

Soutenance de thèse - 7 décembre 2017

Lucie Bezombes



Développement d'un cadre méthodologique d'évaluation de l'équivalence écologique : application dans le contexte de la séquence « Eviter Réduire Compenser » en France

Jury composé de :

Nathalie Frascaria-Lacoste - Rapporteur

John Thompson - Rapporteur

Sandra Lavorel - Examinatrice

Baptiste Regnery – Examinateur

Agnès Barillier – Invitée

Stéphanie Gaucherand – Co-Encadrante

Thomas Spiegelberger - Directeur de thèse

Christian Kerbiriou - Codirecteur de thèse

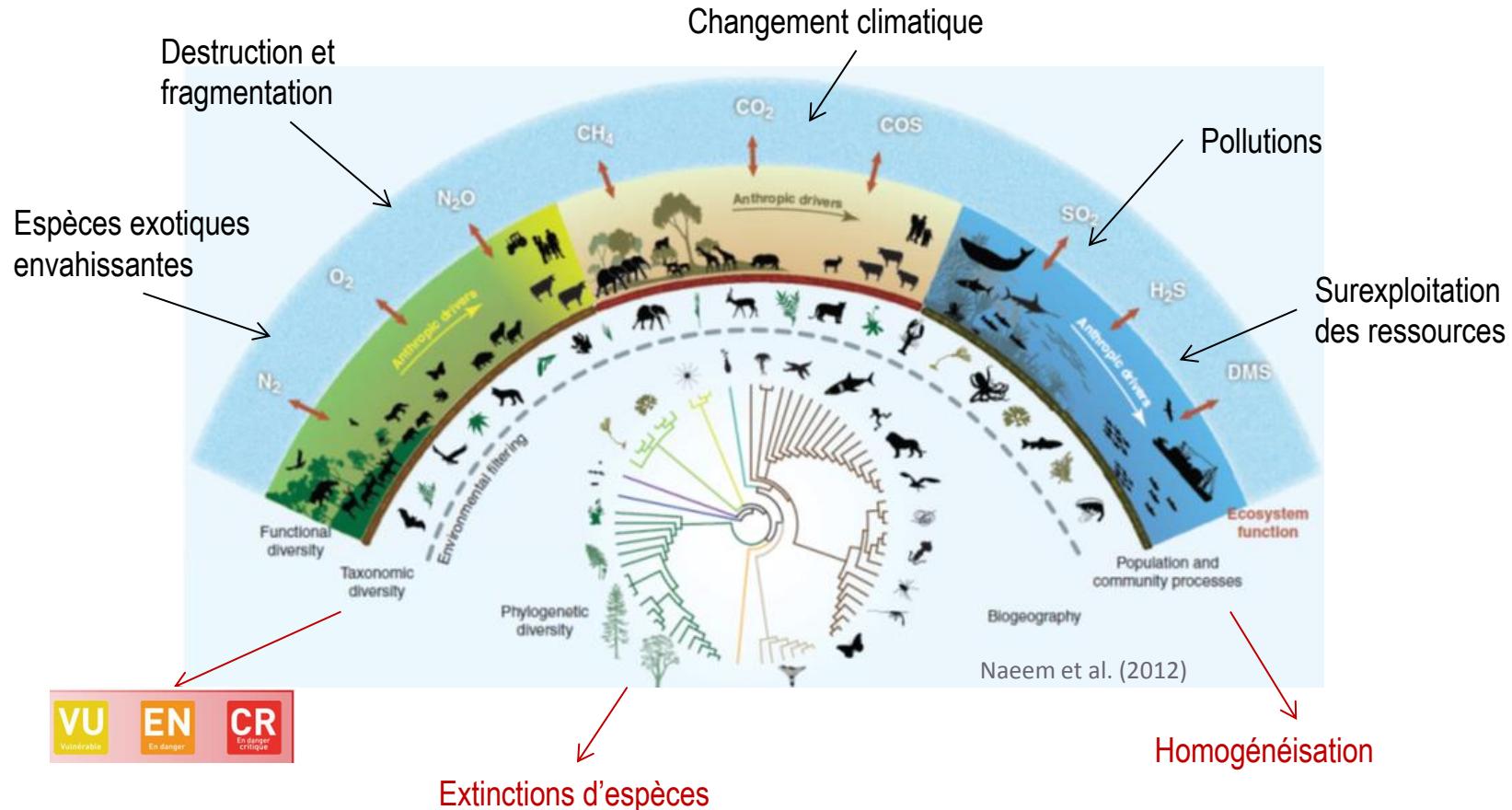




INTRODUCTION



La biodiversité et son érosion (1/6)





Evolution de la protection de la biodiversité (2/6)



APPROCHE

GOUVERNANCE

Séquence Eviter, Réduire, Compenser

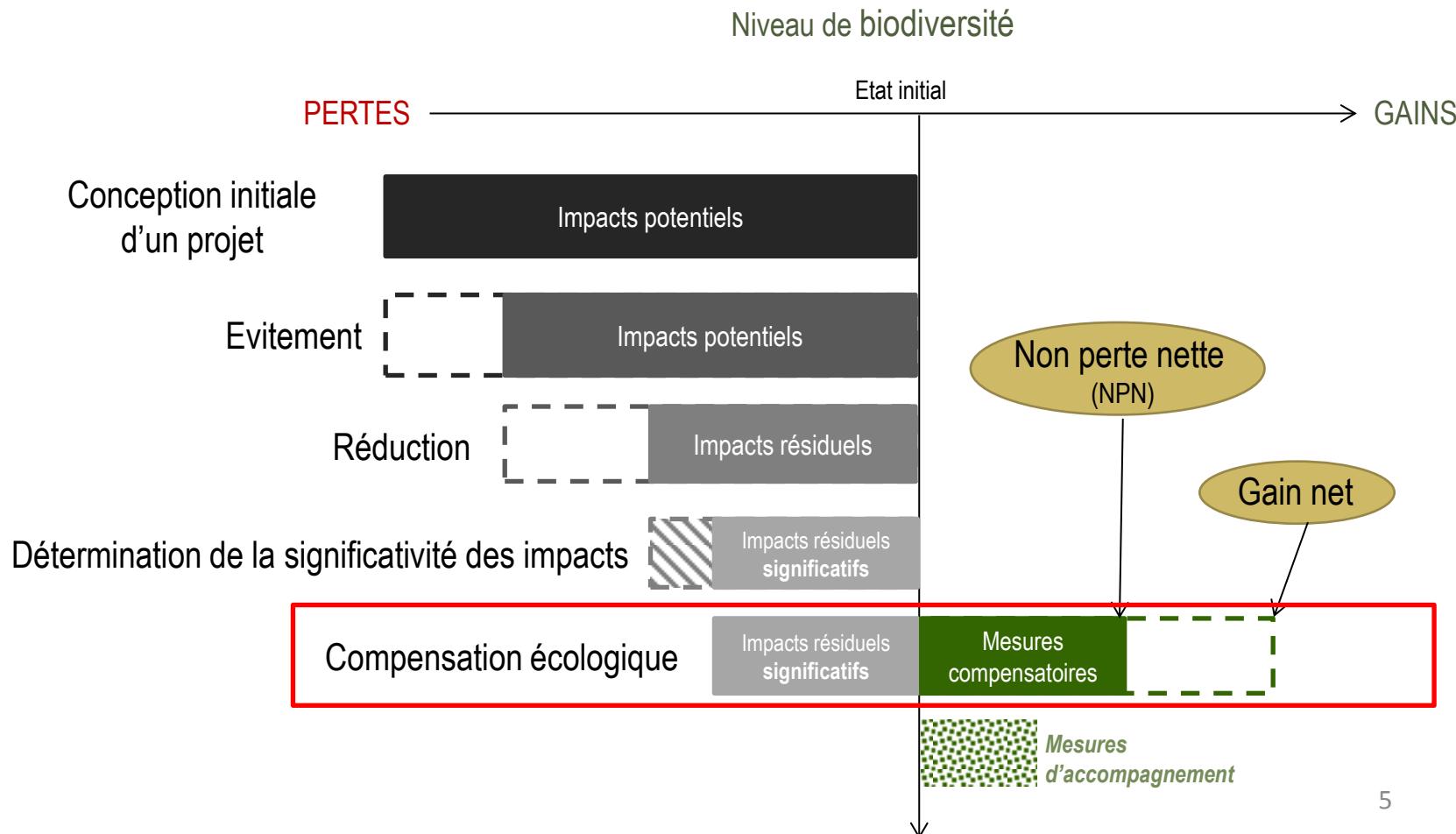
1976 – 2016
Etudes d'impacts
Projets d'aménagements



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT



Principe de la séquence « Eviter, Réduire, Compenser » (3/6)





Focus sur la compensation écologique (4/6)

A la demande : projet par projet

Par l'offre : recours à des sites
naturels de compensation

IBC INITIATIVE BIODIVERSITÉ
COMBE MADAME



**Mesures
compensatoires
(MC)**

Actions « en nature » (*Like for Like*)



Marion Chataigner

En France, **réglementation spécifique** pour :



Espèces protégées



Zones humides



Milieux forestiers



Réseau Natura 2000

Pour **atteindre la NPN** elles doivent être :

Additionnelles

Proximité du site impacté

Pérennes

Equivalentes

Bull et al. (2013)

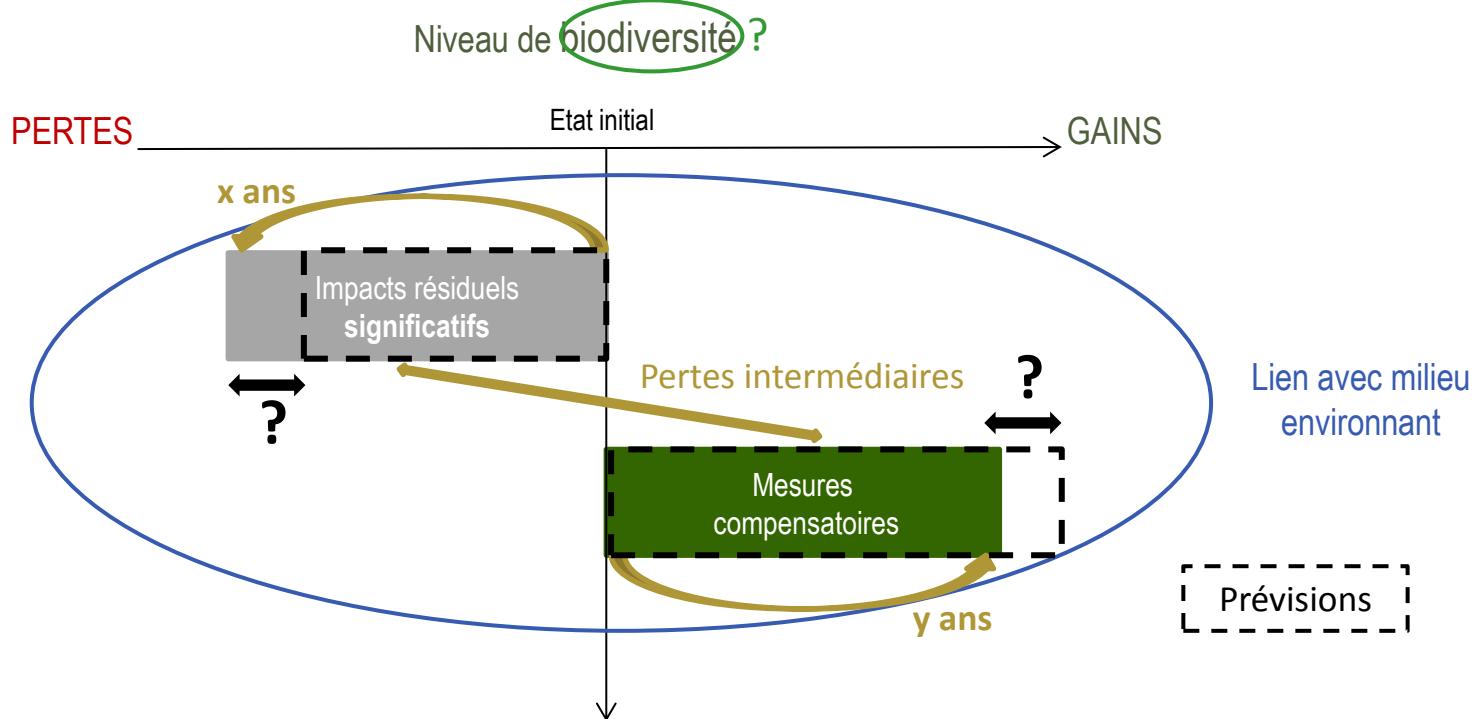


L'équivalence écologique (5/6)

