlé au 14, 15/10/15,	720 à 280 = -61%	De 5,4 à 15,6 = jusqu'à 189%	18 à 0 = -100%
Résultats moyens			10 parcelles sont passées en moyenne	10 parcelles d'espèces herbacées	10 parcelles sont passées en

	de 1412 à 1036 arbres= baisse de 27%	indigènes sont passées en moyenne de 6,3 à 7,8 = augmentation de 23%	moyenne de 10,5 plants de thuya par sous- parcelle à 0,1 = baisse de 99%
--	---	--	--

Tableau 3: Gestion des feux de clairière – BUFF 2016. Résultats de parcelles individuelles.

En 2017 à BUFF, des données ont également été collectées à North River Road pour deux parcelles de suivi des effets des feux mises en place pour suivre les changements d'une population de *Callirhoe bushii*, espèce rare au niveau national et profitant des feux de forêt.

En 2017, les deux parcelles de *Callirhoe bushii* comptaient des populations au-dessus de celles de 2014 (Tableau 4). Cependant, les données de la parcelle n°1 comparées aux données initialement collectées en 2012 montrent que la population de *Callirhoe bushii* peine encore à produire des plantes reproductrices, vraisemblablement en raison d'une combinaison d'ombrage excessif et de broutage par les cerfs ou les wapitis.

Les 49 pieds reproducteurs de la parcelle n°2 en 2017 ont presque doublé par rapport à l'année d'avant (26). Bien que ce soit une bonne nouvelle, il n'y avait pas de raison évidente à cette augmentation.



Brûlages dirigés à Buffalo National River (©Tony Collins)

Retour d'expérience n° 1:
Brûlages dirigés dans le parc Buffalo National River

Données sur <i>Callirhoe bushii</i> (CABU4) provenant des feux dirigés de North River Road – Buffalo National River											
Année et parcelle CABU4 #	Semis en bonne santé	Semis Stressés	Code de stress *	Tiges en bonne santé	Tiges stressées	Code de stress *	Tiges reproductrices saines	Tiges reproductrices stressées	Code de stress *	Total pour la parcelle	Total pour l'année
2012 parcelle # 1	11	0		1	0		4	18	DH = 18	34	
Pas de visite en 2013											
2014 parcelle # 1	23	20	DH = 19 IH = 1	0	0		0	0		43	
2014 parcelle # 2	dix	23	DH = 23	0	9	DH = 9	0	2	DH = 2	44	87
2015 parcelle # 1	92	54	DH = 29 IH = 18 BT = 4 MD = 3	0	9	DH = 9	0	0		155	
2015 parcelle # 2	78	20	DH = 8 IH = 12	2	11	DH = 11	1	2	DH = 2	114	269
2016 parcelle # 1	dix	19	DH = 18 IH = 1	0	1	DH = 1	1	7	DH = 7	38	
2016 parcelle # 2	35	2	DH = 2	1	0		14	12	DH = 12	64	102
2017 parcelle # 1	28	8	DH = 8	1	0		5	9	DH = 8 BT = 1	51	
2017 parcelle # 2	18	2	DH = 2	1	0		47	2	DH = 2	70	121

* Les codes de stress sont utilisés lorsque $\geq 10\%$ de la surface foliaire totale d'une plante est affectée.
DH = broutage par des cerfs ou des wapitis,
GH = broutage par la marmotte,
IH = broutage par des invertébrés (escargot, insecte, etc.),
PM = oïdium,
BT = extrémité noire (flétrissement viral, champignon, sécheresse ou tout autre facteur conduisant une tige non brisée à faner),
HD = dégâts de grêle,
MD = dégâts mécaniques (chute de branches, piétinement, etc.).

Tableau 4: Bush's poppy mallow in North River Road prescribed fire unit.

L'étude menée par Onduso (2013) pour son projet de recherche sur le brûlage dirigé dans cinq sites différents de la rivière Buffalo a également montré plusieurs résultats (dans le contexte spécifique de l'étude) :

- Il y avait plus de chênes et de caryers dans les sites brûlés que dans les sites non brûlés (probablement parce que le feu ouvre le sol de la forêt)
- Le feu dirigé aide au développement de sous-bois
- La hauteur moyenne des arbres (m), la surface terrière des arbres (m^2 / ha) et le volume des arbres (m^3 / ha) sont plus élevés dans les sites brûlés
- Les nutriments du sol ayant des valeurs plus élevées dans les zones non brûlées de l'étude sont le phosphore (P), le calcium (Ca) et le potassium (K), l'azote total émis par acre est plus élevé dans les zones brûlées. Les valeurs en ions fer sont plus faibles dans les sites brûlés, probablement en raison à son absorption rapide par les

espèces herbacées à croissance rapide qui en ont besoin comme nutriment

- Le feu a eu des effets positifs et négatifs à la fois sur l'environnement biotique et abiotique. Parmi les points négatifs: les cavités de bois frais faites par les pics ont été trouvées seulement dans les sites non brûlés. De plus, quelques espèces végétales rares ont été rencontrées dans les sites d'étude non brûlés. Parmi eux figurent le *Dirca palustris* et le *Goodyera pubescens* [Willd.] R. Br.)
- Le feu a encouragé l'installation de certaines espèces telles que les champignons *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.), Kuntze et *Valsa ceratosperma* qui étaient présents uniquement dans les sites d'étude brûlés, mais a empêché l'installation d'autres espèces.

Description

Animation



Il est nécessaire d'élaborer, pour chaque opération de brûlage dirigé, un plan complet de gestion des incendies avec de la documentation sur la conformité environnementale, un plan de brûlages dirigés par programme ou par parc, et un plan d'action en cas d'incident. Le plan d'action en cas d'incident contient plusieurs plans individuels (Plan d'allumage, plan de

maintien, plan de dotation et d'affectation, plan de communication, plan médical) ainsi que des réflexions sur la sécurité et la protection propres à la parcelle de brûlage. Un reporting via des programmes web nationaux est requis avant et après la mise en œuvre.

Partenaires



-Techniques : Service des forêts des États- Unis, The Nature Conservancy, plusieurs universités, agences locales et nationales.

- Financiers : La plus grande partie du financement provient des fonds fédéraux alloués chaque année par le Congrès américain au Centre national de lutte contre les incendies (NIFC). Le NIFC distribue le financement par agence aux bureaux régionaux, qui distribuent eux-

mêmes les fonds aux bureaux locaux de gestion des incendies tels que le groupe de gestion des incendies des parcs nationaux de l'Arkansas.

Coût et financements



Il est difficile d'estimer le coût exact d'un projet de brûlage dirigé. Cependant, un chiffre raisonnable serait de 50 \$ à 250 \$ l'acre.

Calendrier



CALENDRIER DE L'ACTION

Année 1	Année 2 - 3	Année 3 -4	8 – 10 ans
Identification de la zone du projet	Les données de surveillance pré-brûlage sont collectées	Inscription du projet dans le Système national de gestion des incendies et de reporting (NFORS) Demande de financement	Mise à jour du plan de brûlage
L'aire est cartographiée ou une couche SIG est créée	Installation de parcelles de surveillance	Complétion du plan de brûlages dirigés	Examen technique du plan de brûlage et approbation par le personnel régional.
Examen de la zone du projet par le personnel de la Gestion des Ressources	Initiation d'études de terrain sur les ressources culturelles et naturelles	Examen technique du plan de brûlage et approbation par le personnel régional.	
Examen de la zone du projet par le personnel de Gestion des Feux	Rapports d'enquête sur les ressources culturelles et naturelles	Préparation de packs de conformité et soumission pour approbation aux niveaux régional, fédéral, et à la population amérindienne	Examen de la conformité et soumission pour approbation au niveau régional, fédéral, et à la population amérindienne
Examen de la zone du projet par le personnel local des Ressources Culturelles	Selon la zone et le type de brûlage, organisation de réunions publiques ou de sorties sur le terrain	Développement d'un plan d'intervention en cas d'incident Préparation de l'opération de pré-brûlage	Développement d'un plan d'intervention en cas d'incident Préparation de l'opération de pré-brûlage
Collecte de données spécifiques au site avant d'initier la mise en conformité.	Etablissement des besoins de recherche et identification de partenaires	Brûlage	
Identification du manque de données et des besoins d'information spécifiques au site	La recherche et la collecte de données se poursuivent	Collecte des données de surveillance des effets du feu après le brûlage Collecte des données SIG Rapports d'incendie rentrés dans la base de données d'information sur la gestion des incendies de forêt.	

Bilan général



POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none">— Un processus naturel— Les équipes sont formées et ont une solide expérience— Les actions sont basées sur des informations scientifiques	<ul style="list-style-type: none">— Emission de CO₂ et d'autres particules pouvant être nocives pour la santé humaine lorsqu'elles sont inhalées— Certains points liés à l'acceptation du public (voir ci-dessous).

AMELIORATIONS - CONSEILS

Baser toutes les actions sur la meilleure information scientifique disponible et sur autant de recherche que possible.

- Acceptabilité sociale

Les dynamiques sociales autour du brûlage dirigé sont vastes et peuvent provoquer beaucoup d'émotions.

Un projet mené en 2006 visait à identifier et à traiter des contraintes sociales liées à l'utilisation des brûlages dirigés dans les forêts nationales d'Ozark et de Ouachita en Arkansas (Creighton et al., 2006). Afin d'identifier les problèmes, une série de discussions ont eu lieu en 6 endroits différents à travers l'état, avec des participants représentant un large éventail de parties prenantes. Les discussions visaient à identifier les obstacles à l'utilisation des brûlages dirigés dans la gestion forestière. Trois enjeux principaux ayant une incidence sur la possibilité de brûlage pour les gestionnaires fonciers ont été identifiés par les participants: les risques, la fumée et la perception du public.

La fumée des brûlages dirigés est l'un des principaux problèmes mentionnés par les intervenants. Les intervenants ont principalement indiqué qu'ils étaient inquiets par rapport aux effets de la fumée sur la visibilité, la santé et la qualité de l'air. L'effet de la fumée sur la santé humaine a été un point de discussion prédominant lors de toutes les réunions.

Les intervenants ont mentionné de nombreux risques potentiels associés à l'utilisation ou à l'absence d'utilisation de brûlages dirigés.

Perspectives

Poursuites



Il est prévu que le projet se poursuive. Les travaux dépendent évidemment des financements.

Transposabilité



L'efficacité des brûlages dirigés pour restaurer et maintenir la santé écologique a été prouvée sur des terrains privés et publics à travers les États-Unis et dans de nombreux endroits dans le monde. Le processus est généralement répliquable. Des ajustements peuvent être nécessaires selon le niveau d'expertise, le risque, le modèle de combustible, la topographie et le climat.

Publications

-Ndar Onduso, F., 2013. Effect of Prescribed Burning in the Forests of Buffalo National River, Arkansas. *University of Arkansas, Fayetyeville*. <http://scholarworks.uark.edu/etd/1024/>

-Creighton, J. H., H.O. Liechty, R. Montgomery, M. Pelkki, and T. Walkingstick. 2006. Identifying and addressing social constraints involved with the use of prescribed fire in forest ecosystems of the Ouachita and Ozark regions of Arkansas. Executive summary. https://www.uaex.edu/business-communities/public_policy/research_publications/exec_summary/tamara_hal_executive_summary.pdf

-Vasilyeva, Larissa N. Stephenson Steven L. Collins T., 2014, Pyrenomycetous fungi (Ascomycota) of the Buffalo National River, University of Arkansas, Fayetyeville

-Foti Thomas L., Chief of Research, Upland Hardwood Forests and Related Communities of the Arkansas Ozarks in the Early 19th Century, Arkansas Natural Heritage Commission, Little Rock, AR 72201

-Stambaugh, Michael C., Gyetie, Richard P., 2006, Fire Regime of an Ozark Wilderness Area, Arkansas, Department of Forestry, 203 ABNR Bldg., University of Missouri-Columbia 65211
[http://www.bioone.org/doi/abs/10.1674/0003-0031\(2006\)156%5B237:FROAOW%5D2.0.CO%3B2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1674/0003-0031(2006)156%5B237:FROAOW%5D2.0.CO%3B2)

-Guyette R.P., Spetich, M.A., Stambaugh, M.C., 2006, Historic fire regime dynamics and forcing factors in the Boston Mountains, Arkansas, USA, *Forest Ecology and Management* 234 (2006) 293–304
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112706004877>

-The Glades of Buffalo National River, Arkansas, J.M. Logan, Arkansas Natural Heritage Commission
<https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=17832&context=rtid>

- Fire History of turkey Mountain, Arkansas, Dr. Richard Guyette, University of Missouri-Columbia
- Savanna and Glade Vegetation of Turkey Mountain, Buffalo National River, Arkansas: Effects of a single Prescribed Burn, S.E. Jenkins, University of Missouri-Columbia
- Resurvey of Turkey Mountain, Buffalo National River, Arkansas: Effects of Two Prescribed Burns, Jenkins and Jenkins, University of Missouri-Columbia
- Fire History, Vegetation Composition and Structure, and Fire response of Post Oak Barrens within the Lower Buffalo Wilderness USGS Missouri Field Station, University of Missouri-Columbia

Des liens vers la plupart des recherches sont disponibles ci-après: <https://www.frames.gov>.

Réalisé par :



**Office
International
de l'Eau**

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :



Corail jardiné au Vanuatu

N° 2

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: SPC-GIZ programme «Faire face au changement climatique dans les îles du Pacifique » (CCCPIR) & Nguna-Pele Marine & Land Protected Area Network

Site web: <http://www.panorama.solutions/fr/node/1408>

<https://www.equatorinitiative.org/2017/05/29/nguna-pele-marine-and-land-protected-area-network/>

https://www.youtube.com/watch?v=nx-1LW_cXH0

Contact: Christopher Bartlett - Country Director and Technical Advisor to the Vanuatu component of the SPC-GIZ Coping with Climate Change in the Pacific Islands Region Project - christopher.bartlett@giz.de

Identité du site

Localisation: Pelé, Province de Shefa, Vanuatu - Océanie

Enjeux: Le récif corallien joue un rôle dans la protection du littoral et dans le fonctionnement de l'écosystème insulaire

Statut juridique: Aire marine protégée



Milieux: Milieux littoraux

Type d'action: Restauration ou réhabilitation (tend vers le retour de l'écosystème à sa trajectoire historique ou à la réparation des fonctions-clés), Translocation / réintroduction d'espèces

Cadre de l'action: Adaptation aux changements climatiques.

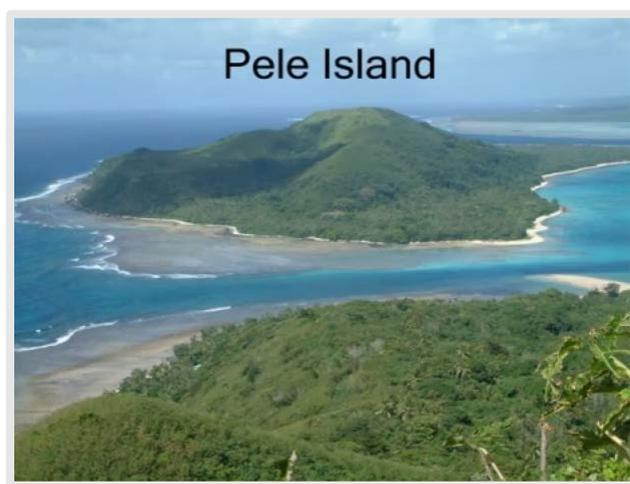
Historique et contexte

Le Vanuatu est particulièrement sensible aux effets négatifs du changement climatique. Les habitants de nombreuses îles souffrent déjà de l'élévation du niveau de la mer et de phénomènes météorologiques extrêmes tels que des ouragans, des sécheresses, de fortes précipitations et des inondations, ainsi que de leurs conséquences, comme par exemple les inondations côtières, la perte d'éléments nutritifs des sols et l'érosion côtière et fluviale. L'élévation prévue du niveau de la mer, les changements dans les précipitations, les températures plus élevées et l'acidification des océans exacerberont ces risques dans les décennies à venir. Cela met en péril les moyens de subsistance des populations, dont la plupart vivent de l'agriculture, de la sylviculture et de la pêche, et dépendent donc des ressources naturelles. Les événements météorologiques extrêmes et les phénomènes climatiques à évolution lente ont également un impact particulièrement négatif sur le tourisme.

Un autre aspect du projet concerne l'importance des récifs coralliens pour la population. Dans l'île de Pelé par exemple, le récif de corail se situe très près du rivage (récif frangeant s'étendant à environ 150 m du

rivage), il est possible de le voir très distinctement en nageant, pêchant, etc. Cette proximité fait que la population voit ce récif corallien comme un récif «personnel», une ressource qui «lui appartient».

Mais il y a 10 ou 15 ans, les récifs coralliens ont commencé à se dégrader considérablement. Pour y remédier, les insulaires ont décidé d'agir de façon proactive.



Pele Island. Source: The Nguna-Pele Marine Protected Area Network

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Les récifs coralliens sont actuellement menacés par les changements climatiques (acidification des océans,

augmentation de leur température), les espèces envahissantes (étoiles de mer) et les activités humaines. Il

existe également des pressions dues aux blanchissements, aux tempêtes ou aux cyclones. Ceci, à son tour, affecte le rôle du corail dans la protection du littoral, la fourniture de nourriture et dans sa fonction au sein de l'écosystème insulaire.

L'objectif du programme est de permettre l'adaptation au changement climatique des récifs coralliens via une activité d'écotourisme innovante et qui puisse générer des revenus. Cette action est également bénéfique pour l'écosystème.

Il y a quelques années de cela, les habitants du Vanuatu ont entendu parler d'un groupe aux Fidji qui plantait du corail : le corail était implanté sur un disque en béton, aussi appelé « cookie », lui-même attaché sur de lourdes armatures en métal aux axes solides et placé sur des structures sous-marines en fer. En 2005-2006, les habitants ont essayé de faire la même chose au Vanuatu avec, pour commencer, 300 fragments de corail. Environ 6 mois plus tard, le corail se développait et grandissait en toute sécurité sur ces « cookies ». Mais ces « cookies » et structures ayant été placés à seulement 2-3 mètres de profondeur sous la surface de la mer, un puissant cyclone a tout détruit. Cependant, cette action initiale de pouvoir « cultiver » du corail a commencé à changer la perception des gens sur le corail, ainsi que la façon dont ils voyaient auparavant le récif corallien: un système en dehors de leur sphère d'influence.

En 2012, l'île de Pelé a connu une forte prolifération d'étoiles de mer appelées « Couronne d'épines », dévoreuses de corail. Cette prolifération était due à une capture excessive des prédateurs de ces étoiles de mer, mais aussi à des cycles de reproduction accrus en raison de l'augmentation de la température de la surface de la mer. Après les dommages causés au récif par l'invasion de ces étoiles de mer, et après la destruction des récifs par un cyclone en 2013, les dirigeants de l'île ont décidé de retenter la plantation de coraux à l'aide d'une méthodologie améliorée. Les communautés ont également interdit la pêche des deux principaux prédateurs de l'étoile de mer : le Napoléon (ou Labre Géant) et le Triton Géant.

Méthodes de création, restauration, gestion



Plusieurs étapes:

- Collecter des fragments de coraux brisés dans les eaux peu profondes (brisés par les tempêtes, les vagues ...);
- Fixer des fragments de coraux brisés à une cage où ils peuvent se développer, grâce à des liens ou des fils de fixation;
- Transplanter des coraux sur des armatures où ils peuvent pousser jusqu'à atteindre des colonies complètes. Les armatures de corail sont fixées à des blocs de ciment reposant sur le substrat (à environ 30-40 cm du sable). Pour éviter qu'ils soient détruits par les cyclones et les vagues, les cages de corail doivent être installées plus profondément que les ondes créées par les tempêtes (environ 7 mètres de profondeur). Cependant, certaines zones de plantation sont situées en eau peu profonde, pour permettre un accès plus facile aux touristes (~ 3 m). Les coraux sont plantés au bord du récif corallien existant (~ 55m de large).

Les coraux doivent être rapidement attachés et immergés (en quelques heures), car le tissu corallien est sensible à l'exposition à l'air ou à une manipulation excessive. Une nouvelle cage est ajoutée environ tous les mois.

Des actions ont également été mises en œuvre pour agir sur les causes de la disparition des récifs coralliens.

Combattre les espèces envahissantes

Il y a quelques années, la région de Nguna-Pelé a été menacée par les étoiles de mer Couronnes d'épines (*Acanthaster planci*), une espèce envahissante. Une « campagne de nettoyage de la terre et de la mer » a été organisée sous la forme d'une compétition entre les communautés : au total, plus de 25 000 étoiles de mer ont été collectées sur une période d'un an. Par exemple,

10 000 étoiles de mer, dont 3 000 provenant de l'intérieur des limites terrestres du village d'Unakap, ont été collectées au cours d'une seule session de nettoyage. Des récompenses ont été données aux équipes (hommes, femmes et jeunes) recueillant le plus d'étoiles de mer en trois jours. Les équipes vainqueur ont passé des heures et des nuits sur le récif à ramasser les étoiles de mer envahissantes pour protéger les récifs.

Lorsque les habitants ont réalisé que les étoiles de mer étaient pleines de nutriments (azote, phosphate, potassium) et pouvaient être utilisées comme engrais organique, ils se sont mis à les vendre comme engrais. L'étoile de mer Couronne d'épines doit être filtrée de son sel avant d'être broyée et apportée au sol ou ajoutée à d'autres matières organiques. Appliqué aux sols sablonneux pauvres de certaines terres de basse altitude, le compost d'étoiles de mer améliore rapidement la production agricole. Deux familles sont maintenant impliquées dans la production de compost d'étoiles de mer pour sa commercialisation.

Combattre les sédiments

Ces dernières années, une vaste campagne de plantation d'arbres a été menée, car les communautés du Vanuatu ont été encouragées à aider à relever les défis du changement climatique grâce à une sensibilisation ciblée. Les arbres plantés ont été choisis pour répondre spécifiquement à la problématique de résilience côtière, avec des plantes comme le vétiver, aussi utilisé pour contrôler l'érosion, ou avec des variétés locales de bois de santal résistantes à la sécheresse. En re-végétalisant les côtes, ces arbres et ces graminées aident à stabiliser les sédiments pour éviter qu'ils ne se retrouvent sur les récifs coralliens et étouffent les organismes vivants. Maintenir le sable sur la plage grâce à de telles pratiques de sylviculture permet également à l'industrie du tourisme d'apporter des revenus nécessaires aux habitants des îles.

