



# Conservation de la biodiversité dans les territoires

## Appréhender les dynamiques

Comment aller vers une meilleure prise en compte des dynamiques de biodiversité et de territoires dans les problématiques de conservation et d'aménagement ? Comment articuler les deux ? Découvrez au travers de ce document, les principales conclusions et pistes de recherche issues d'un Club « recherche-action » de la FRB. En croisant leurs visions et pratiques, décideurs, entrepreneurs, gestionnaires et chercheurs se sont notamment intéressés à la naturalité, à la séquence « Éviter, réduire, compenser » et aux métriques de dynamiques de biodiversité. Ils ont échangé autour d'exemples de mise en œuvre dans différents types d'écosystèmes, et pour des niveaux d'anthropisation variables. 15 fiches présentent ainsi des retours d'expérience, côté « recherche » et /ou « action ».





## Sommaire

---

Introduction — 4

Territoire(s), mais de quoi parle-t-on ? — 6

Les dynamiques de biodiversité :  
de l'état aux processus — 9

Les enjeux des politiques publiques  
et le cadre réglementaire : des points de  
friction — 10

Quelles prises en compte des dynamiques  
par les acteurs ? — 12

Quelles approches scientifiques  
pour répondre à ces enjeux ? — 14

Vers des indicateurs plus adaptés... — 16

Conclusion — 18

### Fiches

Renaturation des anciens salins de  
Camargue pour mieux s'adapter au  
changement climatique  
Patrick Grillas (LPO), Brigitte Poulin (Tour du Valat)  
— 21

Les nouvelles modalités de compensation  
intègrent-elles les dynamiques de  
biodiversité ?  
Brian Padilla (MNHN), Fabien Quetier (Biotope) — 27

Mieux prendre en compte les  
continuités écologiques dans les projets  
d'aménagement, notamment dans la  
séquence Éviter, réduire, compenser  
Sylvie Vanpeene (Inrae), Simon Tarabon (Université  
d'Avignon) — 33

Les limites écologiques, juridiques et  
politiques de la séquence ERC  
Fanny Guillet (MNHN), Brian Padilla (MNHN) — 41

La méthode Merci-Cor : de l'évaluation  
des impacts au dimensionnement de la  
compensation écologique en milieux  
coralliens  
Mathieu Pinault (GIE Marex) — 47

Création, en Normandie, du Programme  
régional d'espaces en libre évolution.  
Lydie Doisy (CEN de Normandie) — 55

Solutions fondées sur la nature en milieu  
marin : exemple d'éco-conception des  
mouillages côtiers

Sylvain Pioch (Université de Montpellier 3) — 61

Mettre en œuvre la séquence éviter réduire  
compenser à l'échelle d'un département :  
le cas de la Drôme

Céline Moutet (Conseil départemental de la Drôme)  
— 67

La biodiversité dans les projets d'énergies  
renouvelables

Anna Gourlia (Changeons notre Vision de l'Energie)  
— 73

Prendre en compte les abeilles sauvages  
dans la protection des pollinisateurs

Benoît Geslin (Aix-Marseille Université) — 81

Revégétaliser les montagnes alpines avec  
des semences issues d'espèces sauvages  
d'origine locale

Stéphanie Huc (Conservatoire botanique national alpin)  
— 87

Le Pavillon Vendôme : un parc écologique  
à la française

Cécile Albert (CNRS), Patrick Pot et Didier Pauner  
(Ville d'Aix-en-Provence) — 93

Le réseau Frene : la libre évolution comme  
choix de gestion durable

Frédérique Zelmire (Office national des forêts) — 99

Comprendre la dynamique des  
peuplements aquatiques au voisinage des  
aménagements de production d'électricité  
Véronique Gouraud, Anthony Maire et Laurence Tissot  
(EDF R&D) — 105

L'équarrissage naturel de grands animaux :  
une solution fondée sur la nature source  
de biodiversité

Thierry Leconte (Conservateur de la réserve naturelle  
des Courtils de Bouquelon) — 111

Références bibliographiques — 116

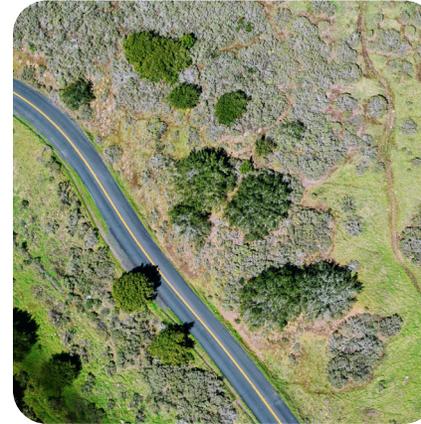
## Introduction

### Dynamiques du vivant et dynamiques des territoires : ça coince

Dans une période où les enjeux de biodiversité montent en puissance dans les perceptions des citoyens, des acteurs et des décideurs publics et privés, deux évidences se rappellent à toutes et tous.

D'une part cette biodiversité n'est pas un objet figé, une matière inerte et malléable. Elle est intrinsèquement dynamique dans ses compositions, ses structures, ses abondances, ses fonctionnements et ses évolutions (au sens darwinien), sur des temps courts, moyens et bien sûr très longs. Ceci est vrai à plusieurs niveaux d'intégration (des gènes aux écosystèmes), ainsi qu'à une multitude d'échelles spatiales (locales, régionales et globales).

D'autre part, nos coexistences avec cette biodiversité se définissent aux échelles également multiples des territoires humains dans l'espace et dans le temps. Ces territoires sont en effet eux-mêmes changeants, avec des dynamiques façonnées par les processus démographiques, politiques, sociologiques, économiques, mais aussi écologiques. Ces deux types de dynamiques et



de territoires, humains et non-humains, interagissent de fait au sein des socio-écosystèmes et en définissent les trajectoires historiques, géographiques et écologiques. Même si elles peuvent parfois co-évoluer, les rythmes, accélérations, inerties et régimes de perturbations de ces dynamiques humaines et non-humaines diffèrent souvent grandement. Et ce sont bien les frottements entre ces dynamiques qui sont au cœur de la crise de biodiversité actuelle.

Dans ce contexte, tenir compte des dynamiques de biodiversité dans la gouvernance des territoires humains est un impératif et un défi de tous les instants pour engager des politiques et des pratiques de conservation ambitieuses à l'échelle des changements transformateurs indispensables à une réelle coexistence entre humains et non-humains et aussi à la pérennité des sociétés humaines.

### Biodiversité

En s'appuyant sur la définition de la Convention sur la diversité biologique, la biodiversité peut être définie comme ce qui rassemble la diversité des organismes vivants (micro-organismes, plantes, champignons et animaux, – y compris l'espèce humaine) actuelle et passée. Elle s'organise à différents niveaux (gènes, espèces, populations, communautés, écosystèmes). Sa structure dépend et influence des interactions, fonctionnements, dynamiques et processus évolutifs de ses composantes. Elle contribue à façonner les milieux (terrestre, marin, dulçaquicole, c'est à dire d'eau douce) où elle est en interaction avec les éléments physico-chimiques.

### Fonctionnement

Le terme fonctionnement se réfère à l'ensemble des flux spatio-temporels (de matière, d'informations, de gènes, etc.) qui prennent place au sein des écosystèmes du fait des relations entre ses composantes (milieux et organismes vivants) et participent aux équilibres dynamiques qui les caractérisent. La fonctionnalité en est un élément. « Fonctionnel » peut aussi se référer aux traits (ou caractéristiques) des organismes qui jouent un rôle au sein d'un écosystème en prenant part à ces flux (producteur primaire, proie, prédateur, décomposeur, etc.).

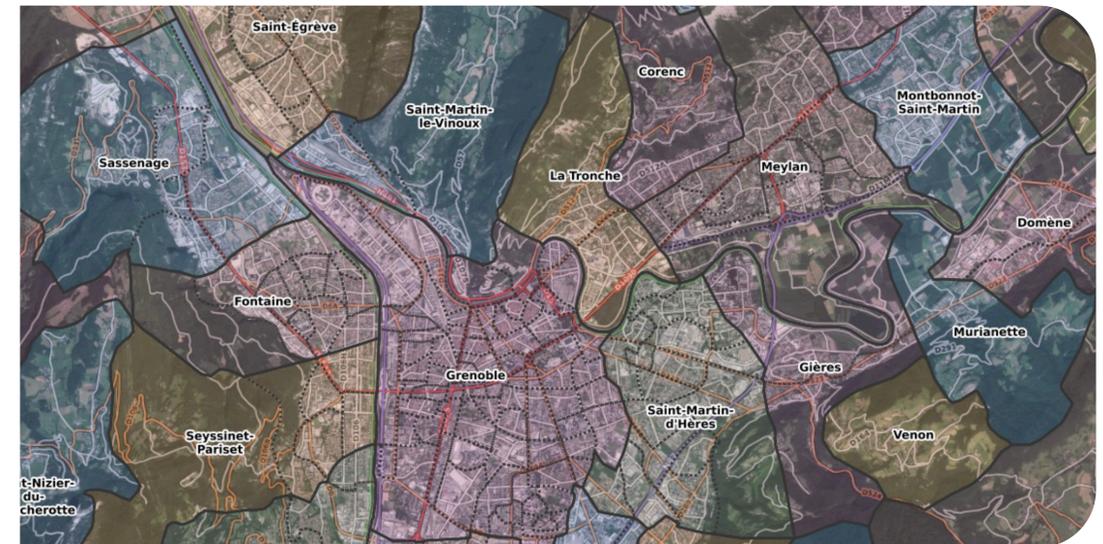
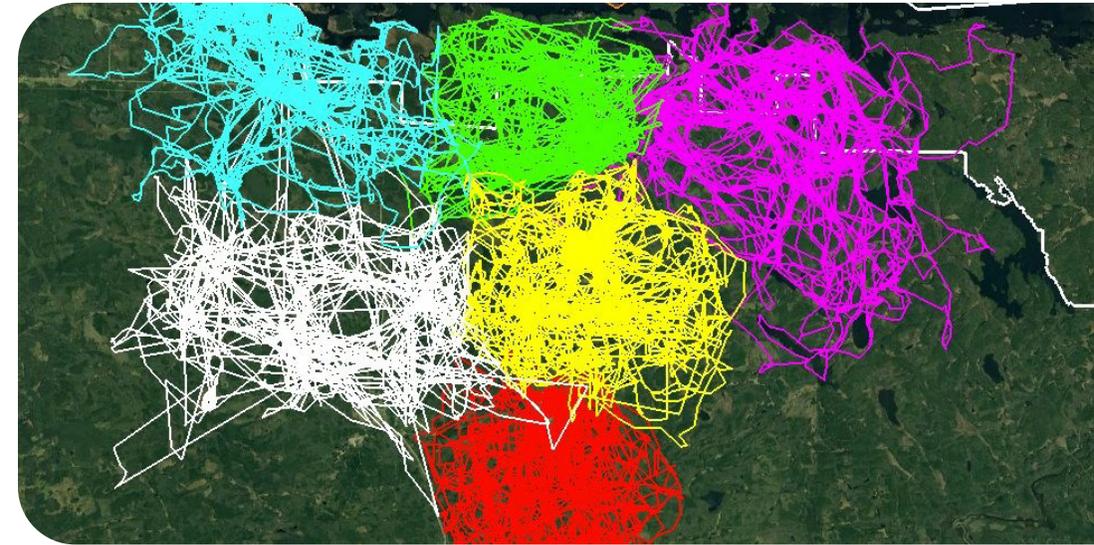
## Territoire(s), mais de quoi parle-t-on ?

Le terme *territoire* est souvent utilisé pour désigner un espace spatialement délimité, mais également approprié par identification, usage, possession ou juridiction. Dans le cadre de la géographie ou de l'anthropologie, l'appropriation et l'usage sont faits par un groupe humain qui vit ou exerce son autorité sur cet espace. Dans le cadre de l'écologie, l'usage est fait par les animaux, végétaux, champignons, bactéries etc. ou reflète un contexte physique (par ex. écorégion). Dans les deux cas il est intéressant de noter qu'en plus d'être polysémique, le terme territoire est multi-scalaire, car il peut s'étendre d'un espace restreint associé à un individu, humain et non-humain (par ex. pavillon avec jardin, domaine vital d'un hérisson) à un espace beaucoup plus large associé à un groupe humain ou non-humain (par ex. région administrative, domaine de chasse d'une meute de loups). Toutefois, les découpages et les échelles concordent rarement entre territoires naturels et territoires sociaux. Tout territoire s'inscrit également dans une temporalité : il est la résultante d'une histoire sociale (ex. histoire de l'Europe politique) et environnementale (par ex. succession végétale) et il a aussi des potentialités pour l'avenir (plusieurs trajectoires restent possibles, et à différents horizons temporels) qu'il peut être intéressant de soutenir par des approches prospectives (voir page 19).

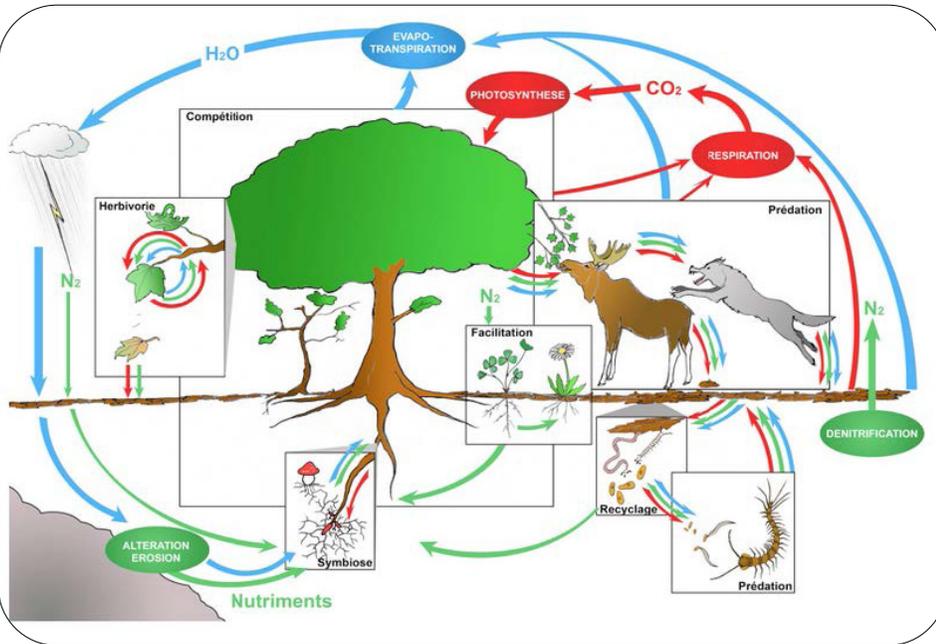
**Voir :**  
fiche 1, fiche 4, fiches 6 à 12

### L'État de référence

Si la réglementation fait appel à la notion d'état de référence (ou état initial) comme un objectif de conservation ou de restauration à atteindre (par ex. séquence) cette notion reste floue et hasardeuse quand elle concerne des systèmes (socio-)écologiques dynamiques. L'écologie historique et la paléoécologie nous apprennent en effet que les états antérieurs dépendent des horizons temporels qu'on se fixe. Il est donc nécessaire de passer d'une vision en termes d'état à une vision en termes de dynamique et d'une référence passée à un fonctionnement futur : la trajectoire est la finalité (cible mouvante).



L'appropriation et l'usage d'un territoire diffèrent entre les humains et les non-humains. D'un côté le territoire occupé par les espèces avec la carte des zones parcourues (points GPS) par six meutes de loups entre avril et octobre 2015 (en haut). ©The Voyageurs Wolf Project. De l'autre côté une représentation géographique des espaces humains, avec le découpage en communes de l'agglomération Grenobloise (en bas). © IGN, Insee



Représentation schématique des interactions et flux dans les écosystèmes. Les écosystèmes abritent des communautés d'espèces qui interagissent entre elles de différentes façons. On représente ici les principaux types d'interactions. Source : Mouquet *et al.*

## Les dynamiques de biodiversité : de l'état aux processus

La biodiversité est intrinsèquement dynamique. Elle est le résultat d'interactions et de processus écologiques multiples à différentes échelles d'espace et de temps, depuis les territoires des individus vivants jusqu'aux échanges de matière et d'énergie à l'échelle planétaire entre biosphère, sols, atmosphère, et océan. Les effectifs de populations et leurs fluctuations dépendent des processus qui prennent place au sein d'une population, c'est-à-dire aux dynamiques propres à une espèce donnée à un endroit donné (par ex. démographie). Ils dépendent aussi des interactions biotiques avec les autres espèces d'un même groupe c'est à dire la communauté, comme la compétition ou la facilitation. Ils dépendent également des interactions avec d'autres groupes d'espèces (par ex. prédation pollinisation) ou du milieu (par ex. photosynthèse) au niveau de l'écosystème, interactions dont certaines peuvent également être vues comme des flux de matière et d'énergie au sein de l'écosystème.

Ces flux se retrouvent ainsi dans l'espace, entre écosystèmes voisins (par ex. dispersion d'individus ou de pollen) et sont reliés à la répartition des espèces et aux modifications de leurs distributions.

Ces flux et processus sont soumis à des aléas extérieurs, eux aussi

dynamiques tels que les perturbations d'origines anthropiques ou non (par ex. feux, invasions biologiques, prélèvement, etc.) et les changements environnementaux (par ex. pertes et fragmentation d'habitats, rupture de continuités écologiques, changements climatiques, etc.).

Finalement, les dynamiques de biodiversité renvoient aussi aux notions d'évolution (au sens darwinien) qui traitent des changements génétiques et alléliques dans les populations et les changements de traits au sein des espèces. Maintenir des dynamiques de biodiversité, c'est maintenir des capacités de changements dans les effectifs (par ex. résilience de l'écosystème) mais aussi des organismes eux-mêmes à travers leurs possibles adaptations et leur évolution.

**Voir :**  
**fiches 1 à 15**

### Le temps

Prendre en compte les temporalités de la biodiversité, c'est intégrer le temps court et le temps long, aussi bien dans le passé que dans le futur.

Ces temporalités qui ne sont pas toujours en rapport avec celles des aménagements dans les socio-écosystèmes.

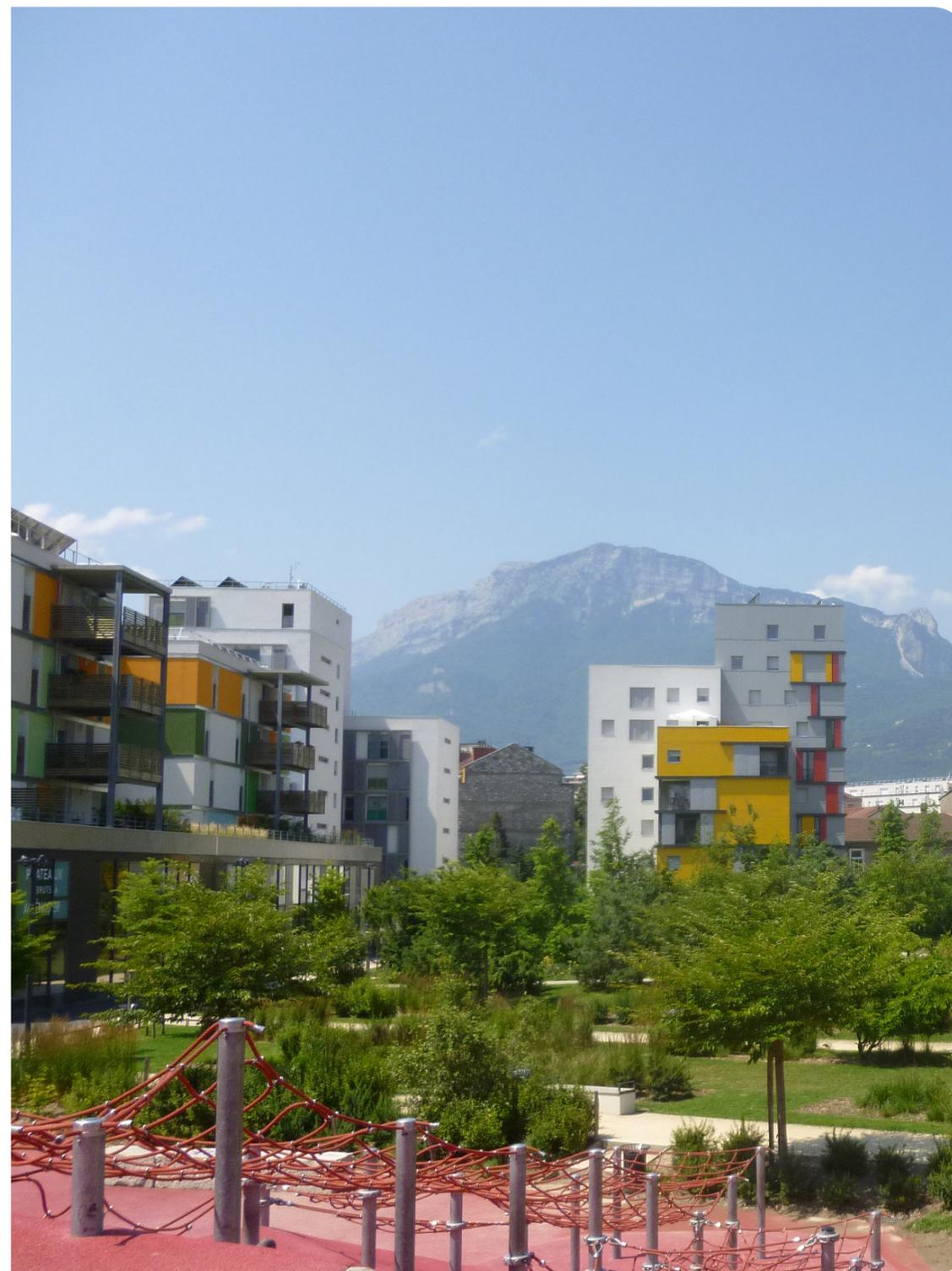
## Les enjeux des politiques publiques et le cadre réglementaire : des points de friction

---

Les retours d'expériences discutés en Club soulignent que les politiques d'aménagement sont pensées à court terme, de manière trop figée et dans un cadre réglementaire qui appelle un diagnostic peu pertinent puisqu'il méconnaît les dynamiques de biodiversité. La mise en œuvre de ces politiques territoriales, dans ce cadre réglementaire « fixiste », conduit souvent à proposer des solutions simplistes pour corriger des impacts bien réels : recherche de stabilité coûte que coûte ou reproduction à l'identique (état de référence de paysages, d'espèces, etc.). Cette vision réduit le panel des possibles en omettant les potentialités et le fonctionnement des écosystèmes. Les procédures réglementaires engagent à tenir compte des statuts des habitats et des espèces, sans compréhension globale du fonctionnement des écosystèmes et avec peu de projections dynamiques. Plus encore, il est difficile de penser de quelconque « naturalité » ou « cible mouvante » lorsque ce champ sémantique est absent de la réglementation – le terme « conservation » prêtant lui-même à confusion. Le cadre réglementaire actuel de la séquence « Éviter, Réduire, Compenser (ERC) » illustre ce questionnement.

