

La compensation écologique

Principes théoriques et évidences empiriques

Pascal Gastineau

Séminaire Evapp - 8 mars 2018

IFSTTAR/AME/EASE

Table of contents

1. Le contexte
2. Le cadre réglementaire
3. L'évaluation de l'équivalence écologique
4. Le territoire éligible à la compensation
5. Les économistes
6. Conclusion

Le contexte

- **Objectif** : préserver la biodiversité dans un contexte d'artificialisation croissante ;
- **Comment** : compenser les impacts résiduels sur la biodiversité par des mesures bénéfiques à la biodiversité.
- Approche pour lutter contre les impacts négatifs des activités de développement (principe 'pollueur-payeur').
- Vu comme un moyen de réconcilier développement et conservation (acceptabilité sociale).
- Au moins 56 pays ont des lois ou des politiques exigeant une (forme) de compensation écologique.
- Les mesures compensatoires doivent être appliquées dans le cadre de la séquence Eviter-Réduire-Compenser.

Le cadre réglementaire

- 1976 : Loi sur la protection de la nature : première référence à la séquence ERC
- 2004 : Charte de l'Environnement
- 2009 : Loi Grenelle I
- 2010 : Loi Grenelle II
- 2012 : Doctrine nationale pour la séquence ERC
Lignes directrices pour la séquence ERC
- 2016 : Adoption de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et du paysage

La séquence 'Eviter-Réduire-Compenser' (ERC)

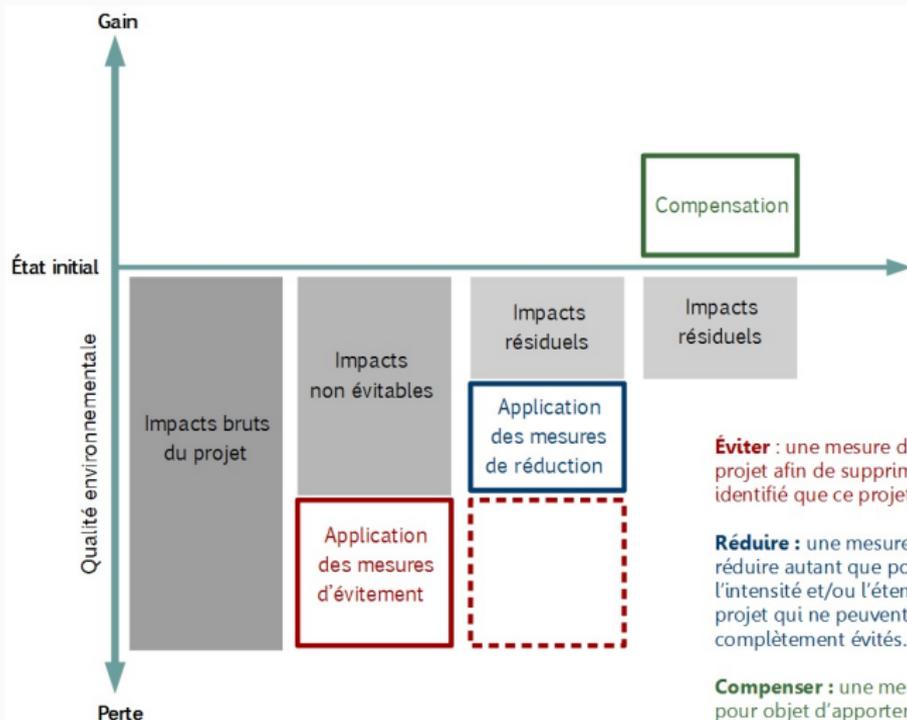
Article 69 de la Loi Biodiversité

.../... Les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité visent un objectif d'**absence de perte nette**, voire de gain de biodiversité.

Elles doivent se traduire par une **obligation de résultats** et être effectives pendant toute la durée des atteintes. Elles **ne peuvent pas se substituer aux mesures d'évitement et de réduction**. Si les attentes liées au projet ne peuvent être ni évitées, ni réduites, ni compensées de façon satisfaisante, celui-ci n'est pas autorisé en l'état.'

