

La restauration des végétations des hauts de falaises du littoral atlantique, vers une évaluation globale

Les végétations des falaises littorales atlantiques ont fortement été dégradées par une fréquentation touristique croissante. Cet article nous présente les étapes essentielles à la réussite écologique et socio-économique des opérations de restauration, qui passe par une meilleure connaissance de la diversité des écosystèmes et des modes de gestion.



Le littoral français, et notamment celui de la façade Manche-Atlantique, est soumis à de fortes pressions anthropiques. Les milieux naturels attirent de nombreux visiteurs qui y recherchent une forme de nature préservée et l'attractivité touristique des littoraux

s'accompagne d'une forte pression d'urbanisation. Cela n'est pas sans conséquence sur les milieux naturels, car la non-maîtrise de la fréquentation conduit quasiment à une banalisation et une dégradation des écosystèmes. Pour juguler les conséquences de ces phénomènes, des opérations de restauration doivent être mises en œuvre, parallèlement à l'aménagement des sites.

L'étude présentée ici, menée de 2006 à 2010, avait pour objet les végétations des falaises littorales (landes et pelouses littorales) présentes sur les sites parmi les plus visités et particulièrement dégradés. La mise en œuvre de méthodes adaptées de restauration nécessite de prendre en compte la diversité de ces milieux et de considérer le contexte global dans lequel s'inscrivent les sites.

L'état général des connaissances relatives à la restauration des hauts de falaises dégradés apparaît comme en net décalage, par comparaison avec la restauration des dunes littorales. En effet, concernant ces derniers milieux, les scientifiques et les gestionnaires disposent d'informations fiables sur les diagnostics, la dynamique, et l'évaluation des techniques de restauration.

Dans ce contexte, ce programme de recherche, réalisé dans le cadre du programme LITEAU II (ministère en charge de l'écologie), s'était fixé comme objectif de répondre à un certain nombre de questions autour de trois sous-thèmes complémentaires : diagnostic, restauration, évaluation.

Concernant la phase de diagnostic, il s'agit d'évaluer l'état de dégradation d'un site et de définir un état de référence, mais aussi de prendre en compte les moyens disponibles

et le contexte socio-économique. La phase de restauration nécessite une réflexion sur les méthodes utilisées, leur efficacité et les conditions de leur mise en œuvre. Enfin, la phase d'évaluation porte sur les indicateurs et les méthodes d'évaluation de la restauration, mais aussi des coûts engendrés.

Afin de prendre en compte ces différents éléments, plusieurs études ont été menées (inventaires, expérimentations, suivis...). Cet article vise à donner une vision globale et à en établir une synthèse. Centré sur les aspects les plus appliqués, trois thématiques principales sont développées :

- état des lieux des opérations de restauration ;
- comparaison des méthodes de restauration ;
- méthodes de suivis et d'évaluation écologique.

État des lieux des opérations de restauration

L'amélioration des pratiques de restauration écologique nécessite dans un premier temps une connaissance des pratiques mises en œuvre dans le cadre d'opérations de restauration. Ainsi, afin d'établir un état des lieux des opérations de restauration et de réhabilitation des végétations des falaises littorales des côtes Manche-Atlantique, un recensement a été effectué en 2007 (figure 1).

Dans un premier temps, une enquête a été menée auprès de l'ensemble des structures concernées (collectivités, services de l'État, associations, gestionnaires d'espaces protégés...), afin d'identifier les sites faisant ou ayant fait l'objet d'opérations de restauration. L'ensemble des sites identifiés (31 sites répartis dans 10 départements) a ensuite été visité, afin de rencontrer les gestionnaires et de recueillir les informations disponibles concernant les caractéristiques du site, de l'opération menée, ainsi que les données scientifiques potentiellement disponibles.

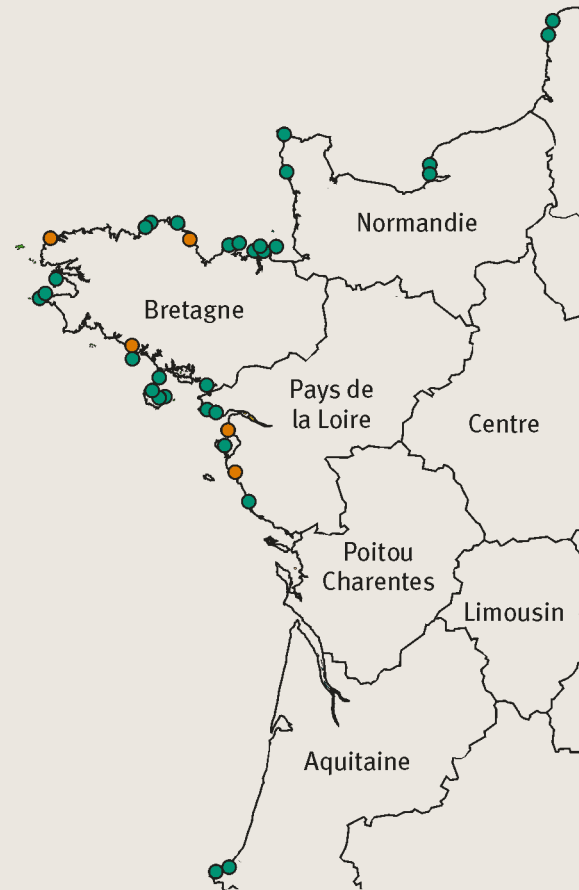
Les sites identifiés sur le littoral Manche-Atlantique combinent de fortes pressions touristiques et la présence d'habitats d'intérêt communautaire, qui leur confèrent différents statuts d'inventaires et de protections. Ainsi, les gestionnaires sont confrontés dans plus de la moitié des cas, à une juxtaposition de quatre statuts de protections ou d'inventaires différents (site classé, site Natura 2000¹, zone Nds du PLU², ZNIEFF³).

