

UNE APPROCHE DE MODÉLISATION POUR RECHERCHER DES SOLUTIONS DE COMPENSATION À L'ÉCHELLE D'UN TERRITOIRE

**Rodolphe Sabatier (INRAE),
Laurianne Mouysset (CNRS)**

contact : rodolphe.sabatier@inrae.fr

La compensation simultanée de plusieurs propriétés écologiques suite à la construction d'un aménagement requiert la transformation de larges surfaces. Cette superficie est d'autant plus importante que l'on prend en compte l'incertitude inhérente aux processus écologiques. Ces résultats soulignent l'importance des étapes éviter et réduire de la séquence ERC pour limiter les implications foncières.

Contexte

Dans la démarche de compensation écologique, la définition des ratios entre surfaces aménagées et surfaces de compensation est un processus complexe qui dépend de nombreux facteurs (écologique, financiers, sociaux, etc...). Ces ratios sont souvent définis par rapport à une espèce emblématique cible dont on souhaite maintenir l'habitat. Or, dans le cas de la compensation de la nature ordinaire, on ne s'intéresse pas à une espèce en particulier mais bien

à l'écosystème dans son intégralité dont on souhaite maintenir l'ensemble des fonctionnalités. Il en découle que l'établissement des ratios de compensation doit se faire dans une optique multi-dimensionnelle dans laquelle on s'intéresse à un ensemble de propriétés écologiques à maintenir et à restaurer. En nous appuyant sur une démarche de modélisation spatialisée, nous montrons que ce changement de posture a des implications fortes sur les surfaces impliquées dans ce processus de compensation.

Méthode

Nous avons développé un modèle informatique stylisé évaluant différentes propriétés écologiques d'un paysage (Figure 1). Dans l'exemple présenté ici, trois propriétés sont évaluées pouvant par exemple correspondre aux populations de trois espèces clefs, à trois services écosystémiques, etc... Le modèle associe à chaque cellule du paysage un score dans chacune des différentes propriétés et en déduit le score global du paysage pour les trois propriétés.

Pour un aménagement donné, le modèle permet de rechercher des options de compensation permettant de restaurer les trois propriétés concernées. Nous utilisons successivement le modèle dans un cadre déterministe, c'est-à-dire lorsque les propriétés écologiques sont restaurées avec certitude sur les espaces de compensation, ou dans un cadre stochastique, c'est-à-dire lorsque l'on considère que l'efficacité de la restauration peut n'être que partielle sur les espaces de compensation.

Résultats

1. La restauration des trois propriétés implique de fortes surfaces de compensation

Lorsque l'on s'intéresse à la restauration d'une seule propriété écologique, les surfaces de compensation restent modestes. Par exemple, si l'on ne s'intéresse qu'à la première propriété, un aménagement sur une parcelle d'usage U2 peut être compensé en changeant l'usage d'une parcelle U3 en U4. Mais une telle stratégie n'est plus viable dès lors que l'on considère plusieurs propriétés car cette compensation entraîne une perte supplémentaire sur la propriété n°2 (Figure 2). Si l'on souhaite maintenir les trois propriétés écologiques en partant d'un aménagement sur l'usage U2, il faudra alors de compenser l'aménagement par une modification d'usage des sols sur 9 parcelles.

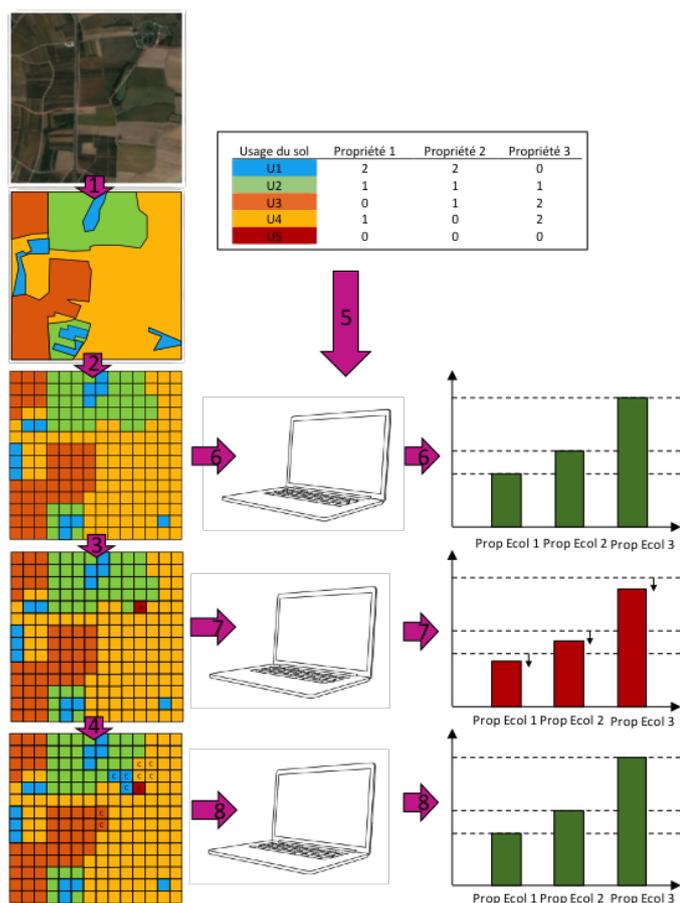


Fig 1. Démarche de modélisation. Le processus part d'un paysage réel dont on déduit une carte d'usages des sols répartis par classes (1) que l'on transforme en grille par rasterisation (2). Les performances du paysage sont ensuite évaluées (6) sur la base de scores alloués aux différents usages du sol (5). Puis pour un aménagement donné (parcelle rouge annotée « A ») (3), on évalue les pertes sur les différentes propriétés écologiques. On recherche alors des solutions de compensation (4), basées sur des modifications d'usage des sols (parcelles annotées « C ») permettant de restaurer les niveaux des trois propriétés écologiques concernées (8).