- Principe de soutenabilité
- Equivalence écologique
- Proximité des mesures compensatoires
- Obligation de résultats :
 - respect de la séquence E-R-C ;
 - non réalisation du projet si les impacts sur la biodiversité ne peuvent être évités, réduits, compensés dans des conditions satisfaisantes.

La séquence ERC



Éviter : une mesure d'évitement modifie un projet afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet engendrait.

Réduire : une mesure de réduction vise à réduire autant que possible la durée, l'intensité et/ou l'étendue des impacts d'un projet qui ne peuvent pas être complètement évités.

Compenser : une mesure compensatoire a pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits.

Les mesures compensatoires

- Conversion de milieux
- Restauration de milieux
- Amélioration de la gestion existante



Crédit photo : UNICEM Entreprises engagées
Restauration / réhabilitation de milieu par enlèvement
d'espèces exotiques envahissantes



Crédit photo : SIBELCO
Restauration / réhabilitation de milieu par rouverture
(débroussaillage d'espèces ligneuses)



Crédit photo : Cerema
Aménagement ponctuel par création d'îlots en
complément d'une restauration du plan d'eau



Crédit photo : CEMEX & LPO Sarthe
Aménagement ponctuel visant le Sonneur à ventre
jaune en complément d'une restauration de la zone
inondée

Un résultat écologique doit être supérieur à ce qu'il aurait été sans l'action de compensation

- La seule action de conservation ne constitue pas une mesure de compensation sauf si une menace de dégradation frappe les milieux concernés
- L'action de restauration écologique de milieux dégradés est la plus additionnelle

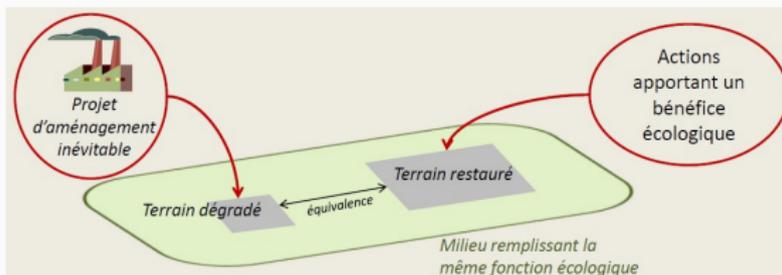
Qu'est-ce qu'une 'bonne compensation' ? (Levrel, 2018)

- Faisabilité écologique
- Approche multi-critères
- Additionnalité des actions entreprises
- Pérennité des gains
- Equivalence écologique
- Proximité spatiale
- Autorité environnementale indépendante

Trois modes de mise en oeuvre (1/2)

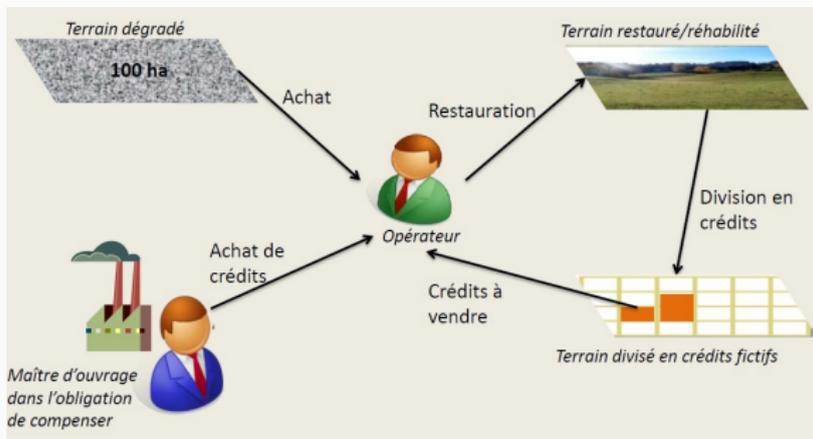
Compensation à la demande

1. Réalisation par le maître d'ouvrage
2. Contrat passé avec un opérateur de compensation



Compensation par l'offre

3. Acquisition d'unités de sites naturels de compensation



Qu'est-ce qu'une compensation écologique 'satisfaisante' ?

