

Recueil des principales opérations de génie écologique et de réduction d'impacts menées dans les parcs nationaux français



Synthèse réalisée par Lugdiwine BURTSCHELL,
avec l'appui de Delphine JUNG et d'Adrien JAILLOUX,
et la participation des onze parcs nationaux français.

Février 2022

AUTEURS

Lugdiwine BURTSCHHELL, doctorante, Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier, corps des ingénieurs des ponts, eaux et forêts, lugdiwine.burtschell@umontpellier.fr

Adrien JAILLOUX, chargé de mission recherche biodiversité terrestre, parcs nationaux et aires protégées, Office français de la biodiversité, adrien.jailloux@ofb.gouv.fr

Delphine JUNG, chargée de mission Génie écologique, Office français de la biodiversité, delphine.jung@ofb.gouv.fr

Avec la participation de :

Annie ABOUCAYA (Parc national de Port-Cros), Clémentine ASSMANN (PN Mercantour), Alain BARCELO (PN Port-Cros), Sophie BEDEL (PN Guadeloupe), Sandrine BERTHILLOT (PN Vanoise), François BLAND (PN Calanques), Richard BONET (PN Ecrins), Élise BUISSON (Université d'Avignon), Julien CAMBOU (Parc amazonien de Guyane), Herve CAROFF (PN Cévennes), Christophe COGNET (PN Pyrénées), Cyril COTTAZ (PN Port-Cros et Conservatoire botanique national méditerranéen), Justine COULOMBIER (PN Vanoise), Claire CRASSOUS (PN Mercantour), Matthieu DELCAMP (PN de forêts), Eloïse DEUTSCH (PN Pyrénées), Hélène DELVAUX (Parc amazonien de Guyane), Sandrine DESCAVES (PN Cévennes), Franck DUGUEPEROUX (PN Cévennes), Julien GUILLOUX (PN Ecrins), Julie-Anne JORANT (PN Vanoise), Olivier JUPILLE (PN Pyrénées), Laureen KELLER (PN Calanques), Lucie LABBOUZ (PN Guadeloupe), Julie LAMBREY (PN de forêts), Benoit LEQUETTE (PN La Réunion), Yannick MANCHE (PN Cévennes), Etienne PROLHAC (PN La Réunion), Vincent RIVIERE (AGIR écologique), Nathalie SIEFERT (PN Mercantour)

CITATION CONSEILLÉE

Burtschell L., Jailloux A., Jung D., 2021. Recueil des principales opérations de génie écologique et de réduction d'impacts menées dans les parcs nationaux français. OFB. 41 pages.

CREDITS PHOTOS COUVERTURE

A gauche : Arrachage d'espèces exotiques envahissantes dans le Parc national des Calanques. © V. Rivière (AGIR écologique)

A droite : Pose de balises sur des câbles aériens, à l'aide de drones, dans le Parc national de la Vanoise. © S. Berthillot (PN Vanoise)

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : France métropolitaine, Guadeloupe, La Réunion, Guyane

Niveau de lecture : professionnels, experts

Recueil des principales opérations de génie écologique et de réduction d'impacts menées dans les parcs nationaux français

RESUME

Cette synthèse met en avant les principales opérations de génie écologique (hors réintroductions d'espèces) et de réduction d'impacts anthropiques, mises en place ces dernières années par les parcs nationaux français et/ou par des partenaires sur leurs territoires.

Ce recueil présente, sous forme de retour d'expériences, une opération pour chacun des onze parcs nationaux français, sélectionnée pour son caractère exemplaire ou encore pour son originalité.

Deux types d'opérations y sont distingués :

- Les opérations de restauration permettant la reconstitution de milieux naturels, la restauration de milieux dégradés et l'optimisation de fonctions assurées par les écosystèmes.
- Les opérations de réduction des impacts (ou des pressions) anthropiques permettant de limiter l'impact des aménagements ou activités humaines sur les écosystèmes.

L'objectif visé est de valoriser les actions mises en œuvre par les PN et leurs partenaires mais également de favoriser le partage d'expériences et l'essaimage des bonnes pratiques.

AUTEURS

Lugdiwine BURTSHELL, Adrien JAILLOUX, Delphine JUNG

MOTS CLES

Biodiversité, conservation, génie écologique, restauration, réhabilitation, réduction d'impact, réduction des pressions anthropiques, Parc national, Vanoise, Port-Cros, Pyrénées, Cévennes, Ecrins, Mercantour, Guadeloupe, Réunion, Guyane, Calanques, Parc national de forêts, câbles aériens, avifaune, revégétalisation, prairies, mise en défens, zones humides, continuité écologique, pollution lumineuse, pelouses sèches calcicoles, espèces exotiques envahissantes, génie végétal, forêt semi-sèche, sites miniers

SOMMAIRE

Liste des acronymes utilisés	5
Introduction.....	6
I. Parcs nationaux métropolitains de montagne et Parc national de forêts.....	8
A. Parc national de la Vanoise : Réduction de l'impact des câbles aériens sur l'avifaune.....	8
B. Parc national des Écrins : Revégétalisation de la piste de ski de Vernie Rouge dans les Alpes.....	12
C. Parc national du Mercantour : Notices de gestion, mise en défens et suivi des zones humides situées dans les alpages	14
D. Parc national des Cévennes : Restauration et amélioration des continuités écologiques - Zones humides Montals-Vacquiers	18
E. Parc national des Pyrénées : Réduction de l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité.....	21
F. Parc national de forêts : Restauration de pelouses sèches calcicoles	24
II. Parcs nationaux méditerranéens.....	26
A. Parc national de Port-Cros : Restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud	26
B. Parc national des Calanques : Restauration des habitats d'intérêt communautaire et lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes sur l'île de Jarre	29
III. Parcs nationaux ultramarins :	31
A. Parc national de la Guadeloupe : Projet « PROTÉGER » (promotion et développement du génie végétal dans les rivières de Guadeloupe)	31
B. Parc national de La Réunion : Projet LIFE + « COREXERUN » (Conservation, restauration et reconstitution des habitats semi-xérophiles (semi-secs) du massif de La Montagne sur l'île de La Réunion)	34
C. Parc amazonien de Guyane : Etude de faisabilité sur la réhabilitation des sites miniers illégaux	37
Annexe : Tableau récapitulatif des opérations présentées.....	40

Liste des acronymes utilisés

- CATEX : CAble Transporteur d'EXplosif
- CBN : Conservatoire botanique national
- CBNA : Conservatoire botanique national alpin
- CBNMed : Conservatoire botanique national méditerranéen
- CENCA : Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne
- CIMA : Convention Interrégionale du Massif des Alpes
- DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- DGTM : Direction Générale des Territoires et de la Mer
- EEE : Espèces exotiques envahissantes
- EVEC : Espèces végétales exotiques envahissantes
- FEDER : Fonds Européen de Développement Régional
- FNADT : Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire
- IMBE : Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
- INRA : Institut national de la recherche agronomique
- INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
- LIFE : L'Instrument Financier pour l'Environnement
- LPO : Ligue pour la protection des oiseaux
- MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle
- OFB : Office français de la biodiversité
- OGM : Observatoire des Galliformes de Montagne
- ONF : Office national des forêts
- PAG : Parc amazonien de Guyane
- PN : Parc national
- PNC : Parc national des Cévennes
- PNCal : Parc national des Calanques
- PNE : Parc national des Écrins
- PNFor : Parc national de forêts
- PNG : Parc national de la Guadeloupe
- PNM : Parc national du Mercantour
- PNP : Parc national des Pyrénées
- PNPC : Parc national de Port-Cros
- PNRun : Parc national de La Réunion
- PNV : Parc national de la Vanoise
- POIA : Programme Opérationnel Interrégional du Massif Alpin
- RHoMéO : Rhône Méditerranée Observatoire
- RTE : Réseau de transport d'électricité
- UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

Introduction

Contexte

Le collectif des responsables scientifiques des parcs nationaux (PN) a exprimé en 2020 le besoin de disposer d'un document synthétique présentant les principales opérations de génie écologique (hors réintroductions d'espèces¹, déjà recensées par ailleurs) et de réduction d'impacts anthropiques, mises en place par les PN ou par des partenaires sur leurs territoires. L'objectif visé est de valoriser les actions mises en œuvre par les PN et leurs partenaires mais également de favoriser le partage d'expériences et l'essaimage des bonnes pratiques.

Etant donné le nombre important d'opérations de ce type menées dans les PN depuis leur création, la formule retenue pour ce document est un recueil mettant en avant, sous forme de retour d'expériences, une opération de génie écologique ou de réduction d'impacts pour chacun des onze parcs nationaux français. Chaque opération a fait l'objet d'une sélection pour son caractère exemplaire ou pour son originalité. Publiés sur le portail technique de l'OFB, ces retours d'expériences pourront être partagés au sein du réseau inter-parcs nationaux mais également au-delà.

Les parcs nationaux de France

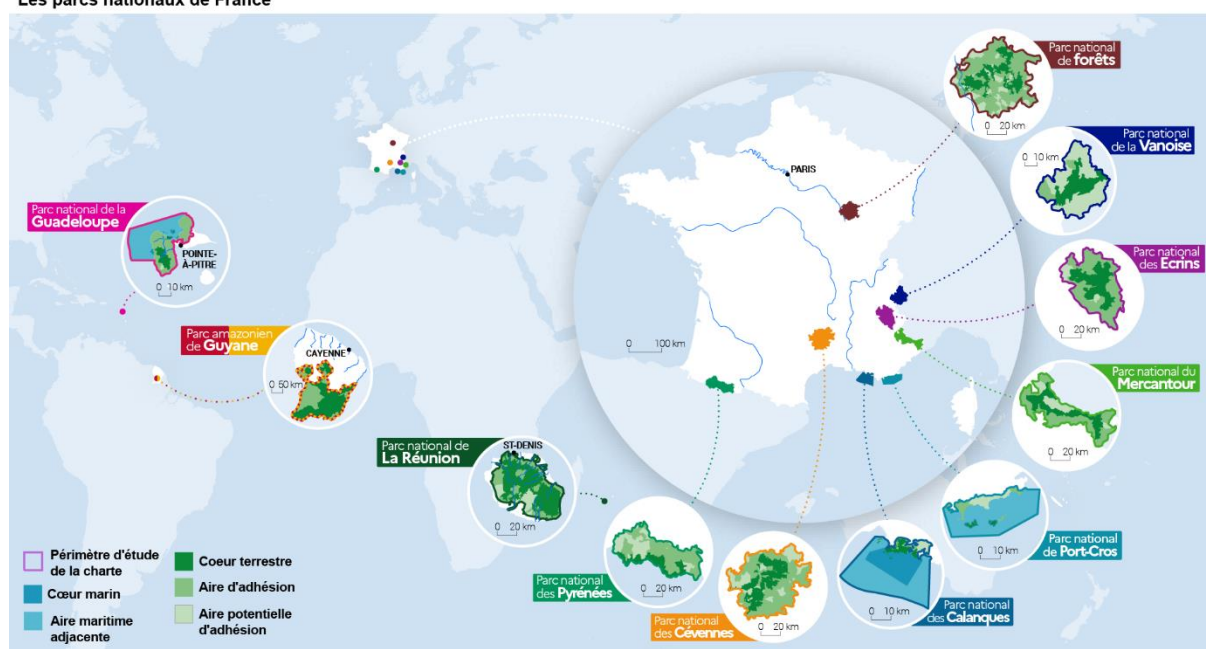


Figure 1 : Carte des 11 parcs nationaux français. © O. Debuf (OFB)

¹ Une synthèse sur les opérations de réintroductions d'espèces a déjà été réalisée en 2014 par le collectif des parcs nationaux. Elle est disponible sur demande en écrivant à adrien.jailloux@ofb.gouv.fr

Définitions

Le génie écologique est défini² comme la « conduite de projets qui, dans sa mise en œuvre et son suivi, applique les principes de l'ingénierie écologique et favorise la résilience des écosystèmes », l'ingénierie écologique étant elle-même définie comme « l'ensemble des connaissances scientifiques, des techniques et des pratiques qui prend en compte les mécanismes écologiques, appliqué à la gestion de ressources, à la conception et à la réalisation d'aménagements ou d'équipements, et qui est propre à assurer la protection de l'environnement».