Certains acteurs de terrain préconisent d'adopter une vision prospective globale qui mêle planification spatiale et évolution de la biodiversité, modélisation et scénarisation : planifier des « zones à éviter » peut s'avérer efficace sur le plan écologique et moins coûteux que la compensation. Surtout, ils recommandent d'élargir l'approche ERC à d'autres secteurs (urbanisation, utilisation de produits phytosanitaires, etc.) et pour des effets cumulés (petits projets, zones distantes, etc.). Ils préconisent également que les critères de décision intègrent les possibles changements de perceptions et d'usages. Outre l'enjeu d'intégrer la complexité des dynamiques de biodiversité dans le droit, il s'agit de réduire les pressions, d'articuler les temporalités, de prendre en compte l'emboîtement des échelles spatiales... bref, d'être opérationnel tout en laissant de la latitude à l'expression du vivant.

**Voir :**  
**fiches 1 à 5 et fiches 7 à 13**



## Quelles prises en compte des dynamiques par les acteurs ?

---

Du côté des acteurs, il existe une grande variété de compréhension et de prise en compte des dynamiques, allant du « faire avec » jusqu'à la conviction que laisser libre court à ces dynamiques est bénéfique pour la biodiversité en elle-même et pour les services écosystémiques associés. Ce « postulat » d'effets systématiquement positifs sur les services écosystémiques pouvant d'ailleurs être questionné. Certains acteurs se rejoignent sur des problématiques de gestion d'espaces et d'espèces ; d'autres questionnent activement la limitation de leurs impacts ; d'autres encore échangent dans le cadre réglementaire de la séquence « Éviter, réduire, compenser ». Pour certains acteurs, l'adhésion à des objectifs communs et l'engagement volontaire sont primordiaux pour passer à l'action, plus qu'un cadre réglementaire ou qu'une stricte prise en compte de critères ou de références écologiques.

Dans tous les cas, intégrer les dynamiques de biodiversité dans les pratiques suppose de réévaluer les héritages culturels, les représentations, les usages professionnels – que cela soit pour soutenir ces dynamiques ou pour en prendre acte. Ainsi, pour certains, revoir les pratiques appelle un effort, une « révision à la hausse des seuils de tolérance aux dynamiques ».

C'est aussi l'opportunité de faire évoluer ses connaissances et savoir-faire afin de garantir l'efficacité des actions entreprises.

Quant aux résultats d'une plus grande place laissée aux dynamiques, les acteurs les accueillent de façon diverse :

- Positivement lorsque qu'il y a un maintien des usages doublé d'une limitation des impacts sur les espaces naturels, ou lorsqu'il y a conjonction entre restauration écologique, politiques publiques et soutien de filières économiques ancrées localement ;
- Négativement lorsque les processus naturels supposent la remise à plat d'une culture séculaire d'aménagement et de maîtrise pour des usages économiques ou récréatifs, et ce particulièrement dans des territoires avec un fort sentiment d'appropriation.

Dans tous les cas, les changements paysagers qui découlent des nouveaux modes de gestion invitent à repenser les normes du « beau » et du « propre », de « l'efficace », de la préservation ou la création de « valeurs ».

### **Voir :**

**fiches 1 à 3 et fiches 5 à 14**

### **Les acteurs**

Les acteurs évoqués sont aussi divers que leurs intérêts et leurs motivations pour s'intéresser à la question des dynamiques de la biodiversité.

→ Il s'agit des habitants d'un territoire qui souhaitent préserver un paysage, faire usage d'espaces naturels, s'assurer de la sécurité de leurs biens et de leur personne.

→ Ce sont aussi des gestionnaires d'espaces et d'espèces (travaillant en parcs nationaux, en conservatoires botaniques ou d'espaces naturels, etc.), des opérateurs de sites naturels de compensation : leurs motivations sont surtout de connaître la biodiversité, les effets des pressions qui s'y exercent, de la préserver et de concilier les usages.

→ Les porteurs de projets, les usagers du foncier (collectivités locales et territoriales, aménageurs, promoteurs, etc.) et les acteurs qui effectuent des diagnostics (bureaux d'étude, associations naturalistes, etc.) ainsi que les services de l'État travaillent ensemble pour concilier aménagement ou développement d'activités (artificialisation d'espaces (semis) naturels, morcellement de linéaires naturels, etc.) avec la réglementation et la limitation des impacts sur la biodiversité voire sa restauration.

→ Enfin, les exploitants des ressources (forestiers publics et privés, agriculteurs) mettent en avant les liens à réaliser entre exploitation et préservation de la biodiversité.

→ Les chercheurs constituent également un groupe d'acteurs totalement partie prenante des débats et des actions.

### **Naturalité et libre évolution**

Naturalité, spontanéité, laisser faire, libre évolution, féralité, sauvage, sauvageté, ré-ensauvagement, hémérobie, etc. autant de termes portant sur les niveaux d'anthropisation des socio-écosystèmes. Il en est de même pour les cibles de conservation ou de restauration avec : état de référence, bon état de conservation, condition écologique, santé écologique, réhabilitation, réaffectation, etc. Les subtilités, les tensions, les glissements de ces termes peuvent être lus avec différents regards : philosophique, écologique, économique, juridique, géographique, linguistique, etc. Ces termes, dans leur diversité, ont aussi de nombreuses implications dans la pratique. Concernant la « naturalité », s'agit-il d'identifier des espaces susceptibles d'avoir été historiquement peu anthropisés - comme sous le vocable anglo-saxon de « *wilderness* » - ou de considérer des espaces déjà anthropisés où des entités et des processus naturels reprennent leur place ? Le terme « naturalité » est donc un vocable intermédiaire : sans définition unanime, absent des études d'impact, il est néanmoins utilisé par de nombreux acteurs, chercheurs et institutions de gestion territoriale.

Le vocable de « libre évolution », plus récent, prend une place croissante et met en lumière les dynamiques, les fonctionnements et, le cas échéant, l'évolution au sens darwinien au sein des écosystèmes. Cela permet de repenser les objectifs et les pratiques de gestions dans des contextes de réduction de l'anthropisation des milieux.

## Quelles approches scientifiques pour répondre à ces enjeux ?

Appréhender les dynamiques pour conserver la biodiversité dans les territoires fait écho à de nombreuses disciplines académiques telles que l'écologie, la géographie, le droit, la sociologie ou l'histoire. Ces disciplines sont complémentaires et peuvent venir en appui aux décisions d'aménagement dans les territoires.

La collecte et l'analyse de données pertinentes et qualifiées – issues d'observations, expérimentations, entretiens, etc. – sont, dans tous les cas, cruciales pour répondre aux questionnements scientifiques sur les territoires.

Trois outils ressortent comme particulièrement pertinents mais sont sous-utilisés pour répondre à ces enjeux :

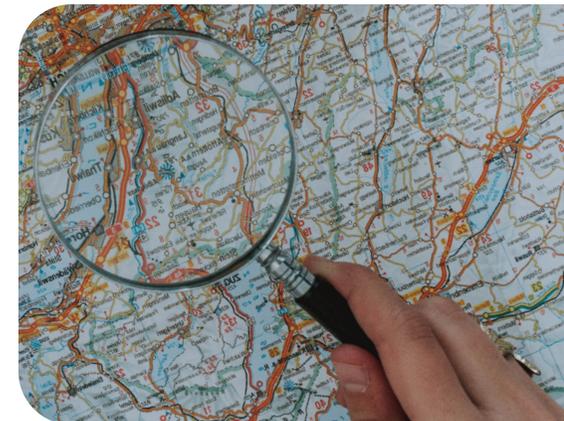
- D'un côté, les suivis temporels de long terme (voir très long avec la paléoécologie) sont essentiels pour documenter les changements spatio-temporels de la biodiversité dans les territoires et permettent des analyses rétrospectives. Toutefois, maintenir une continuité ou une récurrence de ces suivis demeure une difficulté – et ce aussi bien du côté des acteurs que du monde académique - pour des raisons financières, logistiques (par ex. accès difficiles, autorisations administratives, etc.) et méthodologiques (par ex. documenter les changements de suivis, etc.) ;
- D'un autre côté, les approches prospectives (scénarii, modèles, etc.)

permettent de se projeter dans le futur et d'en tirer des conclusions sur les aménagements ou la gestion à mettre en œuvre pour atteindre des objectifs de cohabitation entre humains et non-humains. Cela passe par l'élaboration de scénarii décrivant les trajectoires possibles d'évolution d'un territoire en intégrant ses spécificités et ses enjeux humains (par ex. démographie, nombre d'emplois/ha, aménagements, etc.) et de conservation. Scénarii que l'on peut ensuite utiliser pour nourrir des modèles (par ex. modèles de dynamiques de population d'espèces) et ainsi étayer les décisions de planification ;

- Enfin, il existe des outils – qui restent à améliorer - pour prioriser les espaces pour la conservation selon les enjeux de biodiversité. Ils permettent d'identifier les zones à éviter lors de la planification d'aménagements et de rendre les enjeux lisibles pour les élus et les acteurs à travers des cartes synthétiques. Ces outils doivent contribuer à renforcer les démarches d'évitement, de réduction et le cas échéant de compensation – dans l'ensemble des espaces, quel que soit leur degré d'anthropisation.

Les retours d'expérience dont il est question ici mettent régulièrement en avant des « solutions fondées sur la nature / sur les écosystèmes » sans toutefois utiliser ce vocabulaire.

La collecte de données, idéalement sur le long terme (ici un suivi d'herbier de posidonie), les échanges pour construire collectivement des scénarii et les outils de modélisation et de projection sont autant d'approches mobilisables pour discuter et appréhender les dynamiques de la biodiversité et des territoires.



Ces approches, développées et expérimentées à une échelle internationale, peuvent constituer un point de départ théorique et pratique à une « recherche-action » co-construite.

**Voir :**  
**fiche 1, fiche 3, fiche 5,**  
**fiche 10, fiche 14**

### Les données

Les données en général, et les données sur la biodiversité en particulier, n'ont jamais été si nombreuses qu'aujourd'hui. Pourtant, la donnée - vérifiée, pertinente, structurée et utilisable dans un cadre précis - demeure un sujet de convoitise (accessibilité faible données existantes mais dans une base réservée ou inaccessible), de questionnement (facilité d'interprétation, absence de métadonnées et d'explications sur les limites), de blocage (données non réutilisables, protocole non fourni) et de doutes (pertinence pour décrire des dynamiques). Une telle donnée devrait permettre de nourrir sans équivoque, et à toutes les étapes de développement, les réflexions et la mise en œuvre de gestion et d'aménagement des territoires. Les principes du partage devraient s'appuyer sur l'approche « Fair » pour Facile à trouver, accessible, interopérable, réutilisable.



## Vers des indicateurs plus adaptés...

Trop complexes, trop simplistes, trop nombreux, pas adaptés, pas harmonisés... la question des indicateurs reste prégnante parmi tous les acteurs. Les usages montrent que différentes dimensions de la biodiversité sont prises en compte - composition, structure et, parfois, fonctions -, parfois en combinant différents compartiments (sols, faune, flore, etc.) et en utilisant des indicateurs adaptés aux contextes locaux (par ex. plantes à fleurs sous-marines par exemple). En effet, l'état de la biodiversité est mieux documenté quand on utilise des indicateurs sur un éventail plus large de niveaux d'organisation que celui des espèces à un moment donné, en intégrant des éléments relatifs à son fonctionnement et à ses dynamiques. Malgré les pratiques diversifiées, de nombreux besoins subsistent, notamment en matière d'indicateurs abiotiques qui reflètent aussi le fonctionnement d'un écosystème et d'indicateurs biotiques qui témoigneraient du degré de spontanéité ou d'intégrité biologique. Dans certains cas, les activités humaines sont documentées, mais les liens entre indicateurs de biodiversité et indicateurs des dynamiques territoriales restent à construire.

Enfin, de façon générale, lors du choix d'indicateurs existants ou du développement de nouveaux indicateurs, quatre points semblent importants à prendre en compte :

- Si la pertinence spatiale d'un indicateur est souvent vérifiée, sa pertinence temporelle doit l'être tout autant ;
- Au-delà d'une relation linéaire entre la biodiversité et l'élément indicateur, il est utile d'aller vers la qualification de la magnitude (ampleur et force) et de la forme de la relation ;
- À minima, l'utilisation d'une batterie d'indicateurs « écologiques » (par ex. liés au fonctionnement d'herbiers marins) et « sociétaux » (liés à l'installation de systèmes de mouillage non destructif par exemple) est préconisée pour prendre en compte différentes facettes de la biodiversité, accompagner la décision, rendre compte des efforts et des améliorations ;
- Les pressions, relatives notamment aux dynamiques des territoires et aux pratiques humaines, doivent aussi être documentées de manière spatialisée et si possible mises en lien avec les états et dynamiques de la biodiversité. Il s'agit d'alimenter la compréhension des facteurs de changement de la biodiversité et de parvenir à nouer plus concrètement les liens entre activités humaines, pressions et impacts.

Dans tous les cas, les indicateurs doivent clairement être positionnés sur le gradient d'interface entre science et politique publique, entre crédibilité scientifique et praticabilité politique.

**Voir :**  
**fiche 5, fiche 6, fiche 9,**  
**fiche 11, fiche 13**



## Conclusion

---

Les travaux du Club et les retours d'expérience présentés dans ce document soulignent combien les acteurs rencontrent des défis inhérents aux dynamiques de la biodiversité. Ils mettent aussi en évidence les enjeux et les perspectives de travail. Les enjeux se cristallisent autour de la rencontre entre sciences et gouvernance dans les territoires.

Cette rencontre n'est pas triviale, aussi bien du point de vue académique (généricité, transposabilité, trouver les interlocuteurs), que du point de vue des autres acteurs (temporalité des solutions, coûts, degré de connaissance, trouver les interlocuteurs). Ces enjeux appellent différentes actions pour des échanges plus fluides entre élus, population, acteurs économiques, services de l'État en région, gestionnaires et chercheurs. En termes de perspectives de travail, il s'agit notamment de :

- Sensibiliser les citoyens et les décideurs aux enjeux associés aux dynamiques de biodiversité (protégée et non protégée), aux capacités d'évolution du vivant, de résilience, et aux effets des perturbations d'origines humaines ou naturelles. Les objectifs sont autant d'appuyer les pratiques d'aménagement et de gestion que de rebattre les cartes des perceptions des habitants d'un territoire ;

- Structurer et coordonner les acteurs pour une prise en compte globale, cohérente, spatialisée et anticipée de l'environnement à l'échelle d'un territoire, que ce soit pour la protection, la gestion d'espaces et d'espèces ou pour le déploiement de stratégies d'adaptation face à de grands enjeux contemporains (par exemple : changements climatiques, élévation du niveau de la mer, variation du trait de côte, etc.) ;
- Faire la part entre les connaissances sur la biodiversité et ses dynamiques, générales et transposables, et les spécificités locales. Il s'agit de mieux connaître les écosystèmes particuliers et les mécanismes écologiques associés (flux d'individus, flux de gènes, importance des continuités...) pour accompagner les acteurs, notamment ceux concernés par la séquence « Éviter, réduire, compenser », mais aussi les gestionnaires d'espaces et d'espèces. Dans ce cadre, les réflexions pourraient rejoindre celles tournées vers « l'intégrité des écosystèmes », réflexions portées par le cadre mondial de la Convention sur la diversité biologique (CDB) ;

- Co-construire des questions de recherche pour élaborer et tester des nouvelles pratiques de recherche et de gestion dans les territoires, en les plaçant dans un contexte de gestion adaptative (scénarisation des pratiques et des réponses associées, suivis à long-terme, rétroaction sur les pratiques, etc.). Les efforts restent par ailleurs à poursuivre pour collecter les données, développer des modèles plus justes tout en reconnaissant une marge d'incertitudes, élaborer des scénarios territorialisés, identifier les indicateurs pertinents, etc. ;
- Enfin, en matière de politiques publiques et de droit, une prise en compte plus rapide des retours de terrain et une réflexion sur les manières d'ouvrir le champ aux dynamiques de biodiversité semblent nécessaires.

La gouvernance et les rapports entre les acteurs peuvent aussi être repensés, aussi bien en termes de rôles (moins cantonner les porteurs d'enjeux écologiques à un rôle technique et les considérer comme des acteurs de développement territorial par exemple), qu'en termes de régulation des échanges (liens dus aux pratiques professionnelles, dynamiques partenariales volontaires orientées par des objectifs communs, etc. ont une place aux côtés des dispositifs réglementaires).

Pour répondre aux défis inhérents à l'articulation des dynamiques de la biodiversité et des territoires, des acteurs expérimentent déjà des cadres de pensée et des solutions opérationnelles. Un certain nombre sont mises en œuvre, façonnées en réponse aux enjeux et contextes locaux.

Ces réflexions, ces innovations doivent être promues : il s'agit à présent de faire fructifier les pistes d'action à plus grande échelle !



# FICHE 1

## Renaturation des anciens salins de Camargue pour mieux s'adapter au changement climatique

Patrick Grillas (LPO)

Brigitte Poulin (Tour du Valat)

**Mots clés :**

Politiques publiques, dynamiques, acteurs, approches scientifiques, indicateurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Dans un contexte d'élévation du niveau de la mer et de réduction drastique des sédiments grossiers apportés par le Rhône (et plus généralement les fleuves du fait des barrages et de la meilleure protection des sols contre l'érosion en montagne), il devient très difficile techniquement et économiquement d'empêcher la dynamique du trait de côte en Camargue et sur les littoraux méditerranéens sédimentaires en général. Alors que la protection des biens et des personnes est assurée par une digue en retrait du trait de côte, la rupture de la digue frontale qui protégeait les anciens salins donne une opportunité d'une part pour un ajustement souple du trait de côte et, d'autre part, pour restaurer la connectivité hydraulique et biologique de ces étangs avec le complexe lagunaire du Vaccarès et la mer.

Le Conservatoire du Littoral, ayant acquis ce territoire de 6527 ha (2008-2012), a désigné le Parc naturel régional de Camargue (PNRC) comme gestionnaire coordonnateur avec l'appui de deux structures gestionnaires d'espaces naturels contigus à savoir la Société Nationale de Protection de la Nature (SNPN), gestionnaire de la Réserve Nationale de Camargue (RNNC) et la Tour du Valat, pionnière dans l'élaboration de plans de gestion pour les espaces naturels. Dans ce consortium, les partenaires ont une expertise et une légitimité complémentaires pour la gestion des zones humides. La Tour du Valat apporte une expertise scientifique sur le fonctionnement et la biodiversité des écosystèmes lagunaires. La question de la renaturation se pose immédiatement dans le cas d'un ancien salin du fait des cloisonnements importants que cette activité nécessite. Elle s'est posée de façon beaucoup plus aiguë lorsque la digue marine frontale a cédé au cours d'un coup de mer fin 2009. Les gestionnaires ont été confrontés devant l'alternative de « laisser faire » ou réparer la digue.

## MISE EN ŒUVRE

Les principales activités scientifiques sont la modélisation de la dynamique hydrosaline qui a permis, dans un premier temps, de positionner et dimensionner les ouvrages hydrauliques nécessaires pour améliorer la connectivité hydro-biologique et atteindre des objectifs de biodiversité. Cela comprend aussi le suivi du milieu physique et du fonctionnement avec des enregistreurs de niveau d'eau et de salinité, des mesures de qualité de l'eau et du sédiment, le suivi biologique de différents compartiments : flore terrestre et aquatique, poissons, amphibiens et macro-invertébrés, avifaune terrestre nicheuse et oiseaux d'eau en toutes saisons. Il est aussi fait recours aux données satellitaires pour suivre la dynamique de la côte et le développement de la végétation. Les métriques associées concernent : la dynamique de la végétation (superficies par habitat), la position du trait de côte (SIG), les flux, niveaux et salinités de l'eau, l'abondance des espèces cibles (poissons, amphibiens, oiseaux) et les cibles sont les compartiments biologiques suivis et les conditions hydrosalines correspondantes.

Dans ce cadre de travail, l'état de référence est une question difficile malgré la transformation en salin relativement récente (années 70). Les raisons principales sont

l'élévation significative du niveau de la mer au regard des exigences des espèces aquatiques, l'impossibilité de reconstituer les superficies perdues en mer et les modifications physiques du milieu par l'activité saline : cela concerne en particulier de grands linéaires de digues qui n'ont pas été démantelées (ou seulement par la mer ou lors des tempêtes) et les modifications topographiques, puis hydrologiques, résultant de l'endiguement (sédimentation forte) et finalement par des stocks considérables de sels dans certains bassins qui seront très lents à réduire. Les milieux voisins notamment de la RNNC constituent un espace de référence, mais ne sont pas mobilisés en ce sens pour le moment. Une telle réflexion sera certainement utile dans une étape plus avancée de la restauration pour la partie du site située au nord de la digue de protection.

La mise en œuvre mobilise un vocabulaire précis associé aux dynamiques prises en compte. Ainsi, il s'agira de « reconnecter », de « décroisonner », c'est-à-dire de rétablir des connexions hydrologiques entre compartiments physiques et biologiques. Il s'agira aussi de « restaurer », entendu comme le fait de rétablir un fonctionnement spontané du milieu

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

physique et des communautés biologiques associées.

En termes de biodiversité, les changements résultant de cette nouvelle politique de gestion, appliquée aux 4000 hectares situés au sud de l'ouvrage de protection des biens et personnes, furent rapides et spectaculaires. Depuis 2010 la digue de front de mer a disparu ou est en voie d'effacement sur cinq kilomètres. Sur ces secteurs, on assiste, grâce au rétablissement de la dynamique côtière, à une reprise du recul du trait de côte accompagnée de la reconstitution d'une large plage de sable en arrière de l'ancienne ligne de défense du rivage. Des brèches se sont formées sur les digues intérieures (conçues pour la gestion hydraulique salinière, mais non adaptées aux variations de niveau d'eau induites par les reconnections directes avec la mer). Des chenaux de communication entre les étangs, qui avaient disparus du fait des endiguements, se sont naturellement reconstitués à la faveur des tempêtes. Aux abords des connexions permanentes avec la mer, l'installation de la Zostère naine (*Zostera nolte*) et de palourdes constituent les signaux d'un processus de marinisation. Plus au nord, la restauration des cycles hydrologiques naturels, avec l'arrêt des pompes d'eau de mer en été,

s'est traduite par une recolonisation rapide des formations de salicornes annuelles et pérennes (sansouïres) sur plus de 300 hectares. Au printemps, ces secteurs accueillent un cortège de passereaux caractéristique des sansouïres alors que leur submersion en automne et hiver attire canards de surface et limicoles.