Combattre les pratiques de pêche destructrices

L'une des menaces les plus graves pour les récifs coralliens, outre le changement climatique, est la surpêche humaine. À cet égard, le Réseau Nguna-Pelé a mis en place des zones de non-prélèvement pour protéger les réserves de reproducteurs et veiller à ce qu'il y ait toujours suffisamment de poissons et d'invertébrés pour la consommation de la communauté. En outre, le Réseau travaille avec tous les villages pour interdire les pratiques de pêche non durables, comme l'utilisation de filets à petites mailles (qui capturent les jeunes poissons) et l'utilisation de fusils à harpon la nuit lorsque les poissons dorment et ne nagent pas. L'innovation la plus importante consiste à amener les pêcheurs à puiser dans les réserves de poissons non-récifaux, par exemple en installant des dispositifs de concentration de poissons au large afin que les pêcheurs ciblent les poissons pélagiques profonds et gardent le système récifal intact.

Moyens humains et matériels



Moyens matériels

Le corail est planté sur de grandes cages ancrées dans le substrat à une profondeur de ~ 7m, en dessous de la zone dangereuse de vagues lors des cyclones. Les matériaux de base utilisés pour la plantation de corail sont des barres d'armature en fer (utilisées pour renforcer la construction béton), soudées entre elles pour créer une cage de 1m x 2m. Les barres d'armature en fer s'oxydent rapidement lorsqu'elles sont exposées à l'eau de mer, mais cela ne semble pas affecter la croissance des coraux. La petite quantité de barres d'armature en fer utilisée n'a également pas eu d'effet visible sur la qualité de l'eau. Plus récemment, un grillage en fer galvanisé a été utilisé pour créer des lits plus légers et qui ne s'oxydent pas aussi rapidement.

Les morceaux de coraux sont collectés sur le récif après une tempête ou dans la zone de vagues, où de petits morceaux de corail sont naturellement brisés par les mouvements des vagues. Les morceaux sont ensuite attachés aux cages. Les coraux sont attachés avec des fils en plastique ou des fils de construction (non

biodégradables), mais au Vanuatu, il est très difficile de trouver un matériau plus naturel.

Une version plus légère et plus mobile des cages a été développée avec le soutien d'une ONG locale (Island Reach) composée de plusieurs morceaux de barres d'armature en fer (semblable à une araignée marchant sur le sable). Dans une cage « araignée », on peut mettre jusqu'à 30 fragments, et 100 sur une cage normale.

En ce qui concerne les espèces de coraux, l'*Acropora* sp ramifié, ayant une croissance rapide, est généralement utilisé, mais des plantations de quelques *monitpora* sp ramifiées ainsi que des *pocillopora* sp ont également été couronnées de succès. Toutes les espèces de coraux n'ont pas le même taux de survie lorsqu'elles sont plantées, c'est pourquoi après avoir fait des essais, seulement 10 espèces sont actuellement collectées et ciblées pour la plantation. En particulier, il a été remarqué que certaines familles s'en sortaient très bien (*Acroporidae*,..) contrairement à d'autres (par exemple *Pocillopora*) qui avaient un taux de mortalité très élevé. À cet égard, le nouveau récif n'est pas représentatif d'un récif corallien naturel et ne remplit pas pleinement les mêmes fonctions et services écologiques qu'un récif naturellement sain. Ces nouveaux récifs fournissent cependant une structure et un substrat essentiels pour les poissons, les invertébrés et autres espèces benthiques qui ont besoin de coraux vivants pour se développer.

Moyens humains

La GIZ, Island Reach, le gouvernement du Vanuatu et d'autres ont apporté un soutien technique à ce projet, mais les communautés locales et les touristes ont constitué les principales ressources humaines au cours de la dernière décennie. Les enfants recueillent des fragments, les femmes les attachent aux cages et les hommes plongent pour installer les cages. Ce programme représente un exemple où les femmes jouent un rôle proactif dans la conservation marine, un secteur généralement géré par les hommes.

Les touristes, intéressés de voir ce qui était fait pour protéger le corail, ont voulu participer. Il leur est possible

d'attacher un fragment de corail sur la cage « araignée » contre la somme de 50 \$ US. Cette participation financière est présentée sous la forme d'une «adoption», par le biais de laquelle les visiteurs peuvent revendiquer avoir leur «propre» récif corallien résilient au climat. L'argent revient à la communauté et est ensuite utilisé pour la conservation des coraux et d'autres projets de protection de l'environnement. La plantation de coraux est l'attraction la plus reconnue internationalement sur l'île Pelé, avec les tortues de mer.



Cage pour le corail. Vanuatu (©Island Reach)

La construction de cages « araignée » coûte 25 \$ US et une grande cage coûte environ 45 \$ US. Ces coûts sont entièrement couverts par l'argent du tourisme.

Méthodes de suivi et d'évaluation



Le suivi est basé sur les capacités et les intérêts de la communauté à observer les résultats des activités de plantation de corail.

Pour le récif naturel, les leaders communautaires définissent ce qu'est un corail en bonne santé et surveillent ensuite le corail pour voir s'il est effectivement en bonne santé ou non.

Pour le récif cultivé, il n'y a pas de méthode de surveillance formelle. Ils surveillent et font attention au corail, en éliminant les morts, en nettoyant le récif, etc. Il s'agit d'un suivi visuel très régulier mais pas scientifique.



Jardinage de corail. Vanuatu (©CCCPIR-SPC/GIZ)

Les poissons reviennent, mais aucune surveillance n'est faite pour quantifier l'augmentation de la biodiversité.

Description

Animation



Les actions mises en place dans les années 2000 ont joué un rôle important dans l'évolution de la mentalité des populations locales sur la biologie des coraux. Le rôle proactif qu'ils peuvent avoir dans la culture de corail a également facilité leur participation.

4 groupes techniques:

- Island Reach: une ONG
- Un expert des Fidji en culture de corail.
- Le gouvernement du Vanuatu
- La GIZ.

Partenaires



Gouvernance :

Le Nguna-Pele Marine et le Réseau des aires protégées de Vanuatu sont responsables du projet. Le réseau comprend des membres de chaque village. Il est également responsable de l'éducation à l'environnement.

Coût et financements



Au démarrage du projet, la GIZ a apporté de l'argent. Mais rapidement, le projet est devenu autofinancé, grâce à l'argent provenant du tourisme.

Calendrier



Des actions de culture de coraux sont menées depuis 20 ans dans les îles du Pacifique, et depuis plus de 15 ans au Vanuatu, même si ce projet spécifique a débuté en 2013.

A ce jour, le projet n'a pas de date de fin. Il s'autofinance, et il y a toujours un besoin et une place disponible pour la culture de corail. En effet, il y a de plus grandes zones de récifs autour de l'île qui pourraient être réhabilitées car les cages sont assez petites.

Les villages sont responsables des sites de plantation et de l'activité.

Bilan général



Principaux résultats

- Plus de 3000 fragments de coraux ont été plantés sur une variété de structures immergées qui se sont avérées robustes et résilientes au violent cyclone tropical Pam.
- Les côtes érodées se stabilisent en même temps que la santé des coraux s'améliore et que le récif se développe, atténuant la force des vagues
- Les variétés de corail plantées qui tolèrent le mieux le stress thermique se répandent
- Le poisson associé au corail, source de sécurité alimentaire locale, augmente en abondance
- 7 villages insulaires bénéficient de revenus durables, réinvestis dans des projets locaux d'adaptation et de gestion de l'environnement
- Il a été permis aux femmes et aux jeunes filles du village de participer de manière proactive à une activité marine d'adaptation au climat, un secteur généralement dominé par des hommes, pêcheurs et plongeurs.
- Des programmes pédagogiques - avec plus de 500 jeunes participants - sur la sensibilité des coraux aux changements climatiques ont permis une gestion

côtière plus globale au sein des communautés autochtones.

- Un engagement accru auprès des visiteurs étrangers a ouvert la voie à d'autres formes de coopération climatique (par exemple, le parrainage de systèmes d'approvisionnement en eau dans les villages et la construction de salles de classe).

POINTS FORTS

- L'une des clés du succès a été le rôle proactif donné à la population. Dans les aires protégées, l'action est plus déconnectée de la population, alors qu'avec ce projet, les gens sont vraiment actifs, ils ont changé leur perception des coraux et le voient maintenant comme quelque chose qu'ils peuvent gérer directement
- Impliquer les communautés locales, en particulier les femmes et les jeunes filles, était également un point fort: non seulement cela démontre leur rôle important dans la gestion des ressources naturelles, mais cela s'avère aussi bénéfique pour les activités de culture de corail, car les femmes et les jeunes filles sont des cultivatrices de corail très compétentes et efficaces
- La plantation de coraux n'est pas une action passive, et les effets du travail peuvent être appréciés visuellement. Ce travail est également facile à réaliser, il suffit de s'assurer que le fragment est bien fixé au fer. La culture de corail n'exige pas beaucoup de connaissances scientifiques ou techniques.
- Une autre raison du succès est l'aspect économique: les fonds collectés par le tourisme sont utilisés pour d'autres projets de lutte contre le changement climatique (enquête sur les récifs ...), pour l'école et pour les habitants de l'île.
- Dans l'ensemble, l'adaptation des solutions de conservation aux besoins locaux est un point fort de ce projet.

POINTS FAIBLES

- L'aspect négatif principal est lié au taux de mortalité du corail (environ 30%), du fait que les fragments collectés sont des fragments brisés, parfois trop endommagés pour survivre
- Un autre défi est lié aux dégâts que peuvent causer les cyclones et les tempêtes, en particulier les tempêtes de catégorie 5 avec des vagues de 5 mètres, qui sont des tempêtes extrêmement puissantes transportant des tonnes de sédiments. Dans ce cas, les habitants du Vanuatu doivent nettoyer les cages de corail.
- Des phénomènes de blanchiment et d'acidification des océans se produisent également en raison du changement climatique, et il n'y a presque rien à faire à ce sujet. Certaines variétés de coraux sont plus résistantes que d'autres, mais elles peuvent également mourir du blanchiment / acidification.
- Le fait que le matériel pour la culture de corail ne soit pas biodégradable peut être un point faible pour ce projet, bien qu'au Vanuatu, il n'y ait pas beaucoup de possibilités d'obtenir d'autres matériaux.
- Le manque de suivi scientifique peut également être considéré comme un point négatif.
- Enfin, les chefs de projet doivent veiller à ce que le but économique ne devienne pas plus fort que le but écologique.

AMELIORATIONS - CONSEILS

Conseils

- Réfléchir à un système de revenus durables permettant au projet de vivre de lui-même.
- Choisir un site où le tourisme est possible

Améliorations

- Utiliser du matériel durable (biodégradable ou recyclé)
- Etablir une surveillance des plantations et une évaluation des actions mises en œuvre

Perspectives

Poursuites



Le projet va se poursuivre au Vanuatu.

Le gouvernement a priorisé l'adaptation pour les communautés côtières dans sa « Contribution Déterminée au niveau National » [Nationally Determined Contribution (NDC)], prévue dans la convention des Nations Unies sur le changement climatique.

Transposabilité



Ce genre de projet pourrait être transposable dans d'autres endroits où l'on trouve du corail. Mais il faut veiller à ce que le projet génère des revenus durables et qu'il soit mené dans des zones où le tourisme et la conservation peuvent être gérés. Il serait aussi intéressant de considérer les activités pédagogiques, pour faire du projet un outil de conservation durable.

Réalisé par :



**Office
International
de l'Eau**

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :

Centre de
ressources
**GÉNIE
ÉCOLOGIQUE**

LiveDrava - Restauration de l'écosystème riverain de la basse-Drave en Slovénie

N°3

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: DOPPS – BirdLife Slovenia

Site web: <http://livedrava.ptice.si/>

Contact: Damijan DENAC, directeur,
damijan.denac@dopps.si

Identité du site

Site: Drave inférieure, incluant le site Natura 2000 de la Drave et la réserve naturelle du bassin d'Ormož

Localisation : Plaine alluviale appelée «Dravska ravan» dans le nord-est de la Slovénie entre Maribor et Središče ob Dravi, comportant la réserve naturelle du lac Ptuj et celle du bassin d'Ormož.

Spécificités : En raison de 3 centrales hydroélectriques, la dynamique naturelle de la Drave a été fortement altérée et, à Ormož, les lagunes de traitement des eaux usées d'une sucrerie ont été abandonnées.

Enjeux: Préserver et accroître les populations d'espèces d'intérêt communautaire (Directive Habitats), améliorer et restaurer les types d'habitats avec un statut de conservation défavorable.

Statut juridique: La réserve naturelle du Bassin d'Ormož est gérée et détenue par DOPPS. Elle est incluse dans le site Natura 2000 de la Drave et considérée comme réserve naturelle (Journal officiel de la République de Slovénie, n° 23, 5.5.2017, 3441-3445).

La basse Drave - zone d'importance écologique et site Natura 2000.



Milieux: Milieux boisés, milieux humides

Type d'action: Création de milieux, Préservation - gestion, Restauration ou réhabilitation (tend vers le retour de l'écosystème à sa trajectoire historique ou à la réparation des fonctions-clés),

Cadre de l'action: Adaptation aux changements climatiques, travaux d'aménagement du territoire.

Historique et contexte

La dynamique naturelle de la Drave a subi de fortes transformations après la construction de centrales hydroélectriques sur la zone du projet actuel, le site Natura 2000 de la Drave (SI5000011 & SI3000220) entre Maribor et Središče ob Dravi. La plus grande partie de l'eau a été réorientée vers les canaux, tandis que les rejets dominants dans l'ancien lit de la rivière ont été considérablement réduits. Le vaste réseau de bras a progressivement diminué, la majorité d'entre eux n'étant maintenant plus raccordés à la rivière principale, et les bancs de gravier se sont trop développés. Ces changements ont causé la disparition des habitats propices à la reproduction de plusieurs espèces. L'Hirondelle de Rivage et le Martin-Pêcheur sont rares car leurs besoins d'habitat de berges sablonneuses érodées pour construire leur nid ne sont plus satisfaits. Les forêts alluviales (91E0 *) ont été dégradées et les espèces de poissons telles que la Bouvière, l'Aspe, la Loche de Rivière ont également perdu leurs habitats. Les travaux de maintenance de la rivière effectués sur la Drave dans le but de protéger les hommes et les infrastructures contre les inondations, ont souvent manqué de justifications claires par le passé et ont été destructeurs pour la biodiversité.

En 1977, une sucrerie (TSO) a été construite à Ormož et tout de suite après sa construction, les lagunages pour le

traitement des eaux usées de l'usine ont commencé à accueillir un nombre significatif d'espèces d'oiseaux aquatiques reproducteurs et migrateurs. Une zone d'importance exceptionnelle pour les oiseaux à l'échelle nationale et au-delà a été formée.

En 2006, en raison d'une réforme européenne liée au sucre, l'usine a été fermée. DOPPS a alors immédiatement initié des activités de sauvegarde de la zone humide et a établi une réserve naturelle dans la zone des bassins.



Vue générale de la sucrerie, de ses lagunes, du Lac Ptuj et d'une zone de la Drave (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Même si la dynamique naturelle de la Drave a été fortement modifiée après la construction de trois centrales hydroélectriques, certaines caractéristiques naturelles de cette rivière ont été préservées. En raison de la grande superficie de la Drave et de ses bras, des prairies sèches au centre d'une forêt alluviale, des bancs de

gravier, des berges diversifiées et d'autres caractéristiques naturelles ainsi que quelques masses d'eau artificielles telles que des retenues d'eau, font de cet écosystème riverain un refuge pour de nombreuses espèces (notamment protégées au titre de Natura 2000). Les bassins d'épuration abandonnés de la sucrerie

d'Ormož ont été restaurés en zone humide semi-naturelle avec un approvisionnement constant en eau, et sont devenus l'une des principales haltes migratoires pour les oiseaux aquatiques en Slovénie.



Lagune et sucrerie d'Ormoz (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Le projet visait à préserver et étendre les populations d'espèces inscrites dans l'annexe I de la Directive Oiseaux (oiseaux typiques des cours d'eau) et dans l'annexe II de la Directive Habitats (poissons et coléoptères) en gérant les habitats forestiers alluviaux (annexe I, directive Habitats) le long de la Basse-Drave en Slovénie. Le projet visait également à améliorer la coopération entre les acteurs les plus importants et à informer le public sur la valeur naturelle de ces sites Natura 2000 et sur l'importance de leur sauvegarde. Les objectifs spécifiques comprennent:

- Transformation de 61 ha d'anciens bassins de lagunage en zones humides semi-naturelles comme site de halte pour les oiseaux migrateurs (bassins d'Ormož);
- Gestion de l'habitat des peuplements forestiers pour améliorer l'état d'environ 15 ha de forêts alluviales;
- Etablissement d'un système de pâturage;
- Suppression des bateaux de pêche illégaux et des sites de chasse illégaux;
- Création de deux îles artificielles pour la reproduction de la Sterne Pierregarin (superficie totale de 2100 m²)
- Ouverture et restauration des trois bras latéraux de la Drave (Longueur totale de 38 kms);

- Préparation des berges pour permettre la reproduction du Martin-Pêcheur (*Alcedo atthis*) et des Hironnelles de Rivage (*Riparia riparia*);
- Gestion des bancs de gravier pour le Petit Gravelot et le Chevalier guignette (10 ha) ;
- Réduction des perturbations causées par l'homme dans les bancs de gravier.

Moyens humains et matériels



- Personnel de DOPPS: 1 chef de projet, 1 directeur financier, 2 agents de relations publiques, 2 ornithologistes, 1 garde-chasse et 2 assistants projet
- Personnel de VGB (Vodnogospodarski Biro Maribor doo, bénéficiaire associé) : 1 expert en hydrologie, 1 expert en transport de sédiments et en hydraulique, 1 expert SIG, 1 expert en habitats, 5 designers, 2 experts en environnement, 1 coordinateur.
- Personnel de DRAVA (Vodnogospodarsko podjetje Ptuj, dd . bénéficiaire associé) : 1 coordinateur, 2 techniciens, 1 chef de la construction responsable, 1 contremaître, 5 ouvriers qualifiés
- PTUJ (bénéficiaire associé) : 1 coordinateur
- Ressources matérielles: 1 bateau pneumatique à moteur, un autre petit bateau pneumatique, 5 jumelles, 2 télescopes, PC, 1 remorque pour le transport de bateau, 1 tracteur, 1 motofaucheuse (débroussaileuse), 2 moteurs électriques, logiciels MIKE 21C, MIKE 11, MIKEFLOOD, équipement de baguage pour oiseaux, infrastructure de pâturage - écuries, clôtures électriques, infrastructure de visite - tour d'observation, observatoires, parking, panneaux d'information.
- Animaux: 10 buffles d'eau pour la gestion des pâturages dans la réserve naturelle des bassins d'Ormož. Achetés au Parc « Neusiedler See - Seewinkel National Park » en Autriche après une analyse approfondie des conditions (habitats, roseaux, néophytes) et des besoins en termes de pâturage. Ce choix s'est révélé être le bon car nous sommes en mesure de créer des habitats de qualité pour les oiseaux aquatiques grâce à la gestion des pâturages.

Du fait de leur propre reproduction depuis leur introduction, 16 animaux sont présents sur le site.

Méthodes de création, restauration, gestion



Bénévoles recréant le banc de sable le long de la Drave - LiveDrava, SI. (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Le projet implique l'intervention de l'homme pour rétablir le fonctionnement écologique, à savoir : le pâturage des bassins de lagunage, la restauration des talus de sable, la suppression des sites de chasse et de pêche illégale, la réouverture des bras latéraux, la suppression d'un enrochement important, le défrichement des bancs de gravier envahis par la végétation, la création de nouvelles entrées d'eau dans les bassins d'Ormož. Pour ces derniers, les ingénieurs ont décidé de prévoir un canal avec une capacité maximale de 240 l/sec au lieu d'un fossé pour les arrivées d'eau dans les bassins d'Ormož.

Le projet comprend également la maîtrise foncière des terres : un achat ou une location à long terme (25 ans) de terres. 6,9 ha de forêt alluviale ont été achetés et une parcelle de 6747 m² a été louée.

La préservation des îles de nidification du lac Ptuj et la préparation des berges de la rivière pour la réinstallation de sites de reproductions pour les Martin-Pêcheurs et les Hirondelles de rivage ont été réalisées. Deux îles de 1000 m² ont été construites selon les instructions de DOPPS, dans l'espoir de résoudre définitivement le problème de

sauvegarde de la Sterne. Pour assurer un meilleur suivi de la colonie, un système d'enregistrement à distance a même été installé sur l'île, qui servira pour le futur suivi. Avec cette gestion, la totalité de la population (100%) de deux espèces des zones de protection spéciales Natura 2000 a été préservée – le Sterne Pierregarin et l'Hirondelle de Rivage, et 25% de la population de Martin-Pêcheur.



Lagunes d'Ormož en renaturation progressive (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Une gestion de l'habitat sur les peuplements forestiers à bois tendre a été mise en place dans les bassins d'Ormož. Une expérience sur du bois mort a été réalisée pour améliorer l'habitat des scarabées saproxyliques en voie de disparition. A peu près 40m³ de peupliers hybrides non indigènes ont été coupés pour cela. Des troncs morts ont été laissés sur deux parcelles forestières, ce qui a permis une augmentation de 10-20% du bois mort dans les peuplements forestiers.

Un problème de chasse illégale existe sur lac d'Ormož depuis de nombreuses années, provoquant ainsi une réduction significative d'oiseaux aquatiques hivernant, réduisant la valeur écologique de la zone de protection spéciale de la Drave. Une campagne d'information a eu lieu, avec 2500 prospectus et 2000 affiches imprimés et distribués. Une procédure juridique pour supprimer des objets illicites dans le lac d'Ormož a démarré en Croatie,

ainsi que des contrôles sur le terrain. Un cas particulier a été signalé à la police et la personne ayant commis le délit a été traduite en justice. Le Lac d'Ormož est l'un des trois sites dans lequel un suivi de 10 jours est effectué régulièrement, répertoriant les populations d'oiseaux et les impacts humains négatifs. Les bassins d'Ormož sont devenus une réserve naturelle d'Etat et par décret gouvernemental, la chasse n'est plus autorisée sur le site.

Après plus d'une décennie d'absence, le Hamster d'Europe (*Cricetus cricetus*) est réapparu en septembre 2014, dans son seul site en Slovénie, dans la zone du parc naturel, donnant un argument supplémentaire de conservation de la nature pour le parc. En dehors de la création de bancs de sable pour les Hirondelles de Rivage et les Martins-Pêcheurs, trois autres actions concrètes de sauvegarde sont menées dans le lit de la rivière:

Améliorer l'habitat du Petit Gravelot,

- Nettoyage, à deux reprises, de manière innovante de 6 grands bancs de gravier envahis de végétation, sur une surface totale de 10 ha
- 3 bras de rivière fermés ont été ouverts afin d'améliorer le type d'habitat prioritaire des espèces de poissons menacés et d'améliorer l'alimentation des Martins-Pêcheurs et des scolopacidés; les perturbations liées aux activités humaines sur 7 bancs de gravier ont été réduites en plaçant des barrières ou en creusant des fossés.