On définit la restauration écologique comme le processus qui assiste l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit³. Cela signifie qu'on accompagne la résilience de la nature, sa capacité à revenir à un état avant la perturbation. Dans le domaine de la restauration écologique, on peut distinguer deux sous-domaines :

- la réhabilitation, qui consiste à intervenir pour réinstaurer une ou des fonctions de l'écosystème ;
- la restauration, qui consiste à restaurer l'intégralité d'un écosystème à travers sa richesse en espèces, sa composition en espèces, sa structure mais aussi ses fonctions.

Malgré cette distinction, il est d'usage d'employer le terme de restauration pour qualifier aussi bien les opérations de réhabilitation que de restauration au sens propre.

Selon ces définitions, nous avons ici proposé de classer les opérations mises en œuvre dans les Parcs nationaux en deux catégories d'actions (cf. Annexe) :

- les opérations de restauration permettant la reconstitution de milieux naturels, la restauration de milieux dégradés et l'optimisation de fonctions assurées par les écosystèmes ;
- les opérations de réduction des impacts (ou des pressions) anthropiques permettant de limiter l'impact des aménagements ou d'autres activités humaines sur les écosystèmes ;

Choix des opérations présentées

Le choix des opérations présentées dans ce recueil s'est fait en accord avec les responsables scientifiques de chacun des parcs nationaux et de manière à diversifier les types d'actions présentées, les milieux concernés, le coût des projets ou encore leur état d'avancement. Un tableau récapitulatif est présenté en Annexe.

² [Définitions Centre de ressources « Génie Écologique »](#)

³ [Définition SER](#) (Society for Ecological Restoration)

I. Parcs nationaux métropolitains de montagne et Parc national de forêts

A. Parc national de la Vanoise : Réduction de l'impact des câbles aériens sur l'avifaune

1. Contexte et Objectifs

Contexte

Le territoire de la Vanoise concentre un grand nombre d'infrastructures linéaires de transport d'énergie et de personnes qui forment un réseau conséquent de câbles aériens (lignes électriques diverses, remontées mécaniques, câbles aériens de transport d'explosifs, ...). Ce réseau engendre deux dangers majeurs pour l'avifaune. Tout d'abord la percussio n d'un câble aérien entraîne très souvent la mortalité de nombreuses espèces d'oiseaux, dont les grands rapaces (Aigle royal, Grand-duc d'Europe, Gypaète barbu, etc.) et les galliformes de montagne (Tétras lyre, Lagopède alpin, Perdrix bartavelle, etc.). Le second grand danger est l'électrocution. Il concerne surtout les oiseaux de grande envergure qui peuvent se poser sur des supports électriques (poteaux ou pylônes), des lignes électriques (poteaux, pylônes, interrupteurs) et s'électrocuter en touchant simultanément une phase et une masse, malgré les distances d'éloignement.

Des effets indirects sont également induits, dus à la déstructuration démographique des populations. En effet, la perte d'un individu reproducteur de Gypaète par exemple a un impact considérable sur la dynamique future de la population alpine. De plus, la fragmentation des habitats aériens (trame aérienne) causée par la présence des câbles entraîne une rupture des continuités écologiques.

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- identifier et hiérarchiser les risques de percussio n et d'électrocution liés à l'existence des lignes et ouvrages aériens ;
- mettre en place des actions concrètes de gestion afin d'éviter et/ou de réduire ces impacts.

2. Description de l'opération

Il a fallu en premier lieu identifier les zones les plus sensibles. Pour cela, les localisations des zones de nidification, des couloirs de migration et des couloirs d'envol ont été croisées avec l'implantation des câbles aériens. Ce diagnostic a ainsi permis de définir des secteurs prioritaires pour les interventions.

Il existe deux types d'interventions pour réduire les impacts des câbles aériens. Le premier est la pose de balises de signalisation sur les câbles aériens pour rendre les lignes visibles par les oiseaux. Le deuxième type d'interventions est la neutralisation des poteaux. Cela consiste soit à isoler les conducteurs sous tension en installant des gaines (protections plastiques) sur les ponts ainsi que des protecteurs de phase, soit à installer des tiges verticales au sommet des poteaux pour dissuader les oiseaux de se poser sur les armements à risque, soit à installer des perchoirs pour inciter les oiseaux à se poser sans danger.

Depuis 2000, en lien avec les constructeurs de remontées mécaniques et l'Observatoire des Galliformes de Montagne (OGM), le Parc national de la Vanoise (PNV) s'est rapproché d'entreprises régionales de plasturgie et de fournisseurs d'équipements pour les stations de ski et les lignes électriques pour concevoir et commercialiser des systèmes de visualisation adaptés aux différents types de câbles :

- des flotteurs pour les téléskis ;
- des balises Birdmarks (fournisseur suédois Hammarprodukter) orange et blanches pour les téléportés (télésièges et télécabines) ;
- un système de visualisation par drapeau à damier pour les câbles aériens de transport d'explosifs (CATEX) ;
- des balises Firefly (fournisseur suédois Hammarprodukter) pour les lignes 20 kV (partenariat Enedis) ;
- des balises « avisphères » pour les lignes supérieures à 63 kV gérées par RTE (Réseau de transport d'électricité).

Depuis 2012, le Parc national de la Vanoise pilote la convention avifaune et lignes électriques sur le département de la Savoie. Cette convention vise à hiérarchiser les enjeux et planifier les travaux avec le gestionnaire du réseau de distribution Enedis. Une convention a également été établie au niveau régional pour les lignes très hautes tensions entre RTE, le Parc national de la Vanoise et le Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie (Asters).

En 2016, le Parc national de la Vanoise a expérimenté avec Enedis la pose de balises par drone sur lignes électriques suite à un rapprochement avec une start-up slovaque e-Sense. Le développement de cette technologie permet de rationaliser les coûts de pose et surtout d'équiper des lignes situées dans des secteurs peu accessibles. En 2021, impulsé par un appui financier du projet européen POIA (Programme Opérationnel Interrégional du Massif Alpin) BirdSki visant à prendre en compte le Tétralyre dans les domaines skiables, le Parc national de la Vanoise a fait appel au prestataire SKYDRONE ROBOTICS pour installer des balises sur cinq remontées mécaniques à l'aide d'un drone. Disposant d'un outil permettant de s'adapter à la pente, ce drone a permis d'équiper des câbles à fort dénivelé.



Figure 2 : Pose de balise Birdmark par drone, sur le domaine skiable des Arcs/Peisey-Vallandry. © S. Berthillot (PNV)

Enfin, une application « Avifaune et câbles aériens » a été développée par le Parc national de la Vanoise dans le cadre du projet européen LIFE GypHelp (Gypaète barbu). Elle permet la saisie, la consultation et l'exploitation des informations géographiques telles que la localisation des sites sensibles (sites de nidification, etc.), la localisation des réseaux et équipements électriques et des câbles des domaines skiables à danger avéré ou potentiel. Son originalité réside dans son interactivité (elle est consultée et alimentée par l'ensemble des partenaires publics et privés), son opérationnalité sous deux angles (à la fois en préventif mais aussi en curatif) mais également dans sa fonctionnalité permettant de suivre en continu de la progression de la neutralisation des axes dangereux pour l'avifaune. L'application s'étant étendue géographiquement au-delà du territoire du Parc national (départements de Savoie, de Haute-Savoie et d'Isère), sa gestion a été confiée en 2020 à la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) Auvergne-Rhône-Alpes.

3. Bilan et Perspectives

Au total, entre 2012 et 2021, 108 poteaux ont été neutralisés (sur 160 répertoriés à haut risque, soit 67,5 % de poteaux traités) et 23 000 mètres de lignes ont été traités (sur 33 661 mètres de lignes répertoriées à haut risque, soit 68 % de lignes traitées). En ce qui concerne les remontées mécaniques, en 2020 et 2021, et malgré le contexte COVID, 32 infrastructures ont été équipées de balises avifaunes (flotteurs, birdmarks, drapeaux) ou démontées, soit plus de 32 km de câbles traités. Les 17 domaines skiables de Vanoise sont suivis annuellement : un plan de visualisation (échancier) est établi pour 3 ans dans chaque domaine skiable afin de planifier les travaux de

visualisation en tenant compte chaque année de l'évolution du parc de remontées mécaniques (nouvelles remontées et/ou démontage).

De plus, afin d'évaluer l'efficacité de ces mesures de réduction des impacts sur l'avifaune, des suivis complémentaires sont assurés par les agents du parc national et leurs partenaires :

- programme de veille sanitaire du parc national avec notamment la collecte des cadavres retrouvés et leur autopsie ;
- suivi de la reproduction du Gypaète barbu et suivi démographique du Tétrás lyre par exemple.

Ces suivis ont ainsi permis de mettre en évidence une diminution de 65 à 95% du nombre d'accidents par percussion grâce à la pose des balises.

Le Parc national de la Vanoise, en lien avec l'Observatoire des Galliformes de Montagne, travaille désormais sur un volet « Recherche & Développement » visant à évaluer l'efficacité de la visualisation des câbles aériens qui s'inscrit dans un programme européen, le POIA « BirdSki » et qui comporte plusieurs actions. La première est l'installation de balises satellitaires sur des Tétrás lyre dans les domaines skiables pilotes (Les 3 Vallées, Les Arcs/Peisey-Vallandry et Val Cenis). L'objectif principal de cette action est de récolter des informations concernant les déplacements des oiseaux au sein des domaines skiables, permettant ainsi d'évaluer l'efficacité de l'utilisation des zones de tranquillité mises en place et des câbles équipés de balises avifaunes. Depuis 2017, plus de 80 oiseaux ont été équipés de balises GPS et dix cas de percussion d'oiseaux équipés avec des câbles ont été recensés. Une seconde action est l'installation de caméras thermiques et infrarouges sur des remontées mécaniques pendant un an sur des portées équipées de balises et des portées non équipées pour définir le comportement des oiseaux (résultats à venir fin 2022). Une analyse des yeux d'oiseaux morts (Tétrás lyre, Aigle royal) sera également mise en place afin de définir les longueurs d'ondes - dont les UV - visibles par les oiseaux de montagne en vue d'adapter au besoin les systèmes de visualisation actuels (résultats à venir fin 2022). Enfin, un chercheur en acuité visuelle et capacité des oiseaux conduira une étude consistant à manipuler des Tétrás lyre en captivité pour connaître les contrastes qu'ils sont capables de distinguer, ainsi que de définir leur champ visuel. Des mesures en domaine skiable seront réalisées avec un spectromètre portable pour définir les contrastes en milieu naturel aux différentes saisons (résultats à venir fin 2022).

L'opération de réduction de l'impact des câbles aériens sur l'avifaune a été inscrite en tant qu'action emblématique et exemplaire de l'engagement du réseau des parcs nationaux français dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité en répondant notamment aux objectifs de préservation des espèces et de leur diversité (objectif 4) et de maîtrise des pressions sur la biodiversité (objectif 11). Le Parc national de la Vanoise a également reçu le label « J'agis pour la biodiversité », mis en place par l'Agence française pour la biodiversité.

Cette démarche a rassemblé de nombreux collaborateurs et a été soutenue par plusieurs programmes européens ou nationaux (Plan national d'actions Gypaète barbu, Plan alpin d'actions Tétrás lyre, Programme Life GypHelp) pour un financement total avoisinant les 575 000€ de 2000 à 2018. Elle continue aujourd'hui avec un financement de 430 000 € dans le cadre du POIA BirdSki du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) et de la Convention Interrégionale du Massif des Alpes (CIMA) du Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT). Ce choix de gouvernance et la sensibilisation des acteurs locaux à cette problématique notamment par d'importantes campagnes de communication portées à la fois par le Parc national

de la Vanoise mais également par les gestionnaires eux-mêmes (domaines skiables et Enedis) a porté ses fruits : d'abord menées à l'échelle départementale, les actions se sont étendues à une échelle régionale et à d'autres partenaires (RTE). Le Parc national de la Vanoise est aujourd'hui sollicité pour son expertise technique pour aider à la mise en place de ce dispositif dans d'autres lieux, aussi bien par des acteurs nationaux (autres espaces naturels protégés, etc.) qu'internationaux.

