

## Première expérimentation de compensation par l'offre : bilan et perspective

**Même s'il suscite encore de nombreux débats, le principe de compensation écologique pour les dégâts causés à la biodiversité lors de projets d'aménagements a finalement été adopté en mars dernier dans le cadre de la loi « Biodiversité ». À travers l'exemple de la réhabilitation écologique et pastorale du verger de Cossure en plaine de Crau, première expérimentation française de compensation écologique par l'offre, les auteurs s'intéressent ici au bilan écologique et économique de l'opération pour en dégager les effets positifs, mais également les dysfonctionnements et les limites.**



La possibilité de mettre en oeuvre des réserves d'actifs naturels pour compenser les impacts écologiques résiduels des projets d'aménagement va être introduite en 2015 dans le projet de loi relatif à la biodiversité. Dès 2009, une première réserve d'actifs naturels (RAN) française, fut mise en oeuvre à titre expérimental. En 2015, plus de cinq années après sa création, nous proposons d'en tirer les premiers enseignements en nous intéressant aux dimensions écologiques et économiques de cette opération. Après avoir rappelé l'historique du projet, nous décrivons son fonctionnement pour ensuite en effectuer le bilan écologique puis l'analyse économique en nous intéressant d'une part, aux coûts de l'opération et d'autre part, aux échanges des unités de compensation avec les maîtres d'ouvrage. Nous concluons cet article par une analyse des espoirs et des limites de cette opération d'offre de compensation.

### Création de la première réserve d'actifs naturels en France

#### Historique du projet

Le 11 mai 2009 était inaugurée sur le site de Cossure dans la plaine de Crau (Bouches-du-Rhône), la première réserve d'actifs naturels de France créée par la filiale Biodiversité de la Caisse des dépôts et consignations, CDC Biodiversité (CDC B.), sous l'égide du ministère chargé de l'écologie (MEDDE). Cette opération avait un triple objectif :

- réhabiliter des continuités écologiques avec la Réserve naturelle des Coussouls de Crau (RNCC) qui lui est adjacente;
- soutenir la filière ovine locale;
- expérimenter le premier mécanisme d'offre de compensation français.

En France, la compensation des impacts résiduels sur la biodiversité est une obligation légale. Dans le cas de projets d'aménagement causant des dommages aux espèces et aux habitats naturels faisant l'objet de protection réglementaire, le responsable des dommages écologiques, appelé le maître d'ouvrage, a l'obligation de mettre en oeuvre des mesures compensatoires, après avoir proposé des mesures d'évitement et de réduction des impacts. La compensation est donc la dernière étape de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC), relayée au travers de la doctrine nationale ERC édictée par le ministère de chargé de l'écologie en 2012. Les actions compensatoires doivent représenter une contrepartie environnementale équivalente aux impacts identifiés par la création de « gains écologiques ». En pratique, les maîtres d'ouvrage sont libres du choix de leurs compensations, mais les autorités administratives en charge de la planification territoriale et du respect des règles environnementales (généralement la DREAL et la DDTM<sup>1</sup> pour le Préfet de Région) émettent des avis favorables ou défavorables sur les actions compensatoires proposées par les maîtres d'ouvrage en réponse à leurs impacts.

Devant les difficultés pour mettre en oeuvre concrètement les mesures compensatoires, aussi bien au niveau des maîtres d'ouvrage que des autorités administratives (Regnery *et al.*, 2013 ; Quétier *et al.*, 2014), le ministère chargé de l'écologie a expérimenté avec un opérateur privé, CDC B., la création d'une RAN. L'objectif est d'anticiper de futurs besoins de compensation sur une zone déterminée en conduisant *ex ante* des opérations portant une plus-value environnementale dont les coûts

1. DREAL : directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement ; DDTM : directions départementales des territoires et de la mer.



❶ Le verger abandonné de Cossure en 2009.

