

Sciences Eaux & Territoires



© CD78-GIP-SVE

**SITES NATURELS DE COMPENSATION :
QUELS FREINS ET PERSPECTIVES ?**



© C. Le Reppit

Editorial

01 La rédaction de la revue

Avant-propos

03 Steve AUBRY, Stéphanie GAUCHERAND, Brian PADILLA, Sylvain PIOCH, Thomas SPIEGELBERGER et Anne-Charlotte VAISSIÈRE

Les articles

- 04 **Place des sites naturels de compensation dans la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » et panorama des problématiques associées**
Steve AUBRY, Stéphanie GAUCHERAND, Brian PADILLA, Sylvain PIOCH, Anne-Charlotte VAISSIÈRE et Thomas SPIEGELBERGER
- 10 **Les sites naturels de compensation : ce que dit la réglementation**
Françoise SARRAZIN, Michel PERRET et Naomi DELLILLE
- 16 **Retour d'expérience – Dix ans après le lancement de l'expérimentation française de la compensation par l'offre, quel bilan en tirent les porteurs de projet ?**
Julie LATUNE et Steve AUBRY
- 32 **Apprentissages d'une expérimentation de site naturel de compensation : une ligne de crête à la croisée de logiques d'acteurs?**
Claire LE RENARD
- 40 **La compensation mutualisée en Allemagne : quelles implications écologiques et territoriales ?**
Léa DIECKHOFF, Adeline BAS, Ines IMBERT et Marianne DARBI
- 48 **Sites naturels de compensation en mer : état de l'art et perspectives d'application contextualisées**
Sylvain PIOCH, Céline JACOB et Maria RUYSEN
- 56 **Planification de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » à l'échelle du paysage : quel apport de la modélisation des réseaux écologiques à la mise en œuvre des sites naturels de compensation ?**
Brian PADILLA, Simon TARABON, Sylvain MOULHERAT, Jules BOILEAU, Marie SORET, Guillaume PAPET et Laurent BERGÈS



© Dervenn

- 62 **Proposition d'une grille de lecture pour évaluer la pertinence écologique des projets de site naturel de compensation**
Steve AUBRY, Stéphanie GAUCHERAND et Thomas SPIEGELBERGER
- 70 **Quel compromis trouver entre pertinence écologique et efficacité économique pour organiser la compensation écologique ? Analyse du cas des sites naturels de compensation**
Brian PADILLA et Coralie CALVET
- 74 **Quand jouer la carte des sites naturels de compensation dans un territoire ?**
Brian PADILLA, Anne-Charlotte VAISSIÈRE, Pierre BIEUZEN, Coralie CALVET, Jane LECOMTE, Gilles J. MARTIN et Benoit PREVOST



© J.-M. Pettina



© Dronotec



© F. Quélier

ÉDITORIAL



Introduits par la loi « Biodiversité » de 2016, les sites naturels de compensation (SNC) sont un nouvel outil pour la mise en œuvre de la dernière étape de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC).

Aujourd'hui, les aménageurs du territoire disposent de deux modalités de compensation prévues par la loi : la compensation à la demande, où le maître d'ouvrage doit organiser la mise en œuvre de la compensation par ses propres

moyens ou *via* un opérateur de compensation, et la compensation par l'offre, où le maître d'ouvrage achète des unités de compensation porteuses de gain, auprès d'un site naturel de compensation.

La compensation à la demande a longtemps été le seul dispositif permettant aux aménageurs de s'acquitter de leur obligation à compenser les pertes de biodiversité n'ayant pas pu être évitées ou réduites. Toutefois, les retours d'expérience de cette approche « projet par projet » ont souligné que ce dispositif se heurte à des difficultés : efficacité, pérennité des mesures, accès au foncier, etc.

En favorisant une mutualisation des moyens et des mesures réalisées, les sites naturels de compensation sont présentés par les opérateurs qui les mettent en œuvre comme une réponse à une partie des difficultés écologiques et foncières rencontrées par la compensation à la demande. Ils permettent par ailleurs de repenser en amont l'intégration des sites de compensation au sein de territoires à l'espace fini et soumis à des pressions croissantes de fragmentation et de dégradation des milieux.

Organisé le 15 décembre 2020, le colloque « Sites naturels de compensation : quels freins et perspectives ? » a fait le point des opportunités et des écueils rencontrés lors de la mise en œuvre, en France et à l'étranger, de dispositifs de compensation par l'offre. Les organisateurs du colloque se sont tournés vers la revue *Sciences Eaux & Territoires* pour valoriser par l'écrit leurs présentations et celles des scientifiques et des acteurs impliqués dans des projets de sites naturels de compensation.

Nous les partageons avec vous aujourd'hui.

Bonne lecture.

La rédaction



AVANT-PROPOS



Les sites naturels de compensation (SNC) sont une modalité de compensation écologique nouvelle dans les pratiques françaises qui a été introduite en 2016 par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages. Ils permettent la réalisation anticipée et mutualisée de mesures de compensation et visent des gains écologiques cumulés importants. Ces gains écologiques sont divisés en unités de compensation que peuvent acquérir différents aménageurs demandeurs soumis à compensation. Les SNC sont agréés par l'État au terme d'une procédure d'évaluation pour une durée d'au moins trente ans. Ils constituent un nouvel outil qui complète la compensation à la demande habituellement mobilisée par et pour chaque porteur de projet.

Mis en œuvre depuis plusieurs dizaines d'années dans certains pays étrangers et plus récemment en France – d'abord à titre expérimental – il apparaît aujourd'hui important de faire un point sur le dispositif, les initiatives en cours et les pistes à creuser pour l'élaboration de SNC pertinents. C'est l'objet de ce numéro spécial dont les articles font suite aux présentations et échanges du colloque « Sites naturels de compensation : quels freins et perspectives ? »¹ organisé le 15 décembre 2020 par les chercheurs de INRAE (UR LESSEM), du MNHN (UAR PatriNat), de l'Université Paris-Saclay (Laboratoire Écologie, systématique, évolution) et de l'Université Paul Valéry Montpellier 3 (UR LAGAM). Nous vous proposons ci-dessous un tour d'horizon de ces articles ainsi que quelques préconisations pour l'avenir du dispositif.

Présentation des articles du numéro

Aubry et al. (p. 4-9) ouvrent le numéro avec un tour d'horizon de la place des sites naturels de compensation dans la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » et un panorama des problématiques associées. **Sarrazin et al. (p. 10-15)** apportent le regard du « régulateur » sur le dispositif qui rappelle les principes essentiels de la compensation et attendus réglementaires, notamment en matière d'additionnalité administrative. Afin d'apporter des éléments de réponse aux problématiques soulevées par la mise en œuvre du dispositif, nous abordons ensuite quelques retours d'expérience. **Latune et Aubry (p. 16-31)** ont interrogé les porteurs de projets impliqués dans l'expérimentation SNC française et reviennent sur la chronologie des projets et les difficultés rencontrées de leur phase d'élaboration à leur phase opérationnelle. **Le Renard (p. 32-39)** aborde en détail l'expérimentation d'EDF et le positionnement des acteurs impliqués dont les logiques sont parfois divergentes. **Dieckhoff et al. (p. 40-47)** proposent quant à elles un regard sur la compensation par l'offre en Allemagne, moins diffusée dans la littérature internationale, dont la mise en œuvre est effective depuis plusieurs dizaines d'années et peut nous apporter des enseignements pour le développement du dispositif en France.

Les articles suivants présentent quelques innovations et travaux en cours de réflexion. Les premières expérimentations SNC ciblant exclusivement des milieux terrestres, **Pioch et al. (p. 48-55)** pointent le retard des SNC pour les territoires côtiers et marins, pourtant soumis à une pression d'aménagement très forte (extensions portuaires, éolien offshore...) en proposant une organisation originale adaptée aux spécificités administratives et aux jeux d'acteurs complexes en mer. La localisation des projets de compensation étant cruciale pour préserver ou restaurer des continuités écologiques à l'échelle territoriale, **Padilla et al. (p. 56-61)** reviennent sur les possibilités offertes par l'utilisation de nouveaux outils de modélisation pour mieux prendre en compte la contribution des SNC aux réseaux écologiques. Dans le but d'appuyer les opérateurs de SNC et les services instructeurs lors de la procédure d'agrément, **Aubry et al. (p. 62-69)** proposent quant à eux une grille de lecture pour évaluer la pertinence écologique des projets de SNC.

En guise de synthèse et d'ouverture, **Padilla et Calvet (p. 70-73)** analysent les compromis entre la pertinence écologique et l'efficacité économique des SNC par rapport à la compensation à la demande ainsi que la potentielle complémentarité de ces deux dispositifs. Pour finir, **Padilla et al. (p. 74-79)** dessinent des pistes de réflexion sur la place des SNC dans les politiques publiques de préservation de la biodiversité.

Quelques recommandations issues du numéro

Les réflexions menées dans ce numéro spécial sur les SNC et les échanges lors du colloque nous permettent de formuler des perspectives d'amélioration et d'évolution de ce dispositif, à savoir :

- réaliser une évaluation régulière du dispositif SNC en effectuant des enquêtes auprès des acteurs concernés (opérateurs de SNC, services de l'État, aménageurs, collectivités, associations environnementales, public) ;
- clarifier et soutenir le dispositif SNC et son appropriation par les acteurs impliqués (État, services déconcentrés, collectivités, etc.) ;
- uniformiser le niveau d'exigence requis en pratique pour la compensation à la demande et la compensation par l'offre ;
- développer des SNC adaptés aux spécificités des milieux marins côtiers ;
- évaluer l'efficacité écologique des SNC par rapport aux compensations à la demande par grands types d'écosystèmes (habitats d'espèces protégées, zones humides, etc.) ;
- questionner les SNC comme outil au service de plans de conservation de grande envergure et non comme un dispositif indépendant à promouvoir. Cela permettrait de véritablement adopter une vision à long terme et pérenniser la vocation écologique des sites de compensation ;
- mieux reconnaître le rôle des SNC dans les continuités écologiques (grâce aux outils de modélisation), à répercuter dans la plus-value engendrée par les SNC.

Coodinateur scientifique du numéro : Steve Aubry (INRAE)

Équipe porteuse du numéro : Steve Aubry (INRAE), Stéphanie Gaucherand (INRAE), Brian Padilla (MNHN), Sylvain Pioch (Université Paul Valéry), Thomas Spiegelberger (INRAE) et Anne-Charlotte Vaissière (CNRS)

1. <https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/lessem/VIE-SCIENTIFIQUE/Faits-marquants/Webinaire-SNC-quels-freins-et-perspectives>

Place des sites naturels de compensation dans la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » et panorama des problématiques associées

Alors qu'elle occupe une part croissante du débat public ces dernières années, la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » est un instrument de l'action publique ayant pour objectif une non-perte nette de biodiversité lors d'opérations d'aménagement du territoire. Avec l'adoption de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016, les mesures compensatoires peuvent désormais être mises en œuvre au sein de sites naturels de compensation gérés par un opérateur en anticipation de futures demandes de compensation. Comment ces sites peuvent-ils contribuer à atteindre l'objectif de non-perte nette de biodiversité et quels sont les risques associés à leur émergence ? Dans cette introduction, les auteurs proposent quelques pistes de réflexion qui seront approfondies dans ce numéro.

Historique

Quelques rappels sur la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC)

Principes

La séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) s'impose à tous les projets, plans et programmes susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement. En pratique, elle n'est appliquée qu'à ceux soumis à évaluation environnementale ou à diverses procédures au titre du code de l'environnement (ex. : dossiers loi sur l'eau, dérogations espèces protégées, incidences Natura 2000) aujourd'hui réunies pour la plupart dans l'autorisation environnementale unique. Elle vise une absence de perte nette voire un gain de biodiversité et s'applique dès les études de faisabilité lors de la phase de conception d'un projet et jusqu'à sa phase d'exploitation. La séquence concerne aussi bien les habitats naturels, les espèces animales et végétales que les fonctions écologiques.

Le triptyque ERC est hiérarchisé, c'est-à-dire que les mesures d'évitement, qui assurent l'absence totale d'incidence pour une composante donnée, doivent précéder les mesures de réduction, qui en minimisent l'intensité. Les mesures de compensation sont nécessaires pour les impacts résiduels significatifs qui subsistent (figure 1). Lorsque l'application de ces mesures s'avère insuffisante pour assurer la neutralité écologique du projet, plan ou programme, celui-ci doit être refusé en l'état (CGDD¹, 2017a).

1. CGDD : Commissariat général au développement durable.

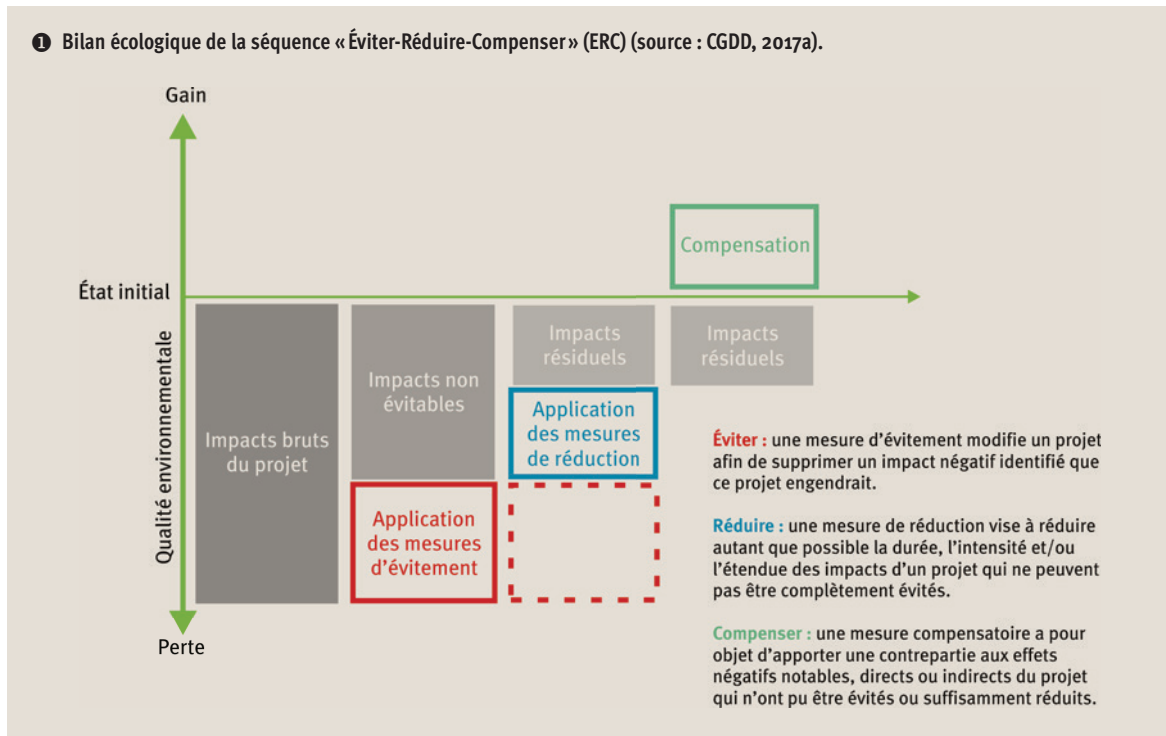
Réglementation associée

La séquence ERC apparaît en France en 1976 avec la loi pour la protection de la nature. Son champ d'application a été précisé et renforcé grâce à plusieurs textes réglementaires (ex. : loi sur l'eau de 1992, loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006) et transcriptions de directives européennes (ex. : « projet » de 1985, « Habitat » de 1992 et « plan et programme » de 2001). Les évolutions législatives successives ont abouti à l'écriture d'un cadre national avec la doctrine nationale ERC (2012) puis les lignes directrices ERC (2013) dont les éléments ont été pour la plupart repris dans la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages en 2016. Plus récemment, le guide d'aide à la définition des mesures ERC (CGDD, 2018) et le guide de mise en œuvre de l'approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique (CGDD, 2021) viennent préciser sa mise en œuvre.

D'une compensation au cas par cas « à la demande »...

Principes du dispositif

Ultime étape de la séquence ERC, la compensation à la demande a longtemps été le seul moyen pour un aménageur de s'acquitter de sa « dette de compensation ». Celle-ci est généralement pensée à l'échelle d'un seul projet en réponse à des besoins de compensation bien précis, identifiés par exemple dans les dossiers de demande de dérogations « espèces protégées ». Sa mise en œuvre nécessite la sécurisation (par acquisition ou conventionnement) de foncier présentant un état initial



dégradé et un certain potentiel de gain écologique. Les travaux de restauration écologique et la gestion du site sur le long terme doivent conduire, après comparaison avec les impacts occasionnés par un aménagement, à l'absence de perte nette de biodiversité.

Dans cette optique, la compensation écologique doit respecter un certain nombre de principes (CGDD, 2021) dont :

- l'équivalence écologique entre les pertes et les gains en prenant en compte la nature des composantes impactées et restaurées (identique), la proximité fonctionnelle entre site impacté et site de compensation (au plus près en fonction des enjeux), et la temporalité des mesures compensatoires (le décalage temporel entre l'impact et la mise en œuvre des mesures compensatoires doit être minimal) ;
- l'additionnalité administrative et écologique. D'une part, le projet de compensation doit justifier qu'il conforte ou ne se substitue pas à d'éventuels engagements publics ou privés déjà planifiés, en cours ou à venir (additionnalité administrative). D'autre part, le projet doit générer un gain écologique mesurable, calculé en tenant compte de l'état de référence du site, de sa dynamique écologique et en lien avec les cibles et objectifs de restauration (additionnalité écologique) ;
- la pérennité et l'efficacité des mesures. L'efficacité des mesures compensatoires doit être effective aussi longtemps que durent les impacts. Pour cela, l'opérateur de compensation doit disposer de la maîtrise foncière du ou des sites de compensation aussi longtemps que nécessaire et garantir la gestion à long terme des opérations entreprises (suivis, entretien) ;
- la proportionnalité des moyens et de l'envergure de la compensation en fonction de la nature du projet d'aménagement et de l'importance des impacts.

La responsabilité de la bonne mise en œuvre des mesures compensatoires prescrites par l'autorité administrative et de leur efficacité incombe au maître d'ouvrage (MO) sans transfert possible de responsabilité vers l'éventuel opérateur de compensation.

Limites constatées

Les retours d'expérience de ces dernières années ont mis en évidence certaines limites :

- l'équivalence écologique n'est pas toujours suffisamment démontrée faute d'une méthode standardisée d'évaluation des pertes et des gains générés permettant une meilleure prise en compte de l'ensemble des composantes de la biodiversité (Regnery *et al.*, 2013 ; Jacob *et al.*, 2016 ; Weissgerber *et al.*, 2019). Bien qu'elle soit recherchée, la proximité fonctionnelle entre les sites des projets d'aménagement et les sites de compensation manque parfois de cohérence sur le plan écologique ;
- l'additionnalité administrative des projets n'est pas toujours clairement établie avec des risques de substitution à des actions ou des acteurs de préservation de la biodiversité (Levrel *et al.*, 2018). L'additionnalité écologique est quant à elle fragilisée du fait de l'état de conservation des sites de compensation parfois satisfaisant et de la dispersion spatiale des mesures compensatoires sur de faibles surfaces qui limitent fortement leur efficacité et l'ampleur du gain généré (Weissgerber *et al.*, 2019). Les MO rencontrent également une grande difficulté à mettre en œuvre leurs mesures de compensation le plus tôt par rapport au début des impacts du fait d'une disponibilité du foncier et de contraintes de sécurisation variables (Pech et Étrillard, 2016 ; Levrel *et al.* 2018) ;
- la pérennité et l'efficacité des mesures doivent être renforcées. L'absence de méthode de suivi standardisée et de contrôles réguliers rend l'évaluation de l'efficacité et de la pérennité des mesures de compensation délicate

► faute de données suffisantes ou exploitables (Bigard *et al.*, 2020). De plus, la multiplicité des sites de compensation, des acteurs, des bureaux d'étude et des méthodologies utilisées rend difficile le travail des services de l'État dont les moyens sont limités (DDT, DREAL, OFB²).

Par conséquent, si l'application de la séquence ERC et la mise en œuvre de mesures compensatoires visent l'atteinte de non perte nette, la réalité des pratiques reste plus mitigée. C'est pour pallier ces limites que l'idée de développer une compensation dite « par l'offre », planifiée et plus efficace à l'échelle des territoires, a émergé.

... à une compensation anticipée et mutualisée « par l'offre »

Principes du dispositif

La compensation « par l'offre » et les sites naturels de compensation³ (SNC) sont apparus dans la réglementation française avec la loi pour la reconquête de la biodiversité de la nature et des paysages de 2016, sur la base d'un programme expérimental lancé dès 2008 par la CDC Biodiversité⁴, avec l'appui de l'État. Ce programme a été étendu en 2011 sous la forme d'un appel à projet d'opérations expérimentales d'offre de compensation (MTE⁵, 2011). Un opérateur de compensation qui dispose des moyens financiers et des compétences techniques adéquates peut sécuriser du foncier afin d'y réaliser des opérations de restauration écologique par anticipation. La plus-value écologique générée permet la vente d'unités de compensation (UC) auprès d'aménageurs au titre de mesures compensatoires impactant les mêmes composantes de biodiversité restaurées (habitats, espèces ou fonctions) au sein d'une aire de service donnée. Cette aire de service peut être définie en fonction de l'unité écologique dans laquelle s'insère le SNC. L'objectif est de répondre à une demande locale en conservant une

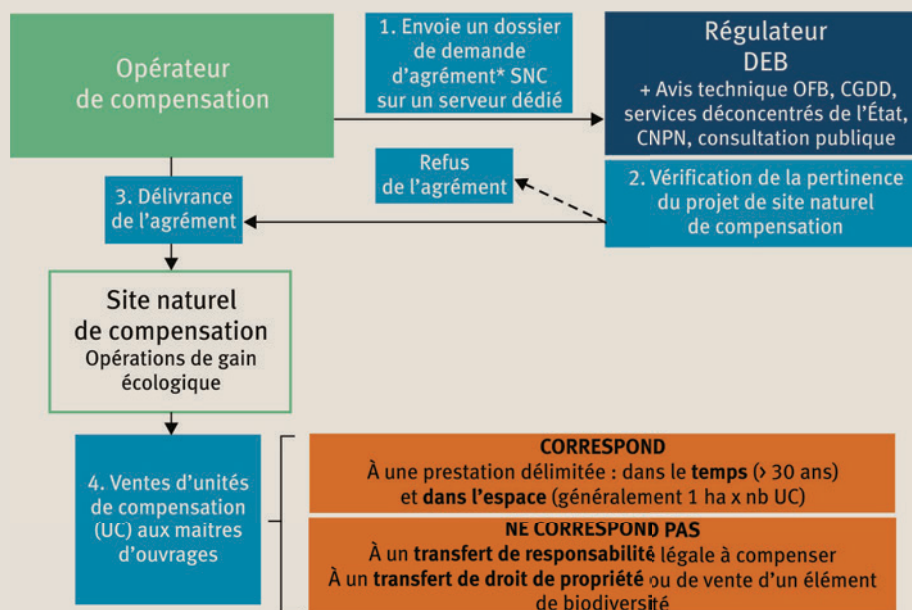
cohérence entre les gains attendus et les habitats et les populations impactés sous le contrôle d'un comité de suivi et des services de l'État. L'opérateur de SNC mutualise ainsi au sein d'un même site la réponse compensatoire à différents impacts potentiels et assure le suivi sur le temps long (au minimum trente ans) avant même que les impacts causés par les projets des futurs maîtres d'ouvrage acquéreurs n'aient eu lieu. Cette modalité de compensation est soumise au respect des mêmes principes généraux de la compensation édictés par le CGDD (2021) dont celui de l'équivalence entre les pertes et les gains, déterminé au cas par cas lors de l'instruction des dossiers d'aménagement.

Procédure d'agrément SNC

Pour mettre à la vente les UC générées, le SNC doit faire l'objet d'un agrément délivré par les services du ministère chargé de l'environnement au terme d'une procédure d'évaluation du projet de compensation. Celle-ci se décompose en quatre phases (figure 2) : (1) l'élaboration d'un dossier de demande d'agrément SNC comportant un ensemble de pièces définies par l'arrêté du 10 avril 2017⁶, (2) l'évaluation de la pertinence du projet par

2. DDT : Direction départementale des territoires, DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; OFB : Office français de la biodiversité.
3. Un site naturel de compensation est une opération de restauration ou de développement d'éléments de biodiversité agréée par l'État anticipant les besoins de compensation sur un territoire dans le cadre de projets, plans et programmes (CGDD, 2017b).
4. Filiale de la Caisse des dépôts entièrement dédiée à l'action en faveur de la biodiversité et à sa gestion pérenne.
5. Ministère de la transition écologique.
6. Arrêté du 10 avril 2017 fixant la composition du dossier de demande d'agrément d'un site naturel de compensation prévu à l'article D. 163-3 du Code de l'environnement.

2 Les étapes de la procédure d'agrément SNC (site naturel de compensation) (source : d'après CGDD, 2017b).



* Composition du dossier de demande d'agrément fixé par l'arrêté du 10 avril 2017.

DEB : Direction de l'eau et de la biodiversité ; OFB : Office français de la biodiversité ; CGDD : Commissariat général au développement durable ; CNPN : Conseil national de la protection de la nature.

le régulateur représenté par la DEB⁷ du ministère en charge de l'écologie et appuyée des avis techniques de l'OFB, du CGDD, des services déconcentrés de l'État⁸ et du CNPN⁹. Ces avis complétés d'une consultation publique aboutissent à (3) la délivrance ou non de l'agrément SNC dans un délai de six mois après soumission du dossier. Ce n'est qu'une fois la pertinence du projet attestée et l'agrément obtenu qu'un opérateur de SNC a la possibilité de (4) vendre des UC selon la planification et les modalités des opérations de commercialisation de celles-ci (phasage du projet, durée de vente des unités de compensation).

Intérêts

La sécurisation du foncier et la mise en œuvre des opérations de restauration étant effectuées en amont, les SNC devraient limiter les pertes intermédiaires occasionnées entre les impacts et leur compensation sur la biodiversité et réduire les incertitudes de gains écologiques. L'efficacité des mesures compensatoires et la plus-value écologique générée peuvent être contrôlées avant l'impact sur les composantes de biodiversité et l'autorisation de projets d'aménagement. De plus, l'anticipation de la compensation permet d'améliorer la cohérence des mesures compensatoires par rapport aux caractéristiques du site sélectionné et de son environnement.

La mutualisation des mesures compensatoires sur un même site permet des opérations de restauration écologique de plus grande ampleur, dont l'efficacité et les gains écologiques sont possiblement renforcés, et leur insertion dans des programmes de conservation de plus grande envergure (ex. : corridors écologiques).

Le dispositif SNC présente également des intérêts pour les MO réalisant des mesures de compensation ainsi que pour les services instructeurs : les délais de mise en œuvre sont réduits (foncier déjà sécurisé, mesures compensatoires réalisées), les UC ont un coût défini (incluant les investissements nécessaires à la sécurisation du foncier, à la mise en œuvre des mesures compensatoires et à leur gestion sur trente ans minimum) que les MO peuvent intégrer dans le budget de leur aménagement et les mesures compensatoires sont gérées par un opérateur unique ce qui facilite le suivi par les services de l'État.

Problématiques

Alors qu'elle occupe une part croissante du débat public ces dernières années, rappelons que la séquence ERC n'est qu'un instrument de l'action publique visant une non perte nette de biodiversité. L'apparition des SNC comme nouvelle modalité de la compensation doit donc être évaluée comme une possible amélioration de cet instrument. Comment peuvent-ils contribuer à atteindre l'objectif de non perte nette de biodiversité et quels sont les risques associés à leur émergence ? Nous proposons quelques pistes de réflexion qui seront approfondies dans ce numéro.

Une dimension territoriale

Les SNC définissent une aire de service définie, dans laquelle devront se trouver le ou les projets susceptibles d'être compensés par des UC du SNC. Afin de proposer une offre de mesures compensatoires répondant aux besoins, un opérateur de compensation doit intégrer les

dynamiques d'aménagement sur le territoire correspondant à cette aire de service. Les SNC incitent ainsi les opérateurs à connaître les besoins du territoire et par conséquent à planifier au moins la compensation à cette échelle.

Les SNC : un indicateur de la limite soutenable de l'aménagement ?

Afin de définir les UC au sein des sites, l'opérateur doit d'abord évaluer le potentiel de restauration écologique du site. Il s'agit de préférence d'un site à fort potentiel de gain écologique (fortement dégradé et éloigné de sa trajectoire historique, voire artificialisé). À partir de l'état initial, l'opérateur doit anticiper la trajectoire écologique impulsée par les actions de restauration menées et en déduire le gain écologique qu'il pourra obtenir. Il s'agira ensuite de vérifier que ces gains sont réellement obtenus à l'issue des opérations de restauration et au long terme grâce à un suivi des différents paramètres écologiques du site.

Si le recours aux SNC se généralisait, ces sites dont on connaît les premiers gains écologiques et les aires de services contribueraient à connaître la capacité de charge d'un territoire pour le développement et sa compensation. Ces SNC exprimeraient alors un potentiel de restauration réalisé (au lieu de le prédire) pour un territoire donné, en dépassant l'échelle d'un unique projet.

Des incertitudes demeurent

Au moment où un opérateur s'engage dans le montage d'un SNC, il est difficile de prédire précisément le gain écologique qui sera obtenu. Au mieux, on peut poursuivre des objectifs généraux en termes de restauration d'habitats et de fonctions. Tout comme la compensation à la demande, la construction d'un SNC repose sur des hypothèses. Dans ces conditions, quelle garantie a l'opérateur que son offre de compensation sera bien adaptée aux besoins à venir ? S'engager dans l'offre ne représente-t-il pas un risque pour l'opérateur, qui mise sur des gains écologiques qu'il s'emploie à obtenir, qui répondent à des besoins qui ne sont alors que théoriques ? Pourra-t-il techniquement et administrativement adapter son offre aux besoins réels à venir ?

Incertitude économique

L'investissement initial peut sembler important pour acquérir la maîtrise foncière d'un site, initier les opérations de restauration générant un gain écologique et apporter des garanties concernant la pérennité de ces actions pour prétendre à l'agrément. Or il n'y a pas de certitude concernant le retour sur investissement. En cas de non vente des UC, le bilan écologique serait tout de même positif (avec des opérations favorables aux écosystèmes sur le site qui ne viendront pas compenser un impact) mais le bilan économique pour l'opérateur le serait bien moins. Cela pose la question des acteurs pouvant se permettre ce risque économique et du type de montage qui permettrait de réduire ce risque sur le

7. Direction de l'eau et de la biodiversité.

8. DREAL (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement), DRIEAT (directions régionales et interdépartementales de l'environnement, de l'aménagement et des transports) et DEAL (directions de l'environnement, de l'aménagement et du logement).

9. Conseil national de la protection de la nature.

plan économique. Une étude de marché des aménagements probables sur le territoire d'installation d'un SNC pourrait être systématiquement requise par l'Etat aux opérateurs de SNC pour éviter toute situation de faillite qui pourrait être délétère pour le fonctionnement à long terme du SNC.

Questions éthiques

Proposer une offre, *via* des unités écologiques spécifiques, n'est-ce pas appeler à des incidences sur un type d'habitat, d'espèces ou de fonctions pour lesquels on propose un supposé équivalent ? Sur quelle définition, avec quelles méthodes biophysiques d'évaluation et selon quelle philosophie considère-t-on cette équivalence ? Ces questions dépassent le seul cadre des SNC mais les réponses à apporter peuvent être spécifiques à cette démarche. Il s'agit de s'interroger sur les règles à adopter pour le déploiement et l'utilisation des SNC. Par exemple, la mise à disposition d'UC sur un territoire ne doit pas remettre en question le respect de la séquence ERC, l'obtention de dérogations à la protection des habitats ou espèces correspondants aux UC ne doit pas être facilitée.

Acceptabilité des SNC : quelles incitations au recours à la compensation par l'offre ?

On peut enfin s'interroger sur la volonté d'usage de cette modalité de compensation, sur son acceptation par les parties prenantes et les différents leviers à activer pour qu'elle trouve sa place parmi les modalités de compensation existantes. Cela pourrait passer par une préférence systématique des services instructeurs pour la compensation par l'offre lorsqu'elle existe et qu'elle a fait preuve de résultat. Dans ce cas, avec quelle gouvernance et quelles incitations ? ■

Les auteurs

Steve AUBRY, Stéphanie GAUCHERAND et Thomas SPIEGELBERGER

Univ. Grenoble Alpes, INRAE, UR LESSEM,
F-38402 St-Martin-d'Hères, France.

✉ steve.aubry@inrae.fr

✉ stephanie.gaucherand@inrae.fr

✉ thomas.spiegelberger@inrae.fr

Brian PADILLA

Muséum national d'Histoire naturelle,
PatriNat (UAR 2006),
4 avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy, France

✉ brian.padilla@mnhn.fr

Sylvain PIOCH

MCF Géo-aménagement, UR LAGAM,
Route de Mende, Université Paul Valéry Montpellier 3,
Montpellier, France.

✉ sylvain.pioch@univ-montp3.fr

Anne-Charlotte VAISSIÈRE

Écologie Systématique Évolution,
Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech,
F-91405 Orsay, France.

✉ anne-charlotte.vaissiere@universite-paris-saclay.fr

EN SAVOIR PLUS...

- 📖 **BIGARD, C., THIRIET, P., PIOCH, S., THOMPSON, J.D.**, 2020, Strategic landscape-scale planning to improve mitigation hierarchy implementation: An empirical case study in Mediterranean France, *Land Use Policy*, vol. 90, 104286, [✉ https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104286](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104286)
- 📖 **CGDD**, 2012, *La compensation des atteintes à la biodiversité à l'étranger – Étude de parangonnage*, Études & Documents, 136 p., [✉ http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0076/Temis-0076782/20379.pdf](http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0076/Temis-0076782/20379.pdf)
- 📖 **CGDD**, 2017a, *La séquence « éviter, réduire et compenser », un dispositif consolidé*, Théma – Essentiel, 4 p., [✉ http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0086/Temis-0086377/THEMA_22.pdf](http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0086/Temis-0086377/THEMA_22.pdf)
- 📖 **CGDD**, 2017b, *Sites naturels de compensation, un outil prometteur au service de la biodiversité*, Théma – Essentiel, 4 p., [✉ http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0087/Temis-0087087/THEMA_36.pdf](http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0087/Temis-0087087/THEMA_36.pdf)
- 📖 **CGDD**, 2018, *Évaluation environnementale. Guide d'aide à la définition des mesures ERC*, Théma – Balises, 134 p., [✉ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Guide d'aide à la définition des mesures ERC.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Guide d'aide à la définition des mesures ERC.pdf)
- 📖 **CGDD**, 2021, *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique – Guide de mise en œuvre*, 149 p., [✉ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Approche_standardisée_dimensionnement_compensation_écologique.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Approche_standardisée_dimensionnement_compensation_écologique.pdf)
- 📖 **JACOB, C., PIOCH, S., THORIN, S.**, 2016, The effectiveness of the mitigation hierarchy in environmental impact studies on marine ecosystems: A case study in France, *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 60, p. 83-98, [✉ https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.04.001](https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.04.001)
- 📖 **LEVREL, H., GUILLET, F., LOMBARD-LATUNE, J., DELFORGE, P., FRASCARIA-LACOSTE, N.**, 2018, Application de la séquence éviter-réduire-compenser en France : le principe d'additionnalité mis à mal par 5 dérives, *Vertigo*, vol.18, n° 2, [✉ https://doi.org/10.4000/vertigo.20619](https://doi.org/10.4000/vertigo.20619)
- 📖 **MTE**, 2011, Appel à projet d'opérations expérimentales d'offre de compensation.
- 📖 **PECH, M., ÉTRILLARD, C.**, 2016, Le foncier agricole, variable d'ajustement ou déterminant de la compensation écologique ?, *Sciences Eaux & Territoires*, n° 19, p. 60-63, [✉ https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2016.19.12](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2016.19.12)
- 📖 **REGNERY, B. QUÉTIER, F., COZANNET, N., GAUCHERAND, S., LAROCHE, A., BURYLO, M., COUVET, D., KERBIRIOU, C.**, 2013, Mesures compensatoires pour la biodiversité : comment améliorer les dossiers environnementaux et la gouvernance ?, *Sciences Eaux & Territoires*, article hors-série, 8 p., [✉ https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2013.HS.04](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2013.HS.04)
- 📖 **WEISSGERBER, M., ROTURIER, S., JULLIARD, R., GUILLET, F.**, 2019, Biodiversity offsetting: Certainty of the net loss but uncertainty of the net gain, *Biological Conservation*, vol. 237, p. 200-208, [✉ https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.036](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.036)

1 QUE RETENIR DE L'EXPÉRIENCE DES BANQUES DE COMPENSATION AMÉRICAINES POUR LA FRANCE ?

Le dispositif de SNC français s'est inspiré de nombreuses initiatives étrangères (CGDD, 2012) dont les retours d'expérience permettent d'identifier les bonnes pratiques et décèler les éventuels écueils à éviter. Il faut toutefois mesurer la difficulté des comparaisons internationales du fait de l'hétérogénéité juridique, culturelle ou encore écologique de la conservation de la biodiversité selon les pays. Plusieurs travaux ont déjà eu l'occasion d'analyser l'équivalent des SNC français aux États-Unis (cf. <https://vimeo.com/489744192/2dff3199eb>). La plupart des travaux ont porté sur les banques de compensation pour zones humides qui existent depuis près de quarante ans. Elles ont connu un essor plus important que les banques de conservation pour espèces protégées, lesquelles restent majoritairement compensées au cas par cas (le seul SNC français agréé à ce jour cible des espèces protégées).

Le principe des banques de compensation a émergé aux États-Unis en réponse à l'inefficacité de la compensation à la demande dans l'idée de prioriser la restauration écologique du potentiel des zones support des compensations. Cela limite ainsi l'effet de restauration écologique forcée vers un besoin précis qui peut advenir avec la compensation au cas par cas. Les conditions d'existence et d'utilisation des banques de compensation (ex. : types de crédits, méthode d'évaluation de l'équivalence écologique à points, principe des aires de service) ne sont alors que les moyens de parvenir à cet objectif supérieur. Sans être exhaustifs, nous retenons trois objectifs des banques de compensation américaines, et leurs solutions adoptées, qui pourraient faire l'objet de discussions pour améliorer le dispositif français des SNC.

Le système des banques de compensation américain est très exigeant et contrôlé sur le plan réglementaire, tout en comportant suffisamment de marges de traduction pour s'adapter à la grande diversité de situations rencontrées dans le cadre de la conservation de la biodiversité. Il est le résultat de près de quarante ans d'ajustement, d'essais-erreurs et d'apprentissage du législateur qui a dû faire face à des comportements opportunistes lors des premières expériences. Le principe des banques de compensation consiste à jongler entre les nécessités écologiques et la réalité économique des acteurs porteurs des projets de banques de compensation. L'agenda de libération progressive du droit de vente des unités de compensation est un bon exemple d'un tel compromis. Si toutes les unités pouvaient être vendues depuis le début, il y aurait un risque de désengagement du porteur de la banque de compensation. Si aucune unité ne pouvait être vendue dès le début, le modèle économique ne pourrait pas fonctionner sans accompagnement financier au démarrage du projet. La libération progressive compose donc avec ces contraintes écologiques et économiques à la fois. Le cadre réglementaire a évolué pour atteindre aujourd'hui une complexité institutionnelle et organisationnelle présentant une réponse adaptative aux enjeux d'accompagnement des dynamiques de la biodiversité. Cette réponse est complémentaire à la compensation au cas par cas qui ne disparaît pas pour autant car elle semble plus adaptée aux États-Unis à la compensation des enjeux très spécifiques comme le cas des espèces protégées.

Le système des banques de compensation américain présente encore des marges d'amélioration. Par exemple, on peut s'interroger sur les types de montages financiers utilisés pour la mise en place des fonds de gestion au long terme. Y'a-t-il des règles sur les investissements qui génèrent les intérêts nécessaires au financement des actions de gestion à long terme, même si ces dernières doivent être les plus limitées possible ? Aussi, comment seront gérés les cas de force majeure comme les risques incontrôlables de catastrophes climatiques ou de guerre ? La responsabilité des porteurs des banques de compensation sera-t-elle maintenue ? Des mécanismes assurantiels spécifiques se développeront-ils ? Autant de questions qui se poseront également en France.

Solution retenue aux États-Unis	Réflexion par rapport au cas français
1. Se donner les moyens de la pérennité	
Servitude environnementale perpétuelle au droit des sites des banques de compensation	La compensation doit être effective pendant toute la durée des atteintes. Quid, alors, des impacts définitifs ? Le cadre réglementaire n'offre aucune solution définitive quant à l'avenir des sites sur lesquels sont déployés les SNC. Les obligations réelles environnementales (ORE) sont optionnelles, non perpétuelles, modifiables et résiliables.
Fonds financier de gestion au long terme avec intervention minimale sur le site de la banque de compensation	Le SNC « peut » être soumis par l'autorité administrative compétente à la constitution de garanties financières. Les mesures compensatoires demandent souvent beaucoup d'interventions, notamment pour le maintien de l'ouverture des milieux (ex. : intervention mécanique ou pâturage guidé par un berger), et impliquent donc un coût important qu'il est difficile d'assurer sur le très long terme.
2. Soutenir le développement d'un nouveau secteur économique	
Préférence pour les banques de compensation par rapport aux autres modalités de compensation, tout en envisageant des dérogations pour les cas où cette préférence ne serait pas pertinente (ex. : écosystèmes inadaptés à la mise en place d'une compensation par l'offre, régions où il n'y a pas de banques de compensation).	Suggestion d'une utilisation alternative ou cumulative des SNC. Pas de préférence pour le moment pour les SNC, ce qui freine potentiellement leur essor. L'autorité administrative peut toutefois imposer à un maître d'ouvrage en défaut de compensation d'acquiescer des unités de compensation.
3. Pouvoir exercer un véritable contrôle sur l'opération de compensation	
Transfert de responsabilité de l'aménageur vers l'opérateur de banque de compensation. Cette disposition permet de contrôler la personne (morale) responsable des mesures de compensation, ce qui serait impossible autrement car la durée d'une banque de compensation est supposée infinie par l'instauration d'une servitude environnementale perpétuelle.	Cette solution n'a pas été proposée par peur d'une déresponsabilisation des aménageurs. Comment suivre sur le temps très long les aménageurs qui restent responsables de la réussite des mesures compensatoires, ces acteurs n'ayant parfois vocation qu'à exister pour une période finie (ex. : la construction et mise en service d'une infrastructure) ?
Agenda de libération progressive du droit de mise en vente des unités de compensation qui mélange obligations de moyens (administratifs (ex. : mise en place de la servitude environnementale, des fonds de gestion à long terme) et écologiques (ex. : travaux de restauration écologique dont le remodelage topographique, la dépollution, des plantations) et obligations de résultats via l'atteinte des objectifs de performance écologique (ex. : présence d'espèces cibles, connexion au réseau hydrographique réussie, absence d'espèces exotiques envahissantes)	L'opérateur de SNC doit planifier et définir les modalités des opérations de commercialisation des unités de compensation (phasage du projet, durée de vente des unités de compensation). Par ailleurs, l'obligation de résultats a été introduite dans la loi biodiversité, ne laissant a priori pas de place à une libération de crédits pour atteinte d'objectifs de moyens.
Possibilité pour l'administration de geler la libération et bloquer la vente des crédits en cas de manquement de l'opérateur de banque de compensation à ses obligations	Une telle disposition n'est pas vraiment prévue. L'autorité administrative compétente ordonne des prescriptions complémentaires à l'aménageur en cas d'absence de réussite de la mesure compensatoire ou alors ordonne un achat d'unité de compensation auprès d'un SNC s'il en existe dans le périmètre de l'aménagement.
Comité d'agents de différentes agences publiques concernées par les enjeux du site de la banque de compensation (ex. : flore, faune, enjeux spécifiques marins, géologie, archéologie) appelé <i>Inter-Agency Review Team</i> (IRT). Ce comité donne son avis aux différentes étapes de la banque de compensation (ex. : agrément, évaluation, ajustement des plans de gestion).	Cette disposition pourrait nous inspirer pour la création des comités de pilotage des SNC, précisant leur rôle de contrôle sur le terrain et d'expertise dans l'évaluation des suivis.

Les sites naturels de compensation : ce que dit la réglementation

L'objectif de cet article est d'apporter un regard de régulateur sur la compensation en tant qu'objet juridique et économique. Il s'attache à répondre à un certain nombre de questionnements portant sur l'opportunité du recours à la compensation par l'offre. Il analyse notamment les différentes modalités imaginées pour réaliser de la compensation anticipée dans les territoires sans passer par le dispositif de site naturel de compensation, et apporte des éléments conclusifs quant à la validité de ces approches vis-à-vis du cadre réglementaire.



La séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) est inscrite dans le Code de l'environnement et vise l'absence de perte nette de biodiversité. Elle s'applique aux projets plans et programmes soumis à déclaration, autorisation ou évaluation environnementale, ainsi qu'aux projets portant atteinte aux espèces protégées devant solliciter une dérogation aux espèces protégées, à ceux susceptibles de porter atteinte aux espèces et habitats pour lesquels des sites Natura 2000 ont été désignés, ainsi qu'à ceux présentant des impacts sur les milieux aquatiques et les zones humides.

La compensation n'intervient qu'en dernier lieu de la conception d'un projet, et est encadrée par les articles L. 110-1 et L 163-1 du Code de l'environnement.

Ces articles requièrent notamment que la compensation écologique poursuive un objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Pour atteindre cet objectif, la compensation doit par ailleurs respecter les principes suivants¹, également codifiés à l'article L. 163-1 du Code de l'environnement :

- équivalence écologique : les gains écologiques générés par les mesures de compensation doivent être écologiquement équivalents aux pertes, afin de les compenser effectivement ;
- efficacité : les mesures de compensation sont soumises à une obligation de résultat, soit permettre d'atteindre effectivement le niveau de gain écologique initialement visé lors du dimensionnement des mesures de compensation ;
- temporalité : le décalage temporel entre l'impact effectif et la mise en œuvre des mesures de compensation doit être nul ou minimum ;
- pérennité : les mesures de compensation doivent être effectives durant toute la durée des impacts ;
- proximité fonctionnelle : les mesures de compensation sont mises en œuvre en priorité au plus près de(s) site(s) endommagé(s), et dans tous les cas à proximité fonctionnelle de la zone affectée par le projet, sur le(s) site(s) le(s) plus approprié(s) au regard des enjeux en présence et au sein de la même zone naturelle².

1. Source : Approche standardisée du dimensionnement de la compensation des atteintes à la biodiversité (Ministère de la Transition écologique, 2021).