D'une manière générale, la propriété du littoral se répartit majoritairement entre le Conservatoire du littoral, les conseils généraux, les communes, et les propriétaires privés. Les communes sont en revanche les propriétaires majoritaires sur la côte Atlantique. En secteur Manche, la propriété se répartit de façon équilibrée entre les conseils généraux, le Conservatoire du littoral et les propriétaires privés.

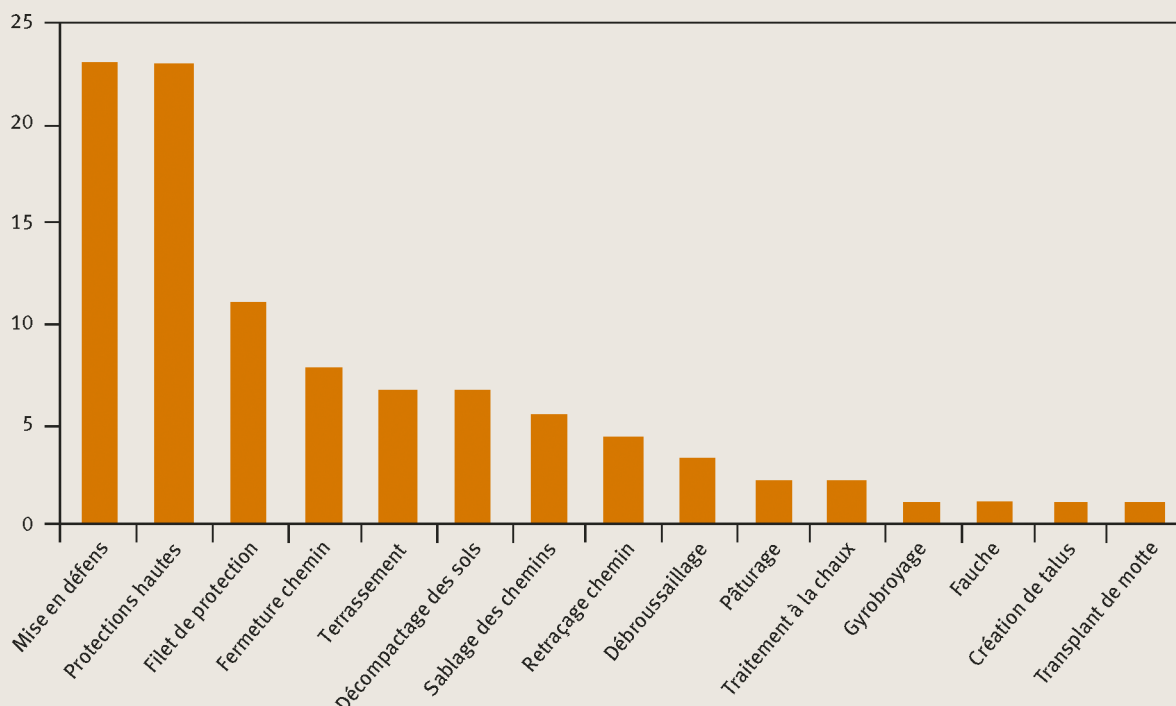
La gestion des sites est majoritairement réalisée par les communes sur la côte Atlantique, alors qu'en secteur Manche, une forte majorité des sites est gérée par les conseils généraux. Dans le secteur Bretagne-Normandie, trois types de gestionnaires majoritaires interviennent : les communautés de communes, les communes et les syndicats mixtes.

1. Le réseau Natura 2000 a pour objectif de préserver la biodiversité sur le territoire de l'Union européenne. Il est composé de sites désignés par chacun des États membres en application des directives européennes dites « Oiseaux » (79/409/CEE) et « Habitats » (92/43/CEE) qui permettent respectivement la désignation des zones de protection spéciales (ZPS) et des zones spéciales de conservation (ZSC).
2. Classement en « zone naturelle et forestière » au plan local d'urbanisme.
3. Zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique.

