



Quelles trajectoires de réhabilitation pour la décharge de l'Île d'Ouessant (29) ? Retour sur dix années de recherche-action

Jérôme Sawtschuk, Philippe Gourdain, Olivier Delzons, Agathe Larzillière, François Quenot, Thierry Coïc

► To cite this version:

Jérôme Sawtschuk, Philippe Gourdain, Olivier Delzons, Agathe Larzillière, François Quenot, et al.. Quelles trajectoires de réhabilitation pour la décharge de l'Île d'Ouessant (29) ? Retour sur dix années de recherche-action. *Naturae*, 2021, 22, pp.309-319. 10.5852/naturae2021a22 . hal-04031958

HAL Id: hal-04031958

<https://hal.science/hal-04031958>

Submitted on 16 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License



**REVER 10 — 10^{ÈME} COLLOQUE DU RÉSEAU D'ÉCHANGE
ET DE VALORISATION EN ÉCOLOGIE DE LA RESTAURATION**
PARIS, 19-21 MARS 2019

Édité par Philippe GOURDAIN

Quelles trajectoires de réhabilitation pour la décharge de l'Île d'Ouessant (29) ? Retour sur dix années de recherche-action

Jérôme SAWTSCHUK, Philippe GOURDAIN, Olivier DELZONS,
Agathe LARZILLIERE, François QUENOT & Thierry COÏC



DIRECTEUR DE LA PUBLICATION / *PUBLICATION DIRECTOR*: Bruno David,
Président du Muséum national d'Histoire naturelle

RÉDACTEUR EN CHEF / *EDITOR-IN-CHIEF*: Jean-Philippe Siblet

ASSISTANTE DE RÉDACTION / *ASSISTANT EDITOR*: Sarah Figuet (naturae@mnhn.fr)

MISE EN PAGE / *PAGE LAYOUT*: Sarah Figuet

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC BOARD*:

Luc Abbadie (UPMC, Paris)
Luc Barbier (Parc naturel régional des caps et marais d'Opale, Colembert)
Aurélien Besnard (CEFE, Montpellier)
Vincent Boulet (Expert indépendant flore/végétation, Frugières-le-Pin)
Hervé Brustel (École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse)
Patrick De Wever (MNHN, Paris)
Thierry Dutoit (UMR CNRS IMBE, Avignon)
Éric Feunteun (MNHN, Dinard)
Romain Garrouste (MNHN, Paris)
Grégoire Gautier (DRAAF Occitanie, Toulouse)
Olivier Gilg (Réserves naturelles de France, Dijon)
Frédéric Gosselin (Irstea, Nogent-sur-Vernisson)
Patrick Haffner (UMS PatriNat, Paris)
Frédéric Hendoux (MNHN, Paris)
Xavier Houard (OPIE, Guyancourt)
Isabelle Leviol (MNHN, Concarneau)
Francis Meunier (Conservatoire d'espaces naturels – Hauts-de-France, Amiens)
Serge Muller (MNHN, Paris)
Francis Oliverau (DREAL Centre, Orléans)
Laurent Poncet (UMS PatriNat, Paris)
Nicolas Poulet (OFB, Vincennes)
Jean-Philippe Siblet (UMS PatriNat, Paris)
Laurent Tillon (ONF, Paris)
Julien Touroult (UMS PatriNat, Paris)

COUVERTURE / *COVER*:

Relevé phytosociologique sur l'ancienne décharge d'Ouessant en 2011. Crédit photo: P. Gourdain.



Naturae est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris
Naturae is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press also publish:*

Adansonia, *Zoosystema*, *Anthropozoologica*, *European Journal of Taxonomy*, *Geodiversitas*, *Cryptogamie* sous-sections *Algologie*, *Bryologie*, *Mycologie*, *Comptes Rendus Palevol*.

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle
CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)
Tél.: 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax: 33 (0)1 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr / <https://sciencepress.mnhn.fr>

© Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2021
ISSN (électronique / *electronic*): 1638-9387

Quelles trajectoires de réhabilitation pour la décharge de l'Île d'Ouessant (29) ?

Retour sur dix années de recherche-action

Jérôme SAWTSCHUK

Institut de Géoarchitecture, Université de Bretagne occidentale,
6 avenue le Gorgeu, CS 93837, F-29238 Brest cedex 3 (France)
jerome.sawtschuk@univ-brest.fr

Philippe GOURDAIN
Olivier DELZONS

UMS PatriNat, Office français de la Biodiversité, CNRS, Muséum national d'Histoire naturelle,
4 avenue du petit château, F-91800 Brunoy (France)
philippe.gourdain@mnhn.fr
delzons@mnhn.fr

Agathe LARZILLIÈRE

Parc naturel régional d'Armorique,
15 place aux foires, BP 27, F-29590 Le Faou (France)
agathe.larzilliere@pnr-armorique.fr

François QUENOT

Centre d'Étude du Milieu d'Ouessant,
Ar Gouzoul, F-29242 Ouessant (France)
fanch.quenot@gmail.com

Thierry COÏC

25 rue Porzou, F-2220 Grâces (France)
thierry-coic@orange.fr

Soumis le 4 novembre 2019 | Accepté le 25 mai 2020 | Publié le 20 octobre 2021

Sawtschuk J., Gourdain P., Delzons O., Larzillière A., Quenot F. & Coïc T. 2021. — Quelles trajectoires de réhabilitation pour la décharge de l'Île d'Ouessant (29) ? Retour sur dix années de recherche-action, *in* Gourdain P. (éd.), REVER 10 – 10^{ème} Colloque du Réseau d'Échange et de Valorisation en Écologie de la Restauration, Paris, 19-21 mars 2019. *Naturae* 2021 (22): 309-319. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a22>

RÉSUMÉ

En 2009 était lancée l'étude préalable à la fermeture de la décharge de Penn ar Roc'h située en contexte de pelouse et de lande de hauts de falaises littorales. Des échanges entre le bureau d'étude en charge de l'étude environnementale et des universitaires de l'Université de Brest menant des travaux de recherche sur la restauration écologique permettent de lancer une réflexion pour une expérimentation d'ingénierie écologique (transferts de litière de lande et de fauche de pelouse). Lors des journées REVER 2 à Brest en 2010, une visite du site de la décharge est réalisée juste avant les travaux, permettant de bénéficier de l'expertise des chercheurs et praticiens présents. Un partenariat se noue avec le Muséum national d'Histoire naturelle et l'Université de Brest pour mettre en place un suivi écologique de cette opération. Celui-ci est par la suite repris par le Parc naturel régional d'Armorique, gestionnaire du site Natura 2000 – sur lequel se situe l'ancienne décharge – et le Centre d'étude du milieu d'Ouessant. La dynamique de la végétation montre de fortes variations dans l'espace et dans le temps. Si les résultats des premières années étaient encourageants, avec l'apparition d'espèces cibles de

MOTS CLÉS
Falaises,
décharge,
ingénierie écologique,
lande,
pelouse,
littoral.

KEY WORDS
Cliffs,
landfill site,
ecological engineering,
moor,
grassland,
coastline.

lande (ajonc et bruyère), un coup d'arrêt de la dynamique a été observé ces dernières années en lien probable avec des perturbations (tempêtes, pâturage par un troupeau de chèvres). La question d'une nouvelle intervention d'ingénierie écologique est donc posée sur ce site, même si la lenteur du processus écologique est plutôt un bon signe sur ce type de milieu naturellement contraint. Ces résultats, mis en perspective avec ceux d'autres opérations de restauration menées en Bretagne, confirment l'existence possible de dynamiques particulières de la végétation sur des sites de hauts de falaises perturbés par d'anciennes infrastructures : les trajectoires de successions sont alors plus aléatoires que sur des sites uniquement dégradés par la fréquentation.

