

Quelles méthodes pour le suivi et l'évaluation des opérations de restauration écologique ? Exemple de la Côte Sauvage de Quiberon

Sébastien Gallet ^a, Frédéric Bioret ^a et Armelle Hérou ^b

Au cours des dernières décennies, la prise de conscience de la valeur écologique, fonctionnelle et patrimoniale des espaces naturels, ainsi que l'évolution des politiques de protection, avec notamment la mise en œuvre de la directive européenne « Habitats-Faune-Flore » de 1992, ont entraîné la réalisation de nombreuses opérations de restauration écologique. Ce phénomène s'est développé parallèlement à l'essor de l'écologie de la restauration qui a pu parfois profiter de ces opérations pour développer la connaissance écologique des mécanismes de restauration, mais souvent de façon isolée par rapport aux acteurs de terrain. Ainsi, si des collaborations et des contacts existent entre gestionnaires, praticiens et scientifiques, ceux-ci ne sont sans doute pas optimisés pour favoriser le succès des opérations de restauration et l'évolution de la connaissance scientifique.

L'un des niveaux où les lacunes apparaissent les plus importantes en termes de collaboration, est celui du suivi et de l'évaluation des opérations de restauration. En effet, la réalisation de suivis à moyen ou long terme est rarement prévue dans les budgets d'opération d'aménagement ou de restauration. Certains dispositifs de financement ne permettent d'ailleurs pas le financement de suivis. Or, si la réflexion préalable à un aménagement est fondamentale pour sa réussite, le suivi de l'évolution de l'écosystème est également indispensable afin d'analyser les mécanismes de restauration et d'identifier les blocages ou les

dérives éventuels du système. Ces évaluations permettent d'ajuster les techniques utilisées (Holl et Cairns, 2002). Il existe aussi des problèmes méthodologiques à la mise en œuvre de suivis. En effet, si différentes techniques de relevés sont disponibles, il n'existe pas réellement de méthodologie standardisée permettant une évaluation globale des opérations.

Une réflexion doit aujourd'hui être menée à la fois sur les possibilités d'évaluation *a posteriori* des opérations anciennes, mais aussi sur les méthodes de suivis pouvant être mises en œuvre sur des opérations nouvellement réalisées.

Cet article présente l'élaboration et la mise en œuvre d'une méthodologie de suivi dans le cadre d'une collaboration entre gestionnaires et scientifiques. L'objectif est la mise en place d'un dispositif simple, sensible (c'est-à-dire permettant de détecter les évolutions du milieu) et transférable, qui permettra l'évaluation de la réussite écologique de la restauration. Cette méthodologie devra ensuite être testée sur différents sites afin d'en établir la pertinence.

Le littoral atlantique sous forte pression

Le littoral atlantique français regroupe de nombreux sites présentant différents habitats naturels et semi-naturels d'intérêt communautaire (végétations des falaises atlantiques, landes atlantiques...) subissant une très forte pression touristique.

Les contacts

a Institut de Géoarchitecture, EA2219, UFR Sciences et techniques, Université de Bretagne occidentale, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3
b Syndicat mixte du Grand Site Gâvres-Quiberon, Mairie, 56410 Erdeven

1. Les ZNIEFF sont des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique, d'une superficie généralement limitée, définies par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.

2. La zone ND est une zone naturelle à protéger, délimitant les espaces et milieux à préserver dans une commune littorale en fonction de leur intérêt écologique ou caractéristique du patrimoine naturel en application des articles L.146-6 et R.146-1.

Celle-ci a conduit à des dégradations très importantes liées aux impacts directs du piétinement, mais aussi au passage des véhicules ou à divers aménagements plus ou moins bien réalisés.

Les conséquences les plus visibles de cette fréquentation non maîtrisée sont d'ordre écologique et paysager, avec la mise à nu de vastes espaces alors soumis à l'érosion. Cette dégradation a alors des conséquences secondaires sur l'écoulement de l'eau et sur l'érosion des falaises elle-même (Keraudren-Aymonin et Aymonin, 1985). C'est donc le fonctionnement global de l'écosystème, et pas seulement sa structure qui est impacté.