- Ecologique
- Spatiale
- Temporelle
- Incertitudes

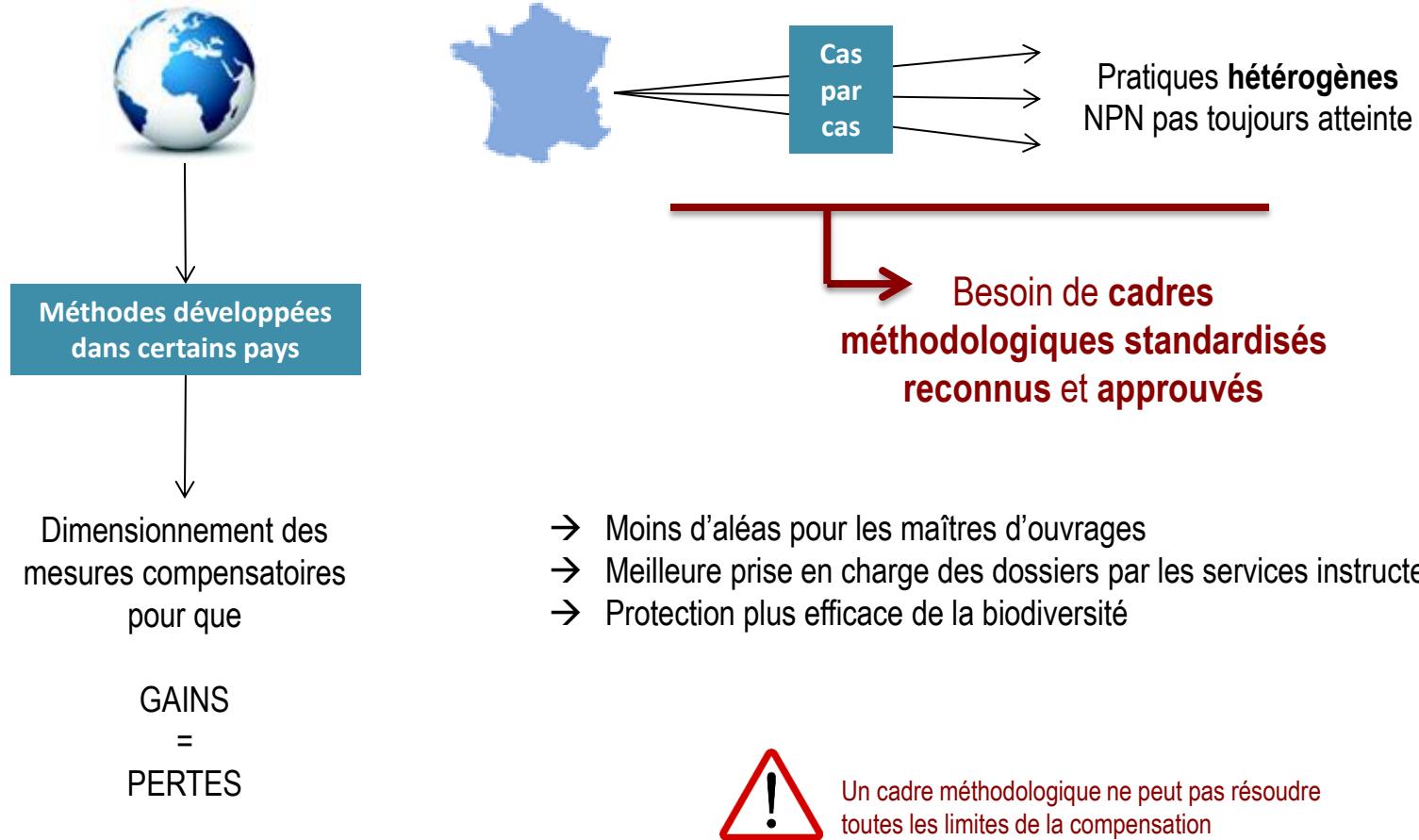
GAINS = PERTES

- Ensemble de critères, de méthodes et de processus participatifs
- **Evaluer et comparer** les pertes et les gains écologiques
- Concevoir et dimensionner les MC
- Prise en compte des dimensions **écologique, spatiale, temporelle**





Evaluation de l'équivalence écologique (6/6)





OBJECTIF ET DÉMARCHE

Combiner exhaustivité, bases scientifiques et opérationnalité (1/2)



Bases scientifiques (BSC)

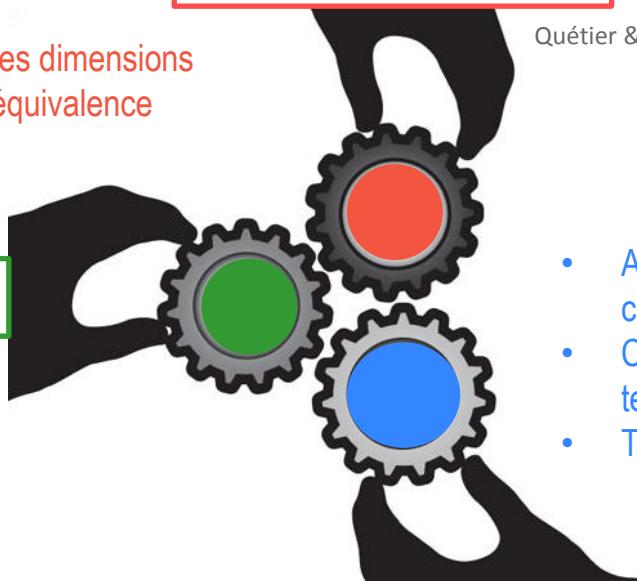
Maron *et al.* (2016)

- Principes de l'écologie
- Rigueur
- Transparence
- Reproductibilité

Exhaustivité (EXH)

Toutes les dimensions de l'équivalence

Quétier & Lavorel (2011)



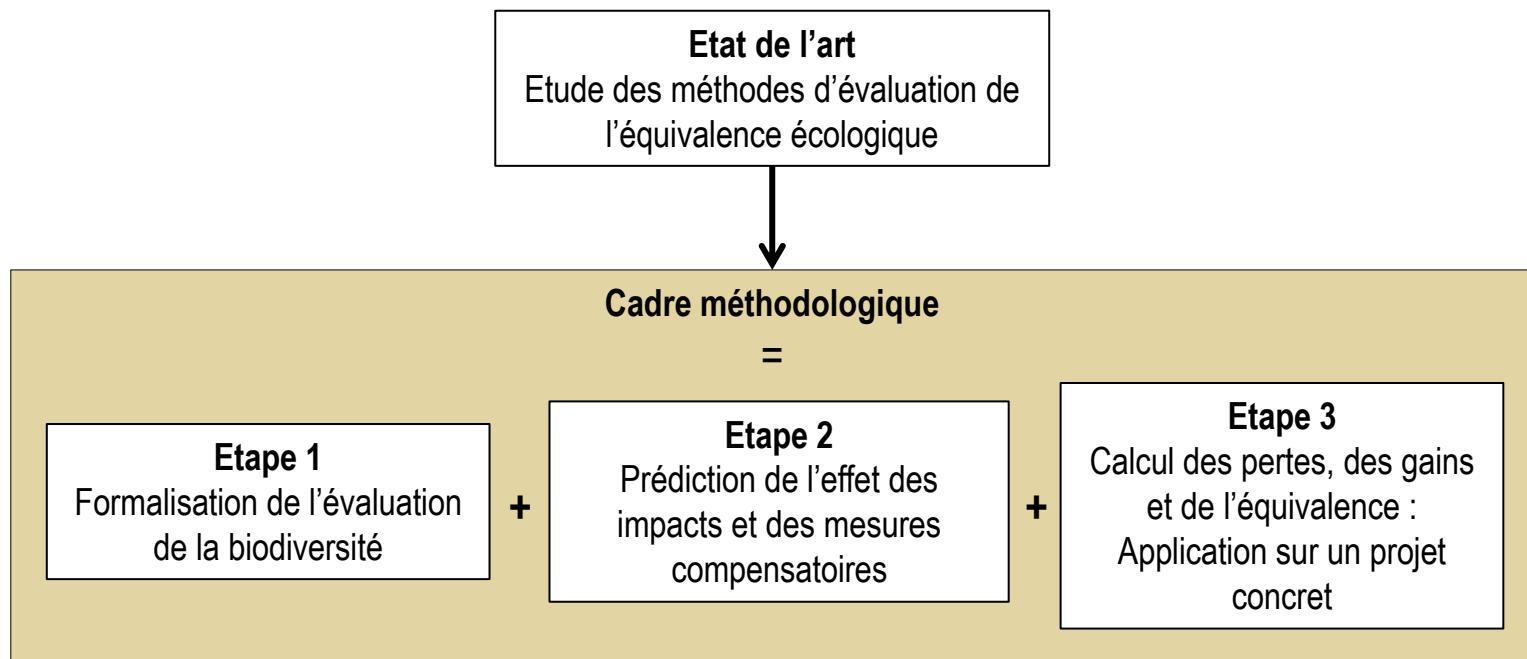
Opérationnalité (OP)

Laycock *et al.* (2013)

- Acteurs impliqués dans la compensation
- Cohérence avec compétences techniques
- Temps et coûts raisonnables



Etapes de la construction du cadre méthodologique (2/2)



- Ecologique
- Spatiale

- Temporelle
- Incertitudes



ÉTUDE DE MÉTHODES D'ÉVALUATION DE L'ÉQUIVALENCE ÉCOLOGIQUE

Article publié dans la revue *Environmental Management* (1/5)

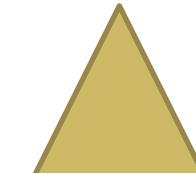
Environmental Management
DOI 10.1007/s00267-017-0877-5



Ecological Equivalence Assessment Methods: What Trade-Offs between Operability, Scientific Basis and Comprehensiveness?

Lucie Bezombes^{1,2} · Stéphanie Gaucherand¹ · Christian Kerbiriou³ ·
Marie-Eve Reinert⁴ · Thomas Spiegelberger¹

Received: 5 August 2016 / Accepted: 25 April 2017
© Springer Science+Business Media New York 2017



Base à la construction du
cadre méthodologique





Axes d'étude et méthode (2/5)

Axe 1

Démarche commune

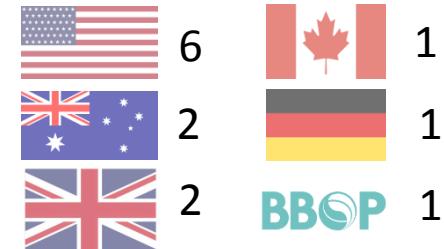
Axe 2
Points de divergence dans
prise en compte des
dimensions de
l'équivalence

Axe 3
Compromis entre
EXH, BSC et OP

- Bibliographie**
- Guides d'utilisation
 - Manuels techniques
 - Publications scientifiques

- Questionnaire**
- 27 experts contactés
 - 20 réponses
(au moins 1/méthode)

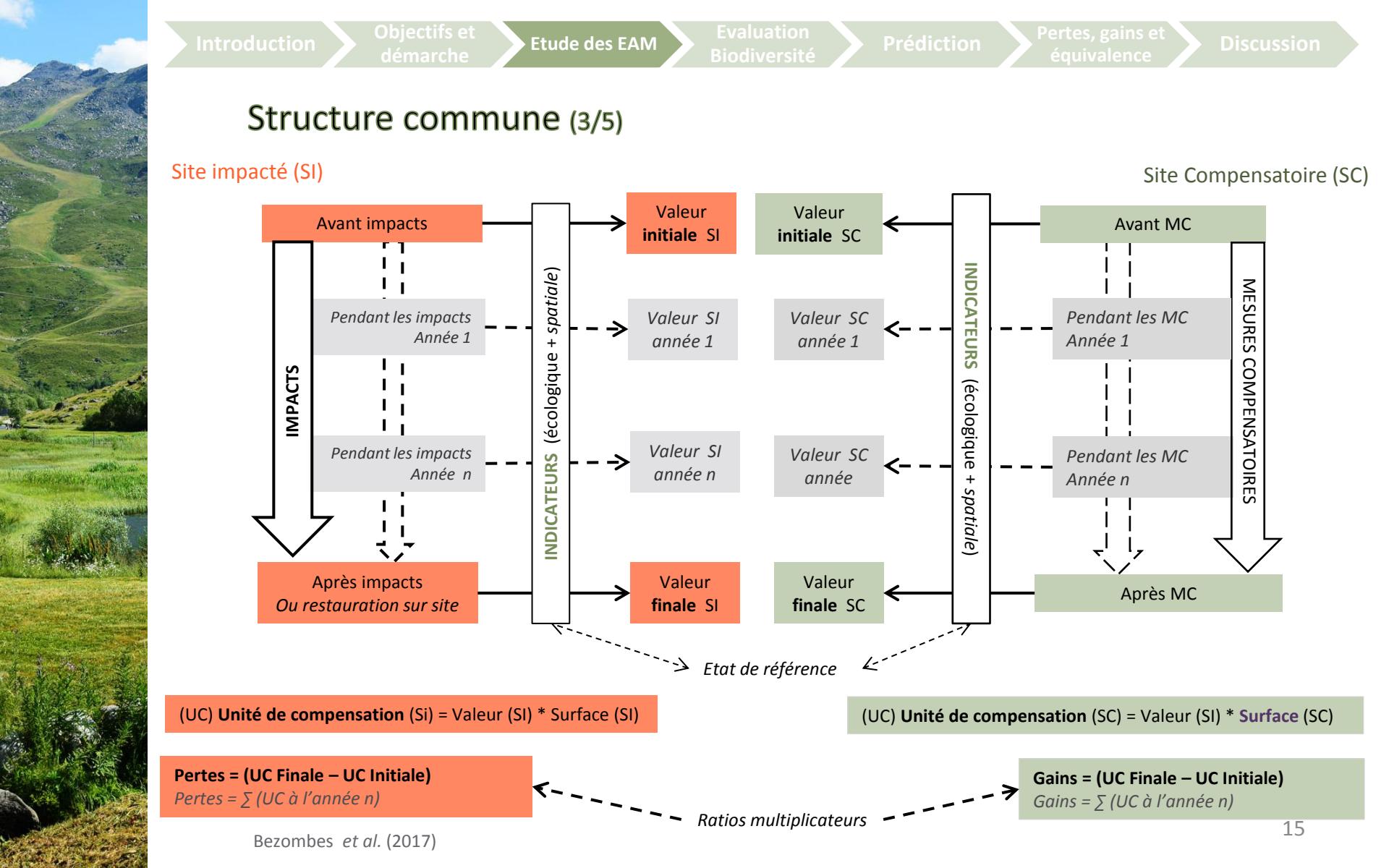
→ Critères sur lesquels baser le
cadre méthodologique ?