A minima :

- Une compensation qui intervient seulement pour les dommages résiduels
- Une compensation reprise dans l'arrêté d'autorisation qui répond à l'ensemble des critères posés par la loi
- Une compensation qui est mise en oeuvre dans le respect des prescriptions administratives

Idéalement :

- Une compensation évolutive et dynamique
- Une compensation inscrite dans un projet de territoire

L'évaluation de l'équivalence écologique

- Ces méthodes (d'équivalence, d'analyse d'équivalence, biophysiques ou encore de dimensionnement) ne visent pas à déterminer un équivalent monétaire des pertes écologiques.
- Elles permettent de concevoir des programmes de réparation de la nature dont les effets écologiques égaliseraient les pertes subies par les milieux naturels (espèces, habitats, fonctions, biodiversité).
- Il existe aujourd'hui de nombreuses méthodes d'équivalence à travers le monde (plusieurs dizaines).
- Certaines sont développées dans des contextes réglementaires spécifiques (impacts autorisés ou non) ainsi que des milieux naturels particuliers.

- Pertinence écologique vs. rapidité d'utilisation vs. coûts de mise en œuvre.
- Approches
 - généralistes
 - Entrées 'milieu(x)' et 'espèce(s)'
 - Entrées 'milieu(x)' puis 'espèce(s)'
 - spécialistes
- Méthodes de dimensionnement :
 - ratio minimal (ex : SDAGE)
 - équivalence biophysique

Approches basées sur un raisonnement surfacique.

- Calcul des pertes en termes de surface d'écosystèmes impactés.
- Détermination de la taille de la compensation par application d'un coefficient multiplicateur défini réglementairement ou proposé au cas par cas.
- Adaptation du ratio en fonction du risque d'échec ou du décalage spatial.
- 'Valeur guide' modulable au regard du bilan fonctionnel.

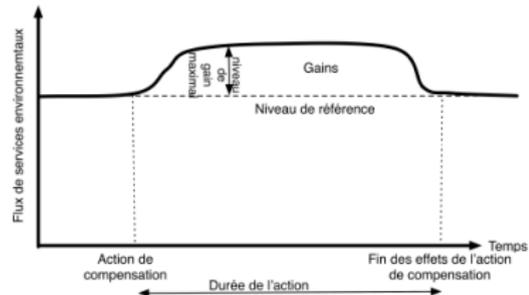
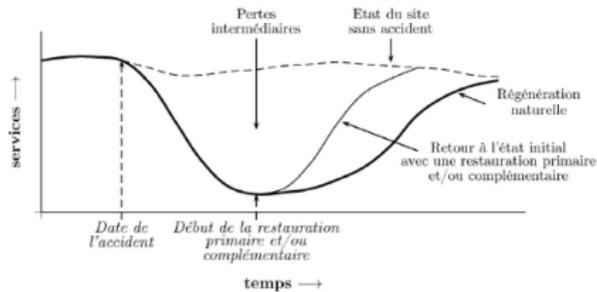
Une quantification plus fine des pertes et des gains.

Processus en trois étapes :

1. Evaluation des pertes écologiques résiduelles. Détermination de la nature et de l'ampleur des pertes écologiques.
2. Evaluation des gains écologiques apportés par unité d'action de compensation.
3. Comparaison des pertes et des gains pour en déduire le nombre d'unité d'action de compensation à mettre en oeuvre.

La méthode Habitat Equivalency Analysis

- Méthode développée aux Etats-Unis dans les années 90.
- Ecosystèmes complexes (nombre d'espèces et variétés d'habitats)
- Métrique écologique : habitats (espèces et milieux) et services écologiques associées.



La méthode Habitat Equivalency Analysis

$$A_I \sum_{t=1}^{T_I} (1+r)^{-t} I_t = A_R \sum_{t=1}^{T_R} (1+r)^{-t} R_t$$

A_I, A_R : surfaces impactées et restaurées

I, R ampleur de l'impact et bénéfice de la restauration

r taux d'actualisation

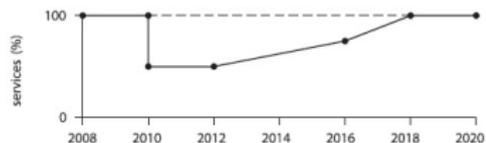
T_I période à laquelle l'écosystème impactée recouvre son niveau de services initial

T_R date à laquelle on considère que l'écosystème restauré ne procure plus de services