❶ Carte des sites inventoriés comme ayant fait l'objet d'une opération de restauration de végétation de hauts de falaises.



❷ Méthodes utilisées au sein des sites identifiés.



Concernant les méthodes utilisées, deux grands types s'offrent aux gestionnaires. Les méthodes de restauration passive, basées sur une *mise en défens* (monofils, clôtures...) sont les plus employées. Les méthodes de restauration active (pose de filets biodégradables, terrassement, transfert de sol...) sont utilisées en complément sur de nombreux sites. Les plus répandues sont l'utilisation de filets de protections biodégradables ou encore le décompactage des sols (figure 2).

Les moyens financiers mis en œuvre au cours d'une opération de restauration peuvent être élevés et demander le soutien de divers partenaires. L'analyse des données socio-économiques, récoltées au sein des 31 sites participant aux opérations de réhabilitation et de restauration, permet d'apprécier les enjeux financiers de la restauration des végétations sur les sites littoraux. Les coûts globaux des opérations recensées sont très variables et s'inscrivent dans une fourchette allant de cent mille à plusieurs millions d'euros. Dans ces derniers cas, il s'agit d'opérations relevant de la restructuration complète de site (Grand site de la Pointe du Raz – Pointe du Van).

Les opérations de restauration des littoraux Manche-Atlantique s'effectuent majoritairement dans le cadre de programmes tels que « Contrat Nature », « Opération Grand Site », « Natura 2000 » et « Contrat Plan État-Région ». La participation à ce type de programme permet

de mettre en place un réseau de partenaires financiers dont le poids est plus ou moins important selon l'ampleur du projet. Ainsi l'État, les régions, les départements et les communautés de communes sont les principaux partenaires des opérations dont le coût dépasse le million d'euros. Les syndicats mixtes interviennent préférentiellement sur les « petites » opérations. L'Union européenne et le Conservatoire du littoral peuvent participer au financement de tous types de projets.

Comparaison des méthodes de restauration

Les opérations de restauration menées sur les végétations de hauts de falaises sont très largement fondées sur des méthodes de restauration passive, c'est-à-dire sur la *mise en défens* et sur l'expression des capacités internes d'auto-restauration. Néanmoins, celles-ci sont souvent complétées à plus ou moins large échelle par des méthodes de restauration active. Il s'agit notamment de la pose de *géotextile*, de décompactage de sol, ou plus localement de transfert de biomasse, de sol ou de résidus de fauche. Si des suivis à long terme existent sur certains sites concernés, ceux-ci ne permettent généralement pas d'évaluer l'efficacité de ces méthodes, faute de comparaison avec des témoins.

De même, si les expérimentations de restauration de landes ou de pelouses sont nombreuses dans la littérature, elles concernent généralement des sites non littoraux et ayant subi des transformations liées à des usages agricoles et non à une sur-fréquentation.

Afin de compléter les données disponibles sur certaines méthodes de restauration active, des expérimentations ont été mises en place sur les sites de Pen-Hir (Presqu'île de Crozon – photo 1) et de Port-Coton (Belle-Île – photo 2). Dans chacun des sites, différentes techniques de restauration ont été testées seules ou en combinaison dans deux contextes d'exposition (tableau 1). Sur le site de Port-Coton, l'accent a été porté sur la pose de *géotextile* (filet coco) en combinaison avec les autres méthodes et sur le site de Port-Coton, sur la décompactage du sol.

Afin de comparer l'efficacité des méthodes, plusieurs paramètres ont été pris en compte afin de comparer les techniques testées (recouvrement total, richesse spécifique, composition floristique). Sur le site de Pen-Hir, les relevés floristiques ont été comparés avec des relevés de référence (c'est-à-dire correspondant à des milieux non dégradés) réalisés au sein du même site (Sawtschuk, 2010).

Cette étude, par l'utilisation de différents indicateurs, a permis d'obtenir une vue d'ensemble de l'efficacité des techniques testées. Sans surprise, le transfert de mottes donne les meilleurs résultats pour le couvert de végétation, la richesse spécifique et la distance au contrôle. Cependant, ces résultats doivent être contrebalancés par le problème de l'origine du matériel, qui induit la destruction d'écosystèmes intacts. Cette technique doit donc être évitée ou limitée à de petites surfaces. De plus, d'autres méthodes moins destructives semblent être autant, voire plus efficaces. C'est le cas, par exemple, de la combinaison litière/géotextile, en zone faiblement exposée à Pen-Hir. Ainsi, l'apport de litière ou de biomasse, méthodes moins destructives que le

1 Site de Pen-Hir (Presqu'île de Crozon).



transfert de mottes sont des sources intéressantes à la fois de **diaspores** et de matière organique et permettent une accélération des processus de restauration, notamment lorsqu'ils sont combinés à la pose de **géotextile**.