| Opérationnalité | Exhaustivité |
|----------------------------|------------------------------|
| Définition des indicateurs | Dimensions prises en compte |
| Rapidité d'implémentation | Biodiversité prise en compte |
| Disponibilité des données | Type de données utilisées |
| Echangeabilité | Nombre d'indicateurs |

| Bases Scientifiques |
|--|
| Définition des indicateurs de biodiversité |
| Métriques des indicateurs de biodiversité |
| Prise en compte de la dimension spatiale |
| Prise en compte des incertitudes |

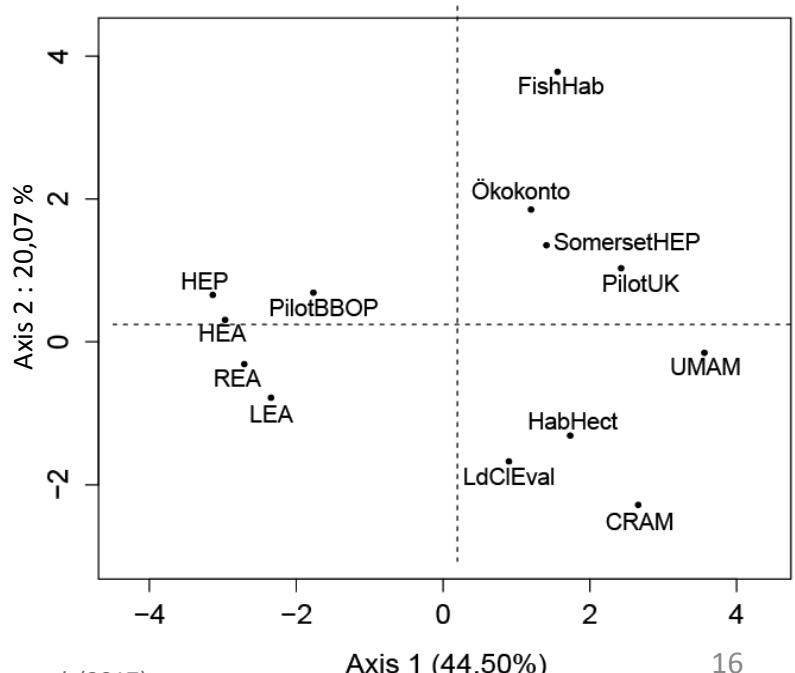
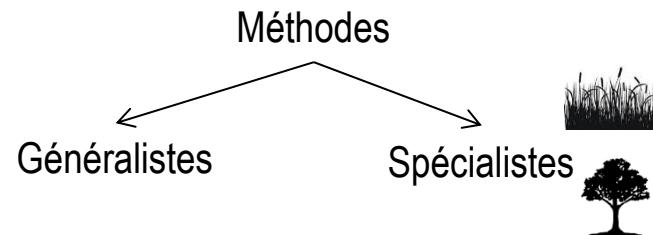
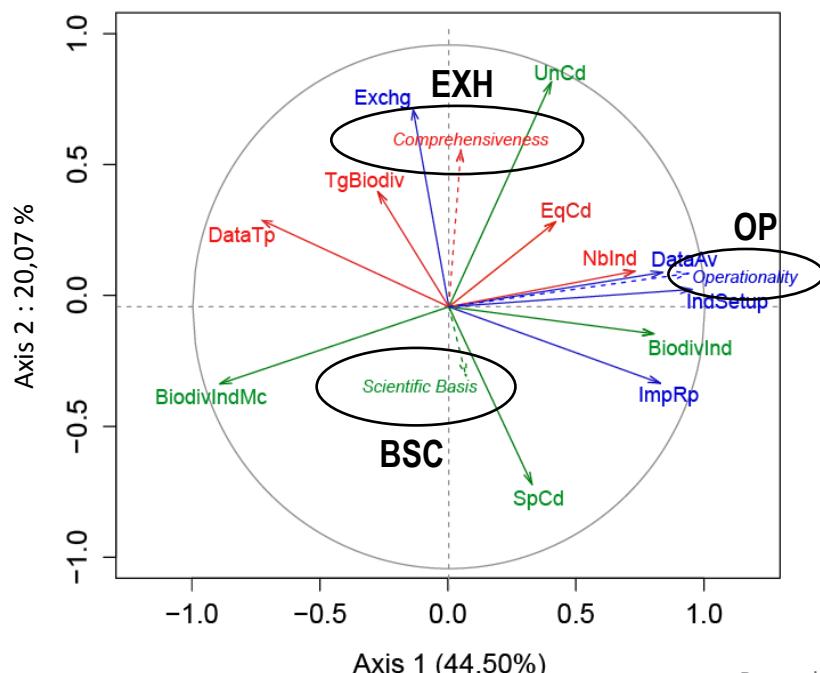
ACP à partir des notes des modalités





Divergences et compromis (4/5)

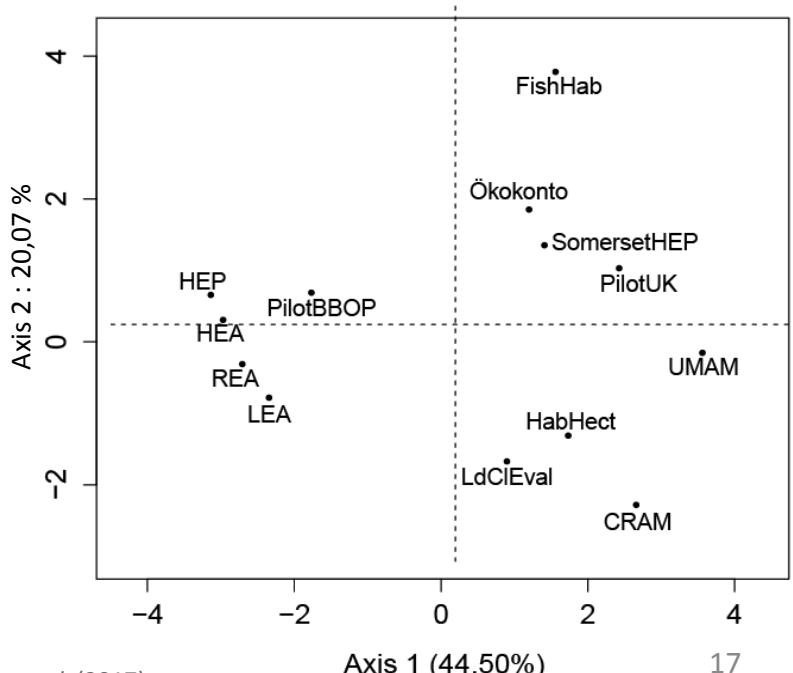
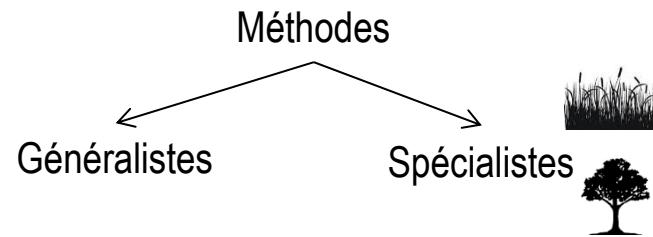
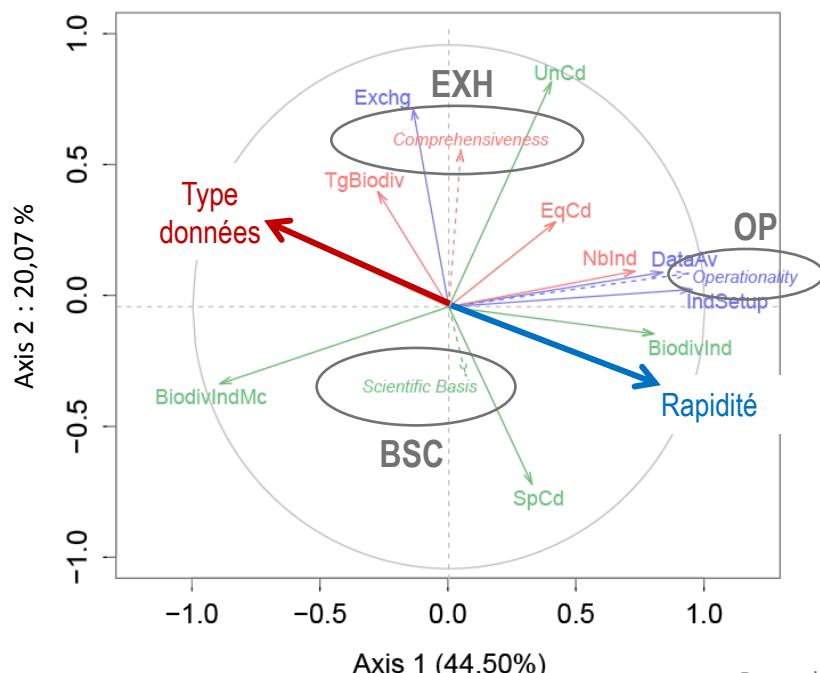
- Résultats ACP





Divergence et compromis (4/5)

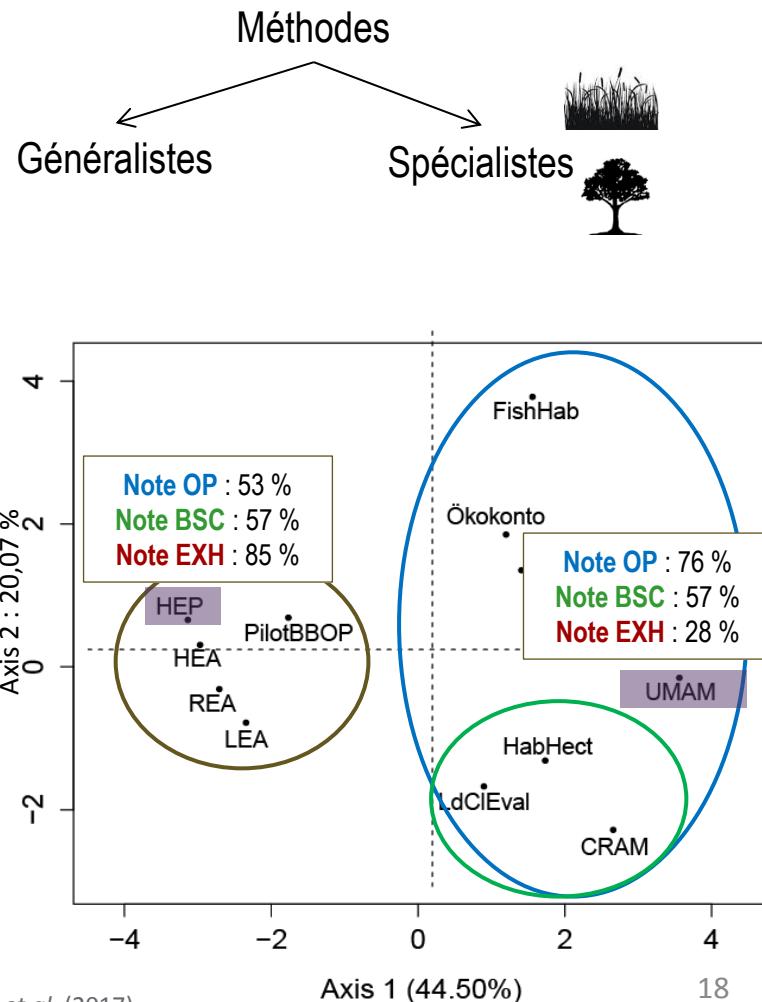
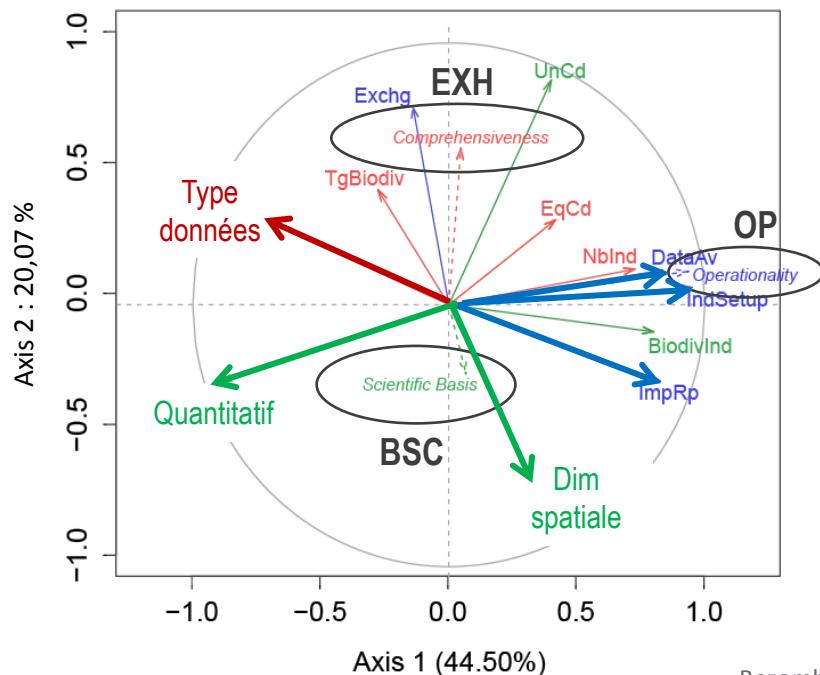
- Résultats ACP