Côté acteurs, les processus naturels en place s'opposent à la culture d'aménagement et de maîtrise de la nature très fortement ancrée depuis des siècles dans le delta du Rhône. Ceux-ci font d'autant plus débat qu'ils portent sur un territoire objet d'un fort sentiment d'appropriation par les populations locales qui en avait un usage exclusif pour la chasse, la pêche ou les activités de plage. Si le transfert au Conservatoire du littoral rend le site accessible à tout public sans distinction, les restrictions d'accès aux véhicules motorisés, qu'elles soient induites par le respect des réglementations ou par la disparition progressive des digues, ne sont pas toujours perçues positivement. Dans ce contexte, les missions de pédagogie et de concertation menées par les gestionnaires constituent un défi de taille à relever.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

De façon générale, la problématique est plus ou moins identique sur tous les littoraux sédimentaires méditerranéens et atlantiques malgré un fonctionnement marin différent. Dans tous les cas, un meilleur accompagnement des acteurs locaux, élus et populations aux problématiques de changements climatiques, d'érosion du littoral et d'élévation du niveau de la mer s'avèrent essentiels pour mieux définir et partager les stratégies d'adaptation.

Afin de produire des prévisions les plus réalistes possible et d'anticiper les mesures d'adaptation, au moins deux sujets nécessitent d'être creusés :

- La modélisation biophysique de l'interface terre (delta)-mer ;
- Le changement d'échelle dans les modèles, du local au régional.





# FICHE 2

## Les nouvelles modalités de compensation intègrent-elles les dynamiques de biodiversité ?

Brian Padilla (MNHN),  
Fabien Quetier (Biotope)

**Mots clés :**  
Politiques publiques, dynamiques

## PRÉSENTATION DU SUJET

Depuis la loi « Biodiversité » de 2016<sup>1</sup>, les mesures compensatoires peuvent être mises en œuvre suivant différentes modalités. Classiquement réalisées « à la demande » de l'obligé, projet par projet, il est désormais possible de s'acquitter de son obligation auprès d'un Site naturel de compensation. Pour les proposer comme mesures compensatoires, les opérateurs qui mettent en place et gèrent ces Sites naturels de compensation doivent engager des actions écologiques favorables à la biodiversité (par exemple : restauration d'un site naturel dégradé), définir ce que ces actions peuvent compenser, puis faire agréer le site concerné par l'État.

Le concept d'unités de compensation est utilisé pour définir la validité de la compensation ainsi proposée pour telle ou telle espèce et/ou tel ou tel habitat naturel, dans un périmètre géographique donné.

En mettant en œuvre des actions écologiques sur des sites plus grands, en amont de la réalisation des projets d'aménagement, et avec l'objectif de les faire agréer pour un périmètre géographique défini intelligemment, les opérateurs de Site naturel de compensation peuvent et doivent viser des gains écologiques sur le long terme au sein d'un réseau écologique robuste. La mesure compensatoire ne peut alors plus être le palliatif d'un mal localisé, mais doit viser l'accompagnement d'une dynamique positive pour la biodiversité, à une échelle spatiale et temporelle pertinente.

## MISE EN ŒUVRE

Cette nouvelle modalité de compensation, dite « par l'offre », doit permettre d'améliorer certaines pratiques actuelles :

- La réalisation des mesures compensatoires est anticipée par rapport aux impacts à compenser, ce qui évite le décalage habituellement observé dans la compensation « à la demande » entre l'occurrence des impacts et l'effectivité des gains ;
- La sécurisation à long terme de la vocation écologique des terrains porteurs de sites de compensation, dont le montage juridique et la pertinence de la localisation est appréciée en dehors de l'urgence qui prévaut habituellement dans la recherche d'opportunité foncières par les aménageurs cherchant à satisfaire les demandes de garanties des services instructeurs ;
- Pour maximiser son offre de compensation, l'opérateur d'un Site naturel de compensation a intérêt à entreprendre des actions écologiques de plus grande ampleur, en surface, tout en cherchant une cohérence écologique territoriale en veillant à localiser au mieux le site dans les trames vertes et bleues, et en intégrant l'ensemble des espèces et habitats pouvant être impactés autour du site.

Le changement d'échelle spatiale et temporelle de cette nouvelle modalité pourrait être plus intégrateur des aspects dynamiques de la biodiversité. Le rythme de création de ces Sites naturels de compensation est encore lent, et l'État a initié plusieurs chantiers visant à appuyer leur développement. Parmi eux, le lecteur pourra consulter un guide ministériel (début 2022) sur la création d'un tel site et un tableur d'analyse (Aubry *et al.*, 2020) de la faisabilité écologique et technique d'un Site naturel de compensation préparé par Inrae.

<sup>1</sup> Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Lors de la réalisation « à la demande » de mesures compensatoires, l'attention est portée essentiellement sur l'objet de biodiversité impacté par le projet, dans le cadre d'un processus bien précis. Une population d'espèces protégées, la présence d'une zone humide ou d'un habitat naturel particulier au sein d'un site du réseau Natura 2000 va guider le choix des mesures prises, leur localisation et les moyens qui y sont dédiés. En cherchant à neutraliser les impacts sur ces seuls éléments, suit-on réellement l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité défini par la loi de 2016 ? De nombreux observateurs témoignent du cadre restreint de l'application de la séquence et des écueils qu'il présente : une compensation partielle des éléments à plus fort enjeux de biodiversité, parfois au risque de négliger les premières étapes de la séquence éviter et réduire et de se contenter de compenser.

Cet engagement sur le long terme pose notamment deux questions cruciales :

- D'abord, celle du coût de la gestion du Site Naturel de Compensation une fois que sa biodiversité a été restaurée, et donc celle de son financement à long terme. Des Sites naturels de compensation qui nécessitent un entretien régulier seront mécaniquement plus coûteux et exposés à d'importantes risques quant à leur viabilité que des sites qui auront réussi à recréer des milieux capables de maintenir leur biodiversité avec un minimum d'intervention humaine. Ce résultat sera plus facile à atteindre si les sites sont suffisamment étendus et intégrés dans des trames écologiques qui permettent à certains processus écologiques, à grande échelle, (cycles de perturbations, mouvements de grands herbivores, prédation, etc.) de jouer pleinement leur rôle. Néanmoins, ceci suppose d'accepter davantage d'incertitudes dans les résultats écologiques attendus pour les espèces, habitats ou fonctions visées par la mesure compensatoire, alors qu'ils sont parfois spécifiés précisément dans des arrêtés d'autorisation. Bien que cette précision des résultats

à atteindre soit une avancée en termes de redevabilité des aménageurs et des opérateurs de Sites naturels de compensation, il faudra, pour leur efficacité de long terme, mettre en place une gestion adaptative de ces sites.

- Ensuite, celle de la résilience des Sites naturels de compensation face aux changements climatiques qui pourraient rendre caduc certains engagements pourtant spécifiés dans des arrêtés d'autorisation. On peut imaginer qu'à moyen terme, un Site naturel de compensation ne soit plus dans l'enveloppe bioclimatique

des communautés d'espèces, ou des écosystèmes qu'il ciblait. De nombreuses espèces protégées étant en limite d'aire de répartition en France, cette question doit être traitée tant au niveau de l'évaluation des impacts que de la conception des mesures environnementales des projets d'aménagement. Il faut également considérer les répercussions indirectes des changements climatiques, notamment en termes de pression sur la valorisation du foncier pour l'énergie ou l'alimentation.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D'ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Pour répondre aux défis que posent les coûts de gestion à long terme et les liens entre les changements climatiques et le déclin de la biodiversité, les Sites naturels de compensation devraient au terme de leur agrément avoir vocation à devenir des espaces à forte naturalité, laissés autant que possible en libre évolution, localisés stratégiquement dans les trames écologiques territoriales et préservés

des incidences d'activités futures par des statuts de protection adéquats.

Ainsi pensés et mis en œuvre, les Sites naturels de compensation pourront contribuer sur le long terme à l'effort collectif de restauration de nos écosystèmes et de leur biodiversité.



# FICHE 3

## Mieux prendre en compte les continuités écologiques dans les projets d'aménagement, notamment dans la séquence Éviter-Réduire- Compenser

Sylvie Vanpeene (Inrae),  
Simon Tarabon (doctorant)

Politiques publiques, dynamiques, approches scientifiques

## PRÉSENTATION DU SUJET

L'Inrae assure depuis 10 ans, au sein du centre de ressources Trame verte et bleue (TVB), du transfert scientifique en produisant des états de l'art, des analyses mais aussi des outils informatiques libres (extensions QGIS notamment). En parallèle, l'Inrae a aussi travaillé sur une meilleure prise en compte de l'évitement dans la séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC) (par exemple : projet E=RC+, programme Ittecop).

La TVB est une politique ambitieuse de préservation et de restauration des continuités écologiques à l'échelle des territoires - mais qui n'a pas créé d'outils nouveaux permettant sa mise en œuvre jusqu'à l'échelle locale. Sa prise en compte dans les projets d'aménagement, et en particulier les études d'impacts, doit assurer l'évitement, la réduction puis la compensation des effets négatifs sur les continuités écologiques pour conserver les possibilités de déplacement des espèces entre milieux pour réaliser leur cycle de vie. Pour s'assurer de la réussite de la démarche, il faut passer de la pratique actuelle de ne compenser, schématiquement, qu'une partie des destructions d'espèces protégées et des impacts sur l'eau et les zones humides à une approche plus

ambitieuse et innovante fondée sur le fonctionnement des écosystèmes. Il s'agit désormais d'aller au-delà de la préservation ou restauration d'habitats d'espèces isolés en évaluant la connectivité des habitats reliés par un réseau et en s'assurant que ces habitats restent fonctionnels. La viabilité des populations s'en trouvera améliorée à long terme car les échanges d'individus, de gènes seront davantage possibles.

En effet, plusieurs travaux de recherche ont signalé la faible prise en compte des enjeux fonctionnels de la biodiversité dans la séquence ERC. Les acteurs concernés soulignent leurs difficultés sur ces questions, parfois en regrettant le manque de pertinence des mesures compensatoires. Or, mettre en synergie ces politiques et améliorer la prise en compte anticipée et proactive des continuités écologiques dans les évaluations environnementales des projets, permettraient, à coût constant, une meilleure préservation de la biodiversité en privilégiant le maintien des capacités de déplacement des espèces en lien avec les dynamiques des populations.

## MISE EN ŒUVRE

Dans ce contexte, un travail sur une méthode de réflexion liant TVB et séquence ERC a été initié, ainsi que le développement d'un logiciel de modélisation (sous la forme d'une extension QGIS) basé sur les graphes paysagers pour améliorer la prise en compte des continuités écologiques dans les projets et leurs processus décisionnels. L'outil sera en libre accès et accompagné d'un guide technique, de tutoriels et de formations. L'objectif de l'outil est d'identifier les réseaux écologiques d'espèces, d'en évaluer leur fonctionnalité à partir de métriques de connectivité (à l'échelle locale pour hiérarchiser et spatialiser les enjeux de conservation, à l'échelle globale comme référentiel de connectivité sur l'ensemble de la zone d'étude dépendant de la mobilité des espèces) et de prédire, sous certaines conditions, la réponse des continuités écologiques à une modification d'occupation ou d'usage des sols liés à différents scénarios à toutes les étapes de la séquence ERC. Il doit ainsi faciliter l'évaluation des incidences induites par les projets, plans et programmes sur les réseaux écologiques et la proposition des mesures pour assurer une neutralité sur les continuités écologiques. Cela peut se traduire par l'identification de secteurs à préserver, car ils permettent de relier deux habitats ou réseaux écologiques (phase

évitements) ou de secteurs les plus favorables pour mettre en œuvre des actions de conservation et/ou de restauration des continuités écologiques, en récréant par exemple des milieux fonctionnels (haies, prairies, bosquets, etc.) ou en aménageant des passages à faune sous les voiries.

L'outil automatisera les processus de préparation des données d'entrée (par exemple, lors de la compilation de la carte d'occupation du sol initiale et associée aux différents scénarios) et d'évaluation de la connectivité écologique (pour chaque scénario et pour chaque espèce). Il proposera une analyse comparative des effets attendus pour chaque scénario et chaque phase de la séquence et des rendus graphiques sous forme de diagramme pouvant facilement être reportés par les acteurs dans les dossiers réglementaires. L'outil demandant un certain nombre de paramètres à renseigner (liés aux modèles basés sur les graphes paysagers ou aux espèces mobilisées (capacité de dispersion, préférences d'habitat, etc.), il facilitera l'appropriation des acteurs à partir de paramètres pré-remplis (par défaut, mais modifiables selon l'expertise de l'utilisateur).

## MISE EN ŒUVRE (SUITE)

L'outil permettra ainsi aux différentes parties prenantes (maîtrise d'ouvrage, autorité environnementale, etc.) de pouvoir discuter sur les scénarios d'aménagement en fonction des impacts identifiés pour chacun d'entre eux et de mieux s'approprier la nécessité de préserver/restaurer des habitats connectés entre eux. Il s'agira d'avoir une vraie démonstration basée sur des concepts clés de l'écologie du paysage pour choisir les variantes de projets les moins impactantes (éviter/réduire) et les secteurs où recréer des habitats fonctionnels (réduire/compenser) pour atteindre la même valeur de connectivité qu'à l'état initial ou pour l'accroître (gain écologique sur la connectivité). De plus, l'outil permettra de tenir compte du temps de développement de la végétation et de considérer les pertes dites intermédiaires. Pour cela, on dissociera, pour certains habitats (liés aux boisements notamment), la catégorie d'occupation du sol à court et à moyen termes (avant et après 10 ans par exemple), avec des coûts de friction plus ou moins favorables.

Les réflexions pourront être menées à l'échelle d'opérations (infrastructures de transport, zones d'activités, quartiers résidentiels, etc.) ainsi que pour la planification (Schéma de cohérence territoriale, Plan local d'urbanisme intercommunal, etc.).

Pour l'instant, associés à la théorie des graphes, les modèles de dynamiques de population relèvent encore du domaine de la recherche et ne sont pas encore transférables dans un outil simple comme celui proposé. La démarche est co-construite avec un groupe de travail national multidisciplinaire (chercheurs, bureaux d'étude, services de l'état, OFB, etc.) afin de valider les principes de développement de l'outil porté par Inrae d'ici 2022.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'outil est en cours de développement, sans retour d'expériences pour l'instant. Le cadre méthodologique se base néanmoins sur un travail de thèse<sup>2</sup> qui a montré que la démarche est pertinente sur le plan écologique puisqu'elle permet de tenir compte d'une composante de la biodiversité souvent mise de côté. Ces travaux portaient sur plusieurs sites d'études à des échelles variées, avec notamment le cas de l'aménagement du Grand Stade de Lyon et la mise en place d'une démarche anticipée et planifiée de la séquence ERC dans le cadre de l'urbanisation de la Métropole de Toulouse à l'horizon 2040. Ces différents exemples ont montré l'intérêt d'une telle démarche pour éviter les secteurs à forts enjeux écologiques dans les projets opérationnels ou les stratégies d'urbanisation, d'évaluer les impacts de différents scénarios envisagés et de mettre en place une stratégie de compensation en assurant l'absence de perte nette sur les habitats d'espèces et leur connectivité.

La mise en œuvre conjointe de stratégies de développement des territoires et de conservation de la biodiversité apporte ainsi de nouvelles perspectives pour garantir une neutralité écologique des projets d'aménagements. La démarche reste toutefois complexe à mettre en œuvre : cela demande aux praticiens des moyens et des connaissances techniques particuliers. L'outil développé doit faciliter l'application plus systématique de ces approches.

L'outil ne sera utilisé par les maîtres d'ouvrage et les bureaux d'études que si les services de l'État chargés de l'instruction des dossiers en comprennent l'intérêt, voire en incitent à l'utilisation selon les enjeux locaux. *À contrario*, si les aménageurs qui font l'effort d'appliquer la démarche se heurtent à des demandes d'actions compensatoires uniquement basées sur les espèces protégées au plus près des sites des projets, l'amélioration que l'outil permet en matière de préservation de la biodiversité risque d'être freinée.

<sup>2</sup> Tarabon, S. (2020). Intégration des fonctionnalités écologiques dans le cadre de l'aménagement des territoires et de la séquence Éviter-Réduire-Compenser, de l'échelle projet à la planification (Thèse de doctorat). Université d'Avignon Université, Avignon. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03121247>

## RETOUR D'EXPÉRIENCE (SUITE)

L'outil permettra ainsi aux différentes parties prenantes (maîtrise d'ouvrage, autorité environnementale, etc.) de pouvoir discuter sur les scénarios d'aménagement en fonction des impacts identifiés pour chacun d'entre eux et de mieux s'approprier la nécessité de préserver/restaurer des habitats connectés entre eux. Il s'agira d'avoir une vraie démonstration basée sur des concepts clés de l'écologie du paysage pour choisir les variantes de projets les moins impactantes (éviter/réduire) et les secteurs où recréer des habitats fonctionnels (réduire/compenser) pour atteindre la même valeur de connectivité qu'à l'état initial ou pour l'accroître (gain écologique sur la connectivité). De plus, l'outil permettra de tenir compte du temps de développement de la végétation et de considérer les pertes dites intermédiaires. Pour cela, on dissociera, pour certains habitats (liés aux boisements notamment), la catégorie d'occupation du sol à court et à moyen termes (avant et après 10 ans par exemple), avec des coûts de friction plus ou moins favorables.

Les réflexions pourront être menées à l'échelle d'opérations (infrastructures de transport, zones d'activités, quartiers résidentiels, etc.) ainsi que pour la planification (Schéma de cohérence territoriale, Plan local d'urbanisme intercommunal, etc.).

Pour l'instant, associés à la théorie des graphes, les modèles de dynamiques de population relèvent encore du domaine de la recherche et ne sont pas encore transférables dans un outil simple comme celui proposé. La démarche est co-construite avec un groupe de travail national multidisciplinaire (chercheurs, bureaux d'étude, services de l'état, OFB, etc.) afin de valider les principes de développement de l'outil porté par INRAE d'ici 2022.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Les services instructeurs devront se former et comprendre les enjeux permettant une conservation d'une biodiversité fonctionnelle en intégrant les réseaux écologiques et leur fonctionnement pour des espèces protégées et non protégées - mais en déclin pour beaucoup d'entre elles. Ainsi, cela permettra, dans une logique proactive et anticipée, de restaurer et/ou renforcer les réseaux écologiques à l'aide de mesures prises pour éviter, réduire et compenser les impacts.

Les connaissances nécessaires au développement de l'outil sont multiples. Elles concernent :

- La cartographie de l'occupation du sol (plus elle sera précise et complète, plus les modèles le seront) ;
- L'écologie des espèces modélisées, et en particulier la capacité des espèces à se déplacer dans les différents milieux qu'elles sont susceptibles de rencontrer (coût de friction et de distance de dispersion maximale) ;
- La répartition des espèces et éventuellement, pour les modèles les plus complexes, la démographie des populations ;

- La liste des espèces pour lesquelles une approche fonctionnelle des habitats est pertinente (espèces parapluies, guildes d'espèces, etc.). Les modèles étant espèces-centrés, le choix des espèces et de leur nombre à mobiliser est déterminant dans une approche multi-espèces.

Ces données sont le minimum nécessaire pour paramétrer l'outil et utiliser les fonctionnalités qu'il fournira.

La capacité de modéliser les processus écologiques dépend du modèle choisi et de la quantité et qualité des données nécessaires. Par conséquent, un compromis entre le réalisme des modèles et les ressources nécessaires (données, temps de calcul, etc.) à leur mise en œuvre est recherché. Il est cependant important d'améliorer la robustesse des modèles pour asseoir leur légitimité auprès des services de l'État ou des experts sectoriaux (associations naturalistes, etc.).



# FICHE 4

## Les limites écologiques, juridiques et politiques de la séquence ERC

Fanny Guillet (MNHN),  
Brian Padilla (MNHN)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques

## PRÉSENTATION DU SUJET

La séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC) est une disposition de l'évaluation environnementale, appliquée aux projets, aux plans et programmes, pour porter les enjeux écologiques en vue d'un aménagement durable des territoires. Appliquée en France de façon systématique depuis le Grenelle de l'Environnement, et renforcée par la loi de 2016<sup>3</sup>, elle s'exprime en termes très ambitieux d'obligation de résultats en vue d'une non perte nette de biodiversité. Cet instrument d'action publique s'est

hissé au-devant de la scène pour prendre en charge les impacts d'un aménagement particulièrement consommateur d'espaces naturels et agricoles en France. Il est donc nécessaire d'évaluer sa capacité à véritablement répondre à cette cause majeure d'érosion de la biodiversité, ce que des projets de recherche interdisciplinaires et collectifs (comme « Intégrer et rééquilibrer la séquence ERC dans l'aménagement du territoire : outils et mise en œuvre de l'action publique », InSERCAT, 2020) peuvent venir éclairer.

## MISE EN ŒUVRE

Pour évaluer l'efficacité de la séquence ERC en termes de prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement du territoire, le projet a pris au mot les termes de la loi (art. 69) selon lesquels la séquence ERC doit être « satisfaisante » pour que les projets puissent être autorisés.

Dans ce cadre, 25 projets autorisés et sans contentieux, issus des régions Occitanie et Hauts-de-France, ont été analysés dans le détail, en considérant ces projets comme étant de fait des références « satisfaisantes ». Les analyses portent sur les études d'impact et les dossiers de saisine du Conseil national de protection de la nature (CNPN) de chacun de ces projets, desquels il a été possible d'extraire

un éventail de variables écologiques : nombre d'espèces inventoriées sur le site d'emprise du projet et statut des espèces ; proportion d'espèces considérées dans l'analyse des impacts, état de référence ; type de mesures prévues, nature et état écologique des milieux accueillant les mesures compensatoires, ratio de compensation. Une enquête de terrain complémentaire a été conduite pour quatre projets en Occitanie, afin de vérifier le niveau de mise en œuvre des mesures prévues.