L'effet du **géotextile** est particulièrement net en zone abritée, où il augmente significativement la richesse spécifique et le couvert de végétation en comparaison au contrôle. Ce résultat peut être expliqué par les effets protecteurs du filet face aux stress, particulièrement en préservant l'humidité. Paradoxalement, cet effet est moins net en zone exposée, sans doute du fait de l'adaptation des végétations cibles aux fortes contraintes. La pose de **géotextile** a également un effet de protection physique face au vent. Il permet ainsi de maintenir en place la litière ou la biomasse apportée quand ces techniques lui sont combinées. Il évite également que les jeunes pousses soient broutées par les lapins. Ces différents effets permettent notamment aux germinations d'**éricacées** ou d'**ajoncs** de se développer en grand nombre.

Les effets de la décompaction apparaissent mitigés. Son effet est néanmoins positif lorsqu'elle est combinée avec la pose de géotextile.

Enfin, cette étude a montré que l'efficacité des techniques de restauration est largement conditionnée par le niveau de stress. En situation très exposée, l'efficacité des traitements est largement amoindrie. Néanmoins, des dynamiques de restauration sont clairement initiées, mais des suivis à plus long terme seront nécessaires pour les caractériser.

Méthodes de suivi et d'évaluation écologique

La problématique du suivi et de l'évaluation des opérations de restauration est aujourd'hui un élément majeur. En effet, lors de l'inventaire mené sur le littoral Manche-Atlantique, il s'est avéré que la majorité des opérations de restauration écologique ne font pas l'objet de suivis écologiques.

Cela pose différents problèmes en termes d'évaluation des techniques mises en œuvre, d'acquisition de données sur les dynamiques de restauration, de transfert entre gestionnaires, ou de communication vers le public. Il semble néanmoins qu'il y ait aujourd'hui une prise de conscience de l'intérêt de généraliser la mise en place de suivis.

D'un point de vue purement scientifique, une réelle évaluation globale de la restauration d'un écosystème nécessite la prise en compte d'un grand nombre de paramètres à la fois structuraux et fonctionnels, **abiotiques** et **biotiques**. Différents auteurs ont proposé des listes d'indicateurs plus ou moins facilement mesurables, du simple relevé de végétation à la mesure de la variabilité génétique des populations présentes, ou à la mesure des flux de nutriments au sein de l'écosystème. Cette analyse complète s'avère impossible à mettre en œuvre à une large échelle, du fait des coûts engendrés et des compétences scientifiques spécifiques à mobiliser.

Dans le cas du suivi d'opérations de restauration, l'objectif principal va généralement être d'évaluer l'évolution du couvert végétal, considéré comme un indicateur



© J. Smwitschuk

Site de Port-Coton (Belle-Ile).

Techniques expérimentées au sein des deux sites (PH/PC) en conditions exposées (+) ou plus abritées (-).

Pointe de Pen-Hir = PH	PH +	PH -
Contrôle	x	x
Décompaction	x	x
Transfert de litière	x	x
Transfert de mottes	x	x
Création de pièges (trous)	x	
Géotextile	x	x
Décompaction/géotextile	x	x
Transfert de litière/géotextile	x	x
Transfert de mottes/géotextile	x	x
Piège/géotextile	x	
Transfert de biomasse/géotextile	x	
Port-Coton/Belle île = BI	PC -	BI +
Contrôle	x	x
Transfert de mottes	x	x
Transfert de biomasse	x	x
Décompaction	x	x
Décompaction/transfert de mottes	x	x
Décompaction/transfert de biomasse	x	x

► de l'état de l'écosystème. Les méthodes utilisées doivent pouvoir être reproduites à intervalles plus ou moins resserrés et concerner l'ensemble des secteurs aménagés. Leur coût, notamment lié au temps nécessaire à leur réalisation doit être raisonnable. Les résultats doivent être facilement interprétables et compréhensibles, à la fois par les gestionnaires mais aussi par les élus, voire le grand public. Il peut également être intéressant que les méthodes puissent être mises en œuvre par le gestionnaire lui-même.

Ainsi, avant d'envisager la généralisation de la mise en place de suivis, il paraît important de mener une réflexion sur les méthodes utilisées. En effet, les différentes techniques disponibles, cartographies, relevés phytosociologiques, points-cadrats, cadrats permanents ou aléatoires (Bouzillé, 2007) vont chacune correspondre à une échelle et à une finesse d'observation différentes. Elles vont, en outre, présenter des difficultés plus ou moins grandes et nécessiter des temps de réalisation plus ou moins long. Le choix de la méthode devra également prendre en compte les objectifs de suivis, purement liés à la gestion, ou plus scientifiques.

Dans le cadre de ce programme, cette problématique a été abordée selon plusieurs échelles. La première repose sur la comparaison des méthodes de suivis les plus couramment utilisées, à savoir lignes permanentes⁴ et relevés phytosociologiques. La seconde est une réflexion sur les méthodes cartographiques de suivis avec, d'une part, la définition d'une méthode de cartographie simplifiée, et d'autre part, la mise en œuvre d'une méthode d'analyse paysagère de la dégradation.