2. La « zone naturelle » est une région d'étendue souvent limitée, présentant des caractères homogènes et similaires au(x) site(s) affecté(s) d'un point de vue physique (géomorphologie, géologie, bathymétrie, courantologie, climat, sols ou substrat, ressources en eau, régime hydrologique, etc.) et du point de vue de l'occupation humaine (perception et gestion du territoire développant des paysages et une identité culturelle propre).

1 Cossure, premier site naturel de compensation agréé en France.



© S. Aubry - INRAE

Lorsqu'elle est nécessaire, la compensation est une étape à part entière et inhérente au projet. Elle doit donc être prévue et définie au moment du dépôt du dossier nécessité par la (les) procédure(s) dont le projet relève.

Deux modalités de compensation sont prévues par la loi : la compensation à la demande, où le maître d'ouvrage doit organiser la mise en œuvre de la compensation (par ses propres moyens ou *via* un opérateur de compensation), et la compensation par l'offre, où le maître d'ouvrage achète des unités de compensation porteuses de gain, auprès d'un site naturel de compensation. Dans les deux cas, les principes juridiques de la compensation listés ci-dessus s'appliquent, pour que les mesures de compensation soient validées et le projet autorisé.

En lien avec les principes juridiques susmentionnés, la mise en œuvre de la compensation par l'offre, ou à la demande suppose :

- une identification précise de l'état initial des milieux (sur le site du projet, comme sur le site de compensation) portant sur les espèces, les habitats naturels, mais aussi le fonctionnement écologique de ces éléments de biodiversité, et leur trajectoire prévisible ;
- la caractérisation fine des impacts prévisibles du projet durant toute sa vie (de la construction jusqu'au démantèlement éventuel) ;
- la disponibilité de foncier susceptible d'accueillir les mesures de compensation ;
- la mise en œuvre de techniques de génie écologique efficaces à même d'apporter les gains écologiques attendus.

La compensation écologique, qu'elle soit réalisée par l'offre ou à la demande doit donc s'inscrire dans un cadre juridique précis, et de ces principes découlent des étapes incontournables de mise en œuvre.

L'objectif de cet article est d'apporter un regard de régulateur³ sur la compensation en tant qu'objet juridique et économique. Notamment, en passant en revue un certain nombre de questionnements portant sur l'opportunité du recours à la compensation par l'offre.

Qu'est-ce qu'un site naturel de compensation ?

Un site naturel de compensation (SNC) est un lieu où un opérateur de compensation planifie puis réalise des actions de génie écologique, qualifie et quantifie les gains écologiques obtenus, puis vend des unités de compensation (UC) à des maîtres d'ouvrage ayant une dette de compensation, dès lors que ces unités répondent aux principes juridiques de compensation pour le projet visé. La validation de l'utilisation d'UC pour un projet donné est réalisée par les services instructeurs au moment de l'instruction du dossier.

Sur un SNC, les mesures de compensation sont réalisées de manière mutualisée, c'est-à-dire pour répondre aux impacts de plusieurs projets, en prévision du besoin de compensation à venir sur un territoire, et donc en amont de l'effectivité de celui-ci.

L'agrément de l'État, qui doit être demandé par le porteur de SNC *via* la demande d'agrément, atteste la probabilité de l'obtention des gains écologiques, et de la pérennité de l'opération sur un pas de temps minimal de trente ans.

Les articles D163-1 et suivants du Code de l'environnement précisent l'application des principes généraux de la compensation par les SNC et le contenu du dossier de demande d'agrément.

Le recours à un SNC offre un cadre plus favorable à l'obtention du gain écologique que pour la compensation à la demande, d'une part par la surface importante du site de compensation, prévue pour mutualiser des besoins de compensation, et d'autre part par les conditions d'obtention de l'agrément.

Cet agrément, d'une durée de trente ans minimum assure également la pérennité des mesures pour cette période *minima* (photo 1).

L'anticipation du besoin de compensation effectuée au cours du processus d'élaboration d'un SNC, permet à des maîtres d'ouvrage d'accéder, lors de l'achat d'unité de compensation, à une compensation, effective et anticipée par rapport à l'occurrence de leur projet.

3. Le régulateur est la personne en charge de faire appliquer la réglementation.

► Les SNC sont donc un outil intéressant de mutualisation, d'anticipation, et de territorialisation de la compensation et donc de la séquence ERC.

Pourquoi et comment déployer les sites naturels de compensation en France ?

Le site naturel de compensation est-il le meilleur outil de politique publique pour internaliser les externalités négatives sur la biodiversité causées par l'aménagement ?

Le SNC est un outil émergeant dans un contexte politique où la tendance est plus à favoriser l'autorégulation des acteurs privés qu'à l'intervention des pouvoirs publics. Autrement dit, les instruments interventionnistes (*command and control*) comme la création de nouvelles taxes sont exclus au profit de l'introduction d'instruments de marché (*market based instruments*). Le SNC s'inscrit dans cette mouvance, bien que son encadrement par le régulateur soit très fort (notamment au travers la procédure de demande d'agrément et de suivi), cela en fait un instrument un peu à cheval entre l'interventionnisme et l'instrument de marché. Son esprit reste néanmoins de faire en sorte que la demande et l'offre de compensation s'équilibrent au sein d'un marché à même de fixer un prix correspondant au dommage réellement causé à la société lors de la destruction de biodiversité causée par un aménagement.

Quels défis lors de l'élaboration d'un site naturel de compensation ?

Comme évoqué précédemment, l'élaboration de SNC peut présenter un certain nombre d'avantages. Parmi eux, l'anticipation de la compensation en amont de l'occurrence des projets et la mutualisation, deux qualités faisant des SNC un outil propice à la territorialisation de la compensation.

Néanmoins, l'élaboration d'un SNC n'est pas sans faire face à certains défis, pouvant requérir l'apport d'éclairages.

Du fait de l'anticipation et des exigences juridiques visant à garantir la qualité écologique du projet, les SNC impliquent un investissement immédiat important pour un retour sur investissement s'étalant sur trente ans voire plus. Ils supposent donc une structure économique stable disposant d'une assise financière suffisante.

Un porteur de SNC est finalement confronté à des incertitudes de trois ordres : des incertitudes techniques par rapport à la réussite du projet de restauration écologique, des incertitudes économiques liées à la future demande de compensation, et des incertitudes au regard du cadre juridique et des décisions des services instructeurs d'autoriser ou non les projets et d'assortir les autorisations des mesures compensatoires à hauteur des prévisions de l'opérateur de SNC.

Outre ces incertitudes, la compensation par l'offre fait l'objet d'un encadrement assez strict (par l'agrément) afin de garantir la qualité attendue des mesures de restauration écologique ; cette exigence peut être perçue comme supérieure à celle constatée pour la compensation à la demande.

Quels outils pour relever ces défis ?

Ainsi, afin d'éclairer les porteurs de SNC dans le projet, un certain nombre de travaux sont parus ou en cours d'élaboration :

- le guide « *Approche standardisée de dimensionnement de la compensation* » paru en juin 2021 favorisera l'homogénéisation des pratiques en vigueur sur le territoire et l'application plus rigoureuse des principes juridiques de la compensation ;
- un guide sur les SNC visant à faciliter le montage de ces projets et leur mise en œuvre est en préparation (parution prévue courant 2022). Ce guide de format court permettra de guider le porteur de SNC dans son projet, de clarifier le fonctionnement des SNC, ainsi que les exigences de l'administration au sujet du contenu et de la procédure relative au dépôt du dossier de demande d'agrément ;
- des travaux achevés ou en cours permettent de préciser la notion de potentiel de gain écologique, centrale dans la mise en œuvre d'un SNC :
 - 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, Inrae, 115 pages ;
 - inventaire des sites à fort potentiel de gain écologique, en cours d'élaboration.

En outre, l'objectif ZAN (zéro artificialisation nette) se conjugue à l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité et va contribuer à préserver des espaces indispensables à la biodiversité y compris ordinaire. De nombreuses collectivités sont en réflexion pour intégrer ces objectifs dans leurs projets territoriaux et leurs documents de planification, ce qui se traduit très concrètement par une identification croissante des enjeux de biodiversité à préserver (par l'évitement) et des réseaux écologiques à conforter (par la restauration écologique). En lien avec la conjugaison territoriale de ces différents objectifs, l'outil SNC a toute sa place dans la boîte à outil ERC. Le succès global de la séquence ERC repose avant tout sur une application rigoureuse de cette dernière, mais aussi sur la planification territoriale et la combinaison des solutions de compensation possibles à l'échelle des territoires.

L'anticipation de la compensation à l'échelle des territoires

Pourquoi vouloir intégrer la compensation et la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » dans une perspective territoriale, spatiale et temporelle ?

Si la planification intègre bien la question de la localisation des projets dans une perspective de cohérence territoriale, la compensation gagnerait également à s'inscrire dans une perspective territoriale, pour assurer sa faisabilité technique et sa pertinence écologique, y compris sur le long terme.

En effet, la surface est un des facteurs prépondérants déterminant le fonctionnement écologique d'un site. L'efficacité d'une mesure compensatoire d'un projet peut être optimisée par un positionnement judicieux au regard des éléments naturels existants, et de leurs perspectives d'évolution dans le temps au regard de leur

dynamique propre mais aussi de la dynamique socio-économique du territoire. La mutualisation de mesures compensatoires, ou la mise en synergie de ces mesures avec les réseaux écologiques existants ou planifiés augmentent ainsi la pertinence écologique de ces mesures.

L'anticipation, tant des aménagements que des mesures compensatoires, et leur insertion dans de véritables projets territoriaux est de nature à favoriser une plus grande efficacité de la démarche vis-à-vis de la conservation de la biodiversité.

L'anticipation est-il le propre des SNC ?

L'anticipation au cœur du dispositif SNC est double : d'un côté, celle du besoin de compensation à l'échelle du territoire, en en faisant un outil favorisant la territorialisation de la séquence ERC ; de l'autre, une mise en œuvre anticipée et mutualisée des mesures de compensation, en amont des projets. L'anticipation du besoin de compensation est le propre des SNC, puisque c'est le seul dispositif qui autorise la conception et la mise en œuvre des mesures de compensation avant même de connaître avec précision la nature ou le nombre de projets qu'elles seront amenées à compenser. Cette particularité implique nécessairement, dans le cadre des SNC, une mise en œuvre des mesures de compensation en amont de la réalisation des projets, et permet une mutualisation de ces mesures de compensation.

Une application rigoureuse des principes régissant la compensation implique que la compensation soit effective pendant toute la durée des atteintes, et d'éviter au maximum l'occurrence de pertes intermédiaires. Lorsque les premières pertes surviennent, les gains devraient donc, eux aussi, être effectifs. Compte tenu du fait que les mesures de compensation mettent un certain temps à atteindre leur optimum écologique, le respect des principes susmentionnés implique une mise en œuvre anticipée de ces mesures, par rapport à la réalisation du projet. À ce titre, l'anticipation de la mise en œuvre des mesures de compensation en amont de la réalisation du projet est donc théoriquement requise pour les deux types de compensation.

Il est vrai que, de par son élaboration en amont de la connaissance précise des projets à venir sur territoire, le SNC offre la garantie d'une mise en œuvre des mesures de compensation en amont des projets. Néanmoins, pour que celui-ci garantisse également l'absence de pertes intermédiaires, il faut de surcroît, que l'unité de compensation vendue ait atteint son optimum écologique au moment des premières pertes engendrées par le projet qu'elle est supposée compenser.

En résumé :

- l'absence de pertes intermédiaires est théoriquement requise pour les deux types de compensation (par l'offre et par la demande) ;
- l'absence de pertes intermédiaires n'est possible que par une anticipation de la mise en œuvre des mesures de compensation, en amont de la réalisation des projets, requise pour les deux types de compensation ;
- pour la compensation à la demande, une fois le projet connu, et les mesures de compensation définies, elles doivent être mises en œuvre par le maître d'ouvrage ou par l'opérateur de compensation avant la réalisation du projet ;

- pour la compensation par l'offre, elle est inhérente au dispositif SNC, puisque celui-ci implique une mise en œuvre de la compensation en amont de la connaissance même de la nature des projets qu'il sera amené à compenser ;

- l'absence de pertes nettes, une fois les mesures de compensation mises en œuvre en amont des projets, ne peut être atteinte que si les projets ont effectivement lieu une fois l'optimum écologique des mesures de compensation atteint, selon une lecture très littérale de la réglementation. En pratique, les pertes intermédiaires sont d'autant moins acceptables qu'elles entament la résilience des milieux et des espèces, et obèrent leur faculté de récupération :

- pour la compensation à la demande, cela doit être pris en compte et appliqué par le maître d'ouvrage ou l'opérateur de compensation, en ne commençant les travaux de réalisation du projet qu'une fois l'optimum écologique des mesures de compensation atteint ;

- pour la compensation par l'offre, cela ne se produit que lorsque les unités de compensation ont atteint leur potentiel de gain écologique au moment de leur vente.

L'ensemble de ces éléments est résumé sur la figure ①.

Entre compensation à la demande, et compensation par l'offre, existerait-il un troisième type de compensation ?

Le montage d'un SNC est perçu comme un investissement conséquent et non sans risque du point de vue de l'investisseur. Face à cela, la littérature identifie un certain nombre de pratiques émergentes « entre les deux » dispositifs, bénéficiant des vertus du SNC sans s'encombrer du risque, et de la procédure que son élaboration implique. Ces pratiques sont qualifiées de manière assez diversifiée: « compensation pré-identifiée », « compensation à la demande anticipée », « troisième voie », ou encore elles seraient qualifiées de « compensation à la demande », par opposition à une « compensation au cas par cas », qui ne reposerait elle, pas sur ces principes d'anticipation. Dès lors, il y aurait la compensation à la demande, la compensation par l'offre, et un autre type de compensation regroupant l'ensemble des autres pratiques.

Ces pratiques se résument principalement en une sécurisation du foncier, dans une logique attentiste de mise en œuvre de mesures de compensation à venir sur celui-ci (i), parfois en y réalisant des états initiaux dans l'optique de les utiliser, plus tard, pour le dimensionnement des mesures de compensation (ii), allant même, dans certains cas, jusqu'à la réalisation de mesures de compensation sur ces terrains, suivi, ex-post, de la vente du tout à des maîtres d'ouvrage devant s'acquitter de leurs obligations de compensation (iii).

À ce sujet, il convient tout d'abord de préciser que du point de vue de la loi, il n'existe que deux modalités de compensation : « soit directement, soit en confiant par contrat, la réalisation de ces mesures à un opérateur de compensation, [première modalité, à la demande] soit par l'acquisition d'unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation [deuxième modalité, par l'offre] » (art. L163-1 du Code de l'environnement).

► En effet, il est nécessaire de différencier la pratique observée de la compensation telle qu'elle devrait être réalisée au sens des textes juridiques qui l'encadrent. Ainsi, une mesure de compensation ne peut avoir que trois statuts : soit elle est réalisée à la demande, soit elle est réalisée par l'offre, soit elle n'est pas réalisée dans le cadre du contexte juridique qui l'encadre, et ne peut donc pas être considérée comme de la compensation.

Dès lors, qu'en est-il des pratiques évoquées plus haut ? Sécuriser du foncier dans le but d'y voir s'installer des mesures de compensation à la demande (ou un SNC) (cas (i)) entre tout à fait dans le cadre de la compensation à la demande (ou par l'offre), mais n'en constitue qu'une première étape. Ce qui est recherché est un gain écologique, qui est mesuré par la différence entre l'état initial d'un site et l'état après réalisation de l'opération de restauration écologique. La date de réalisation de l'état initial est cruciale pour comptabiliser le gain. Cette date est celle du dossier de l'agrément pour un SNC, et elle ne peut être que celle de l'état du site au moment du dépôt de demande d'autorisation du projet nécessitant

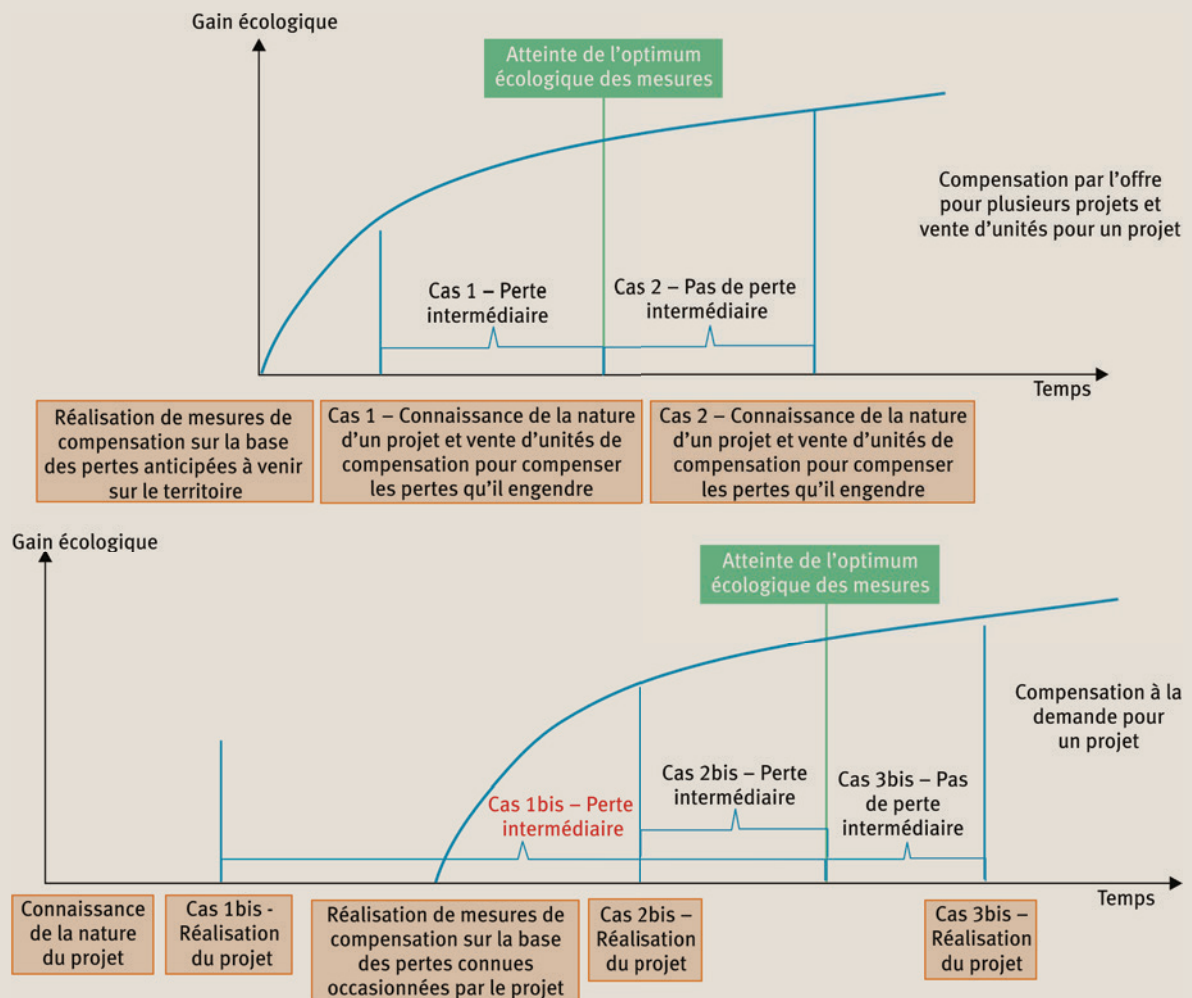
une compensation dans le cas d'une compensation à la demande. Or, compte tenu de la dynamique naturelle en œuvre, un terrain supposément porteur de gain écologique au moment de sa sécurisation, ne le sera plus forcément au moment souhaité de la mise en œuvre des mesures de compensation.

Ainsi, l'état initial réalisé au moment de la sécurisation foncière (cas (ii)) ne pourra être exploité pour la réalisation des mesures de compensation à la demande (ou pour la constitution d'un dossier de demande d'agrément) qu'à la condition que le laps de temps entre les deux soit court (inférieur à trois ans). L'utilisation d'un état initial plus ancien rendra le processus de dimensionnement des mesures de compensation sur ce terrain inadapté.

Dans ce cas, une manière d'exploiter immédiatement le potentiel de gain écologique du terrain sécurisé serait de mettre directement en œuvre de mesures de compensation sur celui-ci, afin de les vendre plus tard à des maîtres d'ouvrage en exprimant le besoin (cas (iii)). Nous retrouvons ici le principe du SNC.

❶ Anticipation et absence de perte intermédiaire dans la compensation par l'offre et la demande.

Le cas 1bis n'est pas admissible au regard de la réglementation si les pertes intermédiaires entament la résilience des milieux et des espèces.





② Les sites naturels de compensation : un outil au service des acteurs des territoires pour concilier développement et protection de la biodiversité ?

© J.-M. Pettina

L'anticipation de gains en dé-corrélation de la connaissance des pertes qu'ils compensent n'est permise que dans le cadre d'un agrément, dont la demande est instruite par l'État en amont du lancement du SNC.

Le cas étudié ici, (cas (iii)), est donc un cas où la compensation n'est pas valable.

Enfin, nous soulignons que la sécurisation et la mise en œuvre de mesure de compensation portée par un acteur ou des fonds publics, quand bien même elle serait ensuite vendue à des maîtres d'ouvrage en guise de compensation, est très délicate si ce n'est impossible. En effet, la séquence ERC est une émanation du principe du pollueur-payeur, ce principe implique que les coûts de sa mise en œuvre, qui vise à réparer un dommage, doivent être portés par la personne qui est à l'origine de ce dommage. Lorsque des fonds ou des acteurs publics payent, même partiellement, pour la compensation d'un aménageur, le principe pollueur-payeur n'est pas respecté. Ainsi, même si les fonds publics investis sont récupérés *via* la vente aux maîtres d'ouvrage, le manque de transparence quant à la récupération effective de ces fonds est critique. L'utilisation de foncier appartenant à une collectivité pour réaliser la compensation pose le même problème.

Nous l'avons dit, la loi ne crée que deux modalités de compensation, à la demande et par l'offre. Les deux impliquant une création de gain en amont des pertes, et donc une mise en œuvre anticipée de mesures par rapport à la réalisation des projets qu'elles compensent. Cela, étant dit, vis-à-vis de cette nécessaire anticipation, la pratique de la compensation à la demande n'est pas encore entièrement satisfaisante, si bien que l'on ne considère plus son respect comme la norme. En conséquence, lorsque des modalités de mise en œuvre de la

compensation à la demande conformément au droit en vigueur, permettent cette mise en œuvre anticipée, elles sont identifiées comme une troisième voie. Il est primordial de ne pas confondre pratique et exigence juridique. Une compensation à la demande anticipée, dans le respect des éléments développés ici, n'est rien d'autre qu'une compensation à la demande conforme aux attentes juridiques. Nommer, et donner une existence propre à des pratiques non conformes à la loi n'est pas opportun, car cela les ancre dans une réalité permanente, alors qu'elles ne devraient être considérées que comme des transitions vers une mise en œuvre vertueuse et respectueuse des textes qui les encadrent. ■

Les auteurs

Françoise SARRAZIN

Office français de la biodiversité,
Direction de la police et du permis de chasser,
Service Prévention, appui et prospective,
Le Nadar, Hall C, 5 square Félix Nadar,
F-94300 Vincennes, France.
✉ francoise.sarrazin@ofb.gouv.fr

Michel PERRET

Ministère de la Transition écologique,
Direction générale de l'aménagement,
du logement et de la nature,
Direction de l'eau et de la biodiversité,
Tour Sequoia, F-92055 La Défense, France
✉ Michel-M.Perret@developpement-durable.gouv.fr

Naomi DELLILLE

Ministère de la Transition écologique,
Tour Sequoia, F-92055 La Défense, France
✉ Naomi.Dellille@developpement-durable.gouv.fr

Retour d'expérience – Dix ans après le lancement de l'expérimentation française de la compensation par l'offre, quel bilan en tirent les porteurs de projet ?

Le ministère en charge de l'environnement a lancé en 2011 un appel à projet d'opérations expérimentales de compensation par l'offre afin d'évaluer la pertinence et la faisabilité du dispositif en France. Près de dix ans plus tard, que sont devenus ces projets et quelle expérience en retirent les acteurs impliqués ? À quelles difficultés ont-ils dû faire face et quels éclairages peuvent-ils apporter concernant leur mise en place ? À partir de témoignages recueillis auprès des porteurs de ces projets, les auteurs de cet article font un bilan actualisé du dispositif.

La compensation « par l'offre » est un dispositif dans lequel un opérateur de compensation¹ met en œuvre des mesures compensatoires (MC) de façon anticipée et mutualisée sur un site dédié : le site naturel de compensation (SNC). La réalisation des MC sur des surfaces importantes et leurs suivis par un opérateur unique doit permettre d'améliorer leur efficacité et leur pérennité (voir l'article de Aubry *et al.*, pages 4-9 dans ce même numéro). En France, ce mécanisme est soumis à l'obtention d'un agrément délivré par les services du ministère en charge de l'environnement (dénommée ministère dans ce qui suit) suite à une procédure d'évaluation de projet². Une fois l'agrément obtenu, un opérateur de SNC peut vendre le gain écologique généré par les actions de restauration sous la forme d'unités de compensation (UC) à des aménageurs devant

s'acquitter d'une dette compensatoire après évitement et réduction de leurs impacts. Les modalités d'achat d'UC sont, comme pour la compensation à la demande, soumises au respect des principes d'additionnalité et d'équivalence écologique (CGDD³, 2017).

La compensation par l'offre apparaît en France en 2008. Le ministère souhaite expérimenter la pertinence et la faisabilité du dispositif, déjà à l'œuvre dans d'autres pays comme aux États-Unis ou en Allemagne (voir dans ce même numéro : l'article de Dieckhoff *et al.*, pages 40-47, et l'encadré ①, page 9). À la suite d'une collaboration associant les acteurs du territoire de la plaine de Crau et les services de l'État, le projet pilote de Cossure, porté par CDC Biodiversité⁴ voit le jour. La convention posant les bases du partenariat et des modalités de l'opération est signée le 11 mai 2009 entre le ministère et CDC Biodiversité (CGDD, DEB⁵, 2011).

1. Un opérateur de compensation est une personne publique ou privée chargée, par une personne soumise à une obligation de mettre en œuvre des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité, de les mettre en œuvre pour le compte de cette personne et de les coordonner à long terme (Art. L. 163-1-III du Code de l'environnement).

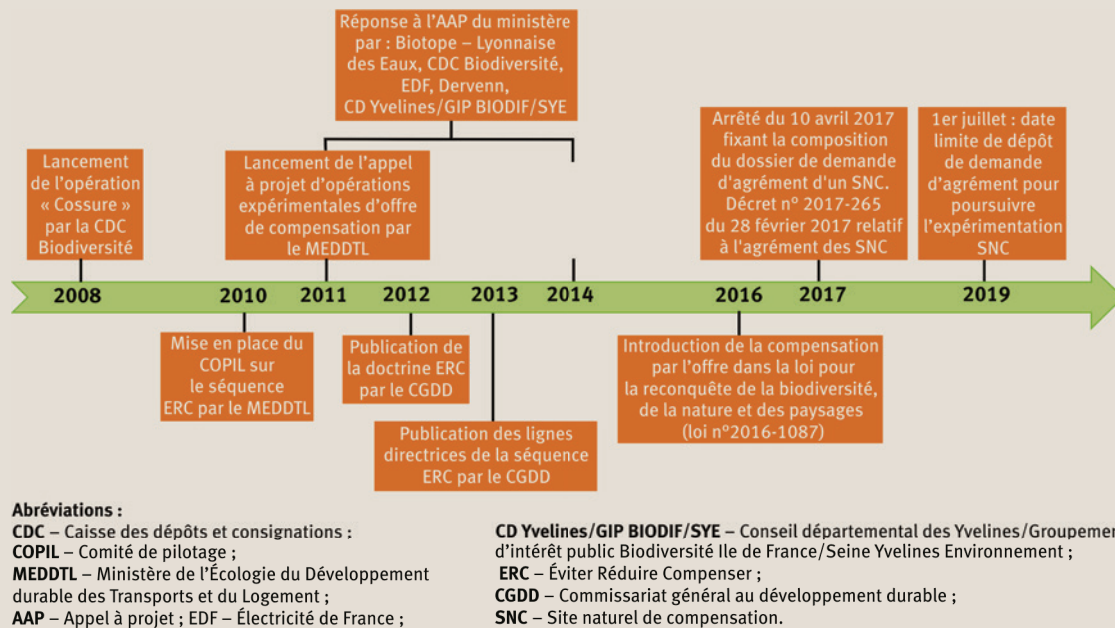
2. Arrêté du 10 avril 2017 fixant la composition du dossier de demande d'agrément d'un site naturel de compensation prévu à l'article D. 163-3 du Code de l'environnement.

3. CGDD : Commissariat général au développement durable.

4. Filiale de la Caisse des dépôts et consignations.

5. DEB : Direction de l'eau et de la biodiversité.

1 Chronologie des principales étapes de l'expérimentation d'offre de compensation et principales réglementations associées.



En 2010, le ministère souhaite élargir sa réflexion et lance un comité national réunissant les services de l'État, les associations, les entreprises et les collectivités territoriales pour travailler sur la séquence « Éviter Réduire Compenser » (ERC). L'expérimentation d'un dispositif de compensation par l'offre à plus grande échelle y est discutée et un appel à projet (AAP) d'opérations expérimentales d'offre de compensation est lancé en 2011 (CGDD, DEB, 2011). Les porteurs de projet participants devront s'engager sur une durée expérimentale de huit ans. Si des UC sont vendues durant cette période, ils devront garantir que les surfaces concernées feront l'objet d'une gestion conservatoire d'au moins trente ans.

Une diversité d'acteurs répondent à l'AAP au rang desquels figurent des entreprises publiques ayant en gestion des domaines fonciers concédés (EDF, Lyonnaise des eaux), des bureaux d'études (Biotope, Dervenn), une entreprise privée (CDC Biodiversité, filiale de la CDC) ainsi qu'une collectivité territoriale (le conseil départemental des Yvelines via le groupement d'intérêt public GIP SYE, anciennement GIP BIODIF). Les projets sont variés notamment par la biodiversité ciblée, les milieux initiaux d'implantation et la surface des sites. Chacun d'eux fait l'objet d'une évaluation approfondie afin de voir dans quelle mesure ils peuvent faire partie de l'expérimentation. Les propositions retenues donnent lieu à des conventions d'engagement décrivant la nature des opérations (CDC Biodiversité, MEEDDM⁶, 2010 ;

EDF, 2014 ; Dervenn, 2014-2016 ; Conseil général des Yvelines, 2014). De son côté, le ministère identifie trois zones de projets potentiels supplémentaires (CGDD, DEB, 2011).

En 2016, le système de compensation par l'offre est officiellement introduit dans la loi⁷ sous la forme des sites naturels de compensation⁸. Cette même loi conditionne la capacité d'un opérateur à vendre des UC à l'obtention d'un agrément SNC délivré par les services de l'État. L'article 2 du décret n° 2017-265 du 28 février 2017 relatif à l'agrément des SNC détaille la procédure et les pièces devant figurer dans le dossier de demande d'agrément. Cette nouvelle disposition conduit les porteurs de SNC engagés dans l'expérimentation à déposer leur demande d'agrément avant le 1^{er} juillet 2019 (figure 1).

Dix ans après le lancement de l'AAP, que sont devenus ces projets et quelle expérience en retirent les porteurs de projets impliqués ? À quelles difficultés ont-ils dû faire face et quels éclairages peuvent-ils nous apporter concernant la mise en place d'un tel dispositif ? Nous avons recueilli leurs témoignages au cours d'entretiens semi-directifs dont nous proposons ici une synthèse. L'encadré 1 (pages 20-21) revient sur les différents projets de SNC ayant émergé suite à l'AAP de 2011. Nous y détaillons en particulier les contextes dans lesquels ces projets ont été initiés ainsi que leurs évolutions. La figure 2 synthétise leur localisation et leurs principales caractéristiques⁹.

6. Ministère de l'Écologie, de l'Énergie du Développement durable et de la Mer.

7. Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

8. Dénommés jusque-là « Réserve d'actifs naturels ».

9. Les caractéristiques complètes des projets sont en annexes (pages 26-30).

► Les problématiques rencontrées par les porteurs de projet sont abordées de façon thématique dans les parties qui suivent. Nous concluons ensuite avec quelques recommandations soulevées par les porteurs de projet interrogés et pistes de réflexions.

Quelles problématiques rencontrées par les porteurs de projet ?

La caractérisation de la demande de compensation

L'identification du besoin de compensation

L'identification du besoin de compensation auquel un territoire doit faire face constitue la première base de réflexion pour le développement d'un SNC. La prise en compte des documents d'aménagement du territoire (type SRADDET, SCoT, PLUi¹⁰) a permis d'identifier les besoins du territoire en termes de MC à venir. Lorsque cela a été possible, cette identification a été complétée de discussions avec les services de l'État (ministère, DREAL, DDT¹¹), mais aussi avec les acteurs locaux tels que les aménageurs, conservatoires d'espaces naturels, chambre d'agriculture, instituts de recherche, etc. Cette démarche a permis de prendre connaissance des aménagements imminents et de la nature des compensations demandées, d'analyser celles en souffrance et d'avoir une meilleure vision des enjeux écologiques à venir sur le territoire. Certains porteurs de projets auraient toutefois souhaité un appui plus important des services de l'État lors de cette phase.

Une fois le besoin du territoire en termes de compensation identifié, la définition de l'aire de service du projet conditionne la demande en compensation à laquelle le SNC pourra répondre.

La délimitation de l'aire de service et la notion de proximité fonctionnelle

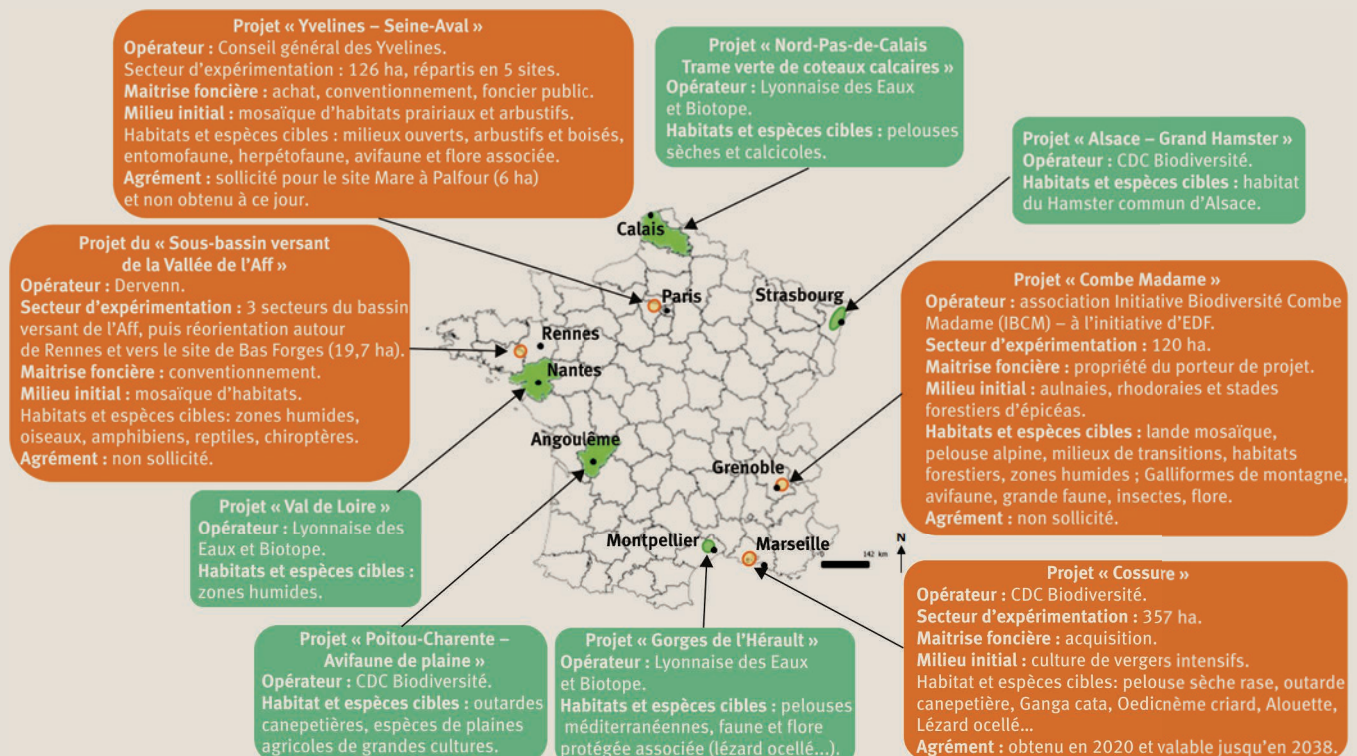
Définitions de la proximité fonctionnelle et de l'aire de service

On parle de proximité fonctionnelle dans le sens où le site d'accueil des mesures de compensation doit permettre (i) d'accueillir les mêmes espèces que celles présentes sur le site impacté, (ii) de fournir les mêmes fonctions (services) à ces espèces, et (iii) à des espèces ayant l'habitude d'être présentes sur le site impacté de se rendre sur le site de compensation (proximité géographique à évaluer selon la capacité de déplacement des espèces protégées ciblées). La proximité s'appréhende donc au niveau des espèces, mais aussi des habitats et des fonctions écologiques. Concernant les zones humides et les ressources en eau, les mêmes fonctions doivent être remplies au niveau du même bassin versant et des mêmes masses d'eau. Ces principes doivent être pris en compte pour définir l'aire de service d'un SNC.

10. SRADDET : schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires; SCoT : schéma de cohérence territoriale; PLUi : plan local d'urbanisme intercommunal.

11. DREAL : direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement; DDT : direction départementale des territoires.

2 Localisation et principales caractéristiques des projets de sites naturels de compensation expérimentaux.



○ Projet ayant répondu à l'AAP et ayant fait l'objet d'une convention d'expérimentation.

■ Zone de projet pressentie lors de l'AAP n'ayant pas fait l'objet d'une convention d'expérimentation.

L'aire de service est l'espace au sein duquel un opérateur de SNC peut espérer vendre des UC. Celle-ci est donc déterminante mais aucune méthodologie n'encadre véritablement aujourd'hui sa délimitation dans la réglementation.

Une méthode non standard et des incertitudes

Chaque opérateur a proposé une méthode en privilégiant tantôt des approches par masse d'eau, tantôt par l'écologie d'espèces parapluies, ou bien par la fonctionnalité écologique (ex. : continuité de trame verte et bleue), ou encore par croisement avec des zones de dynamisme économique, etc. (cf. annexes pages 26-30).

D'un point de vue opérationnel estimer le potentiel de vente d'UC et la viabilité du SNC relève d'un véritable pari du fait des incertitudes sur (i) la nature des impacts à venir, (ii) leur localisation (un SNC n'étant pas lié à un projet précis), et (iii) le positionnement plus ou moins strict des services instructeurs par rapport aux principes de proximité fonctionnelle et géographique¹². Ces dernières notions restent aujourd'hui trop floues d'un point de vue opérationnel. Ce pari apparaît moins préoccupant pour des SNC ciblant des habitats de zones humides où la notion de proximité s'appréhende à l'échelle des bassins versants et par masse d'eau, que pour des SNC ciblant des espèces protégées où la proximité géographique avec les populations impactées est fortement recherchée. En effet, dans ce dernier cas, il semble difficile d'avoir des SNC permettant de compenser une multitude d'espèces protégées et souvent rares (peu, voire pas impactées). Pour prévenir des risques d'absence de vente d'UC, une complémentarité entre SNC et compensation à la demande serait sans doute à expliciter en fonction des composantes de biodiversité. Il semble que plus les espèces sont rares et ont une faible capacité de déplacement, plus la viabilité économique d'un SNC répondant à ces critères sera incertaine.

La concurrence avec d'autres dispositifs et acteurs de la compensation

Les porteurs de projets de SNC ont parfois été confrontés à d'autres acteurs ayant ou allant mettre en place un système de compensation à la demande. Les zones géographiques et l'infrastructure en construction visées étant similaires, les opérateurs et les dispositifs de compensation se sont retrouvés en concurrence. Cela a pu constituer un facteur limitant pour l'installation d'un SNC en remettant en cause les possibilités de rentabilité de ce dernier.

Plusieurs porteurs de projet ont perçu une différence d'exigence dans le niveau de précision et de garanties attendues par les services de l'État selon qu'il s'agisse d'un dossier de demande d'autorisation d'impacts assorti de mesure de compensation ou d'un dossier de demande d'agrément de SNC. Ce dernier fait l'objet d'une évaluation et d'un suivi particulièrement exigeants pouvant freiner le développement des SNC. Ils notent toutefois que ces écarts tendent à s'atténuer avec l'évolution de la réglementation et l'augmentation du niveau d'exigence des arrêtés produits par les services instructeurs.

Il est communément admis qu'il est plus onéreux pour un aménageur de s'acquitter de sa dette compensatoire par le biais d'un SNC que par le biais d'une compensation à la demande. En effet, lorsque la dette compen-

satoire de l'aménageur est importante, le montant à déboursier au temps T en faisant appel à un SNC représente une somme importante. En comparaison, le montant à déboursier pour une compensation à la demande au même moment semble moins impressionnante, car le coût de gestion à long terme n'est pas immédiatement visible ni même parfois pris en compte au démarrage du projet. *In fine*, à niveau d'exigence similaire concernant la restauration écologique et la gestion sur le long terme, cette différence de coût ne semble pas si évidente. Cette question mériterait un approfondissement afin de mieux connaître les coûts associés aux MC selon le type de système de compensation. Cependant la possibilité de pouvoir échelonner le paiement des MC sur plusieurs années a pu être un argument en faveur de la compensation à la demande.

La présence de plusieurs acteurs organisant la mise en place des MC, au sein d'une même aire géographique, la différence d'exigence entre les arrêtés préfectoraux et les dossiers de SNC ainsi que le prix des UC sont des facteurs qui ont pu mettre en concurrence les deux dispositifs au détriment des SNC.

La connaissance de l'évolution du territoire en termes d'aménagement notamment donne une bonne indication sur les besoins en compensation auquel le territoire devra répondre à plus ou moins long terme. Cette connaissance est un préalable pour un porteur de SNC et lui permet d'estimer la demande de compensation à laquelle il pourra répondre. Comme on vient de le voir, l'aire de service et la concurrence avec d'autres systèmes de compensation (au cas par cas/SNC) présents sur le territoire, sont des facteurs qui feront varier cette demande de compensation à laquelle pourra répondre le SNC. Ces variations constituent autant de perte de potentielle de vente d'UC et d'incertitude économique supplémentaire auquel ont été confrontés les porteurs de SNC enquêtés.

Élaboration de l'offre de compensation

L'offre de compensation du SNC tend à répondre au besoin de compensation identifié autour de son territoire d'implantation. Celle-ci passe (i) par la maîtrise foncière d'un ou plusieurs sites de compensation et (ii) par la mise en œuvre d'une stratégie de gain écologique adaptée et respectant le principe d'additionnalité.

La maîtrise foncière

Quatre stratégies de sécurisation foncières ont été adoptées par les porteurs de SNC.

- L'opérateur détient initialement tout ou partie du foncier sur lequel il veut installer le SNC. Ce fut le cas d'EDF pour qui cela a grandement facilité la mise en œuvre des mesures de restauration.
- L'opérateur ne détient pas le foncier utilisé et sa mobilisation consiste en l'achat des terrains (notamment par opportunité, pour sécuriser le foncier et/ou par compréhension du dispositif SNC). Les porteurs de projet, comme CDC Biodiversité, disposent d'un capital de départ potentiellement conséquent où la prise de risque

12. Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique – Guide de mise en œuvre (MTE, 2021).

1 PRÉSENTATION DES PROJETS DE SITES NATURELS DE COMPENSATION ENVISAGÉS POUR L'EXPÉRIMENTATION

Les préprojets conventionnés

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable des Transports et du Logement souhaitait ouvrir l'expérimentation à une diversité de porteurs de projets afin de pouvoir également l'envisager par le prisme de la nature juridique des porteurs et de modes de portage variés (acquisition des terrains ou contractualisation auprès d'agriculteurs). Les propositions reçues font l'objet d'une analyse sur la base de différents critères (connaissances naturalistes et expérience en protection de sites naturels, compétences en gestion financière, valeur technique de l'offre, gouvernance du projet, analyse du marché potentiel, etc.) (Commissariat au développement durable, Direction de l'eau et de la biodiversité, 2011) et permet d'en écarter rapidement une partie. Un important travail de maturation a ensuite été entrepris entre les services du ministère et les différents porteurs de projets retenus. Cette démarche a constitué une étape importante du processus. C'est durant cette phase que d'autres projets ont pu être abandonnés, comme nous allons le voir avec les deux exemples suivants.

Projet de SNC de la plaine d'Alsace sur le Grand Hamster

Contexte

En 2011, la France est condamnée par la Commission européenne pour manquement à son obligation concernant la protection du grand hamster d'Alsace, espèce d'intérêt communautaire au bord de l'extinction (au titre de la directive « Habitat »). Cette condamnation fait suite à un défaut de maîtrise de l'urbanisation et de mesures suffisantes pour sauvegarder l'espèce. Dans ce contexte, l'idée d'un projet de SNC est envisagée sur les milieux agricoles de la plaine d'Alsace avec des lâchers de hamsters pour renforcer la population.

Évolution

L'incertitude sur l'efficacité des lâchers, le fait que le dispositif de SNC implique une destruction de l'habitat d'une espèce très menacée, et le risque financier encouru par l'État français vis-à-vis de la Commission européenne, conduit le ministère à renoncer définitivement à ce projet de SNC et à envisager d'autres solutions (Arrêté du 6/08/2012, Arrêté du 31/10/2012, Arrêté du 9/12/2016).

Projet de SNC « Gorges de l'Hérault »

(Biotopie – Lyonnaise des Eaux)

Contexte

Biotopie et la Lyonnaise des eaux proposent ensemble trois projets en réponse à l'AAP du ministère :

- un projet sur les pelouses sèches (l'un des milieux les plus patrimoniaux et menacé dans cette région) dans le Pas de Calais avec un intérêt de la part du département du Nord ;
- un projet sur les zones humides en région Pays de Loire soutenu par la région et la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement dans un contexte assez marqué par le projet d'aéroport de Notre Dame des Landes pour lequel nombre de zones humides allaient être impactées ;
- un projet sur les milieux ouverts méditerranéens dans l'Hérault, région soumise à une forte pression d'aménagement devant générer des besoins en compensation.

La Lyonnaise des Eaux gère des délégations de services publics et perçoit le dispositif de compensation par l'offre comme une volonté de confier à des acteurs privés la gestion d'espaces naturels sur le long terme par un système d'obligation réglementaire et de redevance telles que celles payées dans le cadre de l'utilisation de l'eau. Biotopie lui apporte son expertise et sa connaissance sur la biodiversité et les obligations de compensation. En définitive, seul le projet dans l'Hérault, qui présente l'avantage d'avoir déjà un terrain bien identifié, sera retenu par le ministère et fera l'objet d'un approfondissement.