Une gestion des pâturages a été réalisée dans les bassins d'Ormož. Le sous-traitant a fourni un programme de pâturage détaillé et le système de pâturage a été établi dans les bassins selon cette proposition. 12 700 m de clôtures ont été érigées et une étable a été construite. Cinq buffles d'eau ont été installés dans la région en 2014 et 5 autres en 2016, ces derniers se sont révélés très efficaces, contrôlant la végétation mieux que ce qui était prévu. La restauration fonctionne dans les bassins – une nouvelle alimentation en eau a été bâtie et une restauration des habitats faite – des habitats pour les oiseaux nicheurs et migrateurs ont été créés (5 grandes îles, 77 petites îles, 1753m de canaux restaurés).

Méthodes de suivi et d'évaluation



Un état initial complet a été réalisé au tout début pour toutes les espèces cibles, afin de pouvoir quantifier les effets de la sauvegarde.

Différents types d'indicateurs pour les oiseaux / de suivis spécifiques ont été réalisés au cours du projet. Le suivi des oiseaux aquatiques dans le lac Ptuj et dans le lac Ormož a été effectué par des comptages réguliers pendant toute la durée du projet, tous les dix jours. Le suivi de toutes les espèces qualifiées pour la zone de protection de la Drave dans le bassin hydrographique d'Ormož a été réalisé en utilisant une méthode de cartographie annuelle sur la période 2013-2017. Le suivi des effectifs reproducteurs de la Sterne Pierregarin et de la Mouette Rieuse a été effectué au cours de deux visites dans les sites de reproduction. Le suivi des oiseaux nicheurs a été réalisé en utilisant un bateau gonflable sans moteur. Deux à trois dénombrements ont été effectués chaque année dans le lit de la Drave entre Maribor et Zavrč. A cet effet, toute la section a été divisée en trois secteurs. À notre demande, l'Agence slovène de l'environnement (ARSO) a émis une autorisation (n° 35601-53 / 2013 - 4, le 18 avril 2013) pour la réalisation des études écologiques sur le Petit Gravelot.



*Détermination, baguage et pesée d'un oisillon de pluvier
(Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)*

Dans l'étude, la capture-recapture, le baguage coloré et des géolocalisateurs ont été utilisés. Le travail sur le terrain a été effectué sur la période début avril - début août 2014, 2015 et 2016. Au total, 177 nids ont été trouvés (la plupart au début de l'incubation ou pendant la ponte)

et leur devenir a été suivi à des intervalles de 4 jours jusqu'à éclosion ou non.

Le suivi des coléoptères a révélé plus de 170 taxons de coléoptères, dont 87 saproxyliques. Outre le *Cucujus cinnaberinus*, six espèces importantes supplémentaires ont été trouvées dans la partie sèche de la réserve naturelle des bassins d'Ormož. Une espèce a été enregistrée pour la première fois dans la faune de coléoptères slovène – le *Acupalpus interstitialis*.

Après l'abolition de la chasse illégale sur le lac Ormož, les populations d'oiseaux aquatiques hivernants se sont considérablement rétablies. Sur les automnes et hivers (période septembre-janvier) de 2012/2013-2014/2015, seulement 2 300-4 300 oiseaux aquatiques ont été enregistrés sur le lac en moyenne, alors que dans la première saison après l'abolition de la chasse (2015/2016), ce nombre a atteint 7 300 oiseaux aquatiques, avec les nombres les plus élevés en novembre, dépassant même 10.000 individus.

La gestion de l'île a permis d'obtenir que 118 couples de Sterne Pierregarin se sont reproduits sur le lac Ptuj en 2017, ce qui représente le nombre le plus important atteint au cours des 14 dernières années. Le nombre de Mouettes rieuses a augmenté encore davantage. En 2017, sa population dans la Drave était de 853 couples reproducteurs - tous sur le lac Ptuj.



Panure à moustache femelle (Panurus biarmicus), & sterne commune (Sterna Hirundo) (Source: DOPPS - BirdLife)

La création manuelle de murs de reproduction sur les berges a considérablement aidé les Hirondelles de rivage et les Martins-Pêcheurs. Par le biais de cette gestion, 5

nouveaux couples reproducteurs de Martins-Pêcheurs se sont établis, soit une augmentation de 25% de la population. Outre le Martin-Pêcheur, l'Hirondelle de rivage a également bénéficié de cette gestion. Les efforts ont permis d'atteindre en moyenne 574 couples reproducteurs d'Hirondelles de rivage (sur la période 2013-2017), soit une multiplication par trois par rapport à la moyenne sur la période 2000-2012 (194 couples).

La suppression de la végétation ligneuse envahissant les bancs de gravier a permis d'atteindre en moyenne 17 (35%) couples nicheurs de Petits Gravelots et 6 (15%) de Chevaliers guignette. Des perturbations telles que la conduite illégale sur les bancs de gravier ont été empêchées sur 7 sites. Des fossés et des barrières routières ont été utilisés et des panneaux d'information ont toujours été placés pour expliquer le sens de l'action. De cette façon, les perturbations ont été réduites pour la première fois sur la Drave et ont abouti à 4 (8%) nouveaux couples reproducteurs de Petit Gravelot et 1 (2,5%) de Chevaliers guignette.

Dans la réserve naturelle du bassin d'Ormož, au cours de la migration printanière, le Chevalier Sylvain et le Combattant Varié sont réapparus après plusieurs années d'absence, prouvant que le site a recommencé à servir de zone de halte pour les oiseaux de rivage. La reproduction du Fuligule nyroca, de la Sarcelle d'été et du canard souchet devrait se produire prochainement. Le Grèbe castagneux, le Busard des marais, le Râle d'eau, la marouette ponctuée, la Gallinula, la Foulque, les Vanellinae et le Petit Gravelot ont déjà été confirmés comme reproducteurs. Le Pygargue à queue blanche est régulièrement présent dans la région. La présence de toutes ces espèces est le résultat direct de la restauration. Les coléoptères aquatiques n'étaient pas des espèces directement ciblées pour les bassins, mais le suivi a révélé que les bassins sont devenus le site le plus important pour les coléoptères aquatiques en Slovénie, possédant maintenant le plus grand nombre d'espèces menacées! Dans un bras de rivière restauré, la présence du *Graphoderus billineatus* n'a pas encore été confirmée, mais pour la première fois dans la région, l'espèce végétale *Hottonia palustris* a été trouvée, ce qui est prometteur pour les coléoptères car ils sont

écologiquement liés à cette espèce végétale. Les données quantitatives pour les coléoptères saproxyliques ne peuvent pas encore être évaluées, mais les deux espèces Pique-Brune (*Osmoderma Eremita*) et Cucujus Vermillon (*Cucujus cinnaberinus*) ont été trouvés dans la zone du projet.

La surveillance des poissons a révélé que les conditions écologiques pour les espèces de poissons se sont améliorées suite à la restauration des trois bras de la rivière. La Bouvière est devenue plus stable et moins vulnérable. La préservation des chenaux de crue, des bras latéraux et des parties profondes de la Drave est cruciale pour une sauvegarde réussie des Bouvières, des loches de rivières et des Aspes. L'échantillonnage a prouvé la présence de la majorité des espèces attendues, et, pour la première fois dans la Drave, le *Sabanejewia balcanica*.

Il est répertorié parmi les espèces de l'Annexe II de la Directive Habitat.

Les résultats de l'étude socio-économique indiquent une augmentation de l'acceptation sociale des activités du projet, ce qui confirme que les activités de communication et éducatives ont eu un effet positif sur la vision des sites Natura 2000 comme des zones d'opportunité et n'ont pas été perçues comme un obstacle. Les résultats de tous les groupes cibles inclus ont montré une sensibilisation accrue au terme « Natura 2000 » et une meilleure connaissance des zones protégées. Une étude socio-économique réalisée au début et à la fin du projet a démontré que le projet a considérablement amélioré les connaissances du public sur le réseau Natura 2000, le projet LIVEDRAVA, DOPPS ainsi qu'un support au projet de réserve naturelle sur les bassins d'Ormož.

Description

Animation



Le statut de projet LIFE impliquait que des rapports devaient être remis à la CE régulièrement en utilisant les approches et formats prévus dans le programme. Cinq rapports ont été préparés - un rapport de démarrage, un rapport à mi-parcours, deux rapports d'étape et un rapport final.

Le projet comprenait également une stratégie de communication et de formation pour les écoles et le public avec des conférences, des visites sur le terrain et des expositions, des événements publics, mais aussi un film documentaire, un clip video, des brochures, des livrets et des articles dans les journaux (voir <http://livedrava.ptice.si/>).

Les volontaires, en particulier les étudiants d'université, ont été inclus dans de nombreuses actions, comme la gestion des îles de reproduction pour la Sterne Pierregarin, la préparation des bancs de reproduction

pour les Hirondelles de rivage et Martin-Pêcheurs, la gestion des bassins d'Ormož, les événements etc.

Partenaires



- techniques : société d'ingénierie de l'eau - VGB, société d'entretien de l'eau - DRAVA, Municipalité Urbaine de Ptuj

- scientifiques : DOPPS - Birdlife Slovénie

- financiers : Commission européenne, Dra vske elektrarne Maribor doo, Municipalité d'Ormož, MOP - Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire

Coût et financements



Le budget total était de 4.098.910 € avec une contribution de l'UE de 2.033.455 €. Cela comprend 1,3 million pour le personnel, 1 million pour l'assistance, 1 million pour les infrastructures, 270.000 pour les équipements, 91.000 pour les consommables.

Calendrier



CALENDRIER DE L'ACTION

2012 (Sep-Dec) & 2013	2014	2015	2016	2017
<p>Plans techniques détaillés pour des travaux de restauration (mesures d'ingénierie écologique)</p> <p>Plans détaillés techniques pour des installations destinées aux visiteurs Réserve naturelle d'Ormož Basins</p> <p>Directives pour une gestion durable de l'eau de la Drave, pour le plan de gestion du bassin hydrographique national du Danube pour la période 2016-2021</p> <p>Levé géodésique et délimitation du terrain (démarcation)</p> <p>Achat d'un fragment de forêt alluviale</p> <p>Gestion de la sauvegarde des îles de reproduction du lac Ptuj</p> <p>Site Web du projet</p> <p>Mise en place des équipements de base dans la réserve naturelle des bassins d'Ormož (bureau temporaire du projet)</p> <p>Gestion des bancs de gravier pour la nidification du Petit Gravelot</p>	<p>Analyse hydraulique - modélisation des inondations et du transport des sédiments</p> <p>La gestion de l'habitat dans le peuplement forestier de bois tendre dans la réserve naturelle des bassins d'Ormož</p> <p>Suppression des sites de pêche et de chasse construits illégalement sur le lac d'Ormož</p> <p>Restauration des bras de la rivière</p> <p>Préparation des berges pour la nidification de Martin-pêcheur et d'hirondelles de rivage</p> <p>Impact des actions du projet sur les espèces d'oiseaux</p> <p>Impact des actions du projet sur les espèces de coléoptères</p> <p>Mise en place des installations de base pour les visiteurs du lac Ptuj</p> <p>Étude de l'impact socio-économique des actions du projet</p> <p>Production et distribution de publications liées au projet</p> <p>Programme éducatif, présentations publiques et excursions</p> <p>Réseautage avec d'autres projets</p>	<p>Restauration des bassins d'Ormož & des bras de la rivière & réduction des perturbations humaines</p> <p>Analyse hydraulique - modélisation des inondations et du transport des sédiments</p> <p>Plans techniques détaillés pour les installations destinées aux visiteurs de la réserve</p> <p>Plan de gestion et plan technique détaillé de pâturage pour la réserve naturelle des bassins d'Ormož.</p> <p>Directives pour la gestion durable de l'eau de la Drave pour le plan national de gestion du bassin du Danube pour la période 2016-2021</p> <p>Leasing d'une parcelle pour atteindre l'intégrité de la zone restaurée</p> <p>Développement de l'approvisionnement en eau et restauration des habitats pour les oiseaux.</p> <p>Création d'une nouvelle île de reproduction artificielle pour les Sternes Pierregarins et gestion des îles de reproduction du lac Ptuj</p> <p>Préparation des berges pour la nidification de Martin-pêcheur et de hirondelles de rivage</p>	<p>Plan de gestion pour la réserve naturelle des bassins d'Ormož et mise en place d'un système de pâturage à long terme et gestion durable des zones humides</p> <p>Directives pour une gestion durable de l'eau de la Drave, pour le plan de gestion du bassin hydrographique national du Danube pour la période 2016-2021</p> <p>Gestion de la sauvegarde des îles de reproduction du lac Ptuj</p> <p>Restauration des bras de la rivière</p> <p>Préparation des berges pour la nidification de Martin-pêcheur et des hirondelles de rivage</p> <p>Réduction des perturbations causées par l'homme et de la destruction de l'habitat de reproduction des oiseaux dans les bancs de gravier</p> <p>Impact des actions du projet sur les espèces d'oiseaux et de poissons</p> <p>Production et distribution d'un film documentaire, de publications liées au projet</p> <p>Réseautage avec d'autres projets</p> <p>Programme éducatif</p>	<p>Déclaration de la réserve naturelle des bassins d'Ormož.</p> <p>Évaluation des résultats de la surveillance de l'habitat et des espèces (approche par écosystème)</p> <p>Layman report</p> <p>Production et distribution de publications liées au projet</p> <p>Audit</p> <p>Plan de sauvegarde post-LIFE</p>

Le projet s'est terminé le: 31/12/2017

Bilan général



Par le passé, l'écosystème rivulaire de la Drave a été dégradé, avec une diminution ou disparition des espèces typiques de ces écosystèmes ou emblématiques de sites Natura 2000. Le DOPPS est actif dans la région depuis sa création en 1979. Plusieurs menaces ou problèmes plus

vastes contribuant à cette dégradation ont été reconnus et placés au centre de nos actions de conservation de la nature dans le cadre du présent projet. Pendant la mise en œuvre du projet, nous avons essayé de démontrer l'importance des services écosystémiques fournis gratuitement à l'humanité. Le projet LIVEDRAVA est terminé mais la conservation de la nature et la lutte pour le bien public le long de la Drave se poursuivent.

POINTS FORTS

- Succès dans la restauration des espèces menacées
- Large réseau de bénévoles - les bénévoles ont participé à de nombreuses activités et on peut compter sur eux pour des activités de gestion récurrentes
- adoption d'une politique de gestion durable de l'eau dans la législation
- Renforcer la coopération et la communication entre les parties prenantes les plus importantes dans la zone du projet.
- Les activités de communication et de formation ont eu un effet positif sur la perception de NATURA 2000 et la sauvegarde de la nature auprès du public

POINTS FAIBLES

- Malheureusement, malgré tous les efforts, le classement officiel en parc naturel n'a pas été atteint.
- Le réseau de bénévoles est un point fort mais il convient de souligner qu'à l'avenir, il pourrait arriver, qu'avec une demande croissante de travail bénévole, «l'offre n'atteindra pas la demande».
- Traditionnellement, le service d'inspection en Slovénie ne fonctionne pas, surtout lorsque les lois concernant la nature sont enfreintes. C'est un point faible si nous voulons continuer à réduire les perturbations sur les bancs de gravier, car les infractions doivent être sanctionnées pour obtenir l'effet recherché. Par exemple, un polygone pour motocross a été trouvé dans l'un de nos sites Natura 2000. Le cas a été signalé au service d'inspection, mais comme attendu, sans aucun effet.

AMELIORATIONS - CONSEILS

Le plus grand risque pour le projet est venu de l'intérieur. L'un des partenaires, Institute of the Republic of Slovenia for Nature Conservation, a quitté le projet au démarrage, estimant que ses attentes et ses conditions n'étaient pas remplies, ce qui a causé des problèmes pour le projet. Cependant, le reste du partenariat est resté stable sécurisant toutes les actions. Un conseil est donc de sélectionner ses partenaires très soigneusement à l'avance.



Travail sur les bancs de la rivière et vue aérienne avant et après la restauration (Source: LiveDrava layman's report, 2018)

Perspectives

Poursuites



Huit projets ont été jusqu'ici appliqués ou préparés directement à la suite des activités du projet «LIVEDRAVA», cinq ont été confirmés, un a été rejeté, deux sont en cours d'évaluation.

Parmi les projets confirmés, le projet Interreg "ČIGRA" (Čigra signifiant "Sterne" en slovène et en croate) qui a débuté en septembre 2017 et prendra fin en février 2020 (<http://ptice.si/cigra-2017-2020/>). Les résultats du projet LIFE – directives pour la gestion des Sternes - ont été d'une importance majeure pendant la préparation du projet, car les expériences acquises pour la sauvegarde des Sternes seront transmises aux collègues croates dans le cadre du projet ČIGRA.



La lagune comme espace de repos pour les oiseaux (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Outre le transfert de connaissances et la base de données commune sur les Sternes, DOPPS poursuivra la gestion de la sauvegarde des îles, promouvra la sauvegarde des Sternes grâce à une campagne internationale de formation pour les jeunes, organisera des journées portes ouvertes, placera des panneaux de formation supplémentaires au lac Ptuj, publiera un magazine dédié aux Sternes et étendra la recherche au sein du projet

ČIGRA. Ainsi, au cours des 3 prochaines années (période post-LIFE), nous intensifierons même notre travail sur la Sterne Pierregarin, y compris pour ce qui concerne la sauvegarde, la recherche, la promotion / formation et le renforcement des capacités.

DOPPS est inscrit comme holding agricole (n° KMG ID 100325669) et a appliqué avec succès des mesures d'«agriculture écologique». Les parcelles du bassin hydrographique d'Ormož sont incluses dans cette mesure (http://rkg.gov.si/GERK/WebViewer/GERK_ID_5466544), car nous appliquons une gestion de conservation par le pâturage. Une subvention annuelle est attendue.

La réserve naturelle a été déclarée et un décret gouvernemental a été adopté. Le décret définit que le ministère devrait embaucher un «gardien» pour le site qui devrait préparer le plan de gestion, contrôler le régime et mettre en œuvre la gestion de conservation. Le paiement de cette prestation est prévu. DOPPS - BirdLife Slovenia, le propriétaire légal du site avec de nombreuses références en gestion de la sauvegarde, a signé un contrat avec le Ministère en tant que gardien. De cette façon, le financement de base pour le fonctionnement de la réserve est garanti pour la période post-LIFE.

Transposabilité



Beaucoup de ces zones existent le long de la plupart des rivières européennes et pourraient mériter une approche de gestion similaire pour accroître la diversité locale, en particulier des espèces menacées.

Des guides pour une gestion durable de l'eau de la Drave ont été présentées et mis à la disposition des experts, et nous croyons vraiment qu'ils serviront de modèle pour des initiatives similaires en Slovénie et dans l'ensemble de l'Europe. Par conséquent, nous sommes certains qu'une forte valeur ajoutée de l'ensemble du projet est confirmée

par le fort potentiel de réplication de ces directives et de leur orientation vers la mise en œuvre des politiques de l'UE. L'adoption des pratiques a été présentée en détail lors de la conférence LIFE à Zagreb le 2 février 2018

organisée par le Ministère de l'Environnement et de l'Energie de la Croatie dans le cadre du projet LIFE14 CAP / HR / 14.

Publications

- Rapports du projet : Progress Report (2015), Midterm Report (2014), Inception Report (2013)
- Layman's report,
http://livedrava.ptice.si/wp-content/uploads/2018/01/2018_12_1_LIVEDRAVA_Laymans_report_web_v2.pdf
- Ormož Basin Nature Reserve (Guide),
http://livedrava.ptice.si/wp-content/uploads/2017/06/2017_16_6_UradnolistRS_023_2017_NROL.pdf
- Naravni rezervat Ormoške lagune (Guide),
http://livedrava.ptice.si/wp-content/uploads/2014/09/2017_9_11_NROL_vodnik_2017_ANG_splet.pdf
- Drava River – Nature's Gift for Every Generation,
http://livedrava.ptice.si/wp-content/uploads/2014/09/Drava_brosura_22x18_web.pdf
- Naturschutzgebiet Ormoške lagune



Nettoyage d'une île de galets (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)



Colonie d'hirondelles de rivage (Source: DOPPS - BirdLife Slovenia)

Réalisé par :



*Office
International
de l'Eau*

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :

Centre de
ressources
**GÉNIE
ÉCOLOGIQUE**



Expérience d'éco mimétisme pour la création de toits végétalisés sur la friche industrielle de Barking Riverside

N° 4

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: University of East London Sustainability Research Institute and Barking Riverside Ltd.

Site web: http://www.turas-cities.eu/case_study/10

Contact: Stuart Connop, Senior Research Fellow at UEL, email: s.p.connop@uel.ac.uk, Tel: 02082234985

Identité du site

Site: Barking Riverside, banlieue de Londres

Localisation: Barking Riverside, Londres Borough of Barking & Dagenham, Royaume Uni

Spécificités: Friche industrielle (180ha) dans laquelle s'est développée une biodiversité importante, et reprise par un promoteur dans le but d'y construire 11 000 habitations

Enjeux: Conserver une importante communauté d'invertébrés typique de friche industrielle et d'importance régionale, dans le cadre d'une infrastructure verte stratégique multifonctionnelle. Les espèces visées comprennent le Bourdon variable *Bombus humilis* (Espèces prioritaires du plan d'action pour la Biodiversité du Royaume Uni), le Gymnosome arrondi *Gymnosoma nitens* (Diptère en RDB1) mais également le grand campagnol (*Arvicola amphibius*), la couleuvre à collier (*Natrix natrix*), le rouge-queue noir (*Phoenicurus ochruros*), la Rousserolle verderolle (*Acrocephalus palustris*) ainsi qu'un vaste ensemble d'invertébrés d'importance régionale

Statut juridique: un « Open Mosaic Habitat » [la mosaïque d'habitats ouverts] est un habitat d'importance majeure pour la biodiversité en Angleterre.



Milieux: Milieux ouverts, milieux urbains

Type d'action: Création de milieux, réaffectation (voir un autre usage),

Cadre de l'action: Adaptation aux changements climatiques, planification territoriale.

Historique et contexte

Le projet consiste en une approche novatrice d'éco-mimétisme ayant pour objectif de concevoir des infrastructures urbaines vertes pour des développements nouveaux. L'éco-mimétisme repose sur le fait de copier les caractéristiques des écosystèmes locaux, en l'occurrence un « Open Mosaic Habitat [Mosaïque d'Habitats Ouverts] » d'importance régionale qui s'est formé sur une friche industrielle. Concevoir des toits végétalisés en s'appuyant sur les principales niches d'habitat de la friche industrielle a permis de trouver un mécanisme de conservation de la biodiversité, de connecter les habitats et de fournir des services écosystémiques dans le cadre de la reconversion de la friche industrielle. Cette approche a également offert aux communautés locales des opportunités de renouer avec la nature et avec le patrimoine industriel du site, en favorisant l'engagement, l'accès à la propriété et les loisirs. De nouveaux modèles de toits végétalisés ont été développés et testés sur site et ont montré qu'ils pouvaient appuyer avec succès le maintien de la biodiversité d'importance régionale associée au site avant le développement. Les résultats sont intégrés dans la conception d'infrastructures vertes innovantes qui seront déployées plus largement sur le site à mesure que le réaménagement se fera (11.000 habitations prévues dans le projet). L'intégration du contexte régional dans la conception des toits végétalisés a permis de réduire les problèmes spécifiques au site qui seront causés par son urbanisation et a permis de démontrer la possibilité de restauration d'habitats et d'écosystèmes importants et

typiques de la région. On espère que cette conception permettra au site de Barking Riverside de fonctionner comme un habitat en pas japonais (Saura et al., 2014), assurant un lien avec l'environnement proche des habitations et entre les sites clés conservés et protégés dans la région.