Analyse comparative des méthodes de suivis

Afin d'effectuer une comparaison, nous avons analysé des données acquises dans le cadre des opérations de restauration de la végétation des pointes du Raz et du Van (Finistère) où la dynamique de la végétation est suivie grâce à des lignes permanentes mises en place en 1991. Huit de ces lignes ont été suivies jusqu'à ce jour et depuis 2002, elles sont complétées par des relevés phytosociologiques réalisés sur une surface d'environ 25 m² réalisée le long de la ligne (Gallet *et al.*, 2011).

L'analyse de différents paramètres (recouvrement, composition floristique) montre que la sensibilité des deux méthodes est similaire. En effet, les variations de couvert suivent les mêmes tendances et les variations relatives sont du même ordre de grandeur.

En termes de capacité de diagnostic, plusieurs aspects sont à prendre en compte. Ainsi la cohérence des données spécifiques apparaît relativement bonne, même si il existe des décalages entre les deux méthodes, les résultats des lignes ayant globalement tendance à surévaluer les recouvrements. En termes de diversité, l'utilisation de la ligne permanente conduit très claire-

ment à une perte d'informations, une grande partie des espèces à faible recouvrement étant alors « oubliée ». Néanmoins, cette perte d'information est à relativiser car une « traduction » des résultats des lignes en relevés phytosociologiques semble conduire à des diagnostics similaires, c'est-à-dire au même rattachement à une unité phytosociologique.

La méthode phytosociologique permet un diagnostic efficace et transférable du fait notamment de l'existence de références auxquelles peuvent être confrontés les résultats. Elle comporte néanmoins des contraintes. Ainsi, certaines analyses statistiques simples ne sont pas réalisables avec cette méthode. Même en cas de réplification des relevés, il n'est pas possible de calculer de relevé moyen ou de quantifier la variabilité spatiale du recouvrement des espèces, celui-ci étant défini par classe. En revanche, ceci est possible avec les lignes permanentes, chacune constituant un échantillon. De plus, dans le cadre de recherches plus fondamentales, il est possible d'utiliser les lignes de points-contacts mais comme bases pour des analyses des dynamiques de remplacement à l'échelle du point de relevé (Godron, comm. pers.). La ligne permanente semble donc être un complément utile lorsque l'objectif des suivis sort du cadre strict de la gestion et intègre une composante de recherche.

Cette étude a permis de confronter les résultats issus de deux des méthodes couramment utilisées en écologie. Elle a montré que le choix de la méthode ne modifie pas fondamentalement le résultat du suivi et l'évaluation écologique de l'état du couvert végétal. La démarche entamée dans cette étude doit se poursuivre par la mise en parallèle avec d'autres méthodes de relevés, telles que les cadrats ou avec les méthodes cartographiques dont l'échelle d'application sera plus large, afin d'analyser les complémentarités entre ces approches.

Mise au point d'une méthodologie de cartographie synthétique

La deuxième approche mise en œuvre repose sur une problématique d'évaluation globale de l'état ou de la dynamique de restauration d'un site. En effet, les méthodes analysées précédemment fournissent une information fiable mais ponctuelle.

L'évaluation globale de l'évolution d'un site nécessite la mise en œuvre de méthodes de type cartographique. Des entités homogènes sont déterminées au sein de l'espace considéré, chaque unité étant caractérisée par différents paramètres. L'image donnée est donc plus globale mais va dépendre des paramètres choisis. La cartographie est un outil largement utilisé dans le cadre de la gestion des espaces naturels. Tous les sites du réseau Natura 2000 font ainsi l'objet d'une cartographie des habitats naturels et semi-naturels.

Les méthodologies de cartographie généralement mises en œuvre sont en revanche assez lourdes et nécessitent une connaissance approfondie en écologie et botanique. De ce fait, leur utilisation est généralement ponctuelle et non répétée dans le temps. L'objectif est donc ici de définir une méthode simplifiée qui soit à la fois fiable et sensible, permettant un suivi dans le temps et une réelle évaluation de l'état de restauration.

4. La ligne permanente est un dispositif de relevé correspondant à la réalisation d'observation de la présence des espèces à intervalle régulier (généralement tous les dix centimètres) le long d'une ligne matérialisée par deux piquets (généralement sur dix mètres). Chaque espèce est caractérisée par sa fréquence le long de la ligne..

La méthode retenue ici pour l'évaluation globale de la restauration du site est fondée sur une cartographie des zones aménagées. Néanmoins, afin que cette évaluation puisse être répétée et transférée facilement à d'autres sites, le principe d'une cartographie fine de type **phyto-sociologique** n'a pas été retenu.