Projet initial

Le projet de SNC expérimental est constitué de deux sites contigus de 400 ha chacun situés au nord de Montpellier, en rive gauche des gorges de l'Hérault. Ils présentent un potentiel de restauration pour les espèces patrimoniales associées aux pelouses et offrent la possibilité d'en faire un lieu de découverte de la nature et d'éducation environnementale auprès du grand public (annexe ①, page 26). Bien que situé en zone Natura 2000, une argumentation fournie auprès des services de l'État démontre l'additionnalité administrative du projet. Une négociation foncière active est engagée pour l'acquisition des 800 ha et un business plan évaluant les coûts/bénéfices de la potentielle vente d'UC (incluant le coût de revient à l'hectare, l'engagement sur le long terme,

le remboursement de l'acquisition du foncier) montre que le projet n'est pas économiquement viable à droit constant, dans un contexte où la compensation à la demande, notamment sur des terrains publics, est nettement moins onéreuse pour les aménageurs. Il est alors abandonné.

Évolution

Biotopie propose néanmoins au ministère un projet alternatif qui répond à de forts besoins de compensation en proximité immédiate de Montpellier (les garrigues de la Lauze). Un agriculteur propriétaire de 60 ha de terrains de garrigue se montre intéressé par l'expérience. Un projet d'accompagnement du propriétaire et de valorisation du terrain sous la forme d'un SNC, sans achat du foncier, est proposé. Cet espace présente un fort potentiel pour la biodiversité puisqu'il est soumis à l'embroussaillage et que les choix de gestion qui y sont faits sont contestables. Le terrain offre une meilleure proximité fonctionnelle pour des impacts à venir dans le secteur montpelliérain (doublement de l'A9, notamment) et n'est pas en zone Natura 2000. Le déplacement des compensations du projet de doublement de l'A9 à plus grande distance de l'agglomération ayant finalement été acceptée par les services de l'État, le projet devenait dépendant d'un marché local de la compensation dont les circonstances n'avaient toujours pas changé. Le projet sera lui aussi abandonné en 2016. La société Biotopie a alors engagé une réflexion sur d'autres modalités d'amélioration de l'efficacité de la compensation par l'anticipation des besoins fonciers et l'analyse stratégique paysagère. Ceci se traduira notamment par la création d'une filiale commune (Archipel) avec la Société d'aménagement foncier et d'établissement rural en Ile de France.

Les expérimentations conventionnées

L'opération « Combe Madame » (EDF)

Contexte

EDF est propriétaire de nombreux espaces sur lesquels ses infrastructures sont présentes. De par son activité de production hydro-électrique, la société dispose d'un foncier conséquent et très riche en biodiversité, notamment dans des vallées reculées à forte naturalité. Afin de valoriser ce foncier, EDF s'interroge sur l'opportunité d'y réaliser des mesures de compensation écologique : la société gère déjà près de 300 ha de mesures compensatoires réparties sur une multitude de sites dont il faut assurer le suivi. Ces considérations conduisent EDF Hydro (unité de production « Alpes ») à participer à l'expérimentation SNC du ministère, avec comme objectifs de prendre part aux nouvelles politiques publiques en matière d'environnement, de gagner en cohérence écologique grâce à l'anticipation et la mutualisation des MC, de faciliter le suivi et le succès de futures opérations de restauration et de se positionner comme opérateur pour répondre aux besoins de compensation à venir dans la région (besoins propres autorisés à hauteur de 50% des UC du SNC et besoins d'aménageurs extérieurs). Un large panel d'acteurs participe dès 2011 au lancement du projet (Office national de la chasse et de la faune sauvage, Fédération départementale des chasseurs de l'Isère, Fédération des alpagistes de l'Isère, association Gentiana, Ligue pour la protection des oiseaux, Office national des forêts, instituts de recherche, etc.) et l'association « Initiative Biodiversité Combe Madame » (IBCM), porteuse du projet, est créée en 2013. L'opération est lancée sur un site de moyenne montagne de 120 ha situé dans la Combe Madame, en cours de fermeture et dont EDF est propriétaire (annexe ②, page 27).

Évolution

En 2018, l'absence d'acheteurs d'UC conduira l'association à ne pas effectuer de demande d'agrément SNC et à sortir de l'expérimentation. La finalisation des travaux et des derniers inventaires en 2020 révèlent que les huit années écoulées sont insuffisantes pour observer un gain significatif pour les milieux et espèces ciblées. Le site est à présent en cours d'intégration dans la Réserve nationale de chasse et faune Sauvage de Belledonne gérée par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage et fera partie de son plan de gestion. Cette expérience a permis de fédérer un grand nombre d'acteurs du territoire et d'apporter de nombreux enseignements aux parties prenantes du projet. L'ensemble des données recueillies dans le cadre du projet de SNC sont en cours de numérisation sous des formats exploitables. Elles seront valorisées dans le cadre de divers projets de territoire tels que le projet de Trame verte et bleue du Grésivaudan ou le projet du programme d'actions de prévention des inondations du Bréda et viendront alimenter l'Observatoire régional de la biodiversité. Un retour d'expérience approfondi est également en cours pour tirer des enseignements sur l'efficacité écologique des mesures de restauration mises en œuvre.

1 PRÉSENTATION DES PROJETS DE SITES NATURELS DE COMPENSATION ENVISAGÉS POUR L'EXPÉRIMENTATION

Le SNC de Cossure (CDC Biodiversité)

Contexte

La Caisse des dépôts et consignations a un rôle de porteur d'innovation, elle a donc naturellement souhaité participer à l'expérimentation. Pour l'occasion, elle crée sa filiale CDC Biodiversité afin d'agir en faveur de la biodiversité et d'œuvrer notamment à la compensation sur le long terme. Le développement de la compensation par l'offre est vu comme l'opportunité de développer une compensation plus vertueuse pour préserver la biodiversité grâce à l'anticipation des mesures sur des surfaces importantes et leur suivi par un opérateur unique.

Projet initial

La sélection du site de Cossure s'est faite en concertation avec les services de l'État et les acteurs du territoire tels que la Chambre d'agriculture et le Conservatoire des espaces naturels. Ce site, ancien verger en faillite de 357 hectares dont les arbres étaient atteints de la maladie de sharka, présentait un fort potentiel de gain écologique. Il offrait une opportunité pour l'accueil d'éleveurs et se situait à proximité d'importants besoins de compensation sur le secteur de la Crau. Son emplacement idéal en bordure de la réserve naturelle des Coussouls de Crau permettait après restauration écologique d'améliorer la cohérence écologique de la réserve naturelle et d'augmenter la connectivité écologique entre la Crau à l'est et la Camargue à l'ouest (annexe 9, page 28).

Évolution

Afin de poursuivre le projet au-delà du cadre expérimental, un dossier de demande d'agrément a été transmis au ministère en 2019 (CDC Biodiversité, 2019). Suite au succès des travaux et au gain écologique généré, l'agrément SNC reçoit un avis favorable le 24 avril 2020 (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020) avec une validité jusqu'en 2038 (à compter de 2008). L'agrément SNC confère à l'opérateur et aux aménageurs plus de garanties et de visibilité pour la vente de ses UC et permet la poursuite du projet. Les UC sont actuellement vendues dans le cadre d'obligations réglementaires compensatoires auprès de maîtres d'ouvrage (en totalité sur Cossure ou de façon panachée), mais pourraient également l'être dans une démarche volontaire auprès d'entreprises soucieuses de limiter leur empreinte écologique.

Le site de Cossure fait actuellement l'objet d'une gestion conservatoire en partenariat avec le Conservatoire d'espace naturels et la Chambre d'agriculture et accueille deux éleveurs qui y font paître leurs troupeaux de brebis. Ce type de partenariat favorise une gestion de long terme, financièrement soutenable, qui concilie biodiversité et un usage agricole du site. CDC Biodiversité s'est engagée à maintenir la vocation écologique du site et une solution sera proposée en 2033, cinq ans avant le terme de l'engagement.

Du projet du sous bassin versant de la vallée de l'Aff au projet de Bas Forges (Dervenn)

Contexte

Autour de la vallée de l'Aff entre le Morbihan et l'Ille et Vilaine, les dérogations espèces protégées concernent en majorité le lézard des murailles (près de 70 % des dérogations), l'hirondelle des fenêtres, en raison de l'abattage des vieux bâtiments, ainsi que les cortèges d'amphibiens communs liés aux mares ou des cortèges d'avifaune communs du bocage. Dans leur ensemble, ces composantes de biodiversité représentent près de 95 % de la compensation du territoire. Les opérations de compensation sont donc souvent les mêmes et consistent principalement dans le creusement de mares, la plantation de haies et la conversion de cultures en prairie permanente avec la plantation d'un bosquet ou d'un fourré pour les oiseaux communs.

Projet initial

Dans ce contexte, Dervenn propose en 2013 un projet de SNC sur le sous bassin versant de la vallée de l'Aff (Dervenn, 2014) en privilégiant une sécurisation foncière reposant sur des conventions auprès de propriétaires et exploitants agricoles. La faible dynamique d'aménagement du territoire et les fortes exigences en matière de proximité fonctionnelle ne permettent toutefois pas de répondre à un besoin de compensation suffisant.

Évolution

L'entreprise se rapproche alors du territoire rennais, plus propice à l'expression de besoins de compensation, et propose de modifier son projet en concertation et avec l'approbation de la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dervenn, 2016 ; Dervenn Compensation, 2016). Le site de Bas Forges de 19,7 ha est trouvé pour accueillir des mesures de création d'un réseau de mares complémentaire à celles préexistantes (annexe 9, page 29).

L'approche SNC devra néanmoins être laissée de côté du fait des exigences de proximité fonctionnelles limitant le besoin de compensation pour les réseaux de mares et des réactions négatives et du soutien insuffisant des acteurs du territoire. Le site ne pourra pas non plus faire l'objet d'une valorisation sur le plan de la compensation à la demande. Cela aurait nécessité un nouvel état initial basé sur l'état actuel du site incluant le gain écologique d'ores et déjà obtenu et réduisant de fait la valorisation du projet. Bien que l'expérimentation n'ait pas donné lieu à une demande d'agrément SNC, les opérations de création d'un réseau de mares ont montré leur efficacité. Le suivi effectué révèle un véritable gain écologique puisque les mares accueillent à présent l'une des trois populations de tritons ponctés du département et ont permis de multiplier les effectifs initiaux par cinq.

Du projet « Yvelines-Seine Aval » au projet de Mare à Palfour (GIP SYE)

Contexte

La volonté du département des Yvelines de se lancer dans l'expérimentation SNC s'inscrit dans une logique d'anticipation des besoins de compensation sur son territoire via la constitution de réserves foncières et l'utilisation d'un dispositif clef en main. Cette approche est d'autant plus intéressante pour une collectivité qui est également aménageur. Depuis les années 1990, le département des Yvelines veille à maintenir un équilibre entre espaces naturels, agricoles et urbains dans un contexte foncier sous pression et ce notamment au travers de sa politique d'espace naturel sensible (ENS). Dans le cadre de l'identification des ENS du département, un inventaire des sites à classer est conduit.

Projet initial

Sur ces bases de repérage, portées en lien avec le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) et le Conservatoire botanique national du Bassin parisien (CBNBP), le département s'engage en 2014 dans l'expérimentation avec cinq sites identifiés et répartis autour du bassin versant de la Seine aval.

Évolution

En 2018, les départements des Yvelines et des Hauts-de-Seine se regroupent avec d'autres acteurs publics et privés pour créer le Groupement d'intérêt public (GIP) BIODIF, nouvellement Seine et Yvelines Environnement (SYE) depuis 2020, afin d'accompagner au mieux les aménageurs de la séquence ERC au sein du territoire et notamment sur la phase de compensation.

Sur la base des cinq sites identifiés par le département des Yvelines avec le Muséum national d'histoire naturelle et le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, SYE porte un SNC sur le seul site de Mare à Palfour d'une surface de 6 ha dans la commune de Montesson (annexe 9, page 30). Afin que l'expérimentation se poursuive sous la forme d'un SNC à part entière, SYE adresse un dossier de demande d'agrément en 2019 (GIP BIODIF, 2019). Cette demande reçoit un avis défavorable du ministère à l'automne 2020.

Une réorientation du projet vers de la compensation à la demande est alors envisagée mais du fait de l'aménagement et de la gestion engagée sur le site de la Mare à Palfour depuis 2017, le gain écologique envisageable serait faible au regard d'un nouvel état initial à réaliser. SYE se retrouve sans solutions de compensation pour ce site. Le projet de SNC est à l'arrêt et sa gestion n'est plus assurée. Le site risque par conséquent de se refermer au regard de la trajectoire des milieux présents et de l'abandon de l'éco-pâturage. La porte est laissée ouverte à une éventuelle nouvelle stratégie de gestion sur cet espace dans le futur.

Les caractéristiques complètes des projets sont présentées dans les annexes de l'article (pages 26-30).

► sur le long terme est moins problématique que pour des petites ou moyennes entreprises. En effet pour ces dernières, le coût d'investissement initial et l'incertitude de retour sur investissement (trente ans) assortie de celle d'être agréé ont constitué un frein mettant en cause la viabilité économique du projet.

- Dans d'autres cas, la stratégie a consisté à privilégier un conventionnement avec le propriétaire des terres, par le biais de contrats tels que des baux environnementaux, des fiducies, des baux emphytéotiques, des obligations réelles environnementales (ORE). Ces contrats offrent une marge de manœuvre variable en matière d'exigences environnementales et de pérennité des mesures. Ils présentent par ailleurs l'avantage de limiter l'investissement initial ainsi que le risque financier, et permettent aux propriétaires d'être intéressés à l'opération en tant qu'investisseur dans une société de projet ad-hoc. C'est ce qu'avaient envisagés Dervenn, Biotope et le GIP SYE, pour certains sites.
- Lorsque les propriétaires n'étaient pas enclins à contractualiser, certains opérateurs associés à des collectivités se sont portés sur du foncier public, plus facilement mobilisable (GIP SYE).

Ces stratégies de maîtrise foncières ont également été observées dans le cadre de la compensation à la demande (Levrel *et al.*, 2017 ; Latune, 2018). Il serait intéressant de quantifier la part représentée par chacune de ces stratégies dans la mise en place des MC en France. Cela permettrait notamment de voir dans quelle mesure le foncier public est mobilisé pour compenser des impacts générés par des projets privés, l'additionnalité entre la compensation écologique et les politiques publiques de conservation de la biodiversité étant de mise.

La stratégie de gain écologique

L'additionnalité du projet avec les dispositifs d'aires protégées

L'inscription du foncier sélectionné au sein d'aires protégées (type Natura 2000) ou ayant été acquis dans le cadre de politiques publiques (type ENS – espaces naturels sensibles) a pu poser problème lors de la demande d'agrément pour des questions d'additionnalité administrative. Des justifications supplémentaires ont été nécessaires auprès des services de l'État. Dans le cas de Biotope, le site s'inscrivait en zone Natura 2000 comme près d'un tiers de la surface du département de l'Hérault. Le terrain privé (dédié à la chasse) n'ayant fait l'objet d'aucune mesure de restauration au titre de Natura 2000, l'additionnalité a pu être démontrée. Le site Mare à Palfour du SYE a quant à lui été acquis dans le cadre de la politique ENS du département. Dans ce cas, il a été proposé de sortir le site des ENS et de rembourser la part financée dans le cadre de cette politique (TDENS – taxe départementale des espaces naturels sensibles) lors de la vente des UC. Cette proposition n'a pas été validée.

Ces exemples illustrent que l'additionnalité administrative de SNC, parfois délicate, a pu remettre en question certains projets. Dans ces situations, des justifications précises démontrant l'additionnalité du projet sont attendues. Il est à noter que ces enjeux ne sont pas propres aux SNC. Des cas de compensation à la demande sur du foncier appartenant aux agences des espaces verts

ont été mentionnés. Ces pratiques questionnent plus généralement l'accaparement de moyens publics par la compensation (Levrel *et al.*, 2018).

Le degré de naturalité initiale du site d'accueil

La plupart du temps, le choix de la biodiversité ciblée par le projet de SNC a été fonction des potentialités de gains écologiques du site et du besoin de compensation identifié sur le territoire. Le degré de naturalité initial des sites sélectionnés a parfois été trop important pour permettre de générer les gains écologiques espérés.

L'efficacité et la pérennité des mesures de restauration écologique

Les difficultés de mise en œuvre technique rencontrées lors de la réalisation des opérations de restauration sont rares et principalement dues à des contextes topographiques délicats ayant compliqué la réalisation des travaux.

Des incertitudes au niveau de la conception et des effets de certaines mesures de restauration peu éprouvées ont émergé du fait de connaissances partielles du fonctionnement des habitats et des espèces ciblées. Pour pallier au maximum cela et suivre l'efficacité des MC, parfois expérimentales, les opérateurs de SNC se sont généralement associés à des organismes de recherche, des bureaux d'études et des associations de protection de la biodiversité.

Le manque d'informations contenues dans les états initiaux n'a également pas toujours permis d'établir l'état de référence nécessaire à la justification d'un gain écologique suffisant dans le futur.

Pour gérer les sites, des synergies ont souvent été trouvées avec des gestionnaires locaux (ex : conservatoire d'espaces naturels, chambre d'agriculture, associations pastorales). Ainsi, le maintien de milieux ouverts par pâturage ou éco-pâturage évite les opérations de fauchage et permet l'installation ou le maintien d'une activité d'élevage. Par ailleurs, ce mode de gestion de long terme est essentiel pour garantir la qualité écologique du site et la viabilité économique du projet.

Quelques points de vigilance ont été rapportés dont des problématiques de gestion d'espèces exotiques envahissantes ou d'attaques de loups. Ces exemples illustrent le besoin de s'assurer, autant que faire se peut, de la faisabilité, de la pérennité et de l'adaptabilité du plan de gestion proposé en fonction des nouvelles contraintes émergeant tout au long du projet.

Positionnement des services de l'État et des acteurs du territoire

Positionnement négatif de certains acteurs du territoire vis-à-vis de la compensation

Le principe de compensation écologique, et plus encore la compensation par l'offre, restent aujourd'hui controversés en France. Le rejet du principe de la compensation est souvent lié à la peur d'encourager un « droit à détruire », une « marchandisation de la biodiversité ou de la nature », et à une mécompréhension du dispositif SNC. Ces critiques ont parfois compliqué l'implantation de certains projets.

Soutien des services de l'État

Globalement, les porteurs de SNC auraient souhaité bénéficier d'un soutien plus important de la part des ser-

vices de l'État aussi bien lors de la phase d'élaboration que lors de la phase de portage du projet sur le territoire. Les porteurs de SNC ont parfois regretté un manque de lisibilité entre le discours au niveau national et le discours au niveau local, ce qui a pu freiner le développement de SNC. Ce signal a alerté certains porteurs de SNC sur leur capacité à dépasser le stade expérimental et vendre des UC.

La mise en place de concertations territoriales sur ce sujet permettrait sans doute de dépasser certaines oppositions et rassurer les acteurs en présence.

La figure 3 synthétise l'ensemble des freins et leviers mentionnés par les opérateurs interrogés.

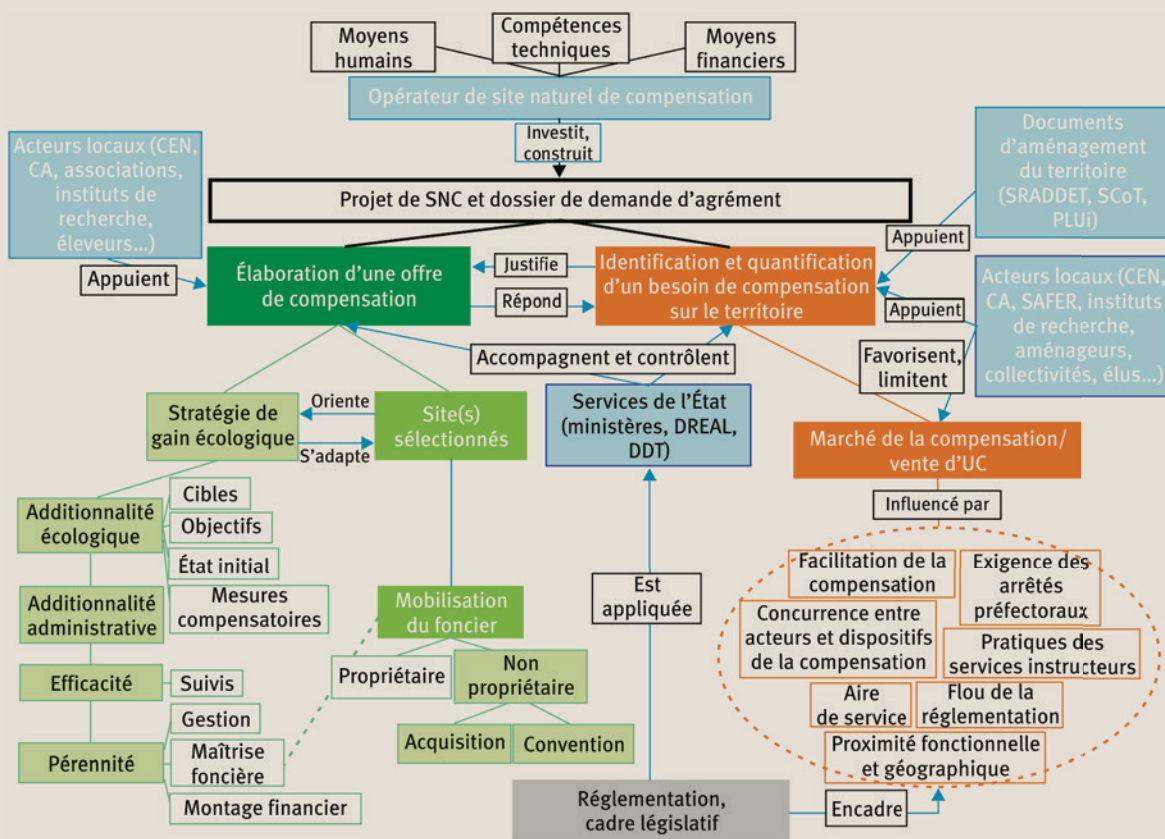
De façon générale, les participants de l'expérimentation ont cherché à s'adapter en permanence à l'évolution importante du cadre réglementaire depuis 2011. Le manque de visibilité perçu par les porteurs de SNC sur le positionnement de l'État et de ses services déconcentrés ne les a pas aidés à se sentir confiant quant à la prise de risque (notamment financière) liée à ce dispositif. L'absence de guides méthodologiques pour répondre aux attendus du dossier de demande d'agrément (ex. : états initiaux, définition des UC, délimitation de l'aire de service, proximité fonctionnelle, additionnalité.) n'a pas non plus facilité l'exercice.

Quelles pistes envisagées par les opérateurs de sites naturels de compensation suite à cette expérience

Vers une stratégie de veille foncière pour une compensation à la demande anticipée

Les freins présentés ci-dessus rendent la réalisation de SNC périlleuse pour certains des acteurs économiques rencontrés et une partie d'entre eux s'interroge sur l'intérêt d'investir dans ce dispositif. En l'état actuel des choses, certains opérateurs ont donc réorienté leurs efforts vers une stratégie de veille foncière et de compensation à la demande que l'on pourrait qualifier « d'anticipée », moins risquée financièrement et pour laquelle la question de l'agrément ne se pose pas. Cette stratégie consiste à identifier sur un territoire des sites potentiels de compensation dans une démarche de dialogue auprès de propriétaires fonciers. Les terrains ne sont mobilisés (par acquisition ou conventionnement) qu'une fois le besoin de compensation exprimé et financé par un aménageur. La localisation de l'aménagement étant alors connue, il est possible de préparer la mise à disposition du foncier adéquat au plus près des impacts et de réaliser les pré-diagnostics écologiques en vue de réaliser les MC (et ce même si l'ampleur et la nature des impacts résiduels significatifs ne sont pas encore exactement définis).

3 Schéma récapitulatif des composantes et des acteurs influençant la réussite du dispositif « Site naturel de compensation » identifiés au cours des entretiens.



Abréviations :

CA – Chambre d'agriculture ; CEN – Conservatoire d'espaces naturels ; DDT – Direction départementale des territoires ; DREAL – Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; PLUi – Plan local d'urbanisme intercommunal ; SAFER – Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural ; SCoT – Schéma de cohérence territoriale ; SRADDET – Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires ; UC – Unité de compensation.

► Cette stratégie ne devrait-elle pas être la pratique courante de la compensation à la demande afin d'éviter les pertes intermédiaires de biodiversité? Son caractère « anticipé » est ici fortement dépendant de la proactivité de l'aménageur à décliner la séquence ERC. Or, un aménageur n'a actuellement aucun intérêt à financer la mise en œuvre de MC tant que celles-ci n'ont pas été préalablement validées dans l'arrêté autorisant l'aménagement. Cependant, comme de plus en plus d'arrêtés exigent que les terrains accueillant les mesures de compensation soient identifiés et prêts à être mobilisés pour obtenir les autorisations (dérogations espèces protégées notamment), les opérateurs de compensation ont ici une carte à jouer.

Vers une compensation planifiée s'appuyant plus largement sur le dispositif SNC

La compensation à la demande se fait généralement en urgence dans les projets afin de répondre à des demandes exprimées par l'administration dans le cadre de l'autorisation de l'aménagement. Face aux incertitudes générées, un nombre croissant d'aménageurs publics et privés préfère mieux anticiper ce besoin et demander une planification de l'aménagement du territoire qui intègre la séquence ERC, comme le prévoit d'ailleurs la législation (la séquence ERC s'appliquant en principe, mais pas toujours en pratique, aux plans et programmes). Penser les

SNC par anticipation au niveau du SDRIF¹³, du SRADDET, des SCoT et dans les PLUi, permettrait de limiter les pertes intermédiaires de biodiversité et de mutualiser les efforts de la compensation. De plus, cela favoriserait la prise en compte (i) des évolutions du territoire en termes d'aménagement et de besoin en compensation, (ii) de l'articulation possible entre les différents dispositifs de compensation présents sur le territoire, et (iii) des acteurs intervenant déjà dans la mise en œuvre de la séquence ERC. Plusieurs pistes d'amélioration ont émergé pour répondre à ces enjeux (tableau 1).

Bilan

Synthèse des principaux obstacles rencontrés

Les difficultés rencontrées par les porteurs de SNC s'organisent en trois catégories :

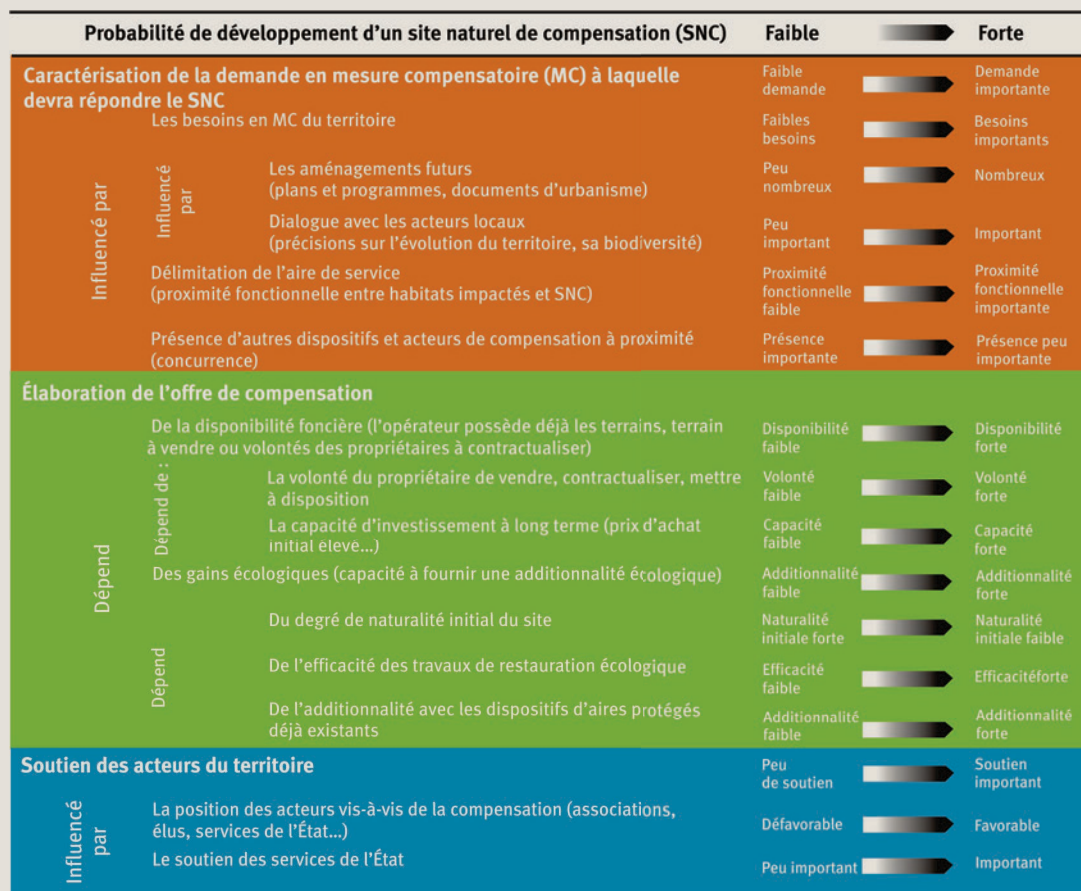
- L'investissement technique et financier conséquent que nécessite la réalisation d'un SNC depuis la sécurisation du foncier à sa restauration initiale, en plus de l'élaboration du dossier de demande d'agrément, et avant même que soit engagé sa gestion de long terme,
- Les difficultés liées à l'élaboration d'une offre de compensation qui réponde à un besoin de territoire dans un cadre réglementaire encore flou,

13. SDRIF : schéma directeur régional d'Île-de-France.

1 Synthèse des pistes d'améliorations préconisées par les porteurs de sites naturels de compensation (SNC).

<p>Accentuer le soutien du dispositif par les acteurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer le soutien et la continuité des services de l'État au niveau national et local auprès des porteurs de SNC. • Préciser la volonté de la puissance publique (l'État et ses services déconcentrés) à s'engager dans un dispositif de compensation par l'offre en France. • Poursuivre l'explication des enjeux des dispositifs de compensation auprès du public et des collectivités pour améliorer leur capacité à agir en soutien aux bonnes pratiques.
<p>Uniformiser le niveau d'exigence requis entre la compensation à la demande et la compensation par l'offre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rehausser les attentes liées à la compensation à la demande, notamment en termes d'anticipation et de durée d'engagement. • Mettre en perspective le coût de la compensation à la demande par rapport à la compensation par l'offre à niveau d'exigence égal.
<p>Poursuivre la formalisation des règles d'élaboration et de gestion des sites naturels de compensation pour apporter plus de visibilité au dispositif</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proposer des outils pour qualifier et quantifier le besoin de compensation sur un territoire. • Faire des recommandations sur les composantes de biodiversité devant figurer dans l'offre de compensation ainsi que sur le type de terrain propice à l'accueil d'un SNC. • Proposer un jeu d'indicateurs « <i>a minima</i> », sur lequel fonder l'évaluation de l'additionnalité écologique du projet. • Proposer un jeu d'indicateurs permettant de répondre aux exigences des services instructeurs en matière de suivi. • Préciser dans quelle mesure les dispositifs de SNC sont complémentaires à la compensation à la demande. • Proposer des clefs pour délimiter l'aire de service. • Préciser, s'il y en a une, la surface minimum acceptable pour un SNC. • Aider à la définition d'UC qui permette de lier les considérations écologiques et pratiques. • Expliciter les situations acceptables en matière d'additionnalité avec les aires protégées. • Préciser les attentes en matière de proximité fonctionnelle et envisager des possibilités de flexibilité dans certains cas. • Proposer des pistes de devenir des sites en cas de refus d'agrément. • Pousser les collectivités à d'avantage intégrer la séquence ERC dans leurs documents de planification et d'urbanisme. • Encourager les collectivités à identifier les parcelles, secteurs, territoires où des SNC seraient nécessaires pour atteindre des objectifs de non perte nette, voire de gain de biodiversité.

4 Synthèse des facteurs favorisant ou limitant le développement d'un site naturel de compensation (SNC).



• les incertitudes de retour sur investissement liées à la faible visibilité sur le marché de la compensation. Ces considérations traduisent le besoin d'une meilleure prise en compte des risques entrepreneuriaux que soulève le dispositif SNC pour des acteurs économiques. Pour que la compensation par l'offre puisse se développer dans le futur, les porteurs de projets ont besoin de conditions leur permettant d'apprécier la pertinence de leur projet sur un territoire donné au sein d'un cadre réglementaire précis et transparent. Actuellement, ces conditions ne sont pas réunies, ce qui génère un niveau d'incertitudes et de risques économiques limitant le déploiement des SNC et la capacité des opérateurs à se projeter dans de nouveaux projets.

Synthèse des facteurs favorisant ou limitant le développement d'un site naturel de compensation

À la lumière de ces retours d'expérience, la réussite d'un projet de SNC apparaît dépendre d'un ensemble de facteurs interdépendants détaillés sur la figure 4.

Conclusion

Dix ans après le lancement de l'expérimentation, le dispositif SNC soulève encore de nombreuses interrogations et suscite la prudence des acteurs interrogés. La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des pay-

sages ayant posé les bases du cadre réglementaire SNC français, celle-ci devrait d'ores et déjà contribuer à offrir plus de visibilité à de futurs porteurs de SNC. Plus récemment, le guide « *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique* » paru en 2021 (Ministère de la Transition écologique, 2021) ainsi que le *Guide d'aide à l'élaboration de projets de SNC* » (Ministère de la Transition écologique, à paraître) apporteront en partie des éléments de réponses aux attentes exprimées ci-dessus. En complément, une réponse institutionnelle et législative sera sans doute nécessaire.

Outre les questionnements liés à son opérationnalité, le dispositif SNC est également confronté à une multitude d'acteurs aux valeurs variées et parfois difficilement conciliables.

Plusieurs des enjeux auxquels ont été confrontés les porteurs de SNC ne sont pas propres à ce dispositif. En effet, la maîtrise foncière, l'additionnalité écologique et le positionnement critique de certains acteurs, sont des problématiques auxquelles les opérateurs de compensation à la demande doivent également faire face. Ces enjeux semblent donc cruciaux dans l'opérationnalité de la compensation écologique quel que soit le dispositif de mise en œuvre choisi.

Malgré les difficultés rencontrées, les porteurs de SNC se sont montrés persévérants et n'ont pas hésité à adap-

► ter et à faire évoluer leur projet. Le retour d'expérience a montré leur motivation et leur investissement pour opérationnaliser le dispositif de SNC, et au-delà la politique publique de compensation écologique. Leur implication aura contribué à faire avancer les réflexions sur la doctrine ERC (MEDDE¹⁴, 2012), les lignes directrices de la séquence ERC de 2013 (MEDDE, 2013), la loi pour la Biodiversité de 2016 et au cours des différents groupes de travail pilotés par le CGDD, la DEB, et l'OFB¹⁵ notamment. L'expérimentation s'est révélée en cela constructive, permettant de préciser la mise en œuvre du dispositif et de favoriser son appropriation par les parties prenantes, actuelles et à venir. Néanmoins, il serait important de compléter ce retour d'expérience des porteurs de projet par celui des autres acteurs impliqués dans le dispositif comme les services du ministère, les services déconcentrés de l'État, les aménageurs, les associations, etc.

Les retours d'expériences en matière de mise en œuvre et de suivi de l'efficacité du mécanisme de compensation par l'offre sont précieux afin d'identifier et d'anticiper les points de blocages et les leviers d'actions mobilisables dans le futur (DOI, 2013 ; 2016 ; Fox et Nino-Murcia, 2005 ; Calvet *et al.*, 2015 ; Dutoit *et al.*, 2015 ; Carreras

14. Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

15. Office français de la biodiversité.

et al., 2018 ; Poudel *et al.*, 2019 ; Sonter *et al.*, 2019 ; Latune *et al.*, 2019 ; White *et al.*, 2021). Outre-Atlantique, des problématiques sensiblement identiques sont toujours rencontrées par les acteurs du mécanisme de *Species Conservation Banking*, trente ans après son lancement (White *et al.*, 2021). ■

Les auteurs

Julie LATUNE

Univ. Montpellier, AgroParisTech, BRGM, CIRAD, INRAE, Institut Agro, IRD, UMR G-EAU, F-34 000 Montpellier, France
✉ julie.latune@inrae.fr

Steve AUBRY

Univ. Grenoble Alpes, INRAE, UR LESSEM, F-38402 St-Martin-d'Hères, France.
✉ steve.aubry@inrae.fr

Remerciements

Les auteurs remercient Caroline Folliet (CDC Biodiversité), Vincent Guillemot (Dervenn), Fabien Quéfier (Biotope), Manon Pons, Frédéric Leblanc, Claire Le Renard, Catherine Turlier et Lorène Roy (EDF), Solène Berton, Bruno Drevon, Damien Giraud et Laure-Hélène Candelier (GIP SYE), pour nous avoir fait part de leur expérience.

LES ANNEXES

Annexe 1 – Synthèse du site naturel de compensation de l'Hérault (Biotope)

Catégorie		Caractéristiques du site naturel de compensation (SNC)
Localisation et superficie du SNC		Au nord de Montpellier en rive gauche des gorges de l'Hérault. 800 ha.
Milieux présents à l'état initial sur le(s) site(s) d'accueil		Garrigues, zones forestières (chênaie).
Contexte paysager d'insertion		Gorges de l'Hérault, site Natura 2000.
Types de menaces constatées		Embroussement.
Composantes de biodiversité ciblées par les mesures compensatoires (MC)	Habitats	Espèces cibles
	Pelouses méditerranéennes	Nombreuses espèces de flore et de faune protégées comme le lézard ocellé.
Paramètre(s) de délimitation de(s) l'aire(s) de service (AS)		Limites administratives de l'Aude, l'Hérault et le Gard.
Statut de l'opérateur de compensation		PME (petite et moyenne entreprise).
Autres acteurs du projet		Usagers.
Statut du foncier		Projet d'acquisition.
Définition d'une unité de compensation (UC)		UC définies à partir des surfaces restaurées (milieux ouverts au sein d'une mosaïque).
Actions de génie écologique et mesures de gestion		Restauration des milieux ouverts. Préservation des zones forestière (vieillessement).
Coût de l'opération		–
Durée d'engagement – Pérennité des mesures		Au moins 30 ans.
Procédure d'agrément SNC – Devenir du projet		Projet abandonné.
Disponibilité des UC		Projet abandonné.
Bénéficiaires pressentis des UC		Aménageurs impactant des milieux ouverts de garrigue et leurs espèces associées.

LES ANNEXES

Annexe 2 – Synthèse du site naturel de compensation de Combe Madame (EDF)

Catégorie		Caractéristiques du site naturel de compensation (SNC)
Localisation et superficie du SNC		120 ha sur la commune de la Ferrière dans la «Combe Madame» du massif de Belledonne.
Milieux présents à l'état initial sur le(s) site(s) d'accueil		Végétation arbustive : aulnaie et rhodoraie et stades forestiers d'épicéas, zones humides.
Contexte paysager d'insertion		Étages subalpins supérieurs et alpins. Intégré dans la Réserve de chasse et de faune sauvage de Belledonne. Présence de zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) en périphérie immédiate et d'espaces Natura 2000, parcs naturels et nationaux (rayon < 30 km).
Types de menaces constatées		Dynamique naturelle d'enrichissement non maîtrisée, pâturage précoce non maîtrisé, dérangement humain (ski de randonnée).
Composantes de biodiversité ciblées par les mesures compensatoires (MC)	Habitats cibles	Espèces cibles
	Lande mosaïque, milieux ouverts de type pelouses alpine	Galliformes de montagne (Tétras Lyre : espèce parapluie, Lagopède...), cortèges d'espèces de flore (herbacées...), d'avifaune des milieux ouverts (Aigle royal Gypaète barbu, Pipit spioncelle, Crave à bec rouge), insectes, grande faune (bouquetin, chamois, cerf...).
	Semi-ouverts, Lisières de forêt, milieux de transitions	Gélinotte des bois, cortèges d'espèces de flore (herbacées...), d'avifaune des milieux de transition (merle à plastron, rapaces nocturnes), insectes.
	Forestiers	Chouettes de Tengmalm et Chevêchette, Pics... Cortèges d'espèces de flore (herbacées...), insectes saproxyliques, chiroptères forestiers...
	Zones humides	Tritons alpestres et Grenouille rousse.
Paramètre(s) de délimitation de(s) l'aire(s) de service (AS)		Rayon d'environ 25 km autour du site sur la base des capacités de dispersion du Tétralyre.
Statut de l'opérateur de compensation		Association Loi 1901 – IBCM (Initiative Biodiversité Combe Madame) regroupant les collectivités territoriales, les associations et EDF.
Autres acteurs du projet		Conservatoire botanique national alpin, association Gentiana, Office national de la chasse et de la faune sauvage, Fédération de chasse, Ligue pour la protection des oiseaux, Office national des forêts, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture), commune de La Ferrière, bergers...
Statut du foncier		Pleine propriété d'EDF mis à disposition de l'IBCM par convention.
Définition d'une unité de compensation (UC)		L'« hectare qualité » – Coût estimé d'1 UC : environ 50 000 euros (prix du foncier intégré).
Actions de génie écologique et mesures de gestion		Ouverture de 25 ha de milieu, gestion de la fréquentation humaine : mise en défend de certaines zones, maintien de milieu ouvert par gestion pastorale (gestion conservatoire), travaux et inventaires finalisés en 2020.
Coût de l'opération		400 000 euros dont 100 000 euros pour les inventaires et les travaux et 300 000 euros pour l'expertise.
Durée d'engagement – Pérennité des mesures		30 ans – Intégration de l'ensemble du site dans la Réserve nationale de chasse et de faune sauvage de Belledonne.
Procédure d'agrément SNC – Devenir du projet		Décision de ne pas solliciter l'agrément en 2018. Sortie du dispositif SNC et intégration du site au plan de gestion de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage en collaboration avec EDF.
Disponibilité des UC		–
Bénéficiaires pressentis des UC		Hydroélectricité : travaux de maintenance ou de modernisation (besoins propres d'EDF ou autres maîtres d'ouvrage), stations de sports d'hiver : nouvelles pistes de ski, liaisons interdomaines, retenues collinaires, programmes d'urbanisation des communes de montagne, exploitations forestières, urbanisation de communes de montagnes, projets ferroviaires : liaison TGV Lyon-Turin, etc.

LES ANNEXES

► Annexe ⑤ – Synthèse du site naturel de compensation de Cossure (CDC Biodiversité)

Catégorie		Caractéristiques du site naturel de compensation (SNC)
Localisation et superficie du SNC		357 ha d'un seul tenant intégrés dans la réserve des Coussouls de Crau située sur la commune de Saint Martin de Crau (Bouches du Rhône).
Milieux présents à l'état initial sur le(s) site(s) d'accueil		Ancien verger industriel non exploité ni entretenu depuis plusieurs années (espèces typiques des terres remaniées, plus ou moins nitrophiles et/ou rudérales).
Contexte paysager d'insertion		Au cœur d'une zone à forts enjeux patrimoniaux : la steppe de la Crau dont une partie est protégée par la Réserve naturelle nationale des Coussouls de Crau. Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF), zones d'importance communautaire pour les oiseaux sauvages (ZICO) en périphérie.
Types de menaces constatées		Verger à l'abandon, réseaux d'irrigation subsistant en surface et canalisations enterrées d'eau et d'air comprimé, site en bordure de route nationale.
Composantes de biodiversité ciblées par les mesures compensatoires (MC)	Habitats	Espèces cibles
	Pelouse sèche rase	Oiseaux caractéristiques de la Crau sèche : Outarde canepetière, Ganga cata, Oedicnème criard, Alouette calandre, Alouette calandrelle...
	Hibernaculums	Lézard ocellé.
Paramètre(s) de délimitation de(s) l'aire(s) de service (AS)		Sur la base de l'écologie des métapopulations d'Outarde canepetière de méditerranée.
Statut de l'opérateur de compensation		Entreprise privée filiale de premier rang de la Caisse des dépôts et consignations.
Autres acteurs du projet		Conservatoire des espaces naturels Provence Alpes Côte d'Azur, Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale, Chambre d'agriculture des Bouches du Rhône, Conseil scientifique régional du patrimoine naturel, Institut national de la recherche agronomique, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Provence Alpes Côte d'Azur, Direction départementale des territoires et de la mer.
Statut du foncier		Acquisition, pleine propriété de CDC Biodiversité.
Définition d'une unité de compensation (UC)		1 ha restauré non géolocalisé. Valeur de l'UC en 2021 : 48 456 euros HT.
Actions de génie écologique et mesures de gestion		Nettoyage de site, remise en état topographique, restauration de pelouse sèche rase (recolonisation naturelle, transfert de sol, étrépage, transfert de foin), lutte contre les adventices, gestion pastorale, actions d'amélioration des connaissances sur l'écologie des espèces fréquentant le SNC, travaux de réhabilitation finalisés depuis 2010, gestion conservatoire en cours (pâturage, arrachage repousses de pêchers) et suivis scientifiques.
Coût de l'opération		Acquisition du terrain : 5 millions d'euros HT. Opérations de réhabilitation et de restauration écologique : 5 millions d'euros HT. Gestion conservatoire et suivis sur la durée d'engagement : 2,5 millions d'euros HT. Total : 12,5 millions d'euros HT.
Durée d'engagement – Pérennité des mesures		30 ans (à compter de 2008).
Procédure d'agrément SNC – Devenir du projet		Agrément délivré en avril 2020 valable jusqu'en 2038.
Disponibilité des UC		Au 31/12/2020, 197,01 UC soit 55,18 % des UC vendues.
Bénéficiaires pressentis des UC		Projets ayant des impacts résiduels sur les habitats naturels de la Crau sèche : coussouls dégradés, parcours agro-pastoraux, projets ayant des impacts résiduels sur les populations d'espèces animales de la Crau sèche, projets ayant des impacts résiduels, situés en dehors de la Crau sèche mais au sein de l'aire de service sous conditions.