Localisation de l'expérience de toit vert à zone humide éphémère à Barking Riverside, Londres, UK. Image tirée de Nash (2017). © Blom, Bina maps, 2016.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Historiquement, le site de Barking Riverside était une zone marécageuse, bordant la Tamise. La zone a été drainée et la centrale électrique de Barking a été

construite. Après la fermeture de la centrale dans les années 1980, le site a été abandonné en grande partie, laissant des zones où des cendres pulvérulentes étaient

assez largement présentes et ont permis le développement d'une zone typique postindustrielle à végétation clairsemée non entretenue. L'état du site a été favorable au développement d'une série de services écosystémiques et d'une biodiversité d'importance régionale. En 2007, un permis de construire a été accordé pour bâtir sur une partie du site, comprenant environ 11 000 maisons, des écoles et des infrastructures de transport. Le processus de planification a reconnu la valeur de la friche industrielle (pré-construction) pour son soutien significatif à la biodiversité, en particulier un assemblage d'espèces d'invertébrés d'importance régionale (voir ci-dessous pour le détail des espèces). Il vise aussi à assurer des services écosystémiques tels que la gestion des eaux pluviales et fluviales d'orage, ou des espaces verts utiles pour la santé et le bien-être. Cette « mosaïque d'habitats ouverts » constitue un habitat d'importance majeure en termes de conservation, selon l'article 41 de la Loi britannique sur l'Environnement Naturel et les Communautés Rurales (Natural Environment and Rural Communities Act). C'est un type d'habitat que l'on peut trouver sur des sites post-industriels après leur abandon, lorsque la recolonisation a lieu sur des substrats à faible valeur nutritive ou contaminés. La lenteur de la recolonisation, couplée au manque d'interventions régulières, peut permettre le développement d'assemblages d'espèces d'importance nationale, en particulier des communautés d'invertébrés rares. La mosaïque peut inclure divers types d'habitats pionniers (Ex. annuelles, mousses / hépatiques, lichens, rudérales, espèces liées aux inondations, prairies ouvertes, prairies riches en fleurs, landes) et d'autres types d'habitats plus matures (Ex. broussailles ou sites boisés secondaires à hydrologie variée). Cet habitat est devenu un habitat de substitution pour de nombreuses espèces liées aux types d'habitats pionniers naturels et semi-naturels qui ont été perdus dans le paysage en général: gestion côtière, intensification agricole, urbanisation, etc. (ex : landes, prairies ouvertes riches en fleurs sauvages, falaises rocheuses, zones littorales). On trouve une gamme d'espèces cibles de conservation dans la friche industrielle: le grand campagnol (*Arvicola amphibius*), la couleuvre à collier (*Natrix natrix*), le rouge-queue noir (*Phoenicurus ochruros*), la Rousserolle verderolle

(*Acrocephalus palustris*) ainsi qu'un vaste ensemble d'invertébrés d'importance régionale (y compris le *Bombus humilis*) (espèces prioritaires du Plan d'Action pour la biodiversité du Royaume-Uni), le *Gymnosoma nitens* (RDB1) ainsi qu'un certain nombre d'espèces rares au niveau national).



Ossature en bois construite comme base pour l'expérience de toit vert à zone humide éphémère. Barking Riverside, London, UK. (©UJEL SRI)

L'accord pour la construction exigeait de conserver cette valeur de biodiversité et de service écosystémique sur le site après la construction, dans le cadre de la vision pour une nouvelle communauté durable. Les conditions de planification incluait l'obligation pour 40% des propriétés d'avoir des toits végétalisés afin de s'assurer que le site pourrait continuer à être favorable à la présence d'espèces clés et fournir des services écosystémiques multifonctionnels. Cet objectif de 40% a été déterminé par l'autorité locale au cours de la phase de demande d'autorisation de permis de construire, en s'appuyant sur les directives du Maire de Londres recommandant des toits végétalisés dans les projets de construction majeurs. Une étape clé liée à cette condition était de s'assurer que les toits végétalisés conçus lors des constructions étaient multifonctionnels et basés sur le contexte régional, à la fois en termes de résilience climatique et de pertinence pour la biodiversité régionale classée comme importante dans les programmes de conservation nationale et internationale. Un partenariat de transfert de connaissances a été mis en place entre le promoteur, l'autorité locale et l'université locale afin

d'étudier les meilleures pratiques en matière de conception de toits végétalisés pour atteindre ces objectifs. Ce partenariat a ensuite été intégré au programme TURAS (Transition vers une résilience urbaine et la durabilité) du 7e PCRD de l'UE. Dans ce cadre une expérience a été mise en place pour étudier la possibilité d'incorporer l'éco-mimétisme des habitats locaux typiques et importants associés aux mosaïques d'habitats présents sur la friche lors de la conception des toits végétalisés. Au cours de la phase d'évaluation, il a été remarqué que les habitats de milieux humides éphémères étaient des micro habitats clés, de la mosaïque d'habitat de la friche industrielle et qui n'étaient pas habituellement intégrés dans la conception des toits végétalisés dans la région. En conséquence, une expérience a été menée pour déterminer si les habitats humides éphémères pourraient être recréés dans le cadre de la conception du toit végétal et si cela ajouterait à l'hétérogénéité de l'habitat des toits, offrant une plus grande diversité de niches pour appuyer la biodiversité. L'objectif global étant de maximiser la valeur des toits végétalisés en termes d'habitat pour compenser la perte de zones de friches industrielles à haute valeur environnementale.



Conteneurs avec des toits verts à zone humide éphémère mis en place pour un monitoring expérimental Barking Riverside, London, UK. (©UEL SRI)

La conception du toit a été inspirée par la mosaïque d'habitats trouvée sur le site de Barking Riverside avant la construction. Une partie du projet consistait à analyser les assemblages d'invertébrés des sites post-industriels comme celui de Barking Riverside. Les assemblages clés

et leurs habitats associés ont été identifiés sur ces sites. Une analyse a ensuite été effectuée afin de déterminer lesquels de ces assemblages étaient déjà possibles avec une conception standard de toits végétalisés extensifs riche en biodiversité. Les assemblages qui n'étaient pas trouvés habituellement sur les toits végétalisés ont ensuite été évalués pour identifier ceux qui pourraient se développer sur des toits végétalisés si la conception du toit était manipulée pour permettre d'obtenir une plus grande variété d'habitats. Ce sont ces associations d'habitats qui ont été ciblées pour l'atténuation (re-création).

Moyens humains et matériels



Neuf conteneurs de transport de 20 pieds ont été achetés pour l'expérience. Les cadres des bancs d'essais de toits végétalisés ont été construits en bois. Les conteneurs de transport ont été utilisés comme solution pragmatique en l'absence de structures déjà construite sur le site. Alors que ceux-ci ne disposaient que d'un seul étage, leur position sur le site, près du corridor fluvial, les rendait très exposés et, par conséquent, les conditions environnementales sur le toit auraient été similaires à celles de toitures plus élevées situées ailleurs sur le site. En tant que tel, le développement de l'habitat devrait être typique de toits construits sur des bâtiments.

Des études antérieures ont démontré que la hauteur du toit peut entraîner une limitation de l'accessibilité pour certains groupes d'espèces ou espèces. Cependant, il s'agit d'une réponse graduelle par rapport à la hauteur et aux espèces / groupes, d'autres expériences seraient donc nécessaires pour étudier les effets liés à la colonisation des toits humides éphémères.

En termes d'isolation thermique, la plupart des bâtiments modernes ont une isolation efficace et elle ne devrait pas avoir d'impact sur un toit végétal. En raison de la construction en bois des toits végétalisés, qui laissait un espace entre le conteneur et le toit végétalisé, on aurait pu s'attendre à un manque similaire d'influence directe en termes de dynamique thermique du conteneur. Néanmoins, les essais sur vraie toiture seraient le seul

moyen de confirmer la reproductibilité des résultats dans d'autres situations.

Chaque plate-forme de toit végétal mesurait environ 6 x 3 m et comprenait également une membrane imperméable, un tissu filtrant géotextile, un substrat et des graines de plantes.

La protection des bordures a été nécessaire parce que l'expérience se déroulait sur un chantier en construction et devait être surveillée régulièrement. Tous les matériaux utilisés étaient des matériaux de construction standard de toits végétalisés. Toutes les graines de plantes ont été obtenues par un fournisseur local.



Conteneurs avec des toits verts à zone humide éphémère une fois les matériaux installés, Barking Riverside, London, UK. (©UEL SRI)

La construction de l'expérience a impliqué :

a) 2 ouvriers du site de Barking Riverside, 2 jours pour préparer le terrain (nivellement) et mettre en place les conteneurs,

(b) Environ 4 jours de formation par 2 ouvriers spécialistes en toiture végétale de l'entreprise « Grass Roof », suivis par 4 ouvriers (membres du personnel et doctorants de l'UEL) travaillant durant 14 jours pour construire les toits végétalisés et préparer l'étanchéité, les substrats et les plantes.

Le suivi a été effectué par un étudiant en doctorat à l'UEL pour deux saisons.

Méthodes de création, restauration, gestion



Les plates-formes d'essai ont été construites conformément aux meilleures pratiques en matière de construction de petits toits végétalisés, et aux principes de conception d'une toiture végétale bio diverse (par exemple, utilisation de divers types et profondeurs de substrats et plantation d'espèces locales). Les toits ont étéensemencés avec une combinaison de trois mélanges de 100% de graines de fleurs sauvages fournis par Emorsgate Seeds (www.wildseed.co.uk) : EM8F fleurs sauvages pour les zones humides; EN1F fleurs sauvages spécial pollen et nectar; ER1F fleurs sauvages pour les toits végétalisés. Ce mélange a ensuite été diffusé à raison de 2 g / m².



Toits verts à zone humide éphémère une fois les plantes installées, Barking Riverside, London, UK. (©UEL SRI)

Espècesensemencées: *Achillea millefolium*, *Agrimonia eupatoria*, *Anthyllis vulnéraire*, *Betonica officinalis*, *Centaurea nigra*, *Centaurea scabiosa*, *Clinopodium vulgare*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Galium verum*, *Hypericum perforatum*, *Iberis amara*, *Knautia arvensis*, *Leontodon Herpidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Linaria vulgaris*, *Lotus corniculatus*, *Lotus pedunculatus*, *Malva moschata*, *Onobrychis viciifolia*, *Origanum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Plantago media*, *Poterium sanguisorba*, *Primula veris*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus acris*, *Reseda lutea*, *Rhinanthus minor*, *Rumex acetosa*, *Salvia verbenaca*, *Sanguisorba*

officinalis, *Scabiosa columbaria*, *Silaum silaus*, *Silene dioica*, *Silène flucuculi*, *Silene vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Verbascum nigrum*, *Vicia cracca*.

Des godets d'espèces de zones humides ont été plantés à une densité de 5 godets par mètre carré. Ces espèces comprennent: *Achillea ptarmica*, *Carex dioica*, *Juncus effusus*, *Lythrum salicaria*, *Ranunculus flammula*, *Myosotis scorpioides*.

L'approche d'éco-mimétisme impliquait la conception de nouveaux traitements de drainage pour les toits afin de recréer une niche d'habitats humides éphémère - un habitat spécialisé de valeur pour les invertébrés rares qui peuplent les friches industrielles importantes sur le plan régional. Le plan d'éco-mimétisme impliquait l'utilisation de deux substrats:

i) Un substrat de toit végétal extensif en brique recyclée standard de Shire Green Roof Substrates Ltd (<http://www.greenroofsubstrates.co.uk/>).

ii) Un nouveau granulats fabriqué à partir de cendres de combustible pulvérisées dit PFA (Pulverised Fuel Ash) recyclées, appelé Lytag (<http://www.lytag.com/>), mélangé à 10% de compost de déchets verts (le PFA était présent sur le site de la friche industrielle et avait contribué à sa valeur de biodiversité, ce substrat a donc été conçu pour imiter le substrat au niveau du sol trouvé sur le site avant son réaménagement).

La conception du toit ne devrait imposer aucune contrainte supplémentaire à l'architecte. Le toit ne retient pas plus d'eau qu'un toit végétal standard, simplement, il stocke l'eau dans le substrat et les bassins plutôt que dans la couche de drainage standard. À ce titre, on s'attendrait à ce que le toit soit plus lourd pendant de plus longues périodes qu'un toit végétalisé standard, mais la charge maximale (pour laquelle la charge de structure est calculée pour un toit vert) ne devrait pas être différente.

De même, le coût de construction serait similaire à celui d'un toit végétalisé extensif et riche en biodiversité. Comme il n'y a eu aucun coût associé à une couche de drainage (souvent la partie la plus chère

de la conception d'un toit vert), le coût pourrait même être moindre.

Le seul problème technique pour les architectes serait lié à la présence d'eau stagnante directement en contact avec la membrane d'étanchéité pendant des périodes prolongées. Cependant, cela pourrait être évité en ajustant la conception pour que l'eau soit maintenue dans une couche de rétention séparée au-dessus d'une couche de drainage et d'une seconde membrane d'étanchéité. Ainsi, si cette zone de rétention se trouvait compromise, le toit fonctionnerait alors comme un toit vert drainant standard.



Deux espèces de plantes installées sur les toits. Barking Riverside, London, UK. (©UEL SRI)

La plantation a reposé sur des espèces locales de valeur connue dans des friches industrielles de la région et comprenait une gamme allant d'espèces venant de mieux secs à des espèces venant de zones humides.

Méthodes de suivi et d'évaluation



Le suivi comprenait des relevés botaniques utilisant un quadra de 50 x 50 cm pour enregistrer la fréquence et l'abondance des espèces et des transects linéaires pour surveiller le développement structurel des plantes, ainsi que des relevés d'invertébrés en utilisant un piège à fosse standard.

Chaque méthode a été répétée en fonction des principales caractéristiques de l'habitat de chaque toit, et des relevés ont été effectués quatre fois au cours de chaque période d'enquête pour cadrer avec le début, le milieu et la fin de l'été.



Chercheuse SRI, Dr Caroline Nash, effectuant des études sur des quadras de végétation sur un toit vert à zone humide éphémère expérimental. Barking Riverside, London, UK.
(©UEL SRI)

Les relevés ont permis d'enregistrer le développement des plantes (diversité et structure) et la composition de la communauté d'invertébrés par rapport aux principales caractéristiques de conception (nouveau traitement de drainage, profondeur et type de substrat).

La conception a permis de réussir à produire un nouvel habitat humide éphémère sur les toits végétalisés et la conception globale a permis la création et le

développement d'une mosaïque d'habitats composés d'herbes hautes et basses, de sols dénudés et de zones humides saisonnières.

Au total, 114 espèces végétales ont été recensées en 2014 et 2015, parmi lesquelles 36 espèces plantées et 78 espèces ayant spontanément colonisé les toits. De nombreuses espèces végétales colonisatrices étaient caractéristiques d'une friche industrielle de haute qualité. Le développement des plantes était significativement différent sur les deux substrats.

La communauté d'invertébrés présente sur les toits a démontré que bon nombre des espèces caractéristiques du site avant le développement des friches industrielles avaient colonisé les toits, y compris un nombre relativement élevé d'espèces rares à l'échelle nationale.

Au total, 53 espèces ont été identifiées à partir d'échantillons de pièges à fosse sur tous les toits pour les *Araneae*, *Coleoptera* et *Hymenoptera*. Cela comprend le carabe *Scybalicus oblongiusculus* (RDB1 + éteint), le *Bombus humilis* (espèce UKBAP) et le *Lasioglossum pauperatum* (RDB3).

En ce qui concerne l'amélioration de la valeur d'atténuation des toits végétalisés biodiversifiés, les résultats du monitoring ont indiqué qu'adopter un principe de conception par éco mimétisme était un moyen efficace de fournir des solutions d'infrastructure verte plus adaptées localement.

Description

Animation



Pour le promoteur, l'impulsion pour son implication dans ce projet est venue du cadre de planification demandé par les autorités au Royaume Uni relatif à la biodiversité et aux systèmes de drainage urbain durable (SuDS), combinées à un objectif global de créer un développement durable impulsé par un partenariat

public-privé, la Greater London Authority travaillant avec un promoteur privé.

Le financement et l'expertise technique / l'échange de connaissances pour réaliser le projet a été fourni au promoteur via le projet « TURAS EU FP7 » qui incluait une action (work package) de recherche et d'innovation visant à étudier la technologie de pointe et les processus pour maximiser la biodiversité et la valeur économique des infrastructures vertes urbaines.

Les rapports ont été d'abord remis au promoteur pour lui permettre d'en appréhender les implications pour la conception du développement dans son ensemble, puis à la Commission européenne qui a financé la recherche.

Partenaires

- techniques: Grass roof company (spécialistes des infrastructures vertes - fourniture), Green Infrastructure Consultancy (spécialistes des infrastructures vertes - conception), Hertalan UK (expertise des membranes de toit), Shire Aggregates Ltd (fabricant de substrats pour toits verts).

- scientifiques: Université de l'Est de Londres, Institut de recherche en soutenabilité

- financiers: Barking Riverside Ltd, DG R et I de la Commission Européenne, Université de l'Est de Londres.

Coût et financements



Le coût approximatif de la mise en place des unités expérimentales (9 conteneurs d'expédition, chacun contenant un toit vert de 6 x 3 m) est d'environ 45 000 €. Le doctorat a coûté environ 70 000 € pour une période de trois ans.

Calendrier



CALENDRIER DE L'ACTION

Avril 2014	Mai à Octobre 2014	Mai à Octobre 2015	Décembre 2015	Nov 2017
	Surveillance des toits verts	Surveillance des toits verts	Production du document d'orientation de conception de toit vert	Fin du doctorat en éco-mimétisme

Le projet s'est terminé le: 31/10/2015

Bilan général



- Il a été possible d'étudier le paysage et de l'intégrer dans la conception d'une infrastructure verte sur le site pour la rendre contextualisé localement et utile pour cibler la biodiversité.
- L'ajout d'une variabilité de l'habitat a permis de créer plus de niches pour la biodiversité et un habitat adapté pour la conservation locale de la biodiversité prioritaire.
- La fourniture d'habitat spécifique a permis de soutenir au moins certaines des exigences du cycle de vie d'une

série d'espèces d'invertébrés cibles prioritaires en termes de conservation.

- Le projet a fourni beaucoup de résultats intéressants en termes de répartition de niche, de flore, d'espèces d'invertébrés et d'assemblages (y compris une proportion élevée d'espèces rares), d'oiseaux - dont beaucoup étaient également associés à la friche industrielle initiale avant le re-développement du site
- Des exigences supplémentaires de charge de structure pour les toits verts attendues d'une telle approche ont été évitées.

- La standardisation industrielle des infrastructures vertes (par exemple les toits verts) peut être évitée grâce à des processus collaboratifs qui combinent dans les projets la prise en compte du contexte local, l'expertise écologique et l'expertise de conception.



Expérience d'un toit vert à zone humide éphémère après une pluie estivale. L'image montre l'effet de la manipulation de la dynamique hydrologique des toits avec la formation de flaques d'eau sur le toit vert au premier plan et l'absence de flaque sur le toit en arrière-plan. Barking Riverside, London, UK. (©UJEL SRI)

- Il y a souvent plus de potentiel pour créer des systèmes ayant un fonctionnement écologique cohérent et intégrant un habitat hétérogène au niveau du toit qu'au niveau du sol dans les villes (en raison de la pression moindre au niveau de l'esthétique pour les toits).
 - Les approches de co-crédation permettent une meilleure compréhension entre les partenaires et un meilleur moyen d'agir et d'avoir un impact pour les universitaires.
 - Le projet consistait à limiter ce qui pouvait être perdu au moment du re-développement. Il a été montré que les assemblages d'espèces d'invertébrés associés à cet habitat en mosaïque ouverte sont un facteur clé de l'importance du site pour la biodiversité et qu'ils doivent donc être la cible des mesures « d'atténuation. »
- Il est possible d'élargir la gamme d'habitats fourni par un paysage urbain standard en intégrant dès la conception une compréhension écologique experte.
 - Les études de cas combinant les compétences académiques à celles des entreprises spécialisées dans les infrastructures vertes constituent un excellent outil pour rationaliser et maximiser les avantages des processus de conception d'infrastructures vertes.
 - Les granulats pour toits verts peuvent être conçus pour copier les substrats trouvés sur le sol des friches industrielles dans leur état initial avant leur réhabilitation.
 - Alors que l'étude de cas avait une cible locale, les principes de ce qui était fait sont applicables et valables plus globalement dans des cas similaires de réhabilitation de friches.
 - Le projet a montré qu'un changement dans la conception des toits verts n'affecte pas les fonctions plus larges de services écosystémiques fournis (pas d'impact visible).

POINTS FORTS

- Partenariat fructueux entre un organisme de recherche et des entreprises privées
- Prise en compte du contexte local
- Utilisation d'espèces végétales sauvages locales (diversité génétique, adaptabilité aux conditions locales ...)
- Les zones humides éphémères parmi les habitats ouverts riches en fleurs qui ont été testés présentaient beaucoup de caractéristiques d'habitats généralement associé aux zones marécageuses des friches industrielles (par exemple, des espèces de plantes marécageuses, les sources de pollen et de nectar, des zones humides éphémères).

POINTS FAIBLES

- Evaluation à court terme (deux saisons) du transfert de la biodiversité sur les toits végétalisés (durabilité à long terme?)
- Pas d'évaluation spécifique de la transférabilité à un vrai toit vert.
- Il peut y avoir une réticence des architectes à mettre de l'eau stagnante sur les toits. Cependant, il est possible d'adapter la réalisation de sorte que l'eau ne s'accumule pas directement dans la membrane d'étanchéité.
- Il peut y avoir des préoccupations concernant le compromis en termes de risque accru de moustiques. Cependant, les toits sont conçus pour être éphémères, plutôt que permanents. Durant l'été (le moment où il y avait le plus grand risque de développement de moustiques), les toits n'accumulaient l'eau que durant 24 heures après un événement pluvieux. Ce n'est généralement pas assez long pour que les moustiques terminent leur cycle de développement. On s'attend à ce que les accumulations sur les toits soient plus longues en hiver, mais ce n'est pas un problème pour les moustiques, vu le climat froid au Royaume-Uni en période hivernale.