Une liste de paramètres à prendre en compte pour répondre à la problématique d'évaluation a ainsi été établie.

Cette méthode, testée initialement sur le site de la Côte Sauvage de Quiberon dans le Morbihan (Gallet *et al.*, 2009) a été depuis reproduite sur neuf autres sites du littoral breton.

La réalisation de ces différentes cartographies ont permis d'affiner la méthodologie, notamment en ajustant la déclinaison des paramètres relevés. Elles ont également permis de caractériser les atouts de cette méthodes, notamment en termes de temps de réalisation (moins d'une heure par hectare sur le terrain), mais aussi cer-

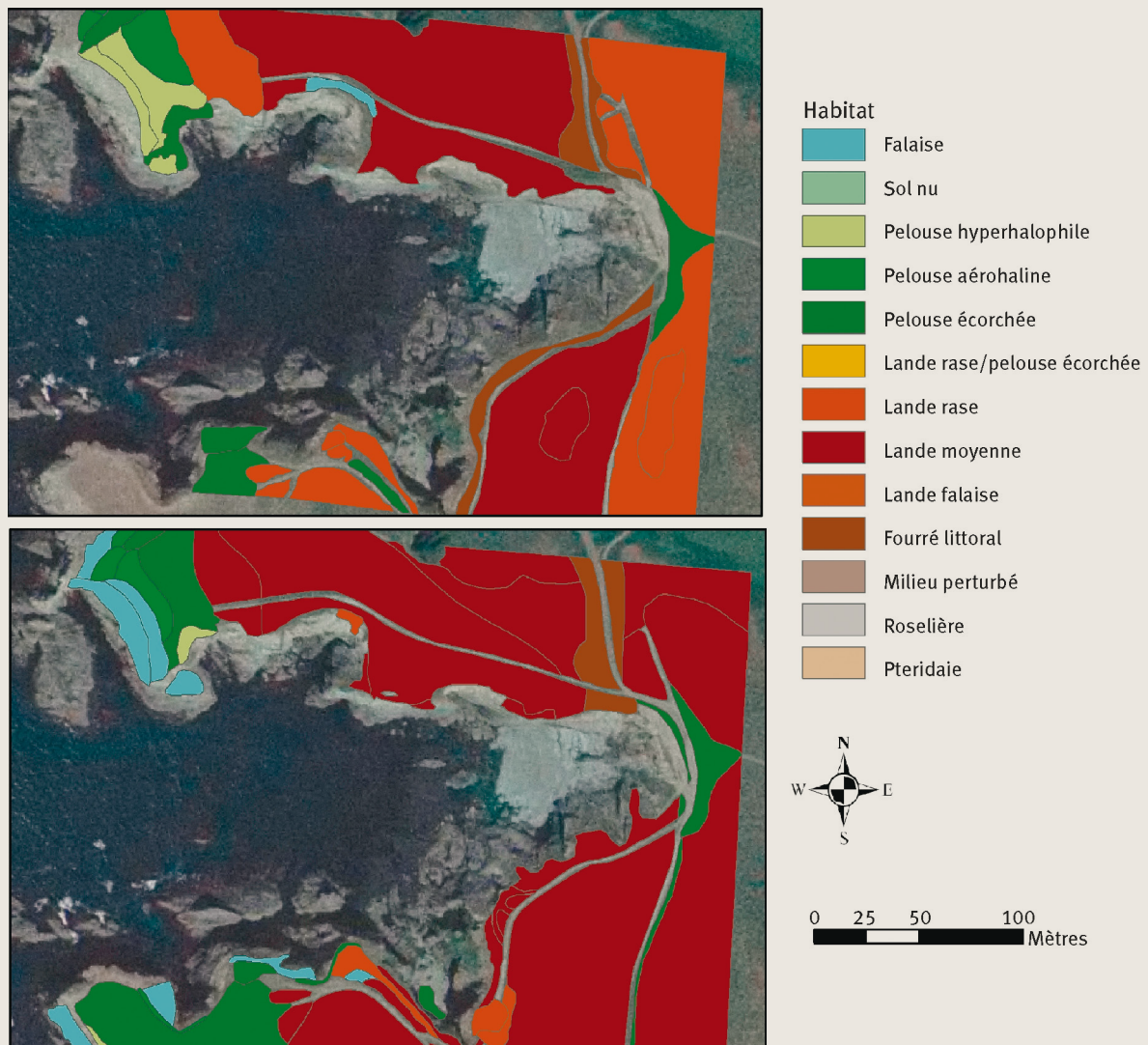
taines de ses limites (notamment disponibilité des photographies aériennes récentes).

L'effet observateur a pu être testé lors de la cartographie menée à Port-Coton où les mêmes secteurs ont été cartographiés par des groupes de personnes différents. Des divergences apparaissent bien entendu en termes de délimitation des entités homogènes et de l'espace à cartographier, ainsi que sur l'estimation de certains paramètres.