LES ANNEXES

Annexe 4 – Synthèse du site naturel de compensation du Bas Forges (Dervenn)

Catégorie		Caractéristiques du site naturel de compensation (SNC)
Localisation et superficie du SNC		Le Bas Forges – Acigné, bassin versant de la Vilaine amont, localisé dans le département d'Ille et Vilaine à l'est de Rennes, 17,9 ha.
Milieux présents à l'état initial sur le(s) site(s) d'accueil		Cultures, zone humide, plan d'eau, cours d'eau rectifié, haies, plantations d'arbres, bois, prairie.
Contexte paysager d'insertion		Agricole, site partiellement classé en zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1 et à proximité d'une ZNIEFF, indiquant la présence d'une avifaune forestière et aquatique remarquable, et de queues amphibies.
Types de menaces constatées		Rectification, incision limitant les crues naturelles, ouvrage limitant les continuités écologiques sédimentaire et piscicole (moine), abreuvement du bétail, érosion, espèces exotiques envahissantes (bambou et renouée du japon).
Composantes de biodiversité ciblées par les mesures compensatoires (MC)	Habitats cibles	Espèces cibles
	Zones humides et cours d'eau	Amphibiens (Triton palmé, Triton alpestre, Triton ponctué, Salamandre tachetée, Grenouille agile), espèces végétales protégées.
Paramètre(s) de délimitation de(s) l'aire(s) de service (AS)		6 masses d'eau en périphérie de la métropole rennaise pour un total de 39 246,5 ha intersectant une zone de dynamisme économique importante.
Statut de l'opérateur de compensation		Bureau d'étude Dervenn (privé).
Autres acteurs du projet		Propriétaire exploitant.
Statut du foncier		Conventionnement auprès du propriétaire exploitant avec obligation réelle environnementale (ORE).
Définition d'une unité de compensation (UC)		–
Actions de génie écologique et mesures de gestion		Création d'une digue de partition des eaux sur les plans d'eau amont et aval, reméandrage du ruisseau dans le secteur prairial, conversion de cultures en prairie humide permanente, création de 3 chapelets de mares permanentes, curage jusqu'au vieux fond (8-10 ans), pâturage extensif (annuel, 1 UGB/ha).
Coût de l'opération		–
Durée d'engagement – Pérennité des mesures		30 ans.
Procédure d'agrément SNC – Devenir du projet		À l'arrêt.
Disponibilité des UC		–
Bénéficiaires pressentis des UC		Impacts résiduels de projets sur les zones humides et les espèces associées.



LES ANNEXES

► Annexe 5 – Synthèse du site naturel de compensation de Mare à Palfour (Groupement d'intérêt public GIP SYE)

Catégorie		Caractéristiques du site naturel de compensation (SNC)
Localisation et superficie du SNC		Site de la Mare à Palfour de 6 ha, commune de Montesson dans les Yvelines.
Milieux présents à l'état initial sur le(s) site(s) d'accueil		Mosaïque dense de fourrés, jeunes boisements et ronciers entrecoupés d'espaces prairiaux et de pelouses sèches relictuelles (ancienne exploitation de granulats réhabilitée).
Contexte paysager d'insertion		Contexte urbain. Quelques zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) à proximité avec faibles liens fonctionnels du fait de la pression d'urbanisation.
Types de menaces constatées		Fermeture naturelle du milieu (rareté et morcellement des milieux ouverts), espèces exotiques envahissantes.
Composantes de biodiversité ciblées par les mesures compensatoires (MC)	Habitats cibles	Espèces cibles
	Ouverts	Cortège d'avifaune (chardonneret élégant, pouillot véloce, rouge-gorge familier, etc.), cortège de mammifères (hérisson, pipistrelle), entomofaune (conocéphale gracieux, grillon d'Italie, oedipode turquoise), herpétofaune (lézard des murailles, orvet fragile), flore (cardamine impatiente, cuscute d'Europe, etc.).
	Arbustifs	Cortège d'avifaune (pouillot véloce, accenteur mouchet, rouge-gorge familier, fauvette à tête noire, faucon crécerelle, tarier pâtre, etc.), cortège de mammifères (hérisson), herpétofaune (orvet fragile), flore.
	Arborés	Cortège d'avifaune (pouillot véloce, accenteur mouchet, chardonneret élégant, fauvette à tête noire, etc.), cortège de mammifères (hérissons, pipistrelles, etc.), herpétofaune (orvet fragile).
	Mares	Avifaune, chiroptères, mammifères, cortèges d'amphibiens, d'odonates pour le nourrissage, le transit ou la nidification.
	Gîtes et abris ponctuels (hibernaculum, nichoirs)	Amphibiens, reptiles et petits mammifères (ex. : hérisson), chiroptères, cortèges d'avifaune de milieux ouverts ou arbustifs.
Paramètre(s) de délimitation de(s) l'aire(s) de service (AS)		2 aires de services : 1 rapprochée (496 km ² , buffer de 2,5 km autour de la trame herbacée dans laquelle s'inscrit le SNC) et 1 éloignée (buffer de 5 km).
Statut de l'opérateur de compensation		GIP BIODIF (conseils départementaux des Yvelines et des Hauts-de-Seine, Lafarge, Association des naturalistes des Yvelines).
Autres acteurs du projet		?
Statut du foncier		Propriété du département des Yvelines mise à disposition du GIP (transfert de propriété), acquise dans le cadre de la politique « Espèces naturelles sensibles » du département.
Définition d'une unité de compensation (UC)		Unités proposées pour des milieux ouverts, milieux arbustifs et milieux arborés auxquels peuvent s'ajouter des aménagements ponctuels de type mare, hibernaculum, nichoir.
Actions de génie écologique et mesures de gestion		Diversification des essences arbustives et arborées (réensemencement et plantations), ouverture de milieux enfrichés, créations de mares, aménagement ponctuels (abris, gîtes), enlèvement et traitement des espèces exotiques envahissantes, action de maintien (débroussaillage), éco-pâturage.
Coût de l'opération		853 832 euros HT.
Durée d'engagement – Pérennité des mesures		30 ans – Site propriété de la puissance publique (département) inscrit au plan local d'urbanisme en zonage N.
Procédure d'agrément SNC – Devenir du projet		Avis négatif, projet à l'arrêt.
Disponibilité des UC		–
Bénéficiaires pressentis des UC		Aménageurs impactant des milieux naturels ouverts ou semi-ouverts (transports, voies routières, rénovations urbaines...).

EN SAVOIR PLUS...

- Arrêté du 6 août 2012 relatif aux conditions dans lesquelles sont accordées les dérogations aux mesures de protection du hamster commun (*Cricetus cricetus*), <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000026326590/>
- Arrêté du 31 octobre 2012 relatif à la protection de l'habitat du hamster commun (*Cricetus cricetus*)
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000026582080>
- Arrêté du 9 décembre 2016 relatif aux mesures de protection de l'habitat du hamster commun (*Cricetus cricetus*)
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000033616532/>
- CALVET, C., NAPOLÉONE, C., SALLES, J.-M., 2015, The Biodiversity Offsetting Dilemma: Between Economic Rationales and Ecological Dynamics, Sustainability, MDPI, 7(6), p. 7357-7378, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01168453v2>
- CARRERAS GAMARRA, M.-J., LASOIE, J.P., MILDNER, J., 2018, Accounting for no net loss: A critical assessment of biodiversity offsetting metrics and methods, *Journal of Environmental Management*, 220, p. 36-43, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.008>
- CDC BIODIVERSITÉ, 2019, Dossier de demande d'agrément,
<http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/demande-d-agrement-en-tant-que-site-naturel-de-a2073.html>
- CDC BIODIVERSITÉ, MEEDDM, 2010, Convention cadre MEEDDM – CDC Biodiversité relative à l'expérimentation d'une offre de compensation 2010-2018,
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ERC - Expérimentation Cossure.pdf>
- CGDD, 2017, Sites naturels de compensation, un outil prometteur au service de la biodiversité, *Théma Essentiel*,
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Les sites naturels de compensation.pdf>
- CGDD, DEB, 2011, Appel à projet d'opérations expérimentales d'offre de compensation, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, http://www.vizea.fr/actualites/2011_Appeil_projet_offre_compensation.pdf
- CONSEIL GÉNÉRAL DES YVELINES, 2014, Expérimentation d'offre de compensation yvelinoise - 2014-2022,
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ERC - Expérimentation Yvelinoise.pdf>
- DERVENN, 2014, Engagement relatif à l'offre de compensation « Sous-bassin versant de l'Aff » entrant dans le cadre de l'expérimentation nationale d'offre de compensation, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ERC - Expérimentation Sous bassin versant de l'Aff.pdf>
- DERVENN, 2016, Proposition de modification du périmètre de l'expérimentation (document interne).
- DERVENN COMPENSATION, 2016, Projet de compensation sur le site du Bas Forges (document interne).
- DOI, 2013, *A preliminary analysis of the conservation banking program and results from a survey of USFWS staff*, 71 p., DOI Office of policy analysis,
https://www.fws.gov/engendered/landowners/pdf/CB_Report_Doi_Final_Sept2013.pdf
- DOI, 2016, Results from a survey of conservation banking sponsors and managers, 70 p., DOI Office Of Policy Analysis,
https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/uploads/cb_sponsors_and_managers_survey_report_final_092716.pdf
- DUTOIT, T., JAUNATRE, R., ALIGNAN, J., BULOT, A., BUISSON, É., CALVET, C., NAPOLÉONE, C., 2015, Première expérimentation de compensation par l'offre : bilan et perspective, *Sciences Eaux & Territoires*, numéro 15, p. 64-69, <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2015.16.12>
- EDF, 2014, Engagement relatif à l'offre de compensation « Combe Madame » entrant dans le cadre de l'expérimentation nationale d'offre de compensation, <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ERC - Expérimentation Combe Madame.pdf>
- FOX, J., NINO-MURCIA, A., 2005, Status of Species Conservation Banking in the United States, *Conservation Biology*, vol. 19, n° 4, p. 996-1007,
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00231.x>
- GIP BIODIF, 2019, Dossier de demande d'agrément,
<http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/demande-d-agrement-en-tant-que-site-naturel-de-a2074.html>
- LATUNE, J., LEVREL, H., FRASCARIA-LACOSTE, N., 2019, Où en est la France en matière de compensation écologique ? *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 918, <http://journals.openedition.org/cybergeo/33228>
- LEVREL, H., SCEMAMA, P., VAISSIÈRE, A.-C., 2017, Should We Be Wary of Mitigation Banking? Evidence Regarding the Risks Associated with this Wetland Offset Arrangement in Florida, *Ecological Economics*, vol. 135, p. 136-149, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.025>
- LEVREL, H., GUILLET, F., LOMBARD-LATUNE, J., DELFORGE, P., FRASCARIA-LACOSTE, N., 2018, Application de la séquence éviter-réduire-compenser en France : le principe d'additionnalité mis à mal par 5 dérives, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], vol. 18, n° 2,
<http://journals.openedition.org/vertigo/20619>
- LOMBARD-LATUNE, J., 2018, *La compensation écologique : du principe de non perte nette de biodiversité à son opérationnalisation, Analyse de l'action collective*, Géographie, Université Paris Saclay (COMUE), 257 p., <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02185082>
- MEDDE, 2012, Doctrine relative à la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel, 9 p.,
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Doctrine ERC.pdf>
- MEDDE, 2013, Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels,
https://territoire-environnement-sante.fr/sites/pnse4/files/fichiers/2020/11/Outils_opérationnels_pour_la_biodiversité.pdf
- MTE, 2020, Arrêté du 24 avril 2020 portant agrément d'un site naturel de compensation – site de Cossure, commune de Saint Martin-de-Crau (Bouches-du-Rhône), <https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/documents/Bulletinofficiel-0031301/TREL1936865A.pdf>
- MTE, 2021, *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique. Guide de mise en œuvre*, 149 p.,
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Approche_standardisée_dimensionnement_compensation_écologique.pdf
- MTE, à paraître, *Guide d'aide à l'élaboration de projets de sites naturels de compensation*.
- POUDEL, J., ZHANG, D., SIMON, B., 2019, Habitat conservation banking trends in the United States, *Biodiversity and Conservation*, 28, p. 1629-1646,
<https://doi.org/10.1007/s10531-019-01747-2>
- SONTER, L.J., BARNES, M., MATTHEWS, J.-W., MARON, M., 2019, Quantifying habitat losses and gains made by U.S. Species Conservation Banks to improve compensation policies and avoid perverse outcomes, *Conservation Letters* 12, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/conl.12629>
- WHITE, T.B., BULL, J.W., TOOMBS, T.P., KNIGHT, A.T., 2021, Uncovering opportunities for effective species conservation banking requires navigating technical and practical complexities, *Conservation Science and Practice*, vol. 2, n°7, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/csp2.431>

Apprentissages d'une expérimentation de site naturel de compensation : une ligne de crête à la croisée de logiques d'acteurs

En 2011, le ministère en charge de l'environnement a lancé un appel à projets d'expérimentations de compensation par l'offre des impacts écologiques. En cohérence avec sa politique biodiversité, EDF y a répondu en proposant de restaurer un site de moyenne montagne affecté par la diminution de l'activité de pâturage, la Combe-Madame situé dans l'Isère. La perspective était de compenser certains des impacts environnementaux liés aux activités d'EDF et d'offrir ce service de compensation à d'autres maîtres d'ouvrages. À partir de l'analyse de documents et du recueil d'entretiens semi-directifs réalisés en 2020, cet article dresse un bilan des enseignements de cette expérimentation.

La compensation des atteintes à la biodiversité constitue le dernier stade de la séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC) ; elle est le plus souvent effectuée au cas par cas, ou « à la demande ». Aux États-Unis, il existe une possibilité de compensation « par l'offre »

dans laquelle les aménageurs peuvent recourir à des sites dédiés de *mitigation banking*. Depuis une dizaine d'années en France, la mise en œuvre de sites naturels de compensation (SNC) des atteintes à la biodiversité s'est faite sur le mode de l'expérimentation (voir l'article de Latune et Aubry, pages 16-31 dans ce numéro), puis un nouveau régime d'agrément a été défini par décret en 2017. Même dans ce régime, les projets susceptibles d'émerger seront encore des pionniers : le déroulement d'un projet de mise en œuvre d'une politique publique de compensation par l'offre partage alors certains traits avec celui de projets d'innovation technologique.

Le cas étudié ici, celui de Combe-Madame dans l'Isère, fait partie des expérimentations conventionnées dans les années 2010. Pour de tels projets expérimentaux ancrés dans les territoires, comme par exemple l'implantation de technologies énergétiques renouvelables innovantes, il arrive souvent que le premier projet soit placé sous les feux de la rampe, ce qui produit des effets propres (Nadaï *et al.*, 2015 ; Devine-Wright, 2011). Appliqués aux SNC, ce rôle serait tenu par le site expérimental de Cossure, mis en œuvre dès 2008. Les projets suivants sont spécialement éclairants pour tirer des enseignements sur la

mise en œuvre du dispositif, tout en gardant à l'esprit les effets propres de l'innovation.

Cet article propose une analyse des enseignements d'une expérimentation de site naturel de compensation. Selon quelles logiques les acteurs se sont-ils lancés dans le projet ? Comment ont-ils géré les incertitudes inhérentes à tout processus innovant ? Quels en ont été les apprentissages ?

L'enquête a été menée en 2020 et 2021 avec des méthodes classiques en sociologie qualitative : recueil et analyse de documents, ainsi qu'une dizaine d'entretiens semi-directifs¹, effectués principalement par visioconférence en 2020.

L'analyse se décline en trois temps liés aux trois phases du projet, éclairées par des apports de la sociologie des innovations : d'abord, une phase de problématisation qui, par plusieurs opérations de traduction, rend le projet nécessaire et réalisable ; puis une phase de conduite de projet, marquée par des apprentissages et acquisitions de connaissances ; enfin, une phase de bilan intermédiaire, suscitée par l'annonce de la fin du régime de l'expérimentation, liée à la mise en place du régime d'agrément. On conclura sur la compensation par l'offre comme une activité à la croisée de logiques professionnelles et environnementales en tension.

1. Les entretiens ont été effectués avec Ludovic Hallé, alors stagiaire AgroSupDijon, qui travaillait au bilan environnemental du site.

1 La Combe-Madame, dans le massif de Belledonne entre Grenoble et Chambéry, « site pilote » pour une opération de compensation par l'offre.



Un projet innovant porté par l'engagement des acteurs

En 2011, le ministère de l'Écologie, du Développement durable, du Transport et du Logement (nommé simplement « le ministère » dans la suite de l'article) a lancé un appel à projets d'expérimentations d'offres de compensation des impacts écologiques. EDF a souhaité y répondre en cohérence avec sa politique biodiversité publiée en 2006, visant à limiter l'impact de ses ouvrages de production sur les écosystèmes, à protéger et à restaurer les espaces naturels.

Le site pressenti comme « site pilote » pour une opération de compensation par l'offre était situé dans une vallée de moyenne montagne, dans le massif de Belledonne entre Grenoble et Chambéry : le site de la Combe-Madame (photo 1), propriété d'EDF depuis la nationalisation du gaz et de l'électricité en 1946. La vallée avait été acquise en 1917 en vue d'un projet d'aménagement hydroélectrique qui n'a jamais eu lieu. Certains milieux étaient en voie de fermeture du fait de la diminution de l'activité de pâturage. L'idée était de dédier à terme 120 hectares au futur SNC, avec des travaux de restauration puis une gestion propice à la reconquête des espèces remarquables de faune et de flore.

De plus, une vaste réserve de chasse et de faune sauvage avait été instituée en 1984 pour garantir l'absence de chasse du bouquetin (*Terre sauvage*, 2014) réintroduit alors : cette réserve comprend la Combe-Madame, et s'étend sur l'autre versant au-delà du fond de vallée, au-dessus de la retenue de Grand-Maison. La réintroduction du bouquetin, couronnée de succès, constituait elle-même une mesure d'accompagnement de la construction de la retenue de Grand-Maison.

Le site de la Combe-Madame offrait la possibilité de restaurer des milieux subalpins affectés par la diminution de l'activité de pâturage et l'érosion. La perspective était de compenser certains des impacts d'EDF (liés à des chantiers de maintenance sur les ouvrages hydro-électriques situés dans le même étage altitudinal, en particulier les conduites forcées), et d'offrir ce service à d'autres maîtres d'ouvrages, parmi lesquels des acteurs de l'aménagement touristique. L'espèce emblématique de cet étage subalpin est le tétras-lyre, « espèce parapluie » menacée par la fermeture des milieux. Après restauration, le maintien de l'ouverture des milieux favorable au tétras-lyre serait opéré en choisissant judicieusement les zones et les périodes de pâturage des brebis. Du point de vue des innovateurs, la perspective semblait prometteuse.

Le projet de SNC expérimental dans la Combe-Madame se situait à la croisée de plusieurs logiques professionnelles et associatives. Le projet a été porté par un groupe de « porteurs d'innovation », qui se sont investis avec l'idée que ce modèle serait l'avenir de la compensation des atteintes à la biodiversité, dans des temporalités rapides. Les promoteurs des expérimentations de compensation par l'offre l'ont présentée comme solution à un problème : la compensation « à la demande » présente un risque de « morcellement », évoqué par le ministère dans l'appel à projets d'août 2011. Le principe de compensation par l'offre permet d'espérer un bénéfice environnemental conséquent car la grande taille du site augmente les chances de réussite de la restauration. Les surfaces plus grandes et un montage favorable à des travaux de restauration plus ambitieux doivent aboutir à un gain de biodiversité plus important. Les porteurs d'innovation ont ainsi opéré une traduction des limites de la mise en

► œuvre de la compensation « à la demande », qui constituait le projet comme solution à ces limites : en ce sens, il s'agit d'une problématisation qui rend le projet nécessaire, et qui permet de le faire exister (Callon, 1986).

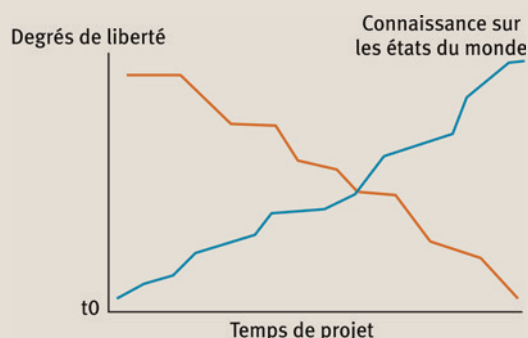
Ce projet expérimental a été lancé en concertation avec les acteurs locaux avec l'objectif de concilier, dans la durée, les enjeux de conservation des écosystèmes montagnards et les intérêts économiques de ces territoires, au plus près de la réalité du terrain. En mai 2013 était créé l'opérateur de compensation IBCM, Initiative Biodiversité Combe Madame, en tant qu'association à but non lucratif (loi 1901). Sa gouvernance réunit trois collèges : des collectivités territoriales, des associations et le maître d'ouvrage EDF. D'éventuels excédents de recettes devaient être dédiés à des travaux de restauration ou de recherche sur la biodiversité.

Cependant, si la compensation par l'offre est susceptible de répondre à certains problèmes, elle en pose d'autres. L'utilisation du vocabulaire de la vente d'unités de compensation, inspiré d'une logique de marché, suscite une adhésion différenciée lorsqu'il s'agit de biodiversité ; ceci distingue en particulier les sensibilités d'acteurs plus « porteurs d'innovation » et celles d'acteurs plus « écologistes ». Pour désigner l'objet de l'échange, le mot d'unité a été préféré en France, alors qu'aux États-Unis on parle de « crédit » dans un vocabulaire bancaire. Le premier modèle de convention transmis par le ministère en juillet 2012 évoque des « unités de compensation », puis on verra apparaître « unités de biodiversité ».

La conduite d'un projet d'innovation : acquisition de connaissances et rudes apprentissages

Ce projet expérimental de politiques publiques n'a pas échappé à un paradoxe mis en lumière par les sciences de gestion : au début des projets, les innovateurs disposent de nombreux degrés de liberté mais peu d'informations sur les états du monde ; en fin de projet, ils ont toutes les informations mais il n'y a plus de degrés de liberté pour modifier le projet (figure 1).

1 Le dilemme de l'innovateur : quand il sait il ne peut pas, quand il peut, il ne sait pas (d'après Latour, 2003).



La sociologie des innovations apporte un éclairage supplémentaire sur le début des projets d'innovation, une phase où l'incertitude est tellement élevée qu'il est impossible de savoir ce qui sera calculable. En faisant exister le projet, ses porteurs créent une nouvelle entité, ici le site de compensation. Mais à travers l'expérimentation, les acteurs produisent aussi des connaissances sur le monde autour du projet, ce « contexte » que le projet rend visible, ou qu'il contribue à créer. Les porteurs du projet découvrent des éléments de contexte qu'ils ne connaissaient pas au début. À partir d'analyse de nombreux projets, Bruno Latour et Philippe Laredo ont posé l'enseignement suivant : pour qu'un projet innovant surmonte le paradoxe de l'évolution inverse de l'information et des degrés de liberté au fil du projet, ses porteurs doivent pouvoir produire une description du monde autour du projet, qui gagne le plus possible en densité avant l'engagement de choix (Latour, 2003).

Néanmoins, concernant le SNC expérimental, de nombreux apprentissages des acteurs n'ont pu avoir lieu qu'après la décision d'engagement, prise dès 2011. En début de projet, plusieurs métiers se sont consacrés à l'acquisition de connaissances. En 2013, le métier des écologistes a établi un état des lieux des espèces et habitats naturels présents dans le vallon de la Combe Madame. L'état des lieux se veut le plus exhaustif possible, et l'investissement en inventaires sur l'année 2013 est conséquent, de l'ordre de 60 000 euros, un budget qui sera reconduit en 2014. Le projet comporte un volet de recherche, à travers en particulier le montage d'une thèse en convention CIFRE² sur l'équivalence écologique qui démarre fin 2014, et pour laquelle le SNC expérimental de Combe Madame doit servir de terrain d'expérimentation (Bezombes, 2017).

En 2013-2014, les porteurs d'innovation construisent le modèle d'affaire et consolident le volet juridique. Ils entreprennent un travail d'ingénierie économique et financière, reposant sur des études scientifiques, afin de définir une valeur aux unités de compensation, servant de base à la transaction entre l'opérateur et les maîtres d'ouvrage, futurs bénéficiaires du service.

Dès l'hiver 2014, les porteurs de projet prennent contact avec les acteurs du ski de randonnée pour commencer à travailler sur des moyens de détourner les skieurs des secteurs à enjeux pour le tétras-lyre. À partir de 2016, le site de la Combe-Madame est intégré aux espaces pilotes du projet Biodiv' Sports de montagne, coordonné par la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) (Perrin-Maltere, 2020).

La découverte de la complexité

Puis, à travers le lent montage contractuel de l'expérimentation, les acteurs ont pris la mesure des échelles de l'action publique impliquées dans cette expérimentation de politique publique, entre l'administration centrale du ministère à l'origine de l'appel à projets, les services instructeurs des DREAL³, et le producteur d'avis techniques qu'est le Conseil national de protection de la nature (CNP). Entre 2012 et 2013, les six premières versions du projet de contractualisation entre l'opérateur de com-

2. Conventions industrielles de formation par la recherche.

3. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

compensation et le ministère prévoient que le rayon d'éligibilité des projets pouvant faire appel à l'opérateur de compensation est estimé à « un rayon de 50 km environ autour du site de la Combe Madame » « *étant entendu qu'il reviendra in fine au service instructeur de vérifier la pertinence et l'équivalence des propositions de maîtres d'ouvrage souhaitant s'acquitter de leur obligation de compensation via l'opération expérimentale*⁴ ». Mais à la suite d'une réunion plénière du CNPN, en 2014, la septième version de la convention adressée par le ministère a réduit de moitié le rayon d'éligibilité : « *L'offre expérimentale de compensation pourra bénéficier de des projets situés dans un rayon de 25 km environ autour du site de la Combe Madame car cette zone d'intervention présente une cohérence sur un plan écologique (climat, étagement altitudinal, ressources en eau...) et territorial (paysage, activités humaines...) compte tenu des continuités biologiques possibles entre le vallon de la Combe Madame et les espaces naturels protégés ou réglementés environnants. Ce rayon d'éligibilité pourra cependant être adapté en fonction de la typologie des espèces et des habitats impactés mais également de l'extension de l'opération envisagée au-delà de la Combe Madame*⁵ » (figure 2).

Le glissement de deux ans du planning à la suite du long processus d'établissement de la convention inquiétait les porteurs de projet : en septembre 2014, ils prenaient la mesure de la « complexité du projet et des enjeux associés », nécessitant de planifier un temps important pour assurer pilotage et animation (ils soulignaient alors que malgré huit réunions au ministère, la convention n'était pas signée). En novembre 2014, le ministère est revenu sur le principe d'une convention bilatérale contractualisant l'expérimentation. EDF et IBCM ont signé le 8 décembre 2014 un engagement, ensuite approuvé par un courrier de la ministre en date de février 2015.

Le début des travaux sur site : un rude apprentissage

Le passage à l'opérationnalisation prend souvent un tour inattendu dans les projets d'innovation, qui peuvent se révéler plus coûteux que prévu (Le Renard, 2015). Ce moment qui confronte l'idée à la matérialité des projets peut comporter des déconvenues pour les porteurs de projet. Mais c'est aussi un moment riche d'enseignements, informant les innovateurs sur le projet et sur les états du monde autour du projet.

En 2015, pour lancer l'opération de restauration des milieux, l'association IBCM a embauché un écologue à mi-temps. Le budget venait d'une « amorce financière » du membre fondateur EDF, destinée à faire démarrer le projet avant qu'il n'atteigne un équilibre budgétaire par la vente d'unités de biodiversité. Le salarié a piloté les travaux de restauration et participé à la rédaction du rapport de l'état initial.

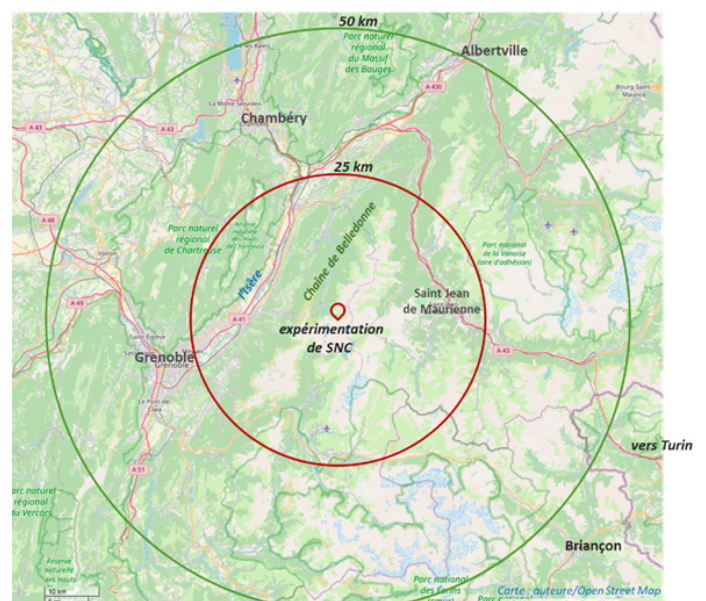
Cependant, les travaux de restauration ne se sont pas déroulés comme prévu. Une première déconvenue a concerné le coût des travaux d'ouverture des milieux, du fait de la nature accidentée du terrain. Un débroussaillage de zones de fourrés d'aulnes vert et landes à éricacées (myrtille, rhododendron) était prévu pour deux semaines d'intervention, avec un scénario maximum de 9,6 ha, et un scénario minimum de 5 ha pour un coût des

travaux de 35 000 euros environ. À la suite d'importantes casses de matériel, les surfaces ont été revues à la baisse soit environ 2,6 ha de landes à éricacées ou mixtes, sans intervenir dans l'aulnaie.

Les éléments naturels ont résisté aux mesures mises en place, contredisant le projet tel qu'il était envisagé – comme dans le cas d'autres expérimentations (Callon, 1986). Les conséquences en sont de plusieurs ordres : afin de rester dans l'enveloppe de temps et de budget, l'étendue des travaux d'ouverture effectués a été réduite de moitié par rapport au scénario prévu. Ce scénario avait déterminé les lieux d'acquisition de connaissances pour l'état initial, mais une inadéquation existe maintenant par rapport à la zone effectivement restaurée, rendant certains bilans impossibles. D'autre part, le coût de réalisation d'une unité de biodiversité est nettement supérieur à ce à quoi les porteurs de projet s'attendaient, remettant en cause les fondements de l'équilibre économique du projet.

La deuxième déconvenue porte sur l'aire de service limitée à un rayon d'éligibilité de 25 km, défini début 2014 alors que le projet était bien engagé. Sur la base d'un large rayon d'éligibilité pour les projets de compensation par l'offre en plaine, certains porteurs du projet ont imaginé une large aire de service du SNC expérimental en montagne. Ceci témoigne de la difficulté de concilier deux logiques – celle des projets d'innovation et celle de l'écologie des milieux montagnard – qui convoquent des notions d'espace et de temps difficilement commensurables. La temporalité de l'écologie comme discipline scientifique heurte la temporalité nécessaire à la mise sur pieds d'un opérateur équilibré financièrement. Les écologues soulignent la richesse et l'intérêt du site, mais soulignent aussi que le temps d'évolution des milieux montagnards se mesure en décennies : « *à l'échelle d'un projet de 18 mois, on ne peut pas voir grand-chose* » (entretien).

2 Carte de situation du site naturel de compensation expérimental et des rayons de 25 et 50 km (OpenStreetMap).



4. Extrait de la convention, version du 10 décembre 2013.

5. Extrait de la convention, version de février 2014.

▶ De plus, tout projet de compensation des atteintes à la biodiversité peut s'inscrire dans une controverse socio-technique et scientifique plus large sur la conservation. Ainsi, le tétras-lyre a été retenu car c'est une espèce emblématique, mais son aire de répartition s'étend dans toute l'Europe, et rouvrir le milieu s'est avéré difficile. Selon la logique de l'espèce parapluie, la restauration d'un milieu favorable au tétras-lyre doit bénéficier à un cortège d'espèces. Cependant cette théorie de l'espèce-parapluie est elle aussi l'objet de controverses scientifiques (Guillet et Julliard, 2020). Ce projet peut lui-même s'inscrire dans une controverse plus large sur ce qu'est la naturalité en montagne, en tension entre le maintien d'espaces ouverts et la libre évolution des milieux.

Enfin, un site naturel de compensation situé dans une zone bénéficiant d'une forte naturalité peut être un atout lorsqu'il s'agit d'atteindre un état final précis, mais le « delta-gain », ou l'additionnalité, y est faible comparativement à la restauration de terrains fortement dégradés. Ce projet s'est ainsi retrouvé sur une ligne de crête, entre différentes sensibilités et logiques d'action, comme le schématise le tableau ①.

Ce projet innovant s'inscrit dans les pratiques et les logiques d'action des acteurs concernés. Ces manières d'être professionnelles sont incorporées par les acteurs et structurent leur activité professionnelle de longue date; elles peuvent sembler invisibles, mais elles impriment la manière de mettre en œuvre un tel projet, qui fait se rencontrer des cadres de référence, échelles temporelles et spatiales, pour le moins différents d'une logique à l'autre. La troisième déconvenue du projet concerne l'absence de vente d'unités de compensation. Certes, les acteurs étaient avertis que la compensation ne vient qu'en dernier lieu, dans la séquence ERC. Certains des « porteurs d'innovation » raisonnaient en termes « d'étude de marché », et les écologues plutôt en « étude de besoin ». Tous avaient soigneusement pesé à quel point la création de ce marché est délicate, en essayant d'élaborer un « juste prix » pour les futures unités de compensation. Si ces unités étaient proposées à un prix trop bas, on risquait de favoriser la compensation avant l'évitement et la réduction. À l'inverse avec un prix de l'unité trop élevé, l'opérateur risquait de financer en vain la restauration d'unités de biodiversité qu'il ne vendrait jamais. Cependant, ces acteurs déjà bien avertis ont expérimenté lors de la mise en œuvre du projet un volet qu'ils avaient sous-estimé : en pratique, la compensation par l'offre se conçoit comme un outil parmi une palette d'instruments d'action publique, dont le choix reste à la main des services instructeurs de l'État local.

L'étage subalpin de la zone restaurée à la Combe Madame correspond à des impacts causés par des travaux sur les conduites forcées, mais aussi par des aménagements dans les stations de sports d'hiver. Cependant les acteurs du projet ont peu à peu appris que la politique privilégiée par la DREAL consiste à inciter les stations de sports d'hiver à effectuer un zonage-inventaire de leur territoire. Il s'agit de favoriser une démarche de planification spatiale en amont de la séquence ERC, afin de donner moins de place à la compensation. Si compensation il y a, elle doit être effectuée sur le territoire des stations. Lors des entretiens, certains acteurs ont évoqué les attentes qu'ils avaient vis-à-vis de l'État local pour soutenir ce projet expérimental lancé en réponse à un appel à projets du ministère. Cependant, la mise en œuvre de la séquence ERC s'inscrit elle-même dans le cadre contraint de la politique de limitation des atteintes à la biodiversité, qui passe par un cadre d'instruction défini en droit, au sein de rapports de force *a priori* peu favorables aux politiques environnementales (Barral et Guillet, 2020). La mobilisation des dispositifs de compensation par l'offre doit garantir un certain niveau d'additionnalité écologique et administrative : la compensation doit porter précisément sur les espèces impactées, dans l'aire de service concernée, dans le respect des cadres établis. La théorie de l'espèce parapluie ne suffit pas, dans le cas où plusieurs espèces protégées sont atteintes : chacune doit faire l'objet d'un traitement. Les acteurs du projet ont ainsi pris la mesure des échelles de l'action publique : si le ministère a favorisé une série d'expérimentations de SNC, les services instructeurs, sur le terrain cherchent à maintenir un équilibre entre politiques environnementales et politiques d'aménagement du territoire, pour lequel la compensation par l'offre risquerait de créer un « appel d'air ».

Une phase de bilan intermédiaire : vers une non-continuation du projet sur le mode de l'expérimentation de sites naturels de compensation

À la suite de la loi de 2016 sur la reconquête de la biodiversité, le régime des sites naturels de compensation a changé pour devenir un régime d'agrément. Les précédents sites expérimentaux de compensation se voyaient accorder une possibilité de formuler une demande d'agrément en 2018, incluant la prise en compte de leur expérience passée. Par défaut, si les sites ne demandaient pas d'agrément, les expérimentations se terminaient. Les porteurs du SNC expérimental devaient donc élaborer

① Typologie des logiques d'action amenées à collaborer autour du projet de site naturel de compensation.

Logique d'action	Cadre de référence	Échelle temporelle pertinente	Échelle spatiale pertinente
Les « écologues »	Écologie des milieux montagnards	Des décennies (évolution des milieux montagnards)	25 km ou moins (discussion au Conseil national de la protection de la nature.)
Les « porteurs d'innovation »	Montage d'une expérimentation à l'équilibre financier	Des jalons de projet tous les six mois	Les milieux subalpins

un positionnement en vue d'un agrément, et EDF exprimait dès septembre 2017 ses doutes sur la poursuite de l'expérimentation sous le régime de l'agrément.

Les raisons entrant en ligne de compte dans la non-continuation du SNC étaient les suivantes :

- afin de pouvoir pérenniser le SNC par un entretien de la zone au-delà de la première étape de réouverture des milieux, l'opérateur avait besoin de perspectives de vente d'unités de compensation ; or les perspectives concrètes de vente de telles unités n'étaient pas réellement apparues pendant les premières années de l'expérimentation, et aucun « client » potentiel n'avait pu être identifié ;
- de manière plus conjoncturelle, avec plusieurs attaques de loups, les bergers étaient de moins en moins enclins à faire paître leurs troupeaux sur ce site. La problématique du loup a ensuite bénéficié d'un traitement *ad hoc*.

Il a finalement été décidé de ne pas demander d'agrément et l'association a été mise en veilleuse début 2018, avec le projet de valoriser d'une autre manière la biodiversité exceptionnelle de la zone. Des suivis écologiques ont été engagés sur la zone restaurée, dédiés aux orthoptères en 2019, aux inventaires botaniques en 2020.

Les apprentissages de l'expérimentation

Le SNC expérimental n'a pas suscité de vente d'unités de compensation, et il a débouché sur une décision de ne pas demander l'agrément, mais il a produit d'autres résultats. Il a permis d'acquérir des connaissances scientifiques sur les milieux alpins, ainsi que sur l'équivalence écologique et sur la comptabilité environnementale, précisait EDF en amont du comité de pilotage de fin 2017, qui concluait que même en cas de freinage du projet, « l'investissement sur cette première phase aura été fructueux ».

L'expérimentation est ainsi reformulée comme une « formidable zone-atelier ». De plus, l'association a permis de renforcer une dynamique sur le territoire, autour de la qualité particulière de cette vallée sur le plan de la biodiversité. Les données d'inventaire acquises seront valorisées par les acteurs mobilisés autour du site de la Combe-Madame, pour des utilisations futures.

Conclusion

L'expérience a permis de produire non pas la vente d'unités de compensation, mais une dynamique d'acteurs, à prolonger, et une description de l'environnement du projet, beaucoup plus informée que celle qui prévalait avant le début du projet. À l'issue de l'analyse, la compensation par l'offre apparaît comme une activité à la croisée de logiques professionnelles bien distinctes. Les deux logiques d'acteurs proposées ici, les porteurs d'innovation et les écologues, permettent de comprendre à quelles difficultés se heurte, « au concret » (Padioleau, 1982), un projet de SNC. Le cas particulier de l'écologie de montagne exacerbe les contraintes écologiques du projet expérimental de SNC : les temporalités sont lentes ; il faut faire coïncider un étage altitudinal avec les dimensions spatiales usuelles de la compensation.

Ce constat appelle à questionner la logique des « porteurs d'innovation » selon laquelle la compensation par l'offre consisterait à se positionner sur un marché de

vente d'unités de compensation. On peut aussi analyser que la compensation s'inscrit plus largement dans des politiques de la biodiversité, qui utilisent des instruments de marché en accord avec les principes qui prévalent actuellement, mais dans lesquels le cadrage de l'échange est essentiel.

Le sociologue Michel Callon nous éclaire sur les processus d'ajustement dans la construction des marchés : la possibilité d'un échange est créée par son cadrage, comme les conventions qui cadrent et régissent la tenue d'une pièce de théâtre (Callon, 1999). La compensation par l'offre est ainsi insérée comme une pièce d'un dispositif plus large. L'expérience de Combe-Madame, si elle n'a pas créé de vente d'unités de compensation, a donné lieu à un apprentissage des conventions qui régissent la politique de la compensation par l'offre, sur ce territoire. Ces conventions échappent au marché, ou elles en « débordent », ce qui appelle un nouveau cadrage (Callon, 1999).

Le cas de la Combe-Madame n'est pas un cas isolé : ce constat résonne avec de récents travaux de sociologie et de sciences politiques, qui ont montré que la mise en œuvre de la compensation des atteintes à la biodiversité inclut de nombreux paramètres au-delà d'une équivalence écologique. Elle comporte une logique de donnant-donnant, dans laquelle ce qui est engagé dans l'échange va bien au-delà de la simple valeur écologique, ou monétaire, des biens. De plus, la compensation est en pratique souvent exercée par les acteurs traditionnels de la conservation, qui ont besoin des financements de la compensation du fait du désengagement de l'État (Dauguet, 2020 ; Levrel *et al.*, 2018 ; Guillet *et al.*, 2019).

Selon une thèse récente (Dauguet, 2020), la compensation agit comme une grammaire que doivent parler les parties prenantes autour d'un projet. Cette étude de cas abonde dans ce sens : l'expérimentation de la Combe-Madame a permis aux acteurs d'apprendre à maîtriser cette grammaire, et de constater que les échelles temporelles et spatiales pertinentes pour chacun des groupes d'acteurs laissaient en commun une petite frange dans laquelle aucun projet concret n'a trouvé à faire appel à l'offre de compensation. En sus de connaissances en sciences écologiques, ce projet a ainsi produit cette métaphore montagnarde, selon laquelle la compensation par l'offre doit avancer sur une ligne de crête guidée par un souci d'efficacité des politiques environnementales : il s'agit de compenser par l'offre, mais sans créer « d'appel d'air ». La ligne de crête peut s'avérer trop mince pour que l'offre de compensation du SNC expérimental soit effectivement mise en œuvre. ■

L'auteure

Claire LE RENARD

1. EDF R&D, Département SEQUOIA, GRETS,
7 boulevard Gaspard Monge,
F-91120 Palaiseau, France.

2. LISIS (UMR CNRS ESIEE INRAE UGE),
Université Gustave Eiffel, Bâtiment Camus,
5 boulevard Descartes,
F-77420 Champs-sur-Marne, France.

[✉ claire.le-renard@edf.fr](mailto:claire.le-renard@edf.fr)

EN SAVOIR PLUS ...

- **BEZOMBES, L.**, 2017, *Développement d'un cadre méthodologique pour l'évaluation de l'équivalence écologique : Application dans le contexte de la séquence « éviter, réduire, compenser » en France*, Thèse de doctorat, spécialité : Modèles, Méthodes et Algorithmes en Biologie, Université Grenoble-Alpes, <http://theses.fr/2017GREAS044>
- **BARRAL, S., GUILLET, F.**, 2020, La séquence Éviter, Réduire, Compenser comme analyseur de l'action publique environnementale, in : *Séminaire du GRETS – Énergie et transformations sociales (EDF R&D – FMSh)*, 5 novembre 2020, Paris.
- **CALLON, M.**, 1986, Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L'Année sociologique*, n° 36, p. 169-208.
- **CALLON, M.**, 1999, La sociologie peut-elle enrichir l'analyse économique des externalités ? Essai sur la notion de cadrage-débordement, in : FORAY, D., MAIRESSE, J., *Innovations et performances : approches interdisciplinaires*, Paris, Éditions de l'EHESS. p. 399-431.
- **DEVINE-WRIGHT, P.**, 2011, Enhancing Local Distinctiveness Fosters Public Acceptance of Tidal Energy: A UK Case Study, *Energy Policy* 39, n° 1, p. 83-93, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.012>
- **DAUGUET, B.**, 2020, *La compensation écologique : conception, inscription et institution de l'équivalence écologique*, Thèse en Sciences, savoirs, techniques : histoire et société, EHESS, <http://www.theses.fr/2020EHES0034>
- **GUILLET, F., LE FLOCH, C., JULLIARD, R.**, 2019, Séquence Éviter-Réduire-Compenser : quelle biodiversité est visée par les mesures d'évitement ?, *Sciences Eaux & Territoires*, Hors-série n° 58, 8 p., <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.HS.07>
- **GUILLET, F., JULLIARD, R.**, 2020, *Intégrer et rééquilibrer la séquence ERC dans l'aménagement du territoire : Outils et mise en œuvre de l'action publique (InSERCAT)*, Rapport scientifique, Programme de recherche ITTECOP 2017 (infrastructures de transports terrestres, écosystèmes et paysages), 110 p., http://www.ittecop.fr/en/content_page/item/218-insercat
- **LE RENARD, C.**, 2015, Le prototype, à l'interface entre une promesse technologique et son industrialisation, in : *Énergie et transformations sociales: enquêtes sur les interfaces énergétiques*, édité par CIHUELO, J., JOBERT, A., GRANDCLÉMENT, C., p. 82-165, Socio-économie de l'énergie, Paris: Lavoisier Tec & doc.
- **LEVREL, H., GUILLET, F., LOMBARD-LATUNE, J., DELFORGE, P., FRASCARIA-LACOSTE, N.**, 2018, Application de la séquence éviter-réduire-compenser en France : le principe d'additionnalité mis à mal par 5 dérives, *Vertigo*, vol. 18, n° 2, <https://doi.org/10.4000/vertigo.20619>
- **LATOUR, B.**, 2003, L'impossible métier de l'innovation technique – PROTEE – Une nouvelle méthode d'évaluation des projets fortement incertains, in : *Encyclopédie de l'innovation*, édité par MUSTAR P., PENAN, H., p. 9-26, Paris, Economica.
- **NADAÍ, A., LABUSSIÈRE, O., DEBOURDEAU, A., RÉGNIER, Y., COINTE, B., DOBIGNY, L.**, 2015, French Policy Localism: Surfing on 'Positive Energie Territories' (Tepos), *Energy Policy*, vol. 78, p. 281-291, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.005>
- **PADIOLEAU, J.-G.**, 1982, *L'État au concret*, Paris, Presses universitaires de France, 222 p.
- **PERRIN-MALTERRE, C.**, 2020, Une démarche originale de gestion concertée pour préserver la quiétude de la faune sauvage : Biodiv'sports de montagne, *Vertigo*, vol. 20, n° 1, <http://journals.openedition.org/vertigo/28127>
- **TERRE SAUVAGE**, 2014, « *Le Rescapé Tranquille* », n° 307.



La compensation mutualisée en Allemagne : quelles implications écologiques et territoriales ?

La compensation mutualisée en Allemagne (*Ökokonto*) s'est développée dès les années 1990. Dans la perspective d'une mise en regard des systèmes de compensation mutualisée français et allemand, les auteures de l'article proposent une analyse « Atouts, Faiblesses, Opportunités et Menaces » pour souligner les caractéristiques de la compensation par *Ökokonto*. Les principales implications écologiques, territoriales mais aussi organisationnelles sont mises en avant pour ensuite en tirer de premiers enseignements vis-à-vis de la pratique française de la compensation mutualisée.