Face à cette situation, à partir du milieu des années quatre-vingt, de nombreuses opérations de restauration écologique ont été menées depuis le Cap-Blanc Nez jusqu'à la Corniche basque, en passant par les très nombreux sites du littoral breton.

Si sur certains de ces sites, des suivis existent et constituent une base de données importante pour l'écologie de la restauration (Sawtschuk *et al.*, 2008), la plupart de ces opérations n'ont généralement pas fait l'objet d'évaluation écologique (Gallet *et al.*, 2008). Il est d'ailleurs à noter que lorsque des suivis ont été mis en place, ils sont généralement très localisés.

Cette absence de suivis et d'évaluation constitue une perte brute en termes d'acquisition de connaissances en écologie de la restauration, mais elle empêche également une formalisation des échanges entre acteurs (gestionnaires, praticiens), qui ne reçoivent pas d'informations concernant les succès ou les échecs sur d'autres sites.

L'aménagement de la Côte sauvage de Quiberon : une opération à évaluer

Un site dégradé

Le site d'étude, la Côte sauvage de Quiberon, forme la façade occidentale de la presqu'île de Quiberon, dans le Morbihan, sur près de 8 km. Il est constitué pour l'essentiel de falaises rocheuses, hautes de 15 à 22 m et de massifs dunaires formant localement des dunes perchées au-dessus des falaises.

Ce site présente des intérêts majeurs des points de vue géologique, faunistique, floristique et pay-

sager. Cette richesse écologique et paysagère lui confère une valeur patrimoniale qui a conduit à sa protection dans le cadre de différents dispositifs législatifs et réglementaires. Site classé par décret du 7/05/1936, ZNIEFF de type 1¹, propriété du Conservatoire du littoral, la Côte sauvage est aussi protégée au regard de la loi Littoral par un classement en zone ND². De plus, au titre de la mise en œuvre de la directive européenne « Habitats », le littoral de Gâvres-Quiberon a été désigné comme zone spéciale de conservation.

Localisée dans le premier secteur touristique de Bretagne, le caractère spectaculaire et sauvage de la presqu'île de Quiberon en fait un site hautement fréquenté. Une étude menée en 2001 estime à 1,5 à 2 millions le nombre de visiteurs annuels sur le secteur de Gâvres-Quiberon.

La largeur de la frange côtière étant très réduite, l'absence de dispositifs de canalisation du public a conduit à une dégradation importante des végétations des pelouses aérohalines et des landes sommitales. Les secteurs les plus dégradés se concentrent à proximité des aires de stationnement et sur les points de vue les plus spectaculaires.

Devant ce constat, la Côte sauvage a fait l'objet d'une opération de restauration menée par le Conservatoire du littoral et le Syndicat mixte du Grand Site Gâvres-Quiberon, dans le cadre de l'« Opération Grand Site Gâvres-Quiberon ».

Les objectifs principaux de cette opération sont :

- la préservation et la restauration de l'intégrité des milieux naturels ;
- l'amélioration des qualités paysagères du site ;
- la garantie de l'agrément et de la sécurité des usagers.

Un site aménagé

Les travaux menés dans le cadre de l'aménagement du site, portent sur trois points principaux :

- **la matérialisation des cheminements piétons et la délimitation des zones sensibles au piétinement.** Différentes techniques de canalisation (monofils, bifils, ganivelles, revêtement textile) ont été employées, marquant plus ou moins le paysage, selon l'ampleur de la fréquentation. Le niveau d'aménagement le plus important se

trouve dans les zones les plus fréquentées et donc les plus dégradées (figure 1) ;

– **la restauration des sols érodés et de la végétation.** Outre l'exclusion de certains secteurs à la fréquentation, différentes techniques d'aide à la restauration ont été mises en œuvre : filet biodégradable, décompaction superficielle du sol, transfert de végétation ;

– **l'aménagement paysager.** Divers aménagements ont été réalisés afin d'améliorer la fonctionnalité du site, notamment par une réorganisation du stationnement et la mise à disposition de divers équipements indispensables tels que sanitaires, aires pour vélos, mobilier intégrant les containers à déchets.