ABSTRACT

What rehabilitation trajectories for the Ouessant island landfill site (29)? Review of ten years of research & action.

In 2009, the study was launched prior to the closure of the Penn ar Roc'h landfill, surrounded by grasslands and heathlands with high coastal cliffs. Discussions between the engineering consultant in charge of the environmental study and academics from the University of Brest carrying out research on ecological restoration led to the launch of the design of an ecological engineering experiment (heath litter transfers and lawn mowing). During the REVER 2 seminar in Brest in 2010, a visit to the landfill site was carried out just before the ecological operations to benefit from the expertise of the participating researchers and practitioners. A partnership between the National Museum of Natural History (MNHN) and the University of Brest was then initiated to set up ecological monitoring of this operation. This will be subsequently taken over by the Regional Natural Park of Armorica, manager of the Natura 2000 site – on which the old landfill is located – and the Ouessant Center for the Study of the Environment. The vegetation dynamics show strong variations in space and time. If the results of the first years were encouraging with the appearance of target species of heath (gorse and heather), a halt in dynamics has been observed in recent years, probably linked to disturbances (storms, grazing by a herd of goats). The question of a new ecological engineering intervention is thus raised on this site even if the slowness of the ecological process is rather a good sign in this type of naturally constrained environment. These results, put into perspective with those of other restoration operations carried out in Brittany, confirm the possible existence of particular vegetation dynamics on cliff-top sites disturbed by old infrastructures: the trajectories of successions are then more random than on sites only degraded by frequentation.

INTRODUCTION

Les écosystèmes littoraux sont parmi les habitats les plus menacés à l'échelle européenne : l'urbanisation croissante du littoral, le développement du tourisme et l'évolution des usages agricoles mènent à des dynamiques de régression des espèces et des habitats adaptés aux conditions particulières de cette zone d'interface entre la terre et la mer. En France, seul 3 % des habitats côtiers et végétations halophytiques sont considérés en bon état de conservation sur la période 2013-2018 (Commissariat général au développement durable 2019). Les hauts de falaises littorales de Bretagne, exposés au vent et aux embruns, présentent des végétations de pelouses et de landes atlantiques protégées dans le cadre du réseau européen Natura 2000. Ces végétations rases sont fortement influencées par les conditions environnementales du littoral (embruns, vent, sol superficiel). La dynamique et la stabilité de ces milieux ouverts résultent également d'usages agricoles traditionnels de fauche, de pâturage, d'étrépage voire de culture. Ces pratiques ont fortement décliné après la seconde guerre mondiale, menant à un « abandon » et une fermeture de la végétation des espaces de hauts de falaises plus rapide dans les secteurs les moins exposés aux contraintes environnementales et disposant de sols plus profonds (Fig. 1). Dans certains

sites, des pratiques de gestion de la végétation (fauche, broyage, installation d'agriculteurs) ont été mises en place pour maintenir les milieux ouverts à des fins écologiques, paysagères ou de loisir (chasse, promenade). Sur la pointe de Penn ar Roc'h, sur l'île d'Ouessant (Fig. 2), une décharge à ciel ouvert a été créée officiellement en 1989 et a fonctionné, de 1989 à 2003, comme dépôt de déchets. L'implantation de la décharge que nous étudions dans cet article a probablement été favorisée par cette situation de déprise agricole. Parallèlement, de nouveaux usages sont apparus avec le rallongement des congés payés et la démocratisation de l'automobile dans les années 60. Le développement du tourisme de masse a mené à un aménagement et une fréquentation de certains sites de hauts de falaises littorales en Bretagne provoquant dans certains endroits la dégradation voire la destruction des écosystèmes littoraux. Depuis une trentaine d'années, ces sites ont fait l'objet de nombreuses actions de restauration écologique : plus de 76 opérations de restauration ont été identifiées sur 35 sites en Bretagne (Le Roy 2019 ; Le Roy *et al.* 2019). Des travaux de recherche sur ces opérations de restauration ont été réalisés depuis une quinzaine d'années à l'université de Brest (Sawtschuk 2010 ; Bioret & Gallet 2015) notamment sur les trajectoires de restauration (Sawtschuk *et al.* 2010) et sur la comparaison

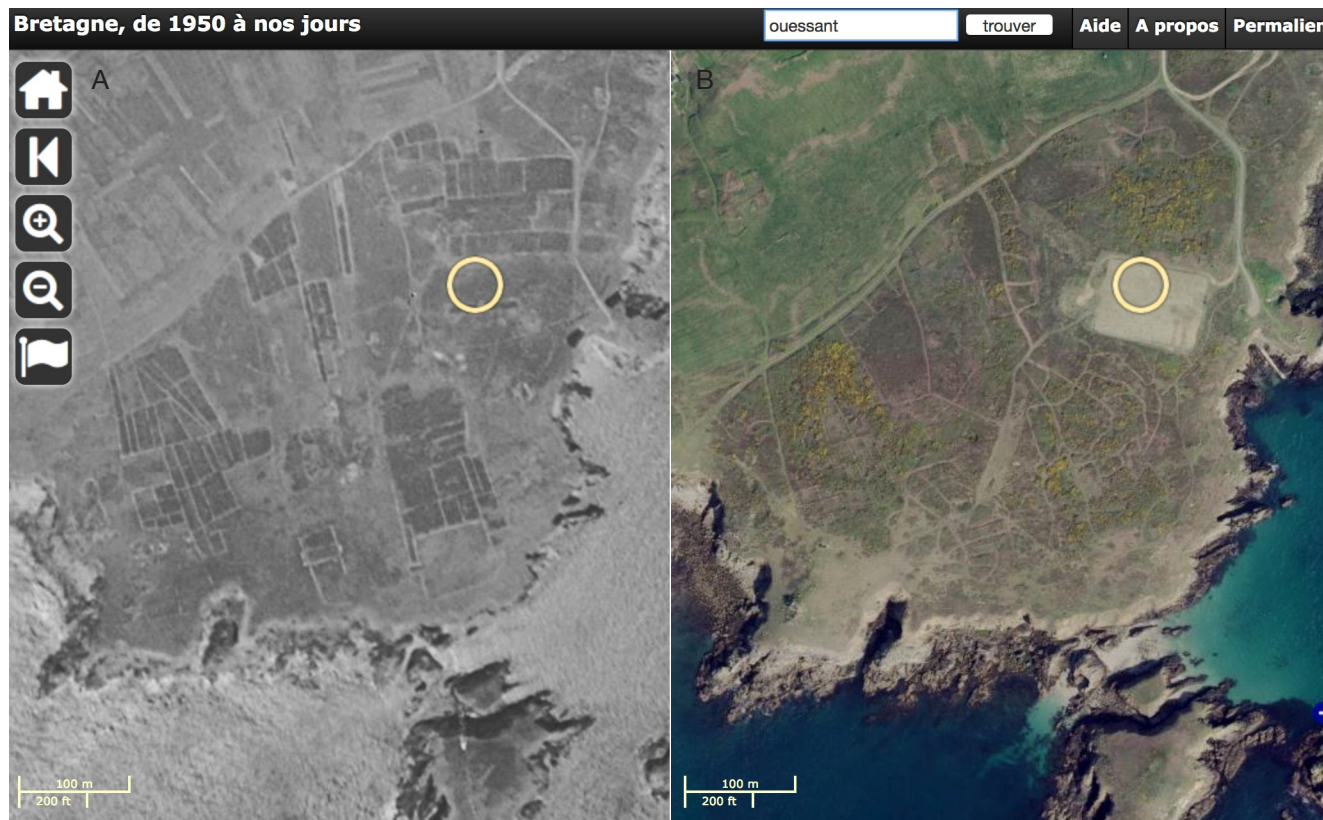


FIG. 1. — Changement de l'occupation du sol autour du site de Penn ar Roc'h (île d'Ouessant) : disparition du parcellaire sous la végétation. Les fourrés à Ajonc d'Europe *Ulex europaeus* L., visibles en jaune sur la photographie aérienne récente (B) correspondent aux anciennes parcelles (de forme carrée ou rectangulaire) où cet ajonc était cultivé (pour le chauffage notamment). Les autres parcelles (dont, a priori, celles de la décharge) étaient recouvertes de lande à Ajonc de Le Gall *Ulex Gallii* Planch. et Bruyère cendrée *Erica cinerea* L. ou, pour les plus exposées aux embruns, de pelouse aérohaline (Gourmelon *et al.* 1996). Source : Géobretagne, Bretagne de 1950 à nos jours – IGN BD ORTHO Historique 2011 (<https://geobretagne.fr/sviewer/dual.html>, dernière consultation le 25 mai 2020).

expérimentale des méthodes d'ingénierie écologique utilisées dans le cadre de ces opérations (Sawtschuk *et al.* 2012).