Une compensation écologique est exigée par le droit allemand depuis l'adoption en 1976 de la loi fédérale sur la protection de la nature (*Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG*) qui pose le cadre de l'évaluation environnementale dans laquelle est intégrée la démarche de non-perte nette de biodiversité.

La législation allemande permet aujourd'hui la mise en œuvre de la compensation selon trois modalités : la compensation au cas par cas, par mutualisation et *via* un fonds de compensation¹. La compensation mutualisée allemande, appelée généralement *Ökokonto*², est une forme de compte où sont rassemblés des crédits d'éco-points correspondant à la valeur des biotopes restaurés par anticipation (Wende *et al.*, 2018). D'un côté, un propriétaire foncier valorise un site qu'il détient en réalisant des actions favorables à la biodiversité (par exemple, création ou amélioration de biotope).

Les gains écologiques apportés par ces dernières sont traduits en éco-points et versés dans un *Ökokonto*. De l'autre côté, un porteur de projet convertit les impacts induits sur les milieux en une dette d'éco-points. Il devra ensuite honorer cette dette en achetant le nombre d'éco-points équivalent dans un *Ökokonto* ou en utilisant des éco-points qu'il a lui-même générés en amont du projet d'aménagement.

Le système actuel de l'*Ökokonto* résulte d'une évolution législative initiée au cours des années 1990 sous l'impulsion des communes (Bas *et al.*, 2021). Ces dernières avaient en effet des difficultés à anticiper les besoins de compensation dans le cadre de l'aménagement de leur territoire (Mazza et Schiller, 2014 ; Wagner, 2007). La compensation par *Ökokonto* a ainsi d'abord été introduite dans le Code de la construction (*Baugesetzbuch – BauGB*) puis dans la loi fédérale sur la protection de la nature (*BNatSchG*). La compensation mutualisée est

1. La compensation au cas par cas est mise en œuvre directement par le porteur de projet qui s'appuie généralement sur des agents spécialisés. La compensation mutualisée est mise en œuvre très en amont de tout projet d'aménagement par un opérateur autre que le porteur de projet. Le fonds de compensation regroupe des sommes collectées au titre de la compensation et provenant de différents porteurs de projet. Les trois modalités peuvent être combinées pour un même impact.

2. Les termes *Ökokonto*, *Flächenpool*, *Maßnahmenpool* sont utilisés pour désigner la compensation mutualisée (Wagner, 2007). Bien que ces trois termes se réfèrent à des objets légèrement différents, nous utiliserons le terme *Ökokonto* dans la suite du document pour faciliter la lecture.

1 Paysage du Bade-Wurtemberg, un *Land* bien avancé dans la mise en œuvre de la compensation mutualisée en Allemagne.



© Gaschwald - Adobe Stock

une des modalités de compensation envisageables dans le cadre de l'*Eingriffsregelung* (démarche de non-perte nette de biodiversité dédiée à la biodiversité non protégée³) qui se décline dans chacune des deux lois énoncées précédemment. Il existe ainsi deux types d'*Ökokonten* : ceux relevant de la loi sur la protection de la nature (*naturschutzrechtliches Ökokonto*) et ceux relevant du Code de la construction (*baurechtliches Ökokonto*). La mobilisation de l'un ou l'autre des cadres législatifs s'effectue selon la localisation du projet d'aménagement (BNatSchG, art. 18, al. 1). Pour les projets situés en dehors des zones urbanisées, c'est l'*Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature qui s'applique (par exemple, un projet de parc éolien – photo 1) (BNatSchG, art. 13 à 17). L'*Ökokonto* du Code de la construction est mobilisé pour les projets situés dans des zones couvertes par un plan d'urbanisation (par exemple, un projet de construction d'habitations ou de zones commerciales) (BauGB, art. 1a, 135a et 200a).

Comparativement à la France, la compensation par *Ökokonto* a une histoire plus longue puisque la compensation mutualisée à la française a été institutionnalisée récemment, en 2016, grâce à la loi Biodiversité sous l'intitulé « Sites naturels de compensation (SNC) ». C'est pourquoi nous nous interrogeons, dans le cadre de cet article, sur les implications écologiques et territoriales de la compensation par *Ökokonto* pour en tirer des premiers enseignements pour la France. Nous nous appuyons sur une analyse de type SWOT ou AFOM

(« Atouts, Faiblesses, Menaces et Opportunités ») pour souligner les caractéristiques de la compensation mutualisée telle qu'elle est envisagée et pratiquée outre-Rhin⁴. L'Allemagne étant un État fédéral, la répartition des compétences législatives et exécutives entre la Fédération (*Bund*) et les États fédérés (*Länder*) implique une variabilité des règles et des pratiques de compensation selon les *Länder*. Il est ainsi difficile d'avoir une vision globale de la pratique de la compensation à l'échelle de l'Allemagne. Aussi nous appuyons-nous sur des exemples tirés du Bade-Wurtemberg qui est un *Land* bien avancé en matière de compensation.

Quelles implications écologiques et territoriales de la compensation par *Ökokonto* ?

Atouts

Une compensation intégrale des impacts sur la biodiversité

Le cadre législatif allemand requiert une compensation de tous les impacts résiduels significatifs sur la nature et le paysage, y compris sur la biodiversité dite ordinaire (BNatSchG, art. 13 et BauGB, art. 1a). L'*Ökokonto* s'inscrit pleinement dans cette optique car il est l'un des instruments de mise en œuvre de la démarche de non-perte nette dédiée à la biodiversité non protégée (*Eingriffsregelung*). Il concourt ainsi à une compensation intégrale des impacts sur la biodiversité.

3. Une compensation pour les espèces protégées et leurs habitats ne peut pas faire l'objet d'un *Ökokonto*.

4. Notre analyse s'appuie sur une revue de la littérature germanophone et anglophone (articles scientifiques, textes de lois, guides) ainsi que sur des entretiens semi-directifs menés entre 2018 et 2020 auprès d'une vingtaine d'acteurs de la compensation du *Land* du Bade-Wurtemberg (chercheurs, associations environnementales, syndicat de région, bureaux d'études, autorité environnementale, fondation pour la protection de l'environnement, Office de l'environnement du Bade-Wurtemberg, Offices de l'environnement de municipalités, opérateurs de compensation).

Le caractère complet de la compensation allemande trouve également son illustration dans les compartiments de la biodiversité concernés par l'*Ökokonto*. En effet, ce dernier ne permet pas uniquement de compenser les impacts sur les espèces animales et végétales et leurs habitats, mais également sur le sol et sur l'eau.

Un dimensionnement de la compensation basé sur des méthodologies concertées

Pour chacune des composantes de la biodiversité, le bilan en éco-points de l'impact et de la compensation est calculé selon différentes modalités.

Pour l'*Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature du Bade-Wurtemberg, des méthodes spécifiques ont été développées en concertation avec les parties prenantes, en particulier les bureaux d'études, et avec l'appui de l'Office technique de l'environnement du Bade-Wurtemberg (LUBW). Elles sont consignées dans le décret *Ökokonto* du Bade-Wurtemberg (ÖKVO) et diffèrent selon le bien environnemental concerné : faune-flore-biotope, sol ou eau (encadré 5). Les trois méthodes peuvent être combinées si une opération de compensation bénéficie à plusieurs composantes. Seule exception à ces méthodes, le coût du projet peut directement

être converti en éco-points dans le cas où une mesure de compensation a des conséquences écologiques positives sur une zone géographique non déterminée, en général à raison de quatre éco-points pour un euro (« mesures ponctuelles », par exemple la construction d'un mur de pierres sèches).

En revanche, les méthodes de calcul pour l'*Ökokonto* du Code de la construction ne sont pas harmonisées et il en résulte des pratiques variables, même si beaucoup de communes s'inspirent des méthodes du décret *Ökokonto*.

Un système qui incite les propriétaires à investir tôt dans la compensation et limite le risque économique

Le modèle économique de l'*Ökokonto* selon la loi sur la protection de la nature vise à inciter les propriétaires fonciers à mettre en œuvre des actions de compensation en amont des impacts. Un taux d'intérêt est appliqué aux éco-points alloués à la surface de compensation à raison de 3 % par an (ÖKVO, art. 5). Ainsi, tant que les éco-points n'ont pas été vendus, la valeur en éco-points d'une surface augmente (dans la limite d'une durée de dix ans). Lors de la vente, le prix des éco-points est négocié de gré à gré.

1 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL D'ÉCO-POINTS SELON LE DÉCRET ÖKOKONTO : EXEMPLE DE LA COMPOSANTE FAUNE-FLORE-BIOTOPE (D'APRÈS BREUNIG, 2020)

La valeur en éco-points d'un biotope est fonction de trois composantes :

- le degré de naturalité du biotope,
- l'importance du biotope pour les espèces à enjeu,
- la patrimonialité ou la singularité des caractéristiques paysagères du biotope par rapport au contexte local.

On attribue à chacune des trois composantes une valeur (x) comprise entre 1 et 5, puis une matrice permet de prendre en compte les différentes combinaisons entre les trois composantes. Au final, le décret *Ökokonto* liste, pour tous les biotopes du Bade-Wurtemberg, une plage de valeurs comprise entre :

$$y_{\min} = 2^x + 1 \text{ (sauf quand } x = 1, \text{ auquel cas } y_{\min} = 1)$$

$$y_{\max} = 2^{x+1}$$

Importance de la composante pour le biotope	Valeur x	Intervalle d'éco-points (par m ²)
Pas ou très peu d'importance	1	1 – 4
Peu d'importance	2	5 – 8
Importance moyenne	3	9 – 16
Haute importance	4	17 – 32
Très haute importance	5	33 – 64

Le tableau ci-dessous donne un exemple de valeurs pour les prairies et pâturages.

Code de biotope	Type de biotope	Intervalle d'éco-points dans le décret <i>Ökokonto</i> (par m ²)*
33.41	Prairie grasse	8 – 13 – 19
33.43	Prairie sèche	12 – 21 – 32
33.44	Pâturage montagnard	14 – 26 – 39
33.63	Pâturage intensif	6

* En orange, la valeur par défaut. Le choix d'une valeur alternative doit être justifié par le bureau d'études.

La valeur maximale attribuable à un biotope est de 64 éco-points/m² (tourbière ombrotrophe préservée, triplet de valeurs 5/5/5 pour la naturalité, les espèces à enjeu et la patrimonialité), la valeur minimale de 1 éco-point/m² (surface asphaltée, triplet 1/1/1).

Bien que l'*Ökokonto* ne concerne pas la compensation des impacts sur les espèces protégées, des éco-points supplémentaires peuvent être attribués aux mesures qui leur sont bénéfiques, par exemple 400 000 éco-points par territoire d'alouette lulu, 100 000 éco-points par population de rainette verte ou encore 10 éco-points/m² d'habitat de gentiane de printemps.

5. Pour plus d'informations sur les méthodes concernant le sol et l'eau, se référer à la publication Bas et Dieckhoff (2021).

En outre, l'incertitude sur la vente future des éco-points est relativement faible pour différentes raisons. La première est la substituabilité importante entre les impacts et les éléments compensés. La deuxième est la taille importante des zones de transaction des éco-points, qui peuvent être achetés pour compenser des impacts qui ont eu lieu au sein d'une zone naturelle définie par l'administration⁶ voire, dans le Bade-Wurtemberg, dans la zone naturelle voisine (NatSchG, art. 15). Cela permet une grande flexibilité pour la vente des éco-points et facilite l'allocation des mesures de compensation aux impacts.

Par conséquent, le risque économique lié à l'incertitude sur le retour sur investissement pour l'acteur qui réalise la mesure compensatoire est réduit.

Un système qui vise à réduire les coûts d'organisation de la compensation

Certaines caractéristiques de l'*Ökokonto* tendent à réduire les coûts d'organisation⁷ de la compensation par rapport à la compensation au cas par cas. Les coûts de prospection et de négociation sont tout d'abord réduits par l'obligation de consigner les mesures *Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature dans un registre accessible au public, et ce aussi bien avant qu'après allocation à un impact (ÖKVO, art. 4 et 7). Ils sont ensuite réduits par l'existence d'un agent intermédiaire implanté dans chaque *Land*, la *Flächenagentur* qui facilite la vente et l'achat des éco-points. Cette dernière ne détient pas de foncier ; en revanche, outre un rôle d'intermédiaire, elle peut aussi jouer un rôle de conseil auprès des propriétaires fonciers et maîtres d'ouvrage pour le calcul des éco-points et la conception de la compensation, voire se charger de la réalisation des actions de restauration.

Les mesures *Ökokonto* du Code de la construction sont à la main des communes, qui se chargent de planifier la compensation lors de l'évaluation des impacts de leurs plans d'urbanisme. Ces mesures ne sont pas à ce jour centralisées dans un registre public mais devraient le devenir prochainement (NatSchG, art. 18).

Une mise en œuvre de la compensation au plus proche du territoire

La compensation par *Ökokonto* est décentralisée à plusieurs titres, ce qui permet une adaptation à la réalité écologique et socio-économique du territoire.

Tout d'abord, le cadre réglementaire mettant en œuvre la compensation mutualisée selon la loi sur la protection de la nature est propre à chaque *Land* puisque défini par décret à cette échelle (ÖKVO dans le Bade-Wurtemberg). Ensuite, les administrations impliquées dans l'autorisation des projets et dans le contrôle de la compensation sont des services décentralisés au niveau d'un district (*Regierungsbezirk*) ou d'un arrondissement

(*Landkreis*). Enfin, les acteurs du terrain sont impliqués dans le déploiement de la compensation, aussi bien pour la mise en place des mesures que pour leur entretien : agriculteurs, forestiers ou encore associations d'entretien du paysage (*Landschaftserhaltungsverbände*).

Faiblesses

Des implications écologiques qui donnent matière à discussion

Le revers de la médaille de la flexibilité offerte par le cadre réglementaire allemand est un bénéfice écologique discutable des mesures de compensation portant sur la biodiversité non protégée.

Ainsi, la substituabilité importante entre les biens naturels dégradés et compensés, basée sur le principe de « durabilité faible », ne permet pas la préservation de toutes les composantes de la biodiversité. Il est par exemple possible de compenser un impact sur des milieux ouverts par des actions en milieu forestier, voire même de compenser un impact sur le sol par une restauration d'habitat. De ce fait, les pratiques de compensation se font souvent au détriment des milieux ouverts et du sol⁸. L'assouplissement des exigences sur la proximité fonctionnelle et géographique entre impact et compensation est une autre source d'incertitude quant à l'efficacité écologique de l'*Ökokonto*.

Par ailleurs, les mesures appelées « ponctuelles », pour lesquelles le nombre d'éco-points sont calculés sur la base du coût d'investissement, sont critiquées pour fournir souvent un grand nombre d'éco-points qui ne reflète pas l'intérêt écologique de la mesure. Une évaluation du décret *Ökokonto* (Jeuther *et al.*, 2018), qui s'est achevée en 2018, a relevé en outre que certaines mesures ponctuelles étaient validées à tort par l'administration. On peut également s'interroger sur l'additionnalité d'une mesure ponctuelle qui consiste en un arasement de barrage, le rétablissement de la continuité écologique des cours d'eau faisant l'objet d'une obligation réglementaire.

Une justice sociale et environnementale en question

L'étendue géographique importante des zones de transaction des éco-points de l'*Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature pose la question de la justice sociale et environnementale de cet instrument. Dans le Bade-Wurtemberg, plusieurs zones d'échange d'éco-points sont de grande taille (par exemple, la zone de la vallée du Rhin s'étend sur 200 km de long) : les distances importantes entre lieu d'impact et site de compensation impliquent que les populations humaines vivant à proximité des zones d'impact ne pourront pas nécessairement bénéficier de la restauration effectuée dans le cadre de la compensation⁹.

6. Pour la représentation des zones de transaction, voir : LUBW, 2010, *Naturräume Baden-Württembergs*,

https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/389779/naturraeume_baden_wuerttembergs.pdf/db8c0aa7-5cfa-42e0-9815-58b790f1c8e6

7. Les coûts d'organisation, également appelés coûts de transaction, renvoient à « ce qu'il en coûte d'organiser une transaction, ou plus formellement, les coûts comparatifs de planification, d'adaptation et de suivi des transferts de droits associés à des tâches, dans le cadre d'arrangements organisationnels alternatifs » (adapté de Williamson, 1985, p. 2). Ce cadre théorique de l'économie néo-institutionnelle a été appliqué pour étudier les caractéristiques des différentes modalités d'organisation de la compensation et leurs implications du point de vue de l'efficacité des politiques publiques (Vaissière et Levrel, 2015 ; Scemama et Levrel, 2014).

8. D'après nos échanges avec les acteurs de la compensation du Bade-Wurtemberg.

9. L'*Ökokonto* du Code de la construction étant à la charge des communes, les questions de justice se posent moins car la compensation se fait en général sur le territoire de la commune ou des communes voisines.

► Une décentralisation parfois problématique

La décentralisation du cadre réglementaire de la compensation en général et de l'*Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature en particulier peut compliquer la mise en œuvre de la compensation des projets à cheval sur plusieurs *Länder*. Pour remédier à ce problème, l'Allemagne a adopté un décret (BKompV) qui réglemente la compensation des impacts de projets de grande ampleur qui sont du ressort de l'État fédéral (par exemple, la construction d'une autoroute). Cependant, les dispositions de ce décret ne sont pas harmonisées avec celles du décret *Ökokonto* du Bade-Wurtemberg (méthodes de dimensionnement, liste des biotopes), ce qui le rend difficilement utilisable dans la pratique dès lors que la compensation mutualisée entre en jeu¹⁰.

Un autre désavantage de la décentralisation est l'absence d'un registre unique listant les mesures de compensation. Les registres sont dispersés sur les sites des administrations des différents arrondissements (*Landkreise*), ce qui complique leur consultation.

Opportunités

Une implication des agriculteurs pour une bonne mise en œuvre de la compensation

En tant que détenteurs de foncier, les agriculteurs sont des acteurs clés de la compensation. La loi allemande sur la protection de la nature prévoit une clause selon laquelle la compensation écologique ne doit pas se faire au détriment des enjeux agricoles, et en particulier des terres productives (BNatSchG, art. 15, al. 3). Les acteurs du Bade-Wurtemberg¹¹ ont ainsi travaillé à la définition de « mesures de compensation intégrées à la production » (PIK) qui permettent aux agriculteurs de valoriser écologiquement leur foncier tout en garantissant le maintien de sa vocation de production. Les mesures vont au-delà des obligations réglementaires et du respect des bonnes pratiques agricoles. Il s'agit par exemple d'intégrer des bandes fleuries dans les rotations ou d'augmenter la taille des inter-rangs pour permettre la croissance des plantes messicoles. La possibilité d'intégration de telles mesures dans le dispositif d'*Ökokonto* est à l'étude, afin de faciliter la recherche de foncier tout en augmentant l'acceptabilité des agriculteurs vis-à-vis de la compensation et ainsi faciliter sa mise en œuvre¹².

Une compensation planifiée et anticipée à l'échelle des communes

Le système allemand présente la particularité d'exiger dès la rédaction des documents d'urbanisme une anticipation des impacts des aménagements, et donc des besoins de compensation (Bas *et al.*, 2021). Les communes s'appuient pour cela sur des documents de planification spécifiques à la nature et au paysage (*Landchaftspläne*) qu'elles sont tenues de réaliser (BNatSchG, art. 11). Cette exigence ouvre la porte à des actions de compensation de grande ampleur, de haute qualité éco-

logique et en cohérence avec les particularités du territoire, par exemple pour renforcer les trames vertes et bleues. L'*Ökokonto* est un outil adéquat pour répondre à ces objectifs et sécuriser le foncier de compensation en anticipation des aménagements à venir.

Menaces

Une planification de la compensation perfectible

La nécessité de compenser les impacts résiduels dus à l'urbanisation renforce le caractère complet du cadre réglementaire allemand par rapport à la démarche de non-perte nette de biodiversité. Il faut cependant nuancer le propos car le Code de la construction prévoit plusieurs exceptions qui permettent aux communes de prévoir des aménagements sans étude d'impact, et donc sans estimer les besoins de compensation (BauGB, art. 13a et 13b). En outre, les communes bénéficient d'une grande marge de manœuvre dans leur choix d'aménagement et elles ne sont pas toujours tenues de prioriser les enjeux environnementaux face aux intérêts économiques et sociaux lors de l'adoption de leurs documents d'urbanisme. Enfin, la planification de la compensation reste perfectible car elle n'est pas anticipée à l'échelle régionale ou du *Land*, bien qu'il existe localement des initiatives visant à travailler à une échelle supra-communale (par exemple, dans la région Bodensee-Oberschwaben¹³).

Une multifonctionnalité des sites compensatoires à renforcer

Malgré l'existence d'initiatives (comme les mesures PIK citées plus haut) visant à intégrer les agriculteurs à la compensation écologique, la multifonctionnalité des sites compensatoires reste un enjeu. C'est l'une des conclusions d'un projet conduit sur la région de Stuttgart¹⁴, selon lesquelles les mesures de restauration se font souvent au détriment des autres usages du foncier comme la récréation, l'agriculture ou la sylviculture.

Une hétérogénéité de pratiques qui risque de persister

L'hétérogénéité des pratiques de compensation mentionnée ci-dessus entre, d'une part, l'*Ökokonto* de la loi sur la protection de la nature et, d'autre part, l'*Ökokonto* du Code de la construction, entraîne une coexistence d'exigences variables en matière de compensation. Cette situation nuit à la lisibilité globale du système à l'échelle fédérale et rend difficile l'analyse des politiques publiques allemandes en matière de compensation. Une homogénéisation n'est cependant pas à l'ordre du jour, la souveraineté des communes dans leurs décisions d'aménagement étant inscrite dans la Constitution (article 28).

Des moyens limités pour le contrôle de la compensation

L'administration allemande est confrontée à des moyens financiers et humains limités pour l'examen des dossiers d'études d'impact et le contrôle de la bonne mise

10. Selon une présentation du ministère de l'Environnement du Bade-Wurtemberg lors de la conférence *Ökokonto* de novembre 2020 (Lorho, Frank, 2020, Aktuelle Entwicklungen zum Ökokonto, 8. Ökokonto-Tag Baden-Württemberg).

11. Des initiatives similaires existent dans d'autres *Länder* comme la Bavière, la Thuringe ou la Rhénanie-du-Nord-Westphalie.

12. Cette initiative est conduite dans le cadre du projet PIK : <https://pik-projekt-bw.de>

13. Projet ReKo : <https://www.rvbo.de/Projekte/Kompensationsflaechenmanagement>

14. Projet RAMONA : <http://www.fona-ramona.de/>

en place des mesures de compensation¹⁵. Ceci est valable pour tous les types de compensation mais les caractéristiques de l'*Ökokonto*, par exemple la distance importante possible entre impact et compensation et la substituabilité entre compartiment dégradé et restauré, compliquent d'autant plus l'étude des dossiers. Ces moyens limités se traduisent aussi, par exemple, dans la mise à disposition des informations pour le public, les fonctionnalités de la plateforme du registre de compensation étant très limitées et sa consultation fastidieuse.

Des difficultés de sécurisation des mesures compensatoires sur le long terme

Le cadre législatif allemand exige que la mesure de compensation reste au moins aussi longtemps en place que l'impact qui l'a suscitée (BNatSchG, art. 15, al. 4). Cela suppose une sécurisation juridique sur le long terme aussi bien du foncier que de l'entretien de la mesure. Dans les faits, cette sécurisation s'avère souvent difficile. Il existe des outils pour inscrire les mesures de compensation dans le cadastre et pérenniser les mesures malgré un changement de propriétaire foncier (différents types de servitudes selon les articles 1018, 1090 et 1105 du Code civil). Cependant, les agriculteurs sont réticents à recourir à ces servitudes qui imposent un engagement de long terme et réduisent la valeur de leur foncier agricole en cas de revente (Sponagel *et al.*, 2020). Pour l'*Ökokonto* du Code de la construction, la sécurisation des mesures sur le long terme est moins problématique quand le foncier est en propriété de la commune (Deutscher Bundestag Wissenschaftliche Dienste, 2018). Les communes disposent également d'instruments contractuels (BauGB, art. 11) pour garantir l'entretien d'une mesure de compensation sur du foncier privé mais, dans la pratique, cette contractualisation garantit seulement une pérennité de la mesure sur vingt-cinq à trente ans¹⁶ (Wende *et al.*, 2018).

Quels enseignements pour la France ?

L'expérience allemande de la compensation par *Ökokonto*, mise en œuvre depuis près de trente ans, est source d'enseignements pour la France même si la mise en perspective des systèmes allemand et français de compensation mutualisée a ses limites étant donné les spécificités de chaque pays (organisation administrative, cadres législatifs).

Nous soulignons tout d'abord les limites de la décentralisation des compétences au niveau des *Länder* et des communes. Une déclinaison locale des règles de mise en œuvre de l'*Ökokonto* permet certes une meilleure adéquation de la compensation avec les enjeux écologiques et socio-économiques locaux, mais l'absence de cadrage à l'échelle fédérale et la définition des modalités pratiques de l'*Ökokonto* par décret au niveau de chaque *Land* (dans le cadre de la loi sur la protection de

la nature) impliquent une variété de méthodes de calcul des éco-points. Il est alors délicat d'aboutir à une vision et une lisibilité globale de la pratique de la compensation par *Ökokonto* (difficulté renforcée par la déclinaison de l'*Ökokonto* dans deux cadres législatifs). Les travaux menés par le ministère français chargé de l'environnement pourraient permettre d'éviter cet écueil. Des guides ont été produits ou sont en cours d'élaboration pour encadrer les approches de dimensionnement de la compensation à utiliser et pour aider à la conception et à la mise en œuvre d'un SNC¹⁷. Ce cadrage national permet ainsi de définir dans les grandes lignes des règles à suivre en matière de compensation mutualisée tout en laissant une marge de manœuvre pour s'adapter au contexte local.

La construction avec les acteurs de la méthode de détermination des unités de compensations est, selon nous, le deuxième enseignement à tirer de l'*Ökokonto*. En Bade-Wurtemberg et en Bavière, les méthodes pour évaluer le nombre d'éco-points dans le cadre de l'*Ökokonto*-BNatSchG ont été élaborées avec les parties prenantes de la compensation (chercheurs, bureaux d'études, administration, associations environnementales). Il résulte de ce processus des règles partagées entre les acteurs à l'échelle de chaque *Land*. Du point de vue de la qualité des méthodes, elles sont généralement un compromis entre pertinence scientifique et opérationnalité. La France tend à prendre cette direction dans l'élaboration du cadrage méthodologique (méthodes de dimensionnement et SNC). Ce dernier est à la main du ministère chargé de l'environnement qui recueille les avis des parties prenantes. Les guides qui en résultent posent les grandes lignes méthodologiques, permettant ainsi l'existence d'un socle de règles générales, sans toutefois qu'il n'y ait de règles partagées localement à l'image de la pratique allemande.

En troisième lieu, le développement assez large de l'*Ökokonto* en Allemagne¹⁸ par rapport aux SNC français invite à s'intéresser au modèle économique sous-jacent à cet instrument, qui a pu se déployer grâce à l'assouplissement progressif du cadre législatif en ce qui concerne les contraintes de proximité géographique et fonctionnelle et les règles d'équivalence écologique. Aujourd'hui, une substituabilité importante est permise entre les éléments de biodiversité non protégée dégradés et ceux compensés, ce qui facilite la vente d'éco-points, la compensation par *Ökokonto* portant précisément sur la biodiversité non protégée. *A contrario*, les ventes d'unités de compensation par un opérateur de SNC se trouvent limitées par les règles découlant du cadre législatif français : une compensation exigée pour tous les éléments de la biodiversité mais qui, en pratique, se focalise majoritairement sur la biodiversité protégée avec le respect d'une équivalence écologique stricte. Une autre caractéristique notable du modèle économique de l'*Ökokonto*

15. D'après nos échanges avec les acteurs de la compensation du Bade-Wurtemberg.

16. La durée de vingt-cinq ans est explicitement mentionnée dans le décret fédéral sur la compensation (BKompV) qui régit la compensation des impacts du ressort de l'État fédéral.

17. Andreadakis *et al.*, 2021, *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique, Guide de mise en œuvre*, Cerema, Commissariat général au développement durable, Ministère de la Transition énergétique ; Commissariat général au développement durable, Ministère de la Transition énergétique, *Guide pratique d'aide à leur conception et à la mise en œuvre d'un SNC*, en cours d'élaboration.

18. À noter toutefois que la compensation au cas par cas semble encore majoritaire en Allemagne, tout du moins dans le Bade-Wurtemberg.

est le partage des risques entre les propriétaires fonciers. Contrairement au SNC français où l'opérateur supporte entièrement les risques de l'investissement, un *Ökokonto* peut être constitué d'éco-points résultant d'une somme d'actions favorables à la biodiversité réalisées sur plusieurs sites restaurés par différents acteurs.

L'intégration des agriculteurs en tant que partie prenante de la compensation nous semble être un autre point important à mentionner par rapport à la pratique française. En Allemagne, les agriculteurs sont impliqués à la fois dans la compensation au cas par cas et dans celle par *Ökokonto*. Cela facilite la mise en œuvre de la compensation par un meilleur accès au foncier et une meilleure acceptabilité des agriculteurs pour les actions compensatoires car ces dernières restent compatibles avec la fonction agricole du site. Les règles du jeu actuelles du SNC ne permettent pas aux agriculteurs d'être parties prenantes, excepté pour la mise à disposition du foncier.

Pour finir, nous tenons à souligner les difficultés que rencontre l'Allemagne au même titre que la France pour la mise en place de la compensation mutualisée. Il faut d'abord mentionner les enjeux de pertinence écologique et de justice environnementale du fait de la distance parfois importante entre lieu d'impact et

site restauré. Enfin, l'administration allemande est confrontée, comme l'administration française, à des moyens humains et financiers insuffisants pour contrôler la bonne mise en œuvre de la compensation et son efficacité. ■

Les auteures

Léa DIECKHOFF et Ines IMBERT

EIFER,
Emmy-Noether-Straße 11,
76131 Karlsruhe, Allemagne.
✉ lea.dieckhoff@eifer.org
✉ ines.imbert@eifer.org

Adeline BAS

Ifremer, UMR AMURE,
Unité d'économie maritime,
ZI Pointe du Diable, CS 10070,
F-29280 Plouzané, France.
✉ adeline.bas@ifremer.fr

Marianne DARBI

Hochschule Geisenheim University,
Rüdesheimerstraße 5,
65366 Geisenheim, Allemagne.
✉ marianne.darbi@hs-gm.de

EN SAVOIR PLUS ...

- ✉ **BAS, A., DIECKHOFF, L.**, 2021, La compensation écologique pour les projets éoliens terrestres et photovoltaïques au sol en France et en Allemagne, Note de synthèse de l'Office franco-allemand pour la transition énergétique, ✉ <https://energie-fr-de.eu/fr/societe-environnement-economie/actualites/lecteur/note-de-synthese-externe-compensation-ecologique-pour-les-projets-eoliens-terrestres-et-pv-au-sol.html>
- ✉ **BAS, A., DIECKHOFF, L., DINH, E., CLERMONT, S.**, 2021, La compensation écologique en Allemagne : réglementation, pratiques et planification, *Les Cahiers de droit*, 62(4), p. 1009-1058, ✉ <https://doi.org/10.7202/1084257ar>
- ✉ **BREUNIG, T.**, 2020, *Wie entstehen Ökopunkte?*, Présentation lors du séminaire « Umwelterhebliche Eingriffe, Ausgleich und Ersatz », Freiburg, ✉ https://www.blmn.de/pdfs2020/Breunig_2020_Wie%20entstehen%20C3%96kopunkte_Freiburg_20200306.pdf
- ✉ **DEUTSCHER BUNDESTAG WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE**, 2018, Ausgleichsverpflichtungen nach dem Baugesetzbuch und dem Bundesnaturschutzgesetz, WD 7-3000 -235/18, ✉ <https://www.bundestag.de/resource/blob/585634/d53c86bcf2c3626db5e666f60d9d/WD-7-235-18-pdf-data.pdf>
- ✉ **JEUTHER, B., SCHUBERT, E. ET AL.**, 2018, Evaluation der Ökokonto-Verordnung Baden-Württemberg, PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz., ✉ https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/389779/Evaluation_OekokontoVO_Endbericht.pdf/2aef1af9-d532-420e-bd37-747eb24270c2
- ✉ **MAZZA, L., SCHILLER, J.**, 2014, The use of eco-accounts in Baden-Württemberg to implement the German Impact Mitigation Regulation: A tool to meet EU's No-Net-Loss requirement? A case study report prepared by IEEP with funding from the Invaluable and OPERAs projects.
- ✉ **SCEMAMA, P., LEVREL, H.**, 2014, L'émergence du marché de la compensation aux États-Unis : Changements institutionnels et impacts sur les modes d'organisation et les caractéristiques des transactions, *Revue d'économie politique*, vol. 23, n° 6, p. 893-924, ✉ <https://doi.org/10.3917/redp.236.0893>
- ✉ **SPONAGEL, C. ET AL.**, 2020, « Perspektiven und Status quo der Eingriffsregelung im Kontext der Landwirtschaft. Das Beispiel der Region Stuttgart », in: MEINEL, G., SCHUMACHER, U., BEHNISCH, M., KRÜGER, T. (dir.), *Flächennutzungsmonitoring XII mit Beiträgen zum Monitoring von Ökosystemleistungen und SDGs*, Berlin, Rhombos, IÖR Schriften 78, ✉ https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2020_12_DFNS/008_sponagel.pdf
- ✉ **VAISSIÈRE, A. C., LEVREL, H.**, 2015, Biodiversity offset markets: What are they really? An empirical approach to wetland mitigation banking, *Ecological Economics*, vol. 110, p. 81-88, ✉ <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.01.002>
- ✉ **WAGNER, S.**, 2007, *Ökokonten und Flächenpools. Die rechtlichen Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Flächen- und Maßnahmenbevorratung als Ausgleichsmethoden im Rahmen der Eingriffsregelung im Städtebaurecht*, Berlin, Duncker & Humblot.
- ✉ **WENDE, W. ET AL.**, 2018, « Germany », in: WENDE, W., TUCKER, G., QUÉTIER, F., RAYMENT, M., DARBI, M. (dir.), *Biodiversity Offsets. European Perspectives on No Net Loss of Biodiversity and Ecosystem Services*, Cham, Springer.
- ✉ **WILLIAMSON, O.E.**, 1985, *The economic institutions of capitalism : firms, markets, relational Contracting*, Free Press, Collier Macmillan, New York.



Prairie fleurie en zone protégée dans le Land du Bade-Wurtemberg.

Sites naturels de compensation en mer : état de l'art et perspectives d'application contextualisées

L'application de la compensation en milieu marin reste limitée à une approche à la demande, traitée au cas par cas. Il n'y a notamment aucune compensation par l'offre avec la création de site naturel de compensation (SNC) en mer en France aujourd'hui. L'approche telle qu'elle est développée pour les SNC terrestres serait-elle inadaptée à l'environnement institutionnel et culturel maritime si spécifique ? C'est pour tenter de répondre à cette hypothèse que les auteurs de cet article ont défini une approche hybride aux pratiques terrestres, mixant opérateurs publics et privés, issue du retour critique des expériences mondiales sur la gestion et l'efficacité de banques de compensation en mer.

Un essoufflement de l'approche de la compensation marine au cas par cas dans un contexte de demande accrue

Malgré une augmentation de son utilisation, l'application de la compensation en milieu marin reste limitée (Niner *et al.*, 2017a ; Shumway *et al.*, 2018). Elle concerne principalement une approche à la demande, traitée au cas par cas, où l'aménageur ayant provoqué l'impact autorisé met en place, lui-même ou par le biais d'un opérateur autorisé, les mesures compensatoires et en assume l'entière responsabilité, financière et technique. Cependant, on observe l'émergence d'initiatives cherchant à mutualiser les contributions de plusieurs projets de développement afin d'améliorer les résultats écologiques, d'utiliser les ressources scientifiques et techniques plus efficacement, de réduire les incertitudes et respecter les exigences réglementaires (par exemple, le *Southern California Wetlands Recovery Project* – SCWRP). Ces initiatives peuvent ainsi participer à renforcer des dynamiques écosystémiques et répondre à des enjeux partagés à une échelle régionale, pour une meilleure efficacité (coûts de transaction, de mise en œuvre, de contrôle et de suivi réduits) (Jacob *et al.*, 2020).

Ces éléments revêtent une importance particulière pour les écosystèmes marins qui présentent plusieurs spécificités par rapport au contexte terrestre:

- une dynamique et un caractère diffus qui requièrent des suivis à des échelles spatiales et temporelles plus larges que celui du projet. L'évaluation des impacts cumulatifs est notamment une étape clé dans les projets d'aménagement en mer ;
- une connectivité élevée qui rend difficile l'évaluation des gains des mesures compensatoires pour des interventions spécifiques à un site, en prenant en compte également le fait que les activités terrestres peuvent avoir un impact sur les écosystèmes côtiers (par ex. : matières en suspension, pollution des bassins versants) ;
- un manque de données qui complique l'estimation des impacts et des gains compensatoires (Mora *et al.*, 2008; Webb *et al.*, 2010). À titre d'exemple, seulement 15 % des espèces évaluées selon la liste rouge de l'UICN¹ sont des espèces marines (IUCN *Barometer for life*, 2019) ;
- des strates administratives et de gouvernances complexes qui entraînent de multiples régimes d'autorisation pour la mise en œuvre de projets d'aménagement. La surveillance et le contrôle des mesures compensatoires subissent donc directement cette complexité du régime d'autorisation.

Ces spécificités sont aujourd'hui vécues comme des limites dans un système compensatoire écologiquement imparfait et administrativement rugueux.

1. Union internationale pour la conservation de la nature.

Limites de la compensation au cas par cas en France

Au vu de la complexité de gestion des espaces côtiers et marins, multi-acteurs, multi-confluctuels (Cadoret, 2006) ajoutée aux particularités du domaine public maritime (DPM), inaliénable et imprescriptible, il apparaît évident qu'une simple transposition du système de compensation par l'offre, *via* les sites naturels de compensation (SNC), de la partie terrestre vers la partie marine, est impossible. Le législateur, sur ce point, n'a pourtant pas développé de recommandations spécifiques. En résulte qu'à l'heure actuelle, la totalité des mesures compensatoires réalisées sur les zones du domaine public maritime sont instruites à la demande, au cas par cas (figure 1), pour des résultats jusqu'à aujourd'hui peu satisfaisants.

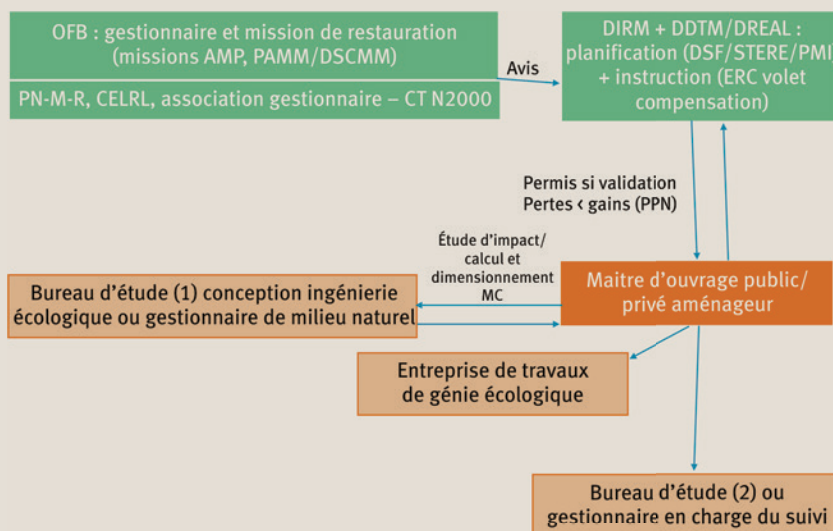
Dans une revue critique de plus de cinquante études d'impact environnemental portant sur des projets s'échelonnant entre 2003 à 2015, Jacob *et al.* (2016) corroborent les résultats mentionnés par Vaissière *et al.* (2014) et Kermagoret (2014) d'une situation déplorable pour la compensation écologique en mer. Tous ces auteurs relèvent de nombreux points d'achoppement obérant l'application de la séquence « Éviter, réduire, compenser » (ERC). En effet, le terme de « significativité » (le seuil déclenchant l'application de la compensation) ne bénéficie pas d'une définition claire et donc varie fortement selon l'élément subissant un impact. Ainsi, la compensation écologique ne compense majoritairement que

des impacts sur les espèces protégées ou sur des habitats ayant un rôle fonctionnel clé ou lorsque des habitats Natura 2000 sont à proximité. Les impacts sur les activités socio-économiques déclenchent plus facilement la compensation, le seuil de significativité étant plus faible que pour les impacts écologiques. Dans les évaluations environnementales analysées par Jacob *et al.* (2016), l'équivalence n'avait jamais été démontrée, car aucune des mesures compensatoires suggérées n'était accompagnée d'un dimensionnement selon une méthode biophysique (basée sur des indicateurs biologiques et physico-chimiques caractérisant le milieu) d'évaluation des pertes et des gains, adaptée aux écosystèmes marins (CGDD², 2021). En outre, seulement la moitié des mesures compensatoires incluait des mesures explicites de suivi, d'une durée moyenne de trois ans (avec un maximum de cinq ans). Cette durée est bien inférieure aux temps de récupération complets de nombreux écosystèmes côtiers et estuariens (Borja *et al.*, 2010).

Enfin, cette approche au cas par cas crée un « saupoudrage » de projets compensatoires sur le littoral, souvent de taille réduite, ce qui est un facteur dégradant la réussite écologique des projets de restauration (Hodgson *et al.*, 2011 ; Moreno-Mateos *et al.*, 2012) (figure 2).

2. Commissariat général au développement durable.

1 Acteurs et démarches de la mise en œuvre des mesures compensatoires en mer à la demande, au cas par cas, où le maître d'ouvrage missionne un bureau d'étude (1) pour réaliser les évaluations environnementales et le dimensionnement des mesures compensatoires (MC). Ces documents sont instruits par l'État au sein des DDTM et DREAL et pour les projets en mer avec appui de la Direction interrégionale de la mer (DIRM) et soumis pour avis à l'Office français de la biodiversité (OFB). Une fois les permis d'aménager obtenus le maître d'ouvrage missionnera une entreprise de travaux en génie écologique. Le suivi qui évaluera l'efficacité de la MC pourra être réalisé par un gestionnaire ou un bureau d'étude (2) via un accord contractuel rémunéré.



Abréviations :

AMP – Aire marine protégée ; CELRL – Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ; DCSMM – Directive cadre Stratégie pour le milieu marin ; DIRM – Direction interrégionale de la mer ; DDTM – Direction départementale des territoires et de la mer ; DSF – Document stratégique de façade ; DREAL – Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; ERC – Éviter, réduire, compenser ; MC – Mesure compensatoire ; N2000 – Natura 2000 ; OFB – Office français de la biodiversité ; PAMM – Plan d'action pour le milieu marin ; PMI – Planification maritime intégrée ; PN-M-R – Parc national, marin, régional ; PPN – Pas de perte nette ; STERE – Schéma territorial de restauration écologique.

2 Illustration du « saupoudrage » actuel de petits projets de compensation individuels, du fait de réalisation à la demande, sur les zones côtières.



L'étude de Gelot et Bigard (2021), confirme ce profond retard, puisque sur les 4 686 mesures compensatoires recensées par la base nationale GeoMCE³ (Géoréférencement des mesures compensatoires environnementales) pour quinze grands types de milieux naturels terrestres et aquatiques, le milieu marin représente le plus faible nombre de mesures. En effet, une seule est réellement géolocalisée en mer et son objectif est la restauration d'une vasière subtidale.

Aux confins du principe de prévention : pourquoi le système administratif français s'est-il retrouvé « débordé » par la question de la compensation ?

En France, en dehors de rares expérimentations de compensation mutualisée à terre, suivies et encadrées par les pouvoirs publics, l'instruction de la compensation n'exploite pas les possibilités offertes par la loi de 2016. On ne peut en blâmer ni les maîtres d'ouvrages ni les services instructeurs : ils parent au mieux, d'une part à la fragilité d'un système administratif dépouillé au fil des réformes de ses moyens humains, d'autre part à la difficulté de définir, dans les délais impératifs d'instruction, une trajectoire positive et globale pour la biodiversité sur des emprises maritimes et littorales où la légitimité de gérer et d'intervenir leur échappe entièrement.

Il ne faut pas nier enfin la difficulté concrète, administrative et juridique, de mettre en place des actions d'ingénierie écologique nécessitant souvent une gestion et une réglementation de la zone à compenser. Le domaine public naturel ou maritime est imprescriptible et inaliénable : la compensation en mer remet intrinsèquement en cause l'association de la mesure compensatoire à la propriété d'un bien, à la maîtrise des terrains comme condition préalable.

L'article L163-2 du Code de l'environnement ouvre la voie d'un « contrat de compensation » entre un maître d'ouvrage ou son opérateur délégué, et l'État, comme propriétaire du domaine public. Comment dissocier alors, rationnellement, cette obligation contractuelle entre deux parties de l'ensemble des acteurs et usagers de la mer et du littoral, désormais parties prenantes de la décision de gestion ou d'intervention sur leur environnement ? Mais si l'ensemble des acteurs ont, par la nature même du site, à s'exprimer, comment faire porter encore sur un seul maître d'ouvrage la responsabilité de la compensation ?

Les réflexions récentes l'illustrent. L'extension du port de Port-la-Nouvelle, propriété de la Région Occitanie, pourrait engendrer, en compensation des onze millions de mètres cube de sédiments marins extraits, la création d'une zone de protection forte sur habitats sableux, le financement, pendant une durée déterminée, de la gestion et de la surveillance du site serait porté par la collectivité régionale. Mais la Région est un acteur par nature de la gestion et de la concertation avec l'ensemble des acteurs de la mer : on imagine moins aisément des entreprises telles que Vinci ou Veolia déterminer un zonage en mer et en orchestrer la protection. La compensation en mer est donc appelée à dépasser largement la relation bilatérale entre le maître d'ouvrage et le service instructeur et à trouver une issue dans la mise sous gestion, intégrée, globale et transparente, d'un site.

Au regard des évolutions législatives récentes, l'objet même de la compensation impose sa mutation du constat statique perte *versus* dédommagement, vers un outil dynamique, avec des actions d'ingénierie et de gestion d'un site associant différents interlocuteurs. Au-delà de l'objet, la loi consacre désormais l'outil de compen-

3. <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/mesures-compensatoires-des-atteintes-a-la-biodiversite>

sation « par l'offre », c'est-à-dire par l'acquisition d'unités de compensation équivalente produite par un site naturel de compensation. Le développement, par le législateur, du principe d'actifs environnementaux « pesés » à l'aune des principes précités, équivalence écologique notamment et de leur imprécision intrinsèque génère de nombreux débats sur la réalité de l'encadrement de ces unités, l'objectivité et la caution scientifique d'un opérateur unique, la fiduciairisation de l'environnement comme droit à détruire. Pour bien d'autres auteurs et à la lumière d'un constat comparé entre l'exercice français et les expérimentations dans le monde, les sites naturels de compensation sont un risque à courir et pourraient s'avérer salvateurs s'ils sont encadrés avec la rigueur réglementaire, l'exigence scientifique et la transparence d'une gouvernance adaptée (Levrel *et al.*, 2017). Or la France possède justement des outils clés à mobiliser, étendre et valoriser.