Etape 1 : Quantification des dommages

Quantification des dommages

$$A_t \sum_{t=1}^T I_t (1+r)^{-t} I_r$$



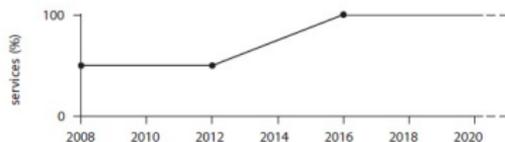
Fonction de récupération du milieu impacté

Année	moyenne services perdus par ha (%)	service perdu/an (ha)	actualisation	services-surface-années-actualisés
2010	50	10	1	10
2011	50	10	0,961	9,615
2012	46,625	9,325	0,924	8,621
2013	40,375	8,075	0,888	7,178
2014	34,375	6,875	0,854	5,876
2015	28,125	5,625	0,821	4,623
2016	18,75	3,75	0,790	2,963
2017	6,25	1,25	0,759	0,949
2018	0	0	0,730	0
Total « services-surface-années-actualisés »				49,829

Etape 2 : Quantification des gains

Quantification des gains

$$\sum_{t=0}^{T_R} (1+r)^{-t} R_t$$



Fonction de maturité des services créés

Année	moyenne services gagnés par ha (%)	actualisation	services-surface-années-actualisés
2010	0	1	0
2011	0	0,961	0
2012	6,25	0,924	0,057
2013	18,75	0,888	0,166
2014	26,25	0,854	0,224
2015	43,75	0,821	0,359
2016 -> 2110	50,00	-	10,02
Total « services-surface-années-actualisés »			10,835

$$A_R = A_I \frac{\sum_{t=1}^{T_I} (1+r)^{-t} I_t}{\sum_{t=1}^{T_R} (1+r)^{-t} R_t}$$

Surface de la compensation = 4,6 hectares (49,829/10,835)

1. L'identification des composantes de la biodiversité dont il est question et des seuils d'application
2. La formulation d'échelles d'équivalence permettant de comparer pertes et gains pour chaque composante de la biodiversité
3. La définition de trajectoires écologiques de référence
4. L'évaluation de l'incertitude quant au succès des actions de compensation et la mise en oeuvre d'une gestion adaptative des mesures compensatoires.

- Se concentre principalement sur les espèces protégées
- Bases écologiques des ratios peu explicites
- Ignore souvent les dynamiques spontanées des milieux naturels
- Ignore parfois le risque d'échec des mesures compensatoires (prise en compte de l'incertitude).

Recommandations de Commission d'enquête sur la réalité des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité...(2017)

- Trouver un équilibre entre un cadre clair indispensable et un encadrement trop strict.
- Dépasser l'opposition entre approches surfacique et fonctionnelle.
- Développer au niveau national des éléments méthodologiques permettant de disposer d'une approche plus fine du fonctionnement des écosystèmes et pouvant être adaptés afin de prendre en compte les spécificités des territoires.

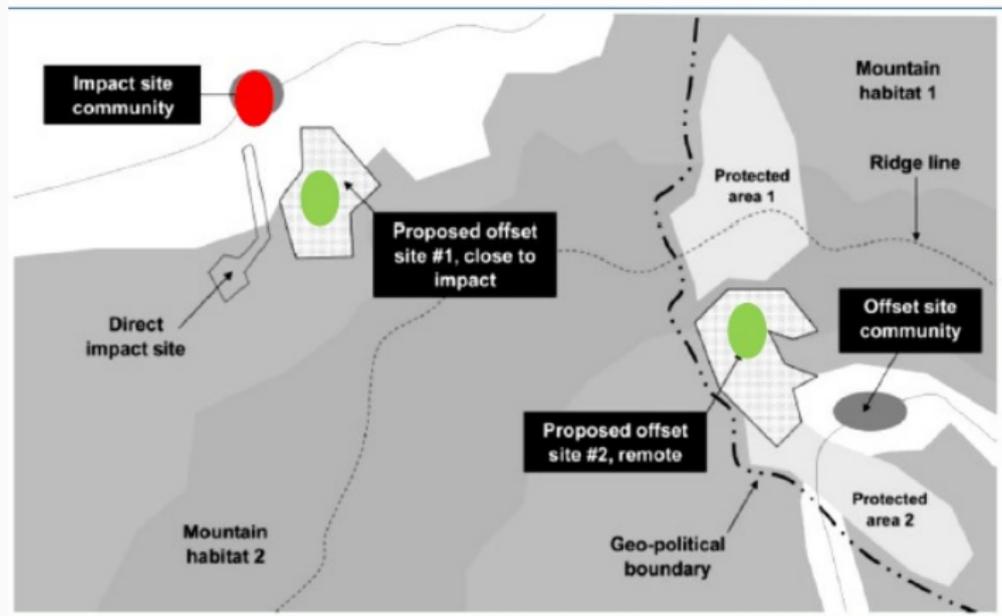
Le territoire éligible à la compensation