Le projet de recherche-action présenté ici est né d'une rencontre entre Jérôme Sawtschuk de l'université de Brest et Thierry Coïc, écologue-botaniste dans un bureau d'étude en environnement, qui avait été missionné par la mairie de Ouessant pour travailler sur le volet « végétalisation » de l'étude préalable à la fermeture de la décharge de Penn ar Roc'h, située en contexte de pelouse et de lande de hauts de falaises littorales. Cette « végétalisation » avait pour objectifs de retrouver des habitats présents initialement, ou les habitats d'intérêt communautaire qui sont en contact avec le site, mais aussi d'éviter le développement d'espèces végétales exotiques envahissantes. Cette rencontre est intervenue au moment où les premiers résultats d'expérimentation de restauration réalisés par l'Université de Brest à partir de 2008 sur la Presqu'île de Crozon (29) et à Belle-Île-en-Mer (56) étaient disponibles (Sawtschuk *et al.* 2012). Ces travaux mettaient notamment en évidence l'efficacité du transfert de litière de lande pour la restauration d'une communauté végétale. L'opération de réhabilitation de l'ancienne décharge était une opportunité pour une expérimentation de restauration écologique s'inspirant de ces résultats. Lors des secondes journées du Réseau d'échange et de valorisation en écologie de la restauration (REVER) à Brest en 2010, une visite du site de

la décharge est réalisée juste avant les travaux, permettant de bénéficier de l'expertise des chercheurs et praticiens présents et d'ajuster certains aspects techniques de la réhabilitation, en tirant parti notamment du retour d'expérience des opérations de transfert de foin de la plaine de Crau (Coiffait-Gombault 2011). Un partenariat se noue alors avec des membres du Muséum national d'Histoire naturelle qui étaient présents à cette visite et travaillaient sur des projets d'évaluation environnementale de sites d'enfouissement de déchets. Ce nouveau partenariat permet de mettre en place un suivi botanique de 2010 à 2013, suivi qui sera repris par le Centre d'étude du milieu d'Ouessant à partir de 2015 grâce à un financement du Parc naturel régional d'Armorique. Dix ans après l'opération de réhabilitation, l'analyse de cette série de données nous permet de décrire les successions végétales se déroulant sur le site en comparant des secteurs ayant fait l'objet de restauration active (apport de litière de lande ou de fauche de pelouse) ou passive, pour tenter de répondre à la question suivante : est-il nécessaire et possible d'orienter la trajectoire de succession végétale lors d'une opération de réhabilitation sur un site remanié en contexte d'espace naturel ?

Cet article s'inscrit dans le cadre des travaux présentés à l'occasion du colloque REVER 10, qui s'est tenu en mars 2019 et dont l'article introductif de Dutoit *et al.* (2021) rappelle les faits saillants.