AMELIORATIONS - CONSEILS

- Prévoir plus de budget et de temps en début de projet.
- un des plus grands défis de l'écologie urbaine est de créer une répétition suffisante (9 toits dans ce projet) dans le cadre d'une expérimentation en conditions suffisamment contrôlée et de taille suffisante pour permettre une reproductibilité adéquate.
- Le processus de co-création requiert l'adhésion de tous les partenaires et une assistance indépendante peut aider tous les partenaires à comprendre les buts et objectifs de chacun pour faciliter l'implication de tous.
- L'étude du paysage est la première étape cruciale de la conception de l'éco-mimétisme. À la fois en termes de compréhension des écosystèmes et de leurs caractéristiques naturelles et en termes de compréhension des besoins de service écosystémique d'un lieu particulier.

Perspectives

Poursuites



Le projet a été délocalisé sur le campus de l'université où il continuera d'être suivi pour sa valeur en termes de biodiversité. Le campus Docklands de l'Université est à proximité de cette zone.

En tant que tel, la mosaïque d'habitat ouvert est également un habitat clé dans le nouvel emplacement. Le suivi servira à créer un inventaire des espèces et de leur changement au cours du temps.

Les concepts de toit vert éphémère et de toit vert éco mimétique sont déjà intégrés à l'intérieur de Londres et plus largement.



Toit vert à zone humide éphémère durant les pluies estivales. University of East London Docklands Campus, London UK (©UIFI SRI)

Cela comprend l'intégration de la conception et d'un guide de process (Connop et Nash 2016) dans la phase 2

du schéma directeur d'infrastructure verte pour le nouveau développement à Barking Riverside.

Transposabilité



La conception exacte utilisée dans cette étude de cas a été contextualisée localement et n'est donc pas appropriée à tous les lieux. Cependant, le processus d'intégration de l'éco mimétisme dans la conception d'une infrastructure verte urbaine pour la rendre localement contextualisée et adaptée à la biodiversité locale est applicable universellement.

Trop souvent, la biodiversité est perçue comme un avantage inhérent à une infrastructure verte urbaine mais avec un but singulier ou limité (par exemple système de drainage urbain durable, espace récréatif, bordure en herbe ou îlot vert). Cependant, si les zones urbaines doivent mieux exprimer leur potentiel en termes d'habitats pour la biodiversité et d'opportunités pour les communautés urbaines d'expérimenter la nature à leur porte, la conception de la biodiversité doit être une considération clé dans le processus de développement.

Ce projet montre comment les partenariats université/industrie et les processus d'apprentissage par la pratique peuvent aider à mettre en place de tels projets ayant une conception ciblée en faveur de la biodiversité.

Publications

- Nash, C. (2017) Brownfield-inspired green infrastructure: a new approach to urban biodiversity conservation. PhD thesis submitted to the University of East London, UK.
- Connop, S. and Nash, C. (2016) Ecomimicry for Barking Riverside: Achieving locally contextualised biodiversity-led multifunctional urban green infrastructure. TURAS report: University of East London.
- Connop, S., Vandergert, P., Eisenberg, B., Collier, M., Nash, C., Clough, J. and Newport, D. (2016) Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. *Environmental Science & Policy* 62, Pages 99–111.
- Connop, S. and Nash, C. (2014) TURAS Milestone 8 - Barking Riverside Green Roof Experiment: Phase 2. London. Report produced for the EU FP7 project TURAS (Transitioning towards Urban Resilience and Sustainability) project by the University of East London, London, UK.

Autres textes de référence :

- Saura, S., Bodin, Ö., & Fortin, M.J. (2014). Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. *Journal of Applied Ecology* 51, 171-182.

Réalisé par :



Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :



Projet Life Forêts : Restauration de forêts boréales et de tourbières

N°5

LIFE03 NAT/FIN/00034

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: Metsähallitus

Site web :

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2485

Contact: JUSSI PÄIVINEN, Directeur, Jussi.Paivinen@metsa.fi, +358 (0)40 866 9346; +358 (0)206 39 5068

Identité du site

Localisation: 33 sites Natura 2000 (voir carte ci-contre).

Spécificités: Beaucoup de forêts boréales, tourbières et forêts d'esker (forêts alluviales) en Finlande ont été touchées par des opérations commerciales et le développement des activités humaines. Leur surface se réduit progressivement, leur biodiversité diminue et leurs structures et fonctions sont altérées.

Enjeux: Les forêts boréales, les forêts d'eskers et les tourbières sont d'importants refuges pour de nombreuses espèces en particulier les oiseaux, qui s'y rendent pour se reproduire ou pendant leur migration. Certains habitats ciblés dans le projet sont des habitats prioritaires, au titre de la [directive européenne Habitats-Faune-Flore](#), comme les taïgas occidentales (9010) et les tourbières boisées (91D0).

Plusieurs espèces de champignons, d'insectes et de mousse dépendent du bois mort et sont aujourd'hui menacés en raison du manque de bois en décomposition.



Milieus : milieux boisés et milieux humides

Type d'action : restauration ou réhabilitation

Cadre de l'action: Gestion des espaces naturels, Natura 2000

Historique et contexte

Environ un quart seulement des forêts dans les zones protégées du sud de la Finlande sont dans leur état naturel ou proche de leur état naturel (Similä et Junninen 2012). La plupart de ces forêts ont été exploitées commercialement à un certain moment dans le passé, avant d'être sélectionnées pour être protégées. Les principales menaces pesant sur les forêts de landes naturelles et sur leurs espèces caractéristiques sont les quantités insuffisantes de bois en décomposition, les modifications défavorables de la structure par âge du peuplement, la raréfaction des feux de forêt, l'eutrophisation et la fragmentation des habitats forestiers.

Les écosystèmes forestiers ont été gérés pendant des décennies pour promouvoir la biodiversité dans les zones protégées finlandaises, mais la restauration des forêts de landes n'a commencé qu'en 2003 par le biais de projets européens LIFE et du programme «METSO Forest Biodiversity for Southern Finland».

Les feux de forêt occasionnels sont typiques des forêts boréales de conifères et, par conséquent, bon nombre d'espèces se sont adaptées au fil du temps aux arbres détruits par des incendies. Puisque les feux de forêt peuvent aujourd'hui être efficacement gérés, les espèces qui en dépendent sont menacées, en raison de l'absence de bois en décomposition (des dizaines d'espèces de coléoptères (p. Ex. *Boros schneideri*, *Pytho kolwensis*, *Tragosoma depsarium*, etc.)¹, des dizaines d'espèces de polypores et de nombreux oiseaux nichant dans les creux des arbres (par exemple, *Parus sp.*, *Glaucidium passerinum*, *Aegolius funereus*, etc.)



Tragosoma depsarium, un exemple d'espèce de coléoptère saproxylique menacée. © P.MARTIKAINEN

Les forêts d'eskers sont ensoleillées et sèches. Les feux de forêt étaient fréquents dans ces forêts finlandaises. Aujourd'hui, les feux de forêt ont quasiment disparu et depuis que beaucoup de ces forêts ont été transformées en forêts destinées à l'exploitation commerciale, le nombre de clairières (habitat lumineux) a diminué. Cela a eu un effet négatif sur les plantes, telles que le Serpolet (*Thymus serpyllum*), qui nécessitent de tels habitats. À leur tour, les insectes ont également souffert, notamment l'*Apion Atomarium* (un charançon) et le *Merrifieldia leucodactylia* (un papillon de nuit) qui se servent du Serpolet comme plante hôte.

Les tourbières utilisées pour l'exploitation commerciale comportent souvent des fossés de drainage. Les tourbières naturelles boisées sont devenues rares, en particulier dans le sud et l'ouest de la Finlande. Les tourbières boisées, en particulier les tourbières d'épicéas, fournissent toutefois un habitat à un certain nombre d'espèces d'oiseaux, d'insectes et de cryptogames.

¹ La liste de toutes les espèces menacées et les causes des menaces en Finlande est disponible à : [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Erillisjulkaisut/Suomen_lajien_uhanalaisuus_Punainen_kir\(4709\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Erillisjulkaisut/Suomen_lajien_uhanalaisuus_Punainen_kir(4709)) et la liste rouge des espèces d'oiseaux menacées

à : https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/159435/Suomen_lajien_uhanalaisuus_2015.pdf?sequence=1

De plus, les forêts sont découpées par des réseaux de chemins forestiers. Lorsque les forêts sont transformées en zones de conservation, les routes inutilisées qui ne sont plus nécessaires pour l'exploitation

forestière peuvent être enlevées et ainsi la circulation automobile, inutile dans ces zones de conservation, peut être réduite.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



En raison des pressions énumérées ci-dessus, le projet « Forest Life » visait à restaurer les forêts et les tourbières afin de maintenir et d'améliorer la diversité des espèces et la qualité des habitats dans les zones Natura 2000. Le projet visait en particulier la restauration écologique des forêts et des tourbières, la gestion des forêts où vivent des Pics à dos blanc et des forêts d'eskers, ainsi que la suppression des chemins forestiers inutilisés.

Il visait à améliorer l'état de conservation de 33 sites Natura 2000. Les principaux objectifs étaient:

- De permettre aux forêts de revenir à un état plus «naturel»: augmenter la quantité de bois mort, rendre la structure des peuplements plus diversifiée et imiter les feux de forêt naturels par des feux contrôlés.
- De réduire le degré de fragmentation à l'intérieur des zones en démantelant les routes inutilisées dans les zones protégées
- D'augmenter les quantités de lumière (soleil) dans les clairières des eskers
- De restaurer l'hydrologie naturelle des tourbières d'épicéas et d'autres tourbières boisées.

Les mesures de restauration ont accéléré la récupération des structures des forêts boréales naturelles et de l'hydrologie des tourbières naturelles dans ces zones.

En raison de sa grande envergure, ce projet offre un bon retour d'expérience en matière de pratiques exemplaires de restauration des forêts. Ce projet était le plus grand

projet de restauration de forêt en Finlande quand il a commencé en 2003.



Remplissage à la pelle d'un fossé de drainage d'une tourbière en Carélie du Nord 2017 © Metsähallitus / M.SIMILA

Méthodes de création, restauration



Les travaux de restauration se sont basés sur des études de la structure des peuplements forestiers et d'autres caractéristiques de l'habitat dans chaque zone. Des plans de restauration ont été élaborés pour 30 sites Natura 2000.

Des travaux ont été réalisés sur 33 sites Natura 2000. Différentes techniques de restauration ont été utilisées telles que:

- Les feux contrôlés pour augmenter la quantité de bois brûlé et mort et pour l'amélioration de la structure des peuplements en général

- Le blocage des fossés de drainage avec de la tourbe pour restaurer les tourbières boisées, de sorte que l'eau retrouve son cours naturel et que les zones drainées redeviennent des tourbières.
- L'abattage, l'annélation et la suppression des arbres pour obtenir du bois en décomposition
- Enlever les épicéas et les petits sorbiers dans les forêts de feuillus pour augmenter la quantité de lumière nécessaire à la reproduction et à l'alimentation des *Dendrocopos leucotos*. Le pic à dos blanc dépend des forêts de feuillus et du bois en décomposition (les larves d'insectes vivant dans les arbres morts constituent une source de nourriture pour les pics).

Processus de feu contrôlé:

- Préparation du feu : Une attention particulière est accordée à la zone à brûler, au cas où il y aurait des espèces rares (par exemple, les arbres abritant des espèces menacées doivent être protégés contre le feu). La zone à brûler est délimitée avec soin, la création d'un couloir coupe-feu est parfois nécessaire. La séance de brûlage est planifiée avec soin (vérification de l'équipement d'extinction d'incendie, disponibilité d'eau près de la zone, préparation du matériau combustible (pour ajuster l'intensité du feu), etc.).
- Organisation du feu: les conditions propices pour les feux dirigés sont généralement réunies entre la mi-mai et le mois d'août en Finlande (pas trop sec, ni trop pluvieux). La direction du vent doit être favorable et prévisible, avec une vitesse inférieure à 5m/s. Le choix de la méthode et l'intensité du feu dépendent des objectifs du brûlage et des spécificités du site (forme, taille, topographie, quantités et nature de la biomasse combustible, etc.).
- Extinction du feu: Le meilleur moment pour éteindre le feu est généralement la nuit, lorsque les conditions sont plus calmes. Un équipement suffisant doit être disponible sur les sites brûlés pour permettre d'éteindre d'éventuelles reprises de feu. Une fois que tous les foyers restants ont été éteints, les zones brûlées doivent toujours être surveillées.
- Les coûts des feux varient en fonction principalement de la taille de la zone à brûler. Ils ont couté ces dernières années environ 3000 € pour les superficies de moins de 5 ha et environ 5000€ pour les superficies de plus de 5 ha. En moyenne, 7 hectares ont été brûlés au cours de ces dernières années. Metsähallitus a été en mesure de réduire les coûts par feu, par exemple en améliorant la coopération avec les associations locales pour la protection des zones récemment brûlées.
- Dans certains cas, la densité élevée d'arbres dans la zone à brûler doit être réduite à 750-1 000 troncs par hectare (pour améliorer le séchage de la zone et assurer le contrôle du feu). Dans ces cas, le bénéfice net peut couvrir la majorité des coûts du feu contrôlé.



Après le feu, les lisières des zones brûlées sont arrosées soigneusement © M.SIMILA



Le gaz de pétrole liquéfié est utilisé pour allumer le feu. © M.SIMILA

Plus d'informations sur le processus de feu contrôlé et sur les méthodes pour augmenter la quantité de bois en décomposition sont disponibles dans le guide «Restauration et gestion écologique en forêt boréale - meilleures pratiques en Finlande (Similä et Junninen, 2012)».

Moyens humains et matériels



La restauration écologique à grande échelle des forêts et des tourbières était une méthode relativement nouvelle de conservation de la biodiversité au moment du lancement du projet « Forest Life », bien que de telles méthodes aient été introduites par diverses expériences de restauration à petite échelle depuis la fin des années 1980.

Plus de 300 ouvriers forestiers et un certain nombre d'autres employés forestiers ont participé activement au développement des méthodes de restauration. Les ouvriers ainsi que les responsables de services du patrimoine naturel ont été formés aux travaux pratiques de restauration. La formation, principalement réalisée sur le terrain, s'est centrée sur les objectifs de restauration et sur la manière dont ces objectifs peuvent être atteints.

Un équipement d'extinction d'incendies était nécessaire pour les feux contrôlés, par exemple des pompes à eau et des tuyaux.

Méthodes de suivi et d'évaluation



Les impacts des mesures de restauration des habitats forestiers sont suivis pour évaluer dans quelle mesure les objectifs de restauration ont été atteints. A cet effet, un vaste réseau de sites de surveillance a été mis en place dans tout le pays (17 sites Natura 2000 ont été restaurés au cours du projet). Les variables contrôlées comprennent les arbres vivants et morts, la composition des espèces de coléoptères (1 et 5 ans après les mesures) et la composition des espèces de polypores (5, 10, 15 ans etc. après les mesures) sur les sites où du bois mort a été créé et aussi sur les arbres vivants, en particulier sur les sites où des trous de lumière dans la canopée ont été créés (5 ans après les mesures - le suivi n'est pas poursuivi pas pour le moment).

Les espèces qui se nourrissent ou qui poussent sur du bois en décomposition, comme les coléoptères et les



Un matin, après un feu contrôlé © M.NIIRONEN

polypores, jouent un rôle important dans le processus de décomposition des arbres morts. L'accroissement de la diversité des espèces de coléoptères a été surveillé au moyen de pièges à fenêtres dans les zones où la quantité de bois en décomposition avait augmenté. Un an après la restauration, le nombre d'espèces de coléoptères qui dépendent du bois en décomposition était considérablement plus élevé dans ces régions que dans les forêts environnantes.

Suivi des tourbières restaurées:

La Finlande a mis en place un réseau national de surveillance des tourbières restaurées (principalement pendant le projet LIFE « Boreal Peatland » en 2010-2014). Les impacts de la restauration des tourbières sur l'hydrologie et la biodiversité sont suivis.

Un suivi général des tourbières restaurées est effectué pour s'assurer que les mesures ont été techniquement réussies et que la tourbière revient progressivement à un état plus naturel.

Le suivi hydrologique consiste en la mesure des niveaux d'eau, l'analyse de la qualité de l'eau (pH, concentrations d'éléments nutritifs, etc.) et la surveillance des impacts sur les cours d'eau en aval (quantités de ruissellements rejetés par les tourbières restaurées).

Le suivi de la biodiversité vise à identifier les changements survenant dans les communautés d'espèces de plantes et de mousses et leur abondance



après restauration. Dans certains sites, certaines années, par exemple, les espèces de lépidoptères, de libellules, d'oiseaux et de diptères ont été surveillées.

Le niveau de la nappe phréatique augmente rapidement après les mesures de restauration, tandis que la récupération des communautés d'espèces végétales, et les paysages prennent des années ou des dizaines d'années.

Cas particuliers du suivi des coléoptères et des polypores:

Le site Natura 2000 de Kakonsalo, dans l'est de la Finlande, a encore beaucoup de vieux trembles vivants et morts et contient ainsi des espèces de coléoptères et de polypores qui dépendent du tremble. Une expérience a été menée pour déterminer si le tremble en décomposition laissé dans la zone de conservation attirait ces espèces. Les espèces ont rapidement colonisé les troncs des trembles dans la région, ce qui prouve que l'on peut aider ces espèces en transférant du bois en décomposition dans leur habitat.

Un suivi des espèces de coléoptères dépendant des forêts brûlées a été réalisé dans neuf sites Natura 2000 à travers la Finlande en 2005 et 2006. Sur la base de ce suivi, il apparaît que la présence d'espèces de coléoptères menacées qui se développent à la faveur ou dépendent des feux est régie par la localisation géographique des lieux où les feux contrôlés sont réalisés. Plus les sites de feux dirigés sont à l'est du pays, plus les espèces menacées y apparaissent rapidement et dans une plus grande diversité d'espèces.

Surveillance du Pic à dos blanc:

Les déplacements hivernaux et la reproduction du Pic à dos blanc ont été suivis sur les sites Natura 2000 de Linnansaari, Kujjärvi-Sonnanen et Puulavesi, suite aux mesures de gestion qui ont été prises dans les forêts offrant un habitat à cette espèce. Le suivi a prouvé que les mesures de gestion ont été prises sur les sites Natura 2000 appropriés. En effet, les mesures ont amélioré les conditions d'alimentation et de reproduction du Pic à dos blanc, puisqu'un nouvel élevage a été découvert sur le site Natura 2000 de Linnansaari et, à en juger par les traces, les Pics à dos blanc ont également rejoint les forêts gérées sur le Site Natura 2000 de Puulavesi.

Les populations de Pic à dos blanc sont contrôlées chaque année dans tout le sud de la Finlande. Leur nombre a remarquablement augmenté grâce à la conservation active des espèces (gestion active des habitats adaptés à l'espèce et protection des habitats). L'arrivée en provenance de l'est et du sud-est (parfois en grande quantité) de certains autres spécimens a été une surprise.

Le suivi photo des forêts et des tourbières restaurées permet également d'évaluer l'efficacité des mesures de restauration. Pour ce projet, aucun suivi photographique n'a été effectué après la fin du projet, mais des séances photos ont été réalisées pour suivre les changements au cours du projet.



Pic à dos blanc © M.VARESVUO

Description

Le projet a débuté en décembre 2002 et s'est terminé en Décembre 2007.

Partenaires



Le projet a été coordonné par Metsähallitus, Natural Heritage Services, Finlande du Sud.

- Partenaires techniques : WWF Finland, the UPM Kymmene Corporation, the Karelian Brigade of the Finnish Defence Forces, and also Metsähallitus Forestry, Metsähallitus Laatumaa, Metsähallitus, Natural Heritage Services, Lapland, Natural Heritage Services, Ostrobothnia.

- Partenaires scientifiques : University of Joensuu

- Partenaires financiers: WWF Finland, the UPM Kymmene Corporation, the Karelian Brigade of the Finnish Defence Forces, the University of Joensuu, and also Metsähallitus Forestry, Metsähallitus Laatumaa, Metsähallitus, Natural Heritage Services, Lapland, Natural Heritage Services, Ostrobothnia.

Coûts et financements



Le projet a été financé conformément aux règles habituelles de financement des projets européens LIFE. Le budget total du projet était de 3.680.467,00 €. Chaque partenaire a cofinancé le projet et la contribution de l'UE a été de 1.840.234,00 €.

Bilan général



Dans les forêts adultes, apport durable de bois en décomposition grâce à l'abattage ou l'annélation des arbres sur 2700 hectares. 350 hectares de forêts ont été traités par des feux contrôlés. Des coupes dans la

canopée ont été réalisées sur 2 880 hectares, ce qui améliorera la structure par âge du peuplement en permettant la germination graduelle de nouveaux plants dans les clairières créées.

200 hectares de forêts où se trouvent les pics à dos blanc dans les sites Natura 2000 de Linnansaari, Puulavesi et Kujjärvi-Sonnanen ont été restaurés en retirant les épicéas et les petits sorbiers des forêts de feuillus afin d'augmenter les sources de lumière. La quantité de bois en décomposition a été augmentée à la fois par l'annélation et l'abattage des bouleaux.

Les forêts d'eskers dans le site Natura 2000 de Maakylä-Räyskälä devenaient vieillissantes. Par conséquent, 300 hectares de petites clairières ont été recréés par des feux contrôlés à petite échelle, augmentant également le bois en décomposition.

Des fossés de drainage de tourbières boisées sur une superficie d'environ 400 ha sur 10 sites Natura 2000 ont été bloqués et remplis.

Sur le site de Maakylä-Räyskälä, 1 km de routes non utilisées a été détruit et sur le site de Rokua, 2 kms ont été supprimés. Les routes de la région de Rokua ont été bloquées à la circulation en abattant des arbres en travers, en utilisant des arbres visés par les actions de restauration de la forêt. Dans la région de Maakylä-Räyskälä, la surface des routes a été retirée avec une pelleteuse et le sol a ensuite été nivelé pour suivre les contours du terrain. La croissance des semis d'arbres sur les chemins est donc accélérée car les graines germent mieux dans les sols labourés.

Le projet a reçu le titre de "Best of the best" parmi une liste restreinte de 26 projets "nature" LIFE en 2007-2008.

La quantité de bois mort a été augmentée de 5 à 35 m³/ha. Les espèces de polypores communes colonisent d'abord le bois mort produit, et démarrent ainsi la succession naturelle d'espèces typique des bois mort. Pour les espèces de coléoptères, les zones brûlées sont

les plus attractives: les espèces dépendantes du feu colonisent la zone rapidement après le feu (par exemple le *Boros schneideri*) et la production de bois mort se

poursuit graduellement, encore longtemps après le feu. Cela crée des habitats pour diverses espèces saproxyliques.