B. Parc national des Écrins : Revégétalisation de la piste de ski de Vernie Rouge dans les Alpes

1. Contexte et Objectifs

Contexte

La piste de Vernie-Rouge est située dans la station de ski de Saint-Léger-les-Mélèzes, en aire d'adhésion du Parc national des Écrins (PNE). Elle est exposée Nord et se trouve à environ 1450 m d'altitude. En 2015, cette piste a fait l'objet de travaux de remodelage, s'accompagnant d'une mise à nu du sol. Concomitamment, un bassin de rétention a été creusé en amont de la piste et y a provoqué le dépôt de matériaux terreux. Ces matériaux ont été évacués par la première pluie, lessivant ainsi la parcelle et la rendant très caillouteuse. L'érosion des sols a ainsi empêché l'installation d'une végétation herbacée sur la piste de ski, ce qui réduit la durée de conservation du manteau neigeux, augmente l'utilisation de neige artificielle (et la consommation en eau et électricité associée), nuit à la qualité du paysage en période estivale et empêche la piste d'être utilisée par les troupeaux.

La revégétalisation de la piste est donc apparue comme nécessaire afin de stabiliser les sols et de limiter l'érosion hydrique. Mais les tentatives de végétalisation de la parcelle avec des semences commerciales n'ont pas fonctionné, car les semences exogènes étaient inadaptées aux conditions et à la biodiversité locale, et ne présentaient par ailleurs qu'une faible diversité d'espèces.

Le programme Sem' les Alpes⁴, mené de 2016 à 2018 par le Conservatoire botanique national alpin (CBNA), l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea⁵, centre de Grenoble) et la Société d'économie alpestre de la Haute-Savoie (SEA 74), visait à expérimenter la mise en place de filières de semences sauvages d'origine locale adaptées au milieu montagnard. Dans le cadre de ce programme, le CBNA a proposé au maire de Saint-Léger-les-Mélèzes d'expérimenter la restauration de la piste à partir de semences locales.

⁴ Voir le guide « [Sem'les Alpes : Des semences d'origine locale pour la restauration de milieux ouverts en montagne alpine](#) »

⁵ L'Irstea a fusionné avec l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) le 1^{er} janvier 2020 pour former l'[Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement](#) (INRAE).

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- réduire rapidement le phénomène d'érosion hydrique ;
- améliorer la conservation du manteau neigeux sur la piste ;
- permettre l'intégration paysagère de la piste de ski et, à terme, le pâturage de la piste par les troupeaux en été.

2. Description de l'opération

La restauration de la végétation s'est faite par la technique dite du « foin vert », qui consiste à ensemercer la piste avec du foin préalablement récolté dans une prairie de fauche naturelle chez les agriculteurs locaux. Outre le fait que la banque de graines soit ainsi adaptée au contexte local, cette technique a pour avantage d'utiliser des graines récoltées au meilleur moment. De plus, le foin étalé constitue un mulch qui protège le sol et facilite la germination. En raison de l'état de la piste, la préparation du sol par griffage n'a pas été possible, celui-ci étant trop caillouteux.

Plus spécifiquement, l'herbe a été fauchée 3-4 jours avant la pleine maturité des graines des principales graminées, juste avant le stade de dissémination. Pour cela, le moment de la fauche a été déterminé par un suivi phénologique mené par le CBNA. Le foin a aussitôt été conditionné en bottes. Les bottes ont ensuite été déroulées sur la zone à restaurer le lendemain de la fauche, puis étalées sur une épaisseur maximale de 2 cm, avec des agents du Parc national des Ecrins et du CBNA.

Une zone témoin non ensemençée a été conservée pour comparer l'efficacité de la technique du foin vert à d'autres techniques conventionnelles. Par exemple, l'aval de la zone a été ensemençé avec du foin sec fourni par un autre agriculteur afin d'étudier l'influence de l'âge du foin sur l'efficacité de la revégétalisation. En amont, à côté du bassin de rétention, une zone a été ensemençée avec des graines commerciales et une autre avec des semences commerciales enrichies par des boues issues du traitement des eaux usées.

La végétation est suivie chaque année dans 15 quadrats de 50 centimètres de côté, répartis sur un carré de 10 mètres de côté le long de 3 transects (5 quadrats par transect). Toutes les espèces végétales présentes sont notées, ainsi que le recouvrement de végétation et d'éléments grossiers (>2 cm). La fréquence de présence des espèces à l'échelle de la zone, la richesse spécifique, et le pourcentage d'espèces cibles sont calculés à partir de ces données.

3. Bilan et Perspectives

Après les phases d'explication du projet à un agriculteur local et à la mairie, l'étalement du foin vert a été mené en 2016. Le foin et le travail de l'agriculteur ont coûté 358 €. L'année suivant la restauration, un phénomène d'érosion a été constaté dans la zone ensemencée avec des semences commerciales, au contraire de la zone ensemencée au foin vert. Le gestionnaire de la station de ski a observé une réduction du phénomène d'érosion et un allongement de la durée de maintien du manteau neigeux, sans toutefois que cela ne soit quantifié.



Figure 3 : Piste de Vernie Rouge avant travaux (à gauche) et deux ans après les travaux (à droite). © CBNA

La technique du foin vert s'est avérée efficace et a permis le développement de communautés végétales contenant davantage d'espèces prairiales que les techniques conventionnelles. Toutefois, l'étalement des balles de foin vert demande un peu plus d'investissement humain. La méthode par foin sec reste plus efficace que les semences du commerce mais moins efficace que le foin vert. En effet, les graines plus sèches ont tendance à tomber de la botte et leur pouvoir germinatif diminue avec le temps. La revégétalisation est aussi jugée réussie sur le plan paysager. Le pâturage de la piste n'a pas été autorisé les deux premières années, en effet, l'apport de nitrates au démarrage serait néfaste à la régénération de la végétation. Au bout de 2 ans de revégétalisation, 73 % du cortège est composé d'espèces cibles (espèces typiques des prairies de fauche), contre 53 % avec la méthode classique (semences commerciales).

Ce projet de restauration s'inscrivait dans le programme Sem' les Alpes, visant le développement de techniques de végétalisation adaptées aux zones dégradées en montagne alpine. Les 10 sites restaurés dans le cadre du projet Sem' les Alpes ont permis de démontrer la pertinence d'utiliser des semences locales pour la restauration de prairies en milieu montagnard. Des questionnements restent en suspens quant à l'importance du travail du sol pour la revégétalisation. Des recherches complémentaires sur cet aspect et sur la préservation du sol sont encore nécessaires pour améliorer les conditions de restauration des milieux prairiaux.

C. Parc national du Mercantour : Notices de gestion, mise en défens et suivi des zones humides situées dans les alpages

1. Contexte et Objectifs

Contexte

L'objectif XI de la charte du Parc national du Mercantour concerne la préservation des zones humides. Il spécifie que « les zones humides d'altitude sont protégées de tous les travaux qui y sont interdits, ou de toute influence de ceux-ci, en particulier qui pourraient affecter leur alimentation hydrique. » La préservation des zones humides est également un objectif du DocOb (document d'objectifs) du site Natura 2000 « Le Mercantour ».

Les milieux humides d'altitude sont en effet une richesse importante du patrimoine naturel du Mercantour. Ils sont situés principalement dans les alpages qui sont exploités par le pastoralisme. Cette activité peut dégrader les zones humides et lacs d'altitude de faible profondeur par piétinement ou eutrophisation (apport excessif de matières organiques) due aux déjections. Dans le contexte de changement climatique, ces milieux seront les premiers impactés par les périodes de sécheresse et donc particulièrement sensibles. C'est pourquoi le Parc national du Mercantour (PNM) a construit un plan de restauration et de suivi pour l'ensemble des zones humides situées dans les alpages, soit 45 sites.

Ce travail fait suite à une mission conduite avec les Conservatoires botaniques nationaux alpin et méditerranéen (CBNA et CBNMed) en 2013 et 2014. Une caractérisation des habitats naturels patrimoniaux du PNM, avec une méthodologie pour évaluer leur état de conservation avait ainsi été réalisée. La typologie des habitats avait montré la fragilité des zones humides sur le territoire du Parc et l'urgence à la préserver. En 2014, des premières notices de gestion de zones humides en alpage avaient également été réalisées. Des premiers défens ont été installés pour préserver certaines zones humides. Fort du succès de ce support de communication à destination des éleveurs et des bergers, il a été décidé de poursuivre sur l'ensemble des alpages présentant des zones humides conséquentes (zone cœur et aire d'adhésion).

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- expertiser les sites et d'en vulgariser les conclusions sous forme de notices de gestion ;
- mettre en œuvre les actions identifiées dans ces dernières en concertation avec les éleveurs et les bergers (notamment pose de clôtures et mises en défens) ;
- mettre en place un suivi de l'état de conservation de ces milieux sur dix sites pilotes ;
- disposer d'un tableau de bord géographique spécifique qui mette en relation toutes les données et permette de visualiser l'état des zones humides et d'en mesurer les évolutions dans le temps.

2. Description de l'opération

En premier lieu, les Conservatoires Botaniques Nationaux (CBN) Alpin et Méditerranéen, ont réalisé la cartographie des habitats naturels des zones humides et l'évaluation de leur état de conservation au 1/10 000, ainsi que l'inventaire de la flore patrimoniale des zones humides. 234 hectares ont été cartographiés : 42 % en bon état de conservation, 38 % dans un état moyen et 19 % en mauvais état de conservation. La principale menace relevée est le pastoralisme mais d'autres menaces liées aux stations de ski, à l'assainissement en site isolé ou à la fréquentation touristique ont aussi été relevées. 18 habitats naturels ont été identifiés, divers types de bas-marais d'altitude, de végétations lacustres, de torrents ou de sources.

Des notices de gestion à destination des éleveurs et des bergers ont été rédigées (figure 4), toujours en partenariat avec les CBN et présentent les enjeux de préservation des zones humides d'altitude, les fonctions qu'elles jouent, leur vulnérabilité. Des planches photographiques illustrent les espèces patrimoniales ainsi que les espèces indicatrices de dégradation. Enfin des recommandations de gestion sont explicitées à la fois sur carte et par des photographies commentées. Ces notices de gestion ont été diffusées en 40 exemplaires, transmises à tous les partenaires administratifs et agricoles, et remises en main propre aux éleveurs ou bergers concernés.

Ensuite, les zones humides à protéger ont été choisies selon leur état de conservation, l'origine et le type de dégradation (piétinement ou eutrophisation ? apports diffus liés à une couchade ou apports directs ?), la présence d'espèces remarquables et enfin la faisabilité pour l'éleveur et le berger. La mise en défens a alors pu être opérée sur les zones prioritaires par les agents du PNM et/ou par les éleveurs et les bergers. Cela a nécessité un temps important de discussion en amont. 18 défens ont ainsi été progressivement mis en place sur plus de 20 ha, la surface moyenne des défens étant de 1,5 ha. Selon le contexte, diverses solutions ont été mises en œuvre :

- clôture tout bois, piquets bois et ruban, fils ou filets électrifiés ;
- matériel de l'éleveur ou du PNM et financé par l'ONF ou l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse ;
- installation/désinstallation faites par l'éleveur et/ou son berger et/ou les agents du PNM, avec l'aide des détenus de la maison d'arrêt de Nice, ou encore par l'Office national des Forêts ;
- dates d'installation et de désinstallation à adapter, parfois plusieurs fois dans la saison.

Enfin, 10 sites de suivi ont été sélectionnés parmi les habitats les plus vulnérables aux changements globaux (a priori), les plus remarquables et sur certaines zones humides présentant une modification des pratiques de gestion. Une attention a également été apportée afin que les sites soient accessibles et en cohérence avec les autres dispositifs de suivi du PNM (dispositifs sentinelles). Les indicateurs de la boîte à outils RHoMÉO (Rhône Méditerranée Observatoire) ont été utilisés : niveau d'humidité du sol, indice floristique d'engorgement, de fertilité du sol et vulnérabilité à l'eutrophisation.