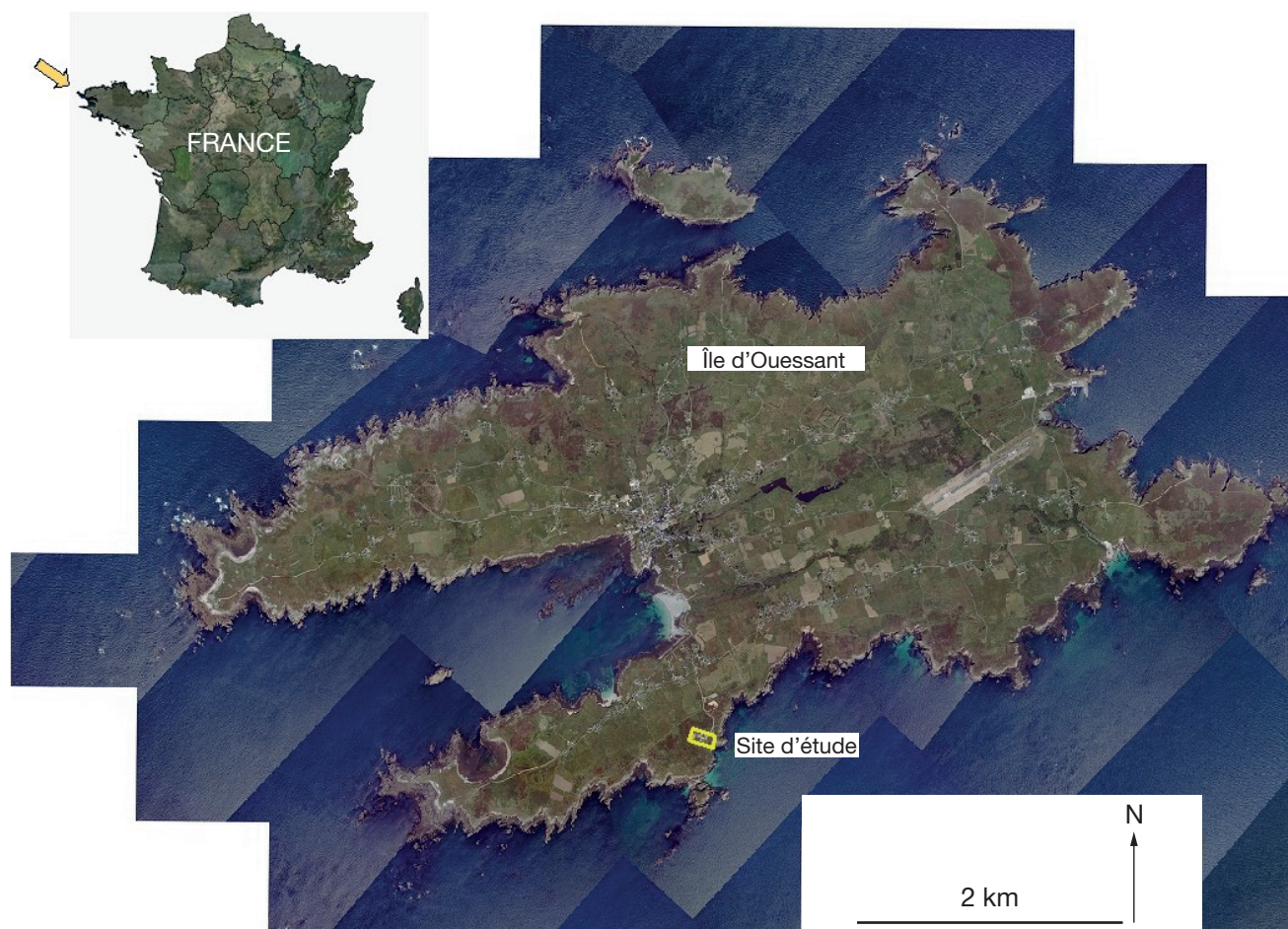


Fig. 2. — Localisation du site d'étude sur l'Île d'Ouessant (Finistère). Sources : MNHN-UMS PatriNat, IGN Orthophoto, IGN Scan 25, septembre 2019.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le site d'étude est localisé au sud de l'île d'Ouessant dans le département du Finistère (29), au niveau du lieu-dit Penn ar Roc'h. Cette décharge à ciel ouvert a été créée officiellement en 1989 et a fonctionné de 1989 à 2003, comme dépôt de déchets. C'est un site de collecte et de stockage de déchets non dangereux, comme les ordures ménagères. Il est transformé en 2003 en station de transit, d'enrubannage et de conditionnement des ordures ménagères et a été fermé en 2008 (Géorisque 2017). C'est une des dernières décharges à ciel ouvert à avoir été fermée en France, ce qui s'explique par la situation insulaire avec des liaisons maritimes limitées avec le continent, rendant l'évacuation des déchets complexe. Au vu des activités présentes sur l'île, il est estimé que les déchets produits sur place ne présentent pas de risque majeur de pollutions. L'opération de fermeture puis de réhabilitation est portée par la commune d'Ouessant, qui est maître d'ouvrage et finance 20 % des coûts estimés à 440 000 euros. La maîtrise d'œuvre est assurée par les bureaux d'étude Inovadia et Lieu-dit Paysagistes. Pour les travaux de couverture du lot « terrassement », le concassage des roches et le terrassement

est réalisé par G. Perrot et la pose de la géomembrane par BEC. L'opération de végétalisation appelée lot « Espaces verts » dans le cahier des charges est réalisée par une équipe de travailleurs handicapés, l'ESAT « Les Robinsons » du Plessis-Robinson (Hauts-de-Seine), menée par Bruno Veret, directeur de l'établissement, avec l'intervention d'un entrepreneur local pour le broyage de la lande. Ce volet bénéficie d'une mission d'appui de Thierry Coïc, écologue-botaniste. Plusieurs autres partenaires sont mobilisés pour des conseils et des échanges : le Conservatoire botanique de Brest, le Parc naturel régional d'Armorique (PNRA), le Centre d'Étude du Milieu d'Ouessant (CEMO) et l'Université de Brest.

L'opération de couverture de la décharge a lieu début 2010. La fauche et le transfert de la pelouse littorale se sont effectués en plusieurs étapes au cours de l'année :

- en juin a eu lieu un broyage de la lande (avec un broyeur à marteau attelé à un tracteur) ciblant les graines d'ajonc de Le Gall (*Ulex gallii* Planch.) ;
- en septembre une tonte a ciblé les espèces des pelouses littorales (*Festuca* spp., *Armeria maritima* L., etc.) ;
- en octobre les landes à bruyère cendrée (*Erica cinerea* L.) ont été récoltées après broyage.



FIG. 3. — Broyage et récolte de la litière. **A**, Broyage mécanique de la lande; **B**, aspiration de la litière avec un aspirateur à sac; **C**, récolte manuelle de la litière; **D**, aspiration de la litière avec un aspirateur sur remorque. Crédits photos: Thierry Coïc.

Pour récolter la litière de lande (broyat et premiers centimètres de litière), des aspirateurs mécaniques ont été utilisés: aspirateurs à sac portés à la main dans un premier temps, puis à l'automne un aspirateur plus important, fixé sur une remorque. La litière a aussi été ramassée à l'aide de râtaux et de pelles (Fig. 3).

Les éléments prélevés ont été répandus de manière uniforme sur la partie nord-est du site de l'ancienne décharge. Une épaisseur de 3 à 5 cm de mélange a été légèrement incorporée au terrain sur environ 200 m². Par la suite il a été décidé de répandre le produit prélevé sur des placettes circulaires d'environ 2 m de diamètre, à des distances maximales de 6-8 mètres entre chaque placette. Ce choix était lié à la quantité limitée de mélange de litière qui ne permettait pas de couvrir toute la surface du site.

MÉTHODE DE SUIVIS

Des relevés (22) sont effectués à partir de l'automne 2010 (5 octobre 2010) par Jérôme Sawtschuk de l'université de Brest pour faire un premier état de la dynamique dans six secteurs après les travaux du site dénommés selon les points cardinaux (Fig. 4).

Par la suite, 18 placettes permanentes sont installées dans ce site (deux piquets en fer par placette) le 30 mai 2011 et font l'objet de relevés sous forme de quadrats de 40 × 40 cm.

Chaque secteur comprend trois quadrats permanents de 40 cm:

- un relevé témoin hors zones d'épandage et deux relevés sur les zones d'épandages de litière pour cinq secteurs: nord-est, nord-ouest, sud-ouest, sud-est, sud (15 placettes);
- pour le secteur est, un relevé témoin hors zones d'épandage et deux relevés où ont été déposés des produits de fauche issus de la lande herbeuse graminée (trois placettes).

Le suivi de ces placettes sera répliqué aux dates suivantes avec le soutien du MNHN: 30 mai 2011, 17 octobre 2011, 11 mai 2012, 17 octobre 2012. Le 17 octobre 2012 les relevés des 18 quadrats ont été réalisés avec le CEMO, permettant d'initier la poursuite des relevés en local. Une réunion de terrain a également été organisée avec le PNRA, opérateur et animateur du site Natura 2000 de Ouessant, ce même jour, afin de présenter les résultats de la végétalisation. Le PNRA décide par la suite de financer ces suivis

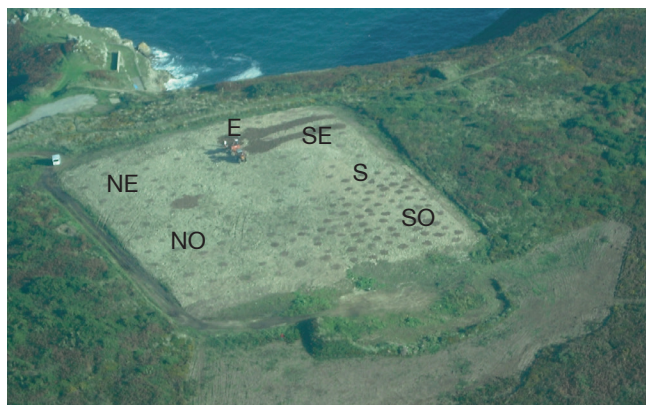


FIG. 4. — Photo aérienne (octobre 2010) et localisation des secteurs d'étude et d'une partie de la zone de collecte de litière de lande. Abréviations : E, est ; NE, nord est ; NO, nord ouest ; S, sud ; SE, sud est ; SO, sud ouest. Crédit photo : Thierry Coïc.

en confiant ce travail à l'université de Brest pour l'année 2013, puis au CEMO (Quénol 2017) à partir de 2015 : 19 avril 2013, 1^{er} juin 2015, 13 juin 2016, 6 juin 2017, 3 juillet 2018, 22 juillet 2019. Les deux dernières années de suivis ont été réalisées sans financement par le Centre d'étude du milieu d'Ouessant. Cet article, basé sur l'exposé réalisé au colloque REVER 10 à Paris, présente principalement les dynamiques observées entre 2010 et 2013, puis entre 2015 et 2017.

BILAN DES ACTIONS 2010-2013

MÉTHODE D'ÉVALUATION DES RÉSULTATS DE L'OPÉRATION DE VÉGÉTALISATION

Au vu des jeux de données de 2010 à 2013, une première évaluation des résultats de l'opération de végétalisation a été réalisée plus de deux ans après la fin du chantier.

Une analyse des séries de relevés botaniques (mai 2011, octobre 2011, mai 2012, octobre 2012) permet d'évaluer l'intérêt des méthodes de génie écologique employées (apport de litière et broyat de lande, apport de produit de fauche de pelouse).

Les relevés décrivant des zones avec intervention sont comparés à des relevés témoins réalisés dans des zones laissées en recolonisation spontanée.