Une opération à évaluer

Les aménagements du site ont été conçus et réalisés par des professionnels ayant une bonne connaissance du milieu et des techniques de restauration écologique. Néanmoins, malgré le diagnostic établi par l'équipe de maîtrise d'œuvre, aucune cartographie de l'état des lieux initial préalable aux aménagements n'a été réalisée. Il est à noter qu'il n'existe pas non plus de plan précis localisant les différents dispositifs. Seuls des plans d'aménagement global ont été réalisés et aucun suivi n'a été prévu dans le cadre de ce projet d'aménagement.

Lors de rencontres entre gestionnaires et scientifiques, notamment à l'occasion de visites de terrain dans le cadre d'enseignements, l'absence de suivis permettant l'évaluation du succès de l'opération est apparue fortement problématique. En effet, dans le cas des milieux littoraux, les dynamiques de restauration vont être fortement influencées par les contraintes du milieu (vent, salinité, sécheresse...). La restauration risque donc d'être hétérogène et nécessitera des ajustements.

Les gestionnaires du site ont souhaité la mise en place d'un dispositif de suivi permettant d'avoir une vision globale de la restauration du site.

Quelles méthodes pour les suivis ?

Quels objectifs de suivis ?

Avant de mettre en place un dispositif de suivis, il est fondamental d'adapter ce dispositif aux objectifs et au contexte local.

En effet, 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 (Aronson *et al.*, 1993 ; Cairns *et al.*, 1993). 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 des conditions stationnelles et de l'état de l'écosystème. Les méthodes utilisées doivent également 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 également 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.

Les méthodes disponibles

Dans le domaine de l'écologie de la restauration, les méthodes classiques d'observation et de caractérisation de la végétation visent soit

▲ Figure 1 – Aménagements forts sur le secteur de Port Blanc : canalisation du public par des ganivelles hautes.

à analyser un milieu homogène, et concernent alors un espace souvent restreint, soit à observer l'organisation spatiale d'un milieu.

Dans le premier cas, les méthodes généralement utilisées sont :

– les lignes permanentes de points-contacts. La végétation est observée sur le long d'une ligne, généralement sur cent points équidistants, par contact avec une tige verticale ;

– les quadrats. Les observations sont réalisées sur des surfaces délimitées, de taille variable (le plus souvent de l'ordre du mètre carré), répétées (souvent dix fois). Au sein de chaque quadrat, un relevé exhaustif de la flore est effectué, un pourcentage de recouvrement étant affecté à chaque espèce ;

– les relevés phytosociologiques. Sur une surface suffisante, un relevé exhaustif de la végétation est effectué, un coefficient d'abondance-dominance étant affecté à chaque espèce.

Les données disponibles à ce jour concernant les suivis d'opérations de restauration appartiennent généralement à cette catégorie. Or, ces méthodes ne permettent de connaître l'évolution du couvert végétal qu'aux endroits précis où elles sont mises en œuvre ; elles ne donnent donc qu'une image partielle de la restauration des sites. Elles nécessitent en outre de très bonnes connaissances en botanique et en écologie.

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 habitats correspondent à des types de végétation définis selon la typologie Corine Biotopes³ reprise dans EUR 27, et reposant en grande partie sur la nomenclature phytosociologique. Chaque habitat d'intérêt communautaire est éventuellement caractérisé par des paramètres permettant de définir son état de conservation (Hardegen *et al.*, 2001).

Une cartographie simplifiée pour l'évaluation globale de l'opération

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 phytosociologique n'a pas été retenu.