Divergence et compromis (4/5)

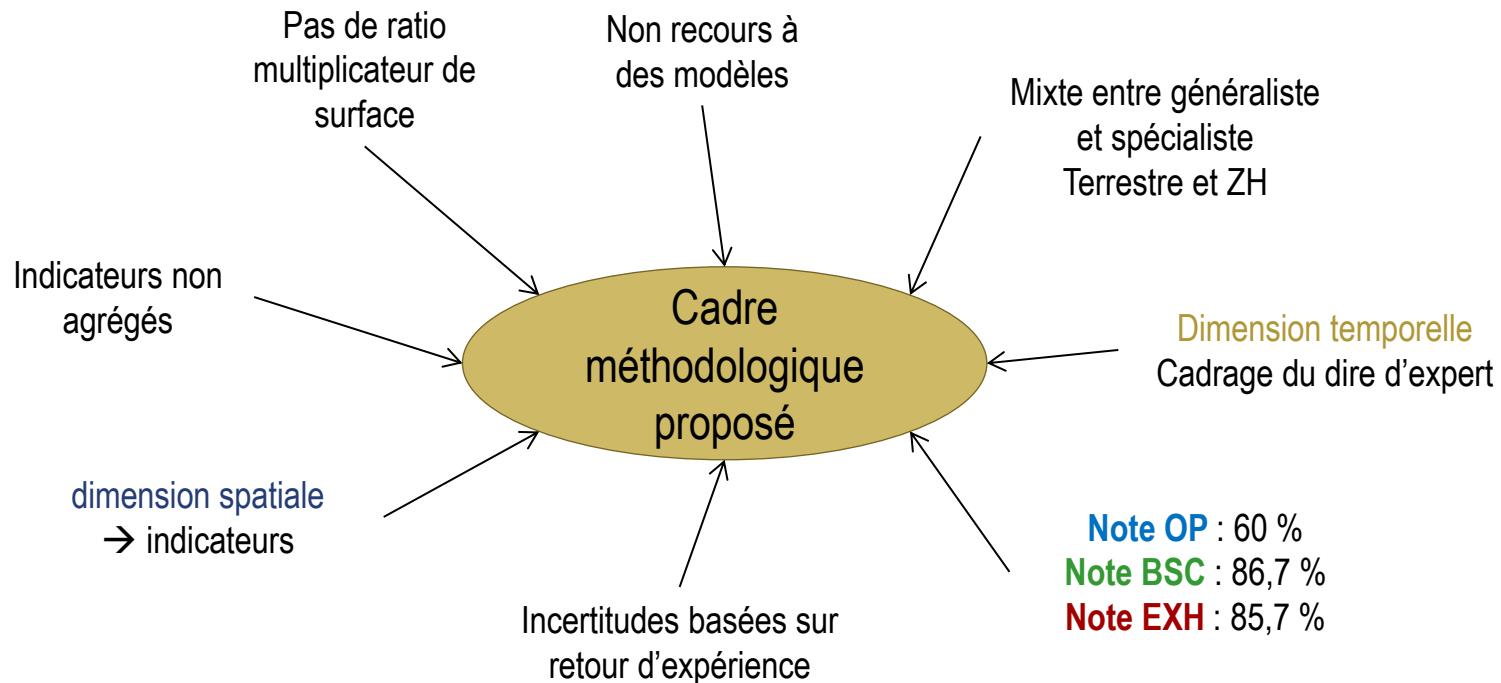
- Résultats ACP





Caractéristiques retenues pour le cadre méthodologique (5/5)

- Basées sur la structure commune, avec des ajustements





ÉTAPE 1

FORMALISER L'ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ



Introduction

Objectifs et
démarche

Etude des EAM

Evaluation
Biodiversité

Prédiction

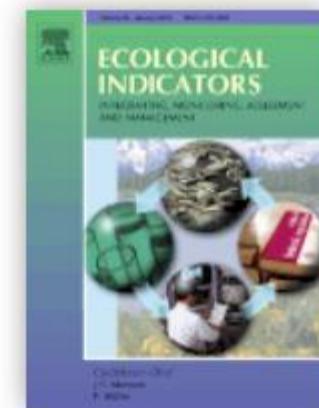
Pertes, gains et
équivalence

Discussion

Article en révision à la revue *Ecological Indicators*

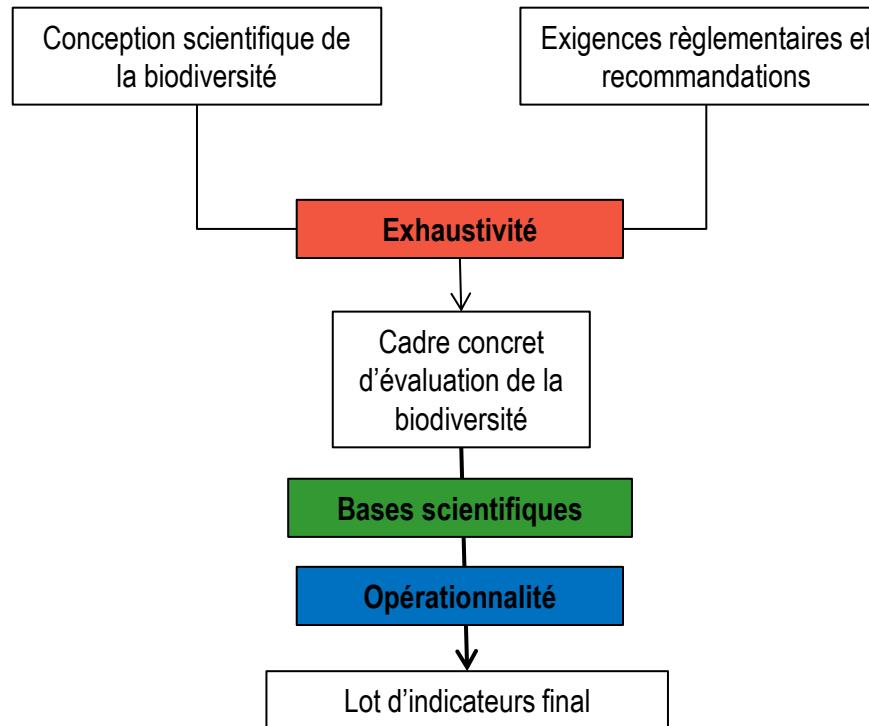
From conceptual vision to practical evaluation of biodiversity for ecological equivalence assessment in the context of biodiversity offsets

Lucie Bezombes (1, 2), Thomas Spiegelberger (1), Stéphanie Gaucherand (1),
Véronique Gouraud (2) Christian Kerbiriou (3, 4)



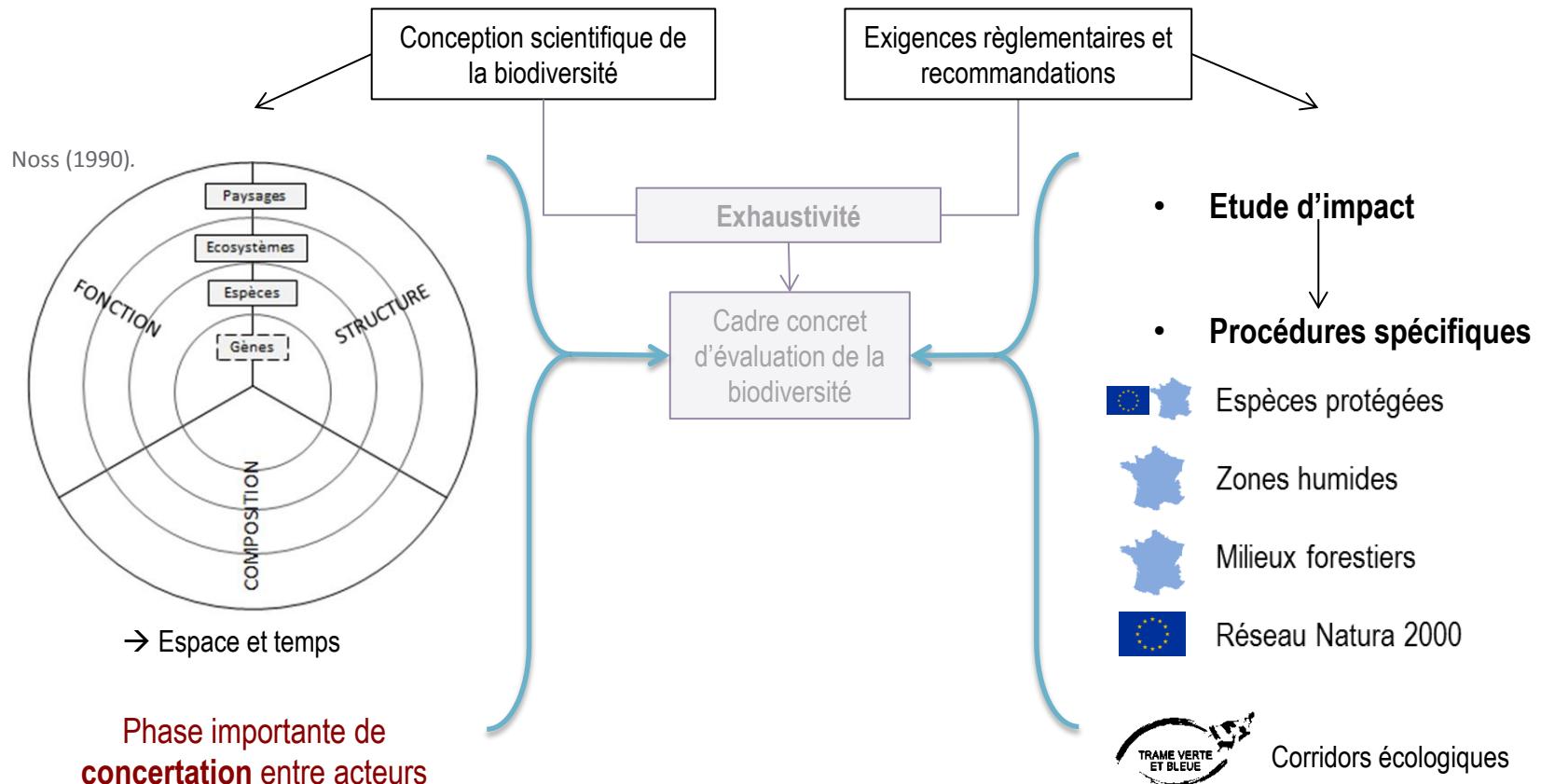


Démarche générale suivie pour formaliser l'évaluation de la biodiversité (1/5)





Comment évaluer la biodiversité ? (2/5)





Introduction

Objectifs et
démarche

Etude des EAM

Evaluation
Biodiversité

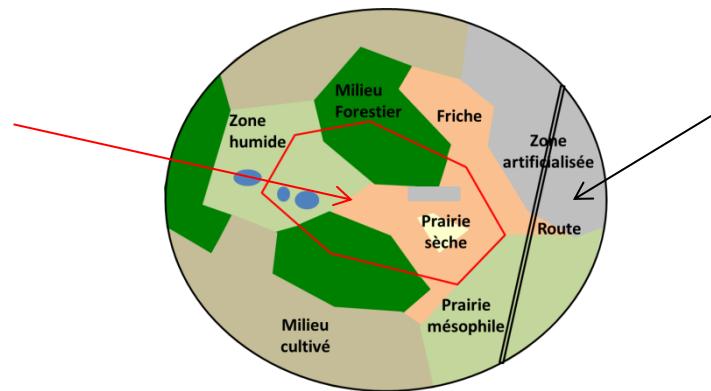
Prédiction

Pertes, gains et
équivalence

Discussion

Cadre concret d'évaluation de la biodiversité : échelles (3/5)