Concernant les habitats, sur l'exemple présenté dans la figure ③, on note ainsi quelques différences entre « lande basse » et « lande moyenne ». De même, l'interprétation peut changer entre « végétation de falaise » et « pelouse hyperhalophile ».

Sur les critères physiologiques, tels que le niveau de sol nu, des différences peuvent exister, mais dans des gammes d'indices proches : 0/1 ou 2/3. Ces variations liées à l'observateur semblent donc suffisamment limitées pour ne pas conduire à des différences d'interprétation et de diagnostic.

③ Exemple de mise en évidence de l'effet observateur sur un secteur cartographié à Port-Coton.



Utilisation des indices paysagers de dégradation

Une deuxième méthode cartographique a été testée, les indices paysagers de dégradation (Bioret *et al.*, 1991), fondée sur une approche **phytosociologique** et sur l'établissement d'un gradient de dégradation (physionomie et floristique) au sein des types de végétation.

Cette méthode a été testée sur la côte sauvage de l'île de Groix. Une approche **diachronique** de l'état de conservation de la végétation de la côte sauvage est rendue possible par la comparaison de trois séries de relevés effectués à trois périodes différentes : 1989, 2000, et 2008. La méthode des indices paysagers de dégradation apparaît comme complémentaire aux autres méthodes d'analyse de la végétation. Fiable et reproductible dans le temps et dans l'espace, elle permet de caractériser la richesse **phytocœnotique** et l'importance de la dégradation d'un site, notamment dans le cadre d'une analyse **diachronique**.

Comme la méthode de cartographie simplifiée de la végétation, elle permet une évaluation globale des opérations de restauration, à l'échelle des sites. Elle demande en revanche des connaissances plus poussées en termes d'écologie et de **phytosociologie**.

Conclusion

L'inventaire des sites permet de mettre en avant les différentes techniques de réhabilitation et de restauration employées sur le littoral. Il était aussi important de comprendre les enjeux des restaurations, ainsi que les moyens techniques et financiers mis en œuvre pour mettre en œuvre les programmes de gestion. La synthèse des différentes expériences permet d'avoir une vue d'ensemble de la restauration du littoral, et de mieux comprendre quels sont les enjeux et les pratiques à mettre en œuvre pour mener à bien la restauration de ces sites.

Cet état des lieux a en outre contribué à définir les manques existants, notamment en termes d'évaluation écologique des opérations de restauration, mais aussi en termes de coordination des acteurs. En effet, ces acteurs apparaissent nombreux, y compris pour un même site, comportant de multiples propriétaires, souvent publics, avec lesquels le gestionnaire doit composer.

Les suivis et expérimentations menés ont permis d'une part, même si cela n'a pas été repris ici, l'efficacité de la restauration passive, c'est-à-dire de la mise en défens, et, d'autre part d'affiner les connaissances sur les méthodes

dites « actives » (tableau 2). Concernant ces méthodes, l'efficacité de certaines méthodes peu destructrices (filets, transfert de biomasse) a pu être confirmée. Elles doivent néanmoins rester des compléments à la restauration passive, qui permet, même si les processus sont parfois lents, le rétablissement d'un couvert végétal adapté aux conditions locales.

Enfin, l'étude des méthodes de suivi a montré que les différentes méthodes utilisées permettent une analyse de la dynamique de restauration à des échelles différentes. Les méthodes classiques d'écologie vont donner une image fine des trajectoires de restaurations et, si chacune d'entre elles permet une exploitation scientifique différente, le choix de la méthode ne modifie pas le diagnostic. Le point majeur reste la mise en place des suivis dès l'initiation du programme d'aménagement et de restauration et le maintien des suivis au-delà des quelques saisons qui suivent.

Les méthodes cartographiques, quant à elles, permettent d'avoir une image plus globale des processus de restauration et une évaluation, non pas de telle ou telle méthode, mais plutôt de l'opération en elle-même. Même si ces méthodes peuvent s'appliquer *a posteriori*, il paraît fondamental de généraliser la réalisation d'un état des lieux précis avant aménagement. C'est d'ailleurs sur cet état des lieux que devraient se définir les modalités de restauration et les objectifs de celles-ci.

Le programme d'étude, dont tous les aspects n'ont pas été présentés ici, a permis de mettre en évidence l'intérêt et la nécessité d'une approche globale des problématiques de restauration écologique. En effet, l'étude des mécanismes de restauration et de l'efficacité des techniques utilisées, ne peut s'effectuer en dehors de leur contexte écologique mais aussi socio-économique. La mise en œuvre et le succès d'une opération de restauration vont en effet être liés à l'adéquation entre les techniques utilisées et les contraintes environnementales, mais aussi à la coordination des acteurs scientifiques, techniques, économiques et politiques. ■