Une liste de paramètres à prendre en compte pour répondre à la problématique d'évaluation a ainsi été établie. Les paramètres retenus doivent permettre d'une part de décrire la zone considérée (tableau 1), et d'autre part d'analyser l'état du couvert végétal et des sols (tableau 2). La

3. La base de données Corine Biotope est une typologie des habitats naturels et semi-naturels présents sur le sol européen.

▼ Tableau 1 – Paramètres de description de l'entité.

Paramètre	Secteur	Polygone	Type d'aménagement	Substrat	Pente
Information, valeur ou codage	Le site est découpé en 16 secteurs correspondant aux photographies aériennes	Au sein de chaque secteur, les polygones sont numérotés	<i>Mono</i> : monofil <i>Bif</i> : bifils <i>ganiH</i> : ganivelle haute <i>ganiB</i> : ganivelle basse <i>Jute</i> : filet de jute <i>Coco</i> : filet coco <i>Dec</i> : décompactage	<i>Rank</i> : ranker <i>PS</i> : placage sableux <i>DP</i> : dune perchée <i>Sorg</i> : sol organique et arène	0 : plat I : pente faible II : pente moyenne III : pente forte

▼ Tableau 2 – Paramètres de description de l'état de l'entité.

Paramètre	Sol nu	Hauteur de la végétation	Érosion	Espèces dominantes	Remarques
Information, valeur ou codage	0 : pas de sol nu I : 1-10 % II : 10-50 % III : > 50 %	0 : pas de végétation I : < 10 cm II : 10-30 cm III : > 30 cm	0 : pas d'érosion apparente 1 : ébauche de ravines 2 : ravines marquées 3 : forte érosion	3 espèces dominantes	Notamment présence d'invasives. Autres éléments.

plupart des descripteurs sont déclinés sous forme d'indices correspondant à des classes de valeurs, facilitant la prise de notes.

Concernant la composition floristique, seules les espèces dominantes sont relevées, ce qui permet de déterminer le type de végétation observé.

Les relevés de terrain et le contournage des différentes entités de végétation homogène sont réalisés à l'aide de photographies aériennes transférées sur un système d'information géographique (SIG).

État des lieux

La cartographie de l'ensemble des surfaces aménagées, soit environ 39 ha, a été réalisée en quatre jours, par une vingtaine d'étudiants de master 2 professionnel « Aménagement et environnement » (Institut de géoarchitecture, Université de Bretagne Occidentale).

Les données recueillies permettent d'établir un premier état des lieux, environ deux ans après la mise en place des aménagements. Elles permettent d'ores et déjà d'identifier les secteurs les plus problématiques en termes de restauration, mais l'évaluation réelle globale ne pourra être réalisée qu'après avoir renouvelé les observations d'ici deux à trois ans.

Ces données sont stockées dans une base SIG, ce qui permet d'en extraire des cartes et des données statistiques globales ou localisées. Cet outil permet de traiter l'information soit au niveau de chaque paramètre, comme par exemple l'érosion (figure 2, tableau 3), soit de façon combinée (figure 3, tableau 4).

Les observations concernant la végétation donnent une vision des grands ensembles de végétation, ainsi que de la végétation potentielle sur chaque entité. Les suivis des espèces dominantes permettront également de détecter l'apparition éventuelle d'espèces indésirables (il est à noter que la présence d'espèces invasives est systématiquement inventoriée), ou d'évolution imprévue ou non souhaitée du système.

Discussion et perspectives

La communauté des acteurs de la restauration écologique et de l'écologie de la restauration semble convaincue de la nécessité de disposer d'une évaluation des opérations de restauration écologique. Néanmoins, la mise en œuvre de cette évaluation est confrontée à plusieurs diffi-