La question de la taille du territoire éligible à la compensation d'un aménagement

- Lien de cohérence écologique nécessaire entre le lieu des impacts et le lieu de la réparation.
- La taille du territoire éligible à la compensation dépend des caractéristiques des espèces et habitats impactés.
- Les considérations écologiques priment (ex : espace restreint pour des espèces à faible capacité de déplacement).
- Une distance ou une limite administrative pas forcément pertinente.

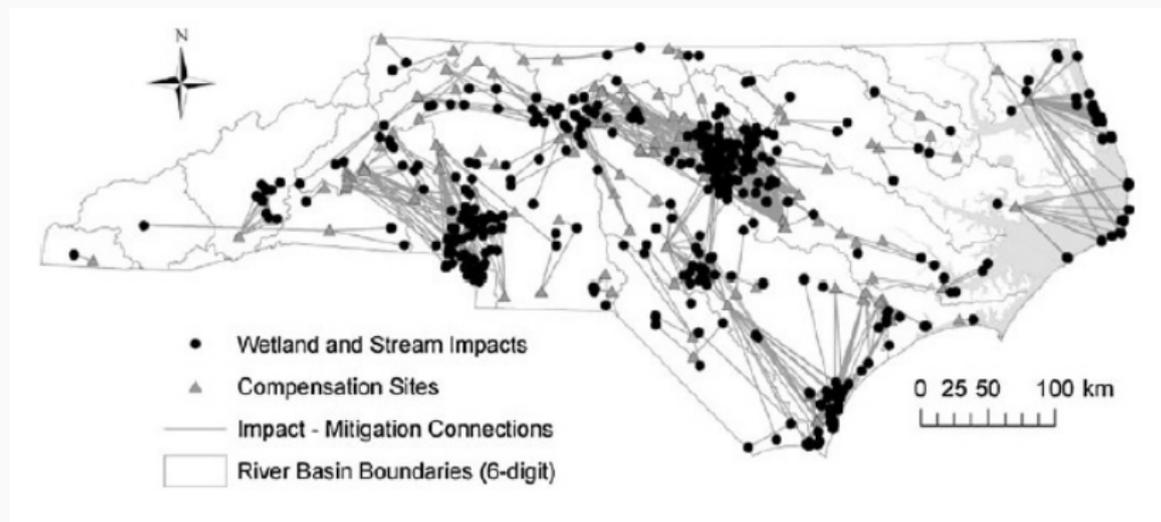
Redistribution spatiale de la biodiversité

Exemple d'une communauté affectée seulement par l'impact d'un projet et d'une autre communauté affectée par la mesure compensatoire mais pas par l'impact du projet.



Exemple : le cas de la Caroline du Nord

Bendor T., Stewart A., 2011. "Land Use Planning and Social Equity in North Carolina's Compensatory Wetland and Stream Mitigation Programs". *Environmental Management* 47 : 239-253.



Bendor & Stewart (2011)

Les économistes

Economie de l'environnement

- Durabilité faible : substitution du capital naturel par du capital physique
- Objectif de non perte (voire maximisation) de bien-être social
- Discussion du coût d'opportunité social de la compensation écologique

Economie écologique

- Durabilité forte : pas de substitution possible entre capital naturel et capital physique. réglementation qui définit des normes
- Critère normatif de maintien du capital naturel
- Pertinence de la compensation écologique

N.B. : Durabilité TRES forte : réfute tout idée de substitution

→ : situation figée (problème d'opérationalité d'un tel concept)

Besoin de définir ce qui est acceptable ou non en matière de réparation de la nature :

- Qu'accepte-t-on de compenser et donc de détruire, et comment ?
- Quel degré de substitution est possible entre les pertes et les gains écologiques ?