© R. Jaunatre (UMR IMBE)

pourront être transformés en actifs naturels, c'est-à-dire en unités de compensation potentiellement revendables à des aménageurs devant compenser. Ce type de dispositif a plusieurs intérêts : il permet de créer un gain écologique avant l'aménagement (pour éviter la période de latence des actions *ex post*), il permet également de mutualiser les obligations de compensation de plusieurs petits projets d'aménagement en une seule grande opération de compensation gérée par une structure spécialisée et, enfin, il mobilise des ressources privées additionnelles aux budgets de la nation dévolus à l'action environnementale.

### La création des gains écologiques de la RAN par les actions de réhabilitation écologique

Les actions de réhabilitation écologique ont été menées sur 357 ha d'un verger abandonné en 2005 (photo ❶). Les objectifs de ces actions ont notamment été la réhabilitation d'une pelouse sèche méditerranéenne favorable à la nidification d'une avifaune steppique protégée et emblématique de la Réserve naturelle des Coussouls<sup>2</sup> de Crau (RNCC), voisine du site. L'objectif n'était donc pas de restaurer *sensu stricto* (Benayas *et al.*, 2009) l'intégrité de l'écosystème steppique qui préexistait avant la mise en place du verger dans les années 1990, mais la réhabilitation d'une fonction de l'écosystème qui est ici sa capacité d'accueil des oiseaux steppiques (ganga cata, œdicnème criard, outarde canepetière, alouette calandre, etc.) et d'une fonction socio-territoriale à travers l'élevage ovin traditionnel mené en Crau depuis plusieurs millénaires.

Les travaux ont débuté en 2009 par l'arrachage et le broyage de plus de 200 000 arbres fruitiers et de 100 000 peupliers utilisés comme brise-vent (soit 55 km linéaires cumulés de haie). Plus de 1 000 km de tuyaux d'irrigation goutte-à-goutte ont également été retirés, puis le site a été nivelé en vue d'aplanir le sol. En 2010,

deux bergeries ont été construites afin de favoriser l'installation de deux jeunes éleveurs avec leurs troupeaux. Des conventions de pâturage ont alors été signées entre les éleveurs et CDC B. avec pour principal objectif de faire exercer une pression pastorale suffisamment importante au troupeau afin de maintenir une végétation herbacée rase. En ce qui concerne la réhabilitation de l'habitat pour l'avifaune steppique, aucun semis ou plantation n'a été effectué, la régénération de la végétation est essentiellement basée sur le stock semencier présent dans le sol ou à partir de la pluie de graines provenant de steppes voisines.

Cette opération générale de réhabilitation s'est également accompagnée d'expérimentations portant sur la restauration de la végétation steppique de référence (les coussouls de Crau) et de son entomofaune associée afin d'améliorer les connaissances et les techniques relative à la restauration de la steppe de Crau. Ces actions ne sont cependant pas prises en compte dans le mécanisme de compensation (Jaunatre *et al.*, 2014).

### Les unités de compensation produites par la RAN

Par convention<sup>3</sup>, le site de Cossure génère autant d'unités de compensation (ou actifs naturels) que d'hectares sur lesquels l'opération de compensation a été menée, soit 357 unités. Ainsi, une fois les gains écologiques de la RAN validés par les autorités administratives, CDC B. a pu vendre des unités de compensation à des aménageurs responsables de dommages écologiques par ailleurs. Ces derniers délèguent alors la réalisation de leurs compensations à l'opérateur mais ils en restent responsables

2. Coussouls : du latin « *cursorium* », l'espace que l'on traverse, que l'on foule du pied. Les coussouls sont un espace de parcours ovin attesté depuis la période antique.

3. Les actifs naturels restent des outils financiers dématérialisés.

② Le verger abandonné de Cossure en 2012, trois ans après les travaux de réhabilitation d'une végétation herbacée rase.



© R. Jaunatre (UMR IMBE)

juridiquement. D'après les conventions<sup>4</sup> qui encadrent le dispositif expérimental de compensation par l'offre, pour pouvoir bénéficier des compensations de la RAN de Cossure, les projets d'aménagement doivent :

- impacter des habitats et/ou des espèces identiques à ceux du site de Cossure (essentiellement des formations végétales herbacées sèches méditerranéennes et leur cortège d'oiseaux steppiques) ;
- impacter des habitats et/ou des espèces présents sur le site de Cossure au moment de l'instruction du projet, ou dont le retour à brève échéance est assuré ;
- impacter des habitats et/ou des espèces sur des sites suffisamment connectés écologiquement avec le site de Cossure pour assurer l'efficacité du maintien de l'état de conservation des populations d'espèces impactées.