LES RICHESSES FLORISTIQUES

CES ESPÈCES SONT CARACTÉRISTIQUES DES ZONES HUMIDES ET DE MILIEUX AQUATIQUES D'ALTITUDE, CRÉANES RELICTUELLES ET TRÈS RARES EN FRANCE.

1. Le Juncus arcticus (Juncus arcticus) - Protection nationale
2. La Lailite bicolor (Carex dioica) - Protection nationale
3. La Lailite de Scheuchter (Scheuchzeria palustris) - Protection nationale
4. La Saulette des Alpes (Chamaenerion alpinum) - Protection nationale

LES ESPÈCES INDICATRICES DE DÉGRADATION

1. L'Ortie dioïque (Urtica dioica) - enrichissement en azote
2. Le Renoué des Alpes (Rumex alpinus) - enrichissement en azote
3. La Scilla commune (Scilla non-scripta) - pollution - enrichissement en azote
4. La Pédiculaire commune (Pedicularis officinalis) - enrichissement en azote
5. La Scilla commune (Scilla non-scripta) - enrichissement en azote
6. Le Thalictrum alpinum (Thalictrum alpinum) - pollution
7. La Ciste commune (Cistus ladanifer) - enrichissement en azote
8. Le Chénopode de Bon Hérme (Sedum album) - enrichissement en azote
9. La Scilla commune (Scilla non-scripta) - pollution - enrichissement en azote
10. L'Anémone commune (Anemone hepatica) - pollution - enrichissement en azote
11. Le Renoué des Alpes (Rumex alpinus) - enrichissement en azote
12. La Scilla commune (Scilla non-scripta) - pollution

COL DE LA CAYOLLE
UVERNET-FOURS (04)

LES ESPACES AGRO-PASTORAUX occupent plus de la moitié du territoire du cœur du Parc national du Mercantour.

Ces derniers abritent des habitats naturels remarquables et fragiles, notamment des zones humides. 80 d'entre elles ont ainsi été inventoriées depuis 2014.

Les zones humides sensibles en bon état de conservation ?

Les pratiques pastorales actuelles sont-elles adaptées de les préserver ? Quel est le poids des usages anciens ? Avec le bétail et l'élevage, il s'agit aujourd'hui de mieux comprendre les pratiques à favoriser à l'avenir, en tenant compte des nécessités pour la conservation des troupeaux.

2018

LES ZONES HUMIDES ASSURENT DES FONCTIONS ESSENTIELLES

Espace pour le stockage de l'eau, maintien du débit des cours d'eau, filtration et dégradation des polluants, refuge pour les espèces animales et végétales...

Selon leur intensité, pâturage et déjections peuvent modifier le fonctionnement du milieu, jusqu'à altérer durablement sa capacité à jouer toutes ces rôles.

DES CONSÉQUENCES DIFFICILES À AFFRONTER

La disparition d'espèces typiques de zones humides, au profit d'espèces plus communes, est un premier indicateur.

L'enrichissement en azote et en azote de son faune locale les espèces compétitives au détriment de la flore naturelle plus fragile. Contamination à l'azote qui peut être mesurée, le pâturage est en outre un indicateur de dégradation.

ÉTAT DE CONSERVATION DES HABITATS ET RECOMMANDATIONS DE GESTION

1. Lac amont et aval de l'Estanquet

- 1. Zones indicatrices de pâturage (Drosera rotundifolia, Urtica dioica)
- 2. Espèces indicatrices (Chamaenerion alpinum, Ruscus aculeatus)
- 3. Plusieurs espèces patrimoniales

Ce site est en bon état de conservation, la zone humide est la Lailite bicolor. Au nord de la dépression de la Lailite bicolor, les zones humides du ruisseau l'Estanquet (SE), le pâturage et l'usage de la zone sont en bon état de conservation. La zone humide est la Lailite bicolor. Le site est en bon état de conservation.

2. Les marais de pierre

- 1. Zones indicatrices de pâturage (Drosera rotundifolia, Urtica dioica)
- 2. Espèces indicatrices (Chamaenerion alpinum, Ruscus aculeatus)
- 3. Plusieurs espèces patrimoniales

Le paysage est en bon état de conservation, la zone humide est la Lailite bicolor. Au nord de la dépression de la Lailite bicolor, les zones humides du ruisseau l'Estanquet (SE), le pâturage et l'usage de la zone sont en bon état de conservation. La zone humide est la Lailite bicolor. Le site est en bon état de conservation.

LE VALLON EN DEUX MOTS...

Les marais de pierre et les zones humides du ruisseau l'Estanquet sont en bon état de conservation. Les zones humides du ruisseau l'Estanquet (SE), le pâturage et l'usage de la zone sont en bon état de conservation. La zone humide est la Lailite bicolor. Le site est en bon état de conservation.

ÉTAT DE CONSERVATION

CONSERVATION

CONSERVATION

CONSERVATION

● 2018

Figure 4 : Exemple d'une notice de gestion pour le Col de la Cayolle. © Parc national du Mercantour

3. Bilan et Perspectives

L'ensemble du projet financé dans le cadre de l'appel à projet « biodiversité » de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse s'est déroulé de 2018 à 2021 pour un budget global de 122 500€. L'enjeu pour l'ensemble de ces défens est leur pérennisation dans la durée, notamment en les inscrivant dans les différents documents de gestion qui les concernent (convention pluriannuelle de pâturage, charte du Parc national, ...). Il reste également à mettre en place le tableau de bord géographique et à communiquer auprès des partenaires (envoi des notices de gestion, page internet dédiée, film de présentation, présentation en Conseil scientifique, ...). A moyen terme, il s'agira également de poursuivre les campagnes de suivi des 10 sites pilotes.

D. Parc national des Cévennes : Restauration et amélioration des continuités écologiques - Zones humides Montals-Vacquiers

1. Contexte et Objectifs

Contexte

Les zones humides du secteur Montals-Vacquiers forment, sur le territoire du Parc national des Cévennes (PNC), une surface de 16 hectares enclavée dans une vaste forêt de production, issue du reboisement réalisé à la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} siècle. Ces zones humides ont fait l'objet de drainages ou de plantations à cette époque, si bien que leur étendue actuelle est nettement inférieure à ce qu'elle était. De plus, des peuplements d'essences exogènes (Epicéa commun notamment) occupent la majorité des 3 kilomètres du ruisseau de la Dourbie, se substituant à la ripisylve naturelle et aux multiples petites zones humides ou semi-humides riveraines. La fonctionnalité écologique de ces milieux en est dégradée.

La densité des peuplements forestiers allochtones, notamment le long du corridor naturel que constitue le ruisseau de la Dourbie, bloque la circulation et la dispersion d'espèces animales et appauvrit ainsi ces petites zones humides isolées. Par exemple, alors que la Gentiane pneumonanthe est bien présente sur le secteur Montals-Vacquiers, son hôte, l'Azuré des mouillères (papillon protégé) en est absent.

Il convient donc de trouver une nouvelle situation d'équilibre entre les zones humides et la matrice forestière, en permettant la dispersion des espèces inféodées à ces habitats, notamment celles dont la capacité de dispersion est la plus faible et en redonnant toute leur fonctionnalité aux zones humides.

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- restaurer les zones humides du secteur Montals-Vaquiers selon le résultat des expertises établies avant, pour leur redonner leur pleine fonctionnalité ;
- expertiser l'état de conservation de ces zones humides (fonctionnalité hydrologique et communautés d'odonates présentes ou absentes) ;
- restaurer la connectivité entre les zones humides et assurer leur connexion avec le reste du réseau de milieux humides du haut bassin versant de la Dourbie et du plateau du Lingas
- mettre en place un indicateur d'efficacité de l'opération.

L'objectif général étant de constituer un réseau de milieux favorables (zones humides et milieux ouverts connexes et/ou corridors), supérieur à 100 hectares, pour garantir la survie à long terme des populations de diverses espèces.

2. Description de l'opération

Tout d'abord, un indicateur d'efficience de l'opération a été mis en place. Il consiste à évaluer la réponse des communautés de rhopalocères (papillons de jour) en mesurant leur abondance et leur richesse spécifique (échantillonnage par point de comptage) ainsi que leur utilisation de l'espace (technique de Capture Marquage Recapture). L'indicateur a été évalué à l'état zéro (avant travaux) pour être comparé à l'état post-travaux, afin de juger de l'efficacité de la restauration.

La première phase du projet (2019) a consisté à restaurer un corridor biologique le long de la Dourbie, depuis ses sources jusqu'à l'aval du Pont des Vacquiers, en y renaturant la ripisylve et en la mettant en connexion avec les milieux ouverts adjacents, humides ou non. Pour cela, il a fallu éliminer progressivement les sujets d'essences allochtones (Epicéa commun et Pin à crochets) situés dans le lit majeur (en lieu et place de la ripisylve naturelle) ou localisés dans une zone ouverte en continuité avec le lit majeur (à plus forte raison quand celle-ci est humide).



Figure 5 : Ripisylve au bord de la Dourbie. © S. Descaves (PNC)

Plus spécifiquement, les travaux réalisés en partenariat avec l'Office national des forêts (ONF) ont consisté en :

- l'abattage des arbres d'essences allochtones (Epicéa commun, Pin à crochets) d'un diamètre inférieur ou égal à 20 cm, sauf les arbres qui présentent un intérêt écologique (sénescents, soutien de la berge, système racinaire offrant une cache, abondance de mousses et ambiance confinée propice à l'installation d'espèces rares et protégées telles *Listera cordata* ou *Buxbaumia viridis*, ...);
- l'abattage de hêtres de diamètre inférieur à 20 cm pour créer un « effet couloir ». Ont cependant été laissés les frênes, alisiers, sorbiers ou toute autre essence feuillue autochtone ;
- le traitement de tous les produits par broyage sur place, en dehors de la zone travaillée quand cela était possible et en dehors des zones de type « prairies fleuries » existantes ;
- la conservation des embâcles jouant un rôle dans le fonctionnement naturel du cours d'eau notamment pour la biodiversité (pas d'enlèvement systématique) ;
- le maintien en bordure des gros résineux pour le maintien des berges et l'offre en caches, en les élaguant jusqu'à 4 ou 5 m de haut pour favoriser l'effet « couloir » tout en conservant des arbres à branches basses pour leur rôle de perchoir pour la faune et l'ombrage au cours d'eau (réalisation fine, au cas par cas) ;
- le traitement des tas de rémanents anciens pour hâter le retour de la végétation de type prairial, riche en fleurs et de la même manière, la préservation en place des bois morts au

sol a fortiori de gros diamètre et/ou avec champignons saproxylophages et sans risque d'embâcle pour l'ouvrage à l'aval.

En 2020, une seconde phase du projet a été réalisée. Elle a consisté à étendre les opérations menées lors de la phase 1 sur une autre partie de linéaire. La densité d'essences autochtones (saules, bouleaux) y était plus élevée qu'ailleurs et plusieurs milieux ouverts ou semi-ouverts étaient déjà en place. Cela a donc constitué une bonne base pour aller vers l'état recherché sur le corridor dans son ensemble. Ces travaux ont été complétés par deux expertises qui ont permis d'évaluer l'état de conservation initial des zones humides, l'une sur le plan de leur fonctionnalité hydrologique et l'autre au regard des communautés d'Odonates (libellules).

3. Bilan et Perspectives

Les travaux de la phase 1 et de la phase 2 ont duré respectivement 23 et 20 jours en 2019 et 2020 et ont permis de traiter 4,63 km de rives au total. Une phase supplémentaire de travaux est en cours et le montant total du projet (travaux et études pour les trois phases) s'élève à 102 416€, dont 45 681€ pour les travaux uniquement.