Pour faciliter l'interprétation et la description de la dynamique végétale, les espèces ont été regroupées selon des groupes écologiques en s'inspirant du travail réalisé dans la thèse de Sawtschuk (2010) et dans celle de Le Roy (2019) :

- espèces de pelouse rase à annuelles (*Sagina maritima* G.Don, *Aira* spp) ;
- espèces de pelouse aérohaline / végétations prairiales (*Holcus lanatus* L., *Euphorbia segetalis* subsp. *portlandica* (L.) Litard, *Daucus carota* L.) ;
- espèces de lande herbeuses et de lande (*Ulex gallii*, *Agrostis capillaris* L., *Erica cinerea*) ;
- espèces rudérales (*Conyza* sp., *Gnaphalium uliginosum* L., *Jacobaea vulgaris* Gaertn.) ;

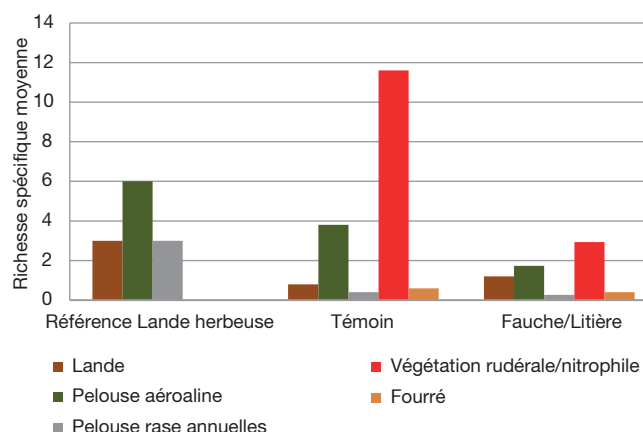


FIG. 5. — Richesse spécifique par groupe écologique, résultats réalisés à partir des relevés préliminaires post travaux en octobre 2010.

– espèces de fourré (*Rubus* sp., *Ulex europaeus* L., *Cytisus scoparius* (L.) Link) ;

– végétations de bryophytes et lichens (observations de recouvrements surfaciques sans description précise des espèces constituantes).

Les espèces de lande et de pelouse aérohaline correspondent le mieux aux objectifs de restauration qui diffèrent selon le niveau d'exposition aux contraintes (pelouse aérohaline à proximité de la mer, lande plus à l'intérieur). Le groupe d'espèces de pelouse rase à annuelles est caractéristique des stades pionniers menant à la pelouse ou à la lande. En revanche l'installation des espèces rudérales peuvent représenter un risque pour l'atteinte des objectifs de restauration du fait de leur pouvoir compétitifs importants (Owen & Marrs 2000 ; Gornish *et al.* 2017) .

Les données d'octobre 2010 ayant été obtenues avec un protocole différent sont difficilement comparables. Ce sont donc principalement les résultats de 2011 et 2012 qui pourront être interprétés ici.

RÉSULTATS

SUIVIS SUR LA PÉRIODE 2010-2013 :

UNE REPRISE DE VÉGÉTATION PLUTÔT ENCOURAGEANTE

La situation après les travaux (octobre 2010)

Le site de référence situé au nord-est du site de l'ancienne décharge dans un secteur de lande herbeuse comporte une moitié des espèces typiques de pelouse aérohaline, un quart de pelouse rase et un quart de lande (Fig. 5). Il n'y a aucune espèce rudérale ni d'espèce de fourré recensées sur ce site. À l'inverse, dès la première année, les zones témoins du site de l'ancienne décharge, sur lesquelles il n'y a pas eu d'apport de litière ou de produits de fauche, comportent une nette majorité d'espèces rudérales (Fig. 5). Quelques espèces de pelouses aérohalines, landes, fourrés ou pelouses rases sont aussi observées. Les zones en restauration active donnent une situation intermédiaire avec moins d'espèces rudérales et plus d'espèces de landes (Fig. 5).

Résultats des suivis botaniques 2011-2012

Plus de deux ans après le début de l'opération de végétalisation (octobre 2012), on observe globalement une grande différence entre les secteurs où un apport de litière de lande a été réalisé et les secteurs témoins où aucun traitement n'a été effectué (Fig. 7). Ainsi en octobre 2012 le recouvrement moyen de la végétation des zones avec apport de litière approche les 60 %, alors qu'il est inférieur à 20 % dans les zones laissées en recolonisation spontanée. Au niveau de la richesse spécifique on observe aussi une différence importante en faveur des zones avec litière avec quasiment deux fois plus d'espèces que le témoin.

L'analyse de la dynamique par groupe écologique montre que le traitement avec la litière a favorisé le développement rapide des espèces cibles de la restauration (lande et végétations prairiales / pelouse aérohaline) ainsi que les espèces rudérales. Dans les zones sans intervention les espèces rudérales, accompagnées par les espèces de pelouses aérohaline, dominent en termes de recouvrement.

Le détail des relevés par secteur montre l'installation des espèces de lande à *Ulex gallii* et *Erica cinerea* dans la majorité des zones avec litière et l'absence de ces espèces dans les zones sans traitement (Fig. 6).

On observe un développement important d'une espèce rudérale invasive, *Erigeron floribundus* (Kunth) Sch.Bip., qui est présente à la fois dans les zones avec traitement et dans les zones témoin. Certaines espèces de fourré comme *Ulex europaeus*, *Rubus* sp ou *Cytisus scoparius*, se développent notamment dans les zones en recolonisation spontanée, faisant craindre une évolution vers le fourré plutôt que vers la pelouse ou la lande. Bien sûr, il existe d'autres déterminants que les seuls flux de propagules pour expliquer le développement des communautés végétales et leur trajectoire évolutive (qualité des sols, soumissions aux conditions micro-climatiques, mode de gestion, etc.).

Le secteur Est, situé à proximité de la falaise, où du produit de fauche de pelouse a été appliqué, montre des résultats meilleurs que le témoin du même secteur, avec un recouvrement important des espèces de pelouse aérohaline (25 %) et de pelouse rase à annuelles (10 %) dont *Ornithopus pinnatus* (Mill.) Druce, qui est peu fréquente sur le littoral breton. On observe aussi le développement de lichens (dont des fragments avaient été apportés avec la fauche de pelouse littorale).

SUIVIS SUR LA PÉRIODE 2013-2017 : UN « COUP D'ARRÊT » DANS L'ÉVOLUTION DE LA VÉGÉTALISATION

Le recouvrement moyen sur les placettes avec apports de litière de lande augmente légèrement en 2017, même si la situation est variable selon les placettes (baisse sur deux placettes, stable sur une placette, augmentation sur deux placettes). Au moins, la baisse de recouvrement notée en 2015 et 2016 semble jugulée (Fig. 7), ce qui constitue un bon indicateur en soi. Dans la majorité des cas (quatre contre un), le recouvrement observé est plus important sur les placettes avec apports de broyat de lande, en comparaison des témoins.

L'analyse par groupe écologique indique une baisse du recouvrement des espèces prairiales/pelouses aérohalines, une stagnation du recouvrement en espèces nitrophiles et



FIG. 6. — Illustration des repousses d'*Erica* spp. (A) et d'*Ulex* (B) spp. dans les zones d'épandage de litière. Quadrat sur une zone d'épandage de litière en 2011 (C). Crédit photo : P. Gourdain.

une nette augmentation du recouvrement en espèces de lande et de pelouses rases à annuelles. Sur le secteur est, au potentiel de pelouse aérohaline, le recouvrement augmente très largement.