Une unité ne peut être vendue qu'une fois, et sa valeur est fixée par CDC B. Le nombre d'unités de compensation qu'un maître d'ouvrage doit acheter à CDC B. dépend d'un ratio compensatoire (nombre d'hectares à compenser par rapport au nombre d'hectares impactés) évalué au cas par cas par les services déconcentrés de l'État, selon l'impact de son projet sur les milieux naturels.

Enfin, les mesures de gestion et de suivi des unités de compensations de la RAN de Cossure doivent être assurées pendant trente ans par CDC B. Les superficies n'ayant pas fait l'objet d'échanges d'actifs naturels en 2016 ne seront plus, formellement, soumis à un engagement de continuité des résultats écologiques de la part de CDC B. (la convention arrivera alors à échéance), mais une évaluation du dispositif est en cours et nous ne pouvons présumer de la suite que l'État et la CDC B. souhaiteront lui donner.

## Quels enseignements tirer cinq ans après ?

### Le bilan écologique

Depuis 2008, année du diagnostic de l'état initial avant réhabilitation du verger abandonné en 2005, divers suivis écologiques ont été réalisés concernant les caractéristiques physico-chimiques du sol, la végétation, le retour de l'avifaune et des insectes (coléoptères et orthoptères) typiques de la végétation steppique, et des fourmis moissonneuses (*Messor barbarus* L.). Les résultats obtenus sont toujours comparés à la steppe de référence qui entoure encore le site et à une situation sans action de réhabilitation. Cependant, faute de pouvoir conserver un témoin sans destruction des arbres (à cause du risque de transmission aux vergers en exploitation du virus de la Sharka), seule une zone où les buttes n'ont pas été nivelées (témoin non pâturé) a pu être conservée et comparée avec la zone réhabilitée.

Les résultats des suivis écologiques montrent que la réhabilitation a bien permis la création d'une formation végétale herbacée (photo ②) attestée par le retour rapide (en composition, richesse spécifique et densité) de toutes les espèces de sauterelles et de criquets les plus communes de la végétation steppique. Les orthoptères ont été de bons indicateurs précoces de la constitution d'une végétation herbacée contrairement aux coléoptères, plus infodés à la composition spécifique de la steppe. Les impacts de la réhabilitation sur l'ensemble des paramètres mesurés pour caractériser les communautés végétales restent cependant encore très variables selon l'année considérée (tableau ①).

En effet, de nombreuses espèces relictuelles de l'ancienne phase d'exploitation et d'abandon du verger (bromes, avoines, chardons, etc.) se sont maintenues

4. Deux conventions ont été signées en 2010 entre CDC B. et le ministère chargé de l'écologie afin de préciser les règles du dispositif, mais celles-ci restent assez générales et laissent à l'opérateur une importante flexibilité dans les échanges d'unités de compensation (Calvet *et al.*, 2015).

du fait de la persistance d'un niveau de fertilité ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , etc.) plus fort dans les zones réhabilitées que dans la steppe de référence (Jaunatre *et al.*, 2014). La conjonction avec des printemps humides (2010, 2011, 2013) a ainsi entraîné une forte productivité des espèces annuelles spontanées qui n'a pu être maîtrisée par les systèmes de pâturage mis en place, comme l'atteste une hauteur relativement importante de la végétation. Au niveau de l'avifaune, les oiseaux emblématiques sont très rapidement venus réoccuper le site notamment les outardes canepetières, oedicnèmes criards et gangas catas mais leurs effectifs n'ont cependant pas augmenté régulièrement depuis 2009, peut être en rapport avec les variations climatiques, ayant elles-mêmes entraîné des variations des pratiques pastorales et *in fine* de la hauteur de végétation (tableau 1).