Cette analyse écologique de projets concrets s'inscrit dans une démarche plus large d'analyse juridique et sociologique de la mise en œuvre de la séquence ERC.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Les résultats pointent que, loin de la définition officielle qui prévoit une « absence totale d'impact », les mesures d'évitement concernent un nombre très limité d'espèces présentes sur les sites d'emprise des projets : 8 % des espèces. Le corps des mesures de réduction est constitué de mesures de gestion de chantier, celui-ci n'ayant plus d'effet en phase d'exploitation. Bien que les mesures soient généralement présentées comme favorables à des communautés d'espèces, elles se restreignent le plus souvent à des mesures ciblées qui prennent mal en compte la dynamique des espèces et la mosaïque des milieux.

Par ailleurs, la séquence ERC est ainsi appliquée dans une minorité de projets d'aménagement, selon un champ d'application restreint aux plus grands projets (Annexe R122-2 du code de l'environnement<sup>4</sup>). D'un point de vue écologique, la compensation peine à tenir le principe d'équivalence entre les pertes et les gains de biodiversité requis en vertu du principe de « non perte nette ». En effet, 80 % des surfaces destinées à l'application de mesures compensatoires sont des zones déjà naturelles ou semi-naturelles avant la mise en œuvre des mesures. Le gain écologique est donc faible et la compensation discutable. Cela s'explique essentiellement par le centrage de la démarche ERC sur les espèces protégées et par l'incapacité

du système actuel à exiger des maîtres d'ouvrage l'investissement sur des sites à restaurer et sur du foncier dépassant le prix des terres agricoles.

En observant ainsi le fonctionnement de l'instrument sous différents angles disciplinaires, les résultats éclairent trois types d'entraves qui expliquent le décalage entre des objectifs ambitieux de la séquence ERC et des résultats écologiques limités :

- La première est juridique et écologique. Elle est liée à un faible champ d'application de la politique et a pour conséquence que seulement 8% des espèces touchées par les impacts bénéficient de mesures.
- La deuxième est organisationnelle. Elle est liée au décalage entre l'ambition de la politique et les moyens de l'administration, débouchant sur un traitement hétérogène des impacts. En outre, le traitement des dossiers au cas par cas ne permet pas de développer une gestion des impacts à l'échelle du territoire.
- La troisième limite est liée à la hiérarchie des intérêts de la société et à la distribution des pouvoirs au profit des aménageurs et au détriment des porteurs des enjeux écologiques (gestionnaire d'espace, agents de l'administration, associations) qui sont assignés à un rôle technique.

<sup>3</sup> Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (articles 2 et 69)

<sup>4</sup> Décret n° 2018-435 du 4 juin 2018 modifiant des catégories de projets, plans et programmes relevant de l'évaluation environnementale

## RETOUR D'EXPÉRIENCE (SUITE)

L'expérience met aussi en évidence les limites de l'évaluation environnementale d'une biodiversité dynamique. En effet, les limites de la séquence ERC doivent également être observées en considérant celles des actions écologiques, lesquelles peinent à s'inscrire dans des dynamiques de biodiversité. L'ingénierie écologique mobilisée pour les opérations de compensation n'a, en effet, pour objet, que l'écosystème tel qu'il est décrit par l'écologue qui cherche à neutraliser les impacts d'un projet, plan ou programme. Cette description se fait quasi exclusivement dans le cadre fixiste d'une évaluation environnementale à un instant donné, dans un espace géographique restreint. Les éléments ciblés par les mesures de compensation ne sont alors que des objets écologiques au sein d'un système dont l'état est évalué sur la base d'une simple « photographie », alors même que celui-ci est en mouvement permanent au sein d'un domaine de stabilité plus ou moins large.

Dans quelle mesure peut-on alors espérer que le gain écologique généré par une mesure compensatoire soit équivalent à une perte ?

À ce jour, aucun travail de recherche ne laisse à penser qu'un écosystème restauré recouvre l'ensemble des fonctions connues d'un écosystème de référence. Il n'existe pas d'éléments corroborant l'hypothèse selon laquelle tout ou partie de cet écosystème restauré par des actions d'ingénierie écologique s'inscrirait dans la même dynamique qu'un écosystème semblable altéré.

En conjuguant ce risque de déficit fonctionnel à la perte d'espaces naturels qui se poursuit malgré les différents instruments d'action publique pour y remédier, l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité ne semble pas se rapprocher.

En envisageant de planifier la séquence ERC à l'échelle des territoires, cela ouvre une nouvelle perspective et promeut la séquence comme un levier de connaissance sur les dynamiques de biodiversité au sein des paysages. Plutôt qu'une solution à tout projet d'aménagement, la séquence ERC redeviendrait alors le témoin des limites soutenables de l'aménagement du territoire : certaines zones devraient en être entièrement préservées, et d'autres bénéficier des actions écologiques envisagées pour renforcer l'ensemble du réseau écologique.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Les limites de la séquence ERC tiennent davantage à des dimensions politiques et économiques qu'à des enjeux techniques et scientifiques. Différents leviers sont identifiés :

- Aller vers une compensation vraiment « satisfaisante », dirigée vers des sites dégradés ayant un potentiel de gain écologique, ou protégeant de grandes surfaces si le site est en bon état.
- Renforcer les procédures d'application de la séquence ERC de manière à traiter les fonctionnalités et les connectivités des écosystèmes.
- Renforcer la logique pollueur-payeur : l'évaluation environnementale s'inscrit dans une logique de pollueur-payeur. Les coûts des études ainsi que les mesures à mettre en œuvre sont à la charge du porteur de projet. Cependant, l'instruction et le contrôle sont endossés par l'administration environnementale, dont la dotation a tendance à baisser depuis la révision générale des politiques publiques. À moyen constant, l'instruction des projets d'aménagement est réalisée au détriment d'autres politiques de plus long terme, travaillant notamment sur l'aménagement en

amont des projets.

- La réglementation relative à l'étude d'impact et la séquence ERC ne peut être pertinente et efficace que si une réelle évaluation des besoins et du bien public de l'aménagement est réalisée au préalable. Cela permettrait de mieux travailler l'évitement d'opportunité. Si la procédure d'évaluation de l'intérêt public majeur des projets est prévue dans le cadre de la dérogation espèces protégées, elle mérite d'être mieux appliquée et étendue dans son champ d'application.
- Favoriser des zonages plus robustes à l'échelle de la planification du territoire. La séquence ERC, appliquée à l'échelle des projets, peut conduire à minimiser les impacts à condition qu'elle oriente les aménagements dans des zones à faible enjeu écologique, c'est-à-dire en dehors des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques. Cette condition implique un cadrage amont beaucoup plus robuste des aménagements. Il s'agit ainsi de renforcer la prise en compte de la biodiversité à l'échelle de la planification territoriale.



# FICHE 5

## La méthode Merci-Cor : de l'évaluation des impacts au dimensionnement de la compensation écologique en milieux coralliens

Mathieu Pinault (GIE Marex)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs,  
approches scientifiques

## PRÉSENTATION DU SUJET

Si le droit français s'est doté depuis 1976 d'outils réglementaires de plus en plus performants en matière d'encadrement des impacts autorisés dans le cadre de projets d'aménagement, une différence fondamentale persiste entre le respect des lois et l'obtention de résultats écologiques de qualité. Satisfaire les normes de permis ne signifie pas que l'estimation des pertes écologiques prenne en compte l'ensemble des fonctions impactées (Gardner *et al.*, 2007).

Ainsi, malgré l'introduction de la notion de « pas de perte nette de biodiversité » dans le droit français en 2016<sup>5</sup>, le manque de cadres méthodologiques partagés en matière d'évaluation environnementale aboutit à des mesures d'évitement et de réduction encore définies sur des bases qualitatives, le dimensionnement des mesures compensatoires reposant alors sur le seul jugement des autorités administratives.

La méthode Merci-Cor (Méthode pour Éviter réduire et compenser les impacts en milieux coralliens) est la version corallienne de la méthode Merci (Mechin & Pioch, 2016), conçue pour le dimensionnement de la compensation en zones humides et milieux aquatiques d'eau douce. À la différence d'autres approches existantes, Merci-Cor évalue l'état écologique d'une zone récifale dans sa globalité et ne cible pas uniquement certaines espèces, souvent protégées, ou certaines fonctions, souvent associées aux services écosystémiques qu'elles produisent.

Merci-Cor estime, en outre, les surfaces impactées et compensées (zones d'emprise, zones tampons), afin de quantifier les pertes et les gains écologiques attendus ; il s'agit ensuite de les comparer, en tenant compte de l'incertitude liée aux trajectoires écologiques des écosystèmes concernés et du délais entre le démarrage du projet et l'atteinte des objectifs de compensation. Cette méthode est recommandée par le guide national pour la standardisation du dimensionnement des mesures compensatoires (Andreadakis, 2021).

## MISE EN ŒUVRE

L'outil, développé depuis 2014 par l'équipe composée de l'Université de Montpellier et des bureaux d'étude Marex et Ecomed, en partenariat avec le développeur informatique 3Liz, sur financement de l'Initiative française pour les récifs coralliens (Ifrecor), se compose d'un guide méthodologique, détaillant un protocole standardisé de terrain (Pinault *et al.*, 2017) et d'un *plugin* informatique pour le logiciel QGis, apportant les principales fonctionnalités cartographiques nécessaires à la mise en œuvre de la méthode. Des tutoriels vidéo, expliquant point par point comment mesurer et renseigner les indicateurs *in-situ*, sont en cours de réalisation.

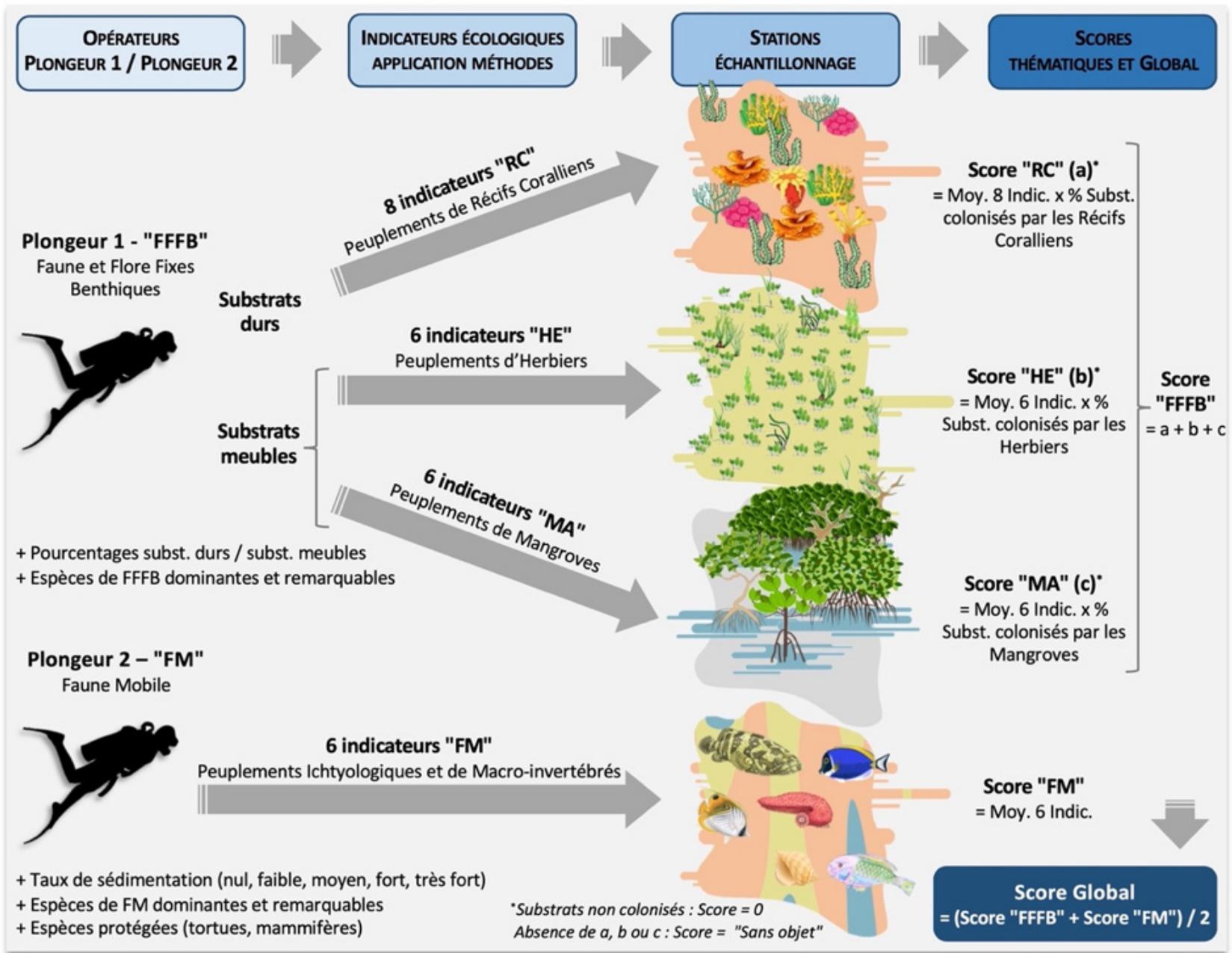
À partir d'une cartographie des habitats, un plan d'échantillonnage adapté et proportionné est défini. Deux à trois opérateurs sont ensuite mobilisés pour l'acquisition des données de terrain et leur bancarisation sur le logiciel QGis. Les indicateurs mesurés couvrent différentes dimensions de la biodiversité (description de la composition des peuplements, caractérisation de la structure des communautés, analyse fonctionnelle des processus biologiques, documentation de la mosaïque paysagère sous-marine et des connexions entre les habitats), mais aussi des facteurs abiotiques du milieu et des équilibres mésologiques ainsi que des facteurs humains et des

services écosystémiques.

L'outil permet de travailler à différentes échelles spatiales, allant de la zone d'emprise du projet aux secteurs plus indirectement influencés par les travaux (effets éloignés, indirects ou induits). Ces surfaces sont fournies par le porteur de projet (plans et modèles de dispersion au format SIG). L'outil fournit ensuite l'ensemble des métriques écologiques d'impacts attendus suite à la mise en œuvre du projet, sans mesure d'évidement ni de réduction, puis avec mise en œuvre de ces mêmes mesures. Les impacts résiduels doivent faire l'objet d'une compensation, laquelle sera dimensionnée selon les mêmes critères que les métriques d'impact.

Les notions de trajectoire et de temporalité sont également prises en compte lors du dimensionnement de la compensation. Deux coefficients d'ajustement « risque » et « délai » pondèrent ainsi la surface à compenser en fonction du risque de déviation de la trajectoire écologique et du temps nécessaire à l'atteinte des objectifs du projet de compensation. Ces aspects dynamiques de la biodiversité sont complétés par un état écologique de référence de chaque habitat, permettant de comparer à un instant donné, l'état de conservation des habitats échantillonnés à leur niveau d'intégrité maximum (état de santé).

<sup>5</sup> Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages (articles 2 et 69) et l'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 relative à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programmes



Distribution des rôles entre plongeurs sur les stations d'évaluation de la sensibilité écologique.  
© Pinault

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Plusieurs études d'impact environnemental en milieux coralliens, réparties sur trois territoires français d'outre-mer (Saint-Martin, Mayotte, La Réunion), ont été réalisées en suivant la méthode Merci-Cor depuis 2014, en plus de nombreux cas fictifs, réalisés sur la base d'études déjà effectuées. Les investigations menées au cours de ces études ont fourni des résultats à la fois rapides, scientifiquement robustes (avis de Conseil scientifique régional du patrimoine naturel), simples d'interprétation et répondant à l'ensemble des exigences réglementaires en matière de séquence ERC et de dimensionnement des mesures compensatoires (Hubert, 2013 ; Andreadakis, 2021).

Du point de vue de la conservation de la biodiversité, l'outil Merci-Cor a révélé la présence de zones d'enjeu prioritaires de conservation, jusqu'alors considérées comme d'intérêt écologique secondaire en raison de leur composition écosystémique atypique (faible recouvrement corallien). Grâce au développement d'indicateurs spécifiques aux herbiers à phanérogames et aux mangroves, ces écosystèmes associés aux récifs coralliens ont pu être évalués suivant la même méthode. Ce qui a permis leur prise en compte dans le bilan des pertes écologiques lors de la

planification des mesures ERC.

Parallèlement à l'application technique de la méthode, des ateliers de co-construction et de formation à sa mise en œuvre ont été animés dans l'ensemble des territoires d'outre-mer français. D'après une enquête réalisée auprès de 5 services instructeurs et de quatre bureaux d'études comme utilisateurs pilotes de l'outil, il ressort de la méthode Merci-Cor les avantages suivants :

- 1.** Souplesse d'utilisation, transparence : indicateurs, coefficients, formules de calcul accessibles,
- 2.** Équilibre entre opérationnalité, exhaustivité et robustesse scientifique,
- 3.** Facilité d'accès (pas de niveau d'expertise trop élevé en prérequis), peu coûteuse (délai inférieur à 5 jours),
- 4.** Incite à favoriser l'évitement et la réduction et oblige à mieux cibler les mesures d'évitement et de réduction,
- 5.** peut être mise en œuvre à tous les stades d'un projet (possibilité depuis les esquisses aux études d'avant-projet ou de projet, puis comme indicateur de performance des mesures mises en place).

Le financement du programme Merci-Cor par l'IFRECOR et la Fondation de la mer est reconduit

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

sur la période 2021-2022 et devrait se poursuivre à minima jusqu'à 2025. Les actions de recherche restant à développer concernent notamment :

- L'adaptation des indicateurs et des métriques d'évaluation environnemental aux spécificités régionales des territoires d'outre-mer et aux types d'écosystèmes considérés (récifs coralliens, herbiers, mangroves) ;
- Le développement d'une interface SIG 1.1 pour le logiciel G-GIS intégrant les retours d'expérience de la version 1.0 ;
- L'actualisation du manuel utilisateur, incluant le protocole standardisé de terrain (indicateurs, tutoriels, stratégie d'échantillonnage) ;
- La fluidification du lien entre dimensionnement et solutions techniques adaptées en matière de compensation écologique (lien avec le travail de thèse d'A. Léocadie) ;

- La consolidation du réseau d'utilisateurs et des parties prenantes Merci-Cor par l'animation et l'actualisation des documents ;
- La communication scientifique nationale et internationale des premiers résultats acquis in situ et des retours d'expérience des services instructeurs.



# FICHE 6

## Création, en Normandie, du Programme régional d'espaces en libre évolution.

Lydie Doisy (CEN de Normandie)

**Mots clés :**

Territoires, dynamiques, acteurs, indicateurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Abandonnés, délaissés, fermés, sales et dégradés : autant d'adjectifs négatifs sont utilisés pour désigner ces espaces de nature « en libre évolution », si difficiles à nommer. Et pour cause, ces territoires marquant une forme de ré-ensauvagement ne se définissent que par l'absence : celle de l'exploitation humaine et plus largement celle d'un statut clair. Pourtant, ces espaces en libre évolution contribuent à la préservation d'une part de la biodiversité. Quelle qu'en soit leur stade évolutif, ils participent aux corridors des trames vertes et bleues, offrent des espaces de résilience à la nature face aux changements climatiques, rendent des services écosystémiques (services de régulation en lien avec le stockage carbone, le cycle de l'eau ou l'érosion des sols par exemple) et surtout permettent de conserver le potentiel évolutif de la biodiversité.

Partant de ce constat partagé par un large panel d'acteurs de l'environnement et animé par le Conservatoire d'espaces naturels (CEN) de Normandie, un programme original a vu le jour : le « Programme régional d'espaces en libre évolution » (Prele). Son but est de contribuer à changer de regard sur cette nature en libre évolution, en redonnant un statut à ces espaces,

en passant par l'émotion, le ressenti et l'historique, et en améliorant nos connaissances sur les dynamiques écologiques à l'œuvre dans de tels espaces.

Le concept de « naturalité », évoqué à la création de ce programme, a été écarté pour deux raisons : l'absence d'une définition unanime parmi les écologues et la difficile opérationnalité du concept. Dans le cadre du Prele, la « libre évolution » est comprise comme un mode de gestion permettant l'expression de tous les processus dynamiques non directement influencés par l'activité humaine, quel que soit le passé anthropisé ou non de l'espace considéré et sa surface.

## MISE EN ŒUVRE

Né en 2017, ce programme possède un plan d'actions organisé en 3 axes :

- **Axe 1 :** Sensibiliser à la nature en libre évolution
- **Axe 2 :** Développer un réseau d'espaces en libre évolution
- **Axe 3 :** Améliorer les connaissances sur les dynamiques écologiques

L'objectif opérationnel du programme est de développer un réseau d'espaces en libre évolution. Ce réseau a pour objet de redonner un statut aux sites et de servir de support à visée scientifique et pédagogique.

Un comité dédié de partenaires du Prele a été chargé de définir empiriquement les critères d'inscription d'un site au réseau. Une grille d'évaluation à 18 critères (amenée à évoluer dans le temps) permet aujourd'hui de donner un cadre à ces inscriptions. Ces derniers sont répartis en quatre catégories correspondant à l'écologie du site, les motivations et engagements du propriétaire, les activités humaines sur le site et les freins réglementaires. Tout propriétaire peut inscrire son site au réseau. Celle-ci se traduit, en cas de validation du comité, par la signature d'une convention d'engagement liant le propriétaire, le partenaire du Prele et le CEN, à laisser son espace en

libre évolution pendant 30 ans.

À l'issue des deux années expérimentales de lancement de ce réseau *via* un comité chargé d'inscrire individuellement chaque site potentiel, 15 sites naturels ont pu être étudiés. Neufs sites ont été retenus – dont un inscrit au réseau *via* le dispositif d'obligation réelle environnementale (ORE).

Les sites retenus sont majoritairement des zones humides (2/3), boisées (4/5), non patrimoniales (2/3) en libre évolution depuis, soit 15-20 ans (5/9), soit 60-70 ans (4/9). Tous ces sites font état de l'absence d'activités humaines de prélèvement et un tiers est ouvert au public et possède des sentiers dédiés. En termes de continuités écologiques, les sites retenus sont majoritairement situés dans des secteurs de corridors ou réservoirs de biodiversité de la trame verte et bleue.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le comité « réseau de sites Prele » réunit différents acteurs de l'environnement ayant leur propre perception de la nature en libre évolution. Les premiers débats de ce comité ont porté sur les critères définissant un espace en libre évolution : quelles interdictions en termes d'activités humaines, quelle ancienneté de la libre évolution, quid de la restauration avant libre évolution, de la présence d'espèces exotiques envahissantes et même d'espèces susceptibles d'occasionner des dégâts.