La richesse spécifique repart à la hausse sur la période 2015-2017 à la fois sur les parcelles avec apports de litière et les témoins, grâce notamment au développement de nouvelles espèces de pelouses. Le nombre d'espèces de lande reste quant à lui stable, les principales espèces attendues étant

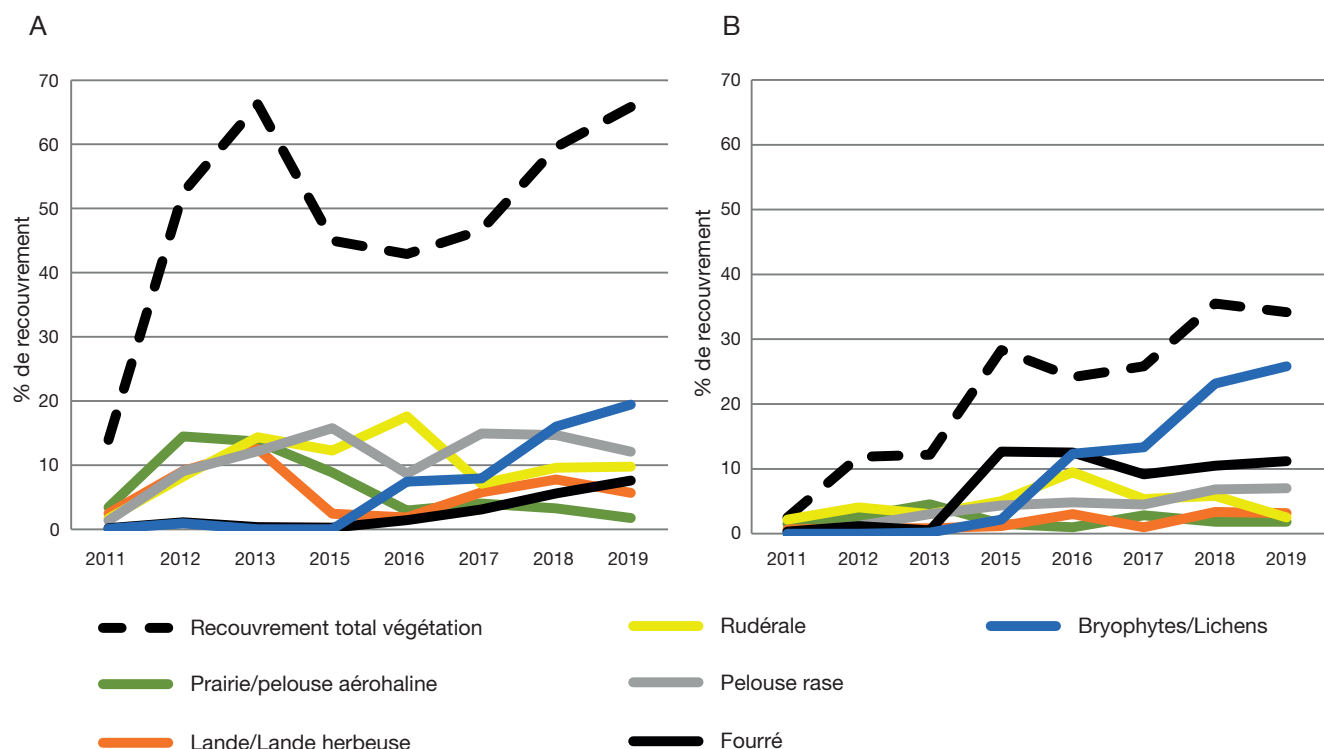


FIG. 7. — Recouvrement moyen (en %) pour les végétations des différents groupes écologiques entre 2011 et 2019. A, restauration active; B, restauration passive.

déjà là (sauf *Calluna vulgaris* (L.) Hull, et éventuellement quelques compagnes comme *Potentilla erecta* (L.) Raeusch.). Il est important de noter que nous n'avons pas découvert de nouvelles espèces nitrophiles, signe que nous n'avons pas changé de trajectoire évolutive dans les successions végétales. L'analyse fine sur chaque groupe de placettes n'indique pas vraiment de tendance nette, si ce n'est que les espèces de lande augmentent partout leur recouvrement notamment grâce à *Erica cinerea*.

En 2015 et 2016, nous avons mis en évidence une stagnation du processus de revégétalisation du site de l'ancienne décharge, probablement à cause des grosses tempêtes de 2014 (forte mortalité sur les éricacées, épuisement progressif de la banque de graine) et du pâturage par les caprins (forte pression, notamment sur les *Ulex* spp.).

Après ce coup d'arrêt, le processus de revégétalisation semble repartir doucement en 2017. Le recouvrement moyen augmente à la fois sur les placettes avec apports et sur les témoins, grâce notamment au développement d'une nouvelle génération d'*Erica cinerea*. La faible différence de dynamique observée entre les placettes avec apports et les témoins tendrait à nous indiquer que l'effet « booster » recherché par l'apport de litière (banque de graines) s'est estompé avec les années et que la recolonisation s'effectue désormais plus par un lent processus naturel. Rappelons ici qu'en 2012, certains quadrats sur litière présentaient un recouvrement de 30 % en espèces de lande (voire même 60 %); nous y revenons doucement après une période de forte mortalité due aux tempêtes de 2014 puis une période de stagnation.

DISCUSSION

Plus de deux ans après l'opération de revégétalisation, nous avons observé des différences nettes entre les secteurs avec apport de litière de lande et les secteurs témoins où aucun traitement n'a été effectué (Fig. 7). Le recouvrement moyen des végétations des zones avec apport de litière est d'environ 60 % contre moins de 20 % dans les zones laissées en recolonisation spontanée. De plus, une différence importante de richesse spécifique en faveur des zones avec litière est constatée avec quasiment le double d'espèces par rapport aux zones témoin. Le développement des espèces cibles des landes et prairies/pelouses aérohalines est favorisé par la restauration active. La majorité des secteurs avec apport de litière ont vu le développement de plantules d'*Ulex gallii* et d'*Erica cinerea* laissant entrevoir la reconstitution progressive d'une végétation de lande et donc l'atteinte de l'objectif visé. De même, sur le secteur est, les placettes avec apport de broyat de pelouses, ont été bien colonisées par les espèces annuelles classiques des pelouses rases (stade pionnier) et des espèces de pelouses aérohalines, ce qui constitue un bon indicateur. En revanche, sur les secteurs du site laissés en recolonisation spontanée, une majorité d'espèces rudérales ont été recensées, pouvant laisser craindre le développement de végétations non ciblées à l'échelle d'une grande partie du site. Il est probable que l'apport de litière et de produit de fauche ait limité l'expression des espèces rudérales. Ces espèces de début de succession secondaire devraient finir par diminuer avec la succession sur les zones sans restauration, mais pourraient être remplacées par des espèces non cibles.