Le pastoralisme constitue un enjeu majeur dans la gestion conservatoire du site puisqu'il permet de maintenir un état herbacé ras de la végétation spontanée, condition nécessaire au retour de l'avifaune visée. Cependant, en raison de contraintes technico-économiques, les éleveurs n'ont pu faire exercer une pression pastorale suffisante à leurs troupeaux. Concernant les fourmis, une recolonisation naturelle a bien été mesurée à partir des bordures du site réhabilité avec la steppe voisine.

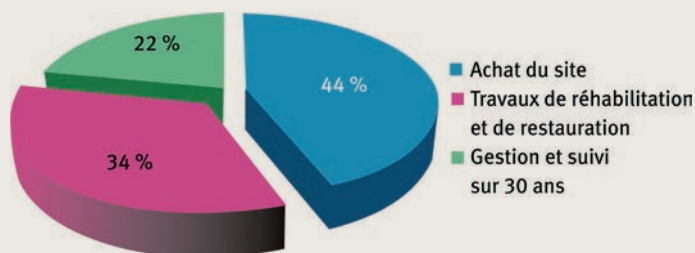
### Le bilan économique

Le budget total alloué à la mise en place de la RAN de Cossure est de l'ordre de 12,5 millions d'euros répartis en trois postes principaux (figure 1) : l'achat du site, les travaux de réhabilitation, la gestion et le suivi du site.

Le prix de l'unité de compensation, et donc de l'actif naturel de Cossure, est fixé par CDC B. en fonction de ses coûts d'opérationnalisation et d'acquisition du foncier. Le prix d'une unité de compensation a ainsi évolué depuis 2010 de 37 406 à 41 381 euros HT (tableau 2).

Dans le cadre de l'expérimentation, CDC B. a proposé des unités de compensation à la vente dès 2010 après avoir sécurisé le foncier et réalisé les travaux de réhabilitation écologique. Les premières ventes ont concerné des projets d'aménagement qui avaient déjà fait l'objet d'une autorisation mais dont les compensations n'avaient pas encore été réalisées. La première vente d'unités de Cossure (44,11 unités soit 44,11 ha) a été réalisée en 2010 pour une plateforme logistique autorisée en 2007 à proximité du site. Trois autres ventes ont été réalisées

1 Répartition des proportions des coûts de la RAN selon les postes principaux.



1 Évolution entre 2010 et 2014 de différents paramètres mesurés dans le cadre de la réhabilitation de l'ancien verger de Cossure (plaine de La Crau, Bouches-du-Rhône).

Années	Charge pastorale (brebis/journée/ha)/357 ha	Hauteur moyenne de la végétation (cm)	Richesse spécifique moyenne de la végétation (4 m <sup>2</sup> )	Richesse spécifique moyenne en orthoptères (80 m <sup>2</sup> )	Nombre total d'outardes/357 ha	Nombre total d'oedicnèmes/357 ha	Nombre total de Gangas/357 ha
2010	399	30	19	10	39	16	10
2011	618	32	14	7	59	8	11
2012	617	9	16	7	41	9	3
2013	690	28	26	12	38	13	5
2014	841	15	11		26	7	2

2 Bilan entre 2010 et 2014 des échanges d'unités de compensation de la RAN de Cossure (source : CDC Biodiversité).

Type de projet	Date du projet	Date échange	Nombre d'unités de biodiversité acheté	Prix unitaire HT en euros	Critères d'équivalence
Plateforme logistique	1999	2010	44,11	37 406	Biotopes et habitats d'espèces protégées au titre de Natura 2000
Plateforme logistique	2011	2011	29,4	37 406	Habitats d'espèces protégées, notamment outarde canepetière et lézard ocellé
Rupture pipeline	2009	2012	10	39 687	Habitat steppique
Plateforme logistique	2013	2013	15	39 887	Habitats d'espèces protégées, notamment outarde canepetière et alouette calandre
Plateforme logistique	2013	2013	57	41 381	Habitats d'espèces protégées, notamment outarde canepetière et lézard ocellé
			<b>Total : 155,51 ha/357 ha</b>		

entre 2011 et 2012, également pour des plateformes logistiques. La cinquième vente d'unités a compensé le dérangement des outardes canepetières occasionné pendant les travaux de dépollution de la RNCC suite à la rupture accidentelle d'un pipeline d'hydrocarbures en 2009. Tous ces projets de compensation ont permis la vente au total de 155,51 unités de Cossure (équivalents hectares), ce qui représente 44 % du total des actifs de compensation à vendre par l'opérateur de la RAN (357 ha) (tableau 2). Le total des ventes d'unités de Cossure dans le cadre des compensations représente pour CDC B. un produit de 6 103 607,06 euros HT, c'est-à-dire un retour sur investissement d'environ 49 %.