Les auteurs

Sébastien Gallet, Frédéric Bioret et Jérôme Sawtschuk
Institut de geoarchitecture, EA 2219,
Université de Bretagne Occidentale,
CS 93837, 29238 Brest Cedex 3
sebastien.gallet@univ-brest.fr
frederic.bioret@univ-brest.fr
jerome.sawtschuk@univ-brest.fr

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- **BIORET, F., BOUZILLÉ, J.-B., GÉHU, J.-M., GODEAU, M.**, 1991, Phytosociologie paysagère du système pelouses-landes-fourrés des falaises des îles ouest et sud-armoricaines, *Colloques Phytosociologiques*, 17, p. 129-142.
- **BOUZILLÉ, J.-B.**, 2007, *Gestion des habitats naturels et biodiversité : Concepts, méthodes et démarches*, Collection Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- **GALLET, S., BIORET, F., HELOU, A.**, 2009, Quelles méthodes pour le suivi et l'évaluation des opérations de restauration écologique. Exemple de la Côte Sauvage de Quiberon, *Ingénieries-EAT*, numéro spécial, p. 73-81.
- **GALLET, S., BIORET, F., FICHAUT, B., SAWTSCHUK, J.**, 2011, La phytosociologie, un outils pertinent pour le suivi de la restauration écologique, *Revue Forestière Française*, sous presse.
- **SAWTSCHUK, J.**, 2010, *Restauration écologique des pelouses et des landes des falaises littorales atlantiques : analyse des trajectoires successionales en environnement contraint*, thèse de l'université de Bretagne Occidentale, 390 p.

② Comparaison globale des méthodes de restauration.

Types	Techniques	Avantages	Inconvénients	Bilan
Passive	Mise en défens	<ul style="list-style-type: none"> Coût limité. Favorable à l'installation d'une végétation locale et adaptée. 	<ul style="list-style-type: none"> Temps de restauration parfois long. Efficacité limitée si la dégradation est très forte et non maîtrisée. Mise en place difficile sur substrat rocheux. Acceptation parfois difficile si elle contredit les usages locaux. 	Méthode à privilégier dans la plupart des cas. La mise en œuvre doit tenir compte des circuits de circulation « spontanés » existant sur le site via la réalisation d'un diagnostic de fréquentation. Doit être mis en place avant que la dégradation ne soit trop forte.
	<ul style="list-style-type: none"> par systèmes bas (monofil) par systèmes hauts (ganivelle) 	<ul style="list-style-type: none"> Intégration paysagère, canalisation efficace. Canalisation efficace des visiteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> Peut facilement être traversé, marquage symbolique. Intégration paysagère. 	Méthode de canalisation efficace, globalement respectée. Peut être utile pour marquer fortement les aménagements.
Active	Pose de filet biodégradable	<ul style="list-style-type: none"> Facilite la germination. Limite l'érosion. Disparaît en quelques années. 	<ul style="list-style-type: none"> Coût important. Impact visuel initial plus ou moins fort. Efficacité moindre en conditions très exposées. Enrichissement du sol ? 	Méthode potentiellement efficace, en situation de retrait par rapport à la falaise, ou en pente où elle permet de limiter l'érosion. Favorise l'implantation des espèces locales, par piégeage de graines. Protège les plantules du broutage (lapins).
	Transfert de mottes	<ul style="list-style-type: none"> Impact visuel immédiat. 	<ul style="list-style-type: none"> Destruction du site donneur. Risque de transfert d'une végétation inadaptée. Problème de survie en cas de sécheresse l'année du transfert. 	À limiter à de petites surfaces, pour marquer notamment la fermeture de chemins, ou revégétaliser rapidement des secteurs très dégradés ou soumis à l'érosion.
	Transfert de sol	<ul style="list-style-type: none"> Efficacité à court terme. 	<ul style="list-style-type: none"> Destruction du site donneur. 	Peut s'envisager lorsqu'un aménagement prévoit la destruction d'une surface donneuse.
	Transfert de biomasse ou de litière	<ul style="list-style-type: none"> Efficacité à moyen terme. Non destructrice. 	<ul style="list-style-type: none"> Doit être combiné avec la pose de filet pour éviter la dispersion par le vent. Mise en place lourde et coûteuse (récolte, transfert...). 	Permet d'apporter une source locale de graines et d'orienter la restauration vers le système de référence.
	Décompactation	<ul style="list-style-type: none"> Accélère la recolonisation. 	<ul style="list-style-type: none"> Risque de favoriser l'installation d'espèces indésirables (rudérales ou invasives). Efficacité parfois limitée sans respect de la mise en défens. 	En combinaison avec la pose de filet, permet une accélération des processus initiaux de recolonisation en cas de sol très fortement compacté.
	Semi (non testé)	<ul style="list-style-type: none"> Végétalisation rapide. Effet couvre sol. 	<ul style="list-style-type: none"> Sources de graines (origine géographique, cultivar). Artificialisation du milieu. 	À éviter en dehors d'aménagements paysagers et privilégier les graines de provenance locale.