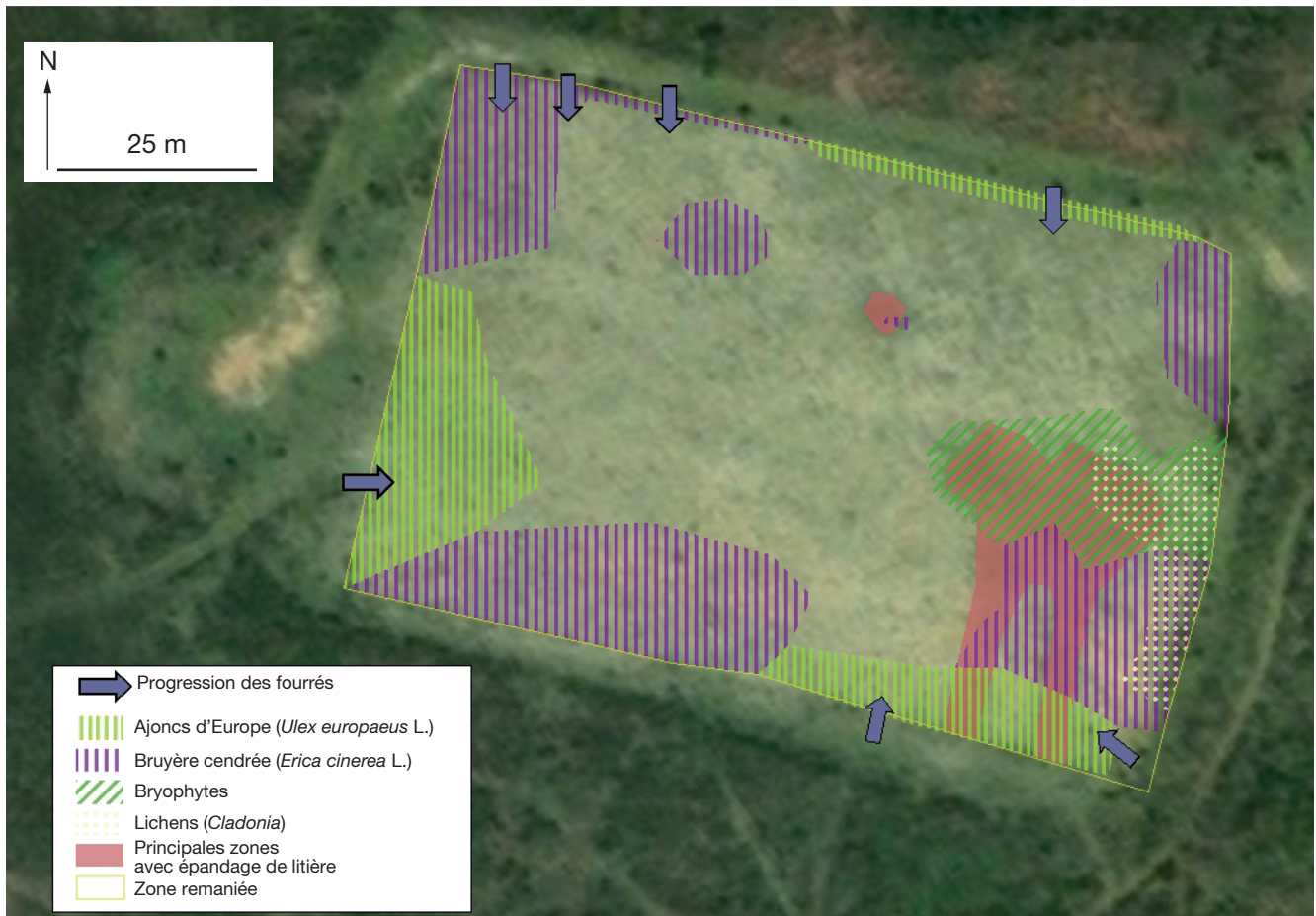


FIG. 8. — Cartographie de la couverture végétale réalisée le 6 mars 2019 par J. Sawtschuk, cartographie O. Delzons. Sources : MNHN-UMS PatriNat, IGN Orthophoto, IGN Scan 25, septembre 2019 – Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community.

On observe notamment le développement d'*Ulex europaeus* et de *Cytisus scoparius*, qui laisse présager une évolution vers une végétation de fourrés, en particulier sur les franges en contact avec l'extérieur du site, sur ses parties sud, nord et ouest (Fig. 4).

Fin 2012 il avait été suggéré que les relevés botaniques soient poursuivis dans les 18 carrés permanents pour une durée minimale de cinq années pour surveiller l'évolution de la végétation sur ces différentes placettes. La dynamique de la végétation étant peu rapide, l'expertise avait conduit à suggérer qu'un seul relevé annuel soit réalisé les années suivantes, ce qui devait suffire pour obtenir une image suffisamment fine de l'évolution du site. Les suivis confiés les années suivantes au PNRA et au CEMO ont été engagés sur cette fréquence, mais ils ont montré des changements importants dans la trajectoire évolutive de cet espace. S'en est suivi une baisse du recouvrement et une disparition de jeunes plantules d'espèces cibles. La question se pose de savoir s'il n'y aurait pas eu un épuisement progressif de la banque de graines associée à l'apport de litière. Les plantules qui se sont développées suite à l'apport de litière n'ont pas donné de nouvelles graines, notamment pour les *Ulex* spp. et les *Erica* spp. qui mettent généralement plusieurs années avant de fructifier. Il n'y a en

revanche pas eu de développement important concernant les espèces rudérales ou de fourré à cette période.

La dynamique de la végétation a donc montré de fortes variations dans l'espace et dans le temps. Si les résultats des premières années étaient encourageants avec l'apparition d'espèces cibles de lande (ajonc et bruyère), un coup d'arrêt de la dynamique a été observé entre 2013 et 2015 en lien probable avec des perturbations bien identifiées. En effet, deux éléments pourraient être responsables de ces changements d'évolution de la végétalisation.

D'une part, les végétations littorales sur l'île d'Ouessant sont très exposées aux vents et autres événements climatiques marqués. Deux fortes tempêtes se sont succédées en 2014 : la tempête Petra le 4 février, puis la tempête Ulla le 14 février. Des ondes de tempêtes ont été conjuguées à de grandes marées. Ainsi, des vents en rafale à 180 km/h ont été enregistrés et des vagues de 19 m recensées au large d'Ouessant. La zone d'étude a ainsi pu subir des assauts maritimes répétés, pouvant avoir des effets délétères sur la végétation (apports salins notamment).

D'autre part, un troupeau de chèvre semi-sauvages a été observé sur le site (35 têtes en 2016, près de 90 têtes en 2019). Des traces de présence régulière du Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) sont aussi relevées.

Ces animaux ont pu contribuer à araser la végétation alors qu'elle était encore très fragile.

Il faut enfin noter que les matériaux apportés sur le site, initialement pour reconstituer une couche de sol de surface, n'étaient pas si stériles que prévu. Des plaques de bitumes et gravats ont été retrouvés dans les matériaux, ce qui laisse présumer que les terres importées ont pu contenir des graines contribuant probablement au développement de la végétation rudérale en dehors des espaces d'épandage de litière de lande. Bien sûr, d'autres facteurs ont pu jouer dans la colonisation par des rudérales comme la dispersion par anémochorie émanant d'autres populations sources de *Gnaphalium* sp., *Erigeron* sp., etc.

REPRISE OBSERVÉE EN 2017

APRÈS UNE PÉRIODE DE STAGNATION

Les suivis montrent qu'après une période de baisse du taux de recouvrement puis de stagnation, les végétations se redéveloppent en 2017. En particulier, des annuelles de pelouse rase (stades pionniers) et un retour des espèces de landes (notamment *Erica cinerea*) sont enregistrés. Il demeure un faible taux de recouvrement des espèces ciblées. Dans ce contexte, nous nous interrogeons sur le manque d'efficacité des opérations de restauration par apport de litière. Est-ce que des opérations de restauration actives peuvent réellement permettre une reprise satisfaisante des végétations de landes aérohalines dans des délais raisonnables, de l'ordre d'une décennie? Les derniers relevés ont également permis de constater une diminution de la richesse spécifique et le faible développement des espèces non ciblées (nitrophiles de friche, de fourré). Il est donc légitime de s'interroger sur une possible réussite de l'opération mais sur le plus long terme. En conséquence, les suivis de végétations doivent probablement être poursuivis mais la fréquence de ces relevés doit être réfléchi. La question d'une nouvelle intervention d'ingénierie écologique est donc posée sur ce site, même si la lenteur du processus écologique est plutôt un bon signe sur ce type de milieu naturellement contraint. Ces résultats, mis en perspective avec ceux d'autres opérations de restauration menées en Bretagne (Sawtschuk 2010; Le Roy 2019), confirment l'existence possible de dynamiques particulières de la végétation sur des sites de hauts de falaises perturbés par d'anciennes infrastructures: les trajectoires de successions sont alors plus aléatoires que sur des sites uniquement dégradés par la fréquentation.