Tourbière d'épicéas avant et après restauration. © M.SIMILA

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none">— Un réseau de surveillance étendu et efficace permet de constater les impacts des projets de restauration pour les forêts boréales dans tout le pays.— Un vaste réseau de surveillance efficace dans les sites restaurés de tourbières, principalement pendant le projet LIFE des tourbières boréales en 2010-2014, démontre les effets écologiques de la restauration des tourbières.— Beaucoup de travail a été réalisé pour améliorer l'acceptation sociale et le statut de la restauration écologique, le rôle du bois mort et du feu contrôlé pour l'écosystème forestier (pages web, brochures, presse, radio et télévision, événements publics d'information, parcours nature sur le thème de la restauration, panneaux d'information dans de nombreux domaines, etc.)— De nombreux autres projets de restauration (LIFE) ont été mis en œuvre après celui-ci.— L'expérience acquise dans le cadre de ce projet et d'autres projets similaires montre que le feu contrôlé est la meilleure méthode et la plus recommandée pour restaurer les forêts boréales.— Une communication efficace a été réalisée autour du projet: des pages web, des brochures et un DVD (Retour à la nature) ont été produits et le projet a été présenté à plus de 150 reprises.— Un circuit de restauration a été construit sur le site Natura 2000 de Hevonniemi.— Les méthodes de restauration sont mieux connues du grand public.	<ul style="list-style-type: none">— Le feu contrôlé exige des conditions météorologiques optimales et un travail minutieux. Seules quelques zones peuvent être traitées par an.— Le feu contrôlé nécessite une attention particulière pour les espèces rares qui pourraient être sur place.— Co-projet de plusieurs organisations: les fluctuations de la situation économique générale peuvent affecter le financement propre des organisations. La priorisation des mesures du projet est importante au sein des organisations.— Le changement des caractéristiques de l'habitat des sites restaurés est un processus lent, et le suivi effectué pendant le projet peut ne pas se poursuivre assez longtemps pour déceler tout changement. La continuité des actions de surveillance devrait être assurée également à la fin du projet.

AMELIORATIONS - CONSEILS

- Le changement climatique entraîne une augmentation des tempêtes et des jours de grand vent, ce qui entraîne une augmentation du bois mort. C'est la raison pour laquelle la Finlande a presque abandonné les pratiques d'annélation et d'abatage avec des débusqueurs (timber jack).
- Si l'augmentation de bois mort est nécessaire et que le feu contrôlé n'est pas possible, la pelleteuse est le meilleur outil pour produire du bois mort (la racine reste et le processus de décomposition est plus naturel que quand l'arbre est abattu à l'aide d'une scie).
- Le feu contrôlé est un moyen idéal de restaurer les forêts boréales. Des gestionnaires compétents et une main-d'œuvre qualifiée devraient être assurés par le biais de formations sur le terrain.
- - Le suivi est important pour voir et démontrer les effets écologiques des mesures de restauration. Ce suivi devrait durer assez longtemps pour se rendre compte des effets de la restauration à long terme.



Une pelleteuse abattant des arbres © M.SIMILA

Perspectives

Poursuites



La restauration des forêts et des tourbières, la gestion écologique des habitats des Pic à dos blanc ainsi que la récupération des clairières dans les eskers ont été poursuivis lors d'autres projets LIFE (comme le projet LIFE « Boreal Peatland » en 2010-2014, le projet « Species rich » en 2011-2016, « Light & Fire » en 2014-2020, « Hydrology » en 2017-2023 etc.) en Finlande. Le suivi de la succession écologique du bois mort et de la composition des espèces de polypores est toujours en cours.

Transposabilité



Le feu contrôlé est la meilleure méthode pour restaurer les forêts, du moins dans les zones boréales. Cette technique est assez largement acceptée dans la société finlandaise, mais en Europe centrale, elle est probablement plus critiquée. Des actions de sensibilisation et d'informations sont nécessaires si cette méthode est appliquée.

La restauration des tourbières doit être planifiée et réalisée en tant qu'entités hydrologiques. La végétation et les autres caractéristiques des tourbières dépendent de l'approvisionnement en eau.

Dans les zones de conservation finlandaises, même de grandes quantités de bois mort sont largement tolérées. La sensibilisation à l'importance de la diversité de la composition du bois mort en dehors des zones de conservation nécessite une communication en continu avec le grand public. La mise en réseau avec d'autres projets LIFE a démontré que ce sujet peut être plus sensible dans d'autres pays, même dans les zones de conservation, et que la communication avec le public est vraiment importante partout.



Cette forêt dominée par les pins était destinée à être restaurée par des débusqueurs, mais la nature a été plus rapide. Le vent a abattu des arbres sur une superficie de 25 ha en 2004. L'approvisionnement en bois mort dans cette clairière est assuré pour plusieurs décennies. La structure des nouveaux arbres (photo prise 8 ans après la tempête) est complètement naturelle. © M.SIMILA

Publications

Similä Maarit, 2007: Forest Life 2002 – 2007, Final report. 24p.

Komonen Atte, Kuntsi Satu, Toivanen Tero and Janne S. Kotiaho 2014: Fast but ephemeral effects of ecological restoration on forest beetle community. *Biodiversity and Conservation* 23 (6) pp 1485-1507.

Pasanen Hannes, Rehu Virve, Junninen Kaisa and Jari Kouki 2015: Prescribed burning of canopy gaps facilitates tree seedling establishment in restoration of pine-dominated boreal forests. *Can. J. For. Res.* 45: 1225-1231.

Pasanen Hannes, Junninen Kaisa and Jari Kouki 2014: Restoring dead wood in forests diversifies wood-decaying fungal assemblages but does not quickly benefit red-listed species. *Forest Ecology and Management* 312: 92-100.

Similä Maarit and Junninen Kaisa 2012 : Ecological restoration and management in boreal forests - best practices from Finland. Metsähallitus Natural Heritage Service. Available at: < <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Muut/ecological-restoration.pdf> >

Similä Maarit, Aapala Kaisu and Penttinen Jouni 2014 : Ecological restoration in drained peatlands - best practices from Finland. Metsähallitus - Natural Heritage Services). Available at: < <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/lp/Muut/ecolres-peatlands-1.pdf> >

Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=X2XMzjsdNa4&feature=c4-overview&list=UUD6wtnaysTMpT-zcA7laJYg>

Réalisé par :



Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :



Construire avec la Nature en Indonésie

N° 6

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: « Building with Nature Indonesia » est un programme d'Ecoshape, rassemblant plusieurs (Wetlands International, Ministère des Affaires Maritimes et de la Pêche (MMAF), Ministère des Travaux Publics et du Logement (MPWH), Witteveen+Bos, Deltares, l'Université de Wageningen, l'UNESCO-IHE, Von Lieberman, Blue Forests, l'Université de Diponegoro, et les communautés locales)

Site web : www.indonesia.buildingwithnature.nl

Contact: Femke Tonneijck, Wetlands International, PhD, Gestionnaire du Programme, femke.tonneijck@wetlands.org, +31 (0) 318 660 910

Identité du site

Localisation: Demak, Province de Java central, Indonésie

Spécificités: Au nord de Java, les communautés locales sont touchées par l'érosion côtière sur des centaines de kilomètres de littoral. Dans le district de Demak, à certains endroits, plus de 3 kms de terre - parfois des villages entiers - ont déjà été engloutis par la mer.

Enjeux: Le district de Demak, près de la ville de Semarang, peuplé de plusieurs millions d'habitants, a perdu la plupart de ses forêts de mangroves en raison d'un remplacement massif de la riziculture par l'aquaculture dans les années 1980, provoquant ainsi une grave érosion côtière. La disparition de mangroves cause des pertes en termes de biodiversité ainsi qu'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre.



Milieus : milieux littoraux

Type d'action : protection des biens et des personnes, restauration ou réhabilitation

Cadre de l'action: Gestion des espaces naturels, Adaptation aux changements climatiques, gestion des risques, planification territoriale, travaux d'aménagement du territoire

Historique et contexte

Au nord de Java, la vie et les moyens de subsistance de 70 000 personnes risquent d'être détruits par la mer si l'on ne met pas un terme à l'érosion. Les inondations côtières augmentent, détruisant les infrastructures et les terres productives. L'intrusion d'eau salée pollue l'eau potable, diminue les profits de l'aquaculture et affecte l'agriculture. Au cours de la dernière décennie, les revenus des éleveurs de crevettes et des pêcheurs ont diminué. Cette régression en termes de bien-être, de sécurité et d'autonomie a été accentuée par l'effondrement des ressources naturelles - bois, combustibles, poissons - qui représentaient plus de 50% de leurs revenus. De plus, l'élévation du niveau de la mer devrait inonder 6 kilomètres à l'intérieur des terres d'ici 2100. À long terme, 30 millions de personnes pourraient subir les conséquences de l'érosion côtière à Java.

Les principales causes d'érosion sont : la disparition des « ceintures » de mangroves du fait du développement de l'aquaculture, les infrastructures côtières qui perturbent l'accumulation de sédiments au large, l'extraction des eaux souterraines, qui provoque l'affaissement des terres (subsidence), et la canalisation des rivières.

Les « ceintures » de mangroves jouent un rôle important dans la sécurité côtière, le long de côtes boueuses. Ce sont des systèmes dynamiques, avec des sédiments qui s'érodent et s'accrètent naturellement, sous l'action des vagues et des marées. Quand une « ceinture verte » de mangroves est large et auto-entretenu, les périodes d'érosion peuvent être compensées et la côte se rétablit naturellement. Elles constituent aussi une protection contre les impacts des vagues et indirectement contre les inondations, en contribuant à l'accrétion des terres et, par conséquent, en augmentant l'élévation et la pente des rives. Les mangroves contribuent également à la consolidation des sédiments. Ce sont des lieux de reproduction pour les poissons et des sources de bois et de produits forestiers



Vue de Demak depuis d'espace et évolution du littoral © Wetlands International

non ligneux. Dans certains endroits, les mangroves génèrent des revenus dans le domaine du tourisme et des loisirs.

Les gestionnaires côtiers utilisent généralement des solutions techniques « lourdes » pour lutter contre les problèmes d'érosion et les risques associés, qui apportent effectivement une protection importante, mais qui sont trop coûteuses et compliquées à concevoir le long de côtes boueuses. Ces solutions ne s'attaquent pas aux causes profondes et ne parviennent pas à restaurer les conditions environnementales et les services écosystémiques vitaux pour un secteur aquacole et une filière pêche productifs. Les efforts de plantation de mangroves à grande échelle ont échoué, freinés par l'érosion et l'action des vagues. Les mesures de protection sont mises en œuvre sans stratégie cohérente.

Au lieu de se battre contre la nature en construisant des barrages et des digues, le programme « Building with Nature » propose de travailler avec la nature. Par exemple, en restaurant les écosystèmes pour qu'ils forment une protection contre des événements extrêmes et puissent offrir un précieux capital naturel (coquillages, bois ou

loisirs). Différents exemples de solutions provenant de « Building with Nature » peuvent être consultés ici: <https://www.ecoshape.org/fr/projects/>

À Demak, le partenariat public-privé « Building with Nature Indonesia » introduit cette approche pour s'attaquer aux causes profondes de l'érosion, en intégrant la restauration des mangroves et des rivières, l'ingénierie hydraulique à petite échelle et l'utilisation durable des sols (mesures techniques et socio-économiques).

De plus, les solutions de « Building with Nature » sont adaptables au climat et sont souvent moins coûteuses à mettre en œuvre et à entretenir que les infrastructures statiques. Les co-bénéfices environnementaux permettent une utilisation des terres plus productive et multifonctionnelle. Les acteurs locaux - y compris les habitants - sont impliqués dans la conception, la construction et la maintenance des mesures.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Le projet a plusieurs objectifs :

- la réhabilitation des mangroves:

L'objectif principal est d'obtenir un littoral stable et de réduire l'érosion en stimulant la réhabilitation des mangroves dans les parties les plus vulnérables des 20 kilomètres de côtes touchés dans le district de Demak.

Dans ce but, des structures perméables sont construites devant la côte, pour amortir les vagues et capter les sédiments (cf. section suivante).

La restauration naturelle de mangroves permet de régénérer la mangrove avec différentes espèces. En effet, toutes les espèces ne peuvent pas supporter l'immersion, l'exposition aux vagues et la salinité. Le développement naturel des mangroves commence avec des espèces pionnières qui facilitent la colonisation par de nombreuses autres espèces et se traduisent par une grande variété de types de racines, de tailles d'arbres, de feuillages et de fruits, remplissant différentes fonctions et attirant diverses espèces de poissons. Ceci permet alors de fournir plusieurs biens (bois, fourrage, miel, fruits et poissons) et services (protection côtière renforcée, stockage de carbone, purification de l'eau, amélioration des pêcheries). Les forêts écologiquement restaurées

sont également susceptibles d'être plus résilientes au changement. Pour plus d'informations, voir la brochure [«Mangrove restoration: to plant or not to plant»](#), qui a été développée par le consortium.

Là où le littoral n'est pas encore érodé, le projet stimule la reconversion des bassins aquacoles en mangroves, en étroite collaboration avec les communautés locales.

- Développer une aquaculture durable:

La restauration de la mangrove ne pourra durer à long terme que si elle aboutit en même temps à la prospérité des communautés locales. Le projet favorise ainsi la productivité d'une aquaculture respectueuse de l'environnement et crée des moyens de subsistance basés sur la mangrove, tout en rétablissant la sécurité côtière. De cette façon, les communautés prospères peuvent maintenir la « ceinture verte » de mangroves dont elles dépendent pour leur sécurité.

Le projet met en place un modèle d'aquaculture durable offrant un espace pour la restauration des mangroves. Les mesures comprennent:

- la conversion de 50 ha de bassins piscicoles en ceinture verte,

- la remise en place des diguettes de bassins le long des rivières pour créer un espace destiné aux mangroves sur 100 ha supplémentaires (ce que l'on appelle mix mangrove-aquaculture),
- la revitalisation de 300 ha de bassins aquacoles en adoptant des pratiques respectueuses de l'environnement comme la diminution de l'utilisation de produits chimiques par exemple.

L'introduction d'un système innovant de cohabitation des bassins aquacoles avec la mangrove pour la première fois en Indonésie est intéressante. Ce système est différent du système de sylvo-aquaculture traditionnellement appliqué, car les mangroves et les bassins d'aquaculture sont séparés. Grâce à cette séparation, la productivité de l'aquaculture est optimale, tandis que les mangroves environnantes réduisent la propagation des agents pathogènes, purifient l'eau et maintiennent leurs fonctions de sécurité côtière et d'amélioration de la pêche. Dans les systèmes de sylvo-aquaculture traditionnels, les mangroves sont plantées sur des digues ou à l'intérieur des bassins et ne sont pas reliées à l'eau libre. Ces mangroves fermées ne peuvent pas filtrer l'eau, ni fournir de la nourriture et un abri pour les poissons.

Les mesures d'aquaculture dans le projet seront régies par des arrêtés municipaux et implantées dans les plans de développement communautaire et dans le schéma directeur du gouvernement pour le développement durable.

- Résoudre les problèmes de subsidence :

Le projet encourage le dialogue politique sur les problèmes d'affaissement des terres. En 2017, le consortium a observé que les problèmes d'affaissement à Demak affectent l'ensemble du tronçon côtier de 20 km concernés par le projet. Il a mis en garde sur le fait qu'à terme, les taux de sédimentation pourraient ne pas suivre de tels niveaux d'affaissement. Les prélèvements non contrôlés d'eau souterraine sont une cause d'affaissement du sol dans de nombreuses régions du monde et provoquent l'affaissement des terres dans les zones côtières de l'Asie du Sud-Est. Des décisions

raisonnées ne peuvent être prises qu'en cartographiant les demandes et la disponibilité en eau, la sécurité de l'eau et à travers le dialogue. Le projet appelle à un plan de gestion intégrée de l'eau à Demak et à Semarang. Le consortium BwN a donc étudié la possibilité d'utiliser l'eau de surface et de réduire considérablement les extractions d'eau souterraine. Une première évaluation de la disponibilité en eau et une exploration des solutions possibles avec les cours d'eau de Demak a été présentée, pour créer un dialogue entre les acteurs et proposer que toute la demande en eau soit cartographiée, car il est urgent d'établir un plan de gestion intégrée des ressources en eau. Télécharger [le résumé de l'étude IWRM](#).

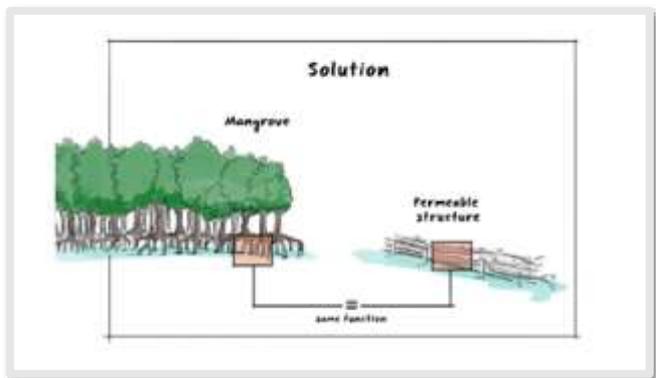
Méthodes de création, restauration



- Mesures techniques :

La première étape consiste à rétablir la balance sédimentaire pour stopper le processus d'érosion et retrouver un littoral stable. La quantité de sédiments accumulés sur la côte doit être supérieure à la quantité de sédiments emportés.

Pour cela, des structures perméables sont fabriquées à partir de matériaux locaux tels que du bambou, des brindilles ou autres branchages et destinées à fonctionner comme des pièges à sédiments. Ces structures laissent passer l'eau de la mer et l'eau des rivières en atténuant les vagues, plutôt qu'en les réfléchissant. Ainsi, les vagues perdent de la hauteur et de l'énergie avant d'atteindre la côte. Les structures perméables laissent également passer la vase de bord de mer et permettent d'avoir une eau calme, ce qui conduit au tassement des sédiments fins. De cette façon, les structures perméables augmentent la quantité de sédiments piégés sur la côte ou près de la côte. Les mangroves stabilisent les sédiments, renforcent le sol et réduisent l'intrusion d'eau salée et l'étendue des inondations vers l'intérieur.



Les barrages perméables imitent la structure des systèmes racinaires des mangroves pour capter les sédiments et amortir les vagues © EcoShape



Structures perméables © Nanang Sujana

Les poteaux des structures perméables doivent être résistants pour toute la durée de vie de la structure (5 ans ou plus). Ils seront supprimés lorsque leur fonction ne sera plus nécessaire dans le projet. Deux matériaux sont utilisés pour les poteaux verticaux : le bambou betung (*Dendrocalamus asper*) et le PVC rempli au béton. Les poteaux en bambou sont couverts dans la zone de marée avec un emballage étanche (tapis et bâche) afin de les protéger contre les dommages causés par les tarets (*Teredinidae*). Durant les premières années, du bois local a été utilisé, mais plus de la moitié des poteaux se sont effondrés en l'espace d'un an, suite à des dommages causés par les tarets. Des poteaux en PVC remplis de

béton ont ensuite été utilisés. Le béton rend les poteaux plus durables. Cependant, il peut se dégrader sous l'effet de la lumière du soleil et de l'eau salée (mais il est difficile de suivre cette détérioration, car les poteaux sont difficiles à atteindre). Il faudrait examiner si le PEHD est une meilleure alternative. Il faut 3,33 poteaux par mètre car il y a 2 rangées de poteaux et un poteau est placé tous les 0,6 m.

En 2017, le Consortium « Building with Nature » a placé 1,7 km de barrières semi-perméables, en plus des 3,5 km qui ont été construits et entretenus en 2015 et 2016. Le ministère de la Marine et de la Pêche a placé au total 11 km de structures dans 12 districts du nord de Java depuis le début du projet, d'une valeur de 1,4 million d'euros.

Les barrages perméables doivent toujours être placés à l'arrière de la zone à restaurer, et progresser pas à pas vers le large. Dans le cas contraire, trop peu de sédiments sont susceptibles d'être captés, ou pire, de gros dépôts plus au large sont susceptibles de réduire les taux de sédimentation à l'arrière, et d'augmenter les risques de colmatage. Les barrages perméables sont particulièrement efficaces pendant la saison des tempêtes (décembre - février), car pendant la mousson, de grosses vagues apportent plus de sédiments à capter tandis que les barrages protègent l'arrière-pays de l'agressivité de ces vagues. Une fois que le processus d'érosion s'est arrêté et que le niveau des sédiments s'est exhaussé, les mangroves colonisent le milieu naturellement. Elles peuvent alors constituer une protection contre les vagues, capter les sédiments, et prendre le relais des barrages. Les barrages perméables doivent donc rester suffisamment longtemps en place pour que les mangroves puissent prendre le relais. En termes de durée, cela correspond à la somme du taux d'accrétion des sédiments (2 à 5 ans) et du taux de régénération des mangroves (3 à 5 ans). En première ligne au niveau de la ceinture verte de mangroves, des barrages perméables plus permanents sont nécessaires, car ils formeront la principale défense contre la mer (moyen de dissiper l'énergie des vagues) jusqu'à ce que l'estran boueux (vasière) soit restauré.



Accumulation de sédiments à l'intérieur des barrages perméables © TONNEJICK F.

Un guide technique sur les barrages perméables sera bientôt disponible.

La plantation des mangroves a souvent échoué dans cette région, car le processus d'érosion est à un stade si avancé que les plants rapportés sont lessivés/éliminés simplement parce que la zone est trop dégradée, les plants sont brassés et déracinés par les vagues qui sont trop fortes. Pourtant, les mangroves sont des espèces remarquablement robustes et opportunistes, et elles peuvent se rétablir même dans les zones d'érosion, tant que les conditions biophysiques et sociales appropriées sont en place. Pour une restauration réussie, il est plus efficace de recréer les conditions pour une régénération naturelle plutôt que de planter. L'*Avicennia* (palétuvier noir) se développe naturellement plus rapidement que les espèces plantées ou les semis.

- Mesures socio-économiques:

Le projet développe et introduit une aquaculture durable et une diversification des moyens de subsistance (élevage de crabes et de crevettes). 10 groupes communautaires sont soutenus via des écoles d'agriculture de terrain et en leur fournissant des ressources financières pour initier de nouvelles pratiques de gestion de l'aquaculture et la diversification des moyens de subsistance. Ces pratiques dynamiseront directement 300 ha de terres pour 300

ménages (selon une estimation prudente de 1 ha par ménage), en augmentant la productivité moyenne de l'aquaculture de 50%, en ajustant l'aménagement et la gestion des bassins, en réduisant les apports d'engrais et de pesticides, en faisant un usage optimal des services fournis par la mangrove comme la purification de l'eau et en diversifiant les activités de subsistance. Sur la base des expériences en Indonésie et au Vietnam, les revenus tirés des bassins devraient augmenter à 5000 € par an.

Des fonds communautaires seront établis pour:

- recevoir les économies réalisées grâce à l'augmentation de la productivité des bassins (5%), et financer le maintien à long terme de la ceinture côtière et l'extension des mesures de gestion durable du territoire après la fin du projet;
- recevoir les fonds de soutien du gouvernement aux communautés locales pour la protection du littoral et l'utilisation durable des terres.