La fréquence et le nombre d'unités de compensation vendus par CDC B. ne sont pas aussi importants qu'initialement prévus au lancement de l'opération. Un plan de financement établi en collaboration avec la DREAL Provence-Alpes-Côte d'Azur prévoyait en effet la vente de plus de la moitié des actifs de Cossure dès 2011, avec seulement trois projets d'aménagement. Un certain nombre d'éléments explique cette différence : tout d'abord, les projets de développement suivent les conjonctures économiques et peuvent être abandonnés selon les contraintes des maîtres d'ouvrage. Ensuite, le dispositif réglementaire témoigne d'un certain nombre de fragilités, que nous ne détaillerons pas dans cet article (le lecteur intéressé peut se reporter à Calvet *et al.*, 2015), qui conduisent à des arrangements négociés entre les acteurs du système<sup>5</sup> aboutissant à moins de ventes d'unités que prévues.

## Conclusion

Ce premier bilan de l'opération Cossure met en évidence des espoirs comme le retour rapide des oiseaux steppiques après la réhabilitation du verger, mais aussi des limites concernant la conduite d'actions de réhabilitation menées dans le cadre d'un dispositif d'offre de compensation.

D'un point de vue opérationnel, en l'état actuel des connaissances scientifiques, il est difficile de pouvoir prédire les résultats écologiques des actions de réhabilitation et le cas échéant, le temps nécessaire pour obtenir ces résultats de manière pérenne. Concernant le retour de l'avifaune steppique, principal objectif de l'opération, il apparaît fortement dépendant de la gestion pastorale du site. Ce paramètre constitue maintenant la clé de l'obtention de résultats écologiques pérennes, suite à la réhabilitation. Enfin, même si la réhabilitation de l'habitat a bien permis le retour rapide de certaines populations d'oiseaux steppiques, il reste encore difficile de mesurer un effet significatif de cette réhabilitation sur les effectifs de ces populations à l'échelle de la plaine de Crau.

5. D'une part, un aménageur compare, naturellement, le coût d'une unité sur Cossure et le coût d'acquisition d'un hectare de Coussoul, ailleurs (cinq fois moindre) ; d'autre part, le régulateur (ici, le préfet de région) a en charge, en même temps, l'action de l'État sur l'environnement et le développement économique. Dans les pays où ce genre de dispositif fonctionne mieux, une autorité indépendante (uniquement dévolue à la régulation des opérations de compensation) est à même d'imposer un type de mesure pour compenser des impacts.

D'un point de vue institutionnel, des fonds privés ont permis la conduite d'une expérimentation à grande échelle qui n'aurait pu être réalisée avec les seuls concours budgétaires de l'État et des collectivités locales. En 2016, une évaluation de cette opération par le MEDDE devrait également permettre à ce système de banques d'actifs d'évoluer. Comment mieux organiser l'arbitrage entre des vocations alternatives des milieux pouvant avoir chacune leur légitimité politique et sociale (l'environnement versus le développement économique) ? Comment gérer les temporalités économiques et écologiques qui sont fondamentalement différentes ? Comment pérenniser les gains écologiques à long terme, une fois que les décisions sont prises ? Comment organiser l'exclusion des écosystèmes qui ne peuvent être restaurés, d'un dispositif de compensation reposant sur l'obligation de garantir aucune perte nette de biodiversité ?