Périmètre Site
PS



Périmètre Elargi
PE

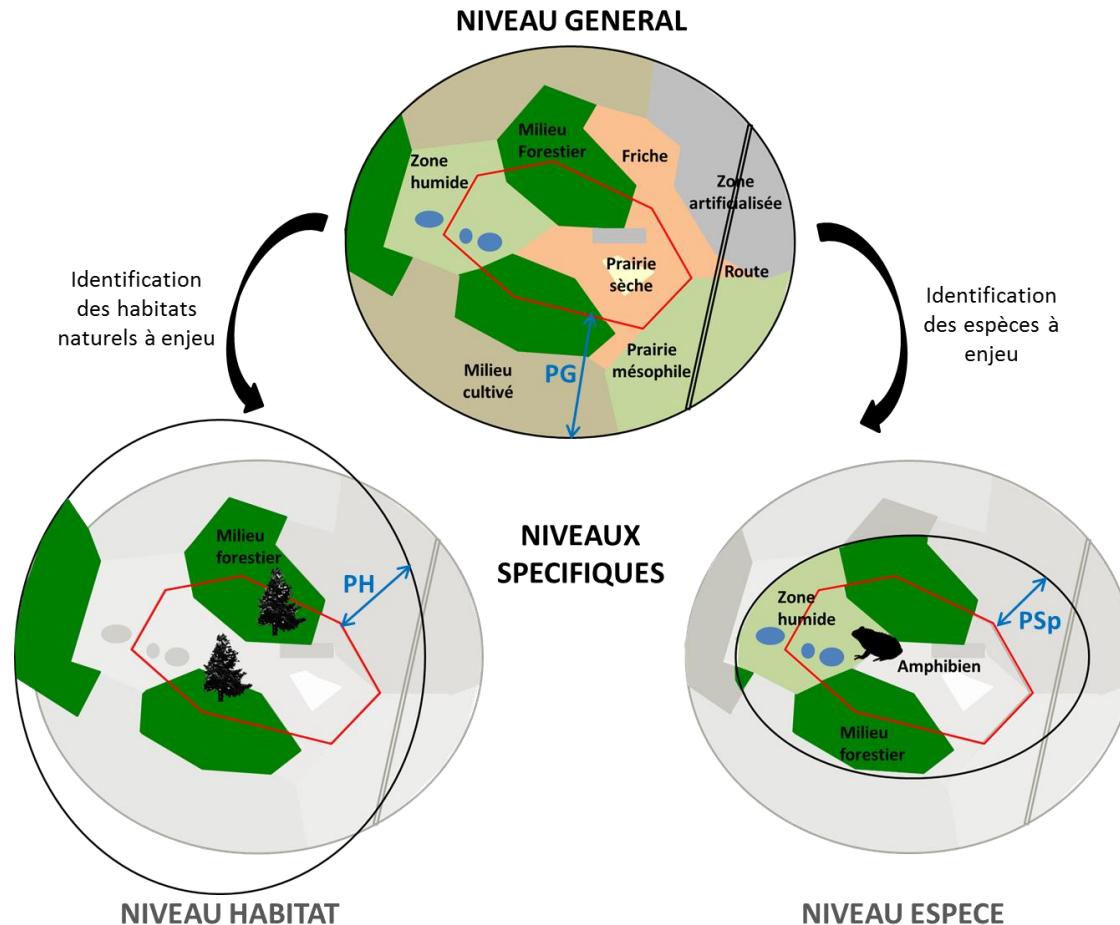


Petit Rhinolophe



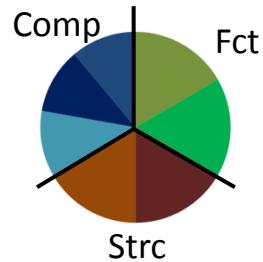


Cadre concret d'évaluation de la biodiversité : niveaux (3/5)



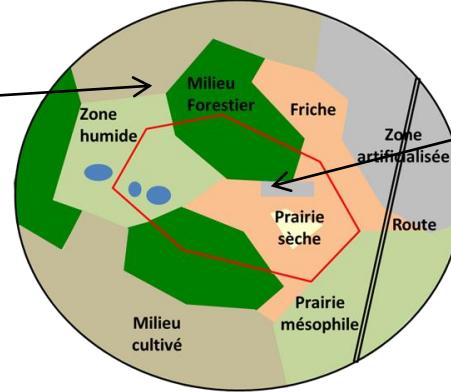


Cadre concret d'évaluation de la biodiversité : critères (4/5)



Connectivité
Représentativité
Patrimonialité
Pressions

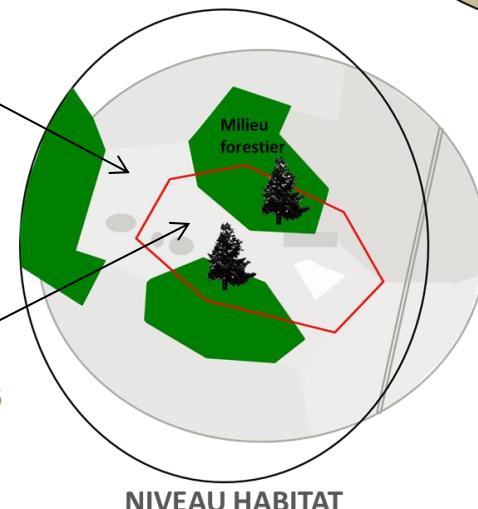
NIVEAU GENERAL



Diversité
Patrimonialité
Fonctionnalités
Pressions

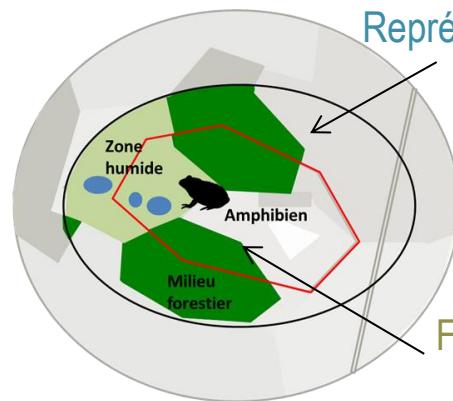
NIVEAUX SPECIFIQUES

Connectivité
Représentativité
Diversité
Structure
Fonctionnalités
Pressions



Représentativité
Connectivité

Fonctionnalités
Pressions





Sélection d'indicateurs (5/5)

PROSPECTION



Indicateurs de biodiversité

Sources :
Littérature scientifique (~50)
Autres méthodes (IQE)
Métriques :
Quantitatives

Présélection : 170 indicateurs

NG : 86

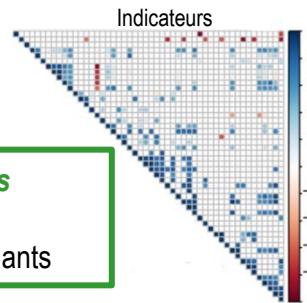
NH : 57

NSp : 27

SELECTION

NG : 86
NH+NSp : 84

Analyse des corrélations
8 sites d'étude
Supprimer indicateurs redondants



Contraintes opérationnelles
Temps de collecte des données
Type de compétences nécessaires
Coût des données collectées



Sélection finale :

107 indicateurs

NG : 41

NH : 43

NSp : 23

⚠ Nombre maximal

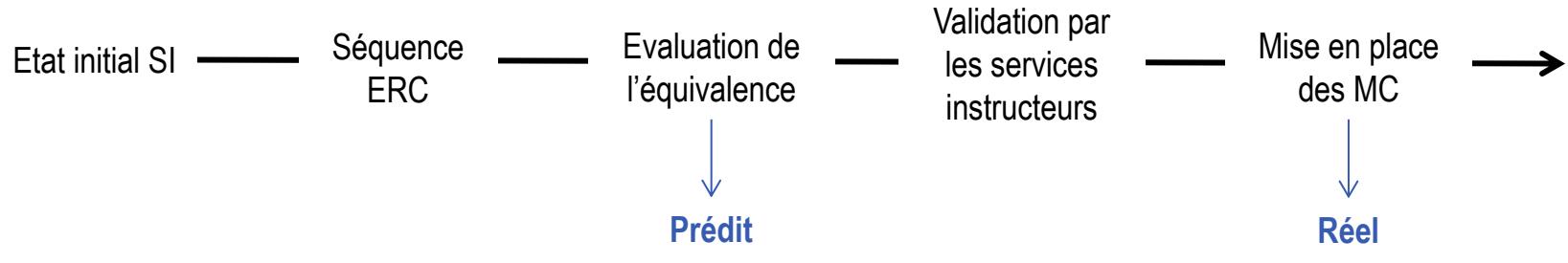


ETAPE 2

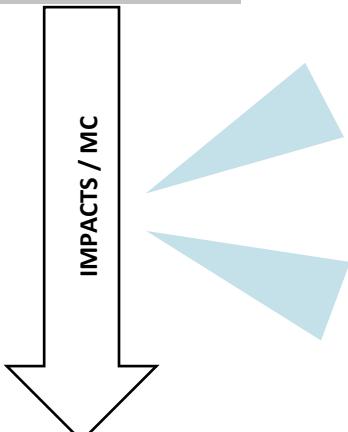
PRÉDIRE L'EFFET DES IMPACTS ET DES MESURES COMPENSATOIRES



Pourquoi et comment prédire l'effet des impacts et des MC ? (1/4)



Avant impacts / MC



Dimension temporelle

Prédiction à dire d'expert (opérationnalité)

Apport : Cadrage scientifique

Incertitudes

Décalage entre effets prédicts et effets réels ?

Attribution d'un taux d'incertitude

Retour d'expérience

Article en révision dans la revue

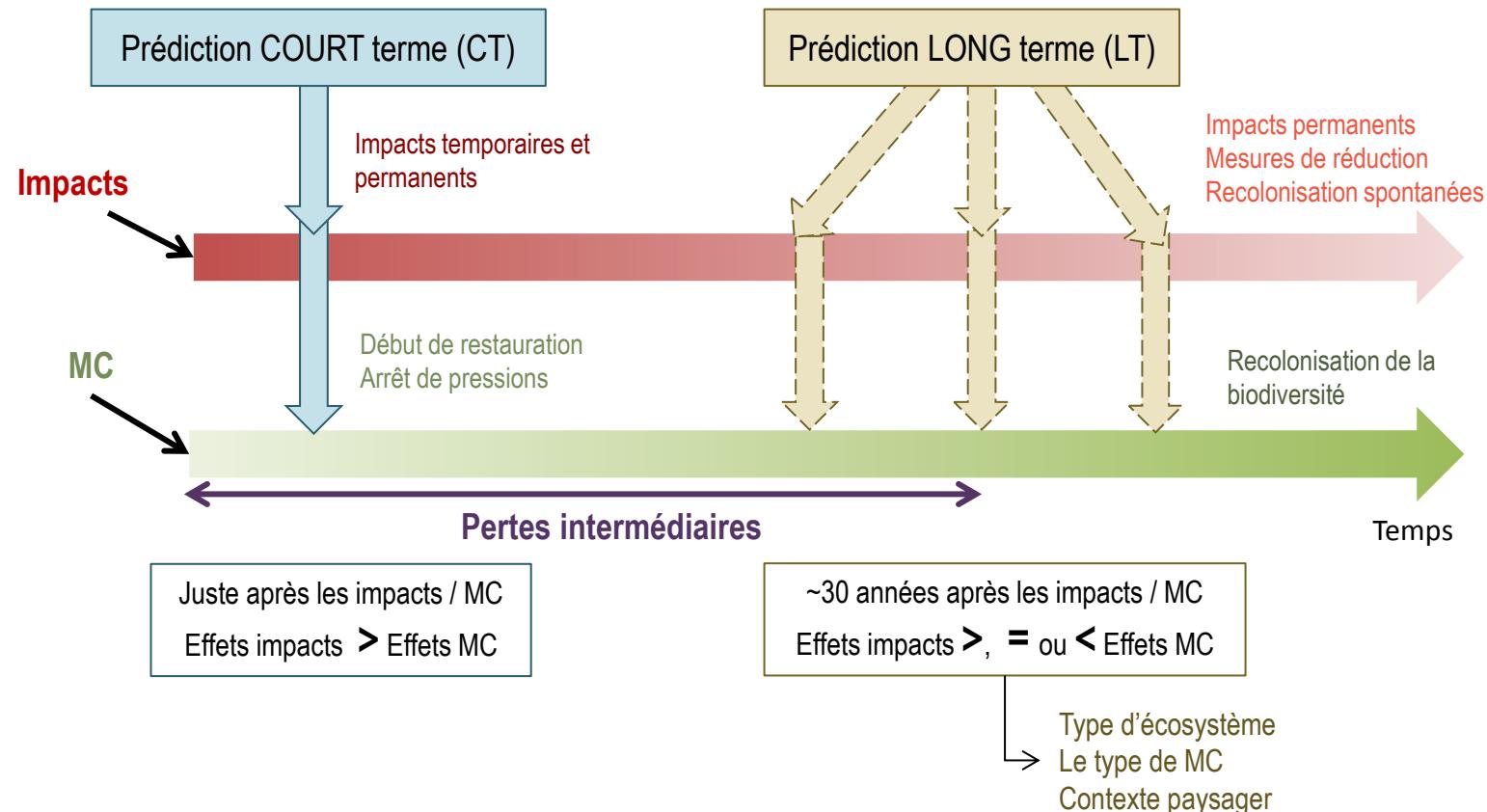
Conservation Biology

Success of biodiversity offsets:
more feedbacks are necessary to
reduce uncertainties

Lucie Bezombes (1, 2), Christian Kerbiriou
(3, 4), Thomas Spiegelberger (1)



Pas de temps de la prédiction (2/4)



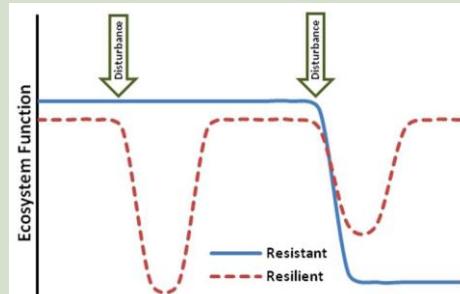


Cadrage de la prédiction (3/4)

3 éléments principaux à prendre en compte (issus de la bibliographie) :

Dynamique de l'écosystème

- Successions rapides / lentes
- Equilibre stable / instable
- Etat de conservation Bensettiti et al. (2012)
- Résistance / résilience



Type de perturbation

Fréquence/
durée

X
Impact

X
MC

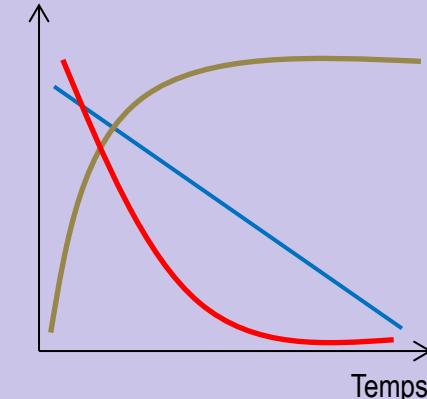
Portée
spatiale

Sévérité/
intensité

Krohnen et al. (2009).