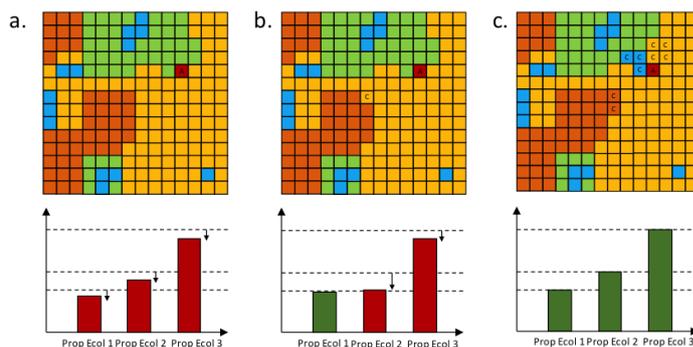


Fig 2. Évaluation des propriétés écologiques de trois paysages. Paysage avec aménagement seul (a), paysage avec compensation transformant une parcelle d'usage U3 en U4 (b) permettant de restaurer la propriété n°1. Paysage avec compensation transformant l'usage des sols sur 9 parcelles et permettant de restaurer les 3 propriétés (c).

2. En contexte d'incertitude, les surfaces impliquées augmentent très fortement

Comme toute mesure d'ingénierie écologique, basée sur des processus écologiques fondamentalement incertains, le succès d'une mesure de compensation n'est pas garanti. Ce constat nous a alors poussé à nous intéresser à l'effet d'une petite incertitude (7%) sur l'efficacité de la compensation. En d'autres termes, nous considérons que le score obtenu sur chacune des propriétés écologiques lors d'un changement d'usage du sol est réduit de 7%. Nos résultats montrent alors (Figure 3) qu'une perte d'efficacité même relativement faible requiert un nombre plus important de surfaces à compenser. Dans notre exemple, nous passons de 9 parcelles à 32 parcelles. Cela s'explique par le fait que chaque changement d'usage des sols se traduit par une perte écologique certaine et un gain écologique incertain.

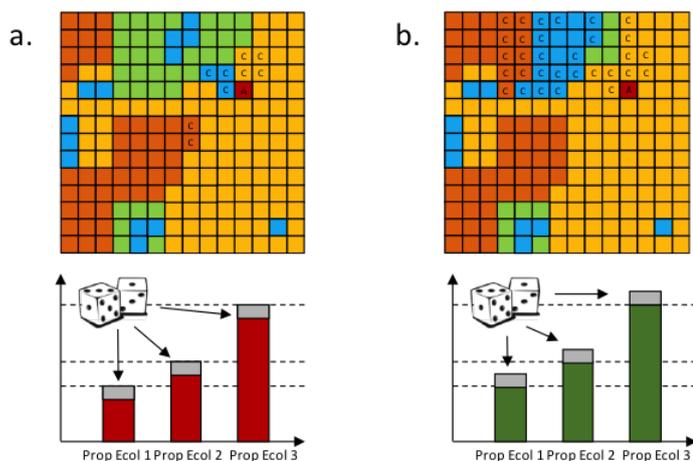


Fig 3. Évaluation d'option de compensation en contexte d'incertitude sur le succès des mesures. A cause de l'incertitude sur l'efficacité d'un changement d'usage des sols (en gris), la solution de compensation satisfaisante sans incertitude ne permet pas d'atteindre des niveaux satisfaisants sur les trois propriétés (a), la solution de compensation permettant de retrouver les niveaux initiaux sur les trois propriétés implique un changement d'usage du sol sur 32 parcelles (b).

Implications pour la décision publique

- La compensation basée sur un changement d'usage du sol peut paraître peu coûteuse tant que l'on ne regarde qu'une seule propriété écologique et que l'on suppose une efficacité à 100% d'un changement d'usage des sols. Mais les solutions basées sur le changement d'usage des sols sur une seule parcelle ne font que déplacer le problème par jeu de chaises musicales et aggravent les dégradations sur les autres propriétés.
- Les solutions de compensation permettant de rétablir les trois propriétés écologiques sont plus complexes et impliquent un changement d'usage des sols sur de nombreuses parcelles (9 parcelles de compensation pour une parcelle aménagée dans l'exemple présenté ici).
- Les surfaces impliquées augmentent très fortement dès lors que l'on considère que l'efficacité d'un changement d'usage des sols n'est pas totale (32 parcelles de compensation pour une parcelle aménagée dans l'exemple présenté ici).
- Ces travaux rappellent que la compensation n'est pas un processus trivial et peut être très coûteuse. Ils soulignent l'importance des phases « E » et « R » de la séquence ERC qui, en limitant les pertes sur les diverses propriétés 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.