Deux approches :

Les services écosystémiques.

Les méthodes de préférences déclarées.

1. Les services écosystémiques

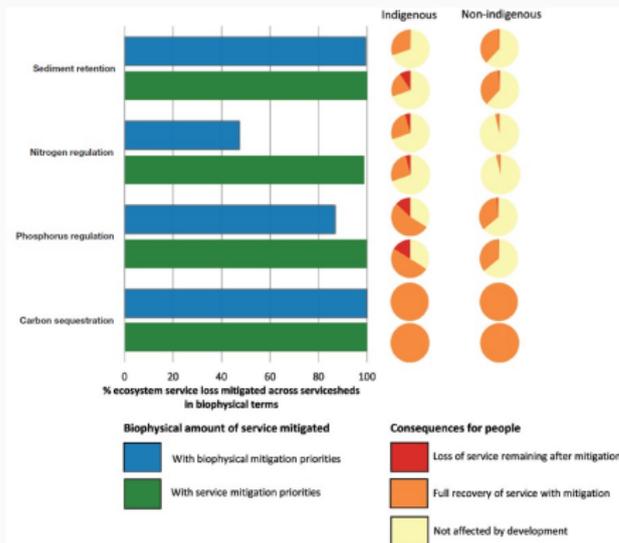
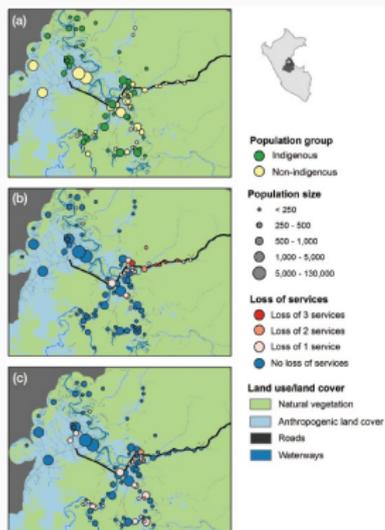
Les services écosystémiques représentent les bénéfices (ou disservices) offerts aux sociétés humaines par les écosystèmes.

Quatre catégories de services

1. les services d'approvisionnement (produits tangibles tirés des écosystèmes : nourriture, combustibles, matériaux,...)
2. les services de régulation (avantages intangibles assurés par le fonctionnement des écosystèmes : climat, inondations, pollinisation,...)
3. les services socioculturels (apports non-matériels de la biodiversité : aspects esthétiques, récréatifs,...)
4. les services de soutien (services nécessaires à la production des autres services : production primaire,...)

1. Les services écosystémiques

Mandle et al. (2015) "Who loses? Tracking ecosystem service redistribution from road development and mitigation in the Peruvian Amazon", *Front Ecol Environ* : 13(6) : 309-515.



Mandle et al. (2015)

Avantages

- Une vision plus large de l'environnement (au-delà de la biodiversité remarquable)
- Prise en compte des problèmes socio-économiques et sociétaux
- Meilleure prise en compte des impacts indirects et cumulatifs