Face à l'impossibilité de donner des valeurs seuils pour chacun de ces critères, le comité a choisi l'analyse empirique de sites éligibles au cas par cas. Cette phase expérimentale préalable a permis ensuite de lister 18 critères formant aujourd'hui la grille d'évaluation d'inscription au réseau. À titre d'exemple, il est ressorti de cette phase expérimentale que les critères attachés à l'engagement, la motivation du propriétaire étaient plus importants que certains critères liés à l'écologie du site (surface, continuité de l'état boisé, etc.) contrairement à ce que les premiers échanges théoriques présageaient.

À *contrario*, le risque, même minime, d'une opposition directe entre des objectifs patrimoniaux de biodiversité (identifiés localement ou régionalement) et un choix de laisser évoluer librement une parcelle sur un site potentiel, conduit le comité réseau de sites à refuser l'inscription (cas de choix de mesures de protection actées telles Natura 2000, sites avec plan de gestion, etc.)

Un consensus est né de cette expérience collective de création de réseau d'espaces en libre évolution : garantir la libre évolution future des espaces naturels à protéger, sans état de référence passé.

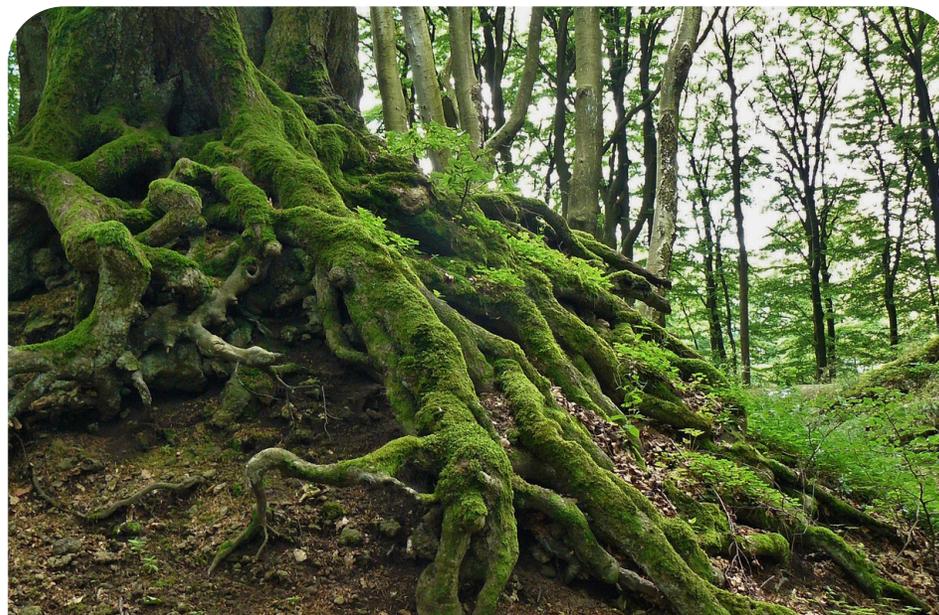
## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Les besoins d'améliorations des connaissances exprimés par les participants de ce programme concernent aussi bien des disciplines en sciences humaines et sociales que l'écologie scientifique. Ils peuvent être listés comme suit :

- Il existe des enjeux juridiques, le droit pouvant constituer un frein important dans la prise en compte de la volonté de laisser un espace en libre évolution ; La perception et « l'acceptabilité » sociétale des espaces en libre évolution ;
- La création d'outils de suivis et d'évaluations de la fonctionnalité des sites en libre évolution.

- Une meilleure connaissance de l'écologie des groupes taxonomiques favorisés par la libre évolution (vers l'identification d'indicateurs biotiques traduisant le degré de spontanéité, d'intégrité biologique et de continuité spatio-temporelle) ;
- Le développement d'approches descriptives de la biodiversité centrées sur d'autres critères que la richesse spécifique.

Les gestionnaires de milieux naturels, dont le CEN est l'un des représentants, ont besoin de travailler avec la recherche dans un objectif qui leur est propre : affiner la planification de la gestion écologique et assurer la prise en compte des dynamiques écologiques dans la préservation des espaces naturels dont ils ont la charge.





# FICHE 7

## Solutions fondées sur la nature en milieu marin : exemple d'éco-conception des mouillages côtiers

Sylvain Pioch  
(Univ. de Montpellier 3)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Les solutions fondées sur la nature (SFN) ont de multiples applications (Eggermont *et al.*, 2015). L'une d'entre elles est liée à la réduction des impacts négatifs des aménagements humains (Pioch & Souche, 2021). En effet, les SFN peuvent aider à développer des supports de biodiversité, en mimant les habitats et fonctions écologiques nécessaires aux espèces locales, sur des ouvrages d'arts côtiers : on parle d'écoconception. L'écoconception, comme application de solutions fondées sur la nature, est ici le fait de concevoir des projets d'aménagement maritimes durables avec des fonctions techniques et écologiques précises/spécifiques, qui génèrent des cobénéfices socio-écologiques, sans générer de surcoût à terme.

Un projet réalisé en Guadeloupe visait à limiter les dégâts importants liés aux ancrages côtiers des navires de plaisance (ancrages forains sur les coraux et les herbiers, sites côtiers sensibles) en aménageant les fonds côtiers avec des mouillages organisés (Pioch & Léocadie, 2017). Une telle évolution est nécessaire pour stopper la pression liée à des usages côtiers croissants (plongée, plaisance, croisière, yachting). L'écoconception de ces aménagements permet de faire « d'une pierre deux coups » : offrir des substrats bio-inspirés, adaptés à la colonisation des coraux, avec un design fonctionnel mimant les habitats de nurserie locaux qui servent aussi de lest. La finalité est de renforcer la résilience des écosystèmes côtiers, tout en maintenant le tissu socio-économique.

## MISE EN ŒUVRE

Deux idées ont guidé ce projet :

- Adapter une démarche bio-inspirée dès les phases de *design* des lests par leur écoconception pour l'accueil de la faune au niveau des habitats : mimer des racines de mangrove, reproduire les dimensions des cavités adaptées aux juvéniles cibles (langouste et *lutjanidae*), rugosité proche des roches naturelles, béton bas carbone adapté ;
- Développer un substrat favorable à la colonisation des coraux locaux afin de restaurer un potentiel de recolonisation.

À partir d'un état initial considérant les communautés naturelles adjacentes et les fonctions écologiques des petits fonds coralliens du site, une liste d'objectifs spécifiques et fonctionnels a été dressée : substrat adapté à la restauration par colonisation des espèces de corail, espèces sous pression halieutique (langouste, *lutjanidae*), nurserie pour juvéniles intégrant une fonction de protection contre le poisson lion (espèce invasive). L'objectif étant d'intégrer les ouvrages au paysage écologique en créant un corridor de fond de baie entre les deux parties coralliennes, au nord et au sud. Les 22 lests (corps-morts) éco-conçus de la zone de mouillage ont été immergés en 2013, sur la commune de Deshaies

en Guadeloupe, par une entreprise locale, avec un surcoût très faible lié au système mimant la mangrove (moins de 10 %).

Ce système était censé accélérer la recolonisation, grâce à des substrats biomimétiques adaptés aux coraux et aux espèces cibles de la pêche ; la gestion des stocks halieutiques a donc également été traitée dans un volet socio-économique du projet. Sans pouvoir prétendre prédire les trajectoires écologiques de ce type d'écosystème corallien, très menacé par les changements climatiques, l'objectif de l'écoconception était de fournir un substrat résilient, c'est-à-dire mimant tri-dimensionnellement et spatialement les substrats durs naturels locaux (rugosité, fonctionnalité, bathymétrie, etc.) afin de perturber au minimum la typologie du substratum, tout en diversifiant sur un espace et dans un volume restreint, certaines fonctionnalités spécifiques (nurserie lutjan, abris langouste, accroche pour les propagules coralliennes).

<sup>1</sup> Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le suivi écologique des ouvrages immergés en 2013 est réalisé par l'université des Antilles. Après 4 ans de suivi (Bouchon *et al.*, 2017) : « il [est apparu] indéniable que les modules « écologiques » constituant les corps-morts exercent un pouvoir attractif sur les organismes benthiques et les poissons, puisque 58 espèces d'organismes benthiques et 43 de poissons ont été observées sur et autour des corps-morts. À titre de comparaison, 74 espèces d'organismes benthiques et 25 de poissons ont été recensées sur le massif corallien voisin des corps-morts, la surface de celui-ci étant beaucoup plus importante que celle représentée par la totalité des 22 corps-morts. ». En outre au niveau des espèces de coraux, 9 des 17 espèces présentes dans la Caraïbes en Guadeloupe ont été identifiées dont la majorité sont protégées et présentent un intérêt important pour la résilience des milieux naturels. En 2020, après 7 ans (durée de suivi écologique considérée comme présentant une stabilité dans les peuplements selon la littérature scientifique de référence) : « La biodiversité de la flore et de la faune benthiques a continué à augmenter de façon significative au cours de la période 2017 – 2020. Le taux de recouvrement des corps morts par les organismes benthiques fixés

*s'est également accru de manière générale en 2020. L'évolution temporelle de la structure de la communauté benthique en 2020 est devenue différente de celle de 2017 et cela indépendamment de l'architecture des modules. La structure de cette communauté benthique est proche de celle des massifs coralliens de la baie. ».*

Bouchon *et al.* (2020), notaient que 87 espèces d'organismes benthiques et 44 de poissons étaient observés sur et autour des corps-morts. À titre de comparaison, 74 espèces d'organismes benthiques et 32 de poissons ont été recensées sur le massif corallien voisin.

Un questionnaire d'enquête a permis de valider que les plaisanciers étaient demandeur d'un système de mouillage fiable et non destructifs pour les fonds naturels, moyennant le paiement d'une éco-redevance ainsi acceptée pour l'entretien et la gestion du site. Les pêcheurs professionnels, réticents à l'utilisation de la baie qui sert uniquement de site de pêche de repli par mauvais temps, ont finalement bien accueilli le projet du fait des résultats écologiques (coraux) et de l'augmentation des juvéniles de langouste et de lutjanidae, dans une zone faisant office de « réserve », car non soumise à des activités de

braconnage (proximité immédiate du port et surveillance par les agents portuaires des mouillages). Mais c'est sans doute les activités de plongée de loisirs qui ont le plus bénéficiés de cette approche, en proposant même un parcours de découverte pour le club local de plongée en bouteille,

avec une nouvelle attractivité touristique : plonger sur des solutions fondées sur la nature bien colonisées.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D'ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Il reste à développer les pratiques d'écoconception, et non de simple plaquages de récifs artificiels ou autres systèmes appliqués après la conception des ouvrages, afin d'avoir une durabilité de l'ouvrage et de ses effets sur la biodiversité (Piocch *et al.*, 2018). Un autre point d'intérêt porte sur la possibilité de cibler des fonctions, habitats ou espèces précises, avant l'immersion.

Les besoins de recherche s'orientent désormais vers la quantification des gains écologiques offerts par ces approches de Solutions fondées sur la nature (SFN), avec des méthodes d'évaluation biophysiques standardisées telle que la méthode Merci-Cor (Méthode pour éviter réduire et compenser les limpacts en milieux coralliens) .

Ces évaluations permettront l'étude du coûts/bénéfices économique et écologique (habitats, fonctions et espèces cibles) qui doit être améliorée. Les données économiques sur le sujet sont trop parcellaires, les suivis écologiques parfois non spécifiques, courts (2 à 3 ans) et centrés sur l'abondance ou la présence d'espèces souvent communes (espèces ubiquistes, primo colonisatrice ou de bas niveau trophique à tendance non spécialiste). La finalité étant d'optimiser les investissements de restauration écologique vers des outils performants, qu'il soient actifs (intervention directe sur le milieu) ou passifs (gestion), des milieux afin d'éviter un *green-washing* pénalisant la diffusion de bonnes pratiques.



# FICHE 8

## Mettre en œuvre la séquence Éviter réduire compenser à l'échelle d'un département : le cas de la Drôme

Céline Moutet  
(Conseil départemental  
de la Drôme)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Depuis le début de l'année 2019, le Département de la Drôme conduit une réflexion multi-partenariale dont l'objectif est de promouvoir un aménagement durable du territoire départemental afin de préserver la biodiversité et de limiter l'artificialisation des sols.

Cette réflexion a notamment été impulsée par la chambre d'agriculture de la Drôme face aux difficultés rencontrées (recherche de foncier et gestion des mesures environnementales) par certains porteurs de projets (aménageurs, promoteurs immobilier, etc.) et aux impacts induits sur le foncier agricole (soumis à la pression de l'urbanisation et impacté lors de la mise en œuvre de mesures compensatoires). Dans le même temps, le Département de la Drôme s'est trouvé confronté à la problématique de la compensation environnementale dans le cadre d'un projet routier dont il est maître d'ouvrage - aussi a-t-il décidé de piloter cette réflexion pour sensibiliser l'ensemble des acteurs à ces enjeux et pour organiser, coordonner la mise en œuvre de la séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC) à l'échelle départementale.

## MISE EN ŒUVRE

À l'issue de la rédaction d'un cahier des charges partagé par l'ensemble des partenaires de cette démarche, Chambre d'agriculture, Conseil d'urbanisme, d'agriculture et de l'environnement (CAUE), Ligue de protection des oiseaux (LPO), Conservatoire d'espaces naturels (CEN), Société d'aménagement foncier et d'établissement rural (Safer), Direction départementale des territoires (DDT), etc. - un marché public sous forme d'accord cadre a été conclu en fin d'année 2019 avec un groupement de bureaux d'études pour conduire une étude visant à améliorer la mise en œuvre de la séquence ERC à l'échelle départementale. Cet accord cadre, évalué à 180 000 € HT, s'étale sur quatre années. L'ensemble des acteurs stratégiques du territoire (Schémas de cohérence territoriale (Scots), Communautés de communes et d'agglomération, aménageurs, associations environnementales, chambre d'agriculture, etc.) sont associés à cette démarche.

Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- Sensibiliser, acculturer l'ensemble des collectivités à la doctrine ERC. Les élus départementaux et locaux doivent être informés sur les enjeux fonciers du territoire, afin qu'ils les intègrent dans l'élaboration de leurs documents de

planification et dans l'appréhension des projets d'aménagement du territoire ;

- Structurer et coordonner l'ensemble des acteurs concernés par la mise en œuvre de la séquence ERC ;
- Définir une méthode et des outils pour organiser et mettre en œuvre la compensation collective agricole et la compensation environnementale à l'échelle départementale.

Une première phase de cette étude s'est déroulée en 2020. Son objectif était de :

- Dresser un état des lieux de la pratique ERC dans la Drôme ;
- Réaliser un parangonnage avec d'autres départements ou collectivités porteuses de ce type de réflexion ;
- Identifier les enjeux environnementaux et agricoles locaux en les confrontant à des scénarios de développement du territoire.

Plusieurs ateliers ont été réalisés en 2020 et ont rassemblé, à chaque réunion, de trente à cinquante personnes, représentant au total une quarantaine de structures différentes.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'approbation de la loi climat et résilience conforte l'attente des acteurs du territoire sur ce sujet. De manière générale, il ressort de l'ensemble des échanges la nécessité de :

- Privilégier l'évitement ;
- Construire une solidarité territoriale sur ce sujet ;
- Conduire de meilleures analyses d'opportunité ;

- Concerner et améliorer la mise en œuvre de la concertation tout au long des processus décisionnels des projets ;

- Articuler cette réflexion avec les différentes démarches et réglementations touchant aux questions foncières : objectif du zéro artificialisation nette (ZAN), stratégie « Eau air sol ».

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

La question des données foncières a été très sensible à l'échelle départementale lorsqu'elle a été évoquée avec les structures en charge de la planification : schémas de cohérence territoriale (Scots), établissements publics de coopération intercommunales (Epci) portant les Plans locaux d'urbanisme intercommunaux (Plui).

Cette étude a notamment révélé une sous-estimation des surfaces artificialisées, avec un écart significatif entre les valeurs obtenues par la base de données Majic<sup>7</sup> et la situation réelle sur le territoire.

À titre d'illustration, un des SCOT du département a conduit un travail de mesure de l'artificialisation sur son territoire par des campagnes d'analyse de photographies aériennes, prises régulièrement par drone (un travail proche de l'exhaustivité). Les surfaces artificialisées ainsi mesurées se sont avérées presque six fois supérieures à celles affichées par Majic sur les dix dernières années.

La base de données Majic recense les déclarations d'usage des parcelles : cela introduit un biais. Ensuite, le foncier des réseaux et voiries n'est pas pris en compte, alors que le rapport de France Stratégie sur l'artificialisation estime qu'ils participent en moyenne à 28 % de l'artificialisation des territoires.

Concernant les données environnementales, il a été souligné que l'ensemble des cartes produites (avec des données naturalistes disponibles, non exhaustives) donne une vision ponctuelle d'un « paysage » de la biodiversité pouvant évoluer avec le temps. Ces cartes apportent une première vision à l'échelle départementale des enjeux à considérer sur les territoires et doivent aider à mieux cerner les mesures à mettre en place en amont pour favoriser l'évitement des atteintes à la biodiversité ; pour autant, elles ne se substituent pas aux études d'impact qui doivent être conduites. Ces dernières ont été réalisées pour « donner à voir » et sensibiliser les collectivités aux questions de préservation du foncier et de la biodiversité.

Il a également été souligné que de nombreux projets n'étaient pas soumis réglementairement à la séquence ERC (par exemple : une infrastructure routière dont le tracé est inférieur à 10 km), mais gagneraient à se voir appliquer les mêmes principes. En effet, la somme de tous les petits projets peut avoir une incidence importante sur l'artificialisation des sols et sur la biodiversité.

En 2021 et 2022, le groupement de bureaux d'études va examiner toutes les pistes techniques recueillies (phase de concertation et de parangonnage) afin d'apporter des solutions concrètes aux territoires de la Drôme.

Des actions sur l'amélioration et le partage de la connaissance sont identifiées, sur la sensibilisation des décisionnaires et des porteurs de projet, sur la mise en place d'une ingénierie conseil et l'organisation de la mise en œuvre opérationnelle de l'ensemble de la séquence « Éviter, réduire compenser ».

<sup>7</sup> Fichiers fonciers, Mise A Jour des Informations Cadastres (MAJIC) sont mis à jour et délivrés par la Direction générale des finances publiques (DGFiP)



# FICHE 9

## La biodiversité dans les projets d'énergies renouvelables

Anna Gurlia  
(Changeons notre Vision  
de l'Energie)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs, indicateurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Dans le cadre de la transition écologique, les projets d'utilisation du foncier non-construit liés à la production d'énergies renouvelables, et en particulier de type photovoltaïque, fleurissent. Étant donné le contexte actuel de très forte augmentation de la demande et les difficultés à installer ces projets en parc privé déjà construit, la pression se reporte sur des espaces dits naturels ou en déprise, mettant ainsi en tension production d'énergie et protection de la biodiversité. S'ajoute à cela un besoin d'acceptabilité sociale des projets, devant être peu ou pas visibles. Cela implique, pour le porteur de projet, la prospection de sites relativement isolés.

Ces projets s'inscrivent dans la séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC), qui a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être évitées et de compenser les impacts résiduels qui n'ont pu être ni évités ni réduits. Cela implique que, lorsqu'un projet est planifié dans espace naturel, il convient de réduire puis compenser les impacts qui ne peuvent être évités. Règlementairement, les dossiers de demande d'autorisation de projet doivent présenter des scénarios d'évolution des milieux qui pourraient être impactés par l'implantation du projet : les effets sur les milieux, les habitats, doivent être étudiés afin de mesurer la faisabilité et le design d'implantation du futur projet. C'est l'équilibre entre la faisabilité, la réduction des impacts et leur compensation qui, *in fine*, conduit à l'autorisation de réalisation.

Dans les faits, les aménageurs tentent de concilier les dynamiques spatio-temporelles passées de la biodiversité avec les possibles impacts résiduels du projet sur ses dynamiques futures.

## MISE EN ŒUVRE

En pratique, le porteur de projet s'appuie sur des bureaux d'étude d'expertises naturalistes pour évaluer l'état actuel (dit « état initial » ou « de référence ») de la biodiversité sur le site visé, cela grâce à des inventaires, et pour estimer les dynamiques potentielles d'évolution du milieu, avec ou sans la mise en place du projet – cela dans la mesure où les changements naturels par rapport à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués « moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles »<sup>8</sup>. Le porteur doit alors se saisir des résultats pour étudier et proposer des mesures d'intégration écologiques afin de préserver la dynamique écologique mise en avant.

On regarde notamment à quel point la mise en place du projet peut interférer avec la progression du milieu vers son « climax écologique ». Par exemple, si un état boisé est mis en évidence à l'état initial, une fois l'aménagement effectué, les mesures de préservation d'un milieu ouvert (type prairie ou garrigue, les plus riches et fonctionnelles possibles) ne sont maintenues que durant la phase d'exploitation, l'objectif étant de permettre au milieu de retourner vers sa dynamique initiale en cas de démantèlement des installations.

L'ensemble des mesures de gestion, des phases d'installation, d'exploitation et de démantèlement, doit donc viser à préserver la capacité de résilience du milieu et à faire en sorte qu'il puisse exprimer, par la suite, une naturalité adaptée à sa localisation.

Ces propositions de réduction des impacts et de gestion sont analysées par les services instructeurs de l'Etat et devraient toujours être déterminantes dans l'acceptation du dossier.

<sup>8</sup> Le contenu d'une étude d'impact est défini à l'article R122-5 du Code de l'environnement.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Les projets d'ENR photovoltaïque sont encore très récents. Il existe donc à ce jour peu de retour d'expérience sur l'installation et la gestion des sites exploités.