Un accompagnement prospectif à la compensation par l'offre : retour d'expérience mondial et proposition d'une approche contextualisée

Au niveau mondial, les sites naturels de compensation marins ou banques de compensation en mer, en sont encore à leurs balbutiements, malgré un intérêt très tôt décelé dans la littérature scientifique (Etchart, 1995 ; Crooks et Ledoux, 2000). Des essais développés en Australie destinés à générer une banque de compensation sur la grande barrière de corail, financée par les dégradations issues du bassin versant ont été abandonnés. D'après Ian Mc Leod (James Cook University, Townsville, com. pers.), aucun réel contrôle réglementaire n'avait pu être mis en place notamment du fait d'un manque d'outils d'évaluation de l'équivalence entre les pertes (impacts négatifs) et les gains issus des projets de restauration potentiels. La faisabilité de banques de compensation en mer en Angleterre, étudiée par Crooks et Ledoux (2000), pointait comme difficulté majeure le pilotage de ces sites, par le gouvernement ou des organisations non gouvernementales ainsi que le faible engouement par les investisseurs privés du fait d'une compensation au cas par cas plus facile.

C'est en fait aux États-Unis que ce système a été le plus développé, les premières banques en mer y voyant le jour dès 1985 du fait des innovations réglementaires de la section 404 relatives à la séquence ERC du *Clean Water Act* (1972). En effet, dès 1988, Short, s'appuyant sur les travaux de Soileau *et al.* (1985), dressait le bilan des cinq premières banques de compensation marines, sur les treize en activité. Les conclusions pointaient alors l'intérêt des banques de réaliser les opérations de restauration en amont de tout impact, sécurisant l'apport d'actifs environnementaux bien réels, pour une équivalence entre pertes et gains.

Ces banques de compensation, essentiellement en Californie, Floride et Caroline du Sud, sont intéressantes car leur antériorité apporte une critique fondée sur des pratiques. Une analyse critique a d'ailleurs été réalisée dans le cadre de l'étude de deux banques de compensation en mer, dans l'État de Floride (Pioch, 2013). Il en ressort principalement que ce système était porté par des opé-

rateurs non privés (une organisation non gouvernementale et un organisme public de gestion du milieu naturel côtier), que leur mode de gestion était pluri-partenarial et que les crédits prévisionnels (unités compensatoires) avaient bien été atteints.

Enfin depuis quelques années, des *free player*, bureaux d'études ou organisations non gouvernementales proposant des solutions sur mesure, se développent. C'est ce que propose l'*International Marine Mitigation Banking* (IMMB™) qui se présente comme « *IMMB is leading the world by creating a grand mechanism that can rebuild our ocean's health on a global scale while holding to account the impacts made by man, both planned and unplanned* » (www.immb.us).

Site naturel de compensation contextualisé à la gouvernance maritime française

Quand on constate la difficulté d'évaluation des impacts, le très faible taux de mesures compensatoires effectives et la forte incertitude relative au succès des solutions de compensation proposées (Jacob, 2017), il apparaît pertinent de réfléchir à un système de mise en œuvre de la compensation mutualisée, intégrant au sein d'un cadre explicite les critères tels que l'équivalence, les règles d'échange, ainsi que les garanties juridiques et financières. Il n'y a pourtant pour l'instant aucun SNC en mer, en France. L'approche telle qu'elle est développée actuellement pour des SNC terrestres serait-elle donc inadaptée à l'environnement institutionnel et culturel maritime si spécifique ?

C'est pour tenter de répondre à cette hypothèse que nous avons défini une approche hybride aux pratiques terrestres, mixant opérateurs publics et privés, issue du retour critique des expériences mondiales sur la gestion et l'efficacité de banques de compensation en mer. Nous illustrons notre propos par des schémas explicatifs, décrivant étape par étape le processus le mieux adapté au contexte maritime français (figure 3).

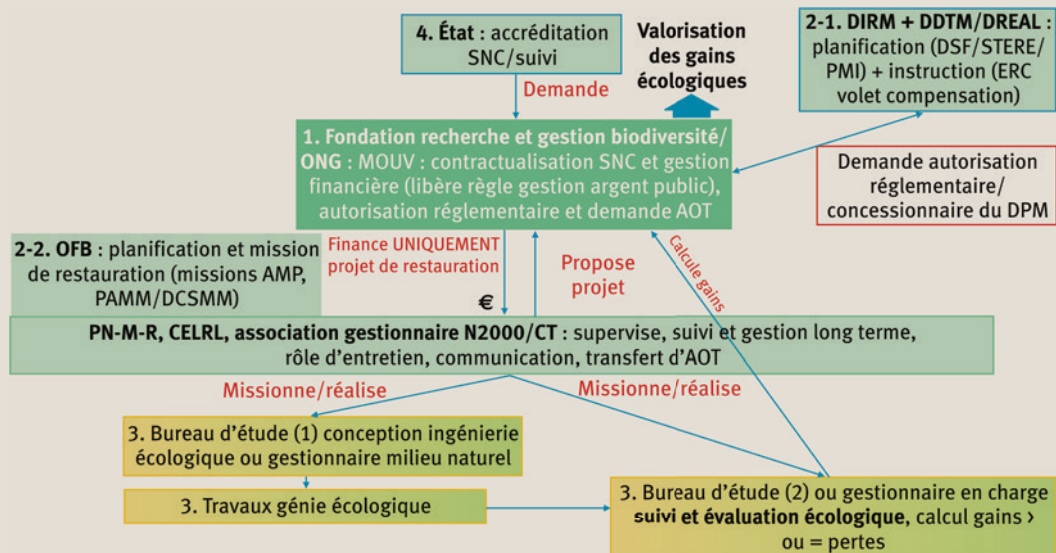
La figure 3 présente schématiquement les étapes de la constitution de SNC en mer.

Étape 1 correspond à la création d'une fondation indépendante, « Fondation pour la recherche et la gestion de la biodiversité » qui serait maître d'ouvrage des projets de SNC.

Étape 2-1 – Cette fondation, à but non lucratif, reçoit les demandes d'autorisation pour les ouvrages, projets et travaux sur le domaine public maritime (DPM) ainsi que les dossiers réglementaires obligatoires (loi sur l'eau, études d'incidences Natura 2000, dérogations espèces protégées). Elle prépare l'acte d'instruction et consolide les dossiers en dialogue direct avec le maître d'ouvrage. Elle dimensionne des mesures compensatoires adéquates, en appliquant d'une part les méthodologies précitées, en pré-ciblant d'autre part des actions identifiées et actées dans les programmes d'actions des organismes et gestionnaires des espaces maritimes qu'elle pourrait accompagner, au titre de ces mesures compensatoires. Elle transmet ensuite cette analyse et cette planification, pour accord et ratification, aux services instructeurs de l'État.

Étape 2-2 – En tant que maître d'ouvrage de projets de SNC, la fondation finance des projets de restauration écologique en cohérence avec les programmes des ges-

③ Schéma organisationnel d'un site naturel de compensation (SNC) adapté au système français (acteurs, liens et circuit réglementaire), les séquences de son développement et les étapes de la constitution d'unités compensatoires (UC) sont numérotées de 1 à 4, les flèches indiquent les relations et actions entre ces étapes.



Abréviations :

AOT – Autorisation d'ouvrage temporaire ; AMP – Aire marine protégée ; CELRL – Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ; CT – Collectivité territoriale – DCSMM : Directive cadre stratégique pour le milieu marin ; DIRM – Direction interrégionale de la mer ; DDTM – Direction départementale des territoires et de la mer ; DPM – Domaine public maritime ; DSF – Document stratégique de façade ; DREAL – Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; ERC – Éviter, réduire, compenser ; MOUV – Maître d'ouvrage ; N2000 – Natura 2000 ; OFB – Office français de la biodiversité ; PAMM – Plan d'action pour le milieu marin ; ONG – Organisation non gouvernementale ; PMI – Planification maritime intégrée ; PN-M-R – Parc national, marin, régional ; STERE – Schéma territorial de restauration écologique ; SNC – Site naturel de compensation.

tionnaires en charge de l'environnement marin (parcs naturels marins, parcs nationaux, conservatoire des espaces littoraux, des rivages et lacustres, syndicats ou gestionnaires d'aires marines protégées...). Elle participe, sans additionnalité (non substitution à des financements prévus), au financement des missions nouvelles demandées à ces gestionnaires : inventaires pour états initiaux, études de définition de programmes de restauration écologique, projets de restauration passive (éducation, mise en œuvre de réglementation...).

Étape 3 – Une fois ces programmes validés par les gestionnaires, elle gère les appels d'offres de sélection de bureaux d'études ou finance les projets de restauration proposés par les gestionnaires.

Étape 4 – De manière indépendante avec les structures qui ont réalisé les programmes de restauration écologique, un bureau d'études ou le gestionnaire, s'il en a la capacité, calcule les gains générés par exemple avec une méthode préconisée par le ministère de la Transition écologique (e.g. méthodes MERCI-Cor⁴, CGDD, 2021). Une fois les gains dégagés, ils sont mis sur le marché vers des aménageurs, maîtres d'ouvrages publics ou privés, après contrôle par les pouvoirs publics compétents et l'État en charge des SNC (figure ④).

Le problème de l'avance de trésorerie pour démarrer des travaux d'ingénierie écologique et générer des actifs environnementaux (créer des unités compensatoires), pourrait être dépassé par le financement de projets de restauration « éligibles » auprès des guichets actuels comme les agences de l'eau (au titre des missions liées à l'application de la DCE/DCSMM⁵) ou les collectivités territoriales, au titre de leurs missions sur les zones côtières (loi GEMAPI⁶) ou des objectifs des plans et programmes dédiés (figure ④).

Notons ici que le mécanisme de compensation par l'offre (SNC) ne dédouane pas le maître d'ouvrage de sa responsabilité : cette reconnaissance d'un statut « d'opérateur de biodiversité », accordée à la naissance des « unités de compensation » au sein des SNC crée un marché particulier car il traite d'un patrimoine commun, l'environnement, qu'il est logique d'encadrer et de réguler. D'autres opérateurs privés, tels que la CDC Biodiversité⁷, pourraient également répondre à ces enjeux : la création d'une entité juridique à but non lucratif, reconnue d'utilité publique, offrirait toutefois les garanties d'une personne morale et les objectifs d'amélioration du patrimoine commun environnemental pour le bien public, à un horizon de temps long si elle est adossée à la CDC, par exemple.

4. Méthode pour éviter, réduire et compenser les impacts en zones coralliennes.

5. DCE – Directive cadre sur l'eau ; DCSMM – Directive cadre stratégique pour le milieu marin.

6. Gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations.

7. Filiale de la Caisse des dépôts et consignations (CDC) entièrement dédiée à l'action en faveur de la biodiversité et à sa gestion pérenne.

Améliorer les gains de la compensation écologique en mer : la notion clé de la taille critique

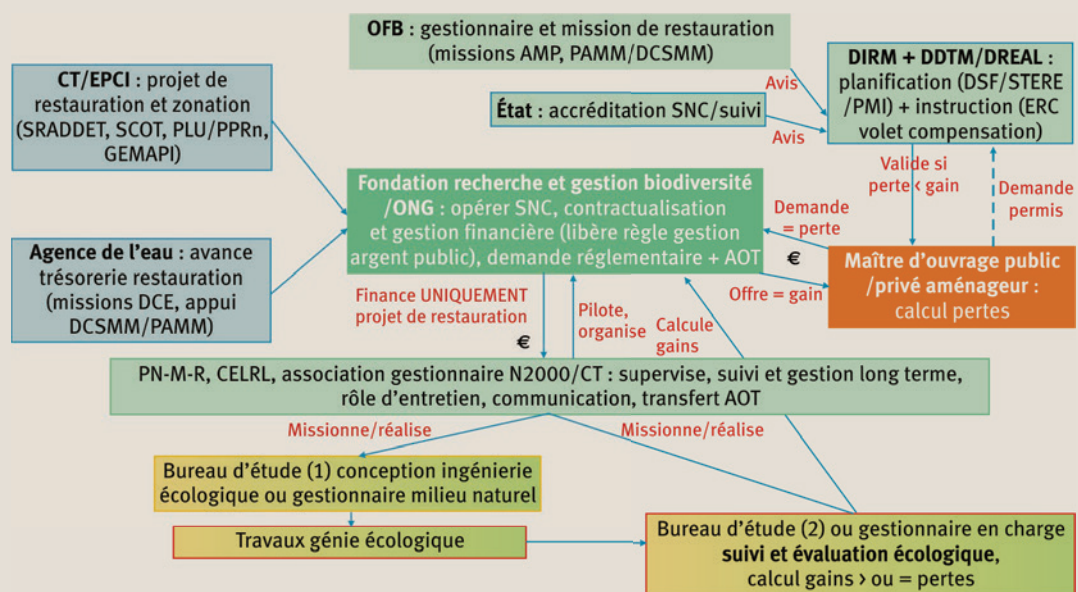
Cette approche permettrait de concentrer plusieurs projets compensatoires en un seul grand programme, pluriannuel, avec des moyens de gestion de suivi et contrôle importants, sur de plus grandes surfaces, ce qui améliorerait les succès de la restauration en milieu aquatique (Moreno-Mateos *et al.*, 2012). Le risque et l'incertitude écologique sont inversement proportionnels à la taille des projets de restauration comme le démontrent Lindmayer *et al.* (2017). Une approche planifiée à l'échelle des unités paysagères spatiales semblerait plus efficace pour atteindre des objectifs de compensation par équivalence, notamment en regroupant plusieurs programmes à la demande (Bigard *et al.*, 2020) (figure 5).

Ce système assurerait un meilleur respect des principes de compensation et une meilleure articulation de la compensation avec l'ensemble des outils issus de la politique maritime intégrée. Si elles ont pris un nouvel essor en France ces dernières années, les politiques publiques maritimes intégrées ont en même temps créé de nouvelles et nombreuses obligations pour l'État français en termes de suivi des milieux et de restauration d'un bon état écologique. Ainsi, en Méditerranée seulement, l'État

s'est engagé sur l'atteinte de cent-dix objectifs environnementaux comme socio-économiques, grâce autant à des actions réglementaires qu'à des actions d'ingénierie ou de planification stratégique, à l'image des schémas territoriaux de restauration écologique (STERE), des zones de protection forte (ZPF), des zones de conservation halieutique (ZCH), etc. Autant d'outils que les sites naturels de compensation pourraient investir ; autant d'objectifs et d'indicateurs pour l'atteinte et le suivi desquels l'implication, financière ou technique, des maîtres d'ouvrages serait profitable.

Enfin, les SNC peuvent assurer un meilleur respect des principes de compensation. En matière d'équivalence, une ou des méthodologies biophysiques d'évaluation des besoins compensatoires standardisée(s) pourraient être exigée(s) plus facilement par les services instructeurs, facilitant l'appropriation plus rapide par les acteurs. En ce qui concerne l'additionnalité écologique, l'application de projets de restauration de plus grande ampleur réduirait les incertitudes liées à l'utilisation des techniques de restauration, et favoriserait l'amélioration des pratiques. En termes de durabilité, la diminution des coûts de transaction et du nombre d'interlocuteurs faciliterait enfin le contrôle et le suivi des mesures compensatoires.

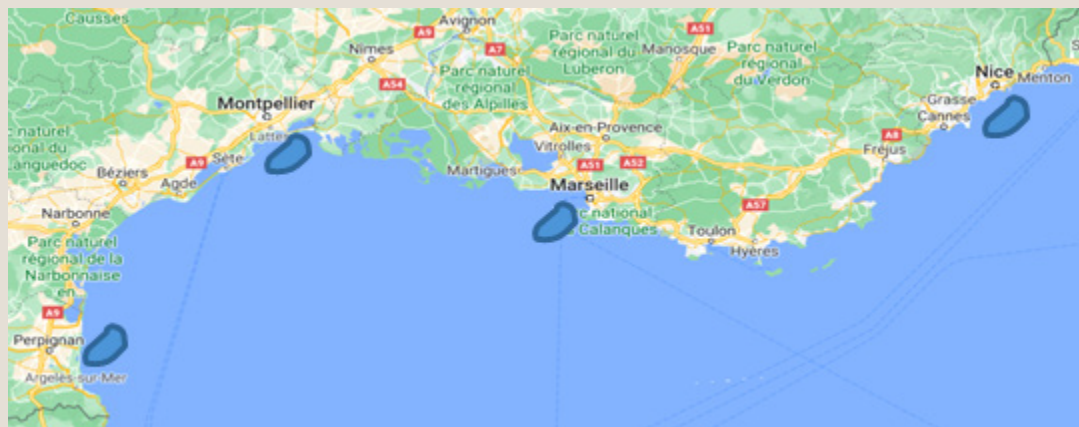
4 Schéma introduisant la possibilité d'avance de trésorerie par des institutions compétentes et responsables du bon état écologique des milieux aquatiques (deux encadrés bleus à gauche) pour engager les opérations de génie écologique, pilotées par les gestionnaires et réalisées par les bureaux d'étude ou les gestionnaires (quatre encadrés du bas du schéma), permettant la mise sur le marché des unités compensatoires (UC) générées pour des maîtres d'ouvrages aménageurs débiteurs (encadré orange à droite), une fois leur valeur validée par les autorités environnementales (trois encadrés verts en haut). Les flèches commentées facilitent la compréhension des actions reliant les acteurs.



Abréviations

AMP – Aire marine protégée ; AOT – Autorisation d'ouvrage temporaire ; CELRL – Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres ; CT – Collectivité territoriale ; DCE – Directive cadre sur l'eau ; DCSMM – Directive cadre stratégie pour le milieu marin ; DIRM – Direction interrégionale de la mer ; DDTM – Direction départementale des territoires et de la mer ; DSF – Document stratégique de façade ; DREAL – Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; EPCI – Établissement public de coopération intercommunale ; ERC – Éviter, réduire, compenser ; GEMAPI : Gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations ; N2000 – Natura 2000 ; OFB – Office français de la biodiversité ; PAMM – Plan d'action pour le milieu marin ; ONG – Organisation non gouvernementale ; PLU – Plan local d'urbanisme ; PMI – Planification maritime intégrée ; PN-M-R – Parc national, marin, régional ; PPRN – Plan de prévention des risques naturels ; SCOT – Schéma de cohérence territoriale ; SRADET – Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires ; STERE – Schéma territorial de restauration écologique ; SNC – Site naturel de compensation

- 5 Schéma illustratif du passage à une compensation par l'offre regroupant sur une grande superficie, différentes opérations de restauration écologique adaptées aux unités paysagères écologiques spatiales marines, planifiées et coordonnées.



Conclusion

Ainsi, la nécessité d'innover en termes d'outils pour répondre à une gestion intégrée et aux fortes exigences de planification en mer viendrait logiquement nuancer le système au « cas par cas » dont les nombreuses limites sont désormais avérées. Il nous semble que les spécificités du milieu marin donnent un éclairage positif sur les capacités du système et la mobilisation d'acteurs, pour expérimenter et mettre en place des SNC, vers une compensation plus exigeante et efficace. Bordés par une gouvernance dédiée, les SNC maritimes pourraient être expérimentés, à condition de définir les lignes de cette gouvernance, ceux qui en portent la responsabilité, ceux qui en dimensionnent l'opérationnalité, ceux qui en assurent le contrôle. Pour cela, l'organisation hybride public/privé esquissée dans cet article, nous semblerait pertinente et en phase avec des exigences réglementaires légitimes et le contexte socio-organisationnel particulier aux milieux maritimes français.

Toutefois, nous relevons certaines incertitudes à la pleine application des SNC en mer qu'il convient d'aborder :

- la non-substitution des obligations environnementales, qui restent sous la responsabilité du maître d'ouvrage et non de l'opérateur des SNC ;
- un dispositif de validation lourd administrativement impliquant plusieurs niveaux décisionnels au sein de l'État ;
- un territoire multi-acteurs qui génère une approche systémique, mais aussi plus de difficultés pour aboutir à un compromis ;

- enfin la création d'une forme de dépendance à la consommation d'espace pour financer la restauration et la gestion des milieux naturels (acceptabilité des aménagements nécessaire à la conservation des milieux).

Il nous reste pour conclure à souligner l'inacceptable gestion de la compensation écologique en mer, en France, jusqu'à aujourd'hui. Gageons que ce constat saura motiver le développement d'innovations esquissées ici, pour enfin réajuster le rapport entre aménagement et environnement, afin d'éviter le cruel avenir que nous faisons peser par nos choix actuels à l'Humanité de demain. ■

Les auteurs

Sylvain PIOCH

UR LAGAM, Université Paul Valéry,
Site de St Charles, Route de Mende,
F-34199 Montpellier, France.

✉ Sylvain.pioch@univ-montp3.fr

Céline JACOB

Vertigo Lab,
87 Quai des Queyries, F-33100 Bordeaux, France.

✉ celine.jacob@vertigolab.eu

Maria RUYSSSEN

Ifremer,
87 avenue Jean Monnet, F-34200 Sète, France.

✉ maria.ruysen@ifremer.fr

EN SAVOIR PLUS ...

- BIGARD, C., THIRIET, P., PIOCH, S., THOMPSON, J.D., 2020, Strategic landscape-scale planning to improve mitigation hierarchy implementation: An empirical case study in Mediterranean France, *Land Use Policy*, vol. 90, 104286, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02448992>
- BORJA, Á., DAUER, D.M., ELLIOTT, M., SIMENSTAD, C.A., 2010, Medium-and long-term recovery of estuarine and coastal ecosystems: patterns, rates and restoration effectiveness, *Estuaries Coasts*, 33, p. 1249-1260, <https://doi.org/10.1007/s12237-010-9347-5>
- BUGNOT, A.B., MAYER-PINTO, M., AIROLDI, L., HEERY, E.C., JOHNSTON, E.L., CRITCHLEY, L.P., ... & DAFFORN, K.A., 2021, Current and projected global extent of marine built structures, *Nature Sustainability*, 4(1), p. 33-41, <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00595-1>
- CGDD, 2021, *Approche standardisée du dimensionnement de la compensation écologique*, 149 p., <https://www.cerema.fr/fr/actualites/eviter-reduire-compenser-guide-mettre-oeuvre-approche>
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387(6630), p. 253-260, <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- CROOKS, S., LEDOUX, L., 2000, Mitigation banking: potential applications in the UK, *Environmental & Waste Management*, 3(4), p. 215-222.
- CROSSLAND, C.J., KREMER, H.H., LINDEBOOM, H., CROSSLAND, J.I.M., LE TISSIER, M.D. (Eds.), 2005, *Coastal fluxes in the Anthropocene: the land-ocean interactions in the coastal zone project of the International Geosphere-Biosphere Programme*, Springer Science & Business Media.
- ETCHART, G., 1995, Mitigation banks: A strategy for sustainable development, *Coastal Management*, 23(3), p. 223-237, <https://doi.org/10.1080/08920759509362267>
- GÉLOT, S., BIGARD, C., 2021, Challenges to developing mitigation hierarchy policy: findings from a nationwide database analysis in France, *Biological Conservation*, vol. 263, 109343, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109343>
- HODGSON J.A., MOILANEN A., WINTLE B.A., THOMAS C.D., 2011, Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation, *J. Appl. Ecol.*, 48, p. 148-152, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01919.x>
- HUB, G.I., 2019, Forecasting infrastructure investment needs and gaps, *Global Infrastructure Outlook*, 2, <https://outlook.gihub.org/>
- IPBES-RID, 2019, *Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services – Summary for the policymakers*, Secretariat of the IPBES, UNEP, Unesco, FAO & UNPD, Bonn, Germany.
- JACOB, C., PIOCH, S., THORIN, S., 2016, The effectiveness of the mitigation hierarchy in environmental impact studies on marine ecosystems: A case study in France, *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 60, p. 83-98, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.04.001>
- JACOB, C., 2017, *Approche géographique de la compensation écologique en milieu marin: analyse de l'émergence d'un système de gouvernance environnementale*, Thèse de doctorat de géographie, Université Paul Valéry-Montpellier III, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01553076>
- JACOB, C., BUFFARD, A., PIOCH, S., THORIN, S., 2018, Marine ecosystem restoration and biodiversity offset, *Ecological Engineering*, vol. 120, p. 585-594, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.09.007>
- JACOB, C., VAN BOCHOVE, J. W., LIVINGSTONE, S., WHITE, T., PILGRIM, J., BENNUN, L., 2020, Marine biodiversity offsets: Pragmatic approaches toward better conservation outcomes, *Conservation Letters*, 13(3), e12711, <https://doi.org/10.1111/conl.12711>
- KERMAGORET, C., 2014, *La compensation des impacts sociaux et écologiques pour les projets d'aménagement : acceptation, perceptions et préférences des acteurs du territoire. Application au projet de parc éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc*, Doctoral dissertation, Brest.
- LA FABRIQUE ECOLOGIQUE, 2020, *Érosion du littoral la nécessité de ressouder le duo État-Collectivité*, <https://www.lafabriqueeologique.fr/app/uploads/2020/05/Erosion-du-littoral-la-nécessité-de-ressouder-le-duo-Etat-collectivité.pdf>
- LEVREL, H., HAY, J., FRASCARIA-LACOSTE, N., MARTIN, G., PIOCH, S., 2015, *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement: analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*, Quae, Paris, 320 p.
- LEVREL, H., SCEMAMA, P., VAISSIÈRE, A.-C., 2017, Should we be wary of mitigation banking? Evidence regarding the risks associated with this wetland offset arrangement in Florida, *Ecological Economics*, vol. 135, p. 136-149, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.025>
- LINDENMAYER, D. B., CRANE, M., EVANS, M. C., MARON, M., GIBBONS, P., BEKESSY, S., BLANCHARD, W., 2017, The anatomy of a failed offset, *Biological Conservation*, vol. 210, p. 286-292, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.04.022>
- MEDDE, 2014, *État des lieux « mer et littoral »*, Rapport final, http://webissimo.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_-_Etat_des_lieux_mer_et_littoral_cle76f2cb.pdf
- MORA, C., TITTENSOR, D.P., MYERS, R.A., 2008, The completeness of taxonomic inventories for describing the global diversity and distribution of marine fishes, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 275, n° 1631, p. 149-155, <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.1315>
- MORENO-MATEOS, D., POWER, M.E., COMÍN, F.A., YOCKTENG, R., 2012, Structural and functional loss in restored wetland ecosystems, *PLoS biology*, 10(1), e1001247, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001247>
- PIOCH, S., 2013, « Mitigation banking » : système de la compensation biophysique des impacts aquatiques, Documentation Ifreco, 87 p., <http://ifreco-doc.fr/items/show/1559>
- SETO, K.C., GÜNERALP, B., HUTYRA, L.R., 2012, Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), p. 16083-16088, <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- SHORT, C., 1988, *Mitigation banking*, US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Research and Development, Biological Report, 88(41), 114 p., <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA322932.pdf>
- SOILEAU, D.M., BROWN, J.D., FRUGE, D.W., 1985, Mitigation banking: a mechanism for compensating unavoidable fish and wildlife habitat losses, *Trans. N. Am. Wildl. Natur. Resour. Conf.*, 50, p. 465-474.
- TEEB, 2009, *The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB) report for policy-makers*, <http://teebweb.org/>
- VAISSIÈRE, A.-C., LEVREL, H., PIOCH, S., CARLIER, A., 2014, Biodiversity offsets for offshore wind farm projects: the current situation in Europe, *Marine Policy*, 48, p. 172-183, <https://archimer.ifremer.fr/doc/00187/29834/28312.pdf>
- WEBB, T.J., BERGHE, E.V., O'DOR, R., 2010, Biodiversity's big wet secret: The global distribution of marine biological records reveals chronic under-exploration of the deep pelagic ocean, *PLoS ONE*, 5(8), e10223, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010223>

Planification de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » à l'échelle du paysage : quel apport de la modélisation des réseaux écologiques à la mise en œuvre des sites naturels de compensation ?

Plusieurs équipes de chercheurs ont développé ces dernières années des cadres méthodologiques et des outils de modélisation spécifiques permettant de prendre en compte la dimension dynamique de la biodiversité dans les évaluations environnementales. Aujourd'hui, ces approches en développement sont encore peu utilisées en France. Cependant, comme l'illustrent les auteurs de cet article, de récents travaux ont montré leur intérêt et leur pertinence à toutes les phases des projets, des réflexions préliminaires à la conception, tant à l'échelle des opérations qu'à celle de la planification territoriale.

La prise en compte des réseaux écologiques dans la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » : une dimension négligée dans les pratiques actuelles

Alors qu'elle doit s'appliquer à tout projet, plan ou programme susceptible d'occasionner des dommages à l'environnement, la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) est encore aujourd'hui principalement focalisée à l'échelle des projets. L'ensemble des observateurs scientifiques s'accordent sur l'intérêt de mieux l'intégrer à l'échelle de la planification territoriale pour améliorer son efficacité et ainsi contribuer à l'atteinte des objectifs de non-perte nette de biodiversité. La prise en compte des réseaux écologiques à différentes échelles spatiales apparaît notamment comme un levier majeur pour une meilleure évaluation de la biodiversité. Un réseau écologique est formé d'un ensemble d'habitats naturels connectés par des flux d'espèces, d'individus et de gènes dans une matrice paysagère. L'évaluation de la connectivité écologique permet d'estimer la fonctionnalité des réseaux écologiques et d'inférer sur la viabilité des métapopulations des différentes espèces. Face à la complexité scientifique et technique du sujet, à l'insuffisance des connaissances et des moyens mis en œuvre,

l'évaluation environnementale laisse peu de place à la prise en compte des réseaux écologiques. Dans les pratiques actuelles, aucune méthode n'est partagée ou maîtrisée par l'ensemble des acteurs (maîtres d'ouvrage, bureaux d'études, services de l'État, etc.) pour intégrer ces considérations.

Les travaux de recherche ont développé ces dernières années des cadres méthodologiques et des outils de modélisation spécifiques au fonctionnement des réseaux écologiques. Aujourd'hui, ces approches sont encore peu utilisées en France dans le cadre opérationnel (voir cependant Tarabon *et al.*, 2020). C'est pourtant bien dans le processus d'évaluation environnementale que le fonctionnement des réseaux écologiques doit être finement analysé, afin d'estimer l'ensemble des incidences des projets, plans et programmes sur la connectivité, d'en qualifier la significativité et de proposer des mesures qui permettent d'assurer une neutralité écologique des opérations.

Pourtant, les outils de modélisation numérique apparaissent comme une solution accessible, à coût raisonnable et intéressante pour analyser la connectivité écologique. Leur usage est pertinent à toutes les phases des projets (des réflexions préliminaires à l'exploitation puis

la remise en état) et à tous les niveaux, tant à l'échelle des opérations que de la planification territoriale. Dans le cas des études d'impacts par exemple, les approches de modélisation du fonctionnement des réseaux écologiques peuvent être intégrées aux processus décisionnels dès les premières étapes de la séquence ERC (Bergès *et al.*, 2019). Dans le cadre des politiques d'aménagement des territoires, ces outils permettent de faciliter l'identification des secteurs à enjeux à éviter en priorité, de délimiter les secteurs les plus importants à préserver dans les documents de planification locaux et d'organiser la compensation de manière à renforcer les réseaux écologiques (Calvet *et al.*, 2020). L'usage de la modélisation offre la possibilité de questionner à toutes les étapes les évolutions possibles au travers de scénarios exploratoires dépendant des objectifs recherchés (évaluation des impacts d'un projet et de ses alternatives, évaluation des gains de restauration d'habitats ou de continuités écologiques, etc.). L'approche prospective permet en outre de tester le succès escompté des mesures proposées en compensation et ainsi de contribuer à l'obligation de résultat inscrite dans la loi.

Depuis 2016, la compensation peut désormais être mise en œuvre de manière anticipée dans des sites naturels de compensation (SNC). Ces sites permettent notamment des mesures de grande ampleur, réalisées sur des espaces de grande superficie et mises sur le marché au sein d'une aire de service définie par l'opérateur gestionnaire du SNC. À cet égard, les approches de modélisation des réseaux écologiques présentent un intérêt particulier pour évaluer les gains de connectivité qui pourront être générés par le SNC au sein du territoire dans lequel il s'inscrit.

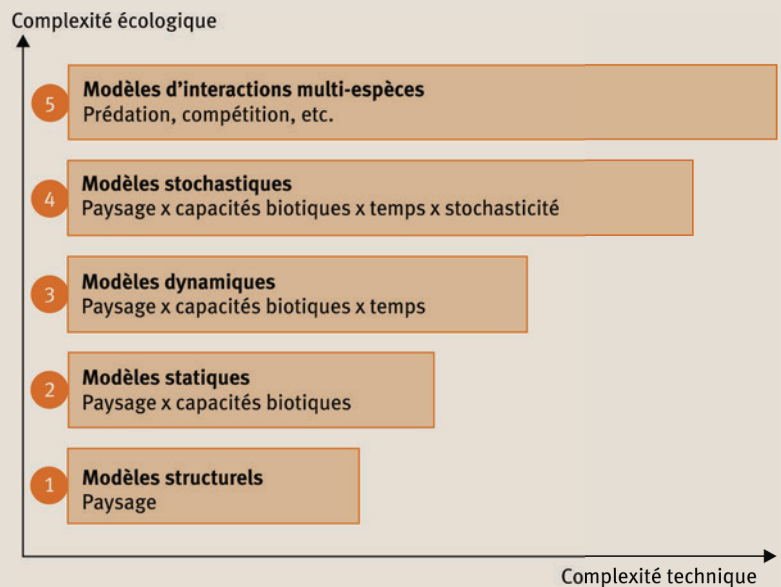
La modélisation des réseaux écologiques : un compromis entre réalisme et faisabilité

Utilisée dans un cadre diagnostique et/ou prospectif, la modélisation permet de prédire sous certaines conditions la réponse d'un réseau écologique à une ou plusieurs modification(s) d'occupation ou d'usage des sols. L'objectif est de caractériser les impacts, tant positifs que négatifs, en comparant différents indicateurs de l'état de fonctionnement du réseau. La modélisation permet alors d'identifier spatialement les parcelles qui contribuent à la connectivité du territoire et de mettre en œuvre des mesures spécifiques pour éviter, réduire et compenser les incidences d'aménagements l'affectant.

À l'heure actuelle, les principales méthodes pour modéliser les réseaux écologiques dérivent de la théorie des graphes appliquée à l'écologie du paysage. Dans leur article fondateur de 2001, Urban et Keitt¹ proposent une représentation du graphe de fonctionnement d'une métapopulation spatialement explicite. Les populations ainsi représentées par les nœuds d'un graphe et les échanges entre ces populations par les arêtes (liens) sont désormais étudiés au regard de leurs positionnements relatifs et interactifs dans la matrice paysagère. La théorie des graphes apporte un cadre d'analyse et permet de mesurer

des indicateurs propres au réseau. Les graphes paysagers ont été un catalyseur des travaux sur la connectivité écologique dans la mesure où ils ont ouvert de nouvelles perspectives pour comprendre notamment les conditions de préservation des mouvements entre tâches d'habitats. Les éléments constituant le graphe peuvent être définis selon différentes approches ou modèles. Les modèles se distinguent par la complexité des processus écologiques considérés, les hypothèses de modélisation et les données nécessaires (figure 1). La confrontation des résultats avec des données terrains telles que les points d'inventaires, les suivis télémétriques et les prélèvements génétiques permet d'améliorer la fiabilité des modèles. De fait, l'utilisateur se retrouve généralement dans le besoin de faire un compromis entre le réalisme de son modèle et les compétences et ressources qu'il pourra allouer à l'acquisition des données pour le construire.

1 Évolution de la complexité technique (acquisition de données, nombre de paramètres, volumes de données, temps de calculs, etc.) en fonction de la complexité écologique des processus modélisés.



À chaque niveau de complexité écologique (de 1 à 5), les modèles intègrent les paramètres des échelons inférieurs. La plage potentielle de complexité technique augmente avec la complexité écologique. Les caractéristiques de chaque niveau sont les suivantes :

1. Les modèles structurels s'appuient exclusivement sur la configuration paysagère pour estimer la connectivité. Les indices portent par exemple sur la surface des habitats, leurs formes, leurs qualités et les distances qui les séparent.
2. Les modèles statiques associent aux éléments du paysage une valeur représentant les capacités d'interaction biotique des espèces. Ils permettent d'étudier la mobilité (dispersions ponctuelles, migration saisonnières, déplacements quotidiens) à partir d'indication de capacité de charge des milieux et de dispersion des espèces.
3. Les modèles dynamiques intègrent en plus une ou plusieurs composantes temporelles tenant compte de l'évolution au cours du temps des paysages et/ou des populations. Ces modèles permettent, par exemple, d'étudier conjointement la mobilité des espèces et les effets de la modification des milieux (changements climatiques périodiques, réchauffement climatique, aménagement du territoire).
4. Les modèles stochastiques intègrent une part d'aléatoire dans les processus écologiques estimés. La stochasticité peut intervenir dans la reproduction, la survie, certains déplacements et également sur le paysage avec des événements climatiques extrêmes.
5. Les modèles d'interactions interspécifiques intègrent explicitement plusieurs espèces co-dépendantes (prédation, compétition, etc.). Ces modèles sont encore très peu développés, les approches multi-espèces actuelles consistant à modéliser séparément chaque espèce et à compiler *a posteriori* les résultats.

1. URBAN, D., KEITT, T., 2001, Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective, *Ecology*, vol. 82, n° 5, p. 1205-1218, <https://doi.org/10.2307/2679983>

1 Mesure compensatoire « à la demande » visant à recréer un boisement alluvial, mise en place dans le cadre de l'aménagement de la RD45 et du pont sur l'Isère, à Tullins.



© S. Tarabon - Ubiquiste

Les principes de base du fonctionnement des outils de modélisation

La simulation numérique des réseaux écologiques nécessite plusieurs étapes incontournables :

- choix des espèces (espèces à forts enjeux, indicatrices ou parapluies) ou des guildes d'espèces cibles en fonction des enjeux locaux (Albert et Chaurand, 2018) en s'assurant que les espèces soient suffisamment nombreuses et complémentaires du point de vue de la niche écologique (liées aux milieux boisés, ouverts, culturels, aquatiques, etc.), capacités de dispersion (faible à grande), modes de dispersion (marcheuse, volante, nageuse, etc.) et traits d'histoire de vie (type de reproduction, stratégie de dispersion, etc.) ;
- construction d'une carte permettant de définir les besoins en habitats des espèces, qui peut se baser sur une carte d'occupation du sol, dont la résolution spatiale dépend des données disponibles pour la construire, des espèces mobilisées et des objectifs visés (Thierry *et al.*, 2020) ;
- paramétrage des modèles sur la base des connaissances disponibles sur les espèces (bibliographie scientifique, avis d'experts, données de terrains) ;
- analyse et interprétation des résultats en prenant en compte les incertitudes liées à la qualité des données d'entrée et aux hypothèses de modélisation.

Les expertises conduites sur le terrain ne sont généralement pas suffisantes pour appréhender les processus impliqués à moyenne ou large échelle dans des situations complexes. En effet, les prospections sont généralement restreintes aux périmètres des opérations d'aménagement et à leurs abords. Cette limitation peut être de nature économique, mais également technique. On comprend alors que l'usage de la modélisation prend tout son intérêt lorsque des inventaires naturalistes importants ne sont pas possibles à large échelle. L'approche par modélisation des réseaux écologiques permet de mieux appréhender les fonctionnalités écologiques des écosystèmes et est complémentaire des dires d'experts, qui restent

essentiels tout au long des différentes étapes de mise en œuvre de la modélisation (définition des espèces cibles, validation du paramétrage des modèles en fonction des capacités de dispersion déterminées *a priori*, validation/discussion des résultats des modélisations, etc.).

La simulation numérique, une opportunité pour tendre vers l'absence de perte nette de connectivité

Dans la mesure où les changements d'usage des sols sont un facteur prépondérant de l'érosion de la biodiversité, la mise en œuvre de stratégies de conservation de la biodiversité conjointement aux projets d'aménagement est essentielle pour atteindre l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Restaurer ou renforcer les réseaux écologiques à l'aide de mesures compensatoires permet d'améliorer la connectivité générale des habitats et donc le flux d'espèces et de gènes dans des matrices paysagères favorables. Certaines études ont montré que l'amélioration des continuités écologiques pouvait ainsi compenser à court terme la perte d'habitats et maintenir les populations dans un bon état de conservation². En effet, le renforcement des réseaux écologiques permet de lutter contre l'isolement des populations induit par la fragmentation des espaces naturels.

Les mesures compensatoires suivent très majoritairement, dans les pratiques actuelles, une modalité dite « à la demande », c'est-à-dire qu'elles sont réalisées au cas par cas pour chaque projet (photo 1). Largement commentés par les observateurs nationaux depuis de nombreuses années, ces usages se heurtent à la considération trop tardive des incidences environnementales des projets, ce qui explique en partie le recours quasi

2. HERSPERGER, A.M., LANGHAMER, D., DALANG, T., 2012, Inventorying human-made objects: A step towards better understanding land use for multifunctional planning in a periurban Swiss landscape, *Landscape and urban planning*, vol. 105, Issue 3, 307-314, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.008>

exclusif à l'expertise pour apprécier les fonctionnalités écologiques des sites évalués. Les SNC correspondent à une modalité de mise en œuvre d'une compensation anticipée à une plus large échelle et peuvent être de bons candidats pour opérer un changement de pratiques, en lien avec la planification de la séquence ERC. Les outils de modélisation peuvent permettre d'améliorer les diagnostics écologiques d'un territoire et opérer un travail prospectif permettant de mieux construire ces stratégies de SNC.

Établir les sites naturels de compensation pour renforcer les réseaux écologiques : vers une amélioration des pratiques de compensation

En théorie, la mise en place d'un SNC doit être planifiée à l'échelle d'un territoire écologiquement cohérent (tenant compte des processus écologiques et non des limites administratives) au sein duquel les unités de compensation seront proposées à la vente. Il s'agit de son « aire de service », qui devrait donc être définie suivant les bénéfices potentiels qu'apportent les gains écologiques aux espèces, habitats et fonctions qui s'y expriment. Cette notion d'aire de service contribue à la reconnaissance d'un principe de proximité fonctionnelle, plutôt que géographique, pour la localisation des mesures compensatoires.

Les opérateurs doivent donc, préalablement à toute opération, caractériser les composantes écologiques du site qu'ils souhaitent faire agréer et identifier sa contribution aux réseaux écologiques du territoire pour estimer les gains de connectivité qu'ils pourraient obtenir. Les modèles dynamiques (figure 1) contribuent à l'identification et la compréhension des réseaux écologiques et à l'évaluation de l'apport d'un projet de SNC à la connectivité globale, au sein de son aire de service.

Sur la base des données d'occupation du sol, des habitats naturels, et des éventuelles connaissances sur les populations d'espèces d'intérêt, les modèles peuvent estimer comment les actions écologiques potentielles bénéficieront au fonctionnement des réseaux écologiques. Cette approche permet ainsi à l'opérateur de hiérarchiser des sites spécifiques et des aménagements écologiques à prévoir pour maximiser les bénéfices de ses actions sur la connectivité des réseaux d'habitats étudiés.

Lorsqu'ils sont mobilisés à l'échelle d'un SNC et de son aire de service, l'intérêt des modèles est encore renforcé parce qu'ils permettent de quantifier les gains de connectivité obtenus dans l'ensemble de cette aire. Contrairement à la compensation au « cas par cas », où pertes et gains sont évalués séparément et qui repose sur des hypothèses relatives à l'équivalence écologique entre deux entités écologiques distinctes, il est ainsi possible de :

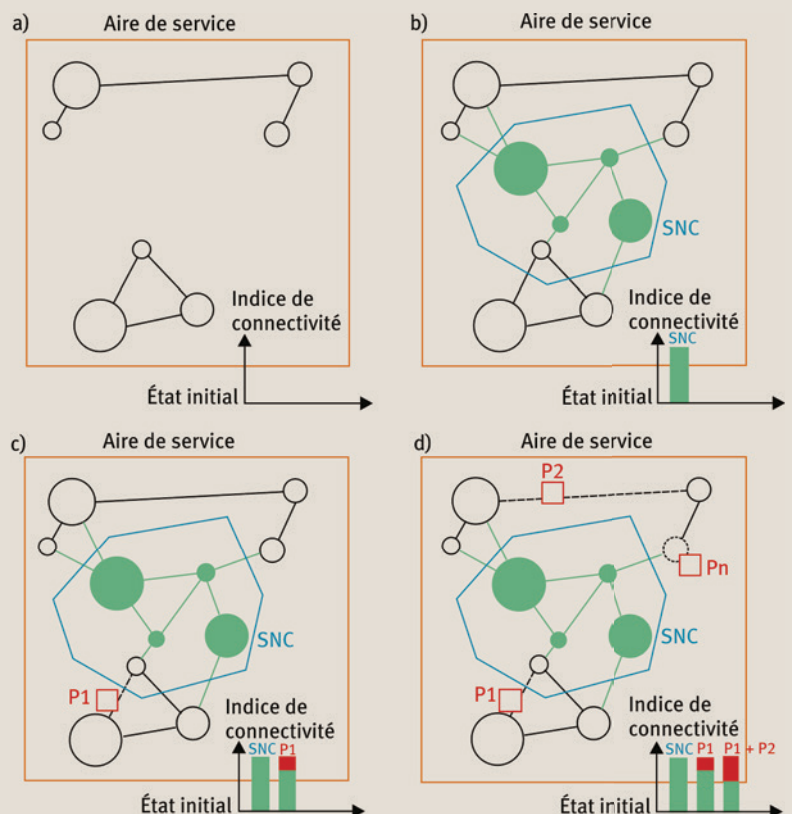
- quantifier l'effet global du SNC sur la connectivité des réseaux écologiques (figure 2a, b),
- évaluer, pour chaque projet souhaitant acheter des unités de compensation, ses effets sur la connectivité de ces mêmes réseaux (figure 2c).

Cette approche d'évaluation itérative élargie à l'aire de service présente donc l'avantage de tenir compte des effets cumulés de plusieurs projets (figure 2d).

Par ailleurs, la modélisation permettrait également d'identifier, sur l'aire de service, les espaces à forte contribution pour la connectivité. Ces espaces structurants sont indispensables au maintien de la fonctionnalité générale des réseaux écologiques et doivent alors être préservés d'éventuelles incidences, au risque de rendre l'action de compensation trop peu significative, voire inopérante, à l'échelle du paysage. L'opérateur de SNC n'a pourtant pas, a priori, de rôle direct à jouer dans l'identification des zones à fort enjeu pour l'évitement au sein des territoires. Cependant, les résultats de ses opérations sont nécessairement dépendants du maintien d'un niveau de fonctionnalité à cette même échelle.