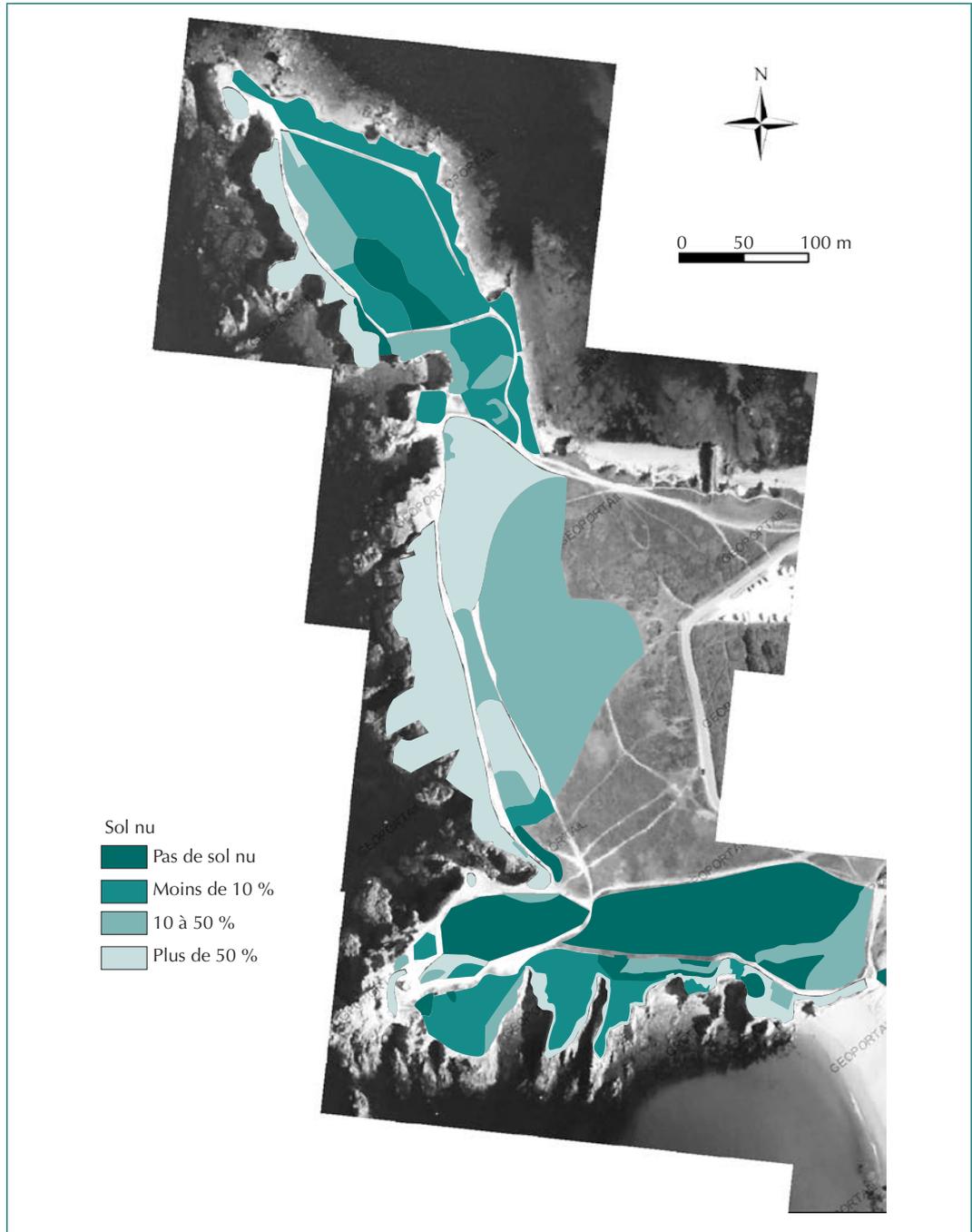
cultés. D'une part, les moyens nécessaires sont rarement prévus dans les budgets des opérations de restauration écologique, et cette évaluation paraît souvent anecdotique ou accessoire notamment aux yeux des décideurs politiques, soucieux de ne pas investir dans des dépenses inutiles. D'autre part, il existe parfois un décalage important entre les modalités d'évaluation idéale imaginée par les scientifiques, et les moyens dont disposent les gestionnaires du site. En effet, s'il est possible de mettre en place des dispositifs très lourds de suivis comprenant de multiples analyses physico-chimiques, voire génétiques, au sein de sites ateliers ou dans le cadre de grands programmes de recherche, cela est tout simplement inimaginable sur la plupart des sites. Il convient donc d'envisager des méthodes de suivis fondées scientifiquement et qui permettent une réelle évaluation de la restauration du système, tout en restant accessibles à la plupart des gestionnaires. En effet, si la connaissance précise des mécanismes intervenant sur certains sites est fondamentale, elle doit être complétée par l'acquisition de données plus globales sur un nombre maximal d'autres sites.