Cette troisième phase (2021 - 2022) consiste tout d'abord à finaliser la restauration du corridor écologique en étendant sur une dernière partie du linéaire, les travaux déjà menés lors des phases 1 et 2. Cette phase sera ensuite complétée par la réalisation de deux expertises ayant pour but de qualifier la fonctionnalité de la zone humide en amont du corridor :

- Une caractérisation piézométrique : cette étude s'inscrit dans la continuité de l'étude hydrologique de la phase 2 (pré-diagnostic) afin de continuer à diagnostiquer l'état de la zone humide de Montals-Vacquières. Il s'agit à la fois de suivre spécifiquement ce qu'il se passe à l'échelle des complexes des sources de la Dourbie, mais aussi d'en déduire des évolutions à l'échelle régionale (ici, celle des tourbières du Massif central, particulièrement exposées au régime climatique méditerranéen).
- Une cartographie des habitats naturels (2022) : cette cartographie est nécessaire afin de préparer des interventions telles que la coupe de semis et de jeunes plants de résineux allochtones dans les tourbières, des travaux de coupes en lisière ou des travaux plus conséquents de dégagement des zones humides. Ce diagnostic écologique servira de base aux prescriptions de travaux envisagées et permettra la délimitation des complexes tourbeux.

En fonction du résultat de ces études, une quatrième phase sera possible et portera cette fois sur la zone humide elle-même (et non plus sur le corridor).

E. Parc national des Pyrénées : Réduction de l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité

1. Contexte et Objectifs

Contexte

L'augmentation constante depuis plusieurs décennies de la lumière artificielle a permis d'étendre le temps dédié aux activités humaines en palliant la difficulté qu'ont nos yeux à voir dans l'obscurité. Ce qui paraissait un avantage nous a fait oublier un paramètre essentiel : l'importance de la nuit. Aujourd'hui les scientifiques nous alertent sur les conséquences en termes d'impact sur la biodiversité, mais aussi de santé publique (problème de sommeil, fatigue chronique...) ou encore de cadre de vie (ciel étoilé). D'un autre côté, les collectivités alertent sur les conséquences économiques de suréclairer l'espace public.

Dans ce contexte, et avec le soutien de l'Office français de la Biodiversité (OFB), les Parcs nationaux des Pyrénées, des Cévennes, du Mercantour, de La Réunion et de Port-Cros se sont associés, dans le cadre du Plan Biodiversité 2020, dans le but de porter un projet innovant. Ce projet, conduit avec l'appui des Syndicats départementaux d'énergie, vise à disposer d'outils d'aide à la décision, à la concertation et à la planification permettant d'accompagner les collectivités vers une démarche de réduction de la pollution lumineuse et de restauration d'une trame noire. Ce projet est porté par le Parc national des Pyrénées (PNP) investi sur le sujet en tant que co-gestionnaire de la Réserve internationale de Ciel Etoilé du Pic du Midi de Bigorre. Il le coordonne pour le collectif des parcs nationaux et a impliqué la société TerrOïko ainsi que les bureaux d'étude DarkSkyLab et Auddicé Biodiversité.

Des diagnostics ont été réalisés et ont permis d'obtenir des résultats tant sur l'état de la pollution lumineuse que sur son impact sur la biodiversité. Ces éléments sont mis à disposition des collectivités et des acteurs du territoire. Par ailleurs, des indicateurs de suivi et d'évaluation ont été produits. L'ensemble des livrables pourra être utilisé pour accompagner les collectivités dans la mise en place d'actions concrètes de réduction de la pollution lumineuse.

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- réaliser des diagnostics généraux de la pollution lumineuse à l'échelle globale des territoires des cinq parcs nationaux (cœurs et aires optimales d'adhésion) ;
- produire une méthodologie commune permettant d'estimer l'impact de cette pollution lumineuse sur la biodiversité ;
- réaliser des diagnostics sectorisés de la pollution lumineuse et de ses impacts sur la biodiversité dans le but d'identifier une trame noire ;
- définir des indicateurs communs pour suivre à court, moyen et long terme, l'évolution de la pollution lumineuse ;
- concevoir des outils et/ou des méthodes de sensibilisation à la pollution lumineuse et ses impacts auprès de différents publics cibles (collectivités, décideurs privés, habitants, etc...).

2. Description de l'opération

La première étape du projet (2020) a consisté à faire un diagnostic de pollution lumineuse. Différentes sources ont été mobilisées : projets antérieurs, données issues des Syndicats départementaux d'énergie ou de collectivités et images satellites. A noter que toutes les données de points lumineux disponibles ont été compilées et homogénéisées durant l'étude. A partir de ces éléments, une modélisation de la pollution lumineuse générée par l'éclairage public et privé a été produite pour chacun des parcs nationaux et a été représentée sous forme de carte (figure 6). Ce travail a permis d'estimer la qualité du ciel en tout point du territoire et d'identifier les secteurs dégradés.

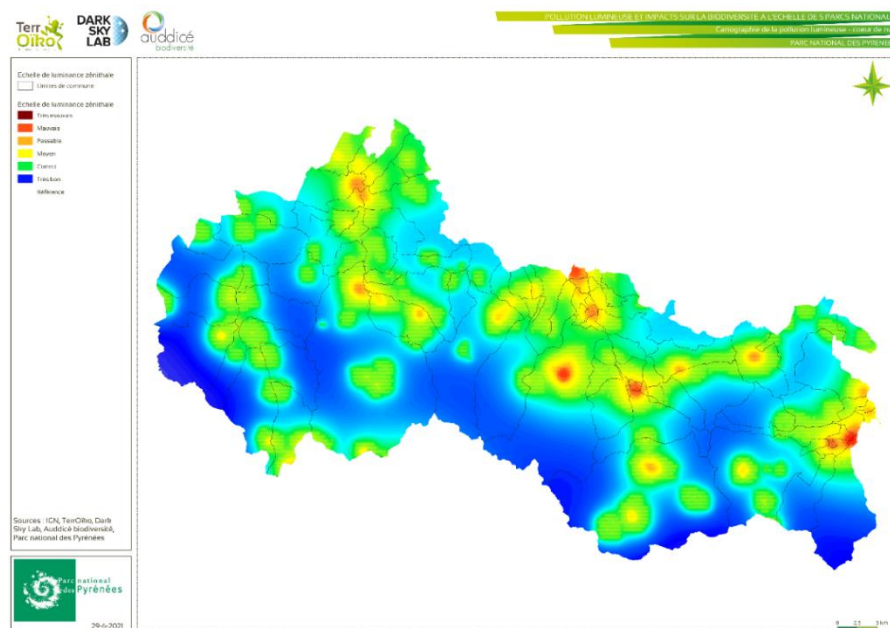


Figure 6: Représentation cartographique de la pollution lumineuse. © Parc national des Pyrénées.

Dans un second temps, l'impact sur la biodiversité a été mesuré en combinant différentes approches : approche structurelle liée à l'occupation au sol, approche institutionnelle basée sur les zonages issus des politiques publiques (Trame Verte et Bleue par exemple) et approche inventorielle consistant à utiliser les données de répartition des espèces disponibles au sein des différents établissements. S'agissant de cette dernière approche, les espèces ont été pondérées par leur statut Liste Rouge UICN et leur sensibilité à la pollution lumineuse. La combinaison de ces trois approches, complétée par le diagnostic territorial de la pollution lumineuse a permis d'identifier des zones à enjeu pour la biodiversité.

Ces zones à enjeux ont ensuite fait l'objet d'une analyse spécifique visant à déterminer précisément les zones de conflits entre certaines espèces cibles et la pollution lumineuse dans le but d'identifier une trame noire. La restauration de cette trame peut dès lors s'inscrire dans un projet de territoire mêlant les différents acteurs concernés.

3. Bilan et Perspectives

Grâce à l'étude pilotée par le Parc national des Pyrénées et d'un coût total de 144 430 €, les territoires des 5 parcs nationaux se sont dotés d'une cartographie de la pollution lumineuse, d'une évaluation de son impact sur la biodiversité et d'indicateurs de suivi et d'évaluation des politiques publiques.

Sur la base de l'ensemble de ces acquis, des données naturalistes du Parc national et de la base de données éclairage des Syndicats Départementaux d'énergie, le Parc national des Pyrénées est désormais en mesure de produire des éléments pour les communes de son territoire pour les aider à identifier les points lumineux sur lesquels agir prioritairement.

En travaillant de concert avec les collectivités et les Syndicats Départementaux d'énergie, le Parc national produira un plan d'action de gestion et de conversion de l'éclairage dans les secteurs prioritaires qui prendra en compte : les enjeux « biodiversité », les économies d'énergie et les usages.

De façon générale, les préconisations principales seront :

- d'opter pour une extinction de l'éclairage public dès que possible et là où cela est possible (par exemple en cœur de nuit, saison hivernale, ...)
- de supprimer les points lumineux inutiles ;
- de réduire l'intensité de l'éclairage public là où l'extinction n'est pas possible ;
- d'opter pour des températures de couleur basses (inférieures à 2400 K) et un ULOR (Upward Light Output Ratio, qui est le pourcentage de lumière de la source émis au-dessus de l'horizon) inférieur à 1% ;
- de favoriser l'installation de détecteurs de présence et/ou télégestion pour éclairer au plus près des besoins.

F. Parc national de forêts : Restauration de pelouses sèches calcicoles

1. Contexte et Objectifs

Contexte

Le Parc national de forêts (PNFor), créé en novembre 2019, s'est engagé à préserver dans sa charte un certain nombre de cibles patrimoniales, parmi lesquelles les pelouses sèches. Ces prairies où la terre est aussi rare que l'eau, hébergent en effet une faune (en particulier criquets, papillons, reptiles, mollusques et oiseaux) et une flore diversifiées et étroitement inféodées à ces milieux. Malheureusement, ces pelouses sèches, autrefois parcourues par des troupeaux ovins, ont fortement régressé sur ce territoire depuis les années 1950. Progressivement reboisées, mises en culture ou laissées en friche, elles sont menacées et se réduisent. Aujourd'hui, seules des actions visant à protéger, restaurer et entretenir les pelouses relictuelles permettront d'assurer la préservation de ce patrimoine naturel et culturel remarquable.

Pour mener à bien ces actions, le Parc national de forêts s'est associé au Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne (CENCA), acteur impliqué depuis longtemps dans la gestion de ces milieux remarquables sur ce territoire. Le PNFor s'est notamment engagé à financer des travaux de restauration de plusieurs pelouses gérées par le CENCA sur la période 2021-2023 :

pelouses de la Bosse et de la Râche à Chameroy, pelouse du Haut-du-Sec à Perrogney-les-Fontaines, pelouse du Mont à Latrecey, pelouses de la Combe Bot à Bugnières...

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- restaurer les habitats de pelouses sèches en limitant la colonisation par les herbacées sociales, les arbustes et les pins ;
- favoriser le maintien voire le développement des espèces végétales et animales inféodées aux pelouses sèches ;
- préserver et mettre en valeur des paysages témoignant de pratiques pastorales anciennes.

2. Description de l'opération

Plusieurs actions visant à rouvrir le milieu sont en cours ou auront lieu prochainement :

- coupe de pins avec exportation des rémanents pour éviter l'enrichissement du sol qui entraînerait une modification de la flore ;
- arrachage mécanique de prunelliers et autres arbustes (expérimentation à l'aide d'une pelle mécanique équipée d'une pince habituellement utilisée pour arracher les vignes) ;
- pâturage de restauration à l'aide de brebis de race Solognote.



Figure 7 : Pâturage par des brebis Solognotes sur la pelouse calcaire de la Bosse à Chameroy. © R. Leconte (CENCA)

Les actions de pâturage sont réalisées par une entreprise d'insertion en raison du manque d'éleveurs intéressés pour faire pâturer ces espaces (malgré une mise à disposition gratuite des terrains, voire le financement de clôtures et de systèmes d'abreuvement). De plus, cette entreprise

utilise des brebis Solognotes qui sont rustiques et habituées à pâturer ce type de milieu et se révèlent donc particulièrement efficaces. Une fois le milieu restauré, l'entretien pourrait être assuré par des éleveurs locaux.