Enfin, rappelons que l'opérateur est chargé de gérer ses SNC tout au long de leur existence, mais également d'assurer le suivi des gains écologiques obtenus. Si celui-ci s'est appuyé sur la modélisation des réseaux écologiques pour évaluer la contribution de ses sites, il peut également actualiser les modèles tout au long de son activité

- 2 Processus d'évaluation de la connectivité écologique au sein de l'aire de service d'un site naturel de compensation (SNC) au cours des différentes étapes de sa mise en œuvre :
- avant la mise en œuvre du SNC, l'état initial de la connectivité du réseau dans son aire de service est évalué à l'aide d'un ou plusieurs modèles, selon les habitats et les espèces choisis ;
 - les mesures mises en œuvre (SNC) permettent un gain global de connectivité à l'échelle de l'aire de service (en vert dans le graphique) ;
 - un premier projet (P1) impacte certaines composantes du réseau et minimise le gain global par rapport à l'état initial (en rouge dans le graphique). Le bilan à l'échelle de l'aire de service reste positif.
 - un second projet (P2) impacte d'autres composantes. Le cumul des incidences de P1 et P2 est évalué à l'échelle de l'aire de service mais le bilan est toujours positif. Pour chaque projet suivant (Pn), les modèles devront être actualisés. Lorsque le gain global atteint sera nul (retour à l'état initial), les projets réalisés dans l'aire de service ne seront plus compensables par le site naturel de compensation.



► pour suivre plus précisément les effets de ses actions à l'échelle du paysage. En parallèle, il se trouve en situation de documenter les incidences causées par l'aménagement du territoire sur ses fonctionnalités écologiques.

La modélisation pour les opérateurs de sites naturels de compensation, intérêts et enjeux pour la préservation de la biodiversité

Dans cet article, nous avons montré comment la modélisation de la connectivité paysagère permet de prédire les évolutions des réseaux écologiques à la suite de modifications du paysage (qu'elles aient des effets positifs ou négatifs). Dans l'application de la séquence ERC, ces outils de modélisation permettent de quantifier les pertes et les gains de connectivité et d'arbitrer en conséquence en faveur des opportunités les plus favorables à l'atteinte de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Leur utilisation impose néanmoins des données de qualité à l'échelle du paysage, notamment concernant l'occupation des sols et nécessite donc une meilleure anticipation des processus nécessaires à l'acquisition de ces connaissances.

Les outils de modélisation de la connectivité des réseaux écologiques constituent une approche plus cohérente pour évaluer les objectifs de neutralité entre sites de compensation et projets d'aménagement, mais aussi pour imaginer l'évolution du rôle de l'opérateur qui, suivant la nécessité de faire agréer les SNC dont il porte les projets, devra également s'assurer du maintien des bénéfices écologiques obtenus au sein d'une matrice paysagère soumise à différentes perturbations.

En accompagnant la mise en œuvre de SNC, les outils de modélisation des réseaux écologiques pourront également trouver un public nouveau et être appliqués dans un cadre opérationnel favorisant ainsi les rapprochements entre la recherche en écologie et l'expertise nécessaire aux évaluations environnementales des projets, plans et programmes. En généralisant leur utilisation, les parties prenantes pourront alors motiver les choix de leurs actions avec un langage commun centré sur le fonctionnement des écosystèmes et la préservation d'une biodiversité dont le déclin se poursuit. ■

Les auteurs

Brian PADILLA

Muséum national d'Histoire naturelle,
PatriNat (UAR 2006),
4 avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy, France
✉ brian.padilla@mnhn.fr

Simon TARABON

Ubiquiste, F-69001 Lyon, France.
✉ s.tarabon@ubiquiste.fr

Sylvain MOULHERAT

1. TerrOïko - OïkoLab,
2 Place Dom Devic, BP 26, F-81540 Sorèze.
2. Station d'écologie théorique et expérimentale,
2 Route du CNRS, F-09200 Moulis, France.
✉ sylvain.moulherat@terroiko.fr

Jules BOILEAU

1. TerrOïko - OïkoLab,
2 Place Dom Devic, BP 26, F-81540 Sorèze.
2. Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive,
1919 Route de Mende, F-34293 Montpellier 5,
Laboratoire de géographie et d'aménagement
de Montpellier, Route de Mende, 3F-4199 Montpellier.
✉ jules.boileau@terroiko.fr

Marie SORET

1. TerrOïko - OïkoLab,
2 Place Dom Devic, BP 26, F-81540 Sorèze.
2. Territoire, environnement, télédétection et information
spatiale, INRAE, Maison de la Télédétection,
500 rue Jean-François Breton, F-34000, Montpellier.
✉ marie.soret@terroiko.fr

Guillaume PAPET

INRAE, Aix Marseille Univ, UMR RECOVER,
F-13182, Aix-en-Provence, France.
✉ guillaume.papet@inrae.fr

Laurent BERGÈS

Univ. Grenoble Alpes, INRAE, UR LESSEM,
F-38402 St-Martin-d'Hères, France.
✉ laurent.berges@inrae.fr

EN SAVOIR PLUS ...

▣ ALBERT, C.-H., CHAURAND, J., 2018, Comment choisir les espèces pour identifier des réseaux écologiques cohérents entre les niveaux administratifs et les niveaux biologiques ?, *Revue Sciences Eaux & Territoires*, Trame verte et bleue : la continuité écologique en marche dans les territoires, n° 25, p. 26-31,
✉ <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2018.25.05>

▣ CALVET, C., DELBAR, V., CHAPRON, P., BRASEBINN, M., PERRET, J., MOULHERAT, S., 2020, La biodiversité à l'épreuve des choix d'aménagement : une approche par la modélisation appliquée à la Région Occitanie, *Revue Sciences Eaux & Territoires*, Éviter, réduire, compenser : et si l'on s'organisait à l'échelle des territoires ?, n° 31, p. 24-31, ✉ <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2020.1.06>

▣ TARABON, S., THEURIAU, F., BERGÈS, L., DUTOIT, T., ISSELIN-NONDEDEU, F., 2020, Améliorer la prise en compte des fonctionnalités écologiques dans la séquence Éviter-Réduire-Compenser, *Revue Sciences Eaux & Territoires*, article hors-série n°61, 8 p., ✉ <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2020.HS.01>

▣ THIERRY, C., LESIEUR-MAQUIN, N., FOURNIER, C., DELZONS, O., GOURDAIN, P. & HERARD, K., 2020, Comment cartographier l'occupation du sol en vue de modéliser les réseaux écologiques ? Méthodologie générale et cas d'étude en Île-de-France, *Revue Sciences Eaux & Territoires*, article hors-série n° 65, 8 p.,
✉ <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2020.HS.05>



Établir les sites naturels de compensation pour renforcer les réseaux écologiques : vers une amélioration des pratiques de compensation

Proposition d'une grille de lecture pour évaluer la pertinence écologique des projets de site naturel de compensation

La loi pour la biodiversité de 2016 a introduit dans la réglementation française la compensation dite « par l'offre » avec la création de sites naturels de compensation (SNC). La procédure d'agrément associée et les premiers retours d'expérience mettent en avant le besoin d'un cadre méthodologique transparent pour élaborer et évaluer les projets. C'est dans ce contexte que les auteurs de cet article ont élaboré une feuille de route organisée autour de critères partagés permettant d'appuyer l'élaboration de projets de SNC pertinents sur le plan écologique. La méthodologie fait actuellement l'objet de tests auprès d'opérateurs de compensation sur un échantillon de projets plus important.

Les sites naturels de compensation : un dispositif de compensation « par l'offre » complémentaire de la compensation « à la demande »

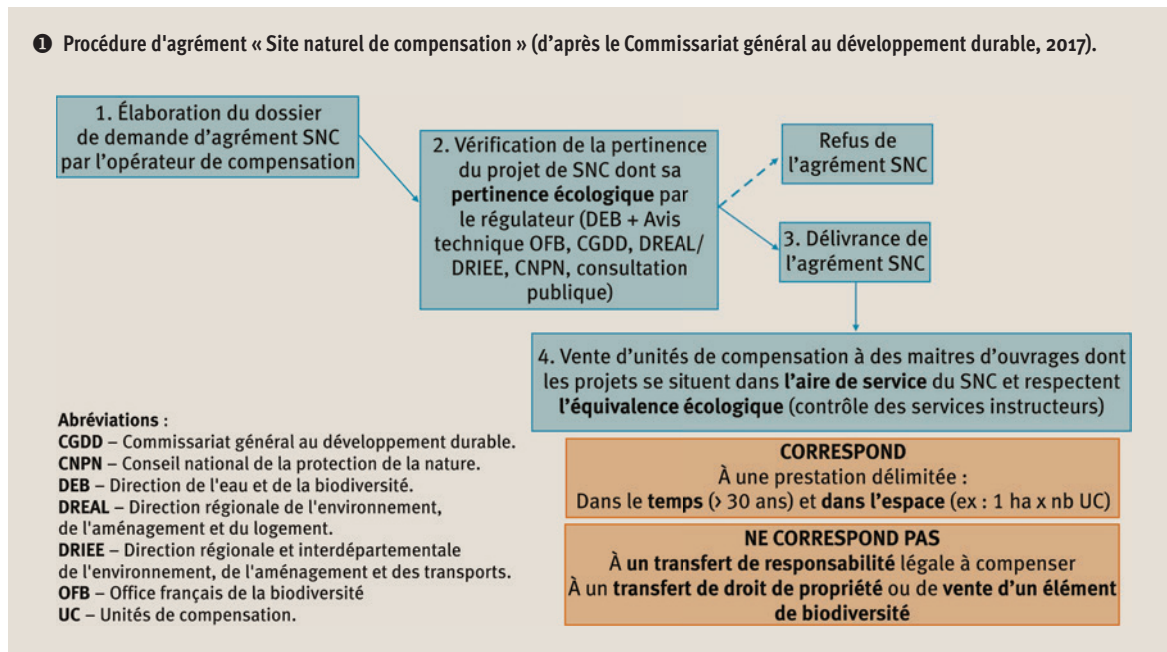
La séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC) vise l'absence de perte nette de biodiversité de projets et de plans et programmes soumis à diverses procédures au titre du Code de l'environnement. Son application concerne aussi bien des impacts sur des habitats, des fonctionnalités écologiques ou des espèces.

Ultime étape du triptyque ERC, la compensation intervient lorsque des impacts résiduels significatifs subsistent malgré la mise en œuvre rigoureuse des deux premières étapes de la séquence. En France, la compensation « à la demande » a longtemps été le seul moyen pour des aménageurs de répondre à leurs obligations légales à compenser. Avec le recul, ce type de compensation s'avère néanmoins présenter certaines limites en matière d'efficacité et de pérennité (Regnery, 2017).

En réponse à ces problématiques, la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016 a introduit dans la législation française le dispositif de « compensation par l'offre » avec les « sites naturels de compensation » (SNC ; art. L 163-3 du Code de l'environnement). Dans celui-ci, les mesures de compensa-

tion (MC) sont effectivement réalisées en anticipation d'impacts par des opérateurs publics ou privés disposant de moyens financiers et de compétences techniques adéquats. Les SNC offrent notamment la possibilité de réduire les incertitudes de gain écologique, d'augmenter l'ampleur des MC grâce à leur mutualisation au sein d'un même site et d'améliorer leur suivi par un opérateur unique. La plus-value écologique générée est traduite sous la forme d'unités de compensation (UC) pour être vendues auprès de maîtres d'ouvrages (MO) impactant, au sein d'une aire de service donnée¹, des composantes de biodiversité (CB) similaires (selon le principe d'équivalence écologique). La pertinence d'une compensation *via* l'achat d'UC est évaluée au cas par cas par les services déconcentrés de l'État en fonction des impacts résiduels, des gains sur le SNC et de sa proximité fonctionnelle avec le site impacté. Suite à l'acquisition du nombre d'UC requis, un MO s'acquitte de sa « dette écologique » mais reste responsable devant la loi de l'efficacité des MC et de la pérennité du gain écologique (Commissariat général au développement durable, 2017 ; voir aussi l'article introductif de Aubry *et al.*, pages 4-9 dans ce même numéro).

1. Zone géographique au sein de laquelle des UC peuvent être échangées entre un opérateur de SNC et un aménageur.



La réalisation d'un projet de SNC et la vente d'UC nécessite au préalable la constitution d'un dossier de demande d'agrément dont la composition est définie par l'arrêté du 10 avril 2017². Si au terme de l'évaluation du dossier le projet est jugé pertinent, un agrément est délivré par les services de l'État (figure 1).

Le développement de SNC économiquement viables et pertinents sur le plan écologique constitue un enjeu majeur aussi bien pour les porteurs de SNC que pour les services de l'État. La question des critères utilisés lors de leur évaluation y est donc centrale.

Les trois piliers d'un projet de SNC pertinent : économique, planification territoriale, écologique

La pertinence d'un projet de SNC s'articule autour de trois principaux « piliers » (Bunn *et al.*, 2013 ; Van Teefelen *et al.*, 2014) :

- un pilier « économique » reposant sur les capacités financières de l'opérateur à sécuriser du foncier et mettre en œuvre des MC de façon pérenne, le modèle économique du projet, la nature et le volume des UC proposées, les bénéficiaires potentiels, etc. ;
- un pilier « planification territoriale » prenant en compte d'éventuelles synergies et l'intégration du projet dans des documents de planification du territoire (SRADDET³, SCoT⁴, PLU(i)⁵, TVB⁶ ...), des plans et programmes locaux de préservation de la biodiversité, son acceptation sociale, les éventuels conflits d'usage occasionnés, etc. ;
- un pilier « écologique » organisé autour d'une stratégie de gain écologique et d'un ou plusieurs sites d'accueil de la compensation.

La délimitation de l'aire de service, qui n'est pas abordée dans nos travaux, se trouve quant à elle à la croisée de ces trois piliers puisqu'elle tient compte de considérations à la fois économiques (ex. : zones de dynamisme économique), écologiques (ex. : continuités écolo-

giques, bassin versant) et de planification territoriale (ex. : acceptation sociale) (voir l'article de Latune et Aubry, pages 16-31 dans ce même numéro).

Ces trois piliers sont étroitement imbriqués de telle sorte qu'un projet pertinent ne saurait faire l'économie de l'un d'entre eux sans remettre en question sa viabilité (économique et/ou écologique). Nos travaux ne portant que sur le pilier écologique, nous ne présentons donc ici qu'une partie des éléments permettant de répondre aux enjeux de la procédure d'agrément.

Définir la « pertinence écologique » d'un projet de site naturel de compensation

L'expérience américaine est particulièrement intéressante en ce qui concerne l'évaluation et l'approbation de banques de compensation⁷. La *Guidance for the Establishment, Use, and Operation of Conservation Banks (United States Fish and Wildlife Service, 2003)* souligne que « la meilleure façon de justifier l'approbation d'une banque de compensation est d'évaluer si celle-ci remplit l'ensemble des besoins de conservation des espèces que la banque entend cibler ». Ce document, réactualisé en 2016 (*United States Fish and Wildlife Service, 2016*), met notamment en lumière l'importance de la connaissance des cibles du projet ainsi que de leurs besoins de conservation, d'analyser la pertinence des mesures de

2. Arrêté du 10 avril 2017 fixant la composition du dossier de demande d'agrément d'un site naturel de compensation prévu à l'article D. 163-3 du code de l'environnement (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034438535>)

3. Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires.

4. Schémas de cohérence territoriale.

5. Plan local d'urbanisme.

6. Trame verte et bleue.

7. Les banques de compensation sont l'équivalent français des sites naturels de compensation.

1 La stratégie de gain écologique d'un projet de site naturel de compensation repose sur des cibles et des objectifs écologiques clairement établis.



© S. Tarabon / Ubiquiste

restauration⁸ proposées et des caractéristiques du site sélectionné pour répondre aux objectifs du projet, de s'assurer de la bonne gestion des menaces pesant sur la réussite des opérations et d'identifier les potentialités de développement de fonctionnalités écologiques sur le territoire.

La pertinence écologique d'un projet de SNC s'aborde par conséquent au regard de deux éléments centraux :

- la stratégie de gain écologique du projet qui regroupe ses cibles, ses objectifs, les critères de performances retenus, les MC prévues, les méthodologies d'évaluation de l'état initial, de suivi, de calcul du gain écologique et les mesures de gestion envisagées ;
- la localisation du projet dont découlent les caractéristiques intrinsèques du site ainsi que le contexte paysager particulier dans lequel il s'insère.

Tout l'enjeu de l'élaboration ou de l'approbation d'un SNC consistera à déterminer si la stratégie de gain écologique envisagée et la localisation du site de compensation apportent effectivement une réponse satisfaisante compte tenu de la biodiversité ciblée et des objectifs de gains écologiques du projet.

Sur la base de ces éléments, nous proposons d'articuler la notion de « pertinence écologique d'un projet de SNC » autour de quatre composantes principales et de considérer qu'un SNC est écologiquement pertinent lorsque (1) sa stratégie de gain écologique se base sur des objectifs acceptables et que les mesures d'action et de suivi pour les atteindre sont réalistes et opérationnelles. Cette stratégie doit être cohérente avec (2) les caractéristiques intrinsèques du site d'accueil et (3) le contexte paysager dans lequel s'insère le SNC. Enfin, il doit respecter (4) les principes réglementaires de la compensation, ce qui constitue en définitive le fil rouge de tout projet. Cette définition peut *a priori* s'étendre à tout projet de compensation, y compris à la demande. De cette définition découle le tableau 1 dont les critères seront précisés tout au long de l'article.

Critères d'évaluation de la pertinence écologique d'un projet de site naturel de compensation

La stratégie de gain écologique du projet est-elle cohérente et pertinente ?

Afin d'évaluer la pertinence écologique d'un SNC, il convient d'identifier en premier lieu ce qui constitue le cœur de projet. Pour cela, les composantes de biodiversité (CB) ciblées par les opérations de restauration (habitats, fonctionnalités écologiques, espèces et/ou cortèges d'espèces), les objectifs généraux du projet ainsi que les critères de performance nécessaires à l'évaluation du succès des MC tout au long du projet (indicateurs, résultats attendus, magnitude de l'effet, échéances) doivent être clairement définis (Gann *et al.*, 2019). Ces trois éléments clefs permettent à l'opérateur et au régulateur de s'accorder sur la nature et les enjeux du SNC, d'évaluer la pertinence du projet au regard de ses cibles et de ses objectifs, et de cerner le contour des futures UC proposées à la vente.

Un projet de SNC est écologiquement souhaitable lorsqu'il participe au maintien voire à l'amélioration d'un état de conservation favorable de CB impactées dans le futur. Les cibles qui figurent dans l'offre du SNC (les UC) doivent donc être adaptées aux enjeux écologiques rencontrés sur le territoire. Afin d'apprécier l'acceptabilité d'un SNC, on pourra vérifier que celui-ci répond à un besoin de compensation local compatible avec les attentes et les pratiques des services instructeurs locaux (notamment en matière de proximité fonctionnelle). Le niveau d'enjeu écologique associé aux CB ciblées (rareté, vulnérabilité, maturité, etc.) ainsi que les connaissances scientifiques disponibles sur leurs besoins écologiques

8. Pour éviter les répétitions nous regrouperons sous le terme « restauration », toute mesure d'ingénierie écologique conduisant à la réalisation d'un gain écologique (création, restauration/ réhabilitation, préservation, évolution des modes de gestion).

1 Synthèse des critères de pertinence écologique retenus
 (* ajout par rapport à la version 1 de la grille d'évaluation ; Aubry *et al.*, 2020).

Composantes principales	Sous-composantes	Composantes principales
I. STRATEGIE DE GAIN ÉCOLOGIQUE La stratégie de gain écologique repose-t-elle sur des objectifs acceptables ainsi que sur des mesures d'action et de suivi réalistes et opérationnelles ?	I.A. Cœur de projet clair	I.A.1 Composantes de biodiversités ciblées I.A.2 Objectifs généraux du SNC I.A.3 Indicateurs de performance écologique retenus
	I.B. Projet souhaitable/acceptable	I.B.1 Besoin compensatoire local identifié I.B.2a Niveau de patrimonialité des habitats ciblés I.B.2b Niveau de patrimonialité des espèces ciblées I.B.3 Connaissance de l'écologie des CB ciblées I.B.4 Influence du changement climatique
	I.C. Projet cohérent et faisable	I.C.1 MC détaillées et cohérentes par rapport aux cibles et objectifs du projet I.C.2 Faisabilité technique des MC I.C.3 Incertitudes techniques et temporelles des MC
	I.D. Méthodologies d'évaluations pertinentes	I.D.1a Méthodologie d'évaluation de l'état initial I.D.1b Transposition méthodologie sur sites impactés I.D.2a Méthodologie de suivi I.D.2b Transposition méthodologie sur sites impactés I.D.3a Méthodologie d'évaluation des gains et de l'équivalence écologique I.D.3b Transposition méthodologie sur sites impactés I.D.4 Sites témoins/données de référence
	I.E. Mesures de gestion du site adaptées	I.E.1 Respect de l'indigénat I.E.2 Entretien de la qualité du site et gestion des pressions I.E.3 Niveau d'intervention post-travaux requis
II. LOCALISATION - CARACTÉRISTIQUES INTRINSEQUES La stratégie de gain écologique est-elle mise en œuvre sur un site présentant des caractéristiques écologiques intéressantes pour la création du gain écologique souhaité ?	II.A. Potentiel de gain écologique sur site intéressant	II.A.0 Caractéristiques pédo-hydro-climatiques* II.A.1 État de conservation du site II.A.2 Dynamique/trajectoire écologique du site II.A.3a Surface et viabilité fonctionnelle des habitats II.A.3b Unité fonctionnelle du SNC II.A.3c Surface permettant la réalisation du cycle biologique des espèces
	II.B. Menaces et sources de pressions internes sous contrôle ou limitées	II.B.1 Menaces et sources de pressions anthropiques II.B.2 Menaces et sources de pressions biologiques II.B.3 Menaces et sources de pressions naturelles
	I.C. Risque de perturbation de la biodiversité à enjeu pris en compte	II.C.1 Impact du projet sur la biodiversité à enjeu présente sur le site
III. LOCALISATION - CONTEXTE PAYSAGER La stratégie de gain écologique est-elle mise en œuvre dans un contexte paysager d'insertion favorable à la création du gain écologique souhaité ?	III.A1. Potentiel écologique de l'aire d'accueil favorable	III.A.1a Potentiel écologique (habitats) III.A.1b Potentiel écologique (espèces)
	III.A2. Relation aux réservoirs écologiques favorable	III.A.2a Nature et Pérennité des réservoirs écologiques III.A.2b Connectivité SNC – Réservoirs
	III.B. Menaces et sources de pressions externes sous contrôle ou limitées	III.B.1 Menaces et sources de pressions anthropiques III.B.2 Menaces et sources de pressions biologiques III.B.3 Menaces et sources de pressions naturelles III.B.4 Risque d'isolement du SNC
	III.C. Risque de perturbation de l'aire d'accueil pris en compte	III.C.1 Perturbation de l'aire d'accueil
IV. BILAN – PRINCIPES DE LA COMPENSATION Le projet de SNC respecte-t-il les principes de la compensation ?	IV.A. Additionnalité vérifiée	IV.A.1 Additionnalité administrative IV.A.2 Additionnalité écologique
	IV.B. Efficacité probable	IV.B.1 Efficacité des MC
	IV.C. Pérennité assurée	IV.C.1 Pérennité de la maîtrise foncière IV.C.2 Pérennité de la gestion du site

Abréviations

SNC – Site naturel de compensation ; MC – Mesure compensatoire ; CB – Composante de biodiversité (habitats, espèces, fonctionnalités).

► et l'influence du changement climatique sur celles-ci pourront également venir étayer l'acceptabilité du projet. À ce stade, on vérifiera que le dispositif SNC constitue bien une solution adaptée pour préserver les CB ciblées. Ces critères ont pour but d'anticiper de futures problématiques d'efficacité, de viabilité économique et d'acceptation sociale. En fonction du niveau d'enjeu rencontré, des garanties techniques et financières supplémentaires pourraient être demandées.

Un opérateur de SNC doit être en capacité de démontrer la faisabilité de son projet et la cohérence des MC proposées pour répondre aux exigences écologiques des CB ciblées. Pour cela, il est essentiel que les opérations de restauration envisagées soient suffisamment détaillées (nature, cibles, objectifs, calendrier...). La faisabilité technique des MC pourra notamment s'estimer au regard de leur nature et des retours d'expériences disponibles (ex. : dans la littérature scientifique, bases de données) ou encore des capacités techniques de l'opérateur. Le niveau d'incertitude technique et temporelle doit également être pris en compte afin d'écarter les projets trop risqués (Maron *et al.*, 2012 ; Pilgrim *et al.*, 2013). Des projets risqués mais appuyés par des expérimentations scientifiques pourraient toutefois s'envisager afin de ne pas fermer la porte à des projets innovants et de grande ampleur.

Pour justifier d'un gain écologique, la réalisation d'un état initial sur les composantes écologiques clefs (caractéristiques physiques du milieu, composition en espèces, fonctionnalités, etc.) tout comme la proposition d'outils et d'indicateurs permettant de suivre leur évolution au fil du temps est indispensable (Gann *et al.*, 2019). Pour cela, les méthodologies, les protocoles et les métriques employées doivent être robustes, transparents et mobilisables aussi bien sur le SNC que sur les futurs sites impactés. Il est ainsi possible de calculer l'équivalence écologique et de proposer l'achat du nombre d'UC adéquat en comparant les pertes et les gains de façon similaire. Le recours à des sites témoins ou à des données de références, *via* des partenariats auprès d'Observatoires de la biodiversité par exemple, offrent la possibilité de contextualiser et de justifier le gain réellement généré sur le SNC par comparaison à des états références (ex. : placettes laissées en libre évolution vs placettes avec MC, SCOR⁹ vs SNC, etc.).

Des opérations d'ingénierie écologique entraînent généralement l'introduction de matériel vivant. Pour assurer la pertinence du projet, l'origine génétique et géographique des espèces doit être adaptée au site d'accueil et respecter les autorisations de déplacement ou d'introduction d'individus le cas échéant (Gann *et al.*, 2019). Des mesures d'entretien et de gestion des pressions adaptées et adaptatives répondant aux enjeux auxquels est confronté le site sont également nécessaires. Ces mesures ont pour objectif de limiter voire d'éliminer les éventuelles menaces et sources de pressions s'exerçant au sein et sur le SNC, d'assurer le maintien de sa qualité au cours du temps et de préserver l'éventuelle biodiversité à enjeu présente sur site durant les travaux. L'évaluation du niveau d'intervention requis une fois le gros des travaux réalisés pour maintenir l'écosystème restauré dans la trajectoire recherchée permet quant à lui d'estimer la pérennité du projet et son niveau de dépendance vis-à-vis d'acteurs et d'interventions extérieurs.

Si à ce stade la stratégie de gain écologique du projet est jugée claire, cohérente, souhaitable, faisable et opérationnelle, il convient ensuite de déterminer si le ou les site(s) de compensation sélectionné(s) sont propices à sa mise en œuvre.

Les caractéristiques intrinsèques du site d'accueil sont-elles propices à la réalisation de la stratégie de gain écologique du projet ?

Pour qu'un projet de SNC soit écologiquement pertinent, celui-ci doit être réalisé en priorité sur des sites dont les caractéristiques pédo-hydro-climatiques, l'état de conservation, la trajectoire, la dynamique et la surface sont propices à la création d'un gain écologique et adaptés à la stratégie de gain désirée (Gann *et al.*, 2019). Que le projet consiste en de la restauration/réhabilitation ou en de la création, on pourra notamment se questionner sur l'état de conservation des habitats du site d'accueil et sur la réversibilité des dégradations observées.

Afin que les opérations de restauration soient viables, celle-ci doivent être mise en œuvre sur une surface suffisamment importante qui varie en fonction des milieux considérés. La configuration du SNC est également importante puisqu'elle conditionne en partie la quantité d'habitat exploitable par les espèces présentes sur le site : un SNC pourra être d'un seul tenant, constitué de multisites indépendants ou reliés les uns aux autres par des continuités écologiques. Dans le but de garantir la viabilité écologique du projet, on pourra privilégier des sites possédant une surface d'habitats permettant aux espèces ciblées d'accomplir l'ensemble de leur cycle biologique. Lorsque la seule surface du SNC sera insuffisante, celui-ci devra impérativement s'inscrire dans un réseau d'habitats atteignable plus vaste. Ces critères supposent une bonne connaissance des besoins et des capacités de dispersion des espèces ciblées.

La prise en compte des menaces et des sources de pressions s'exerçant au sein du SNC a une importance majeure. Celles-ci peuvent être de nature anthropique (infrastructures linéaires de transport, zones d'activités, engins motorisés, etc.), biologique (espèces exotiques envahissantes, prédateurs, maladies, etc.) ou naturelle (cours d'eau, topographie, etc.). Elles sont susceptibles d'impacter la qualité de l'habitat et la quiétude des espèces ciblées, d'induire des compétitions pour les ressources, d'engendrer de la surmortalité, etc. En fonction de leur nature et des CB ciblées par les MC, leur impact pourra être plus ou moins significatif pour la réussite du projet et nécessiter des mesures de gestion adaptées.

L'impact des opérations de restauration sur la biodiversité à enjeu initialement présente sur le site doit aussi être pris en compte afin de ne pas nuire au maintien de son bon état de conservation. Le cas échéant, des mesures de préservation sont à prévoir avant le début des travaux tout comme les éventuelles autorisations administratives nécessaires.

⁹. Site correspondant à l'objectif de restauration (ex. : milieu de référence en bon état de conservation).

Le contexte paysager est-il favorable à la réalisation de la stratégie de gain écologique ?

Un SNC devrait se situer au sein d'un contexte paysager ayant un potentiel écologique favorable où les cortèges d'espèces et les milieux ciblés sont naturellement présents (*United States Fish and Wildlife Service, 2003 ; Lewis et al., 2017*). Dans cette situation, des épisodes de dispersion spontanée sont plus probables et les conditions biotiques et abiotiques plus susceptibles d'être réunies pour accueillir et permettre le développement de CB ciblées au sein du SNC. Lorsque ce potentiel écologique est défavorable, des migrations assistées ou des translocations d'espèces peuvent venir appuyer le recouvrement de certaines CB. Toutefois, la viabilité et l'intégration paysagère de telles opérations devraient toujours être rigoureusement démontrées.

Pour s'assurer de la pérennité de ce potentiel écologique, on pourra tenir compte de la nature, du nombre ainsi que du niveau de protection des réservoirs de biodiversité alentours (ex. : zone Natura 2000, ZNIEFF¹⁰, etc.). Des habitats « sources de biodiversité » en nombre important, peu sous pressions et ayant un niveau de protection élevé apportent des garanties supplémentaires quant à la viabilité du SNC et à son inscription au sein d'une unité fonctionnelle durable. La seule proximité géographique du SNC vis-à-vis de ces réservoirs de biodiversité est toutefois insuffisante pour juger du potentiel écologique du site. Elle devra ainsi être complétée d'une étude de la connectivité du SNC avec ces réservoirs. Celle-ci étant espèce-dépendante, il conviendra de connaître les besoins en habitats et les capacités de dispersion des espèces ciblées (éventuellement par guildes ou espèces modèles) afin d'être en mesure de démontrer que des flux d'individus sont possibles au sein de l'unité paysagère dans laquelle s'inscrit le projet (*Bergès et al., 2019*). Les graphes paysagers ou les modèles TerrOïko développés ces dernières années pourraient être employés à ce dessein (voir l'article de Padilla *et al.*, pages 56-61 dans ce même numéro).

De plus, un projet de SNC écologiquement pertinent tient compte des menaces et des sources de pressions s'exerçant en dehors du SNC de façon directe ou indirecte. Celles-ci peuvent impacter :

- l'emprise du SNC en dégradant la qualité du milieu restauré et en perturbant les espèces qu'il abrite ;
- les éléments de trame verte et bleue connectant le SNC aux réservoirs de biodiversité qui l'environnent et ainsi fragiliser la connectivité et la viabilité du SNC ;
- les réservoirs de biodiversité dont peut dépendre le SNC pour assurer sa viabilité fonctionnelle.

En fonction de leur nature et des CB ciblées, leur impact pourra être plus ou moins significatif. Pour garantir la réussite du projet et la pérennité du gain écologique, elles devront, lorsque significatives, être éliminées ou gardées suffisamment sous contrôle (ex. : zone tampon, passage à faune, etc.).

Enfin, on s'assurera que le projet de SNC ne perturbe pas l'intégrité écologique de l'aire paysagère dans laquelle il s'implante. Pour cela, des études et des mesures gestion garantissant que le projet ne contribue pas à la dégradation des écosystèmes alentours devraient être attendues.

Par exemple, si des enjeux de dissémination d'espèces exotiques envahissantes, de modification de dynamiques d'écoulement et d'érosion de berge, de ruptures de continuités écologiques, etc. sont identifiés.

Les principes réglementaires de la compensation sont-ils respectés ?

Au terme de l'évaluation des trois précédentes composantes, les opérateurs et les régulateurs devraient disposer d'un certain nombre d'informations leur permettant de vérifier que le projet de SNC respecte bien les principes de la compensation. À ce stade, ils devraient être en mesure de se prononcer sur le bon respect des principes d'additionnalité administrative et écologique, de la pérennité de la maîtrise foncière et de la gestion du site, et d'estimer la probabilité d'efficacité des mesures de compensation entreprises. Les principes de proportionnalité et d'équivalence écologique ne pourront quant à eux être évalués qu'au regard des futurs projets d'aménagements qui feront appel aux UC du SNC. Ils sortent donc du cadre de cette évaluation.

Une grille d'évaluation pour évaluer la pertinence écologique de projets de sites naturels de compensation

Pour rendre plus opérationnelle l'utilisation de cette méthodologie, nous avons regroupé l'ensemble des précédents critères au sein d'une grille d'évaluation de projet (tableau 2). Pour chacun d'entre eux, quatre modalités de réponse possibles reliées à des situations « favorables », « favorables avec vigilance », « défavorables/danger » et « données non disponibles » ont été définies. En fonction des modalités obtenues, l'évaluation permet de caractériser les enjeux et les risques associés au projet, d'identifier les informations manquantes et d'élaborer des recommandations, le tout dans une démarche de dialogue et de co-construction. Une illustration plus précise de la démarche et des modalités de réponse de chacun des critères de la grille sont consultables dans un rapport accessible en ligne (*Aubry et al., 2020*) qui sera prochainement mis à jour.

À la suite de l'évaluation, plusieurs situations sont possibles :

- la stratégie de gain écologique n'est pas jugée pertinente (au moins l'un des critères est jugé défavorable). En fonction du critère concerné, on pourra alors attendre de l'opérateur qu'il précise, justifie ou modifie son projet en lui indiquant les points de vigilance à lever ;
- la stratégie de gain écologique est pertinente mais jugée non adaptée aux caractéristiques du site sélectionné et/ou au contexte paysager dans lequel il s'inscrit. Dans ce cas, on pourra questionner la pertinence du site retenu, envisager la réalisation du projet sur un site plus propice ou bien revoir en conséquence la stratégie de gain écologique ;
- le projet ne respecte pas ou de trop grandes incertitudes subsistent quant au respect des principes de la compensation. Des précisions ou des garanties supplémentaires seront nécessaires pour recevoir l'agrément.

10. Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

Des critères « favorable avec vigilance » ou « défavorable/danger » ne se veulent pas être une sentence « couperet », mais plutôt une mise en garde concernant de potentiels points de vigilance à lever. Dans ces situations, des informations et des justifications supplémentaires pourront être requises. Si les précisions apportées démontrent

que les éléments identifiés ne remettent pas en cause la réussite et l'intérêt du projet, alors le régulateur pourra envisager de délivrer l'agrément SNC (après prise en considération des aspects économiques et de planification territorial du projet). Dans le cas contraire, celui-ci pourra être refusé (figure 2).

2 Illustration de l'articulation de la grille d'évaluation pour le premier critère (extrait).

En vert : modalité « favorable » (F) ; en orange : modalité « favorable avec vigilance » (V) ; en rouge : modalité « défavorable/danger » (D) ; en gris : modalité « sans données » (NA).

Critère de pertinence écologique	Sous-composantes	Notation	Indicateurs (exemple)
I.A.1 Quelles sont les composantes de biodiversité (CB) cibles des mesures de compensation (habitats, espèces, fonctionnalités) ? Cible = ce que l'on cherche à obtenir à l'état final. Certaines CB peuvent être non modifiées --> préservation	1. L'ENSEMBLE des habitats ciblés sont clairement identifiables ET 2. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « satisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires	F	Code EUNIS (> = niveau 3) et/ou Corine Biotope et/ou description précise associé à chacun des habitats cibles du projet (P/A) --> 100% surface. Cortèges ou espèces cibles mentionnées pour chacun des habitats ciblés (P/A). Fonctionnalités cibles mentionnées pour chacun des habitats ciblés (P/A).
	1. L'ENSEMBLE des habitats ciblés sont clairement identifiables ET 2. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « insatisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires	V1	Code EUNIS (> = niveau 3) et/ou Corine Biotope et/ou description précise associé à chacun des habitats cibles du projet --> 100% surface. Cortèges ou espèces cibles mentionnées pour certains des habitats ciblés (P/A). Fonctionnalités cibles mentionnées pour certains des habitats ciblés (P/A).
	1. Les habitats ciblés sont EN PARTIE identifiables ET 2a. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « satisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires OU 2b. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « insatisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires	V2	Code EUNIS (> = niveau 3) et/ou Corine Biotope et/ou description précise associé à certains des habitats cibles du projet (P/A) --> < 100% surface. Cortèges ou espèces cibles mentionnées pour certains OU aucun des habitats ciblés (P/A). Fonctionnalités cibles mentionnées pour certains OU aucun des habitats ciblés (P/A).
	1. Les habitats ciblés NE SONT PAS suffisamment décrits pour être identifiables ET 2a. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « satisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires OU 2b. Les habitats ciblés sont associés à un nombre « insatisfaisant » de fonctionnalités et d'espèces bénéficiaires	D	Code EUNIS (>= niveau 3) et/ou Corine Biotope et/ou description précise associé à aucun des habitats cibles du projet (P/A) --> 0% surface. Cortèges ou espèces cibles mentionnées pour certains OU aucun des habitats ciblés (P/A). Fonctionnalités cibles mentionnées pour certains OU aucun des habitats ciblés (P/A).
	Données non disponibles	NA	

Objectifs

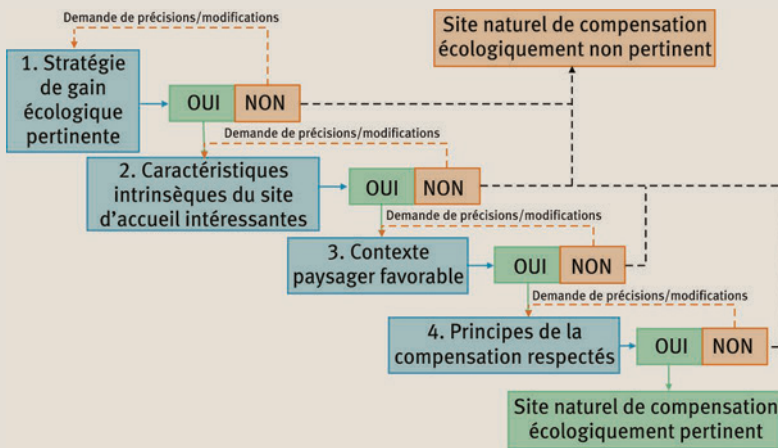
Indispensable pour :

- Identifier la composition potentielle des unités de compensation proposées ;
- Estimer le niveau d'enjeu associé au projet (rareté, vulnérabilité des composantes de biodiversité, faisabilité et incertitudes liées aux mesures compensatoires et aux composantes de biodiversité) ;
- Évaluer la cohérence et la probabilité d'efficacité des mesures au regard de ces cibles et des critères de la grille (connaissance des besoins biologiques des composantes de biodiversité, conditions pédo-hydro-climatique nécessaires, surface adéquate, connectivité à un réseau d'habitats supplémentaire, type de menaces pouvant impacter ce type de composantes de biodiversité...)

Remarques

- Des incertitudes entourent toujours la trajectoire de restauration des milieux et le retour d'espèces cibles.
- Ne dois pas fermer la porte à de nouvelles opportunités rencontrées au cours de la restauration (adaptation du projet).
- Dans la mesure du possible on attend au moins la description d'habitats types (ex : prairie humide) associée à des cortèges cibles et des fonctionnalités.
- Le calcul de l'équivalence écologique se fait au cas par cas en fonction des résultats du site naturel de compensation.

2 Arbre de décision simplifié pour l'évaluation de la pertinence écologique de projets de sites naturels de compensation (SNC).



Conclusion

Ce travail propose une feuille de route et des critères qualitatifs permettant d'appuyer l'élaboration et l'évaluation de projets de SNC écologiquement pertinents et susceptibles de répondre à l'objectif de non-perte nette de biodiversité fixé par la réglementation. Il pourra constituer un pas supplémentaire pour préciser les exigences écologiques attendues lors de l'élaboration de projets de compensation et contribuer au dialogue entre services instructeurs et porteurs de projet. Cette méthodologie pourra venir compléter une analyse des enjeux économiques et de planification territoriale conduite par ailleurs.

Suite à une première version de grille d'évaluation proposée dans Aubry *et al.* (2020), une seconde version consolidée fait actuellement l'objet de tests auprès d'opérateurs de compensation sur un échantillon de projets plus important (SNC et projets de compensation à la demande). Ces travaux permettront de vérifier l'opérationnalité de la méthodologie au regard de la diversité des projets de compensation rencontrés. ■

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes ayant accepté d'échanger et d'apporter leur expertise technique lors de l'élaboration de la grille d'évaluation ou de l'évaluation de projets de compensation. Cette étude a été en partie subventionnée par la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB) du ministère de la Transition écologique.

Les auteurs

Steve AUBRY, Stéphanie GAUCHERAND et Thomas SPIEGELBERGER

Univ. Grenoble Alpes, INRAE, UR LESSEM, F-38402 St-Martin-d'Hères, France.

✉ steve.aubry@inrae.fr

✉ stephanie.gaucherand@inrae.fr

✉ thomas.spiegelberger@inrae.fr

EN SAVOIR PLUS...

- ✉ 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, INRAE, 115 p., <https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/lessem/VALORISATION/Rapports-Notes-Techniques/Pertinence-ecologique-des-Sites-Naturels-de-Compensation>
- ✉ BERGES, L., AVON, C., BEZOMBES, L., CLAUZEL, C., DUFLLOT, R., FOLTETE, J.-C., GAUCHERAND, S., GIRARDET, X., SPIEGELBERGER, T., 2019, Intégrer la connectivité paysagère dans la séquence ERC : une approche par la quantité d'habitat atteignable, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 19, n° 2, <http://journals.openedition.org/vertigo/25733>
- ✉ BUNN, D., LUBELL, M., JOHNSON, C.K., 2013, Reforms could boost conservation banking by landowners, *California Agriculture*, vol. 67, n° 2, p. 86-95.
- ✉ COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2017, Les sites naturels de compensation, *Théma, Essentiel*, 4 p., <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Théma - Les sites naturels de compensation.pdf>
- ✉ GANN, G.D., MCDONALD, T., WALDER, B., ARONSON, J., NELSON, C.R., JONSON, J., HALLETT, J.G., EISENBERG, C., GUARIGUATA, M.R., LIU, J., HUA, F., ECHEVERRIA, C., GONZALES, E., SHAW, N., DECLEER, K., DIXON, K.W., 2019, International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition, *Restoration Ecology*, vol. 27, Issue S1, p.S1-S46, <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- ✉ LEWIS, R.J., DE BELLO, F., BENNETT, J.A., FIBICH, P., FINERTY, G.E., GÖTZENBERGER, L., HIESALU, I., KASARI, L., LEPS, J., MAJEKOVA, M., MUDRAK, O., RIIBAK, K., RONK, A., RYCHTECKA, T., VITOVA, A., PÄRTEL, M., 2017, Applying the dark diversity concept to nature conservation: Dark Diversity and Nature Conservation, *Conservation Biology*, vol. 31, p. 40-47, <https://doi.org/10.1111/cobi.12723>
- ✉ MARON, M., HOBBS, R.J., MOILANEN, A., MATTHEWS, J.W., CHRISTIE, K., GARDNER, T.A., KEITH, D.A., LINDENMAYER, D.B., MCALPINE, C.A., 2012, Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies, *Biological Conservation*, vol. 155, p.141-148, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.003>
- ✉ PILGRIM, J.D., BROWNLIE, S., EKSTROM, J.M.M., GARDNER, T.A., VON HASE, A., TEN KATE, K., SAVY, C.E., STEPHENS, R.T., TEMPLE, H.J., TREWEEK, J., USSHER, G.T., WARD, G., 2013, A process for assessing the offsetability of biodiversity impacts: Offsetability of biodiversity impacts, *Conservation Letters*, 3, p. 376-384, <https://doi.org/10.1111/conl.12002>
- ✉ REGNERY, B., 2017, *La compensation écologique: concepts et limites pour conserver la biodiversité*, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 288 p.
- ✉ UNITED STATES FISH AND WILDLIFE SERVICE, 2003, *Guidance for the Establishment, Use, and Operation of Conservation Banks*, 19 p., Memorandum, United States Department of the Interior, https://www.fws.gov/sacramento/es/Conservation-Banking/Documents/2003_Conservation_Banking_Guidance.pdf
- ✉ UNITED STATES FISH AND WILDLIFE SERVICE, 2016, Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Endangered Species Act Compensatory Mitigation Policy, p. 95316-95349 (34 p.), *Notice 2016-30929, United States Department of the Interior*, <https://www.federalregister.gov/documents/2016/12/27/2016-30929/endangered-and-threatened-wildlife-and-plants-endangered-species-act-compensatory-mitigation-policy>
- ✉ VAN TEEFFELLEN, A.J.A., OPDAM, P., WÄTZOLD, F., HARTIG, F., JOHST, K., DRECHSLER, M., VOS, C.C., WISSEL, S., QUETIER, F., 2014, Ecological and economic conditions and associated institutional challenges for conservation banking in dynamic landscapes, *Landscape and Urban Planning*, vol. 130, p. 64-72, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.06.004>

Quel compromis trouver entre pertinence écologique et efficacité économique pour organiser la compensation écologique ?

Analyse des sites naturels de compensation en France

Dans cet article, les auteurs proposent une évaluation des différents modes d'organisation de la compensation en croisant les avantages théoriques des sites naturels de compensation (SNC) aux premiers résultats empiriques des expériences mises en œuvre en France.