La méthodologie proposée nous semble répondre à cet objectif : elle est en effet relativement simple à mettre en œuvre, permet de couvrir d'assez grands territoires tout en permettant un réel suivi du système. L'évaluation de la restauration par cette méthode permet en outre d'intégrer plusieurs échelles de réflexion. En effet, l'état de restauration peut être observé à l'échelle de l'entité cartographie (station), d'un secteur particulier du site, ou de l'ensemble de celui-ci.

Cairns *et al.* (1993) ont déterminé un certain nombre de critères pour définir un bon indicateur des suivis. La méthode proposée répond de fait à certains de ces critères, notamment le caractère non destructeur, la possibilité d'une large application, son caractère intégratif et son adaptation à l'échelle de la restauration. D'autres critères restent à valider, notamment sa reproductibilité (effet observateur), sa sensibilité et sa pertinence biologique, le rapport coût-efficacité et son inter-prétabilité à la fois scientifiquement et par les gestionnaires. Pour ce faire, la méthode est actuellement testée sur différents sites dans le cadre du programme de recherche LITEAU II conduit par l'Institut de géoarchitecture (EA 2219).

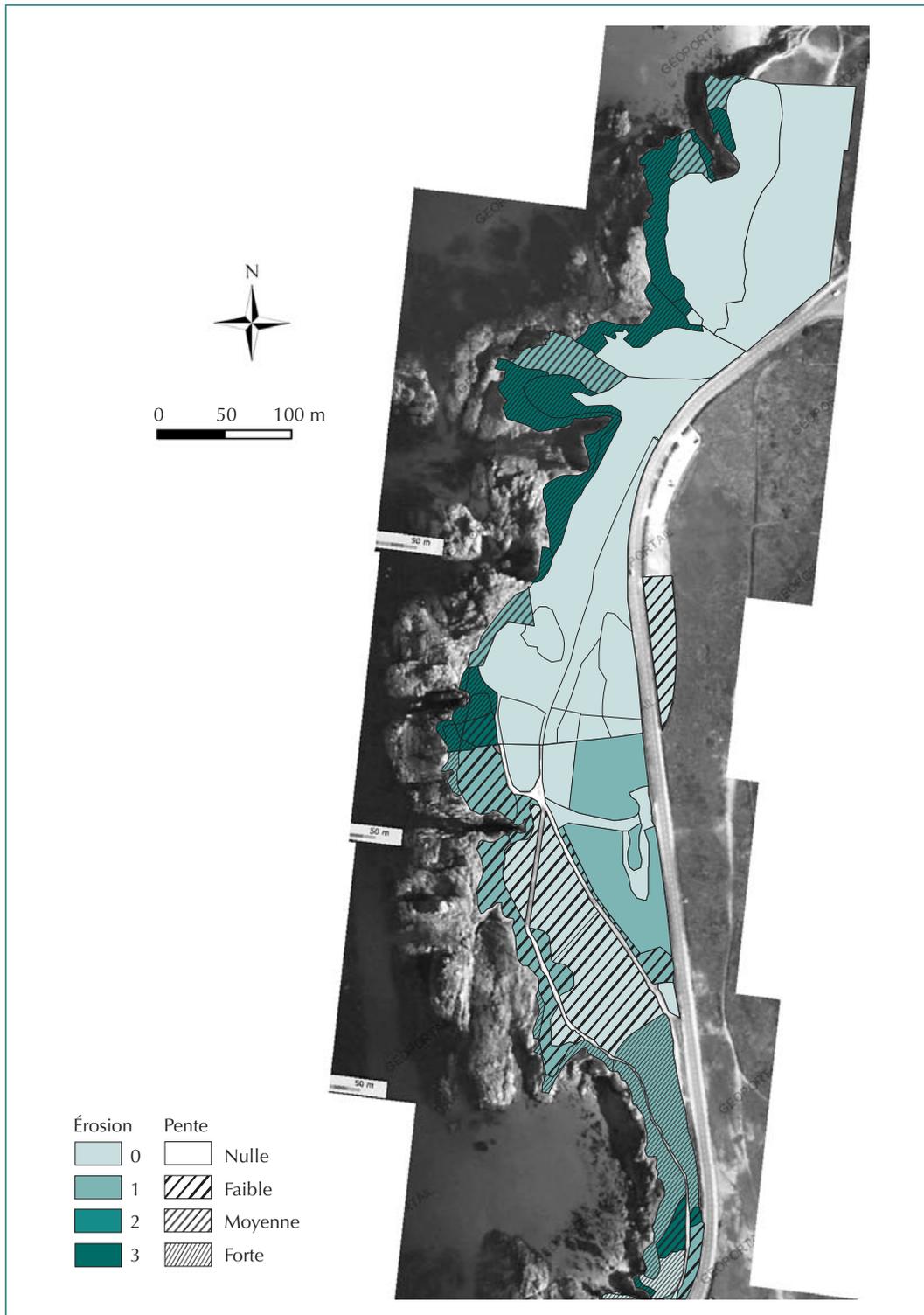
Pour disposer d'une analyse complète des impacts d'une opération de restauration, ce type de suivi doit être mis en place avant la réalisation