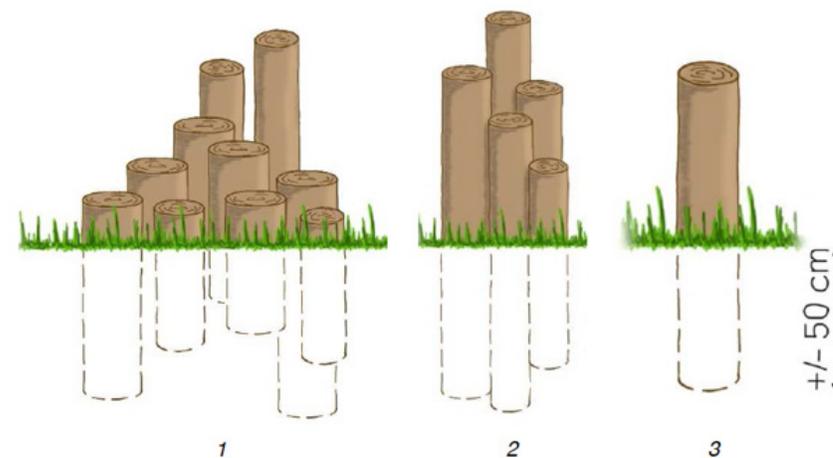
Les nombreux projets mis en œuvre illustrent cependant que la palette des possibles pour réduire les impacts et conserver la biodiversité est large. Les technologies et les modes opératoires évoluent à grande vitesse et permettent aujourd'hui d'utiliser des matériaux ou des types de supports d'implantation qui facilitent l'entretien ou le démontage. Par exemple, certains développeurs expérimentent, sur de petites surfaces, des parcs en structure bois, afin de mesurer l'efficacité de tel matériaux dans le temps (robustesse, facilité de maintenance, de démontage, etc.), l'impact global sur le milieu (pas d'imperméabilisation, par exemple) et la bonne compatibilité avec la préservation de la biodiversité (interférences faibles).

De plus, une grande diversité de pratiques de gestion des parcs photovoltaïques sont aujourd'hui testées pour mieux concilier production d'énergie et biodiversité, telles que le maintien des milieux ouverts par des pratiques de pâturage extensif et le renforcement de populations sauvages végétales en semant ou en réalisant des

dépôts de foin (réensemencement avec les espèces déjà présentes préalablement récoltés). Il a été constaté par des suivis naturalistes, sur un site en exploitation, qu'avec la mise en place d'un plan de circulation stricte sur pistes préétablies, le couvert végétal initial avait pu être préservé (milieu pelouse à garrigue sèches). Par ailleurs, des aménagements spécifiques peuvent être envisagés tels que la création d'*hibernaculum* pour les secteurs à enjeux reptiles, de zones humides quand cela est possible, l'installation de sections de bois mort pour favoriser le développement des insectes saproxylophages, etc.

Par contre, il n'y a pas de retour d'expérience sur l'évolution des milieux après démantèlement d'une installation : au final, y a-t-il une évolution du milieu vers le climax attendu ou une déviation par rapport à celui-ci ?

Dans tous les cas, il reste important de noter que chaque projet est unique et que les sites et leurs trajectoires peuvent être extrêmement variés : cela nécessite de réfléchir au cas par cas à ce qui peut être fait pour concilier la biodiversité, ses dynamiques et un projet planifié (implantation, exploitation et démantèlement).



Structures d'accueil pour lucanes.  
© Gerard



## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Ainsi, les besoins en recherche, y compris appliquée, restent forts et on peut noter quatre pistes :

- Mieux caractériser les évolutions potentielles de la biodiversité : scénarisation, quantification et retours d'expérience avec les suivis de terrain dans le temps manquent encore de finesse. En effet, si les attendus du dossier d'étude d'impact sont clairs, les méthodes pour y répondre le sont moins : indicateurs de biodiversité, d'évolution des milieux, méthodologie de construction des scénarios, etc. restent souvent obscurs ou semblent relativement rudimentaires pour les aménageurs qui n'ont accès qu'aux conclusions des études, les éléments étayant ces conclusions étant souvent très succincts, voire absents. De plus, les pratiques étant différentes d'un bureau d'étude à l'autre, les études ne sont guère reproductibles. Outre la proposition d'harmoniser les inventaires<sup>9</sup>, des indicateurs biotiques ou abiotiques pourraient être proposés pour des suivis qualitatifs (par exemple : pédofaune bio-indicatrice de l'état des sols) de la dynamique présente ;

- En outre, la prise en compte et la quantification des effets cumulés reste une question, surtout dans des territoires avec une forte demande d'aménagement. S'il est règlementaire de s'en préoccuper, les connaissances, les concepts et outils restent peu développés chez les instructeurs des dossiers. Parfois, lorsque les équipes des décideurs locaux ont une sensibilité et une connaissance accrues des enjeux biodiversité de leur territoire, ce point est analysé de près et pris en compte, mais cela reste marginal.

- De façon générale, il est nécessaire de sensibiliser aux enjeux de la préservation de la biodiversité, même « ordinaire », au fait que le vivant, par sa nature même, ne reste pas figé : l'objectif est de limiter les politiques de développement territoriales qui n'en tiennent pas compte ;

- Une autre question, d'ordre aussi bien écologique que sociétal - voire éthique - se pose sur le degré de changement d'état de la biodiversité acceptable. En effet, pour certains projets, l'installation puis la gestion engendrent un changement d'état de la biodiversité tel qu'ils ne sont pas acceptés par la population. Toutefois, il est possible que 1/ la biodiversité en place résulte de modifications, parfois profondes, réalisées antérieurement, 2/ cela n'obère pas le maintien de la capacité d'évolution après le démantèlement du projet (perturbation, dynamique naturelle) ou 3/ que la gestion engendre la création d'habitats favorables à l'installation d'espèces à intérêt (perturbation, richesse spécifique). À cela se couple la question du changement des conditions environnementales (changement climatique, assèchement, etc.) qui conduit à s'intéresser aux modes de gestion qui permettraient de renforcer la résilience des écosystèmes dans un processus vertueux - qui pourrait donc mettre, pour partie, la gestion au service de la biodiversité ;

- Enfin, la question de la localisation de ces projets, auxquels il est demandé d'assurer plusieurs fonctions, reste aussi ouverte. Aujourd'hui les outils financiers, assurantiel, et l'acceptabilité visuelle (paysage), entre autres, incitent les aménageurs à choisir des secteurs isolés, loin des habitations, avec moins de contraintes de co-activités. Favoriser les projets en ville ou sur des zones déjà anthropisées pourrait réduire les pressions sur les espaces naturels ou semi-naturels. Dans tous les cas, il s'agit de mieux connaître les milieux et les mécanismes écologiques qui perdurent ou se mettent en place après une installation. L'objectif est ainsi de mieux appréhender les méthodes d'aménagement et les effets recherchés sur certains milieux par exemple. Des recherches sont initiées dans le domaine du solaire au sol et des éoliennes.

<sup>9</sup>. Voir le projet Pieso (Processus d'intégration écologique du solaire) qui a pour ambition le développement d'un système d'aide à l'intégration des préoccupations sur le fonctionnement des écosystèmes et la dynamique de la biodiversité, en amont des projets photovoltaïques.



# FICHE 10

## Prendre en compte les abeilles sauvages dans la protection des pollinisateurs

Benoît Geslin  
(Aix-Marseille Université)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs,  
approches scientifiques

## PRÉSENTATION DU SUJET

Il y a près de 1 000 espèces d'abeilles en France, toutes différentes par leurs tailles, leurs préférences alimentaires et leurs comportements de nidification. Ces abeilles sont garantes du service écosystémique de pollinisation et du maintien des communautés de fleurs sauvages. Elles sont ainsi cruciales dans le fonctionnement des écosystèmes.

Pourtant, lorsque que l'on pense à des aménagements potentiel en faveur des abeilles, il est souvent fait référence à la seule abeille domestique (*Apis mellifera*), l'abeille à miel notamment via l'installation de ruches. Cette dernière espèce est sociale, vit en colonies populeuses et les nombreuses ouvrières peuvent entrer en compétition pour la ressource avec les populations d'abeilles sauvages. Ainsi, dans de nombreux espaces protégés (réserves naturelles, parcs régionaux et nationaux), les demandes d'installation de ruches ont augmenté ces dernières années et les densités d'abeilles domestiques avec (notamment pendant les périodes de transhumances). Or, la présence de nombreuses colonies domestiques peut entrer en conflit avec un objectif de maintien des populations d'abeilles sauvages. Cela questionne donc plus largement, notamment

dans les espaces protégés, la notion de naturalité des écosystèmes.

En 2016, une étude a été lancée avec le Parc national des Calanques. Elle visait à connaître la biodiversité des abeilles sauvages dans le parc et à y estimer si la densité de ruches existantes pouvait affecter les communautés d'abeilles sauvages. Cette étude avait également pour objectif d'aider le parc à définir sa stratégie apicole et à adapter ses mesures de gestion dans le but de protéger la faune pollinisatrice. Le parc souhaitait également connaître la productivité de ses habitats en termes de ressources pour les pollinisateurs (nectar et pollen) pour estimer la quantité de nourriture disponible pour les insectes floricoles.

## MISE EN ŒUVRE

En 2017 et 2018 deux grandes campagnes de terrain ont été lancées en partenariat avec le Parc national des Calanques et dans le cadre d'une thèse (Lise Ropars). Dix-sept sites expérimentaux ont été sélectionnés pour :

- abriter des ressources clé pour les pollinisateurs (plantes de garrigue comme le romarin ou le ciste produisant de grande quantité de pollen et nectar) ;
- être dispersés dans le parc de manière à couvrir une partie représentative de son territoire.

Dans ces sites, du début du printemps au milieu de l'été, des abeilles visitant les plantes à fleurs ont été capturées selon deux méthodes complémentaires.

La méthode des coupelles colorées tout d'abord : une méthode passive qui capture les abeilles attirées par les couleurs vives dans des récipients préalablement peints et remplis d'eau et d'un peu de détergent (ce qui diminue la tension de surface et favorise la capture des abeilles). La deuxième méthode était une capture active au filet à papillon directement sur les fleurs afin d'étudier le réseau d'interactions plantes-pollinisateurs.

En parallèle, la quantité de ressources offertes (nectar, pollen) par les fleurs des espèces dominantes de la garrigue méditerranéenne a été évaluée.

Les questions posées étaient :

- Quelle est l'abondance et la diversité d'abeilles vivant dans le Parc national des Calanques ?
- La quantité et la proximité des ruches d'abeilles domestiques influencent-elles la structure des communautés d'abeilles sauvages ?
- Y a-t-il une compétition pour les ressources entre abeilles domestiques et sauvages ?
- Quelle est la quantité de ressources produite par les habitats de garrigue dans le but d'estimer la capacité d'accueil de colonies d'abeilles domestiques du parc ?

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

D'une manière générale en écologie, les grandes campagnes de terrain sont difficiles à mettre en œuvre du fait du temps et de la main d'œuvre nécessaires. Pour cette étude, plus de 15 personnes différentes ont été impliquées sur les deux années. Synchroniser la prise de données sur les 17 sites a été délicat puisqu'il fallait à la fois jongler avec les facteurs météorologiques, pallier les problèmes matériels, le tout avec un budget très contraint.

Néanmoins, après deux années de terrain et deux années de traitement de données, les résultats ont considérablement renforcés les connaissances sur les abeilles du Parc national des Calanques et le sujet de la compétition entre abeilles domestiques et sauvages. Ainsi :

- Dans le parc, l'étude a permis de mettre en lumière que ce territoire de 85 km<sup>2</sup> abritait, à minima, 192 espèces d'abeilles sauvages, soit plus de 20 % des espèces de la faune française et dont 7 espèces sont présentes sur la liste rouge d'abeilles européennes ;
- L'étude a également mis en lumière une forte compétition pour les ressources entre les abeilles domestiques et sauvages. On observe une diminution significative de l'abondance et de la

richesse de ces dernières dans les sites présentant une forte densité de ruches à proximité ;

- Les grandes abeilles solitaires semblent particulièrement affectées et changent leurs comportements alimentaires en présence d'*Apis mellifera*.

Ces résultats ont été pris en compte par les gestionnaires du Parc national des Calanques. Dans un premier temps des mesures ont été prises pour ne pas accepter de nouvelles installations de ruchers sur le territoire. Dans un deuxième temps, d'autres mesures restrictives pourraient être envisagées après concertation avec tous les acteurs.

Les apiculteurs du parc ont été sensibilisés à ce sujet lors de réunions publiques pendant lesquelles les résultats ont été présentés. Ces résultats ont été accueillis de diverses manières en fonction des apiculteurs, parfois positivement, parfois négativement.

Dans le futur, il est proposé d'éditer un livret sur les abeilles des Calanques dans le but de présenter la richesse de ce parc à l'ensemble des usagers.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

En matière de recherche, pour comprendre l'importance et la magnitude de la compétition potentielle entre abeilles domestiques et sauvages, il est primordial d'estimer le plus finement possible la quantité de ressources (nectar, pollen) disponible. À ce jour, les études effectuées montrent des limites méthodologiques importantes, notamment concernant la quantité de nectar qui est souvent sous-évaluée. Il reste ainsi nécessaire de progresser pour estimer la productivité en ressource d'un habitat.

En termes de pratiques, il paraît crucial, par principe de précaution et dans le but de sauvegarder la naturalité des espaces naturels protégés comme les parcs nationaux, de limiter la densité de ruches dans ou à proximité des zones centrales de conservation afin de laisser des zones de tranquillité aux espèces d'abeilles sauvages.

Les études sur le sujet se poursuivent avec l'ambition de proposer, dans le futur, des mesures de gestions précises pour les gestionnaires des espaces naturels protégés.



# FICHE 11

## Revégétaliser les montagnes alpines avec des semences issues d'espèces sauvages d'origine locale

**Stéphanie Huc**  
(Conservatoire botanique  
national alpin)

**Mots clés :**

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs, indicateurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Le Conservatoire botanique national alpin est un organisme public dédié à la connaissance et la préservation de la flore et des végétations des Alpes françaises et de leur piémont. Il accompagne régulièrement des porteurs de projets en restauration écologique dans les Alpes afin de mieux préserver la biodiversité des territoires : stations de ski, aménageurs, collectivités locales. Il apporte aussi son expertise technique et scientifique aux services de l'État et des collectivités territoriales.

Depuis 2016, des chantiers de revégétalisation sont réalisés dans les Alpes grâce à des programmes tels que Sem'les Alpes, RestHalp ou Gebiodiv. Ils concernent différents types de milieux tels que des zones humides drainées, des pistes de ski très anthropisées, des prairies de fauche en réserve naturelle et en parcs nationaux, des sentiers en espace naturel sensible et en sites Natura 2000, ou encore des bords de route en haute montagne.

Sur ces chantiers, la question de la « naturalité » est omniprésente : elle conditionne les objectifs opérationnels, la planification et l'organisation des chantiers. La question de la naturalité se pose principalement pour le choix de l'origine du matériel végétal à utiliser

et des techniques de revégétalisation à mettre en œuvre.

L'utilisation de végétaux sauvages d'origine locale présente plusieurs enjeux :

- l'adaptation génétique qui favorise la réussite des semis ;
- la diversité génétique qui assure un potentiel d'adaptation, notamment pour résister aux maladies ou aux parasites ;
- la conservation du patrimoine génétique des espèces qui assure la conservation des écotypes locaux adaptés au territoire ;
- la synchronisation des cycles de vie entre insectes et végétaux qui assure les services écosystémiques.



## MISE EN ŒUVRE

Dans la pratique, lorsque le travail concerne des habitats naturels et semi-naturels, l'équipe s'interroge d'abord sur le degré de naturalité dans lequel se trouve le milieu dégradé :

- Si la zone impactée est à l'intérieur ou à proximité d'un espace naturel protégé, le Conservatoire botanique national alpin propose que l'origine du matériel végétal utilisé soit strictement locale. Au niveau technique, le transfert de foin vert est privilégié, c'est-à-dire la récolte de graines en mélange grâce à des brosseuses, aspirateurs ou matériel de fauche, suivi d'un semis direct de ces produits de fauche - y compris les débris de feuilles, tiges qui servent de *mulch* (paillis) ;

- Si la zone est hors de sites sous statut de protection, plusieurs alternatives sont possibles : soit le transfert de graines précédemment cités ; soit l'utilisation de mélanges d'espèces pures issues de la marque *Végétal local* qui garantit la traçabilité des végétaux et la diversité génétique des semences pour chaque espèce ; soit l'utilisation conjointe des deux techniques, récolte en mélanges et mélanges d'espèces pures. Par exemple, sur les bords de route d'altitude ou les pistes de ski, l'équipe propose d'utiliser des palettes végétales composés dans le cadre du programme Sem'les Alpes pour les sites de moyenne montagne (900 - 1 500 m) et les sites d'altitude (> 1 500 m). Il s'agit d'espèces ubiquistes, pionnières et structurantes pour les milieux.

Quel que soit le type d'habitat et son degré de naturalité, l'objectif est toujours de rendre le milieu restauré fonctionnel dans au moins trois de ces composantes, sol, végétation, faune associée. Ce sont des indicateurs pertinents pour assurer un suivi temporel et évaluer le succès de la restauration.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Les sites restaurés dans le cadre de programmes tels que Sem'les Alpes (Huc *et al.* 2018), RestH'Halp (Pittana *et al.*, 2020) ou Gebiodiv ont conduit à améliorer la connaissance sur les espèces les plus efficaces pour revégétaliser en zones de montagne et sur les techniques permettant d'accélérer les processus de restauration afin de regagner en naturalité.

Ainsi, le développement de la marque *Végétal local* est un levier important pour préserver la génétique locale des espèces semées. La filière des semences pures prend de l'essor grâce aux semenciers très actifs sur différents volets : récolte en milieu naturel, multiplication sur de grandes surfaces, collecte de graines en mélange grâce au développement de brosseuses adaptées au terrain de montagne.

Des freins subsistent toutefois : les quantités de graines produites sont encore largement en-deçà des besoins dans les Alpes : environ 3 tonnes produites en *Végétal local* en 2020 pour plus de 160 tonnes de semences utilisées en 2018 (Dupré la Tour *et al.* 2018). La diversification des techniques permet cependant de répondre de mieux en mieux aux besoins des aménageurs : par exemple, la station de ski de Courchevel utilise à la fois des semences commerciales sur certains secteurs, mais aussi des semences locales et du transfert de foin vert sur d'autres.

Les suivis réalisés sur des sites semés en semences locales montrent des résultats plutôt satisfaisants : les taux de recouvrement dépassent les 70 % à 2 000 mètres d'altitude après 3 ans de suivi sur des pelouses subalpines. À 2 800 mètres, les taux de recouvrement atteignent 30 % : ce chiffre est faible, mais en accord avec les conditions bioclimatiques plus difficiles à cette altitude.

Ainsi, les chantiers menés par le Conservatoire botanique national alpin dans les Alpes ont déjà atteint leurs objectifs ou en sont proches : les méthodes utilisant des végétaux sauvages d'origine locale dans les zones dégradées des habitats naturels ou semi-naturels permettent effectivement de renaturer les milieux, même en contexte climatique difficile et favorisent la biodiversité des territoires, même dans la zone alpine soumise à une forte érosion.

Les chantiers réalisés servent de « vitrines » pour les acteurs du territoire qui souhaitent reproduire les opérations de restauration écologique dans d'autres contextes et d'autres régions. Enfin, la valorisation des résultats permet aux politiques publiques de s'emparer du sujet pour soutenir les filières économiques des végétaux locaux et pour encourager les techniques auprès des aménageurs notamment dans le cadre des mesures « Éviter, réduire, compenser ».

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

De nombreux habitats naturels en zone alpine comme les combes à neige, les bas-marais, les pelouses alpines, les pelouses sèches font régulièrement l'objet de dégradations notamment au sein des stations de ski, mais également dans d'autres sites (parcs photovoltaïques, pistes pastorales, etc.). Ces milieux ont un fonctionnement hydraulique souvent complexe et se développent sur des sols généralement maigres. Leur restauration nécessite donc une très bonne connaissance de leur fonctionnement et requièrent la mise en place d'expérimentations afin de définir les techniques qui permettront le mieux de les renaturer (préparation du terrain, choix des espèces, techniques de semis, etc.).

Les pratiques de revégétalisation évoluent doucement. Toutefois, le partage d'expérience et la mise en réseau des acteurs de la restauration écologique, grâce à des journées d'échange sur le terrain, de formation et des guides pratiques, permettent de convaincre et de rassurer les acteurs de la revégétalisation sur le bien-fondé de ces pratiques pour une biodiversité gagnante.





# FICHE 12

## Le Pavillon Vendôme : un parc écologique à la française

Cécile Albert (CNRS),  
Patrick Pot et Didier Pauner  
(Ville d'Aix-en-Provence)

### Mots clés :

Politiques publiques, territoires, dynamiques, acteurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Avec son jardin à la française, sa roseraie et son pavillon du 17<sup>e</sup> siècle, le parc du Pavillon Vendôme, situé au cœur d'Aix-en-Provence, est l'une des principales vitrines touristiques de la ville. Ici, comme dans les autres parcs qu'elle a sous sa coupe, la Direction espaces verts, paysages et biodiversité de la ville explore depuis une dizaine d'années de nouvelles méthodes de gestion du végétal.

La réglementation *zéro phyto*<sup>10</sup> qui interdit aux collectivités l'usage de produits phytosanitaires sur l'espace public depuis janvier 2017 est venue renforcer la prise de conscience de certains agents de l'impact de ces produits sur l'environnement au sens large. Ce ne sont pas simplement des questions de pollution ou de santé des usagers, mais également un problème fondamental de préservation du vivant et de prise en compte des cycles du vivant et des interactions qui s'y jouent dans les actions de gestion.

Or le jardin à la française, avec ses codes d'entretien très stricts et la manière qu'on y a de délimiter l'espace et de contraindre le végétal de manière géométrique (par ex. art topiaire), peut apparaître comme le contrepied de ces problématiques environnementales. Il pourrait sembler que la fin y justifie les moyens, tels que des fréquences de tonte très élevées ou un usage important d'intrants. Une conciliation est-elle possible ?

## MISE EN ŒUVRE

À Vendôme, différentes initiatives ont vu le jour. Certes la roseraie ne reçoit plus de traitements, mais elle est également taillée moins souvent. Dans le but de régénérer les sols, les feuilles putrescibles sont partiellement laissées au sol et partiellement compostées sur place pour un usage local du compost. Les agents laissent les plates-bandes fleurir et grainer avant de les couper. Des nichoirs à mésanges ont également été installés afin de réduire les populations de chenilles processionnaires et de pyrales du buis dans le parc. En bref, les efforts visent à réamorcer un équilibre dynamique, celui de la cyclicité entre le sol, le végétal et les chaînes alimentaires qui en partent.

Ces expérimentations s'appuient sur la capacité d'observation des jardiniers de la ville. En acceptant

la présence d'insectes considérés comme « nuisibles », comme les pucerons, à des niveaux plus élevés que par le passé, on observe que leurs prédateurs reviennent et que les populations se régulent naturellement. Mais ces dynamiques ont besoin de temps pour se remettre en place. Cette approche, basée sur une révision à la hausse des « seuils de tolérance » du jardinier, permet aussi de réduire considérablement les traitements conduits sur les buis du parc et qui souffrent de l'invasion de pyrale du buis. Les pièges à phéromone qui sont installés en diminuent les populations et préservent les buis. Ils servent également de témoin pour déclencher un éventuel traitement en cas de besoin, traitement dont la fréquence a été réduite de plus de la moitié grâce à cette phase d'observation fine.