Les communautés ont la pleine propriété des systèmes améliorés de production aquacole et du matériel mis en place pendant et après le projet. Les terres récupérées seront gérées comme des zones communautaires protégées (comme convenu entre les communautés et les autorités locales), avec des opportunités d'utilisation durable des ressources naturelles. La « ceinture » de mangroves sera officiellement la propriété du gouvernement, conformément à la loi indonésienne.

Une sensibilisation accrue est nécessaire pour encourager le groupe cible et d'autres acteurs à jouer un rôle actif dans la planification et la mise en œuvre des mesures de construction. Trois programmes de formation différents sont créés et réalisés, ciblant le gouvernement, le secteur privé et les communautés. Les formations portent sur les aspects techniques, socio-économiques et institutionnels (gestion intégrée des zones côtières, organisation de groupes, etc.).



Classe de terrain pour la gestion de la côte © Boskalis

Moyens humains et matériels



Les mesures techniques sont mises en œuvre et maintenues par des groupes communautaires (20-30 personnes chacun) de 10 villages, avec le soutien d'entrepreneurs indonésiens et sous la supervision générale des partenaires du projet. En échange d'un engagement actif dans les mesures de conservation et de restauration, les communautés reçoivent un soutien financier pour développer des moyens de subsistance durables qui généreront des revenus. Les paiements sont conditionnels. Cela signifie que les paiements aux communautés ne seront versés que sous réserve d'une restauration réussie (mécanisme d'incitation Biorights).



Implication de la communauté dans le travail de construction © Boskalis

La propriété et les clauses pour l'entretien des structures seront formalisées pendant le projet dans des dispositions de cogestion entre les communautés et les autorités locales. Les communautés auront l'entière propriété des structures, assurant leur entretien à long terme. Les coûts d'entretien seront couverts par des fonds de développement gérés par la communauté.

Méthodes de suivi et d'évaluation



Différentes méthodes ont été utilisées pour suivre les effets biophysiques et socio-économiques du projet, tels que la réduction des risques côtiers, l'amélioration de la qualité des terres et de l'eau, le rétablissement de la mangrove et l'amélioration des moyens de subsistance.

Différents indicateurs et variables sont utilisés pour le suivi : rétablissement de la balance sédimentaire, réduction de l'intrusion d'eau salée, diminution des taux d'érosion, rétablissement des mangroves, rétablissement de la production halieutique, amélioration des revenus et diversification des moyens de subsistance.

Des images satellites sont utilisées pour évaluer les changements du trait de côte, tandis que les images de drones offrent un moyen d'évaluer la réhabilitation des mangroves sur le terrain.

Des interviews et des discussions fournissent également des données sur les changements des moyens de subsistance de la population et les conditions écologiques. Les communautés locales sont activement engagées dans la collecte et l'enregistrement des informations de suivi (par exemple en prenant part à des dialogues réguliers, en aidant à la collecte de mesures sur le terrain, en tenant des journaux de bord et autres registres). Le principe de la participation des acteurs joue un rôle clé dans le protocole de suivi technique.

Le suivi est permanent et la collecte de données se fait à intervalles réguliers. Le suivi permet de mettre à jour

continuellement les instructions pour la conception, la construction et la supervision des mesures d'ingénierie.

Description

Le projet prend fin en juin 2019.

Animation



Des rapports réguliers sont soumis aux bailleurs de fonds, parmi lesquels le Dutch Sustainable Water Fund, l'International Climate Initiative (IKI) du Ministère allemand de l'environnement (BMUB) et la Fondation Waterloo. Les Ministères indonésiens sont partenaires et contribuent à l'établissement des rapports.

Partenaires



L'équipe est composée de chefs de projets (Wetlands International et Ecoshape), d'entreprises du secteur privé et de spécialistes, tant internationaux qu'indonésiens. Ils travaillent en collaboration étroite avec les communautés locales.

Type de partenaire	Noms	Role
Organisations non gouvernementales	Wetlands International	Gère le consortium, coordonne les activités de terrain et les activités de sensibilisation, autonomise les communautés locales, facilite le dialogue avec les acteurs, livre une expertise écologique
	Blue Forests	Organise la formation sur le terrain pour développer et mettre en œuvre des mesures d'aquaculture avec les communautés.
Instituts de recherche	Deltares	Responsables de la conception et du suivi des interventions de « Building with Nature »
	Wageningen Marine research	
	Local University of Diponegoro	Contribue à la conception et donne un support à la surveillance des sols.
	Witteveen+Bos	Gère le développement des directives et facilite la répliation des projets.

Bureaux de conseil et d'ingénierie	Boskalis	Fournisseur mondial de services opérant dans les secteurs du dragage, des infrastructures maritimes et des services maritimes
	Von Lieberman	Fournit des conseils techniques sur la base des expériences tirées d'un projet similaire
	Van Oord	Entrepreneur international de premier plan, spécialisé dans le dragage, l'ingénierie marine et les projets offshore
Acteurs locaux	Demak Communities	Participent à la mise en œuvre et au maintien des mesures techniques. Participent au développement d'une aquaculture durable et à la diversification des moyens de subsistance

Le projet montre qu'un engagement étroit avec les communautés locales et les autres acteurs, à tous les niveaux, de la conception à la mise en œuvre, est essentiel pour s'attaquer aux causes profondes du problème et pour aider les communautés.



Classe de terrain pour la gestion de la côte © Boskalis

Coûts et financements



Coût total : 5.069.657 € (fonds propres : 50.000 €, financement externe : 1.976.000 €, financement BMUB (Ministère fédéral allemand de l'environnement, de la protection de la nature, de la construction et de la sûreté nucléaire) : 3.043.657 €)

Le programme bénéficie par ailleurs du soutien de la Fondation Waterloo, de la Fondation Otter, Top Consortia for Knowledge and Innovation, de Mangroves for the Future et de contributions de tous les partenaires.

Bilan général



Les progrès et développements concernant le projet pilote « Building with Nature » à Demak peuvent être résumés ainsi :

Les mesures mises en œuvre ont en principe été couronnées de succès.

Les succès clés améliorant la résilience côtière et ayant un potentiel pour la réplication sont:

- Le mécanisme d'incitation « Biorights » : il a réussi à faire participer les communautés à la restauration des mangroves et à la revitalisation de l'aquaculture (les groupes communautaires ont même cédé des terres pour la restauration).
- Les formations sur le terrain; car celles-ci ont amélioré et diversifié la productivité et les revenus des communautés locales en introduisant de meilleures pratiques pour l'aquaculture.
- les structures perméables; car elles captent efficacement les sédiments dans le but de restaurer les conditions de restauration des mangroves.

Cependant, le phénomène de subsidence est beaucoup plus grave que ce qui avait anticipé et va beaucoup plus loin le long des côtes que ce qui avait été pensé. Il peut être aggravé par la poursuite du développement des infrastructures et la croissance démographique.

Il est possible que le seuil où la restauration côtière et la revitalisation de l'aquaculture ne sont plus réalisables, à moins que l'affaissement ne soit arrêté, soit atteint. Cela nécessite des investigations plus approfondies ainsi que des actions urgentes. Les mesures traditionnelles pourraient également ne pas pouvoir de faire face à ce problème.

Toutes les parties prenantes partagent la responsabilité pour gérer les problèmes d'affaissement en arrêtant l'extraction des eaux souterraines, en améliorant la gestion intégrée des ressources en eau et en unissant leurs forces pour restaurer les mangroves et revitaliser l'aquaculture.

Bien qu'il ne soit pas possible de savoir si la restauration côtière envisagée et la revitalisation de l'aquaculture sont toujours réalisables en raison de la sévérité de l'affaissement des terres, les mesures de Building with Nature amélioreront la résilience des communautés côtières et de l'écosystème à court terme, en atténuant et en retardant l'impact des risques.

Par conséquent, le projet poursuivra la mise en œuvre et le maintien des mesures convenues dans les contrats de « Biorights » avec 10 groupes communautaires.

Le projet donnera la priorité à la sensibilisation des communautés locales sur la subsidence et à la nécessité d'y remédier grâce à la gestion intégrée des zones côtières et des ressources en eau de Demak et Java, et à la préparation des communautés locales aux catastrophes (y compris l'adaptation ou la transformation des moyens de subsistance). Le projet stimulera le dialogue (politique) sur la subsidence au niveau national.

Le projet intensifiera les efforts pour intégrer « Building with Nature » en Indonésie, à travers le renforcement des capacités et la formation.

Résultats tangibles :

- Schéma directeur pour le développement durable du district de Demak - y compris les mesures issues de « Building with Nature » développées et approuvées par le groupe de travail sur la gestion intégrée des zones côtières dirigé par l'agence de planification de Java et impliquant toutes les parties prenantes concernées.
- Schéma directeur et approche « Building with Nature » intégrés dans les politiques locales du centre de Java (plan d'aménagement et plan de développement à moyen terme 2019-2024 et stratégie locale pour la mangrove).
- Des plans de développement des villages et des réglementations sur les droits d'utilisation des terres, les aires protégées et la gestion des zones côtières ont été élaborés et adoptés par 10 communautés et formalisés avec le gouvernement local.



Rétablissement de mangroves derrière des barrages perméables © PT. Prospek Empat Dimensi

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<p>Protection d'un type spécifique de zone humide largement répandu dans les zones côtières du monde</p> <p>Forte implication des communautés locales sur le long terme</p> <p>Impact positif pour les populations locales (revenus et bien-être) pour promouvoir l'approche</p> <p>Approche intégrée avec la participation de toutes les parties prenantes – du niveau national au niveau local</p> <p>Utilisation des ressources locales (bambou, sédiments ...)</p> <p>Aide aux communautés à s'adapter au changement climatique et à faire face aux risques de catastrophes</p> <p>Réplication et extension de l'approche intégrées dès l'origine du projet</p> <p>Etablissement d'une communauté de mise en pratique</p> <p>Augmentation des rendements de l'aquaculture, réduction de la pression sur la mangrove et la création d'étangs</p> <p>Favoriser les processus naturels de régénération au lieu de plantations ciblées</p>	<p>Utilisation de PVC rempli de béton (non naturel, plus lourd et plus cher que le bambou)</p> <p>Les solutions pourraient ne pas être en mesure de faire face à la sévérité de la subsidence</p> <p>L'équilibre de la balance sédimentaire est suivi uniquement dans la zone du projet et non dans d'autres endroits où le processus pourrait avoir un impact</p>

Perspectives

Poursuites



Les défis à Demak mettent l'accent sur le besoin de solutions globales telles que celles de « Building with Nature », en lien avec une gestion intégrée des ressources en eau et des zones côtières. Un secrétariat du projet « Building with Nature » a été créé en Indonésie, sous l'égide du Ministère des affaires Maritimes et de la Pêche. Il diffusera l'approche de « Building with Nature »

à travers l'Indonésie, en fournissant des consignes pratiques de conception, des formations et des recommandations politiques. Un service d'assistance fournira des conseils pratiques sur tous les aspects du cycle de vie des projets « Building with Nature » existants et futurs. Un réseau de haut niveau sera créé pour faciliter la sensibilisation dans les médias, les forums politiques et les groupes de travail pour une plus large adoption de « Building with Nature » en Indonésie.

Le consortium vise à faire de ce secrétariat une plateforme indépendante pour impliquer de nouveaux membres du gouvernement, du secteur privé, des instituts de la connaissance et de la société civile et lancer de nouveaux projets pilotes dans différents contextes. À l'avenir, la plateforme pourrait devenir un centre d'excellence dans la région de l'Asie du Sud-Est, fournissant des conseils sur des solutions fondées sur la nature.

Transposabilité



- Apprendre par la pratique :

« Building with Nature » est innovant et spécifique au site, opérant dans des zones dans lesquelles la compréhension des systèmes et des dynamiques de changement est limitée. Par conséquent, le projet suit une stratégie d'apprentissage par la pratique. Il est donc flexible et adaptatif et s'enrichi fréquemment à travers les retours d'expérience. Les partenaires du projet partagent largement leurs connaissances et les retours d'expérience pour favoriser une bonne répliation de l'approche.

- Réplication et reproduction à plus grande échelle:

Bien que les conceptions de « Building with Nature » soient très spécifiques au site, en fonction des conditions locales, la logique générale derrière l'approche ainsi que le processus requis pour sa mise en œuvre sont réellement répliables, à condition que l'environnement soit propice et que les parties prenantes disposent de capacités suffisantes.

Il existe une solution «Building with Nature» pour toutes les configurations, combinant infrastructures vertes et grises de manière optimale, avec d'autres mesures de réduction des risques. Le projet vise à reproduire et à étendre la philosophie et l'approche de « Building with Nature » dans d'autres zones rurales et urbaines, en Indonésie et dans le monde. Cela se fait par le renforcement des capacités, l'échange de connaissances, des séjours d'échange et l'intégration dans les politiques et la planification. L'initiative est fortement soutenue par le gouvernement indonésien et les communautés locales.

Publications

ECOSHAPE. Brochure: Building with Nature Indonesia – meet the partners. 2p. disponible ici :

<https://www.wetlands.org/publications/building-with-nature-indonesia-meet-the-partners/>

ECOSHAPE. Brochure: Building with Nature Indonesia – reaching scale for coastal resilience. 6p. disponible ici : <

<https://www.ecoshape.org/uploads/sites/2/2016/07/building-with-nature-in-indonesia-1.pdf> >

ECOSHAPE. Mangrove restoration : to plant or not to plant ? 12p.

disponible ici : < https://www.ecoshape.org/uploads/sites/2/2017/02/16.0506-Wetlands-English-lowres_2.pdf >

TONNEIJCK F., WINTERWERP H., VAN WEESENBECK B., DEBROT D., RUSILA NOOR Y., WILMS T. Design and Engineering Plan. Building with nature Indonesia – Securing Eroding coastlines. 65p. 2015

disponible ici : < https://www.ecoshape.org/uploads/sites/2/2016/07/Ecoshape-2015-Result-1-5-Design-Engineering-Plan-v7-0-LAYOUT-Nature-style_2.pdf >

GIZ. Indonesia case study 17 – Evaluating the biophysical and socio-economic effectiveness of hybrid “building with nature” coastal adaptation in Indonesia. 5p. 2017.

Réalisé par :



**Office
International
de l'Eau**

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :



Restauration de l'habitat naturel des papillons Monarques

N°7

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: Land Life Company

Site web: www.landlifecompany.com

Contact: Arnout ASJES, Directeur, +316811622906,
a.asjes@landlifecompany.com

Identité du site

Site: Réserve de biosphère du papillon Monarque (Monarch Biosphere Reserve)

Localisation: Zitácuaro, Mexique. La Réserve de biosphère du papillon Monarque est située dans une forêt de pins et de chênes dans une chaîne de Montagnes volcanique trans-mexicaine, à la frontière de l'état du Michoacán et de l'état de Mexico, à environ 100 km au nord de Mexico.

Spécificités: La réserve du Michoacán comprend les plus hauts sommets de l'état, dont certains atteignent 2700 mètres d'altitude. Le climat est classé comme tempéré et légèrement humide avec une saison des pluies en été.

Enjeux: La Réserve de biosphère du papillon Monarque est classée au patrimoine mondial de l'UNESCO. Chaque automne, on estime qu'un milliard de papillons Monarques arrivent d'Amérique du Nord pour se reproduire et passer l'hiver dans la zone dite «Zona nucleo», l'habitat principal de cette espèce.

Statut juridique: Les zones d'hivernage au Mexique et en Californie ont été déclarées menacées par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des Ressources Naturelles (UICN) (livre rouge).



Milieus: Milieux boisés, milieu montagnard

Type d'action: Création de milieux, restauration ou réhabilitation, réintroduction d'espèces ou transfert

Cadre de l'action: Adaptation aux changements climatiques

Historique et contexte

Les motifs des ailes orange et noire du papillon Monarque sont instantanément reconnaissables et se reflètent dans les dessins d'enfants du monde entier. Cette belle, grande et emblématique espèce de papillon a un mode de migration extraordinaire, du Canada jusqu'au Mexique.



Un papillon Monarque © The Land Life Company

Après avoir accompli ce gigantesque voyage, les Monarques arrivent dans les collines de Michoacán, au Mexique, où ils s'installent pendant quelques mois pour se reposer et se reproduire dans une réserve naturelle protégée. La survie du papillon Monarque dépend entièrement de l'arbre Oyamel, ou *Abies religiosa*, qui pousse là-bas. Plusieurs centaines de millions de Monarques passent l'hiver accrochés à ces sapins qui les protègent de la pluie et du froid durant les mois d'hiver.

Aujourd'hui, la zone protégée où le Monarque peut vivre et se reproduire est menacée, car les oyamels sont exploités illégalement par des personnes qui ne tiennent pas compte de leur immense valeur pour l'écosystème environnant. De plus, en 1978, un important incendie de forêt, suivi de pluies saisonnières, a lessivé les sols fertiles. Des centaines de milliers de semis d'arbres plantés dans le but de restaurer cette zone au cours des 30 dernières années sont morts et la restauration naturelle n'est pas suffisamment rapide pour restaurer complètement l'habitat du Monarque. Plus récemment, les arbres ont été

touchés par une maladie causée par des coléoptères. Le changement climatique est également un facteur important qui affecte l'habitat du Monarque.

La disparition de la forêt d'Oyamels affecte non seulement le papillon Monarque mais aussi les communautés locales dont les moyens de subsistance dépendent de la forêt, la gestion de l'eau et la protection. Les communautés locales ont pris des mesures et ont instauré une surveillance 24 heures sur 24 pour mettre un terme à l'exploitation illégale, mais elles manquent de fonds et de connaissances techniques pour restaurer les terres dégradées qui entourent leurs maisons.



Des Monarques accrochés à un oyamel dans la réserve pour se protéger du froid hivernal. © The Land Life Company

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



L'exploitation illégale d'oyamels (*Abies religiosa*) et les feux de forêt massifs ont entraîné une grave dégradation des écosystèmes. La restauration des forêts d'Oyamels est cruciale pour assurer la survie de l'espèce. Le reboisement de la « Zona Nucleo » (habitat principal du papillon Monarque) a commencé en avril 2016 avec 10 000 semis. Les semis utilisés provenaient d'une pépinière locale (las Novias del Sol), exploitée WWF.

Méthodes de création, restauration



Le « Cocoon » est un incubateur pour les semis d'arbres, améliorant leurs conditions de croissance, en particulier dans les régions les plus sèches. Les conditions difficiles dans ces régions sont particulièrement hostiles aux semis d'arbres fragiles, ce qui explique les faibles taux de survie dans les plantations conventionnelles. Le « Cocoon » stimule l'enracinement profond, évitant ainsi à la plante de s'enraciner dans le sol sec de surface, et protège les pousses contre une transpiration excessive, augmentant ainsi considérablement les chances de survie des arbres. Une fois que les substrats humides du sol ont été exploités, les arbres se sont correctement installés, ce qui permet d'obtenir un arbre fort et résistant, bien préparé pour une vie autonome.

Normalement, aucun arrosage, inspection ou maintenance ne sont nécessaires après la plantation. Le « Cocoon » se compose d'un réservoir d'eau en forme de beignet (de type Donut), d'un couvercle, de mèches et d'un abri pour l'arbre.



Installation d'un "COCOON" par la population locale © The Land Life Company

Le réservoir d'eau et le couvercle sont faits en carton recyclé et en matériaux entièrement biodégradables (le procédé de fabrication du cocoon comprend une étape de chauffage qui favorise la liaison hydrogène entre les

fibres de papier). Les deux parties sont enterrées dans le sol. Le réservoir est rempli d'eau (~ 25 litres) et un jeune plant est inséré au milieu. L'eau coule via un système de mèches jusqu'aux racines du semis. Une protection en papier est placée à la base pour protéger le jeune arbre contre les fortes irradiations et les vents desséchants ainsi que contre les attaques de petits rongeurs. Le couvercle du Cocoon empêche les pertes de l'eau stockée par évaporation et éloigne les mauvaises herbes à proximité immédiate de la plantule, empêchant ainsi toute compétition pour l'eau et la lumière. Ainsi, l'eau stockée dans le Cocoon est utilisée efficacement par le jeune plant uniquement.

Le Cocoon se dissout complètement dans le sol. Le seul matériau restant après ce processus est une très petite quantité de nylon provenant des mèches qui transportent l'eau du réservoir (L'entreprise travaille actuellement sur des options pour utiliser des matériaux organiques à la place)

Les arbustes utilisés ont une hauteur comprise entre 20 et 40 cm (typiquement 1 an) et un nombre limité de feuilles, pour limiter les pertes par transpiration. De plus, les jeunes plants sont généralement moins affectés par l'annélation indésirable des racines ou l'enracinement en J. En tant que tels, les jeunes arbres, prennent des racines profondes lors de la plantation, ce qui améliore leur résistance lors des épisodes de sécheresse. Les plants, tout en poussant, s'adaptent aux conditions locales venteuses et donnent des tiges fermes. A l'évidence, le fait de ne pas recourir à une irrigation continue présente des avantages économiques et logistiques. À plus long terme, ces arbres résistent au manque d'eau et sont également moins sujets aux maladies, en particulier lorsqu'ils sont inoculés par des mycorhizes.

Moyens humains et matériels



100 travailleurs ont participé à la plantation. Des ânes, des bêches et des pioches ont été nécessaires. Planter un arbre nécessite environ 7 minutes. Il a fallu environ 6 semaines pour planter tous les arbres.



Installation d'un "COCOON" par la population locale © The Land Life Company

Méthodes de suivi et d'évaluation



Après les 2 ou 3 premiers mois, les arbres sont excavés pour mesurer le système racinaire en largeur et en profondeur. Ces analyses seront concluantes pour le succès à long terme de l'arbre. Une fois que les racines ont plus d'un mètre de profondeur et se répandent largement, l'arbre est bien établi et aura de grandes chances de survivre à long terme.

Des groupes de contrôle de 30 arbres (avec le même traitement) à chaque endroit sont plantés pour comparer les taux de survie et les taux de croissance dans le Cocoon. Ces arbres seront arrosés une fois à la plantation, mais pas après.

La surveillance continue peut être complétée en employant des membres de la communauté locale.

La vigueur des plants est un indicateur de santé, donnant également un aperçu des taux de survie. Les taux de survie au cours de la première année de plantation des arbres peuvent principalement être attribués au Cocoon. Les taux de survie des années suivantes peuvent également être impactés par une sécheresse extrême ou d'autres facteurs tels que le pâturage et les incendies, facteurs qui dépassent la portée du Cocoon. La vigueur des

plants est évaluée par les scores semi-quantitatifs suivants pendant leur période de croissance normale (1 à 3 ans)

(c'est-à-dire aucun score de vigueur des espèces à feuilles caduques pendant l'automne et l'hiver) :

3	Arbre sain, ayant plus de 75% de feuilles vertes, non flétries. Des points de croissance actifs (apex) peuvent également être visibles.
2	Arbre affecté, ayant 25-75% des feuilles flétries, jaunes ou brunes
1	Arbre gravement atteint avec moins de 25% des feuilles vertes (c'est-à-dire la majorité flétries, jaunes ou brunes)
0	Arbre vraisemblablement mort (feuilles flétries ou sans feuilles). Les arbres, cependant, peuvent encore récupérer en repoussant après un événement pluvieux.