► Figure 2 – Pointe du Percho : répartition des différents niveaux de sol nu. (Fond Ortholittoral 2000, via Géoportail).



► Tableau 3 – Surfaces occupées par les différents niveaux de sol nu sur l'ensemble de la zone cartographiée.

% sol nu	Surface (ha)
0	11,5
< 10 %	9,8
10-50 %	8,3
< 50 %	9,5



▲ Figure 3 – Combinaison de deux facteurs : érosion et pente, visualisation sur un secteur. (Fond : Ortholittoral, 2000c, via Géoportail).

► Tableau 4 – Surface des différents niveaux d'érosion, pour chaque classe de pente, sur l'ensemble du site cartographié. Le niveau 0 correspond à l'absence d'érosion apparente et le niveau 3 à une érosion fortement marquée.

Pente	Érosion	Surface (ha)	%
0 (nulle)	0	11,78	81,7
	1	2,21	15,3
	2	0,24	1,7
	3	0,18	1,2
1 (faible)	0	7,52	69,5
	1	2,29	21,2
	2	0,58	5,3
	3	0,43	4,0
2 (moyenne)	0	4,26	45,8
	1	1,5	16,1
	2	1,62	17,4
	3	1,93	20,7
3 (forte)	0	1,11	25,0
	1	1,11	25,1
	2	0,21	4,8
	3	1,99	45,1

de celle-ci, puis réalisé à intervalles réguliers au cours des années suivantes, sur une période la plus longue possible. Il n'est sans doute pas nécessaire de renouveler les relevés tous les ans, et une fréquence de tous les deux (en début de restauration) à cinq ans (quand l'état est jugé satisfaisant) est probablement suffisante.

Néanmoins, l'absence de relevés initiaux (qui est le cas le plus courant) ne doit pas être considérée comme un obstacle définitif à l'évaluation d'une opération et l'évaluation peut se faire *a posteriori*.