<sup>10</sup> Loi n° 2014-110, dite loi "LABBE" du 6 février 2014, qui encadre l'utilisation des produits phytosanitaires sur l'ensemble du territoire national.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le passage des parcs en *zéro phyto*, et plus généralement vers une gestion différenciée, a été et demeure pour les jardiniers de la ville un challenge du quotidien. La roseraie et le jardin à la française du parc Vendôme, ainsi que les serres municipales, sont au cœur de ce challenge d'une part du fait de leur sensibilité particulière à la prolifération de certains agresseurs et pathogènes des plantes, d'autre part parce qu'ils ont été utilisés comme pilote dans ce projet de changement de gestion. Les résultats obtenus aujourd'hui sont encourageants. Le parc Vendôme garde son éclat et les végétaux y sont dans un état sanitaire satisfaisant grâce au retour des espèces auxiliaires (par ex. : *aphydus*).

Forte de son expérience, la Direction espaces verts, paysages et biodiversité souhaite désormais exporter les pratiques développées à Vendôme sur les autres parcs de la ville. Des idées de réaménagement du Parc Vendôme où l'on pourrait par exemple remplacer les buis qui sont malades et présentent peu d'intérêt pour la faune et la flore par des essences plus locales, tout aussi façonnables, mais plus intéressantes sur la plan écologique (par ex. oiseaux), comme le myrte, pourraient aussi voir le jour.

Les jardiniers gagnent également en savoir-faire par rapport aux nouvelles techniques de gestion. Par ailleurs, les phases d'observation ne viennent pas s'ajouter aux autres tâches de gestion, mais permettent que celles-ci se répartissent différemment dans le temps.

Deux freins viennent toutefois limiter les résultats à l'échelle de la ville :

- D'une part, la réglementation *zéro phyto* et la mise en place d'une gestion différenciée ne se fait que dans les espaces publics gérés par la Direction espaces verts, paysages et biodiversité. Les autres espaces publics, tels que les espaces sportifs, les abords de voirie, sont gérés par d'autres services soumis différemment aux réglementations ainsi, intrants, arrosage intensif, tonte fréquente restent la norme pour les terrains de sport. Le bénéfice pour la biodiversité au niveau de la ville reste donc mitigé. D'autant que les terrains de sport jouxtent parfois les parcs, c'est le cas pour le parc Christine Bernard qui est pourtant labellisé éco-jardin. Ces disparités dans la gestion des espaces publics pointent un manque de cohérence et la nécessité d'une mission environnementale transverse aux différents services municipaux, ainsi qu'un projet directeur dans

lequel l'environnement est pris en compte de manière globale et cohérente ;

- D'autre part, l'acceptation des nouveaux modes de gestion par la population et les élus n'est pas toujours au rendez-vous. La démarche et les résultats doivent être régulièrement expliqués et il est nécessaire d'éduquer au vivant et à différentes normes de « beau »

et de « propre » en ce qui concerne les écosystèmes, même urbains. Les panneaux d'information fleurissent donc dans les rues et les parcs pour informer, expliquer et faire changer les regards. Reste maintenant à ceux qui apprécient ces efforts de le faire savoir haut et fort : « la biodiversité en ville, *on like !* ».

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Depuis quelques années, la Direction espaces verts, paysages et biodiversité s'appuie sur des partenariats avec des scientifiques de différentes disciplines (urbanistes, écologues, sociologues, physiciens) pour avancer et faire avancer sur ces questions. Le besoin d'éléments factuels pour pouvoir se faire entendre sur les questions de biodiversité est grand et en perpétuel renouvellement.

À ce stade, il ne s'agit pas nécessairement de répondre à des questions scientifiques très poussées, mais déjà d'acquérir un certain nombre de données relativement simples sur la biodiversité et les usages pour appuyer les messages et éclairer les décisions, car les acteurs dans la ville n'ont pas nécessairement les compétences requises pour étayer leurs idées.



# FICHE 13

## Le réseau Frene : la libre évolution comme choix de gestion durable

Frédérique Zelmire  
(Office national des forêts)

**Mots clés :**

Politiques publiques, dynamiques, acteurs, indicateurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Le réseau des Forêts en évolution naturelle (FRENE) est le réseau des peuplements forestiers en libre évolution que les propriétaires, publics et privés, d'Auvergne Rhône-Alpes ont choisi d'inscrire dans les documents dits « de gestion durable » de leurs forêts<sup>11</sup>.

En instaurant une trame de zones en libre évolution, les forestiers laissent le cycle naturel de la forêt faire son œuvre, préservant ainsi la biodiversité liée à la maturité de la forêt, notamment aux vieux arbres et au bois mort.

Les vieux arbres, les arbres à cavités et le bois mort sont riches en micro-habitats qui sont autant de niches écologiques pour une faune et une flore très variées. L'installation d'une trame de vieux bois est ainsi conçue comme la création de relais favorables à la biodiversité forestière et à sa dispersion au sein de la trame verte.

L'évolution naturelle des forêts est ici entendue comme une gestion pour laquelle aucune action sur le milieu naturel n'est permise (récolte de bois, travaux sylvicoles, création de desserte, pastoralisme, interventions lourdes dans le cadre de la prévention des risques naturels, etc.), sauf mise en sécurité d'arbres dangereux, entretien d'infrastructures existantes et intervention sur des foyers d'espèces exotiques, conformément à la doctrine appliquée dans les réserves biologiques intégrales. La chasse et la cueillette continuent toutefois de s'y exercer. Enfin, dans les cas de catastrophe naturelle mettant en jeu la sécurité des personnes et des biens (incendie, érosion, etc.), c'est la résorption de ces phénomènes qui prime sur l'objectif de non intervention.

## MISE EN ŒUVRE

Maintenir du bois mort et de vieux arbres au sein d'une trame de vieux bois permet de mieux représenter la partie du cycle sylvigénétique qui correspond au vieillissement des arbres, à la mort de certaines parties (branches, descente de cime), à son écroulement et à sa dégradation complète, partie généralement peu représentée dans le cycle sylvicole.

Depuis 2009, ce réseau régional se développe dans le cadre d'une dynamique partenariale qui associe les forestiers publics et privés, les principales organisations non gouvernementales environnementales, l'État et la Région. Seuls participent au réseau Frene les peuplements auxquels un document de gestion durable, approuvé au titre du code forestier, assigne un objectif explicite de libre évolution.

En forêt publique, trois types de surfaces en libre évolution y contribuent : 1/ les réserves biologiques intégrales, créées par arrêté ministériel, 2/ les îlots de sénescence dans les zones en sylviculture, identifiés par les aménagements forestiers avec une décision d'arrêt de la sylviculture en vigueur, 3/ les zones hors sylviculture en libre évolution et non susceptibles d'exploitation dans les conditions actuelles.

En forêt privée, les peuplements en évolution naturelle inscrits dans le réseau Frene relèvent des mêmes logiques d'identification, mais ne sont pas discriminés selon ces différentes catégories.

Il n'y a aucun critère d'éligibilité pour qu'un peuplement intègre le réseau, par souci de simplicité, de facilité et pour s'affranchir des coûts qui seraient nécessaires pour établir cette éligibilité (collecte et évaluation de données). Le réseau postule que chaque mise en libre évolution apporte un bénéfice écologique à plus ou moins long terme, quel que soit le peuplement lors de l'intégration. Ce principe de simplicité à l'égard de l'éligibilité est essentiel pour ne pas brider une dynamique locale. Le processus décisionnel est ainsi simple, maîtrisé par le propriétaire, et il relève d'une logique de trame de vieux bois.

Outre un indicateur surfacique, les Réserves biologiques intégrales (RBI) du réseau font l'objet de suivis : suivi dendrométrique, inventaires d'espèces pour des groupes liés à la maturité des forêts (bryophytes, lichens, champignons lignivores, coléoptères saproxyliques, chiroptères et avifaune), modélisation de connectivités entre les îlots de la trame de vieux bois.

<sup>11</sup> Les objectifs d'une gestion durable des bois et forêts sont définis à l'article L. 121-1 du Code forestier.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

La cartographie du réseau FRENE est mise à disposition sur le site Datara<sup>12</sup> pour ce qui est des forêts publiques. Elle permet de rendre compte des progrès accomplis en termes surfaciques (une progression d'environ 2000 ha/an). Cette transparence permet aussi à la société civile d'assurer une vigilance sur la continuité des engagements pris par les propriétaires forestiers.

Le classement en libre évolution dans les documents de gestion durable forestiers porte sur une durée de 20 ans, mais il a vocation à être reconduit à chaque renouvellement de ces documents.

Le réseau vise le long terme par l'engagement volontaire. Un rapide calcul « coût/efficacité » entre une démarche réglementaire classique - type arrêté de protection de biotope ou d'habitat naturel - et ce principe d'adossement au code forestier, doublé d'une transparence de l'action, milite pour cette option : aujourd'hui les propriétaires ne voient pas la mesure réglementaire comme une reconnaissance des enjeux, mais comme une contrainte à la libre gestion.

Par ailleurs, la transformation d'un engagement volontaire en procédure réglementaire risquerait de dénaturer l'idée que les propriétaires forestiers privés et les gestionnaires des forêts publiques se font du dispositif.

Pour les propriétaires et les gestionnaires de forêts publiques, la présentation de la mise en libre évolution est faite dans un contexte de multifonctionnalité de la gestion de leur forêt et une plaquette à l'intention des propriétaires publics est en cours de réalisation par l'association des communes forestières.

Actuellement, seules les réserves biologiques intégrales font l'objet de suivis biodiversité. Le réseau travaille sur cette question et sur un état des lieux. Il est à noter qu'il s'agit d'avoir des suivis à long terme : les retours sur une évolution des milieux ne seront pas disponibles avant une dizaine d'années.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

D'abord piloté par le Réseau Ecologique Forestier Rhône-Alpes, la mise en œuvre du réseau Frene a été confortée par la signature d'une « Stratégie régionale pour les services socio-environnementaux rendus par la forêt en Rhône-Alpes » pour la période 2015-2020. Le programme d'actions élargit le champ de collaboration à l'ensemble des services écosystémiques apportés par la forêt (en lien avec le carbone, l'eau, la biodiversité et les aménités sociales) et emporte de nouvelles adhésions entre propriétaires privés, associations environnementales, la Région et l'État. Ce partenariat dynamise le réseau et normalise les relations entre les acteurs.

Les discussions partenariales ont fait émerger des propositions d'évolution et d'amélioration du dispositif Frene : conforter la reconnaissance institutionnelle du réseau, élargir le cadre partenarial et étendre le principe du réseau à l'ensemble du territoire national, mais aussi en termes de politiques publiques et de pratiques : identifier un mécanisme financier pour inciter les propriétaires à mettre en libre évolution leurs parcelles dans des zones clés pour la biodiversité, mettre en place des modalités de suivi des peuplements inscrits dans le réseau, évaluer l'impact du changement climatique sur le réseau, etc.

Enfin, cette démarche, portée par les forestiers et les associations environnementales, n'est effective qu'en Auvergne Rhône-Alpes. Une extension au reste du territoire est envisagée dans le cadre d'un partenariat entre France nature environnement et l'Office national des forêts.

<sup>12</sup> <https://www.datara.gouv.fr/accueil>



# 14

## Comprendre la dynamique des peuplements aquatiques au voisinage des aménagements de production d'électricité

Véronique Gouraud (EDF R&D),  
Anthony Maire (RDF R&D),  
Laurence Tissot (EDF R&D)

**Mots clés :**

Dynamiques, approches scientifiques, acteurs

## PRÉSENTATION DU SUJET

Les aménagements d'Électricité de France (EDF) voisinent fréquemment avec des zones riches en biodiversité, comme les rivières de montagne où se trouvent la majorité des aménagements hydroélectriques, les rivières de plaine, les estuaires ou le bord de mer, où sont implantées les centrales thermiques classiques et nucléaires. Du fait de ses interactions avec la ressource en eau dans le cadre de son activité de production d'électricité, EDF peut impacter les

espèces vivant dans ces milieux. Pour évaluer ces potentiels impacts, des suivis hydrobiologiques ont été mis en place depuis de nombreuses années pour caractériser l'évolution temporelle de leurs biocénoses et comprendre l'influence des modes de gestion des ouvrages. Des outils de modélisation ont été développés pour comprendre et anticiper ces évolutions dans un contexte de changements globaux.

## MISE EN ŒUVRE

L'enjeu est de disposer de connaissances pour évaluer les interactions des activités d'EDF avec la biodiversité aquatique, identifier les solutions à mettre en œuvre pour réduire ces impacts sur la biodiversité et enfin améliorer le rapport coût-efficacité environnementale des actions mises en place. Les besoins portent sur la caractérisation des biocénoses et la compréhension de leurs évolutions temporelles.

Pour répondre à ces objectifs, des suivis hydrobiologiques à long-terme ont été mis en place au voisinage des ouvrages de production d'électricité d'EDF sur de multiples stations localisées à l'amont et à l'aval d'aménagements hydroélectriques et de centrales thermiques<sup>13</sup>.

Les données environnementales de ces stations ont également été collectées sur ces longues périodes. Les principales métriques biologiques utilisées sont l'abondance des

espèces cibles (poissons, macro-invertébrés) et la taille des individus. Les principaux facteurs environnementaux considérés sont le débit, la température de l'eau, les conditions hydrauliques et les surfaces d'habitat favorable. Des méta-analyses spatio-temporelles des peuplements aquatiques ont permis de caractériser leur réponse aux paramètres environnementaux, en termes notamment de tendances d'évolution des peuplements, de synchronismes entre populations, de variabilité de structure de peuplement entre sites. Des modèles de dynamique de population<sup>14</sup>, développés pour la truite (espèce majoritaire sur les cours d'eau en tête

de bassin) permettent d'analyser plus finement les processus mis en œuvre et de simuler les effectifs en fonction des paramètres environnementaux.

Au voisinage des ouvrages hydroélectriques, les analyses ont montré, par exemple, que les variations d'effectifs de truite étaient liées à la combinaison de l'effet des crues pendant le printemps ou la période de ponte et la prépondérance de processus locaux (recrutement moindre dû à un manque de zones de ponte, mortalité liée à une mauvaise qualité d'eau, migrations induites par des surverses lors d'épisodes de crue ou mortalité due à des chasses au barrage – Figure 1).

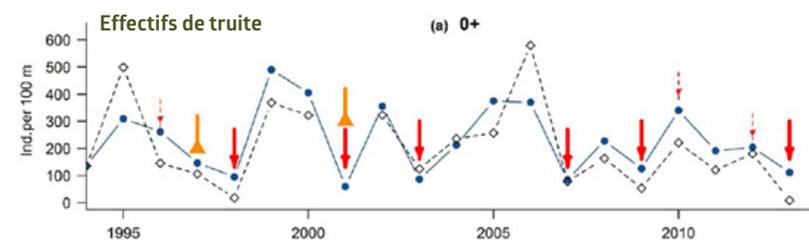


Figure 1 - issue de Tissot et al. (2016) : Densités de juvéniles de truite observées (carrés blancs) et simulées (cercles bleus) dans le tronçon de Beyrède sur la Neste d'Aure. Influences simulées des crues (en rouge) et de la gestion des chasses au barrage (en orange)

<sup>13</sup> Aménagements hydroélectriques : Suivi de l'évolution des populations de poissons sur (i) 23 stations situées en amont et en aval de 11 prises d'eau, échantillonnées entre 10 et 26 ans (ii) 45 stations situées en aval de 27 centrales, échantillonnées entre 3 et 17 ans;

Centrales thermiques : Suivi de l'évolution des peuplements de poissons des grandes rivières françaises sur 35 stations réparties à l'amont et à l'aval de 11 centres nucléaires de production d'électricité échantillonnées entre 20 et 40 ans

<sup>14</sup> *Modèle matriciel déterministe Modypop* (Gouraud et al., 2008 ; Tissot et al., 2016) ; *Modèle hiérarchique bayésien Dypop* (Bret et al., 2017)

**PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES**

Il a aussi été montré que la disponibilité en caches (abris) et le régime thermique étaient des facteurs clé. Ces connaissances établies sont utilisées pour diagnostiquer l'état des populations à l'échelle de chaque ouvrage et permettent ainsi d'être à même d'adapter si nécessaire les modes de gestion (valeur du débit minimum transitant dans les tronçons court-circuités par les barrages, mode de lâchers des débits à l'aval des centrales).

Au voisinage des centrales nucléaires, les évolutions des peuplements de poissons observées sur le long terme sont majoritairement liées aux changements climatiques, en cours et à une échelle spatio-temporelle plus large que celle du périmètre des centrales, et assez peu aux rejets thermiques en eux-mêmes. Les proportions d'espèces septentrionales diminuent tandis que les proportions d'espèces méridionales augmentent (Figure 2). La méta-analyse spatio-temporelle a montré qu'il n'y avait pas de différences significatives de ces tendances d'évolution des communautés entre les stations localisées à l'amont et à l'aval des centrales (Maire *et al.*, 2019).

Les suivis biologiques multi-sites et long-terme sont précieux pour identifier les paramètres clé et les possibles leviers d'actions. Les déterminants principaux des évolutions biotiques constatées (changements globaux, régime hydro-sédimentaire, régime trophique, etc.) dont les effets respectifs sont souvent difficiles à dissocier. Des outils d'analyse sont nécessaires pour comprendre les évolutions temporelles et investiguer la dimension spatiale (notamment l'influence de la connectivité).

Le développement de ces outils ne peut se faire que sur la base de suivis biologiques à long terme, idéalement mis en place sur des sites atelier. Les outils génériques ou les connaissances ainsi acquises peuvent ensuite être utilisés sur d'autres sites ne bénéficiant pas de suivis sur d'aussi longues périodes. En bref, ces suivis long-terme multi-sites montrent que l'évaluation d'un impact ou du mode de gestion d'un ouvrage ne peut se faire sans prendre en compte la dynamique temporelle des peuplements et le contexte spatial dans lequel ils s'inscrivent. La compréhension et la quantification de l'impact dans ce contexte sont essentielles pour définir correctement les actions d'évitement ou de réduction d'impact à conduire. Enfin, la compréhension de la dynamique de la biodiversité permet de dialoguer avec les parties prenantes pour avoir une évaluation objective des impacts et déterminer les solutions à mettre en œuvre.

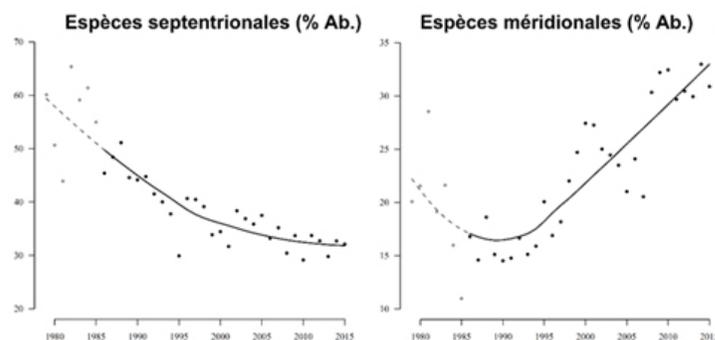


Figure 2 - adaptée de Maire *et al.* (2019) : Évolution moyenne des abondances des espèces septentrionales (en baisse) et méridionales (en hausse) sur 11 CNPE de 1979 à 2015 (en % d'abondance - % Ab). Aucune différence significative n'a été observée entre les tendances biologiques observées sur les stations localisées à l'amont des CNPE et celles localisées à l'aval



# FICHE 15

## L'équarrissage naturel de grands animaux : une solution fondée sur la nature source de biodiversité

Thierry Lecomte  
(Conservateur de la réserve  
naturelle des Courtils  
de Bouquelon)

**Mots clés :**  
Dynamiques, territoires

## PRÉSENTATION DU SUJET

Depuis au moins l'ère secondaire, la nature a toujours su gérer les cadavres d'animaux pesant parfois jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes et ce recyclage a perduré dans les ères suivantes jusqu'à une période récente où les grands herbivores sauvages, et leurs consommateurs *post-mortem*, ont été, pour la plupart, éliminés, et que les herbivores domestiques suivent à présent un autre itinéraire *post-mortem*.

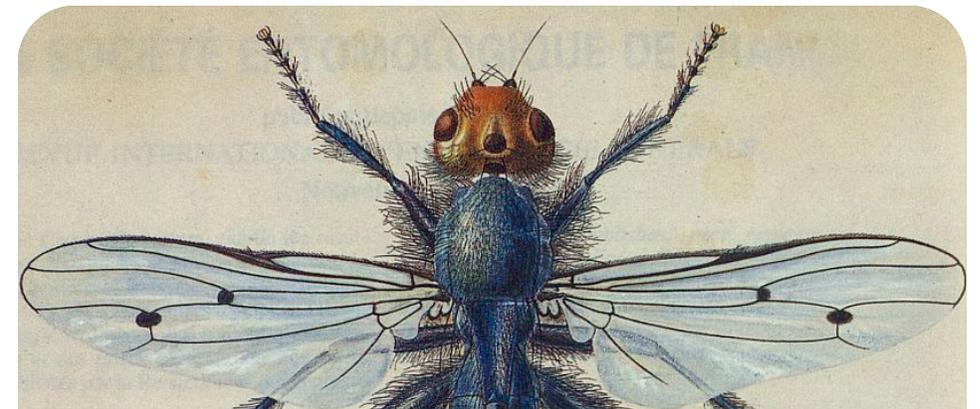
Aujourd'hui, ce phénomène toujours à l'œuvre passe quasiment inaperçu sous nos latitudes car il concerne la petite faune (lièvre, belette, etc.). Le cadavre animal constitue une annexe épigée de la litière et, de la même façon que l'arbre mort, est une ressource extraordinaire pour des milliers d'espèces saproxyliques. Le cadavre animal intéresse aussi une diversité d'organismes nécrophiles dont les oiseaux nécrophages (vautours et autres) ne constituent qu'une infime part de la biodiversité mobilisable pour le recyclage des carcasses. En effet, l'hétérogénéité d'un corps animal, qui comprend, outre les chairs et les viscères, du suif, du cuir, du poil, de la corne, de la moelle osseuse, offre à des centaines d'espèces, souvent hautement spécialisées, ainsi qu'à leurs prédateurs nécrophiles, des opportunités qui s'étendent sur des périodes consécutives propres aux successions de synusies (groupement d'espèces spécialisées).