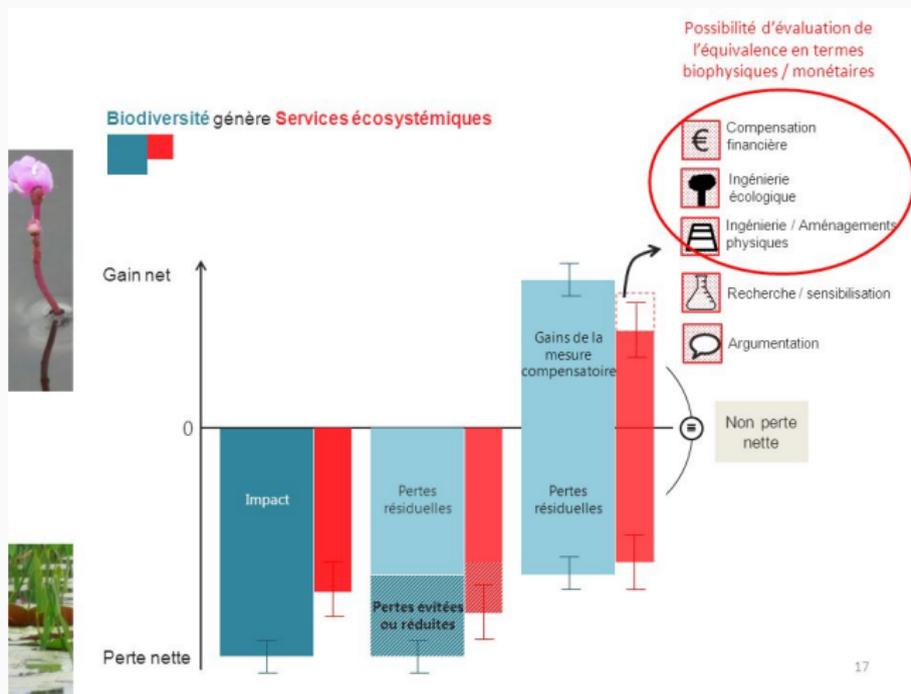
1. Les services écosystémiques

Limites

- Difficulté Méthodologique
- Ne résout pas le problème du dimensionnement rencontré avec les méthodes écologiques.
- Facilite la substitution entre capitaux naturels : un même service peut être rendu par différentes espèces ou différents habitats.
- Facilite substitution capital naturel / capital physique.
- Le cadre des services écosystémiques peut être vu comme un premier pas vers la monétarisation de la nature.

1. Les services écosystémiques

Jacob C. et al. 2016. "Investigating the inclusion of ecosystem services in biodiversity offsetting". *Ecosystem services* 21, 92-102.



2. Les méthodes de préférences déclarées

- La méthode des choix expérimentaux (choice experiment) semble particulièrement adaptée à l'étude des mesures compensatoires.
- Arbitrage entre différentes ressources naturelles.
- Hétérogénéité individuelle des préférences individuelles (logit à paramètres aléatoires vs. classes latentes).
- Pas forcément nécessité d'un attribut monétaire.

2. Les méthodes de préférences déclarées

Kermagoret C. et al. 2016. "Individual preferences regarding environmental offset and welfare compensation : a choice experiment application to an offshore wind farm project". Ecological Economics 129 : 230-240.

ENSEMBLE 1: Quel est le scénario que vous préférez?

SCENARIO 1

Création d'une zone d'alimentation en mer pour les oiseaux

Aménagement d'une zone pour l'observation de la faune et de la flore

Aménagement de viviers à homards

SCENARIO 2

Ensemencement de Coquilles Saint-Jacques

Nettoyage des forêts coloniales par la crépidule

AUCUN SCENARIO

2. Les méthodes de préférences déclarées

	A	B	C	D
Nombre d'arbres replantés pour chaque dizaine d'arbres détruits	 20 arbres plantés pour 10 arbres détruits	 10 arbres plantés pour 10 arbres détruits	 15 arbres plantés pour 10 arbres détruits	Aucun arbre n'est replanté
Distance maximale entre le défrichement et le reboisement	 25 km	 10 km	 10 km	
Durée maximale entre le défrichement et le reboisement	 1 an	 1 an	 5 ans	

Conclusion

- Le dimensionnement des mesures compensatoires repose essentiellement sur des fondements écologiques qui peinent à prendre en compte la dimension socio-territoriale de la compensation écologique (effet sur le marché foncier, redistribution d'aménités environnementales,...).
- Sans remettre en cause la primauté donnée à la dimension écologique de la compensation, possibilité d'utiliser des cadres ou méthodes utilisés par les économistes pour la guider ou la compléter.
- Possibilité de concilier non perte nette de biodiversité et non perte nette de bien-être ?

Quelques questions qui se posent

- Comment fonder l'équivalence entre les pertes et les gains écologiques ?
- L'objectif de non perte nette de biodiversité est-il atteint en pratique ?
- Quelles modalités de compensation sont utilisées (avantages/limites, effets directs/indirects) ?
- La compensation écologique incite-t-elle a plus réduire et éviter ?
- Quelles sont les attentes sociales en matière de compensation écologique ?

Merci de votre attention