Autant de questions importantes qui rappellent que le dispositif de compensation est encore perfectible et que son efficacité environnementale dépend des améliorations qui seront consenties par les parties prenantes. Les conclusions de cette analyse soulignent également que la conservation et la protection des habitats d'espèces protégées ne peuvent uniquement reposer sur des actions de réhabilitation des écosystèmes. Les phases d'évitement de réduction des impacts sur la biodiversité devraient donc être appliquées consciencieusement, et certains espaces naturels devraient définitivement être exclus de toute possibilité de destruction. ■

## Les auteurs

**Thierry DUTOIT, Renaud JAUNATRE, Jean-François ALIGNAN, Adeline BULOT et Élise BUISSON**

UMR IMBE CNRS-IRD, Avignon Université, Aix-Marseille Université  
Site Agroparc – BP 61207 – F-84911 Avignon Cedex 09 – France  
✉ [thierry.dutoit@univ-avignon.fr](mailto:thierry.dutoit@univ-avignon.fr)

**Coralie CALVET**

UMR IMBE CNRS-IRD, Avignon Université, Aix-Marseille Université  
Site Agroparc – BP 61207 – 84911 Avignon Cedex 09 – France  
UR INRA Écologie Développement  
Domaine Saint-Paul – Site Agroparc – 228 route de l'Aérodrome  
CS 4050 – F-84914 Avignon Cedex 09 – France

**Axel WOLFF et Fanny SAUGUET**

Réserve naturelle des Coussouls de Crau Maison de la Crau  
2 Place Léon Michaud – F-13310 Saint-Martin-de-Crau – France

**Jean-François DEBRAS**

UR INRA Plantes et Systèmes Horticoles  
Domaine Saint-Paul – Site Agroparc – 228 route de l'Aérodrome  
CS4050 – F-84914 Avignon Cedex 09 – France

**Erick PROVOST**

UMR IMBE CNRS-IRD, Avignon Université, Aix-Marseille Université  
Bâtiment Villemin – Europole de l'Arbois – BP 80  
F-13545 Aix-en-Provence Cedex 04 – France

**Claude NAPOLÉONE**

UR INRA Écologie Développement  
Domaine Saint-Paul – Site Agroparc 228 route de l'Aérodrome  
CS4050 – F-84914 Avignon Cedex 09 – France

## EN SAVOIR PLUS...

- ▣ **BENAYAS, J.M.R., NEWTON, A.C., DIAZ, A., BULLOCK, J.M.,** 2009, New Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis, *Science*, n° 325, p. 1121-1124.
- ▣ **CALVET, C., LEVREL, H., NAPOLEONE, C., DUTOIT, T.,** 2015, La réserve d'actifs naturels. Une nouvelle forme d'organisation pour la préservation de la biodiversité en France ? p. 139-146, in : *Restaurer la nature pour atténuer les impacts de notre développement. Analyse des mesures compensatoires pour la biodiversité* LEVREL, H., FRASCARIA, N., HAY, J., MARTIN, G., PIOCH, S., Quae, Paris, 311 p.
- ▣ **JAUNATRE, R., BUISSON, E., DUTOIT, T.,** 2014, Can ecological engineering restore Mediterranean rangeland after intensive cultivation? A large-scale experiment in southern France, *Ecological Engineering*, n° 64, p. 202-212.
- ▣ **QUETIER, F., REGNERY B. LEVREL, H.,** 2014, No net loss of biodiversity or paper offsets? A critical review of the French no net loss policy, *Environmental Science and Policy*, n° 38, p. 120-131.
- ▣ **REGNERY, B., QUETIER, F., COZANNET, N., GAUCHERAND, S., LAROCHE, A., BURYLO, M., COUVET, D., KERBIRIOU, C.,** 2012, Mesures compensatoires pour la biodiversité : comment améliorer les dossiers environnementaux et la gouvernance, [en ligne], *Sciences Eaux & Territoires*, 8 p., disponible sur : <http://www.set-revue.fr/mesures-compensatoires-pour-la-biodiversite-comment-ameliorer-les-dossiers-environnementaux-et-la-go>

## Remerciements

Les auteurs remercient le CNRS (programme Ingecotech de son institut « Écologie et environnement »), la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la structure fédérative de recherche Tersys, le conservatoire des espaces naturels PACA, la chambre d'agriculture des Bouches du Rhône et CDC Biodiversité pour leur aide respective à la réalisation des recherches sur ce sujet.

Les Coussouls, des pelouses steppiques typiques de la Plaine de Crau.