Globalement, les résultats de ces suivis suggèrent qu'il serait nécessaire de disposer d'une meilleure connaissance des facteurs écologiques influençant le développement des espèces cibles (dépôt de sel, pâturage, nature du sol, etc.). D'autre part, la mise en place de pièges à sel et de placettes en enclos-exclos permettrait d'obtenir des données quantitatives et de mieux évaluer l'effet des embruns puis des abrouissements par les lapins et les caprins. Une micro-cartographie des végétations à l'aide d'un drone combiné à des analyses de sol pourrait s'avérer utile pour une meilleure compréhension de l'hétérogénéité spatiale de la végétation. Celle-ci pourrait s'expliquer par la nature du sol d'origine et de qualité variables. Une visite de terrain réalisée le 6 mars 2019 a permis de commencer à

travailler sur une cartographie permettant de mettre en évidence la présence de dynamiques différenciées qui partent des bordures du site: des secteurs à ajonc d'Europe et ronce qui semblent évoluer vers le fourré, et des secteurs à bruyère cendrée correspondant davantage à l'objectif de restauration (Fig. 8).

Aujourd'hui, la question se pose d'un renforcement de la banque de graines par un nouvel apport de litière. Est-ce que cette opération serait pertinente et accélérerait le processus de recolonisation ou faut-il compter sur la dynamique actuelle?

Le dilemme pour les gestionnaires du site est désormais de choisir entre plusieurs options:

- la non-intervention, amenant à un lent processus de revégétalisation par les espèces de landes;
- le renforcement de la banque de graines par des apports de litière de lande, dans le but de favoriser notamment *Erica cinerea*, en sachant que l'effet recherché peut être anéanti par des événements météorologiques exceptionnels tels que les tempêtes de février 2014;
- une option intermédiaire consistant à apporter de la litière sur la moitié des placettes, soit une placette sur deux sur chaque groupe de placettes.

Dans tous les cas, la poursuite des suivis engagés sur le site sur les moyen et long termes est une nécessité dans un objectif de recherche-action. Dans le cas où le pâturage par les caprins devait se poursuivre sur le site (environ 45 têtes fin 2017, 90 en 2019!), des mises en défens sur une partie du site devrait permettre de quantifier l'impact, notamment sur le développement des ajoncs.

CONCLUSION

Cet exemple de suivi à moyen terme (dix ans représente un temps long du point de vue des suivis écologiques habituels mais un temps plutôt moyen du point de vue des dynamiques de végétation) d'une opération de restauration de lande aérohaline montre clairement les limites des suivis à court terme. Un suivi sur deux ans aurait conclu à une bonne reprise de la dynamique de revégétalisation du site et à un succès probable de l'opération de restauration. Mais des conclusions ne peuvent pas toujours être tirées aisément sur le succès ou l'insuccès d'opérations de restauration, en particulier quand elles concernent des milieux naturels soumis à de fortes variations ou à des perturbations récurrentes des conditions biotiques ou abiotiques. Cette expérimentation a aussi montré tout à la fois l'intérêt et la difficulté de mener des travaux en partenariat avec plusieurs structures. Les échanges entre les différents partenaires ont été profitables car ils ont permis de bénéficier des compétences et retours d'expériences de chacun en matière d'écologie de la restauration. Cependant, il n'est pas toujours aisé d'assurer un suivi et une forte traçabilité des résultats d'une année sur l'autre lorsque les opérateurs effectuant les relevés ont changé. Cette opération de suivi a aussi montré ses limites du fait des moyens financiers limités qui lui ont été alloués. Cette situation complique également l'analyse scientifique des données du fait du faible nombre de réplicats et d'une

difficulté à centraliser les données. En tout état de cause, ce suivi a cependant permis de constituer des retours d'expériences qui pourront être utiles à d'autres pour engager des opérations de restauration écologique dans des contextes et pour des milieux naturels similaires.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les relecteurs de cet article pour leurs remarques avisées. Merci également aux experts et chercheurs qui ont apporté leurs avis et conseils sur la restauration écologique de la décharge d'Ouessant au cours du colloque REVER 2 à Brest et en particulier Thierry Dutoit et Renaud Jaunatre.

RÉFÉRENCES

- BIORET F. & GALLET S. 2015. — *Restauration des végétations des hauts de falaises du littoral Manche-Atlantique. Guide méthodologique à l'usage des gestionnaires d'espaces naturels*. Université de Bretagne occidentale, Brest, 82 p.
- COIFFAIT-GOMBAULT C. 2011. — *Règles d'assemblages et restauration écologique des communautés végétales herbacées méditerranéennes : le cas de la Plaine de La Crau (Bouches-du-Rhône, France)*. Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon, 252 p.
- COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE 2019. — *Rapport de synthèse, L'environnement en France*. La Documentation Française, Paris, 218 p.
- DUTOIT T., GALLET S., HECKENROTH A. & BUISSON É. 2021. — 2008-2019, plus d'une décennie d'échanges et de débats autour de la restauration écologique en France, in GOURDAIN P. (éd.), REVER 10 – 10^{ème} Colloque du Réseau d'Échange et de Valorisation en Écologie de la Restauration, Paris, 19-21 mars 2019. *Naturae* 2021 (19): 271-276. <https://doi.org/10.5852/naturae2021a19>
- GÉORISQUE 2017. — *Secteur d'information sur les sols. Ancienne décharge de Penn Ar Roc'h*. DREAL Bretagne, Rennes, 3p.
- GORNISH E. S., LENNOX M. S., LEWIS D., TATE K. W. & JACKSON R. D. 2017. — Comparing herbaceous plant communities in active and passive riparian restoration. *PLOS ONE* 12: e0176338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176338>
- GOURMELON F., BIRET F., BRIGAND L., CUQ F., HILY C., JEAN F., LE BERRE I. & LE DOMEZET M. 1996. — *Atlas de la Réserve de Biosphère de la Mer d'Iroise : exploitation cartographique de la base d'information géographique Sigouessant*. Conseil général du Finistère, Brest, 96 p.
- LE ROY M. 2019. — *Contribution à la connaissance socio-écologique des opérations de restauration des hauts de falaises littorales de Bretagne*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale, Brest, 423 p.
- LE ROY M., SAWTSCHUK J., BIRET F. & GALLET S. 2019. — Toward a social-ecological approach to ecological restoration: a look back at three decades of maritime clifftop restoration. *Restoration Ecology* 27 (1): 228-238. <https://doi.org/10.1111/rec.12849>
- OWEN K. M. & MARRS R. H. 2000. — Creation of heathland on former arable land at Minsmere, Suffolk, UK: the effects of soil acidification on the establishment of Calluna and ruderal species. *Biological Conservation* 93 (1): 9-18. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00118-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00118-4)
- QUÉNOT F. 2017. — *Suivis écologiques et naturalistes sur la partie terrestre du site Natura 2000 FR5300018, Île d'Ouessant*. Rapport d'étude CEMO/PNRA, Ouessant, 85 p.
- SAWTSCHUK J. 2010. — *Restauration écologique des pelouses et des landes des falaises littorales atlantiques : analyse des trajectoires successioneelles en environnement contraint*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale, Brest, 397 p.
- SAWTSCHUK J., BIRET F. & GALLET S. 2010. — Spontaneous succession as a restoration tool for maritime cliff-top vegetation in Brittany, France. *Restoration Ecology* 18 (s2): 273-283. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-100X.2010.00653.x>
- SAWTSCHUK J., GALLET S. & BIRET F. 2012. — Evaluation of the most common engineering methods for maritime cliff-top vegetation restoration. *Ecological Engineering* 45: 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.12.019>

Soumis le 4 novembre 2019;
accepté le 25 mai 2020;
publié le 20 octobre 2021.