Cet exemple de l'évaluation des opérations de restauration écologique montre à quel point les

collaborations entre gestionnaires, scientifiques et praticiens sont essentielles, à la fois pour la réussite des opérations, mais aussi pour l'acquisition de données scientifiques. Elles permettent aux gestionnaires de disposer de connaissances écologiques actualisées, et aux scientifiques de rester au contact des interrogations concrètes des gestionnaires. Elles incitent les scientifiques à s'interroger sur la traduction appliquée de leur démarche fondamentale et ainsi à trouver un équilibre entre une connaissance fine des processus écologiques, indispensable en écologie de la restauration, et les besoins directs des acteurs de la restauration écologique. □

Résumé

Parmi les nombreuses opérations de restauration écologique menées sur les sites sur-fréquentés du littoral atlantique français, peu d'entre elles font l'objet de suivis scientifiques, pourtant indispensables à l'évaluation du succès des techniques mises en œuvre. Ces suivis permettent également d'identifier les blocages ou les dérives dans la dynamique des systèmes concernés. L'une des raisons de ce manque de suivis est peut-être l'absence d'une méthodologie standardisée, simple d'application et permettant une évaluation globale des opérations. Dans le cadre d'une collaboration entre scientifiques et gestionnaires, nous avons construit une méthode d'évaluation fondée sur une cartographie simplifiée (en cours de validation) reposant sur des critères permettant de suivre l'évolution du système, sans nécessiter de connaissances approfondies en botanique ou en écologie. L'objectif est de disposer d'une méthodologie pouvant être mise en œuvre à intervalles réguliers, sans coût prohibitif, dans le cadre d'opérations récentes, mais aussi *a posteriori*, dans le cadre de l'évaluation d'opérations plus anciennes.

Abstract

Among the numerous operations of ecological restoration set up in particular on over-frequented sites of the French Atlantic coast, only few of them are the object of scientific (follow-up) monitoring, which are necessary for the evaluation of the success of used techniques. These surveys also allow to identify the blocking or the drift in the dynamics of the concerned systems. One of the reasons of this lack of such surveys is the absence of standardized, simple methodology allowing a global evaluation of such operations. Within the framework of a collaboration between scientists and site managers, we established a method of evaluation based on a simplified mapping and criteria allowing to monitor the dynamic of the system, without requiring deepened knowledge in botany or in ecology. The objective is to define a methodology which can be operated at regular intervals, without prohibitive cost, within the framework of recent operations but also for *a posteriori* evaluation of older ones.

Bibliographie

ARONSON, J., FLORET, C., LE FLOCH, E., OVALLE, C., PONTANIER, R., 1993, Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semiarid regions. I. A view from the south, *Restoration Ecology*, n° 1, p. 8-17.

CAIRNS, J. JR, et al., 1993, A proposed framework for developing indicators of ecosystem health, *Hydrobiologia*, n° 263, p. 1-44.

GALLET, S., BIRET, F., LEBRAS, G., 2008, Restoration operations of cliff vegetation along the French atlantic coast : Where, Who, Why, How ?, in : *8e Conférence européenne d'écologie de la restauration*, Gand, Septembre 2008.

HARDEGEN, M., GOURMELON, F., BIRET, F., MAGNANON, S., 2001, La cartographie des habitats terrestres dans les sites du réseau Natura 2000 en Bretagne, *Mappemonde*, n° 64, p. 19-23.

HOLL, K, CAIRNS, J. JR, 2002, Monitoring and appraisal, in : PERROX, M., DAVY, A., *Handbook of Ecological Restoration*, vol. 1, Principles of Restoration, p. 411-432.

KERAUDREN-AYMONIN, M., AYMONIN, G., 1985, Un élément de l'érosion côtière : la dégradation accélérée des landes et pelouses climaciques en quelques sites de la presqu'île de Crozon, Finistère, in : *107e Congrès Nat. Soc. Sav.*, Brest, 1982, p. 79-86.

SAWTSCHUK, J., et al., 2008, Restauration passive des végétations des hauts de falaises littorales de Bretagne : modélisation des processus de recolonisation, in : *Actualité de la recherche en écologie des communautés végétale*, Éd. Tec & Doc, Lavoisier, p. 137-144.