Réponse de l'indicateur

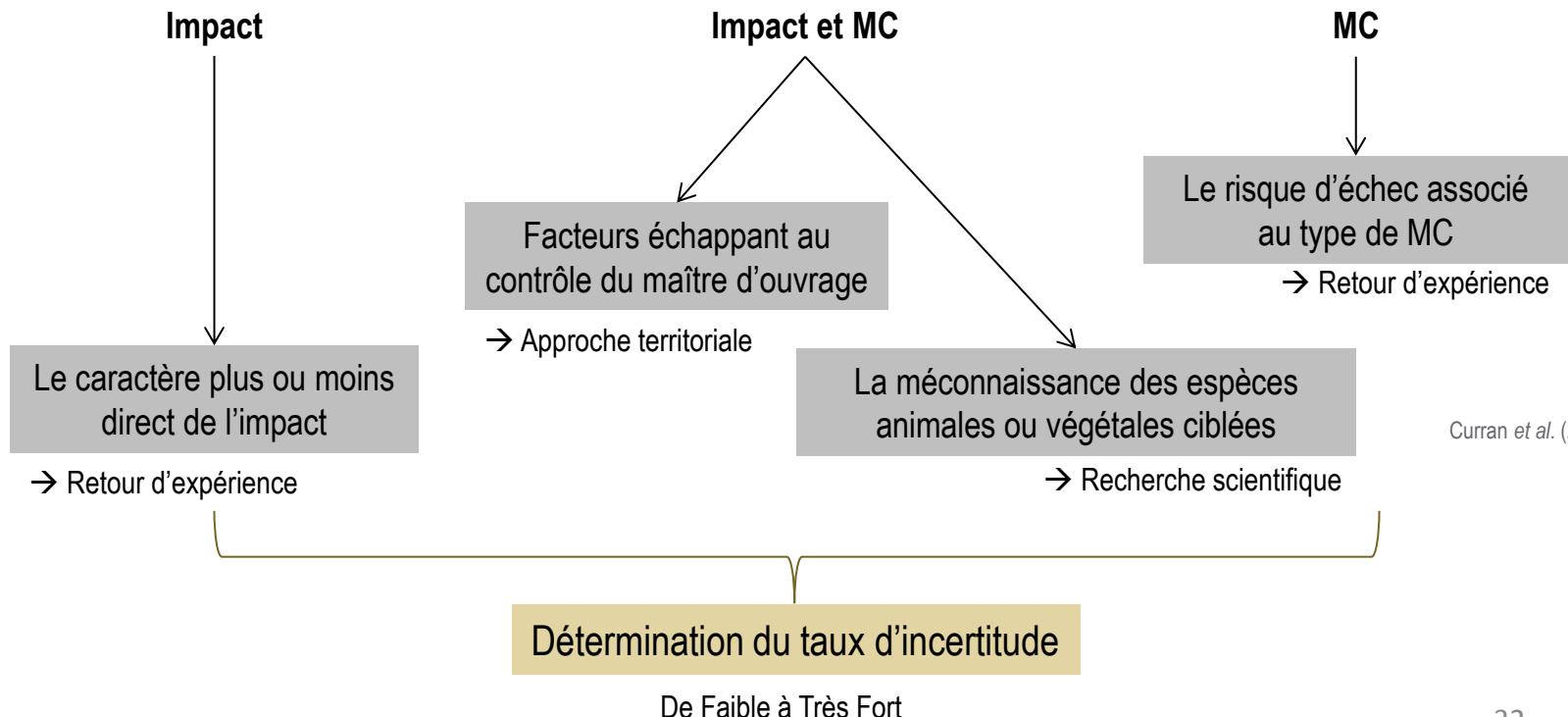
Indicateur
considéré





Intégration des incertitudes à la prédition (4/4)

3 sources d'incertitudes identifiées lors de la prédition



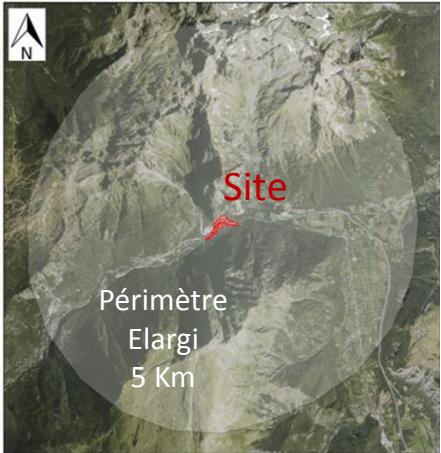


ETAPE 3

CALCUL DES PERTES, DES GAINS ET DE L'ÉQUIVALENCE :

APPLICATION SUR UN CAS CONCRET

Présentation du projet concret (1/5)



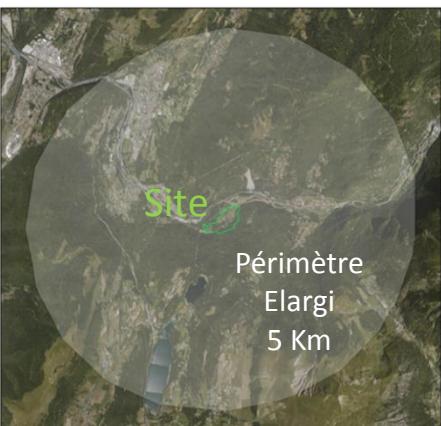
Site impacté

13,37 ha

- Construction d'ouvrages hydroélectriques (2012)
- Destruction d'habitats terrestres
- Dossier de dérogation espèces protégées
- Plan de renaturation



La vallée de la Romanche vue du ciel (Isère)
EDF © Médiathèque - CHRISTOPHE HURET

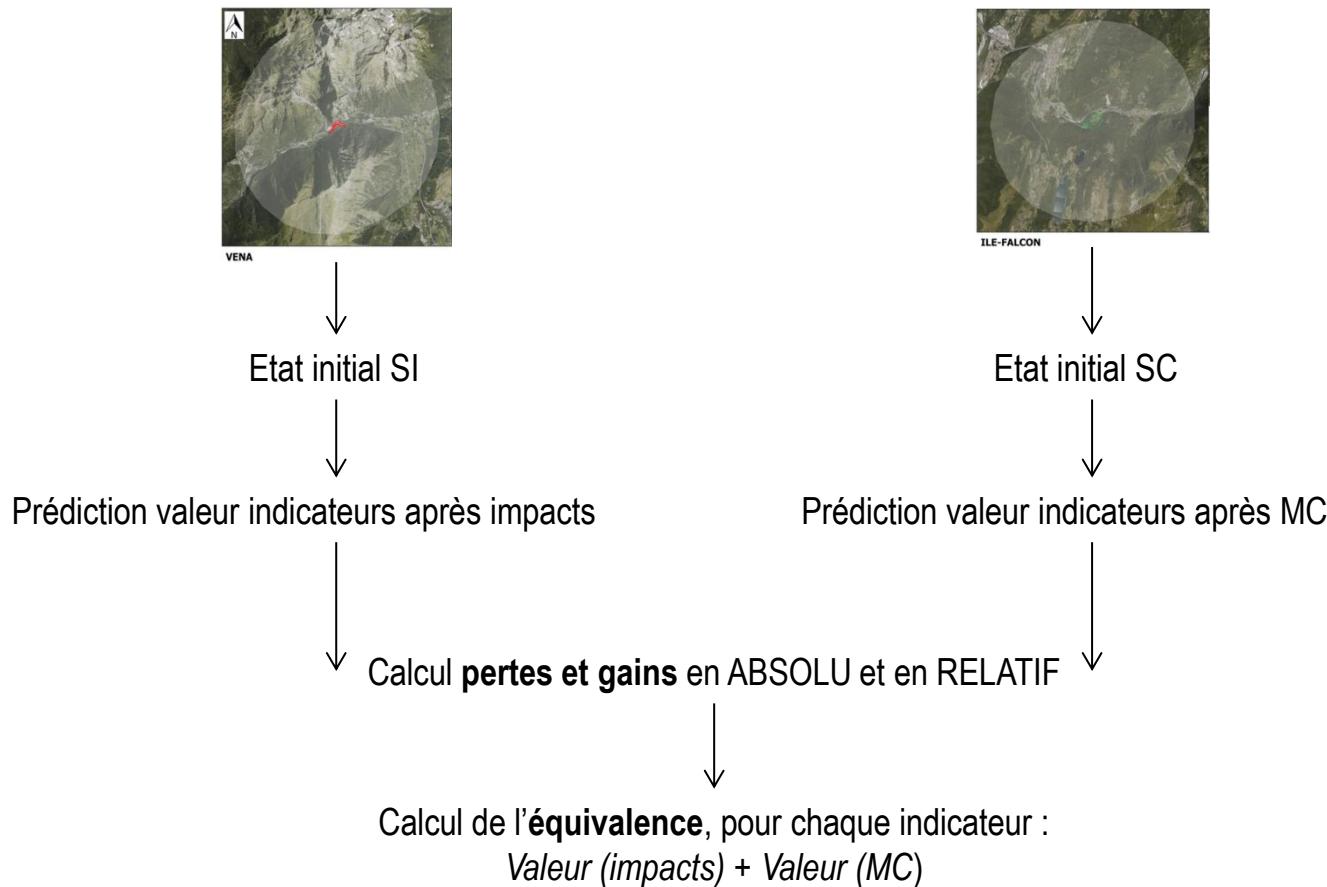


Site compensatoire

45,13 ha

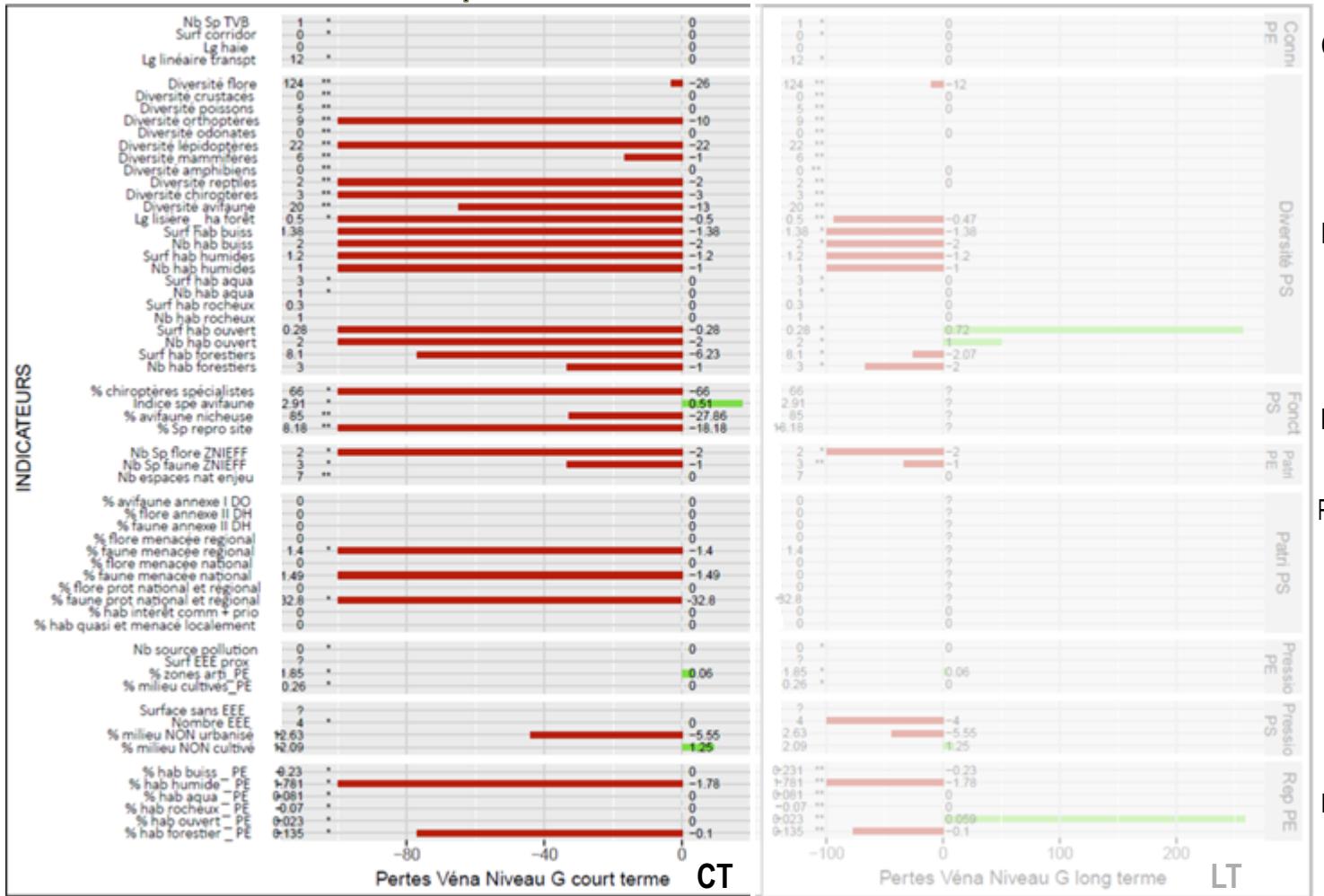


Calcul des pertes, des gains et de l'équivalence (2/5)