L'objectif est de discuter des avantages potentiels et des limites concrètes du dispositif des SNC par rapport aux compensations « classiques » menées au cas par cas, à la fois sur le plan écologique et économique. À l'issue de cette analyse, les auteurs proposent de dépasser le cadre des SNC pour porter un regard plus large sur le futur envisageable des politiques de conservation de la biodiversité.

Avantages et limites théoriques des modes d'organisation de la compensation

Avec l'adoption de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016, les mesures compensatoires peuvent désormais être mises en œuvre au sein de sites naturels de compensation (SNC) gérés par un opérateur tiers de compensation. Ainsi, en complément ou à la place des mesures réalisées « au cas par cas », il est désormais possible pour les porteurs de projets de s'acquitter de leurs obligations de compensation auprès d'opérateurs de SNC.

Cette nouvelle modalité de compensation, également nommée compensation « par l'offre », permettrait en théorie d'améliorer certaines pratiques actuelles menées « au cas par cas » qui fragilisent, selon de nombreux observateurs, l'atteinte des objectifs d'absence de perte nette de biodiversité poursuivie par la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC). En effet, du fait de la mutualisation et de l'anticipation des mesures compensatoires, les SNC permettraient de mieux repositionner les actions écologiques dans des dynamiques territoriales et des échelles spatio-temporelles plus larges et mieux adaptées aux enjeux écologiques. Toutefois, dans la pratique, la mise en œuvre des SNC en France pose aujourd'hui de nombreuses questions aussi bien sur le plan écologique qu'économique.

Dès lors, il serait possible d'imaginer une complémentarité entre ces différentes modalités de compensation afin d'adapter et d'organiser au mieux la stratégie compensatoire à l'échelle des territoires. Il est toutefois nécessaire d'évaluer les déterminants de cette complémentarité en comparant les avantages et les limites supposés de ces deux modalités de compensation.

Dans cette perspective, nous présentons dans le tableau 1 une synthèse comparative des avantages et des limites théoriques de la mise en œuvre des SNC et des dispositifs de compensation « au cas par cas ». Nous proposons de comparer ces deux approches au travers des différents critères et objectifs visés dans les politiques d'absence de perte nette de biodiversité (Quétier *et al.*, 2014). De manière générale, nous considérons que les compensations peuvent être mises en œuvre soit par l'acquisition de sites soit par le conventionnement avec des propriétaires ou des gestionnaires de sites.

Face à ces analyses théoriques, nous proposons dans la deuxième partie de l'article de mettre en perspective les avantages supposés des SNC avec les premiers retours d'expérience de la seule opération en cours en France.

Les sites naturels de compensation dans la pratique : retours d'expérience de l'opération Cossure

L'opération Cossure, portée par CDC Biodiversité (filiale de la Caisse des dépôts), représente la première, et la seule à ce jour, opération de SNC mise en œuvre en France et qui est aujourd'hui agréée¹. Il convient de noter que cette opération, lancée en 2010, a constitué une expérimentation jusqu'à son agrément en avril 2020. En dépit de ce contexte expérimental, il apparaît pertinent de questionner la mise en œuvre de ce SNC au regard des critères réglementaires exposés précédemment, cette opération servant de modèle au lancement des SNC en France.

1. CDC Biodiversité, 2019, Dossier de demande d'agrément, consultable ici : <http://www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr/demande-d-agrement-en-tant-que-site-naturel-de-a2073>

La définition de l'équivalence écologique entre les pertes et les gains de biodiversité constitue un enjeu particulièrement important dans le dispositif de SNC, ce dernier devant compenser plusieurs impacts issus de différents projets d'aménagement. La définition de l'équivalence écologique a alors fait l'objet de plusieurs modifications entre la convention initiale établie en 2010 entre CDC Biodiversité et le ministère de la Transition écologique, et la demande d'agrément déposée en 2019. Suite aux difficultés de vente des unités de compensation (UC) proposées par le SNC de Cossure, CDC Biodiversité a proposé d'élargir la liste des habitats et des espèces initialement définie en 2010, à de nouvelles espèces à fort enjeux de conservation présentes localement, mais également à une biodiversité plus commune dite « ordinaire ». L'opérateur a justifié cet élargissement par la nécessité d'améliorer son offre et de limiter le risque économique de son opération. Cette justification économique nous semble questionnable dans le contexte d'érosion de la

biodiversité, la définition des espèces ciblées dans le SNC ne devrait pas être influencée par des considérations économiques, à plus forte raison lorsqu'elle suppose la mise sur le marché d'unités de compensation pour des espèces à fort enjeux de conservation. Les compensations menées au cas par cas permettent de limiter ce risque, celles-ci étant dimensionnées en fonction des besoins et des pertes écologiques évaluées dans le cadre du projet d'aménagement.

La définition de l'aire de service du SNC qui permet d'identifier la localisation entre les pertes et les gains de biodiversité, a fait également l'objet d'évolutions entre les premiers rapports d'expérimentation et la demande d'agrément. Alors que CDC proposait initialement une aire de service limitée à la zone de la Crau (environ 600 km²), celle-ci a été étendue du département des Bouches-du-Rhône jusqu'aux limites du département de l'Hérault (figure 1), couvrant alors une étendue de plusieurs milliers de km². Ainsi, l'aire de service propo-

1 Comparaison des modes d'organisation de la compensation « au cas par cas » et *via* la mobilisation d'un site naturel de compensation (SNC) au travers des principaux critères réglementaires. Pour chacun de ces critères, nous proposons de spécifier en grisée les enjeux qui ressortent de la littérature académique sur le sujet, en vert, les éléments considérés comme des avantages, et en orange, ceux qui apparaissent comme des limites.

Critères comparés	Compensation « au cas par cas »	Compensation « par les SNC »
Réalisation effective de la compensation	Souvent pendant ou après les impacts Pertes intermédiaires possiblement importantes. Insécurité sur les résultats écologiques.	Avant les impacts Pertes intermédiaires minimisées. Premiers résultats sécurisés par la demande d'agrément.
Taille et distribution spatiale des mesures compensatoires	Mesures compensatoires (MC) souvent morcelées. Risque d'une efficacité écologique moindre.	Projet de compensation de plus grande envergure et mieux intégré au sein d'un territoire. Meilleure efficacité écologique attendue.
Localisation des mesures compensatoires	Recherche d'une proximité géographique avec la zone impactée. Proximité géographique favorisant un lien fonctionnel entre le site d'impacts (SI) et le site de compensation (SC).	Un projet de compensation souvent situé sur un seul site compense plusieurs impacts Risque d'une distance plus grande entre SI et SC, avec le risque d'une efficacité moindre de la mesure.
Équivalence écologique entre pertes et gains	MC conçues spécifiquement pour compenser un impact. Les MC peuvent cibler précisément les composantes écologiques impactées.	MC conçues pour les besoins d'un territoire, pas d'un seul projet. Risque de décalage entre les pertes d'espèces et d'habitats et les gains écologiques produits.
Suivi et contrôle des mesures compensatoires	Nombreux sites et acteurs, hétérogénéité des méthodes de calcul. Suivis plus complexes, centralisation des données moins efficace et difficultés pour le contrôle.	Suivi centralisé pour toutes les MC sur un seul projet de SNC, un opérateur unique, routine des échanges entre acteurs et homogénéité des méthodes. Suivis et résultats centralisés, favorise l'efficacité du suivi et du contrôle par le régulateur.
Dimension économique des mesures compensatoires	Coûts des MC dimensionnés au cas par cas et très dépendants du contexte local Les coûts de gestion et de suivi ne sont souvent pas provisionnés sur le long terme.	MC de plus grande ampleur pour plusieurs projets, choix des zones d'implantation en amont Économies d'échelles possibles, fonds garantis dans l'agrément, coût planifié sur la durée d'agrément. Investissement important et risqué pour l'opérateur.
Maîtrise foncière et pérennité des sites compensatoires	Maîtrise souvent tardive et engagements variables selon les sites. Court Terme (CT) : difficultés d'accès au foncier peuvent conduire à des sites de moindre intérêt écologique. Long Terme (LT) : dans le cas de conventionnement (notamment avec le secteur agricole), l'engagement sur le moyen (au-delà de 5 ans) et long terme est rare. LT : dans le cas d'acquisitions, une rétrocession des sites de compensation à des gestionnaires d'espaces naturels est régulièrement réalisée.	Maîtrise assurée dans l'espace et dans le temps au moment de l'agrément. CT : La maîtrise foncière et l'engagement sur la durée du contrat sont garantis par l'agrément du site par l'État.

► sée dans la demande correspond à la distance théorique de déplacement d'une espèce sédentaire parmi les plus mobiles du site. En tout état de cause, la vente d'UC au sein de cette aire devrait être justifiée précisément par des études scientifiques solides et actualisées sur les espèces, habitats et fonctions ciblées, sous peine d'être inefficaces pour neutraliser les impacts inhérents.

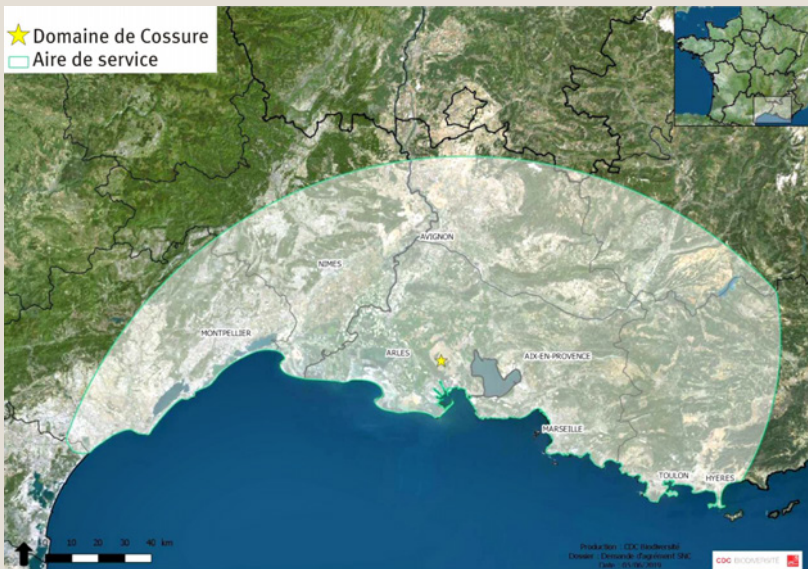
Notons également que l'élargissement de l'aire de service au-delà de la Crau pose certaines questions concernant l'efficacité globale des mesures prises par le SNC au regard de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Si l'intégration de la biodiversité dite « ordinaire » dans l'offre améliore les possibilités de gain sur des composantes de biodiversité souvent délaissées, il est indispensable, de notre point de vue, de considérer à une large échelle la contribution du SNC à des objectifs de conservation plus globaux. Ceux-ci devraient notamment cibler des espaces homogènes définis par des conditions écologiques particulières à des échelles spatiales et temporelles spécifiques : les habitats naturels. Or, malgré les 357 hectares d'habitats réhabilités, le bilan net de la conservation de pelouse sèche en Crau affiche une perte de 900 hectares entre 2008 et 2016. Dès lors, comment justifier que la réhabilitation puisse compenser d'autres impacts que ceux déjà constatés localement ? Nous observons ici les limites de l'absence de régulation de l'usage des SNC qui poussent l'opérateur à élargir son offre au-delà des objectifs écologiques premiers qui ont motivé sa démarche. Comment peut-on alors considérer que les SNC contribuent à stopper la perte d'habitats, première cause d'érosion de la biodiversité ?

Les modifications des espèces ciblées dans la compensation ainsi que de l'aire de service résultent de la mise en évidence d'une inadéquation entre le dimensionnement initial du SNC et la pratique de la compensation en France. En effet, les travaux scientifiques montrent que dans le contexte institutionnel actuel, c'est-à-dire avec un engagement faible de l'État concernant le respect des engagements réglementaires, les opérateurs cherchent à

sécuriser leur investissement. Dans le cas d'investissements comme ceux de CDC Biodiversité sur Cossure, cela conduit à la recherche d'une grande flexibilité, à la fois écologique et géographique, afin de limiter les risques économiques. En effet, les ventes d'unités de compensation n'ont pas été à la hauteur des attentes des acteurs engagés dans l'opération. Le bilan économique de Cossure est sans équivoque : le « TRI » (taux de rentabilité interne) évoqué dans le dossier de demande d'agrément « ne peut être calculé en raison de la marge négative actuelle du projet » (CDC Biodiversité, 2019, p. 10). En mai 2019, depuis le lancement de l'opération Cossure, seules 188,01 UC sur les 357 à la vente ont fait l'objet d'acquisition ; ce qui représente 52,66 % des UC du SNC. Le rythme moyen d'utilisation du SNC constaté entre 2010 et 2019 est de 21 UC par an, cette valeur est inférieure de plus de 50 % par rapport à l'estimation initiale. Dans les perspectives économiques du SNC mentionnées dans le dossier de demande d'agrément, l'hypothèse optimiste vise 47,5 UC vendues dans les années à venir, soit au total 65,9 % des UC du site.

L'ensemble de ces données souligne les difficultés et les incertitudes rencontrées par l'opérateur notamment au niveau du retour sur son investissement. Plusieurs éléments expliquent l'écart entre les premières estimations économiques du SNC de Cossure et les résultats constatés en 2019. Premièrement, la crise économique de 2009 a perturbé la réalisation de projets d'aménagement prévus dans l'aire de vente initiale du SNC. Ensuite, le lancement du SNC dans un cadre institutionnel à titre expérimental n'a pas favorisé le recours aux UC du SNC par rapport à d'autres formes de compensation « au cas par cas ». En effet, l'absence d'arbitrage institutionnel en faveur de cette « offre » lorsque cela était pertinent, n'a pas permis de limiter les effets concurrentiels avec les compensations au « cas par cas » qui étaient souvent moins ambitieuses et onéreuses. Par exemple, certaines mesures « au cas par cas » ne visaient que l'acquisition et la préservation de sites de coussouls déjà existants (avec un prix moyen constaté à 5 000 euros l'hectare contre près de 48 000 euros l'hectare HT en 2019 sur Cossure). Enfin, le peu d'exigences réglementaires a souvent abouti à un dimensionnement plus faible que prévu de la quantité de mesures compensatoires nécessaires pour les aménageurs. Ici, c'est notamment l'utilisation de méthodes de dimensionnement hétérogènes par ratios minimaux qui est en cause. Ce constat souligne l'importance du dimensionnement de la compensation à la fois pour y intégrer les effets positifs de la mutualisation des mesures, sans pour autant minimiser la surface nécessaire pour atteindre les objectifs de neutralité écologique.

1 Aire de service proposée pour le site naturel de compensation de Cossure (source : CDC Biodiversité, 2019).



Perspectives des politiques de non-perte nette de biodiversité au-delà des sites naturels de compensation

Si l'organisation d'une offre de compensation est porteuse d'espoirs quant à l'amélioration des pratiques actuelles, les premiers retours d'expérience nous montrent combien cette organisation se heurte à de nombreuses difficultés et comporte *in fine* des risques pour la conservation de la biodiversité si des « garde-fous » ne sont pas mis en place.

L'analyse empirique du premier SNC en France nous révèle que sa mise en pratique peut faire face à des problèmes fondamentaux relatifs aux principes mêmes de la compensation. Comme pour chaque mesure de compensation, des considérations socio-économiques interviennent dans la construction puis la réalisation du SNC et sont susceptibles de rentrer en conflit avec les objectifs écologiques de l'opération.

Pour éviter ces écueils, il est nécessaire de prendre le temps de construire, avec l'ensemble des parties prenantes, un cadre qui favorise la bonne réalisation des SNC, et notamment d'étudier les perspectives d'utilisation de cette modalité de façon complémentaire avec la compensation « au cas par cas » quand cela s'avère pertinent.

En effet, bien que la compensation par les SNC cherche à corriger certains désavantages constatés dans la mise en œuvre de la compensation « au cas par cas », chacune de ces approches présente à son niveau des arguments qui peuvent plaider pour son utilisation. La compensation par les SNC s'inscrit à une échelle paysagère plus large, en proposant des mesures mises en œuvre de manière anticipée, mutualisée, et avec une gestion centralisée et agréée par l'État. La compensation « au cas par cas » permet plus de souplesse dans le choix optimal d'un site de compensation pour une composante de biodiversité précise et dimensionnée selon les impacts mais à une échelle plus locale.

Dans la pratique, nous attendons que la complémentarité entre ces deux approches puisse être le moteur de meilleures pratiques de compensation. Par exemple, la compensation ciblée sur les habitats naturels pourrait être envisagée dans une perspective d'intégration de l'ensemble des composantes de la biodiversité, afin de proposer des actions portant sur les fonctions de ces habitats. Les SNC pourraient alors devenir des espaces de compensation qui ne seraient pas focalisés sur les seuls éléments de biodiversité patrimoniaux et protégés, mais davantage sur les besoins de restauration identifiés comme prioritaires au sein d'un territoire. Cette perspective ouvre un vaste champ de réflexion sur la place de la séquence ERC dans les objectifs de conservation de la biodiversité à l'heure où une nouvelle stratégie nationale pour les aires protégées doit être déployée.

Ainsi, l'évaluation des SNC ne saurait aboutir ni à la promotion ni à la condamnation d'un outil relativement nouveau pour de nombreux praticiens de la compensation, mais davantage à la mise en évidence des conditions nécessaires à sa bonne réalisation. En ce sens, l'environnement institutionnel qui encadre le dispositif dans son ensemble est au cœur de ces conditions avec comme éléments clés : la définition claire et la stabilisation des règles qui l'encadrent, le respect des engagements et des principes réglementaires par des moyens humains et financiers qui lui sont consentis.

De manière générale, l'efficacité d'un dispositif de compensation ne se mesure pas par la somme des avantages et des inconvénients qu'implique son usage, mais plutôt au regard de l'atteinte des objectifs de conservation de la biodiversité considérée comme un bien commun menacé en raison de nos activités.

Dès lors, il semble indispensable de resituer les SNC face à leur objectif, c'est-à-dire une modalité d'application d'un instrument d'action publique – la séquence ERC – qui vise à enrayer l'érosion de la biodiversité en promouvant la neutralité écologique des actions humaines impactantes. En s'appuyant sur les analyses empiriques de l'efficacité de la compensation dans son ensemble, nous pensons qu'il est nécessaire de faire évoluer le débat non pas vers les modalités de mises en œuvre des compensations, mais davantage vers les modalités qui justifient la mise en œuvre des activités humaines qui entraînent un effondrement de la biodiversité.

Pour conclure, la place accordée à la compensation dans les politiques de conservation de la biodiversité est trop importante en dépit de ses résultats, au regard des ambitions de l'État pour enrayer l'érosion de la biodiversité. Il apparaît aujourd'hui plus que nécessaire de s'emparer de ces problématiques afin de faire peser sur l'action publique le poids de ses choix face aux engagements et aux attentes des citoyens en contexte de crises écologiques. Ces réflexions sont au cœur de l'actualité dans le cadre de la mise en place de la loi « Climat et Résilience » du 22 août 2021 dont l'objectif de « zéro artificialisation nette » apparaît comme un slogan politique au même titre que celui « d'absence de perte nette » de biodiversité issu de la loi Biodiversité de 2016. ■

Les auteurs

Brian PADILLA

Muséum national d'Histoire naturelle,
PatriNat (UAR 2006),
4 avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy, France
✉ brian.padilla@mnhn.fr

Coralie CALVET

Centre d'économie de l'environnement Montpellier,
Université de Montpellier, CNRS, INRAE,
Montpellier SupAgro,
2 place Pierre Viala, F-34060 Montpellier, France.
✉ calvetcoralie@gmail.com

EN SAVOIR PLUS...

■ CALVET, C., LEVREL, H., NAPOLÉONE, C., DUTOIT, T., 2015, La Réserve d'Actifs Naturels : une nouvelle forme d'organisation pour la préservation de la biodiversité en France ? in : LEVREL, H., FRASCARIA, N., HAY, J., MARTIN, G., PIOCH, S. (Eds.), *Restaurer la nature pour atténuer les impacts du développement. Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité*, Éditions Quae, Versailles, chap. 12, p. 139-156.

■ PADILLA, B., 2018, *Référentiel méthodologique de déploiement d'une offre de compensation territorialisée*, UMS PatriNat, MNHN, 116 p.

■ QUÉTIER, F., REGNERY, B., LEVREL, H., 2014, No net loss of biodiversity or paper offsets? A critical review of the French no net loss policy, *Environ. Sci. Policy*, vol. 38, p. 120-131,
✉ <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.009>

■ SCEMAMA, P., LEVREL, H., 2013, L'émergence du marché de la compensation des zones humides aux États-Unis : impacts sur les modes d'organisation et les caractéristiques des transactions, *Revue d'économie politique*, vol. 123, n° 6, p. 893-924,
✉ <https://doi.org/10.3917/redp.236.0893>

Quand jouer la carte des sites naturels de compensation dans un territoire ?

Les sites naturels de compensation ouvrent une modalité de compensation écologique nouvelle dans les pratiques françaises. En permettant d'anticiper la réalisation des mesures, en visant des gains écologiques cumulés importants sur un site divisé en unités de compensation et agréé par l'État et sur un temps supérieur à trente ans, c'est une nouvelle politique de l'offre qui vient compléter la compensation à la demande habituellement mise en œuvre. Élaboré à partir des échanges tenus lors de la table ronde organisée à l'occasion du séminaire « Sites naturels de compensation : quels freins et perspectives ? »¹, cet article met en relation les analyses d'experts en écologie, économie, droit et aménagement des territoires pour discuter de la place que pourrait occuper cette modalité par rapport aux autres modalités de compensation, dans les politiques de préservation de la biodiversité et parmi les visions actuelles de l'aménagement durable des territoires.

Complémentarité de l'offre avec les autres modalités de compensation : la place des sites naturels de compensation dans le « mix compensatoire »

Du « cas par cas » aux sites naturels de compensation (SNC), les débiteurs d'obligation de compenser ont à leur disposition plusieurs modalités de compensation écologique.

À quel dispositif recourir ?

Tel un « mix compensatoire », par analogie avec les sources d'énergie, la coexistence de plusieurs modalités de compensation permet d'envisager leur complémentarité. On peut distinguer deux situations dans lesquelles chacune des modalités sera plus pertinente que l'autre :

- les incidences portent sur des composantes de biodiversité à enjeux de conservation forts. Ces enjeux demeurent exceptionnellement compensables et l'intérêt du projet justifie cette exception ;

- les incidences portent sur des composantes de biodiversité à enjeux de conservation relativement faibles. La perte portera principalement sur les espaces favorables à l'expression d'une biodiversité commune ainsi qu'au maintien des continuités écologiques à l'échelle du paysage.

Dans le premier cas, les sites naturels de compensation (SNC) ne semblent pas être une solution satisfaisante. Les enjeux soulevés, trop spécifiques et ciblés sur une composante de biodiversité, doivent être traités au cas par cas, avec un projet de compensation à la demande construit pour répondre à ce besoin exceptionnel. Au contraire, l'offre d'unités de compensation répondant à des besoins plus communs, avec des enjeux moindres et des actions écologiques pour le maintien des dynamiques de biodiversité à plus large échelle semble pertinente. Cette complémentarité entre offre et demande, parce qu'elle permet d'adresser toutes les composantes de biodiversité (y compris celles à enjeux de conservation

1. Retrouvez ici tout le contenu du séminaire organisé le 15 décembre 2020 :

<https://www6.lyon-grenoble.inrae.fr/lessem/VIE-SCIENTIFIQUE/Faits-marquants/Webinaire-SNC-quels-freins-et-perspectives>

❶ Lancée comme expérimentation nationale en 2008, la réserve de Cossure, située en plaine de Crau, a obtenu le premier agrément de site naturel de compensation par arrêté ministériel en 2020.



© S. Aubry - INRAE

relativement faibles, même hors du cadre des procédures actuelles), s'inscrit plus largement dans une recherche de zéro artificialisation nette des sols (ZAN). La compensation par l'offre deviendrait alors le support d'une « renaturalisation » d'espaces artificialisés, favorable à l'expression d'une part importante de la biodiversité qui échappe aux mécanismes de protection actuels malgré son déclin généralisé. La compensation à la demande resterait pour sa part réservée aux besoins plus spécifiques et exceptionnels, aux enjeux plus techniques. Ce scénario implique une généralisation de l'offre de compensation, alors qu'il n'existe aujourd'hui qu'un seul site agréé en France, faisant de cette modalité une exception. La constitution des premiers SNC agréés devra être bien documentée et les résultats des actions menées bien suivis et discutés pour favoriser cette modalité.

Par ailleurs, plusieurs observateurs s'accordent à qualifier certaines pratiques de « compensation hybride » entre offre et demande. À des échelles de territoires variées, certains acteurs anticipent tout ou partie de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » (ERC), soit pour leur propre usage, soit pour le compte de projets ultérieurs. Une entreprise ayant une activité industrielle dynamique sur un territoire, par exemple l'ouverture et la fermeture régulière de carrières impliquant à chaque fois un besoin de compensation, peut constituer une réserve d'actifs fonciers pour son usage propre. De même, certaines collectivités territoriales, peuvent identifier des sites artificialisés ayant un potentiel de restauration écologique et en faciliter la maîtrise foncière et les états initiaux préalables à l'établissement de plans de compensation. Dans ces exemples, les opérateurs de compensation n'anticipent pas nécessairement de mesures de restauration écologique dans l'optique d'obtenir des unités de compensation à vendre. À ce stade, ces exemples pourraient être assimilés à une

volonté d'application plus vertueuse de la compensation à la demande dans une logique de stratégie territoriale de compensation (voire de la séquence ERC plus globalement). Parmi les bénéfices apportés par les SNC, tels que l'anticipation de la réalisation des mesures et la mutualisation à l'échelle d'un territoire écologiquement cohérent, la plupart devraient être également recherchés dans des actions de compensation à la demande afin d'en améliorer les résultats.

La loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016 dispose que le choix des modalités de compensation (offre ou demande), qu'elles soient alternées ou cumulées, revient au débiteur d'une obligation de compensation. Certaines pratiques à l'international encouragent, dans certains cas, une modalité plutôt qu'une autre. Qu'advient-il alors des initiatives « hybrides » identifiées dans la pratique ? Il sera nécessaire de clarifier dans quelle mesure ces approches innovantes sont acceptables ou seront contraintes de se régulariser au regard des modalités actuelles, notamment en identifiant les conditions où la réalisation d'actions écologiques relève d'un SNC à faire agréer. Pourtant, la souplesse laissée à l'innovation pourrait aussi conduire à une amélioration des pratiques contribuant parfois à renforcer la pérennisation des mesures, à sécuriser les risques d'échec ou à conforter la hiérarchisation de la séquence. Si toute action empruntant les caractéristiques de l'offre doit passer par l'établissement d'un SNC agréé (photo ❶), il sera probablement indispensable d'actionner des leviers pour favoriser l'acquisition d'unités de compensation qui semblent aujourd'hui sensiblement plus onéreuses que la compensation à la demande. Dans tous les cas, la régulation et le pilotage par les services de l'État de ces nouveaux secteurs seront primordiaux pour éviter les dérives actuelles de la mise en œuvre de la séquence ERC.

► **Avantage et risques à la part croissante des sites naturels de compensation dans la mise en œuvre de la compensation**

Les SNC présentent des avantages régulièrement mis en avant par les différents acteurs engagés dans cette démarche dont l'anticipation, la planification et la mutualisation des mesures compensatoires qui ne peuvent que renforcer leurs effets positifs et favoriser leur pérennisation. L'identification d'opérateurs de SNC peut également améliorer la transparence du processus de compensation avec des objectifs clairs et publiquement affichés lors de l'agrément, rendre plus efficace le contrôle et le suivi des résultats par les services régulateurs de mesures moins nombreuses, et permettre de professionnaliser la gestion des sites tout au long de la durée de l'agrément. À l'inverse, la compensation à la demande n'apporte pas les mêmes garanties en raison de la multiplicité des sites de compensation de plus faible envergure, des contextes de gouvernance variables, des actions écologiques parfois portées par les maîtres d'ouvrages non spécialistes de la restauration écologique et avec un suivi qui, bien qu'obligatoire, n'est pas toujours effectif ni mis en œuvre pour améliorer les pratiques. Sur le plan économique, la crainte d'une marchandisation de la nature, souvent évoquée, ne nous semble pas particulièrement accru par rapport à la compensation à la demande, dès lors que la régulation de l'offre est assurée. L'existence d'une offre de compensation pour certaines composantes de la biodiversité ne doit en aucun cas favoriser les incidences sur ces dernières en dérogeant à la séquence ERC. Le cadre des SNC permettrait, au contraire, une plus grande transparence sur le coût économique de la compensation. Compte tenu des modalités d'agrément des sites, connaître le détail du calendrier prévisionnel des opérations autorisant la mise en vente des unités permet d'évaluer les postes de dépense tout au long de l'obligation de compenser. Les prix de mise en vente des unités de compensation sont ainsi susceptibles d'être en adéquation avec le coût réel de la compensation sur le long terme.

Si la modalité des SNC présente des avantages en termes d'organisation et peut laisser espérer une meilleure efficacité de l'action écologique *in fine*, celle-ci s'accompagne de risques qu'il convient de mesurer. Un premier exemple est celui d'une potentielle déresponsabilisation des maîtres d'ouvrage. Ces derniers n'ont souvent pas les compétences nécessaires pour mener à bien une opération de compensation, notamment en ce qui concerne la recherche et la maîtrise foncière, la gestion des prestataires qui interviendraient dans la conception, la mise en œuvre et le suivi de la compensation. Déléguer ces tâches apparaît pour de nombreux acteurs comme une solution de facilité qui ne permet pas aux maîtres d'ouvrages de mesurer la balance coûts-bénéfices de leur activité, et risque de renforcer la négligence des phases d'évitement et de réduction. L'existence d'une offre de compensation ne doit en aucun cas déroger au respect de la séquence ERC et des principes de la compensation, dont la proximité fonctionnelle des impacts au site de compensation (en rappelant que les aires de services ne garantissent pas toujours cette proximité fonctionnelle, qui doit s'évaluer au cas par cas) et l'équivalence écologique entre les caractéristiques des composantes

impactées et compensées. Un deuxième risque est lié à la décision d'agréer les SNC, ce qui a du sens sur le plan écologique, et de n'imposer aucune condition réglementaire pour les opérateurs. On peut anticiper, en pratique, un blocage structurel à l'entrée d'acteurs locaux ou modestes sur le secteur économique des SNC du fait de la forte concurrence avec les grandes institutions bien établies aux capacités techniques et financières importantes. Cette sélection par la concurrence pourrait conduire à voir émerger une situation quasi-monopolistique de quelques grands opérateurs de SNC. Certains observateurs peuvent craindre que ces acteurs soient liés par des liens capitalistiques ou d'influence aux principaux débiteurs d'obligation de compensation. Le décret et l'arrêté relatifs à l'agrément des sites de compensation restent malheureusement silencieux sur ces risques, ce qui ne permet pas, en l'état, d'exercer l'effort de régulation qui serait nécessaire. Il semble que l'agrément des SNC reste une condition nécessaire mais non suffisante pour une approche égalitaire et vertueuse de cette modalité.

Intégrer les sites naturels de compensation aux autres outils de préservation de la biodiversité

Alors qu'elles s'inscrivent dans l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité, les actions écologiques menées dans le cadre de mesures compensatoires ne s'intéressent qu'à générer des gains pour une partie des incidences liées aux activités humaines, laissant l'impression d'un soin palliatif accompagnant une trajectoire d'érosion de la biodiversité à l'échelle des territoires. Pour dépasser ce constat, de nombreux acteurs appellent à changer de point de vue en visant la bonne compréhension de l'état écologique d'un territoire pour prendre les mesures nécessaires afin de lui redonner une trajectoire satisfaisante. Les SNC pourraient ainsi être vus comme un des leviers pour assurer la mise en œuvre des stratégies de préservation de la biodiversité plutôt que comme un simple instrument d'action publique visant à neutraliser localement une perturbation. La planification de la compensation à l'échelle d'un territoire pourrait par exemple être conçue comme un plan de gestion territorial, articulé avec les aires protégées et les objectifs des plans régionaux d'actions pour les espèces à enjeux. Sa révision se ferait à l'appui des résultats des actions menées sur l'état de conservation des écosystèmes et en tenant compte de l'évolution des usages territoriaux. Certaines initiatives vont déjà dans ce sens, en cherchant à positionner les mesures de compensation au sein de ruptures identifiées dans des trames vertes et bleues (TVB).

Remise en cause de principes fondateurs de la compensation écologique : exemple de l'additionnalité

Dans l'hypothèse où les SNC seraient intégrés dans une stratégie à plus large échelle soutenant les objectifs de préservation des espaces naturels, il serait alors nécessaire de questionner certains fondements du principe de compensation. Parmi eux, celui de l'additionnalité des mesures aux engagements publics et privés. En effet, une part conséquente de la stratégie nationale pour les aires

protégées repose sur des financements publics. Existe-t-il, dès lors que la compensation est identifiée comme une piste de financement additionnelle, un risque de désengagement de l'État vis-à-vis de ces objectifs ?

Plusieurs travaux, en France comme à l'international ont déjà mis en évidence la tendance à la stagnation voire à la baisse significative des ressources humaines et financières dédiées aux services chargés de l'élaboration, de l'accompagnement et du suivi des politiques publiques de conservation de la biodiversité. Des premiers observateurs soulignent l'effet que peuvent avoir les mesures compensatoires sur les actions prises au titre du réseau Natura 2000. Dans les milieux agricoles, les actions de compensations peuvent être plus intéressantes financièrement et moins contraignantes que les engagements pris pour des mesures agroenvironnementales et climatiques (MAEC). Les mesures compensatoires, dans un guide proposant des pistes de financements additionnels pour les parcs nationaux², sont ciblées comme pouvant être déployées au sein du territoire d'un parc et constituer un bénéfice si elles démontrent une « additionnalité administrative ». C'est-à-dire que les actions mises en œuvre, qui doivent aller plus loin que les plans de gestion existants, ne pourraient l'être sans le concours d'un investissement spécifique. Ce même rapport introduit pourtant la forte contraction des moyens des parcs nationaux les empêchant de remplir une partie de leurs missions. Dans ces exemples, les mesures compensatoires apparaissent comme une substitution à l'engagement public de préservation des espaces puisqu'une amélioration écologique se fait au prix d'une incidence par ailleurs. On peut également craindre un désengagement de la dépense publique en matière de préservation de la biodiversité si de telles mesures sont financées sur fonds privés.

Dès lors, est-il nécessaire de mieux préciser les conditions de l'additionnalité aux engagements publics et privés, ce principe n'étant pas explicitement inscrit dans la loi ? Ou au contraire faut-il s'éloigner de cette exigence pour n'observer que la plus-value écologique qui peut être apportée par une action de compensation ? Dans la pratique, les services instructeurs doivent disposer d'une certaine souplesse pour examiner, au cas par cas, les conditions d'acceptabilité d'une mesure compensatoire au regard de l'urgence des enjeux écologiques du territoire dans lequel elles vont s'inscrire. Néanmoins, s'éloigner de l'exigence d'additionnalité au nom du réalisme économique risque d'envoyer un message démobilisateur aux parties prenantes de la conservation de la biodiversité. Son maintien, même dans les conditions incertaines actuelles, nous semble nécessaire. Comment mesurer et prévenir alors les risques de comportements opportunistes que cette flexibilité est susceptible d'occasionner ? Il convient de rappeler que la compensation vise désormais un objectif de résultats, et que ceux-ci doivent être observés au regard de l'objectif d'absence de perte nette de biodiversité. Si la plus-value d'une mesure, aussi ambitieuse soit-elle, occasionne une

baisse des moyens publics remettant en question les stratégies de préservation des espaces, alors les incidences doivent être évitées.

Les sites naturels de compensation intégrés aux objectifs de préservation des espaces naturels : est-ce faisable ?

Pour que les SNC puissent être intégrés à des objectifs de préservation des espaces naturels, à grande échelle et à long terme, il faut envisager leur intégration au sein des territoires.

Comment articuler les échelles de gouvernance des SNC ? Au niveau national, le cadre réglementaire de la compensation écologique impose des règles générales utiles aux acteurs pour déterminer les contraintes à intégrer aux projets d'aménagement et les SNC reçoivent leur agrément. Au niveau local, les spécificités écologiques, économiques, politiques, sociales ou encore culturelles orienteront très certainement les pratiques des SNC. Chaque SNC est doté d'un comité local chargé notamment du suivi des obligations du site et des ventes des unités. Les pratiques d'intendance du territoire, valorisées par exemple par les Conservatoires d'espaces naturels, sont inspirantes car elles montrent qu'il est possible de dépasser les facteurs de blocage qui pourraient émerger de la rencontre de différentes entités administratives et d'intérêts économiques divergents. L'identification et la définition du territoire concerné par le SNC est une étape clé qui doit conduire à la constitution d'un système local cohérent, même si celui-ci rassemble plusieurs morceaux d'entités administratives.

La mise en œuvre d'une compensation, qu'elle soit ou non anticipée, découle des choix d'aménagement en partie issus des documents de planification (SCOT, PLUi, PLU)³ et notamment de leur volet « biodiversité ». C'est pendant ces démarches, dont l'élaboration se fait généralement sur un temps long, souvent de plusieurs années, que sont décidées les principales actions d'urbanisation, de changement d'usage des sols et donc les principales causes de l'érosion de la biodiversité. Il semble donc indispensable que la gouvernance des SNC s'appuie sur ces processus. La réflexion sur le cadre de mise en œuvre d'un ou plusieurs SNC pourrait, par exemple, se faire à l'échelle d'un SCOT, afin que les modalités des actions écologiques au sein de la matrice paysagère puissent être précisées, par la suite, à l'échelle d'un PLUi/PLU. Ainsi, les zones à forte contribution pour la connectivité écologique de cette matrice paysagère pourraient être préservées de l'urbanisation. Cette démarche aurait de plus pour effet vertueux de prendre en compte les impacts des projets qui échappent aujourd'hui au processus d'évaluation environnementale, alors même qu'ils sont responsables de la plus grande part d'artificialisation des sols par mitage. Il s'agit *in fine* d'appliquer la séquence ERC à l'échelle territoriale des plans et programmes, en y interrogeant la place des SNC, plutôt que de voir ces derniers uniquement comme un outil de compensation à l'échelle des projets.

2. Commissariat général au développement durable (CGDD) du ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES), 2018, *Parcs nationaux. Quelles pistes de financement additionnels ?*, Collection Théma.

3. SCOT : schéma de cohérence territoriale ; PLUi : plan local d'urbanisme intercommunal ; PLU : plan local d'urbanisme.

Penser l'intégration de la société civile dans les projets de site naturel de compensation

La participation d'acteurs non institutionnels permettrait de consolider l'ancrage territorial des SNC pour en faire des espaces intégrés au quotidien des citoyens, participant à la définition culturelle et patrimoniale du territoire, plutôt qu'un espace sous cloche uniquement dédié à un gain écologique qui pourrait être, sur le long terme, oublié. Ces projets de SNC pourraient être pensés comme des espaces d'expérimentation de l'articulation d'activités socio-économiques et d'ingénierie écologique. Mais cela suppose des démarches de concertation et de délibération qui sont longues, peu compatibles avec les temporalités des contraintes économiques elles-mêmes en partie déterminées par des enjeux politiques. Néanmoins, de nombreux exemples montrent comment les acteurs réussissent à dépasser leurs antagonismes si les conditions sont réunies pour que les enjeux écologiques puissent être pensés non plus comme des contraintes mais comme un support et un levier du développement territorial. Il s'agit de faire émerger un bien commun pour actionner ensuite une gouvernance des communs. Ces conditions sont liées à l'implantation d'acteurs institutionnels reconnus à la fois pour leurs compétences écologiques et pour leur capacité à dialoguer avec la société civile. À cette fin, l'accompagnement des parties prenantes et l'utilisation d'outils techniques pour alimenter les débats (modélisation des impacts, des secteurs à éviter) seront sans doute de précieux appuis pour les opérateurs de SNC en vue d'une bonne intégration de leur projet au sein du territoire.

Pour renforcer encore cette intégration, nous pourrions également imaginer une forme de représentation des intérêts des citoyens des territoires dans lesquels les SNC s'inscrivent. Par exemple, ils pourraient être gérés par des coopératives : la forme juridique des sociétés coopératives d'intérêt collectif permettrait d'intégrer au conseil d'administration des collectivités territoriales, des entreprises du secteur marchand, et des organisations de l'économie sociale et solidaire. Cela répondrait à plusieurs incertitudes pesant sur la temporalité et la marchandisation de la compensation grâce à l'acquisition du foncier *via* la participation des sociétaires. De telles associations pourraient aussi se voir intégrées ou invitées aux comités locaux des SNC précédemment mentionnés.

Un nouveau rapport à la nature pour assurer la pérennité des actions écologiques ?

Imaginer des projets de SNC mieux intégrés aux projets de conservation des territoires permettrait de lever une des grandes limites actuellement rencontrée dans la mise en œuvre des mesures compensatoires : celle de leur pérennité. Les contrats durent habituellement quelques dizaines d'années, avec peu d'assurance quant à la vocation écologique à long terme des sites de compensation. Pourtant, la question de la pérennité des mesures en faveur de la biodiversité est primordiale quand on envisage la biodiversité en tant que dynamique, c'est-à-dire comme un processus et non pas un état. La diversité du vivant prend son sens sur le long terme, en y intégrant sa dimension évolutive, par nature instable.

Dans cette nouvelle vision de SNC intégrés, il s'agirait de dépasser l'anthropocentrisme de nos relations au vivant,

aujourd'hui vécues à très court terme. En effet, force est de constater que les actions en faveur de la biodiversité relèvent trop souvent de réponses à des atteintes à une ou plusieurs espèces patrimoniales, selon des raisons variables mais sans véritable assise conceptuelle, suivant notre seule capacité à recréer ou restaurer une composante affectée. Dans une attitude réflexive, l'ensemble des acteurs en charge de la mise en œuvre de la séquence ERC devrait remonter la séquence jusqu'à se questionner sur les raisons qui appellent son existence. Ainsi, ce ne serait pas tant la mesure compensatoire qui deviendrait pérenne mais la volonté de voir la nature comme « compagne » au sein d'un espace partagé, et non plus comme « objet » extérieur à ne pas impacter ou à défendre. Cette démarche, ancrée dans l'éthique environnementale, pourrait s'accompagner d'une réflexion sur la possibilité d'une libre évolution des entités de biodiversité ; et ceci dans les espaces qui leur sont dédiés, qu'ils soient protégés, ouverts à la compensation, mais aussi anthropisés.

Comment faire pour qu'une telle approche inspirée de l'idée d'habitabilité du monde et de communauté d'habitats se traduise dans les pratiques et dans les règles qui les encadrent ? De nombreuses pistes sont à discuter, depuis l'idée de donner une place réelle à la biodiversité dans la Constitution jusqu'au renversement du paradigme de préservation de la biodiversité vers une préservation des seules activités qui pourraient légitimer des atteintes à la biodiversité. ■

Les auteurs

Brian PADILLA

Muséum national d'Histoire naturelle,
PatriNat (UAR 2006),
4 avenue du Petit Château, F-91800 Brunoy, France
✉ brian.padilla@mnhn.fr

Anne-Charlotte VAISSIÈRE et Jane LECOMTE

Écologie Systématique Évolution,
Université Paris-Saclay, CNRS, AgroParisTech,
F-91405 Orsay, France.
✉ anne-charlotte.vaissiere@universite-paris-saclay.fr
✉ jane.lecomte@universite-paris-saclay.fr

Pierre BIEUZEN

Agence régionale de la biodiversité Occitanie,
201 avenue de la Pompignane,
F-34000 Montpellier, France.
✉ pierre.bieuzen@arb-occitanie.fr

Coralie CALVET

Centre d'économie de l'environnement Montpellier,
Université de Montpellier, CNRS, INRAE,
Montpellier SupAgro,
2 place Pierre Viala, F-34060 Montpellier, France.
✉ calvetcoralie@gmail.com

Gilles J. MARTIN

Université Côte d'azur, Faculté de droit, GREDEG, CNRS,
avenue du Doyen Trotabas, F-06200 Nice, France.
✉ gj.martin@wanadoo.fr

Benoît PREVOST

UMR 5281 ARTDEV CNRS, Univ Paul Valéry Montp 3,
Univ de Montp, Univ Via Domitia Perpignan,
route de Mende, F-34199 Montpellier Cedex, France.
✉ benoit.prevost@univ-montp3.fr



Quand jouer la carte des sites naturels de compensation dans un territoire ?

Sciences Eaux & Territoires
est la revue de transfert d'INRAE

**Son objectif est de proposer une information claire et lisible
de haute qualité scientifique et technique**

qui permette de nourrir le processus de l'action et/ou de la décision
des différents intervenants publics et privés
dans le domaine du développement rural et de l'environnement.

La revue développe un lien entre la recherche et l'action.

Elle est envisagée comme un outil d'aide à la décision
et à l'accompagnement de l'action sur le terrain, en diffusant une information structurée
sur des méthodologies d'action, des synthèses sur les innovations techniques ou
technologiques et les dernières avancées de la recherche finalisée dans une optique
interdisciplinaire, dans les domaines couverts par INRAE et ses partenaires.

Le lectorat de la revue

Le lectorat visé est un public d'ingénieurs, de gestionnaires et de cadres des services
techniques des collectivités territoriales, des services déconcentrés de l'État,
des instituts techniques, des établissements d'enseignement technique et supérieur,
et des entreprises intervenant à leurs côtés.

De manière plus générale, cette revue s'adresse à tous les acteurs et praticiens
intervenant sur la gestion des espaces ruraux et périurbains,
qu'ils soient publics ou privés.

www.set-revue.fr

Télécharger librement les articles
sur le site de la revue Sciences Eaux & Territoires



Directeur de la publication : Philippe Mauguin
Coordination scientifique du numéro : Steve Aubry
Comité éditorial : Stéphanie Gaucherand, Véronique Gouy, Alain Hénaut, Ghislain Huyghe, Emmanuelle Jannès-Ober, Nicolas de Menthière, Sébastien Michel, Thierry Mougey, Christophe Roturier, Gaëlle Tallec et Michel Vallance
Coordination éditoriale : Sabine Arbeille
Secrétariat de rédaction, mise en page et suivi d'édition : Valérie Pagneux
Infographie : Françoise Peyriguer
Contact édition et administration :
INRAE-DipSO – 1 rue Pierre-Gilles de Gennes – CS 10030 – 92761 Antony Cedex
Tél. : 01 40 96 61 21 – E-mail : set-revue@inrae.fr
Numéro paritaire : 0511 B 07860 – Dépôt légal : à parution
Impression : Dupli-Print
Photos de couverture : CD78-GIP SYE.
Photos du sommaire : C. Le Renard, Dervenn, J.-M. Pettina, Dronotec, F. Quétier.

Sciences Eaux & Territoires
www.set-revue.fr

N° 38, 2022
N°ISSN : 2109-3016

INRAE