La zone restaurée est une zone très difficile à atteindre, au sommet d'une montagne dépourvue de routes goudronnées. Surtout pendant la saison des pluies, il est presque impossible d'y accéder. Durant la saison sèche, il faut y monter à cheval, pour compter manuellement le nombre d'arbres vivants et les arbres morts.

Description

Partenaires



L'entreprise The Land Life Company était sur place pour aider. Avec le CONAFOR (Ministère des forêts au Mexique) et le CONANP (Ministère des Aires Naturelles Protégées), la communauté locale et le Fond Mondial pour la Nature (WWF), le projet de reboisement a été lancé en avril 2016. En enseignant aux agriculteurs locaux

les techniques de plantation, l'ensemble des parties prenantes du projet espèrent aider à restaurer 100 hectares de terres forestières dégradées.

Coûts et financements



Une subvention de la Dutch Postcode Lottery a été reçue. Le coût par hectare se situait entre 2000 et 3500 dollars.

Calendrier



PLANNING		
2016	2017	2018
Plantation de 7500 Arbres	Plantation de 2500 Arbres	Suivi et extension pour la restauration de tout le site

Bilan général



Les premières plantations avec le Cocoon ont eu une survie moyenne de 93% d'arbres un an après la plantation, contre 3 à 5% au cours des décennies précédentes, ce qui prouve que la survie de cette espèce emblématique pour les générations à venir est possible.

De plus, la population locale a mis en place une surveillance 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 de la zone pour mettre fin à l'exploitation illégale des forêts. Aussi, de plus en plus de sensibilisation est faite sur les problèmes qui découlent de l'abattage illégal.

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none">- taux de survie élevé- protection des espèces menacées- emploi local, et fierté des habitants- écotourisme	<ul style="list-style-type: none">- les mèches en nylon ne se dégradent pas rapidement

Perspectives

Poursuites



L'objectif est de restaurer l'ensemble de l'habitat du Monarque. Avec 3 à 5M EUR, il est possible de restaurer avec succès l'ensemble de l'habitat du papillon Monarque, assurant ainsi la survie de cette espèce emblématique pour les générations à venir.

L'entreprise travaille pour obtenir des fonds pour des projets de suivi afin de planter plus d'arbres et de sensibiliser les gens à l'importance des arbres pour la région et peut-être la convertir en un site écotouristique.

Transposabilité



À l'échelle mondiale, la Land Life Company a réalisé plus de 20 projets couronnés de succès au Moyen-Orient, aux États-Unis, au Mexique, en Afrique du Sud, en Espagne et en Australie.

HCR – Re verdissement et plantation d'arbres productifs (fourrage, médicaments, carburant et nourriture) dans le camp de réfugiés de Minawao au nord du Cameroun.

➤ UNICEF - Plantation sur un site minier actif avec les ambassadeurs climat de l'UNICEF.

➤ ICBA, projet de démonstration à Dubaï. Essais de 3 espèces indigènes pour la végétalisation le long d'autoroutes.

➤ Une partie du projet «Un Nuevo Bosque» au Mexique, revitalisant 3 500 hectares en un seul jour dans 35 États. Collaboration avec CONAFOR, TV Azteca.

➤ Projet Greenlink de l'Union européenne, pour la restauration des écosystèmes dégradés et plantant des arbres productifs (figes, grenade, noix) en Grèce, en Italie et en Espagne, plantation durable de 30 000 arbres avec la technologie « Cocon »

- Restauration des autoroutes en Californie avec Caltrans, réduction de l'utilisation de l'eau et amélioration des taux de survie pour la restauration des accotements routiers à travers l'État
- Conservation de l'eau et restauration des écosystèmes des sites de centres de données en Californie.
- Restaurer le site du patrimoine mondial de l'UNESCO, les îles Galápagos avec la Fondation Charles Darwin.



La réserve de biosphère du papillon Monarque © The Land Life Company

Publications

<http://magazine.landlifecompany.com/magnificent-monarch/>

Réalisé par :



Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :



Réhabilitation écologique de la carrière de Yepes-Ciruelos

N° 8

EN BREF

Identité de la structure

Organisation: LafargeHolcim

Site web:

<https://view.genial.ly/57fbb37894fe1f6ad0b13f8d/recovery-of-the-ecological-value>

Contact: Geneviève Tremblay – Développement durable et Communication externe –
genevieve.tremblay@lafargeholcim.com

Identité du site

Localisation: Yepes-Ciruelos, Toledo ; Castilla-la-Mancha, Espagne

Spécificités du site : Les matériaux calcaires, les gypses et marnes de gypse, ainsi qu'un bioclimat semi-aride, offrent d'importantes zones d'habitats pour la flore et la faune régionales.

Enjeux: Restauration végétale avec implantation de thym, d'alfas, de genêt, de chênes des garrigues (kermès), de chêne vert et mise à profit des formations de gypse pour l'hébergement d'espèces animales d'intérêt communautaire.



Milieux: Milieux ouverts

Type d'action: Protection des biens et des personnes / Préservation – Gestion / Restauration ou réhabilitation (tend vers le retour de l'écosystème à sa trajectoire historique ou à la réparation des fonctions-clés), Translocation / Réintroduction d'espèces

Cadre de l'action: Gestion d'espaces naturels / Trame verte et bleue

Historique et contexte

La carrière est située à une altitude de 700 m, occupant une partie de la formation géologique de la Mesa de Ocaña (Castilla-La Mancha, Espagne). Elle est située sur des terres agricoles dédiées aux cultures céréalières, oléicoles et viticoles, dans un bioclimat semi-aride.

La végétation naturelle prédominante est constituée de chênes verts et de chênes kermès de La Mancha et leurs stades de remplacement : genêts, champs d'alfa, champs de thym et les communautés de *Santolina chamaecyparissus* et *Helichrysum stoechas*.

L'activité minière à ciel ouvert a débuté en 1927. L'exploitation s'est effectuée sur un seul front de mille mètres de long, mais sans dépasser les dix mètres de haut. Actuellement, la carrière occupe une superficie de 5X1 km. Elle se caractérise par un système de transfert extractif (avancée synchronisée avec les actions de restauration).

Après une longue période de régénération de la végétation basée sur une succession écologique naturelle, et en accélérant et en surveillant ce processus écologique, il a été possible de créer une réserve naturelle de 230 hectares qui favorise la diversité géologique, floristique, structurelle et fonctionnelle des écosystèmes régionaux, créant et améliorant des niches écologiques

pour la faune régionale d'invertébrés, d'amphibiens, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères.

L'utilisation finale des terres est orientée vers le bénéfice social et favorise la sensibilisation à l'environnement. La finalité liée aux services écosystémiques créés est d'obtenir un impact positif net.



Système de transfert extractif. Source: LafargeHolcim

Présentation du projet

Enjeux et objectifs



Les activités minières à ciel ouvert entraînent une série d'impacts qui peuvent être nuisibles à la préservation de l'environnement et au développement socio-

économique de la population. Pour assurer le succès du processus de restauration écologique, il est nécessaire d'élaborer une feuille de route qui prend en compte

toutes les questions et les actions permettant d'assurer la restauration de l'environnement.

La planification d'une restauration respectueuse de l'environnement nécessite de connaître la dynamique naturelle et les caractéristiques structurales de la végétation. Pour ce faire, il est nécessaire de procéder à un inventaire environnemental de la zone d'étude afin de déterminer les composantes de base du territoire, puis de concevoir correctement les travaux de restauration en tenant toujours compte de la succession végétale naturelle de la carrière.

L'étude de la végétation permet de connaître les espèces existantes afin de faciliter la colonisation par d'autres espèces d'intérêt, ainsi que les espèces végétales « protectrices », adaptées aux conditions locales, et qui permettent de créer une architecture paysagère augmentant la biodiversité.

LafargeHolcim est présent dans 80 pays, et développe son activité dans le cadre d'une politique environnementale volontaire. L'un des principaux engagements de l'entreprise est de promouvoir la biodiversité dans la restauration de ses carrières. LafargeHolcim Espagne possède un terrain à Yepes-Ciruelos (Tolède) avec une activité minière centrée sur une carrière de calcaire.

Pour ces terrains, grâce à un accord de collaboration avec l'Université de Castilla-La Mancha (UCLM), un plan de restauration écologique a été élaboré, sur la base de la promotion des processus de succession écologique naturelle et de la revégétalisation par des espèces présentes dans l'écosystème de la carrière et dans son environnement immédiat.

Les étapes nécessaires pour bien planifier une restauration écologique sont détaillées ci-dessous.

Planification du projet de restauration écologique

1) Réalisation de l'inventaire environnemental

1.1. Établir un catalogue floristique

Pour réaliser un projet de restauration écologique, il est nécessaire de connaître les espèces de plantes présentes dans la zone d'étude et son environnement immédiat. Pour mener à bien cette tâche, il est nécessaire de collecter ces plantes, de les identifier à l'aide de la bibliographie appropriée et d'établir un catalogue floristique.

1.2. Classer les types de végétation

De plus, il est nécessaire de connaître les associations végétales présentes dans la zone d'étude et son environnement immédiat. Pour ce faire, on procède à un échantillonnage représentatif de la végétation existante, à l'analyse des données obtenues et à la classification de la végétation en associations végétales. La restauration de ces types de végétation sera l'un des objectifs fondamentaux du projet.

1.3. Cartographier les types de végétation

Les types de végétation résultant du processus de classification peuvent être regroupés en unités homogènes de végétation et cartographiés à une échelle appropriée afin de produire des cartes des ressources naturelles de la zone d'étude et de son environnement régional.

1.4. Élaborer un modèle de succession végétale

La succession naturelle est l'un des processus écologiques les plus importants. Elle consiste à établir la séquence des types de végétation dans un lieu dans le temps, depuis la fin du processus d'exploitation et l'apparition de plantes pionnières, jusqu'à ce que la végétation la plus développée soit atteinte.

1.5. Évaluer chaque type de végétation

Chaque espèce du catalogue floristique peut être évaluée en fonction de variables telles que son rôle dans l'écosystème d'un point de vue structurel et fonctionnel, son caractère menacé ou non, sa distribution géographique et son caractère naturel. Chaque type de végétation peut être évalué via les attributs des espèces qui la composent.

1.6. Valoriser chaque zone avec une végétation homogène

Chaque zone à végétation homogène peut être évaluée en fonction des types de végétation dont elle dispose, de sorte qu'il est possible de calculer des indices de biodiversité pour chaque parcelle à végétation homogène.

1.7. Évaluer la biodiversité de la carrière

La biodiversité de la carrière dépend de la valeur de chaque zone à végétation homogène. Le suivi de l'évolution de ces indices dans le temps dans la zone d'étude permettra de s'assurer que le programme de restauration écologique progresse bien.

2) Stratégie d'augmentation des indices de biodiversité

Pour que les indices de biodiversité augmentent avec le temps, il est nécessaire de :

2.1. Revoir la flore à l'échelle régionale

Par la consultation de bases de données telles que Anthos (<http://www.anthos.es/>), SIVIM (<http://www.sivim.info/sivi/>), Mapa Forestal de España (<http://www.magrama.gob.es>), la bibliographie botanique telle que Flora Iberica (<http://www.floraiberica.org>), des articles scientifiques dans des revues botaniques spécialisées, des thèses de doctorat, le tout complété par un échantillonnage sur le terrain.

2.2. Construire des bases de données sur la distribution d'espèces intéressantes à l'échelle régionale

Toutes les informations ci-dessus peuvent être rassemblées dans des fichiers avec la localisation des individus ou des peuplements qui sont considérés comme intéressants pour une raison quelconque.

Ces bases de données peuvent être représentées sous la forme de cartes de répartition des espèces à l'échelle régionale pour évaluer des données telles que la fréquence (nombre de zones où elle existe), l'abondance (nombre d'individus par zone) et la vulnérabilité (risque de disparition).

2.3. Faire des fiches de synthèse sur chaque espèce considérée comme intéressante

Toutes les informations disponibles sur chaque espèce considérée comme d'intérêt peuvent être rassemblées dans une fiche récapitulative, qui précise les objectifs poursuivis pour chacune d'entre elles.

2.4. Établir un calendrier pour la collecte des semences des plantes considérées comme intéressantes

En fonction de la période de floraison et de fructification, il est possible d'établir un calendrier pour la collecte des graines des plantes considérées comme intéressantes dans le catalogue floristique, en vue de prévoir leur germination et leur production ultérieure.

2.5. Faire germer les graines et produire les plantes considérées comme intéressantes dans le catalogue floristique

Elle peut être réalisée dans nos propres pépinières, en collaboration avec des associations environnementales, en passant des accords avec des pépinières spécialisées ou institutionnelles.

2.6. Restaurer avec des espèces et des types de végétation naturels

On peut le faire en plantant les plants produits en pépinière, en transplantant des plants sauvages et en dispersant les semences dans le lieu à restaurer, accélérant ainsi la régénération de la banque de semences présente dans le sol.

2.7. Évaluer l'efficacité des travaux de restauration

Après la restauration, il est nécessaire d'évaluer la survie et le repeuplement par les plantes, ainsi que les interactions (facilitation et concurrence) avec d'autres plantes.

3) Élaborer et développer un "Programme d'éducation environnementale du plan de restauration» ouvert à tous

Les concepts utilisés lors des travaux de recherche et de restauration peuvent être structurés dans un programme d'éducation environnementale qui peut intéresser les compagnies minières, la communauté éducative et la société en général.

4) Diffuser les résultats

Les résultats de la recherche, de la restauration et de l'éducation environnementale peuvent être diffusés via l'organisation d'activités de terrain, des publications dans des revues scientifiques et informatives, des livres, des rapports, des pages Web, des blogs et autres technologies de l'information et de la communication qui facilitent la collaboration avec d'autres acteurs impliqués aux niveaux local, régional, national et international, tels que les sociétés minières, les organismes officiels, les universités et la communauté éducative, de l'école maternelle au troisième cycle, les groupes de développement local, les associations environnementales, les pépinières spécialisées dans les

plantes indigènes et les amoureux de la nature en général.



Un groupe d'écoliers visitant le site. Source : LafargeHolcim

Méthodes de création, restauration, gestion



Dans la carrière, les travaux d'extraction et de restauration sont effectués simultanément : au fur et à mesure que le front d'extraction avance, les terres revégétalisées sont étendues (extraction par transfert).

Cette technique remplace l'ensemencement hydraulique classique; cet apport de terres végétales, initialement mises de côté lors des travaux de défrichage, permet l'utilisation de la banque de semences végétales des champs cultivés qui contiennent une énorme diversité d'espèces indigènes de la région.

De plus, des transplantations sont effectuées sur des espèces particulières, comme les oliviers.

Lorsque les terres végétales sont dispersées, les forêts de chênes verts et de chênes kermès de La Mancha sont restaurées avec des espèces naturelles : thym, alfa, genêts, genêts, chênes kermès et chênes verts.

Des études antérieures ont permis d'identifier les espèces qui facilitent et restaurent les processus écologiques, ainsi que les espèces d'intérêt qui peuvent avoir leur niche écologique dans la zone à restaurer, ce qui doit être semé, quand et comment le semer stratégiquement. Les travaux de restauration visent à accélérer la succession naturelle des plantes et à promouvoir la biodiversité de la carrière.

Trois techniques sont utilisées pour restaurer les types de végétation naturelle mentionnés ci-dessus :

1. Semis des graines récoltées dans la carrière et ses environs. Il a été observé que les espèces de fin d'été telles que le genêt à balai, le chêne kermès ou le chêne vert présentent des difficultés à coloniser la carrière. Les actions spécifiques de restauration consistent à faciliter l'implantation de ces espèces par la collecte et l'ensemencement de leurs graines.
2. Plantation de végétaux produits dans la carrière ou la pépinière de l'UCLM. En plus des plantes produites dans la carrière, des plantes provenant de pépinières spécialisées sont également utilisées pour garantir l'origine et la qualité génétique des spécimens.
3. Pépinière naturelle de plantes indigènes, qui consiste à prélever des spécimens dans une zone où elle très développée et à les transplanter dans la zone à restaurer. D'une part, cette technique permet d'introduire des espèces qui ne peuvent être obtenues par les deux méthodes mentionnées ci-dessus, et d'autre part, elle raccourcit le temps nécessaire pour que l'espèce apparaisse de manière " naturelle ".

Outre la restauration de la végétation type, des espèces spécifiques menacées sont récupérées : *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus pseudocytisus* (en danger), *Cynara tournefortii* (en danger critique d'extinction), *Sisymbrium cavanillesianum* (vulnérable),

Ephedra fragilis, *Ephedra nebrodensis*, *Limonium toletanum*, *Colutea hispanica* (d'intérêt particulier).

Lors de la réalisation des travaux de restauration, il faut toujours garder à l'esprit que le site est caractérisé par son climat semi-aride et que la disponibilité de l'eau est un



Observatoire à oiseaux. Source : LafargeHolcim

facteur limitant, de sorte que les travaux de restauration sont effectués en automne/hiver pour garantir un nombre maximum de jours de rosée, principal apport d'eau pendant ces périodes.

Pour encourager les pollinisateurs, des ruches ont été placées pour favoriser la pollinisation de la flore et soutenir les populations locales d'abeilles. Le miel produit par les abeilles est collecté et étiqueté comme 'Miel naturel de la carrière de Yepes-Ciruelos de Lafarge Cementos'.

De même, en collaboration avec l'ONG Brinzal et l'Université d'Alcalá de Henares, des actions sont menées pour promouvoir l'établissement d'espèces rupicoles, telles que les hiboux et chouettes.

Pour informer les visiteurs sur toutes les activités réalisées dans la carrière, un observatoire des oiseaux a été mis en place, un sentier botanique a été conçu et le Centre d'interprétation de la nature "La Mesa de Ocaña" a été

construit, où les visiteurs sont informés des travaux de restauration et de recherche, et des valeurs environnementales des environs de la carrière. Des itinéraires cyclotouristiques et des espaces de loisirs ont également été créés.

Moyens humains et matériels



La restauration de grandes zones est réalisée par l'entreprise avec le soutien d'une équipe de restauration écologique de l'Université de Castilla-La Mancha, composée d'un docteur en sciences et deux titulaires d'une maîtrise en sciences de l'environnement et développement durable. Ces techniciens hautement spécialisés en botanique et en restauration écologique font des plantations, créant ainsi des îlots de biodiversité qui sont de petites zones reproduisant les structures et la composition floristique de la végétation naturelle.

Ces îlots de biodiversité produisent des semences qui en se dispersant accélèrent le processus de colonisation des zones voisines. De plus, l'équipe effectue des tâches de suivi post-plantation afin de découvrir comment des facteurs tels que l'impact des herbivores, le déficit en eau en été, l'orientation et les gelées hivernales les affectent. Les informations obtenues dans le cadre de cette étude, ainsi que dans les futurs suivis, peuvent être très utiles pour obtenir des repeuplements plus réussis dans le cadre du plan de restauration de la carrière.

Les deux stratégies, à la fois la restauration de grandes superficies et la création d'habitats par le biais d'îlots de biodiversité, exigent des plantes qui ont un certificat de provenance. À cette fin, l'entreprise a contacté une pépinière spécialisée qui produit des plantes indigènes à la région. Dans le cas où aucune espèce n'a pu être achetée, l'équipe de l'UCLM collecte les graines ou boutures de la plante déterminée et, une fois reproduite, les introduit dans la carrière.

Méthodes de suivi et d'évaluation



Pour évaluer la bonne évolution des processus de restauration, un indice de biodiversité, développé en collaboration avec le WWF, a été appliqué aux papillons, oiseaux, insectes, lichens et plantes.

Dans le cadre des travaux de restauration, une série de parcelles expérimentales a été établie avec des spécimens de *Vella pseudocytisus* subsp. *pseudocytisus*, *Ephedra fragilis*, *Ephedra nebrodensis*, *Quercus rotundifolia* et *Thymus vulgaris*, pour lesquels l'influence de facteurs tels que l'impact des herbivores, le déficit d'eau en été, l'orientation et les gelées d'hiver ont été analysés vis à vis de la survie, la croissance et le développement de ces espèces dans la zone d'étude.

En 2015, en collaboration avec l'ECOACSA, une évaluation économique des services écosystémiques générés par la restauration a été réalisée, en analysant le rapport coût/bénéfice pour identifier la valeur ajoutée des actions menées (apiculture, pollinisation, conservation des espèces menacées, culture, éducation environnementale, loisirs, sport,...).

Le système de reporting et d'indicateur de biodiversité (BIRS - Biodiversity Indicator and Reporting System) est un outil du groupe LafargeHolcim développé conjointement avec l'Union internationale pour la conservation de la nature. Ce système permet de suivre l'évolution de la biodiversité de chaque carrière année après année, ce qui permet de comparer les indices de biodiversité d'une région par rapport à des indices nationaux, régionaux ou globaux.

Description

Partenaires



Scientific: Santiago Sardinero Roscales (UCLM), Ewelina Usarek (UCLM), Jorge Miguel Isabel Rufo (UCLM).

Calendrier



Les actions de promotion de la biodiversité se poursuivent aujourd'hui et se poursuivront à l'avenir.

Bilan général



- Restauration sur une superficie de 250 ha. Evaluée sur la base de critères écologiques avec une augmentation notable de la biodiversité dans la zone (communautés végétales restaurées, augmentation des populations d'oiseaux et d'insectes, augmentation des populations d'espèces de flore d'intérêt pour la conservation, amélioration de la diversité des sols).
- Des études antérieures ont identifié les espèces qui facilitent la restauration des processus écologiques, ainsi que les espèces d'intérêt qui peuvent avoir leur niche écologique dans la zone à restaurer.
- Les recherches effectuées ont permis d'identifier ce qui doit être semé, quand et comment effectuer stratégiquement le semis.
- Les travaux de restauration visent à accélérer la succession naturelle des plantes et à promouvoir la biodiversité de la carrière.
- La qualité génétique des spécimens utilisés a été garantie par nos propres semis et par des accords avec les pépinières fournisseuses.
- Création d'un espace public à usage éducatif et de loisirs pour que le public puisse bénéficier de la renaturation du site.

Perspectives

Poursuites



Les actions de promotion de la biodiversité se poursuivent aujourd'hui et se poursuivront à l'avenir.

Réalisé par :



**Office
International
de l'Eau**

Avec le soutien financier de :

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

et l'appui technique du Centre
de ressources Génie
écologique :

Centre de
ressources
**GÉNIE
ÉCOLOGIQUE**



*O f f i c e
I n t e r n a t i o n a l
d e l ' E a u*

15 rue Edouard Chamberland

87065 Limoges Cedex

Tel. (33) 5 55 11 47 80

www.oieau.org

Avec le soutien financier de l'AFB

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr