

UNE APPROCHE DE MODÉLISATION POUR EXPLORER DES POLITIQUES DE COMPENSATION CIBLANT LES STRUCTURES PAYSAGÈRES

**Rodolphe Sabatier (INRAE), Ilaria Brunetti (INRAE),
Theophane Hazoumé, Laurianne Mouysset (CNRS)**

contact : rodolphe.sabatier@inrae.fr

La mise en œuvre de la compensation écologique se traduit généralement par la restauration de surfaces d'habitats naturels et semi-naturels dégradés. Cette approche, bien qu'étant déjà relativement couteuse et complexe est très limitée dans la manière dont elle traduit « l'absence de perte nette de biodiversité ». En testant des scénarios alternatifs de mise en œuvre de la compensation, nous illustrons à quel point viser une réelle « absence de perte nette de biodiversité » accroît le coût et la complexité de mise en œuvre de la compensation.

Contexte

Les politiques de compensation se traduisent généralement par la restauration de tout ou partie des surfaces d'intérêt écologique perdues. Ce faisant, elles négligent d'autres aspects paysagers tels que les agencements spatiaux et les structures spatiales au sein des paysages. Or, ces aspects sont tout aussi cruciaux pour le maintien des dynamiques écologiques. De plus, la restauration des surfaces d'intérêt écologique perdues se fait généralement au détriment des surfaces de nature ordinaire ce qui

déplace les impacts écologiques vers de nouveaux cortèges d'espèces. Pour pallier à ces deux limites, nous avons développé un modèle informatique pour explorer et comparer différents scénarios de compensation visant le maintien des surfaces ou le maintien d'autres propriétés géométriques du paysage.

Méthode

En nous appuyant sur un modèle spatialisé à l'échelle de la commune, nous avons développé un algorithme permettant de générer un grand nombre de solutions de compensation respectant diverses contraintes écologiques à l'échelle du paysage (Figure 1). Ces solutions sont évaluées sur des critères de coût (ratio surface aménagée / surface de compensation) et de faisabilité (pourcentage de compensation réussies). L'application de cet algorithme à différentes situations nous permet de comparer des traductions de la notion de « d'absence de perte nette de biodiversité » en différents jeux de contraintes écologiques (tableau 1) : seulement basés sur le maintien des proportions d'habitats ou basés sur le maintien des proportions d'habitats et d'autres propriétés de structure des paysages.

	Maintien des surfaces	Maintien des structures paysagères
Sc1	Habitat semi-naturel	-
Sc2	-	Habitat semi-naturel
Sc3	Cultures	Habitat semi-naturel

Tableau 1. Définition des scénarios de compensation.

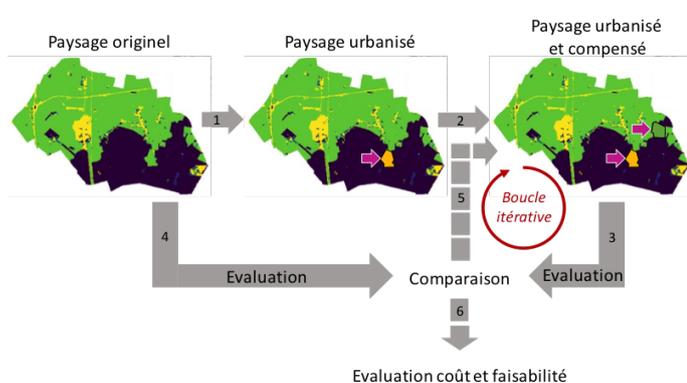


Fig 1. Démarche de modélisation. Partant d'un paysage originel (dont les usages des sols sont catégorisés en six classes) et sur lequel on applique une urbanisation (1), l'algorithme développé propose une solution de compensation (2) dont les performances écologiques seront évaluées (3). Ces performances sont par la suite comparées aux performances d'un paysage originel (4). Si les performances écologiques du paysage urbanisé-compensé ne sont pas au niveau de celles du paysage originel, l'algorithme recherche une nouvelle solution de compensation (5). Si elles sont au moins aux niveaux de celles du paysage originel, la solution de compensation est considérée comme acceptable et est évaluée sur les critères de coût et de faisabilité de sa mise en œuvre (6).

Résultats

1. Un premier scénario facile à mettre en œuvre bien que peu pertinent sur les plans écologique et agricole

Nos premiers résultats (Figure 2) confirment que le scénario Sc1 (en bleu sur la figure) impliquant le seul maintien des surfaces semi-naturelles est à la fois le moins coûteux et le plus faisable des trois scénarios dans la quasi-totalité des cas testés. Son faible coût ainsi que sa grande facilité de mise en

œuvre explique pourquoi ce scénario correspond au type d'approche privilégiée lors de la mise en œuvre d'une politique de compensation. Cependant, ce scénario de compensation a deux défauts majeurs. Premièrement, en ne s'attachant qu'aux surfaces, il néglige d'autres aspects du paysage tels que les continuités écologiques, l'hétérogénéité, la fragmentation qui sont d'importance capitale pour le fonctionnement des écosystèmes. Deuxièmement, en ne s'intéressant qu'au maintien des surfaces d'habitats semi-naturels, il implique des compensations par destruction des espaces de culture, déplaçant le problème vers une baisse de production agricoles et un impact négatif sur les espèces des milieux agricoles.

2. Des scénarios alternatifs qui se traduisent par un arbitrage coût-faisabilité.

Les limites évoquées dans la section précédente nous ont amenés à analyser deux scénarios alternatifs, basés sur le maintien des structures paysagères relatives aux habitats semi-naturels (Sc2) ou au maintien de ces mêmes structures ainsi que des surfaces de cultures (Sc3). En corollaire à notre résultat 1, dans la majeure partie des cas, les scénarios Sc2 et Sc3 sont plus coûteux et moins faisables que le scénario 1 (Figure 2). On note toutefois que l'impact de ces scénarios est contrasté : certains présentent des coûts faibles similaires à SC1 mais sont très peu faisables, tandis que d'autres ayant une faisabilité élevée comme SC1 sont très coûteux, enfin d'autres dégradent simultanément les deux dimensions mais avec des amplitudes plus faibles (ie ils sont un peu plus coûteux et un peu moins faisables SC1). Dans ce contexte, il est légitime de s'interroger sur le bon arbitrage à réaliser entre faisabilité et coût. Pour cela nous nous sommes demandés s'il y avait une forme de régularité dans cet arbitrage. La figure 3 vise à comparer les scénarios Sc2 et Sc3 en

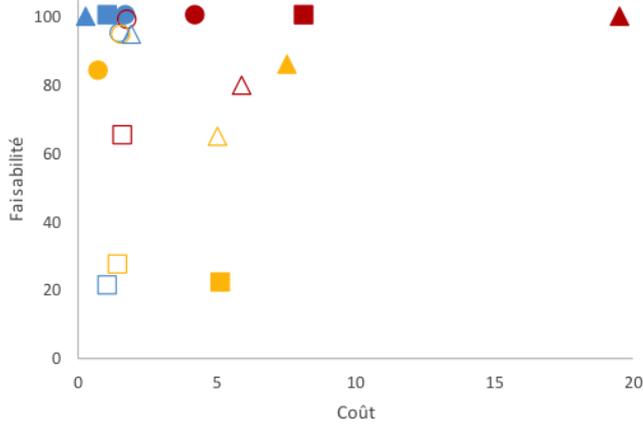


Fig 2. Coût et faisabilité des différents scénarios pour différentes communes et différents aménagements. Les couleurs correspondent aux différents scénarios (Sc1 en bleu, Sc2 en jaune, Sc3 en rouge), les symboles correspondent aux deux municipalités (plein / vide) et aux trois localisations d'aménagement (forme).

représentant les coûts additionnels (en abscisse) et gains de faisabilité (en ordonnée) associés au passage du scénario Sc2 au scénario Sc3. Une conclusion particulièrement intéressante est que quelle que soit la municipalité et quel que soit l'aménagement considérés, le scénario Sc3 est toujours associé à un plus grand coût et une plus grande faisabilité que le scénario Sc2 (tous les points se retrouvent dans le cadran supérieur droit de la Figure 3). En d'autres termes, nos travaux montrent que le passage du scénario Sc2 au scénario Sc3 entraîne une hausse de coût mais également une hausse de faisabilité. L'addition d'une contrainte sur le maintien des surfaces agricoles implique de mobiliser de plus grandes surfaces de compensation (coût plus important) mais il semble que l'addition de cette deuxième contrainte, en réduisant l'espace des solutions à explorer rende les solutions de compensation paradoxalement plus faciles à trouver. Il faut enfin garder à l'esprit que la métrique de coût utilisée ici correspond aux surfaces nécessaires pour la compensation et n'inclue pas les gains financiers associés au maintien de l'activité agricoles qui pourraient moduler le coût global du projet de compensation, réduisant ainsi l'écart entre les scénarios Sc2 et Sc3.

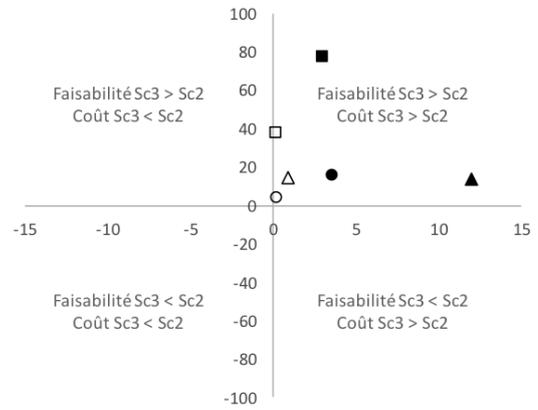


Fig 3. Coûts additionnels (en abscisse) et gains de faisabilité (en ordonnée) associés au passage du scénario Sc2 au scénario Sc3 pour les différentes municipalités (plein/vide) et urbanisations (forme).

Implications pour la décision publique

- Une politique de compensation basée sur le seul maintien des surfaces d'habitats semi-naturels sans prise en compte de leur agencement spatial est facile à mettre en œuvre et peu coûteuse mais n'intègre qu'une petite partie des impacts écologiques et entraîne une perte de surfaces de cultures.
- Les deux scénarios alternatifs visant à contrer ces défauts que nous avons testés ici présentent un arbitrage entre coût et faisabilité. Le scénario visant uniquement à maintenir les structures paysagères des habitats semi-naturels est moins coûteux mais plus difficile à mettre en œuvre que le scénario combinant le maintien des structures paysagères des habitats semi-naturels et le maintien des surfaces de culture. Il est à noter également qu'avec ce dernier scénario, on peut espérer un gain de production agricole pouvant partiellement compenser le coût de transaction plus important associé à de plus grandes surfaces de compensation.
- Ces travaux rappellent que la compensation est un processus coûteux et complexe à mettre en œuvre. L'amélioration de la manière dont ce processus prend en compte les impacts écologiques de différentes natures augmentent encore ce coût et cette complexité de mise en œuvre. Ces travaux soulignent l'importance des phases « E » et « R » de la séquence ERC qui, en limitant les pertes écologiques limitent d'autant les nécessités de compenser.

Fiche 1 Compenser les atteintes portées à la nature ordinaire : que dit le droit ? (M. Lucas)

Fiche 2 Quels sont les services écosystémiques pouvant être fournis par les agro-écosystèmes conventionnels ? (T. Dutoit et C. Vidaller)

Fiche 3 Elaboration d'une méthodologie de diagnostic agro-écologique des exploitations agricoles (Y. Simon et T. Dutoit)

Fiche 4 Mobilisation des bases de données de capitalisation des mesures ERCA à des fins de recherche : limites et perspectives (S. Busson et A. Douai)

Fiche 5 Compensation écologique et nature ordinaire : une clef de détermination des espaces candidats et mode opératoire au sein du secteur agricole (C. Napoléone)

Fiche 6 Les mesures compensatoires portées par le secteur agricole : quelles exploitations, quelles mesures, quels changements écologiques ? (F. Guillet et S. Barral)

Fiche 7 Les mesures compensatoires portées par le secteur agricole : quels contrats pour quelles obligations ? (M. Combe, I. Doussan et M. Lucas)

Fiche 8 Quel contrat de compensation ? (M. Combe, I. Doussan et M. Lucas)

Fiche 9 Une approche de modélisation pour rechercher des solutions de compensation à l'échelle d'un territoire (R. Sabatier et L. Mouysset)

Fiche 10 Une approche de modélisation pour explorer des politiques de compensation ciblant les structures paysagères (R. Sabatier, I. Brunetti, T. Hazoumé, L. Mouysset)

Auteurs des fiches

Stéphanie Barral (INRAE), **Ilaria Brunetti** (INRAE), **Samuel Busson** (CEREMA), **Marius Combes** (Université Lyon 3), **Ali Douai** (Université Côte d'Azur), **Isabelle Doussan** (INRAE), **Thierry Dutoit** (CNRS), **Fanny Guillet** (CNRS), **Théophile Hazoumé** (Université Avignon), **Marthe Lucas** (Université Avignon), **Laurianne Mouysset** (CNRS), **Claude Napoléone** (INRAE), **Claire Pellegrin** (INRAE), **Rodolphe Sabatier** (INRAE), **Yannick Simon** (Université Paris Saclay - Terre de Liens), **Christel Vidaller** (Université Avignon)

Ce travail est issu d'une recherche interdisciplinaire financée par l'ANR, CompAg pour Offres agricoles de compensation et transition agroécologique (ANR-17-CE-32-0014) qui a mobilisé une vingtaine de chercheurs et trois partenaires privés (Agrosolutions, les Conservatoires des Espaces Naturels et Terre de Liens) entre 2018 et 2021.