Afin d'évaluer l'efficacité de ces actions, le CENCA, avec le soutien du PNFor, a mis en place un suivi de la végétation avec des relevés phytosociologiques de façon à pouvoir mettre en évidence son évolution (diversité floristique, composition, densité des graminées sociales, densité des ligneux, niveau trophique). Sur certains sites, les communautés de papillons de jours sont également suivies avec la méthode du « Chronoventaire » développé par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Enfin, les populations de certaines plantes patrimoniales pourront également être suivies.

3. Bilan et Perspectives

Les actions de restauration de pelouses engagées en 2021 par le Parc national de forêts en partenariat avec le CENCA représentent un coût approximatif de plus de 130 000 euros. Ces opérations venant de débiter, il est trop tôt pour dresser un bilan mais ce partenariat devrait permettre de multiplier ces actions de préservation des pelouses sèches calcicoles.

Des réflexions sont également en cours pour la création d'une association foncière pastorale, structure qui pourrait permettre de faciliter l'entretien de ces milieux remarquables.

II. Parcs nationaux méditerranéens

A. Parc national de Port-Cros : Restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud

1. Contexte et Objectifs

Contexte :

L'île de Bagaud est un site littoral soustrait à l'impact anthropique direct grâce à son statut de réserve intégrale de parc national. Dans le cadre d'un programme décennal (2010-2019) alliant restauration écologique à grande échelle et suivis globaux de la biodiversité (végétation, arthropodes, vertébrés), des opérations d'éradication d'espèces exotiques envahissantes (EEE) préjudiciables pour les espèces patrimoniales identifiées sur site ont été mises en place. Ces actions d'éradication visent deux espèces : le rat noir (*Rattus rattus*) et les « griffes de sorcière » (*Carpobrotus* spp.). Le rat noir, introduit dans le bassin méditerranéen il y a près de 2000 ans, mais d'introduction plus récente sur l'archipel des îles d'Hyères, participerait entre autres au déclin des populations méditerranéennes déjà menacées du puffin yelkouan (*Puffinus yelkouan*), un oiseau marin nicheur sur l'île. Les griffes de sorcière sont des espèces végétales originaires d'Afrique

méridionale qui depuis leur introduction sur l'île ont une dynamique de prolifération très importante, participant à une uniformisation des milieux et pouvant se révéler problématique pour la survie de populations d'espèces patrimoniales.

Un projet de restauration écologique a donc été mis en place à la demande du Conseil scientifique du Parc national de Port-Cros (PNPC) en 2008. Début 2010, le PNPC a donc initié, sous la responsabilité scientifique de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE), un programme décennal novateur de restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud consistant à éliminer les espèces exotiques envahissantes et à suivre l'évolution de certains groupes taxonomiques cibles sur une longue période (10 ans), afin de mieux comprendre les processus complexes liés à l'écologie de la restauration post-éradication de taxons exotiques envahissants.

Objectifs :

Les objectifs de l'opération sont de :

- éradiquer les deux taxons exotiques envahissants : *Carpobrotus* spp. et *Rattus rattus* ;
- préserver les espèces patrimoniales menacées par ces taxons introduits (par exemple *Romulea florentii*, *Fumaria bicolor*, *Orobanche sanguinea*, pour les plantes et *Puffinus yelkouan*, *Urticicola suberinus*, *Cis quadridentulus*, *Armadillidium quinquepustulatum* pour les animaux) ;
- acquérir des connaissances sur les impacts de ces deux taxons exotiques envahissants sur la résilience des écosystèmes et sur les méthodes de gestion efficaces en écosystèmes méditerranéens insulaires.

2. Description de l'opération

En premier lieu, les deux espèces exotiques envahissantes ont fait l'objet d'une éradication initiale. La méthode choisie pour *Carpobrotus* a été l'arrachage manuel. La biomasse extraite a été compostée sur place, en raison de son volume estimé à 40 tonnes, de la difficulté d'accès du site et pour éviter un piétinement trop important et la dissémination involontaire de graines. Cette opération a été réalisée en automne-hiver, en dehors de la période d'activité biologique des espèces indigènes, sur deux années consécutives. L'éradication de *Rattus rattus* s'est faite par l'emploi successif de deux techniques de gestion : la lutte mécanique par le piégeage (au moyen de pièges non vulnérants) suivie de la lutte chimique. La lutte mécanique s'effectue à l'aide d'un maillage de 886 ratières Manufrance appâtées, non létales et à visée spécifique. La lutte chimique succède à la lutte mécanique quand la courbe des captures parvient à une asymptote. 886 postes de piégeage-appâtage ont été installés sur l'ensemble de l'île et 29 postes d'appâtage supplémentaires ont été positionnés sur les falaises végétalisées accessibles par la mer. Les appâts toxiques ont été fixés à l'intérieur de tubes en PVC afin de les protéger des agents de dégradation (UV, précipitations), de la diffusion dans le milieu naturel et d'en limiter l'accès aux taxons non cibles.

A la suite de cette éradication initiale, un biocontrôle a été mis en place afin de s'assurer que les résultats de l'éradication perduraient dans le temps. En effet, la banque de graines de *Carpobrotus* persistant au moins pendant 7 ans dans le sol, un arrachage exhaustif des germinations et individus adultes sur des stations de suivi a dû être réalisé jusqu'à épuisement de la banque de graines, avec un passage annualisé à l'automne. Pour *Rattus rattus*, le dispositif de biocontrôle mis en place nécessitait un suivi régulier d'une sélection de postes d'appâtage chimique stratégiquement situés, afin de confirmer « l'absence » de rats noirs de l'île par la vérification de potentielles traces d'incisives laissées sur les pavés de bromadiolone. Le contrôle positif d'une station permanente d'appâtage chimique (avec détection de traces de rats) entraînait l'équipement d'une petite quinzaine de stations temporaires autour de celle-ci, afin d'éradiquer de nouveau les rats présents.

Enfin, un suivi des groupes taxonomiques cibles avant, pendant et après les opérations d'éradication a été mis en place. L'IMBE et le Conservatoire botanique national méditerranéen (CBNMed) ont ainsi réalisé les inventaires et suivis de la flore, l'interprétation de la dynamique et la cartographie de la végétation. L'IMBE a également réalisé le suivi des arthropodes épigés et des hexapodes volants. Enfin, l'association Reptil'Var a réalisé le suivi des squamates, tandis que les oiseaux terrestres et marins nicheurs de l'île ont été étudiés par l'association Dream, puis par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) PACA. Pour chacun de ces groupes, des méthodes spécifiques de suivi ont été mises en place.

3. Bilan et Perspectives

Ce programme de restauration écologique a débuté en 2010 et s'est poursuivi pendant 9 années pour un coût total estimé à 630 260 € hors temps agents (1 585 000 € avec temps agents de coordination, de missions et d'administratif). Près de 355 personnes se sont mobilisées sur 10 ans pour réaliser les missions de terrain, impliquant plus de 25 structures différentes. Ceci a permis de mener à terme l'éradication des griffes de sorcière sur les zones envahies de l'île, suite aux expérimentations menées par l'IMBE qui ont identifié la meilleure technique de gestion applicable sur site (arrachage manuel puis retrait de la litière). L'éradication du rat noir (par piégeage mécanique et chimique) a nécessité de nombreux biocontrôles destinés à faire drastiquement baisser les populations insulaires jusqu'en 2014 avant l'apparition de nouvelles traces en 2015. Depuis, l'objectif d'une éradication complète s'est révélé difficilement atteignable étant donné la proximité de l'île de Port-Cros et la forte densité de bateaux de plaisance dans l'archipel.

Les suivis des groupes taxonomiques post-éradication ont mis en évidence une régénération de la végétation indigène de l'île à partir de la banque de graines du sol présente sur place, un nombre de couples nicheurs de puffin yelkouan sensiblement en hausse depuis le début du programme, une situation plutôt favorable pour certains passereaux nicheurs (martinet pâle, tadorne de Belon, etc.) ainsi qu'une augmentation du nombre observé de juvéniles de phyllodactyle d'Europe (*Euleptes europaea*). Les résultats sur les arthropodes sont variables suivant le site et le groupe étudié. Les assemblages d'araignées et de coléoptères sont plus diversifiés et

changent en termes de composition suite à l'éradication des griffes de sorcière à l'intérieur de l'île⁶. Solide de plus de 9 années⁷ de données et de retours d'expériences, ce programme de restauration écologique a fait l'objet de deux séminaires de restitution (Aix-en-Provence, 2014 et Hyères, 2019), de plusieurs présentations publiques et a permis de réaliser plus de 70 études et articles scientifiques.



Figure 8 : Suivi photographique d'une zone avant (à gauche) et après (à droite) arrachage de *Carpobrotus* spp. Après arrachage, une communauté végétale diversifiée se développe. © PNPC et IMBE

B. Parc national des Calanques : Restauration des habitats d'intérêt communautaire et lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes sur l'île de Jarre

1. Contexte et Objectifs

Contexte :

Le littoral provençal, en plus d'être soumis à de fortes pressions d'urbanisation, d'attrait touristique, de sécheresse et de développement des loisirs de pleine nature, se retrouve confronté à la prolifération d'espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) qui conduisent à d'importants bouleversements tels que la perte d'espèces endémiques rares et la dégradation des habitats naturels.

L'île Jarre, dans l'archipel de Riou sur le territoire du Parc national des Calanques (PNCal), est un refuge pour les oiseaux marins et pour les plantes. En tant que réserve naturelle, l'île est totalement inhabitée, néanmoins sa biodiversité fragile est menacée par la propagation des oponces (groupement d'espèces de la famille des cactus comprenant notamment le figuier de Barbarie). Une vaste opération a donc été lancée dans le cadre du projet LIFE Habitats Calanques⁸, afin de les éradiquer. Cette île présente toutes les caractéristiques d'un chantier exigeant : absence

⁶ BRASCHI J., 2021. Conséquences du contrôle d'espèces exotiques envahissantes sur la dynamique des assemblages d'araignées et de coléoptères de l'île de Bagaud (Parc national de Port-Cros) : cas de la griffe de sorcière (*Carpobrotus* spp) et du rat noir (*Rattus rattus*). Thèse doctorat 'Sciences de l'environnement', Aix-Marseille Université.

⁷ COTTAZ C., ABOUCAYA A., KREBS E., PASSETTI A. et BUISSON E. (coord.), 2020. Programme de restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud, Parc national de Port-Cros. Synthèse des activités et résultats du programme décennal- Phase 2010-2019. Version synthétique. Rapport du Parc national de Port-Cros et du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, 139 p. + annexes.

⁸ <https://www.habitats-calanques.fr/>

d'apponement, évacuation des oponces vers le continent difficile et des travaux parfois à flanc de falaise nécessitant des techniques d'intervention spécifiques (points d'ancrages, cordes, tyroliennes).

Objectifs :

Les objectifs de l'opération sont de :

- arracher les EVEC de manière exhaustive tout en préservant les espèces locales, à forte valeur patrimoniale ;
- suivre la reprise de la végétation et contrôler les EVEC.

2. Description de l'opération :

Au regard de la technicité particulière des interventions en milieu escarpé, le chantier a été confié au groupement d'entreprises AGIR écologique et la Compagnie des Forestiers. En parallèle, la totalité de l'île a été parcourue pour arracher les individus d'oponce qui ne poussaient pas en falaise. Pour la zone de falaises, la première étape a été de créer des points d'ancrage afin de pouvoir accéder aux falaises de l'île en toute sécurité. Il a fallu également créer une tyrolienne de 150 mètres afin d'évacuer les déchets.



Figure 9 : Intervention sur corde en zone de falaise. Crédit photo : V. Riviere (AGIR écologique)

Ensuite, les plantes invasives ont été arrachées manuellement. Cette opération a demandé une grande minutie afin qu'aucun fragment d'oponce ne soit laissé à l'issue du chantier et qu'aucune espèce patrimoniale (particulièrement de plante) ne soit endommagée dans l'opération. Les déchets végétaux ont ensuite été rassemblés en gros sacs pesant plus d'une trentaine de kilos (environ 100 sacs manipulés par jour) et pris en charge par la tyrolienne qui permettait de les

descendre sur la zone de stockage. En effet, ces plantes ne pouvant être évacuées par bateau (évacuation trop périlleuse) ou par hélitreuillage (présence du Faucon pèlerin), elles ont été stockées et déchetées sur place dans une cuvette naturelle et sans végétation. La présence des embruns et du soleil a permis une dégradation rapide.

Enfin, un suivi de la dynamique de recolonisation a été mis en place grâce à des relevés phytosociologiques, un premier relevé ayant été réalisé avant l'arrachage afin de représenter l'état zéro.

3. Bilan et Perspectives :

En 2020, ce sont 108,5 journées-hommes qui ont été mobilisées pour réaliser l'opération, avec entre 5 et 14 personnes présentes en même temps afin de maximiser l'efficacité de l'arrachage lors des rares journées favorables au débarquement sur l'île. Le coût total du projet a été de 66 740 €. Cette opération a permis d'arracher environ 21 tonnes d'oponce.

Le suivi de la reprise de la végétation et le contrôle des EVEC reste à faire jusqu'en 2030 afin de déterminer l'efficacité de l'opération. Les deux premières repasses d'arrachages sont très encourageantes puisque seulement de petits volumes ont été évacués. Une importante germination a cependant été constatée, confirmant l'importante banque de graines d'oponce présente dans le sol. Les résultats sur la reconquête du milieu par les espèces locales viendront dans les années à venir.

III. Parcs nationaux ultramarins :

A. Parc national de la Guadeloupe : Projet « PROTÉGER » (promotion et développement du génie végétal dans les rivières de Guadeloupe)

1. Contexte et Objectifs

Contexte

La Guadeloupe compte un réseau hydrographique dense : 55 rivières pérennes, 4 canaux, plus de 350 ravines, 3 000 mares, et une dizaine d'étangs. La végétation bordant les cours d'eau, ou ripisylve, est riche d'une biodiversité remarquable, et abrite notamment plus de 1700 espèces indigènes d'arbres, arbustes, et herbacées dont certaines jouent un rôle essentiel dans le maintien des berges, notamment face aux risques de crues et d'inondations lors des saisons cycloniques.

Ce rôle de maintien des berges étant essentiel à la sécurité des biens et des personnes, des opérations de génie civil ont été réalisées pour stabiliser les berges. Cela a entraîné une artificialisation des berges et une détérioration du milieu avec la disparition d'espèces locales au

profit d'espèces exotiques envahissantes, qui ont pu elles-mêmes détériorer les capacités de régulation et d'épuration de la rivière.

Pourtant, il existe une alternative plus douce et plus respectueuse de l'environnement pour protéger les berges tout en accueillant leur biodiversité et services écologiques associés : le génie végétal. Le génie végétal consiste en la mise en place de « solutions fondées sur la nature » qui copient les modèles naturels fonctionnels à proximité.

Le projet « PROTÉGER » (promotion et développement du génie végétal dans les rivières de Guadeloupe) vise donc à développer des techniques de génie végétal sur les berges des rivières de Guadeloupe particulièrement soumises aux contraintes d'érosion, afin de prévenir d'une part les atteintes à la biodiversité en restaurant les milieux et les écosystèmes, et d'autre part de sécuriser les biens et les personnes face au risque de crues.

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- étudier les ripisylves de Guadeloupe pour caractériser les forêts bordant les rivières ;
- caractériser les espèces et définir des techniques d'ingénierie écologique ;
- transmettre les connaissances et mettre en œuvre les chantiers en routine ;
- communiquer les résultats (guide méthodologique).

Chacun de ces objectifs correspond à une grande phase du projet.

2. Description de l'opération

Durant la phase 1, qui a duré de 2016 à 2018, 266 berges ont été inventoriées et l'état alarmant des cours d'eau guadeloupéens, à basse altitude, a été mis en évidence. En effet, 75 % des berges de rivières de Basse-Terre inventoriées abritent des espèces exotiques envahissantes. 230 espèces indigènes ont toutefois été répertoriés (sur plus de 300 taxons inventoriés) et ont été étudiées afin de définir des espèces candidates pour être utilisées en génie végétal.

Plusieurs critères ont permis de sélectionner ces espèces, outre le fait qu'elles soient indigènes. Il fallait qu'elles soient aussi capables de se développer dans des zones dégradées, mais également que ce soit des espèces avec une amplitude écologique large leur permettant de répondre à la diversité de conditions rencontrées sur le territoire guadeloupéen. Enfin, d'autres caractéristiques plus techniques ont été retenues, comme les capacités de ces espèces à être utilisées dans les ouvrages de génie végétal (croissance rapide, capacité de multiplication végétative, forte croissance racinaire...), ou les capacités à recréer des fonctions écologiques (plante mellifère ou à fruits pour attirer les pollinisateurs ou les oiseaux par exemple).

A l'issue de cette étude, une quarantaine d'espèces potentiellement utilisables en génie végétal ont été sélectionnées. Ces espèces appartiennent à toutes les strates de végétation (arbres, arbustes, mais également plantes herbacées) permettant de former une couverture limitant l'arrivée d'espèces envahissantes.

La phase 2 a commencé en 2019 et a pour objectif principal d'étudier la capacité de ces plantes à être reproduites et utilisées sur des chantiers. Pour cela, une expérimentation inédite avec près de 525 boutures de ces espèces a été réalisée pendant plusieurs mois. Cette expérimentation a permis de savoir quelles espèces peuvent être utilisées en génie végétal et quelles sont leurs caractéristiques techniques et leur capacité à retenir les berges (biomasse et longueur racinaire notamment). Cette seconde phase du projet est portée par le Parc national de la Guadeloupe (PNG), en partenariat avec l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE), et l'Université des Antilles.



Figure 10 : Dispositif expérimental dans lequel se sont déroulés les tests de bouturages. © S. De Danielli (PROTEGER)

3. Bilan et Perspectives

Le montant de la première phase du projet, financée par le Parc national de la Guadeloupe, la Région Guadeloupe, l'Office de l'eau et la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) Guadeloupe s'élevait à près de 85 000 €.

La phase deux est encore en cours, les expérimentations menées ont permis de déterminer une liste restreinte d'une vingtaine d'espèces indigènes qui pourront être utilisées sur des chantiers de génie végétal sur les berges de rivière. Les analyses précises des résultats des expérimentations sont en cours de finalisation, et la liste précise des espèces et des techniques à privilégier pour les différentes espèces sera prochainement disponible sur le site internet du projet⁹. Un premier chantier école de formation sera également réalisé au cours de cette phase 2, pour permettre de former une première entreprise à réaliser des travaux en génie végétal (3 opérations sont programmées par la Région Guadeloupe, maître d'ouvrage). La phase 2 est financée par l'Union Européenne via son Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), par l'Office français de la biodiversité (OFB) et par les 3 partenaires du projet sur fonds propres pour un montant total de 975 026 €.

La phase 2 sera suivie des phases 3 et 4 consistant en la formation des professionnels et collectivités guadeloupéens pour la mise en place de chantiers de génie végétal en routine ainsi

⁹ <https://genie-vegetal-caraibe.org/le-projet-proteger/>

que le développement d'une filière socio-économique dédiée, puis en la rédaction et diffusion d'un guide méthodologique de génie végétal applicable dans les Antilles. En effet, ce projet se veut plus large que la Guadeloupe et applicable aux autres îles des Antilles qui sont soumises aux mêmes aléas climatiques, aux mêmes risques, aux mêmes problématiques d'érosion des berges, et connaissent des cortèges floristiques proches.

B. Parc national de La Réunion : Projet LIFE + « COREXERUN » (Conservation, restauration et reconstitution des habitats semi-xérophiles (semi-secs) du massif de La Montagne sur l'île de La Réunion)

1. Contexte et Objectifs

Contexte

La forêt semi-sèche a quasiment disparu de la planète. Autrefois présente sur l'ensemble de la côte ouest de l'île de La Réunion, elle ne survit désormais que sous forme de reliques de petite taille, localisées dans des zones peu accessibles à l'homme. Cette forêt tropicale de basse altitude est régie par un climat singulier : une longue période sèche qui s'étend d'avril à novembre contrastant avec une courte saison des pluies. La végétation de cet écosystème est adaptée à ces variations extrêmes. Les arbres et arbustes qui composent cette forêt étant pour la plupart endémiques de La Réunion ou des Mascareignes, la disparition de la forêt semi-sèche entraînerait la perte d'un patrimoine naturel unique au monde.

La colonisation de La Réunion s'est faite au détriment des milieux naturels. L'homme a progressivement défriché les forêts, d'abord sur le littoral, puis de plus en plus haut vers les sommets. Cette surexploitation des ressources naturelles est à l'origine de l'extinction de nombreuses espèces. L'arrivée de l'homme s'est également accompagnée de l'introduction, volontaire ou involontaire, d'un grand nombre de plantes et d'animaux. Certains sont devenus très envahissants et constituent désormais la plus grande menace pour les forêts de l'île. C'est le cas de la liane papillon (*Hiptage benghalensis*) qui peut grandir de plus d'un mètre par mois. Elle étouffe les jeunes plants, monte sur les grands arbres pour les recouvrir et les étouffer, privant de lumière toutes les autres plantes. Elle se propage très rapidement grâce à ses graines munies d'ailettes, colonise ainsi les endroits les plus inaccessibles et finit par recouvrir la végétation indigène.

Le projet LIFE + COREXERUN¹⁰, coordonné par le Parc national de La Réunion (PNRun), a donc été lancé en 2009 a des fins de conservation, restauration et reconstitution des habitats semi-xérophiles (semi-secs) du massif de La Montagne sur l'île de La Réunion.

¹⁰ <http://www.lifecorexerun.fr/>

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- améliorer l'état des connaissances ;
- identifier des protocoles novateurs de conservation ;
- renforcer les populations d'espèces rares ;
- restaurer 30 hectares de reliques de forêt ;
- reconstituer de façon expérimentale 9 hectares de forêt là où elle a récemment disparu ;
- fédérer les publics autour de cet habitat afin d'en améliorer la conservation.

2. Description de l'opération

Tout d'abord, et car en raison du déclin rapide de la forêt semi-sèche, peu de références historiques étaient disponibles au démarrage du projet, un important travail préparatoire a été nécessaire afin de mieux comprendre ce milieu et les espèces qui le composent. Une synthèse bibliographique a permis de dresser un premier état des lieux. De nombreuses prospections de terrain ont abouti à l'élaboration d'un atlas cartographique et d'un diagnostic de l'état de conservation des reliques.

Présentés aux experts de l'océan Indien en ateliers de travail, ces outils ont contribué à identifier les espaces à reboiser, les itinéraires techniques expérimentaux à mettre en œuvre et les espèces à planter. 11 sites ont ainsi été retenus, répartis en 30 hectares de forêt à restaurer et 9 hectares à reconstituer. A partir du cortège floristique qui constitue la forêt semi-sèche, 48 espèces ont été sélectionnées pour y être réintroduites, grâce à leur capacité à résister au manque d'eau et au fort ensoleillement, dont 14 espèces protégées.

Ensuite, il a fallu récolter les semences de ces 48 espèces indigènes. Les récoltes ont été faites en priorité en milieu naturel car les semenciers y sont plus adaptés à la sécheresse et directement sur la zone de réintroduction ou à proximité immédiate afin d'offrir les meilleures garanties d'adaptation. Par ailleurs, afin d'assurer une bonne diversité génétique, les fruits ont été récoltés sur le plus grand nombre de semenciers possible. Enfin, pour ne pas priver le milieu naturel des semences nécessaires à son renouvellement, seul un tiers des fruits d'un semencier ont été récoltés. Au total, 220 journées de terrain ont été nécessaires pour réaliser les récoltes en milieu naturel et 440 hommes/jour ont été mobilisés sur 3 années afin d'atteindre les objectifs fixés (soit 220 journées à deux personnes). Une fois récoltées, ces semences ont été mises en culture afin de produire près de 100 000 plants d'espèces indigènes et endémiques.

L'étape suivante a consisté à lutter contre les espèces envahissantes sur les secteurs retenus lors de la première phase du projet. Tout d'abord, au niveau des reliques de forêt semi-sèche (30 ha de restauration), la lutte contre les espèces exotiques envahissantes s'est faite manuellement (au sabre), de façon raisonnée et en tenant compte de la particularité de chacune des parcelles. Au niveau des secteurs dégradés (9 ha de reconstitution), la lutte a été mécanisée en raison du fort envahissement et de la nécessité de préparer le sol, très rocheux, pour les futures plantations.

Le couvert exotique a été arraché et broyé à l'aide d'une pelle-araignée. Les résidus laissés sur site ont permis de couvrir le sol et de limiter la germination des espèces exotiques en attendant la phase de plantation. Les espèces exotiques les plus envahissantes ont été supprimées alors que les autres ont été conservées par endroits pour l'ombrage.

La lutte contre les espèces envahissantes a été menée en saison sèche de 2011 à 2014, et a été suivie, lors des saisons des pluies de 2012 et 2013 de plantations d'espèces indigènes et endémiques. Pour cela, 6 960 arbres ont été réintroduits pour renforcer les reliques de forêt semi-sèche (30 ha de restauration) et 90 000 arbres ont été plantés pour recréer une forêt semi sèche sur le secteur dégradé (9 ha de reconstitution). Ces plantations ont par la suite été entretenues en dégagant les plants réintroduits des espèces exotiques pouvant compromettre leur survie.



Figure 11 : Plantation de jeunes arbres proches les uns des autres pour stimuler leur croissance et éviter le retour des espèces invasives. © LIFE + COREXERUN

Enfin, des données ont été récoltées pour non seulement évaluer le succès des opérations mises en œuvre, mais également enrichir les connaissances autour de cette forêt jusqu'alors peu étudiée. Une attention particulière a été portée à la fructification des semenciers, à la réaction du milieu suite aux travaux de lutte contre les espèces invasives, au taux de survie et à la vitesse de croissance des espèces replantées.

3. Bilan et Perspectives

Le taux de survie moyen a été de 80 % un an après la plantation. Les espèces présentant les meilleurs résultats étaient le Bois de chenille, le Mahot tantan et le Bois de demoiselle. D'autres espèces comme la Mauve ou le Bois d'éponge ont par ailleurs poussé très vite, ce qui a laissé entrevoir la possibilité de ne plus désherber certaines parcelles à peine 2 ans après la mise en terre. On commence aujourd'hui à considérer qu'il est possible de réduire l'entretien à partir des années 7-8 après plantation. Ces résultats permettront d'initier et d'enrichir des actions de

conservation similaires, en proposant les modes et les densités de plantation les plus efficaces ainsi que les espèces les plus adaptées.

Le projet LIFE + COREXERUN s'est déroulé entre 2009 et 2014, pour un budget total de 2 751 548 €. Il a ensuite été suivi d'un second projet LIFE + nommé « Forêt sèche »¹¹ de 2014 à 2020 dont le but était de compléter et d'étendre l'action de conservation de la forêt semi-sèche à de nouveaux espaces en impliquant massivement la population réunionnaise. Le projet « Forêt sèche » a permis la plantation d'environ 82 000 plants, sur une zone dégradée de 27 ha, permettant ainsi d'étendre le corridor créé par les parcelles de reliques restaurées, et les parcelles de reconstitutions. Ce projet a été clôturé fin 2020 et son suivi est actuellement en cours.

C. Parc amazonien de Guyane : Etude de faisabilité sur la réhabilitation des sites miniers illégaux

1. Contexte et Objectifs

Contexte

L'orpaillage illégal constitue la principale menace pour les hommes et les milieux naturels sur le territoire du Parc amazonien de Guyane (PAG). Il laisse derrière lui des sols nus et lessivés par les pluies, des cours d'eau détruits et totalement turbides et des habitants profondément indignés. La question du devenir de ces sites miniers dégradés se pose également : seront-ils en mesure de retrouver un peu de leur naturalité passée ? Faudra-t-il les y aider au travers d'une réhabilitation ? Quels sont les sites prioritaires ? Comment intervenir compte tenu de l'immensité du territoire ? Ces questions ont guidé une étude de faisabilité¹² de la réhabilitation des sites miniers dans le Sud.

¹¹ <https://www.foretseche.re/>

¹² Stage de Master AgroParisTech – Alice Jung-Fourquez



Figure 12 : Un site minier illégal sur le territoire concerné par le Parc amazonien. © Parc Amazonien de Guyane

Objectifs

Les objectifs de l'opération sont de :

- étudier l'historique de l'activité minière sur le territoire concerné par le PAG au travers de l'étude des sites miniers légaux (localisation, type, titres, période d'exploitation, statuts, réhabilitation ...) et illégaux (localisation, repasse, impacts, schéma d'exploitation) ;
- évaluer la reprise de la végétation post-exploitation ;
- adapter une « matrice de sévérité » (gravité et fréquence des impacts) à l'échelle du site en s'inspirant de travaux conduits par l'Office national des forêts (ONF) sur les sites légaux ;
- étudier les facteurs contraignant la reprise de la végétation et expliquant la persistance dans le temps de sols nus et altérés forêt ;
- identifier et prioriser les actions de réhabilitation ainsi que les sites prioritaires.

2. Description de l'opération

Ce travail a débuté en 2020 par un état des lieux historique de l'activité minière légale et illégale sur le territoire, permettant d'avoir une photographie de l'historique minier du territoire et de le mettre en relation avec l'état actuel des milieux naturels.

Il a ensuite été suivi d'une analyse cartographique de la reprise de la végétation sur les sites dégradés identifiés depuis plusieurs décennies dans le cadre de l'Observatoire de l'Activité Minière. Cet état des lieux cartographique a été réalisé à partir d'images satellites acquises en 2015 (SPOT) et 2020 (Sentinel 2) sur les zones de déforestation connues et répertoriées.

Dans le même temps, les sols nus et les zones altérées ont été étudiés dans le but d'identifier, caractériser et quantifier l'impact sur l'environnement qui persiste dans le temps (par exemple, l'érosion et le transport de matières en suspension qui provoquent de la turbidité dans les cours d'eau).

3. Bilan et Perspectives

Au total, ce sont 30 600 ha qui ont été déforestés depuis plus de trente ans sur la Guyane, dont 5 600 ha sur le territoire du PAG, en raison de l'exploitation aurifère légale ou illégale. Si certains secteurs exploités font preuve d'une résilience étonnante avec un retour naturel d'une végétation susceptible de protéger et stabiliser les sols, d'autres zones exploitées il y a parfois plus de dix ans restent aujourd'hui encore très altérées comme c'est le cas de certains sites miniers primaires légaux. Si ces résultats mettent en exergue une certaine résilience des milieux terrestres, ils ne doivent pas occulter qu'il s'agit d'une végétation particulièrement appauvrie par rapport à la végétation d'origine, et que les sols et les milieux aquatiques restent durablement détruits.

L'étude de faisabilité a quant à elle confirmé les fortes incertitudes pesant sur les projets de réhabilitation. Ces projets nécessitent en effet la mobilisation sur un seul et même site dégradé de moyens techniques et financiers conséquents (mécanisation des travaux, accès aux sites isolés ...) sans que le risque de repasse (retour des orpailleurs illégaux) ne puisse être totalement exclu, ce qui réduirait à néant les efforts fournis.

Ces travaux, suivis de réunions d'échanges entre acteurs potentiels de la réhabilitation (notamment OFB, Office de l'eau, Direction Générale des Territoires et de la Mer (DGTm) et ONF), ont permis d'esquisser de nouvelles pistes orientées vers la réduction d'impacts à l'échelle du système hydrographique : déconnexion de barranques, installation de fascines, restauration de radiers pour rehausser le lit mineur, stabilisation des sols, reprofilage de tronçons de lit mineur, etc. Cette approche ferait appel à des techniques déployables manuellement par une petite équipe mobile pouvant recourir à l'usage de mini-pelleteuses. Bien que les résultats attendus soient moins ambitieux à l'échelle du site, cette solution offre les avantages de réduire les impacts majeurs sur de plus vastes superficies (restauration de fonctionnalité), de présenter un meilleur rapport coûts/bénéfices, de supprimer la nécessité d'accès pour des engins lourds et d'atténuer l'impact d'une repasse potentielle.

L'analyse des données se poursuit notamment dans l'objectif de trouver des proxys pour poursuivre l'évaluation des impacts sur de vastes superficies, le Parc amazonien de Guyane couvre en effet une superficie équivalente à celle de la Belgique.

Le coût estimatif de ces études préliminaires (étude de faisabilité, cartographie et suivi par les agents du Parc) est d'environ 14 000 €.

Annexe : Tableau récapitulatif des opérations présentées

Parc national	Opération présentée	Coût de l'opération	Début de l'opération	Type de milieu	Type d'action	Contact(s) opération	Responsable scientifique
Vanoise	Réduction de l'impact des câbles aériens sur l'avifaune	1 000 500 €	2012	Milieux montagnards	Réduction d'impact	sandrine.berthillot@vanoise-parcnational.fr justine.coulombier@vanoise-parcnational.fr	laurent.charnay@vanoise-parcnational.fr
Ecrins	Revégétalisation de la piste de ski de Vernie Rouge dans les Alpes	358 €	2016	Milieux montagnards	Restauration	julien.guilloux@ecrins-parcnational.fr	richard.bonet@ecrins-parcnational.fr
Mercantour	Notices de gestion, mise en défens et suivi des zones humides situées dans les alpages	122 500 €	2018	Milieux humides	Restauration/ Réduction d'impact	claire.crassous@mercantour-parcnational.fr clementine.assmann@mercantour-parcnational.fr	nathalie.siefert@mercantour-parcnational.fr
Cévennes	Restauration et amélioration des continuités écologiques - Zones humides Montals-Vacquières	102 416 €	2019	Milieux humides	Restauration	sandrine.descaves@cevennes-parcnational.fr yannick.manche@cevennes-parcnational.fr	
Pyrénées	Réduction de l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité	144 430 €	2020	Milieux urbanisés	Réduction d'impact	eloise.deutsch@pyrenees-parcnational.fr olivier.jupille@pyrenees-parcnational.fr	christophe.cognet@pyrenees-parcnational.fr
Forêts	Restauration de pelouses sèches calcicoles	130 000 €	2021	Milieux ouverts (Pelouses sèches)	Restauration	julie.lambrey@forets-parcnational.fr	matthieu.delcamp@forets-parcnational.fr

Port-Cros	Restauration écologique de la réserve intégrale de l'île de Bagaud	1 585 000 €	2010	Milieux littoraux	Restauration	annie.aboucaya@port-cros-parcnational.fr c.cottaz@cbnmed.fr elise.buisson@univ-avignon.fr	alain.barcelo@portcros-parcnational.fr
Calanques	Restauration des habitats d'intérêt communautaire et lutte contre les EVEC sur l'île de Jarre	66 740 €	2020	Milieux littoraux	Restauration	laureen.keller@calanques-parcnational.fr vincent.riviere@agirec-ologique.fr	
Guadeloupe	Projet « PROTÉGER » (promotion et développement du génie végétal dans les rivières de Guadeloupe)	975 025 € (phase 2)	2016	Milieux aquatiques (Rivières et ripisylves)	Restauration	lucie.labbouz@guadeloupe-parcnational.fr	sophie.bedel@guadeloupe-parcnational.fr
Réunion	Projet LIFE + « COREXERUN » (Conservation, restauration et reconstitution des habitats semi-xérophiles (semi-secs) du massif de La Montagne sur l'île de La Réunion)	2 751 548 €	2009	Milieux boisés (Forêt semi-sèche)	Restauration	etienne.prolhac@reunion-parcnational.fr	benoit.lequette@reunion-parcnational.fr
Guyane	Etude de faisabilité sur la réhabilitation des sites miniers illégaux	14 000 €	2020	Milieux boisés (Sites miniers)	Restauration		helene.delvaux@guyane-parcnational.fr julien.cambou@guyane-parcnational.fr