Niveau Général



Connectivité

Diversité

Fonctionnalité

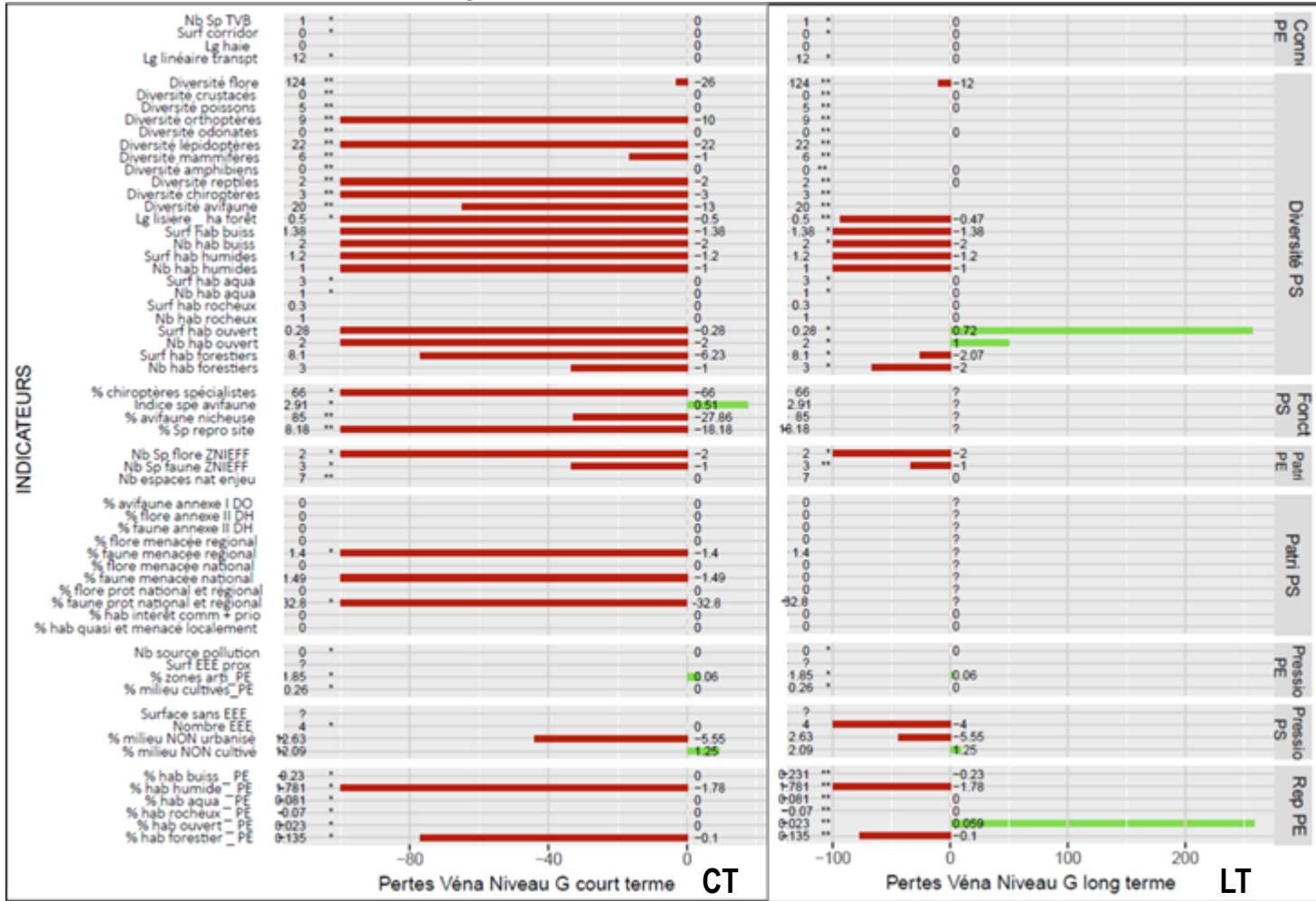
Patrimonialité

Pression

Représentativité



Niveau Général



Connectivité

Diversité

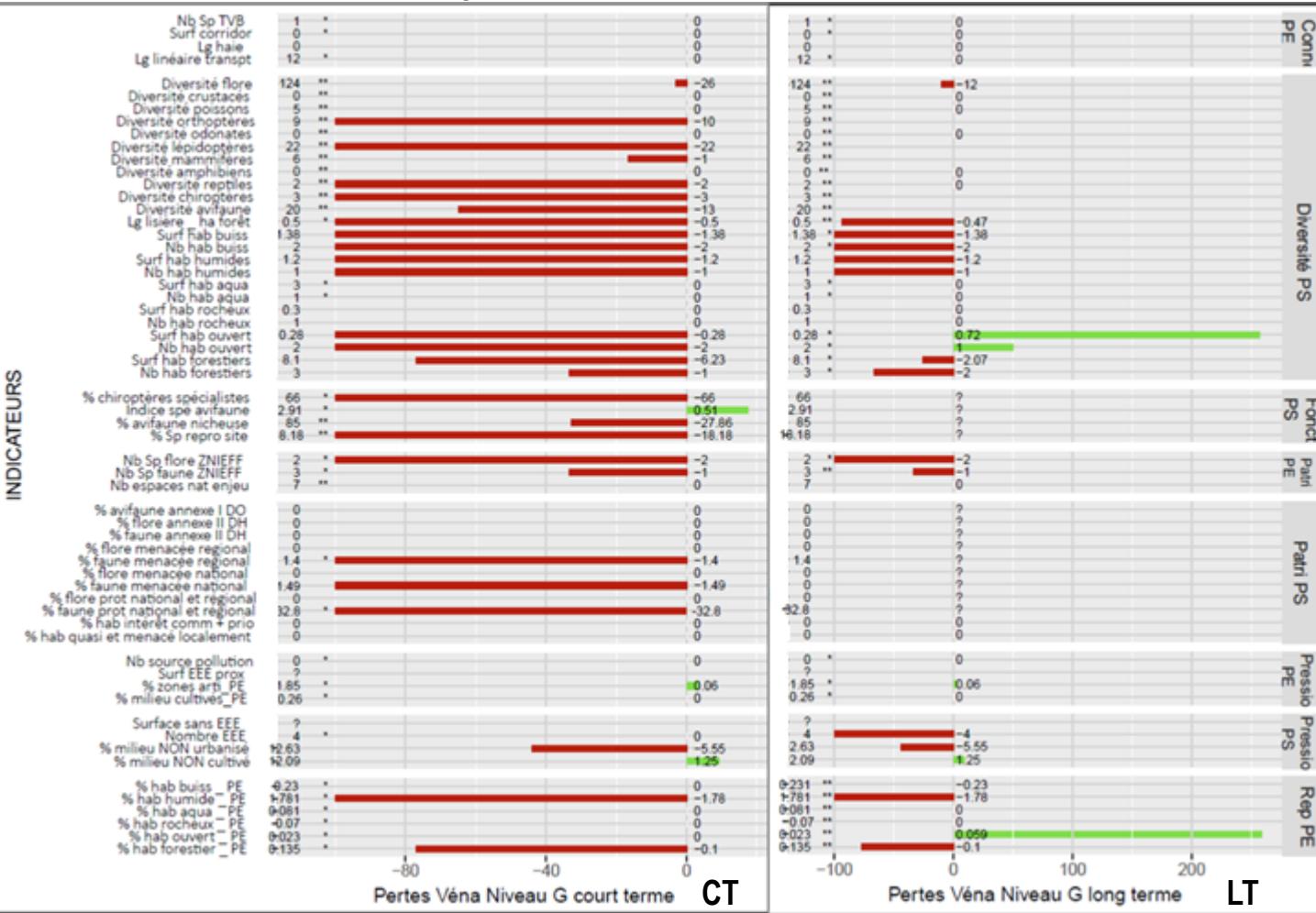
Fonctionnalité

Patrimonialité

Pression

Représentativité

Pertes sur le site impacté (3/5)





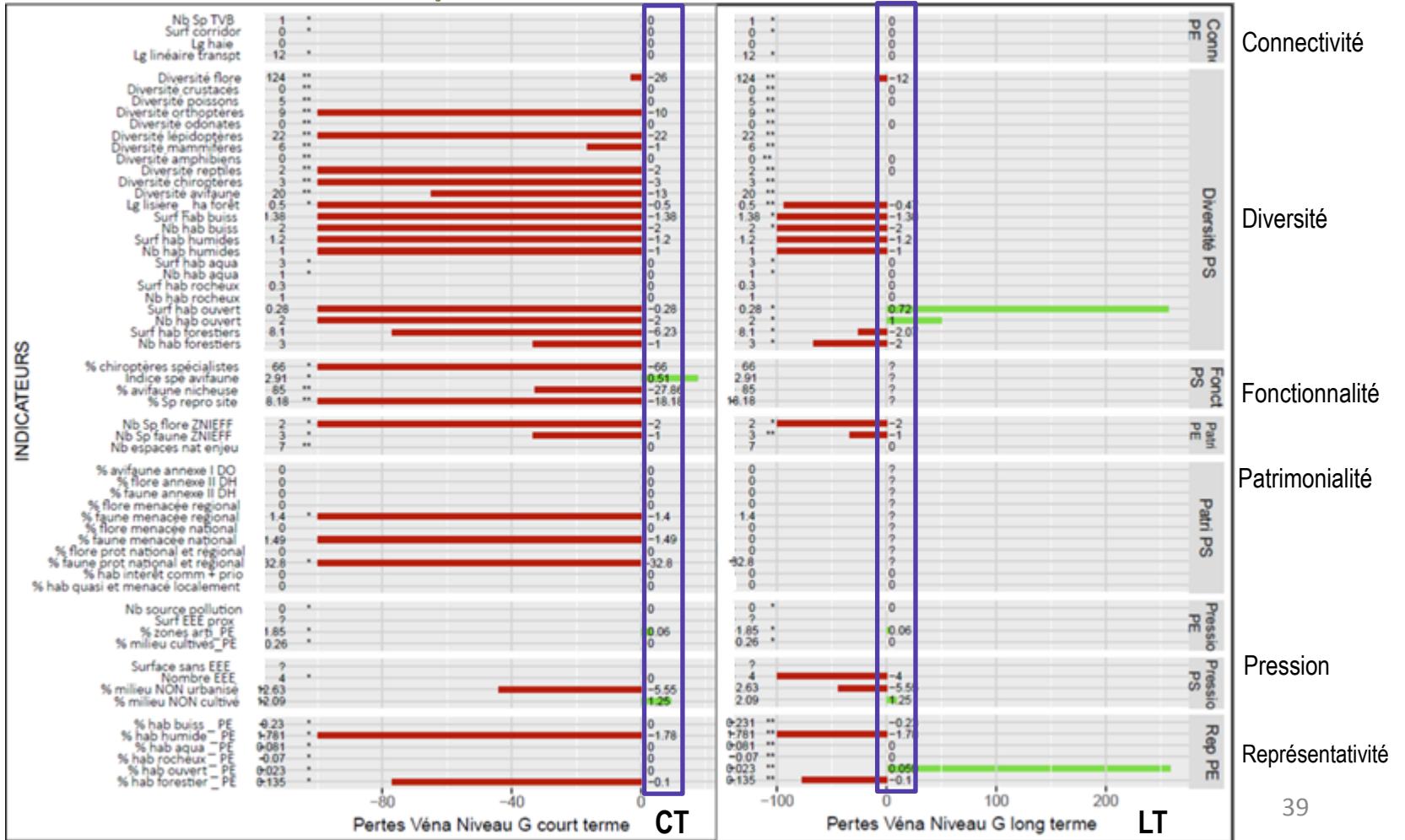
Pertes sur le site impacté (3/5)





Pertes sur le site impacté (3/5)

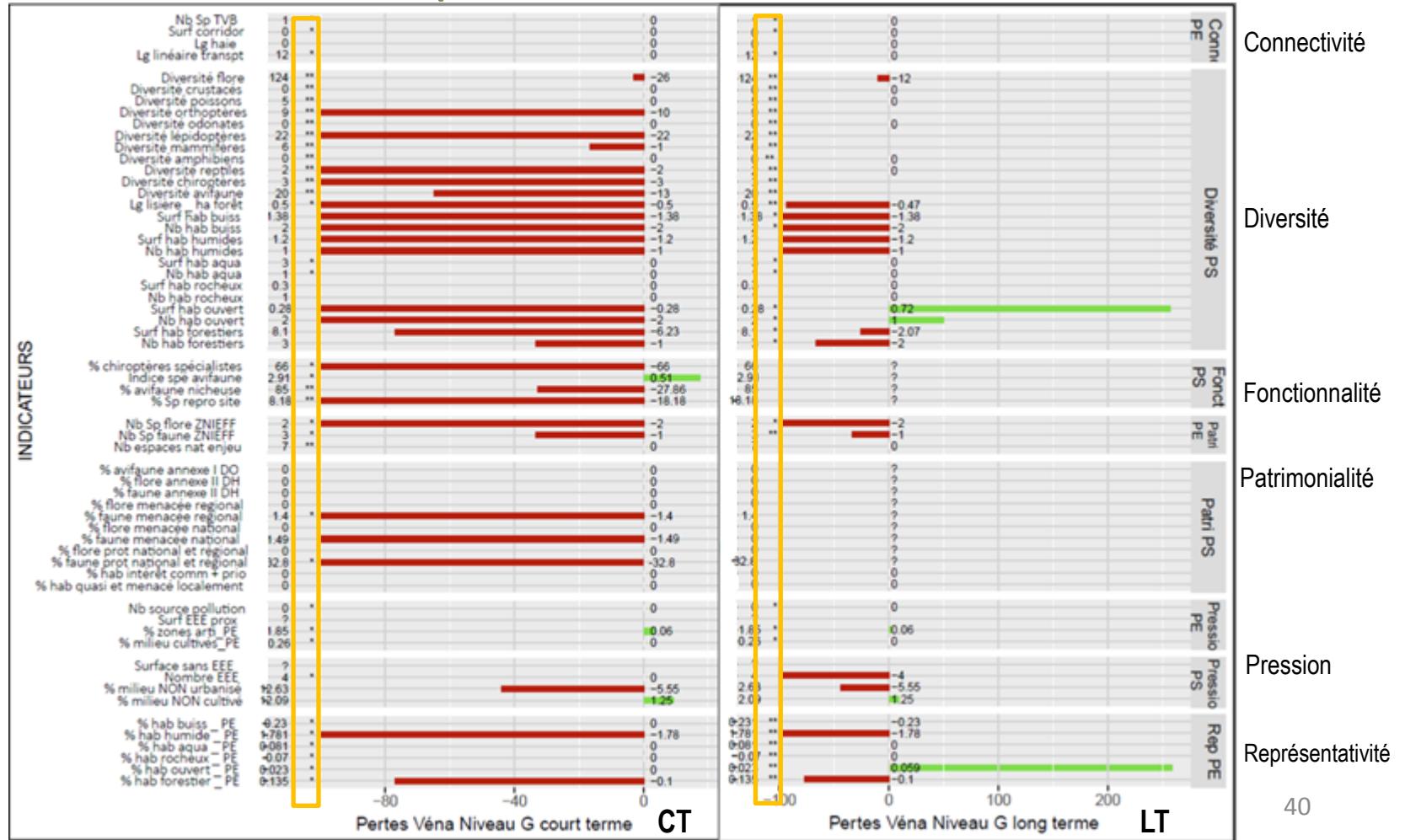
Niveau Général





Pertes sur le site impacté (3/5)