Ce phénomène est un maillon essentiel du recyclage de la matière organique, du cycle des nutriments, aujourd'hui sous-estimé.

## MISE EN ŒUVRE

Aujourd'hui, l'usage d'herbivores domestiques s'est généralisé sous prétexte de remplir les fonctionnalités écologiques associées à des grands herbivores disparus et ainsi tenter de maintenir des milieux ouverts et une certaine diversité végétale, offrant alors un écosystème plus diversifié, aux fonctionnalités plus complexes et ainsi plus proche de la « naturalité ». Cependant, l'usage d'animaux domestiques rentre dans un cadre réglementaire strict qui contraint le détenteur de ce cheptel à usage particulier à ôter tout animal mort pour le diriger vers un centre d'équarrissage dédié où il y sera détruit. Outre le fait que ce retrait est parfois techniquement impossible (ravins, sites marécageux, rochers et autres espaces difficilement accessibles avec des véhicules conventionnels), l'écosystème est privé du retour d'une biomasse non négligeable dont la transformation va mobiliser des compartiments à la fois très divers et très nombreux de la biodiversité spécifique.

De belles observations de Milan royal, volontiers nécrophage, ont cependant été faites à plusieurs reprises au Marais Vernier (Eure) dans la réserve naturelle régionale des Courtils de Bouquelon. Dans la réserve naturelle nationale du Marais Vernier, un suivi entomologique plus fin sur un cadavre de vache Highlands a conduit à établir une liste d'insectes rares. Un cas survenu dans la réserve naturelle du ravin de Valbois, suite à la mort d'un âne dans un endroit inaccessible, a permis un suivi entomologique qui a, là encore, montré la pertinence de l'équarrissage naturel pour la préservation d'une entomofaune, aujourd'hui rare. En effet, des insectes sont spécialisés dans la consommation de certains tissus : c'est, par exemple, le cas de la mouche gypaète (*Thyreophora cynophila*) dont les larves se développent dans la moelle osseuse de gros mammifères morts.



## RETOUR D'EXPÉRIENCE

S'appuyer sur les dynamiques naturelles pour gérer la matière animale morte constitue une « Solution fondée sur la nature »<sup>14</sup> qui pourrait être développée. Malgré la cohérence du projet avec la loi de reconquête de la biodiversité, son application, qui peut être encore considérée comme illégale au vu de la réglementation dans le domaine agricole, reste marginale. Cela se combine avec le peu d'expériences et de recul sur le sujet.

La loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages pourrait pourtant constituer un levier pour faire évoluer la réglementation dans le sens d'une autorisation en respectant certaines conditions :

- Pratiquer l'équarrissage naturel au sein des espaces dédiés à la protection de la nature (avec, par exemple, une réflexion intégrée aux plans de gestion) ;
- Mettre en place un système dérogatoire pour les espèces protégées ;
- Mettre en place trois conditions : une expertise vétérinaire assurant que la mort n'est pas due à un agent infectieux et contagieux ; l'assurance que l'animal n'est pas sur un champ de captage d'eau potable ; l'éloignement d'habitations pour éviter la gêne olfactive.

## PERSPECTIVES, BESOINS EN TERMES D' ACTIONS, RECHERCHE ET CONNAISSANCES

Avant cela, plusieurs étapes restent à franchir :

- Des études sur ce phénomène en condition naturelle manquent. Si les connaissances sont établies dans le cadre de placettes d'équarrissage, elles rendent compte de conditions semi-naturelles et contrôlées (dalle de béton, clôture, poids des carcasses, durée limitée de mise à disposition) particulièrement adaptées aux oiseaux mais pas aux insectes ni aux mammifères ;
- La connaissance des dynamiques des « équarisseurs miniatures » reste aussi à creuser (observations peu fréquentes, disparition des populations et des espèces), de même que celle de l'influence de la disponibilité en ressources sur les dynamiques de plus grands nécrophages (comme, par exemple, les vautours). Des travaux sont aussi à mener sur les interactions interspécifiques (chaîne alimentaire notamment) inféodées aux cadavres ;

- Il reste ainsi à sensibiliser des communautés scientifiques et naturalistes à cette question, les Réserves naturelles de France, les agents du ministère en charge de l'environnement aux dynamiques écologiques, le Conseil national de la protection de la nature – voire à engager la constitution de réseaux d'étude sur le sujet.

<sup>14</sup> Les Solutions fondées sur la Nature sont définies par l'UICN comme : « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ».

# Références bibliographiques

## Fiche 1 (Grillas)

Tour du Valat (2018). La restauration des anciens salins de Camargue : une solution fondée sur la nature pour s'adapter à l'élévation du niveau marin. Accessible à : <https://tourduvalat.org/dossier-newsletter/la-restauration-des-anciens-salins-de-camargue-une-solution-fondée-sur-la-nature-pour-sadapter-a-lelevation-du-niveau-marin/>

## Fiche 2 (Padilla)

Aubry, S., Gaucherand, S. & Spiegelberger, T. (2020). *Pertinence écologique des Sites Naturels de Compensation. Proposition d'une feuille de route méthodologique pour évaluer la pertinence écologique des projets de SNC : rapport Final*. (115p). France : INRAE

## Fiche 3 (Vanpeene)

Bergès, L., Avon, C., Bezombes, L., Clauzel, C., Dufлот, R., Foltête, J.-C. & Spiegelberger, T. (2020). Environmental mitigation hierarchy and biodiversity offsets revisited through habitat connectivity modelling. *Journal of Environmental Management*, 256, 109950.

Bezombes, L. & Spiegelberger, T. (2020). Éviter, réduire, compenser : et si l'on s'organisait à l'échelle des territoires ? *Revue Science Eau & Territoires*, 31, 3-3. Accessible à : <http://www.set-revue.fr/eviter-reduire-compenser-et-sil'on-sorganiseait-lechelle-des-territoires-avant-propos>

Papet, G. & Vanpeene, S. (2020). *Graphes paysagers et séquence ERC. Comment intégrer les continuités écologiques à la séquence ERC avec les outils des graphes paysagers ?* (22p). France : INRAE. Accessible à : [http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/graphes\\_paysagers\\_et\\_erc\\_20200810.pdf](http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/graphes_paysagers_et_erc_20200810.pdf)

Tarabon S. (2020). *Intégration des fonctionnalités écologiques dans le cadre de l'aménagement des territoires et de la séquence Éviter-Réduire-Compenser, de l'échelle projet à la planification. Biodiversité et Écologie*. Thèse de doctorat. Avignon Université, France. Accessible à : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03121247>

## Fiche 4 (Guillet)

Guillet, F. & Julliard R. (2020). *INSERCAT, Intégrer et rééquilibrer la séquence ERC dans l'aménagement du territoire : outils et mise en œuvre de l'action publique : rapport scientifique*. Accessible à : <https://ittecop.fr/fr/ressources/telechargements/rapport-final/rapport-ittecop-apr-2017/1141-apr2017-insercat-rapport-scientifique-vf-dec2020/file>

Guillet, F., Le Floch, C. & Julliard R. (2019). Séquence « Éviter réduire compenser » : quelle biodiversité est visée par les mesures réglementaires ? *Revue Sciences, Eau et Territoires*. article hors-série, 8 p., Accessible à : <http://www.set-revue.fr/sequence-eviter-reduire-compenser-quelle-biodiversite-est-visee-par-les-mesures-devitement>

Padilla, B., Herard, K. & Hulin, V. (2020). Manifeste pour une séquence CERCA (Connaître, Éviter, Réduire puis Compenser et Accompagner) territorialisée : initiatives pour l'action. *Revue Sciences Eau & Territoires*, 31, 18-23. Accessible à : <http://www.set-revue.fr/manifeste-pour-une-sequence-cerca-connaître-eviter-reduire-puis-compenser-et-accompagner>

Weissgerber, M., Roturier, S., Julliard, R. & Guillet F. (2019). Biodiversity offsetting: Certainty of the net loss but uncertainty of the net gain. *Biological conservation*, 237, 200-208.

## Fiche 5 (Pinault)

Andreadakis, A. (2021). *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. Guide de mise en œuvre*. Paris, France : Commissariat général du développement durable. Accessible à l'adresse : <https://www.ecologie.gouv.fr/eviter-reduire-et-compenser-impacts-sur-lenvironnement>

Andreadakis, A., Bigard, C., Delille, N., Sarrazin, F. & Schwab, T. (2021) *Guide national pour le dimensionnement des mesures compensatoires*. (149p.) France : Commissariat général du développement durable. Accessible à : [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Approche\\_standardis%C3%A9e\\_dimensionnement\\_compensation\\_%C3%A9cologie.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Approche_standardis%C3%A9e_dimensionnement_compensation_%C3%A9cologie.pdf)

Gardner, T.A., Barlow, J., Parry, L.T.W. & Peres, C.A. (2007). Predicting the Uncertain Future of Tropical Forest Species in a Data Vacuum. *Biotropica*, 39, 25-30.

Hubert, S. (2013). *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels*. Paris, France : Ministère de l'Écologie.

Mechin, A. & Pioch, S. (2016). *Une méthode expérimentale pour évaluer rapidement la compensation en zone humide : rapport final*. (85p). France : ONEMA. Accessible à : <https://ecomед.fr/wp-content/uploads/2018/11/rapport-methode-Mercie.pdf>

Pinault M., Pioch S. & Pascal N. (2017). Livret 1 - *Guide pour les études d'impact environnemental en milieux coralliens de France d'outre-mer*. (120p.) France : IFRECOR. Accessible à : <http://www.ifrecor-doc.fr/files/original/ef79d2f1270e585d9fb8a57d80bc76b.pdf>

Pinault, M., Pioch S. & Pascal N. (2017). Livret 2 - *Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement Merci-Cor*. (76p). France : IFRECOR. Accessible à : <http://www.ifrecor-doc.fr/files/original/99697246d0d1c9bc8426106a785f9c14.pdf>

## Fiche 6 (Doisy)

Conservatoire d'espaces naturels de Normandie (2022). Programme régional d'espaces en libre évolution. Accessible à : <http://cen-normandie.fr/les-programmes-et-projets/programmes-regionaux-d-actions/programme-regional-d-espaces-en-libre-evolution>

## Fiche 7 (Pioch)

Bouchon, C., Bouchon-Navaro, Y., De Lavigne, S. & Cordonnier, S. (2017). *Suivi des communautés marines zones de mouillages et d'équipements légers (ZMEL) en mouillages éco-récifs, commune de Deshaies*. (40p.) France : Université des Antilles, BOREA, Caraïbes Aqua Conseil.

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J. & Le Roux, X. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243-248.

Pioch, S. & Léocadie, A. (2017). *Overview on Eco-mooring facilities: Commented bibliography: report*. (19p.) International Coral Reef Initiative (ICRI), Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB). Accessible à : [https://www.icriforum.org/wp-content/uploads/2019/12/OVERVIEW%20of%20eco-mooring-light\\_0.pdf](https://www.icriforum.org/wp-content/uploads/2019/12/OVERVIEW%20of%20eco-mooring-light_0.pdf)

Pioch, S., Relini, G., Souche, J. C., Stive, M. J. F., De Monbrison, D., Nassif, S., Spieler, R. & Kilfoyle, K. (2018). Enhancing eco-engineering of coastal infrastructure with eco-design: Moving from mitigation to integration. *Ecological Engineering*, 120, 574-584.

Pioch S. & Souche J.C. (2021). *L'écoconception des infrastructures maritimes : vers un aménagement intégré à l'environnement*. (286p.). Paris: ISTE

## Fiche 9 (Gourlia)

PHOTODIV, *étude du potentiel d'accueil de la biodiversité des centrales photovoltaïques au sol* (2019). Accessible à : [https://www.crexeco.fr/uploads/4/5/6/6/45669611/crexeco\\_projet\\_recherche\\_photodiv.pdf](https://www.crexeco.fr/uploads/4/5/6/6/45669611/crexeco_projet_recherche_photodiv.pdf)

Étude photovoltaïque et biodiversité (2021). Accessible à : <https://www.enerplan.asso.fr/etude-photovoltaïque-et-biodiversite>

## Fiche 10 (Geslin)

Geslin, B., Gauzens, B., Baude, M., Dajoz, I., Fontaine, C., Henry, M., Ropars, L., Rollin, O., Thébault, E. & Vereecken, N.J. (2017). Massively Introduced Managed Species and Their Consequences for Plant-Pollinator Interactions. *Adv. Ecol. Res.*, 57, 147-199.

Ropars, L., Affre, L., Aubert, M., Fernandez, C., Flacher, F., Genoud, D., Guiter, F., Jaworski, C., Lair, X., Mutillod, C., Nève, G., Schurr, L. & Geslin, B. (2020). Pollinator Specific Richness and Their Interactions With Local Plant Species: 10 Years of Sampling in Mediterranean Habitats. *Environ. Entomol.*, 49(4), 947-955.

Ropars, L., Affre, L., Schurr, L., Flacher, F., Genoud, D., Mutillod, C. & Geslin, B. (2020). Land cover composition, local plant community composition and honeybee colony density affect wild bee species assemblages in a Mediterranean biodiversity hot-spot. *Acta Oecologica*, 104(10).

Ropars, L., Dajoz, I., Fontaine, C., Muratet, A. & Geslin, B. (2019). Wild pollinator activities negatively related to honey bee colony densities in urban context. *PLoS One*, 14(9), pp.e0222316.

## Fiche 11 (Huc)

Dupin, B., Malaval, S., Couéron, G., Cambecèdes, J. & Largier, G. (2019). *Restauration écologique de prairies et de pelouses pyrénéennes : un guide technique pour régénérer les sols et les végétations dégradées en montagne*. (177p). Bagnères de Bigorre, France : Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Accessible à : [https://www.opcc-ctp.org/sites/default/files/documentation/restauration-ecologique-revegetalisation\\_pyrénées.pdf](https://www.opcc-ctp.org/sites/default/files/documentation/restauration-ecologique-revegetalisation_pyrénées.pdf)

Dupré la Tour, A., Labatut, J. & Spiegelberger, T. (2018). Pratiques de revégétalisation de milieux ouverts et perspectives pour la constitution d'une filière de semences d'origine locale en montagne alpine. *Fourrages*, 236, 269-274. Accessible à : [https://afpf-asso.fr/index.php?secured\\_download=3262&token=cc79d0d50fb52b01a84f972820088694](https://afpf-asso.fr/index.php?secured_download=3262&token=cc79d0d50fb52b01a84f972820088694)

Huc, S., Arlandis, J., Dupré la Tour, A., Rouillon, A. & Spiegelberger, T. (2018) *Sem'lesAlpes - Des semences d'origine locale pour la restauration de milieux ouverts en montagne alpine*. (54p). France : Conservatoire botanique national alpin, Gap. Accessible à : <https://hal.inrae.fr/hal-02608278/document>

Pittana, E., Barrel, A., Cerise, O., Culat, A., Huc, S., Porteret, J., Vallée, S., Chabloz, D., Madormo, F., Poggio, L. & Bassignana, M. (2020) *Guide de bonnes pratiques pour la revégétalisation dans les Sites Natura 2000* :

## Références bibliographiques (suite)

*Matériels et méthodes pour les opérateurs de la filière.* (59p). Aoste, France : Institut agricole régional, Rég. La Rochère. Accessible à : [https://www.cen-savoie.org/sites/default/files/transferts/publications/documents/RESTHALP\\_Rev%C3%A9g%C3%A9alisation\\_FRA.pdf](https://www.cen-savoie.org/sites/default/files/transferts/publications/documents/RESTHALP_Rev%C3%A9g%C3%A9alisation_FRA.pdf)

### Fiche 13 (Zelmire)

Office national des forêts (2021). Réseau FRENE : des forêts en libre évolution en Auvergne-Rhône-Alpes. Accessible à : <https://www.onf.fr/onf/+ /bd8::reseau-frene-des-forets-en-libre-evolution-en-auvergne-rhone-alpes-video-version-courte.html>

### Fiche 14 (Gouraud)

Bret, V., Capra, H., Gouraud, V., Lamouroux, N., Piffady, J., Tissot, L. & Rivot E. (2017). Understanding inter-reach variation in brown trout (*Salmo trutta*) mortality rates using a hierarchical Bayesian state-space model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74, 1612–1627.

EDF (2021). *EDF et la préservation de la biodiversité : un engagement durable.* (240p). France : Editions Lavoisier. Accessible à : <https://editions.lavoisier.fr/electronique/edf-et-la-biodiversite-une-approche-positive/tec-et-doc/livre/9782743026172>.

Gouraud, V., Capra, H., Sabaton, C., Fahrner, G. & Souchon, Y. (2008). Long-term simulations of the dynamics of trout populations on river reaches bypassed by hydroelectric installations - Analysis of the impact of different hydrological scenarios. *River Research and Applications* 24(9), 1185–1205.  
Maire, A., Thierry, E., Viechtbauer, W. & Daufresne, M. (2019). Poleward shift in large-river fish communities detected with a novel meta-analysis framework. *Freshwater Biology*, 64, 1143–1156.

Tissot, L., Bret, V. Capra, H., Baran, P. & Gouraud, V. (2016). Main potential drivers of trout population dynamics in bypassed stream sections. *Ecology of Freshwater Fish*, 26(3), 336–346.

### Fiche 15 (Lecomte)

Withers P., Langlois D., (2020). Caractérisation du peuplement de diptères sur le cadavre d'un âne dans la Réserve naturelle nationale du ravin de Valbois, *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs* 25(98), 83-88.

Réserves naturelles de France (2018, 6 Avril). Motion pour une mesure dérogatoire quant à l'équarrissage naturel d'animaux domestiques sur les réserves naturelles et autres espaces protégés assimilés [Motion].

Lecomte T. (2018, juillet). *Une annexe épigée originale – pourvoyeuse de biodiversité – et quasi disparue de la litière : le cadavre des grands Mammifères* [Conférence]. Colloque national « Journées d'études des sols », Rouen, France.

Lecomte T. (2018, 20-21 Octobre). Le cadavre du grand herbivore, une source de biodiversité spécifique à faire reconnaître et à préserver [Poster]. 40ème colloque francophone de Mammalogie, Caen, France.

Conseil national de la protection de la nature (2018, 19 décembre). Avis sur un projet de mesure dérogatoire quant à l'équarrissage naturel d'animaux domestiques sur les espaces à vocation de préservation de la biodiversité [Avis]. [https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2018-33\\_avis\\_cnpn\\_projet\\_equarrissage\\_naturel\\_du\\_19\\_decembre\\_2018.pdf](https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2018-33_avis_cnpn_projet_equarrissage_naturel_du_19_decembre_2018.pdf)

### Messages clés (fiche chapô)

Cash, D.W., Clark, W.C., Alcock, F., Dickson, N.M., Eckley, N., Guston, D.H., Jager, J. & Mitchell, R.B. (2003). Knowledge systems for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 8086-8091.

## Auteurs, relecteurs et remerciements

### Citation

Albert, C. Sarrazin, F. *et al.* (2023). *Conservation de la biodiversité dans les territoires : appréhender les dynamiques* (Coll. Clés pour comprendre). Fondation pour la recherche sur la biodiversité. 119 p.

### Directrice de la publication

Hélène Soubelet

### Auteurs (ordre alphabétique)

Cécile Albert, Aurélie Delavaud, Lydie Doisy, Benoît Geslin, Véronique Gouraud, Anna Gourlia, Patrick Grillas, Fanny Guillet, Stéphanie Huc, Thierry Lecomte, Antony Maire, Céline Moutet, Brian Padilla, Mathieu Pinault, Sylvain Pioch, Brigitte Poulin, Fabien Quetier, François Sarrazin, Simon Tarabon, Laurence Tissot, Sylvie Vanpeene, Frédérique Zelmire.

### Relecteurs (ordre alphabétique)

Robin Almansa, Jean-Philippe Chauvin, Pauline Coulomb, Andréa Ferret, Hélène Soubelet.

### Remerciements

Chaleureux remerciements, pour leur engagement et leur patience, à l'ensemble des participants du Club 1 qui se sont réunis en 2019 et 2020 ainsi qu'à tous les intervenants. Remerciements à tous les auteurs et relecteurs.

### Direction artistique

Robin Almansa

### Conception graphique

François Junot

### Mise en page et illustrations

Marie Cellard

©FRB 2023

ISBN (PDF) : 979-10-91015-67-7

### Crédits photographiques

Pexcel. Pixabay. Page 11 - Ecoquartier de la Caserne de Bonne à Grenoble. © Simdaperce. Page 15 - Plongeur collectant des données de biodiversité. © Pascal Mirleau (Imbe-AMU) Page 54 - Forêt en libre évolution. © Nimal. Page 60 - Mouillage éco-conçu avec un substrat adapté aux coraux et à la création d'habitats avec un rôle fonctionnel de nurserie pour les espèces cibles. © Pioch. Page 72 - Hibernaculum. © Ham. Page 77 - Structures d'accueil pour lucanes. © Gerard. Page 86 - Abeille sauvage *Osmia cornuta* sur romarin. Page 92 - Jardin du Pavillon Vendôme. © Guillaume Piolle, CC BY 3.0. Page 94 - © Phil. Page 98 - Réserve biologique de la Griffes du Diable. © Connestari-Imageo. Page 110 - Gypaète barbu. © Antoine Adam

Dans une période où les enjeux de biodiversité montent en puissance auprès des citoyens, des acteurs et des décideurs publics et privés, il est important de rappeler deux évidences.

D'une part la biodiversité n'est pas figée, elle est intrinsèquement dynamique dans ses compositions, ses structures, ses abondances, ses fonctionnements, ses évolutions, sur différentes échelles de temps, etc. D'autre part, nous, humains, coexistons avec cette biodiversité à des échelles également multiples sur les territoires, dans l'espace et dans le temps.

Ainsi, tenir compte des dynamiques de biodiversité dans la gouvernance des territoires humains est un impératif et un défi de tous les instants pour engager des politiques et des pratiques de conservation ambitieuses. Ces changements transformateurs sont indispensables à une réelle coexistence entre humains et non-humains ainsi qu'à la pérennité des sociétés humaines.

**La Fondation pour la recherche sur la biodiversité** a pour mission de favoriser les activités de recherche sur la biodiversité en lien avec les acteurs de la société. Susciter l'innovation, développer et soutenir des projets, mobiliser l'expertise et diffuser les connaissances sont au cœur de ses actions.

195, rue Saint-Jacques 75005 Paris  
[www.fondationbiodiversite.fr](http://www.fondationbiodiversite.fr) | @FRBiodiv  
[contact@fondationbiodiversite.fr](mailto:contact@fondationbiodiversite.fr)