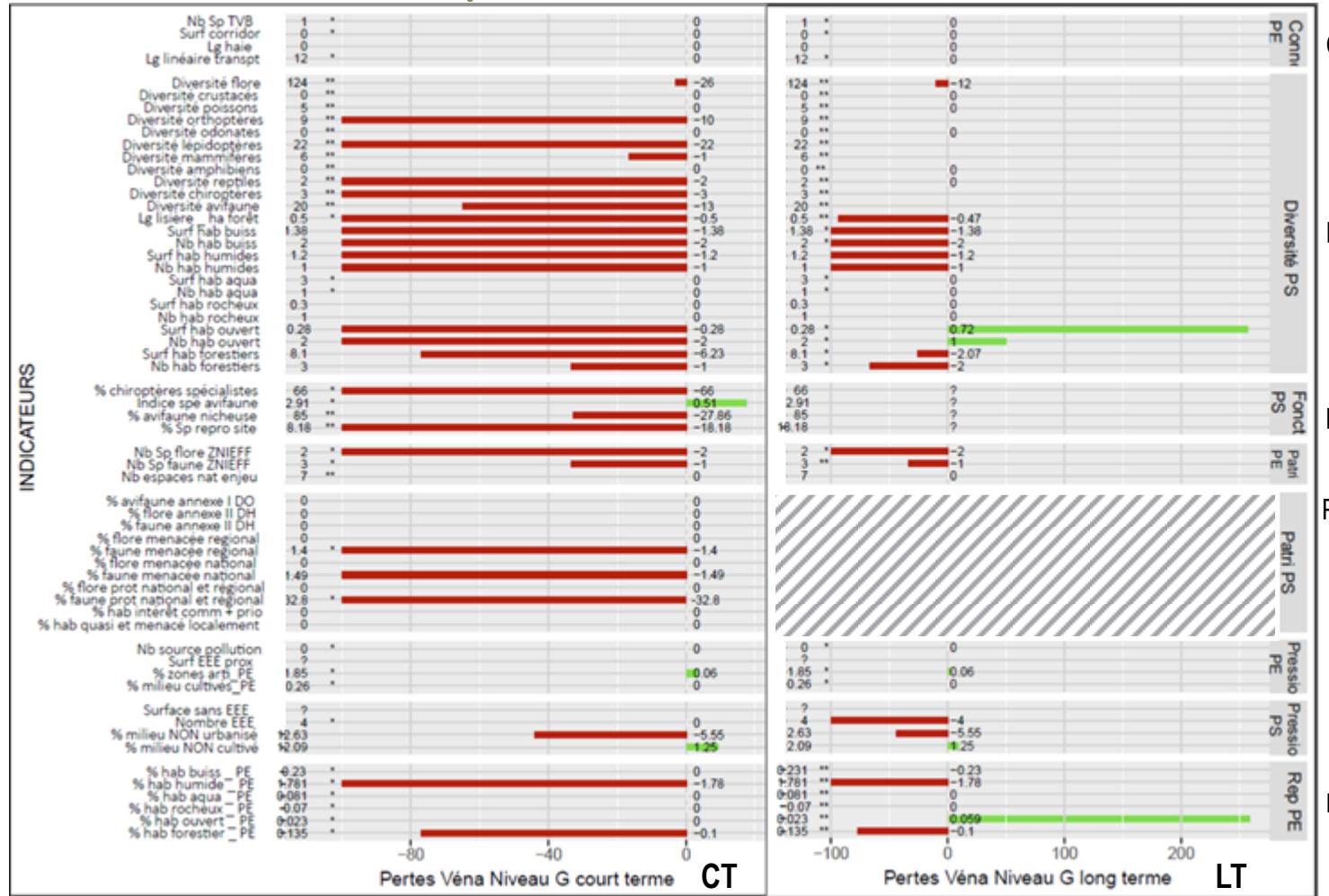
Niveau Général





Pertes sur le site impacté (3/5)

Niveau Général



Connectivité

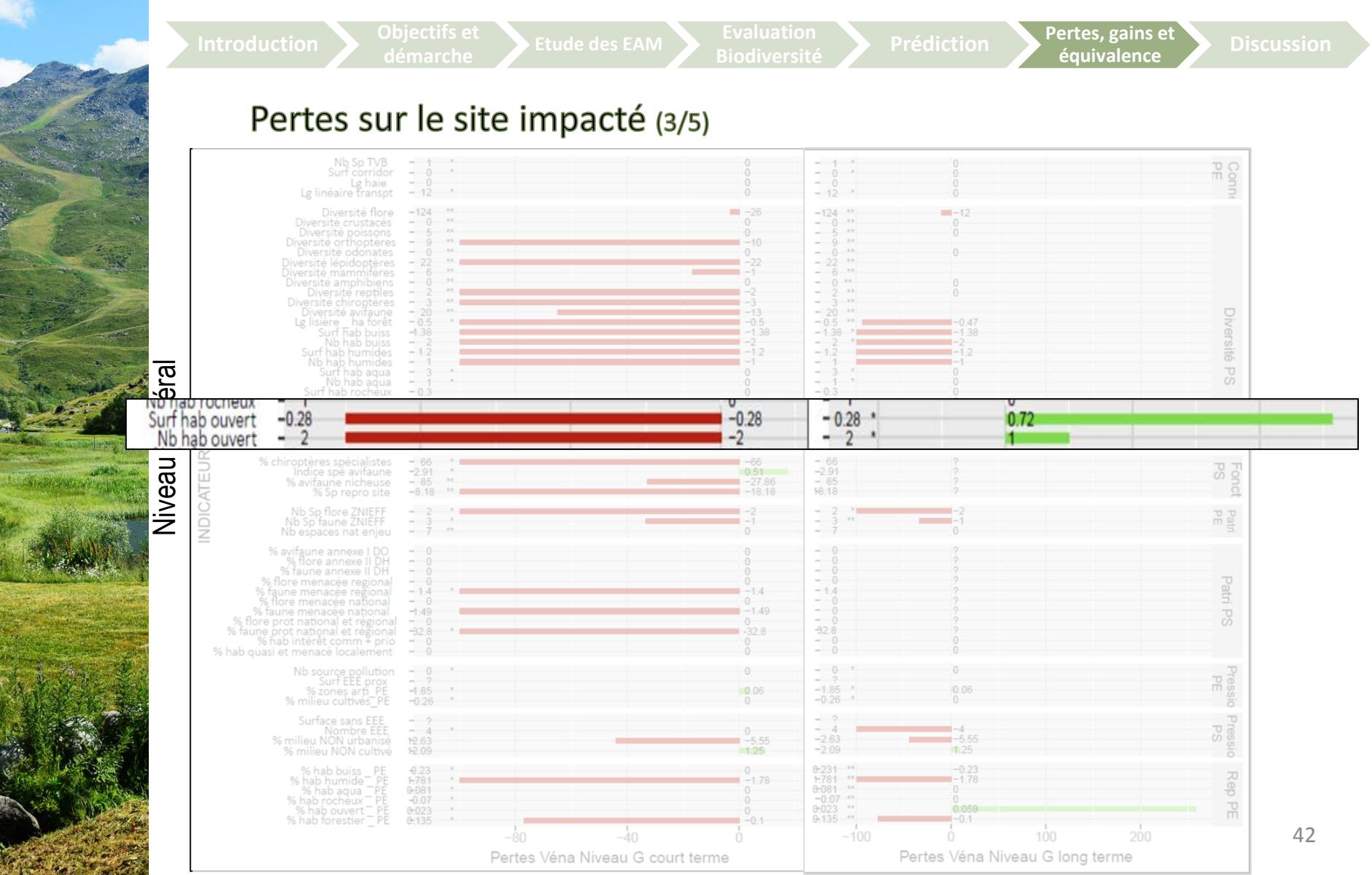
Diversité

Fonctionnalité

Patrimonialité

Pression

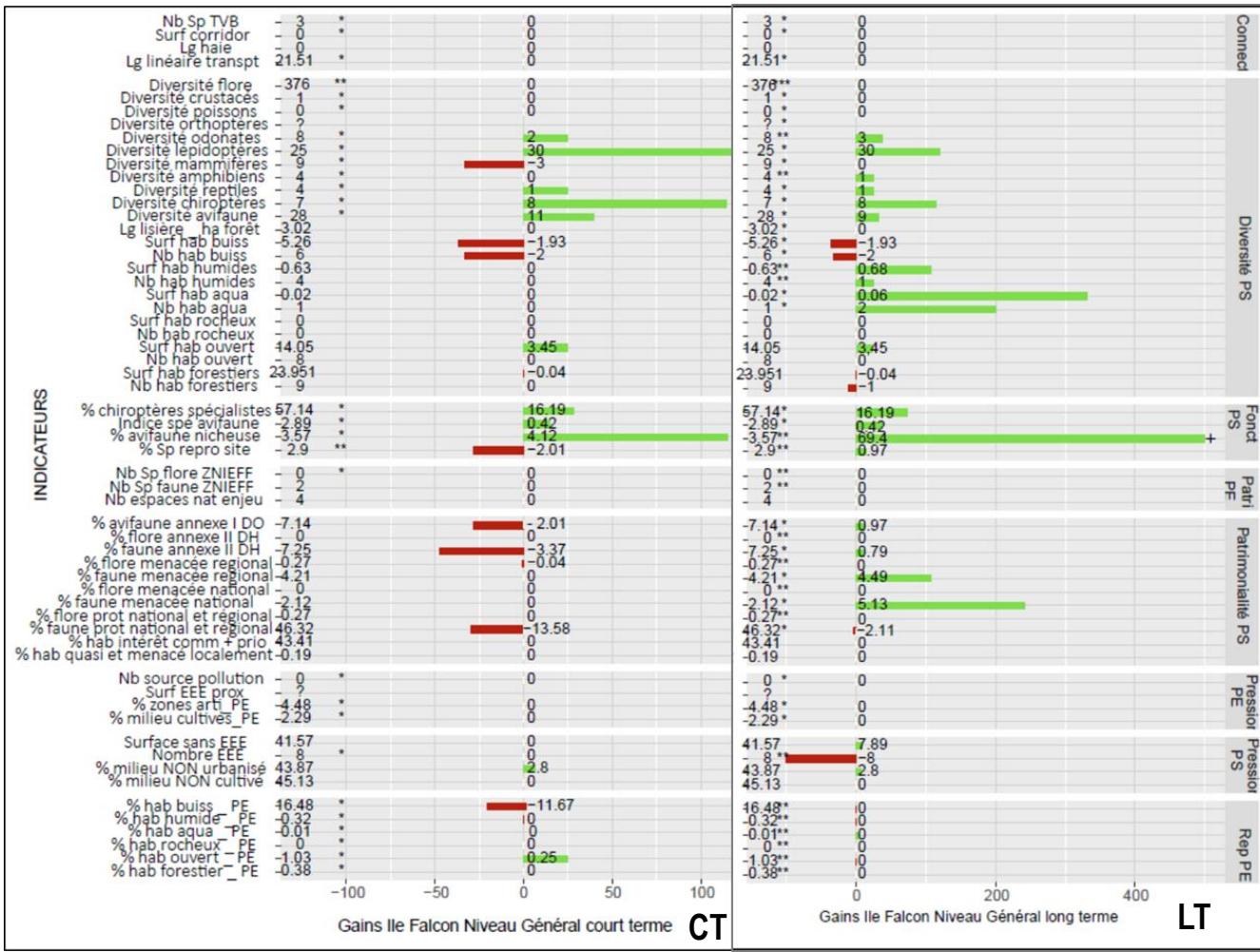
Représentativité





Gains sur le site compensatoire (4/5)

Niveau Général



Connectivité

Diversité

Fonctionnalité

Patrimonialité

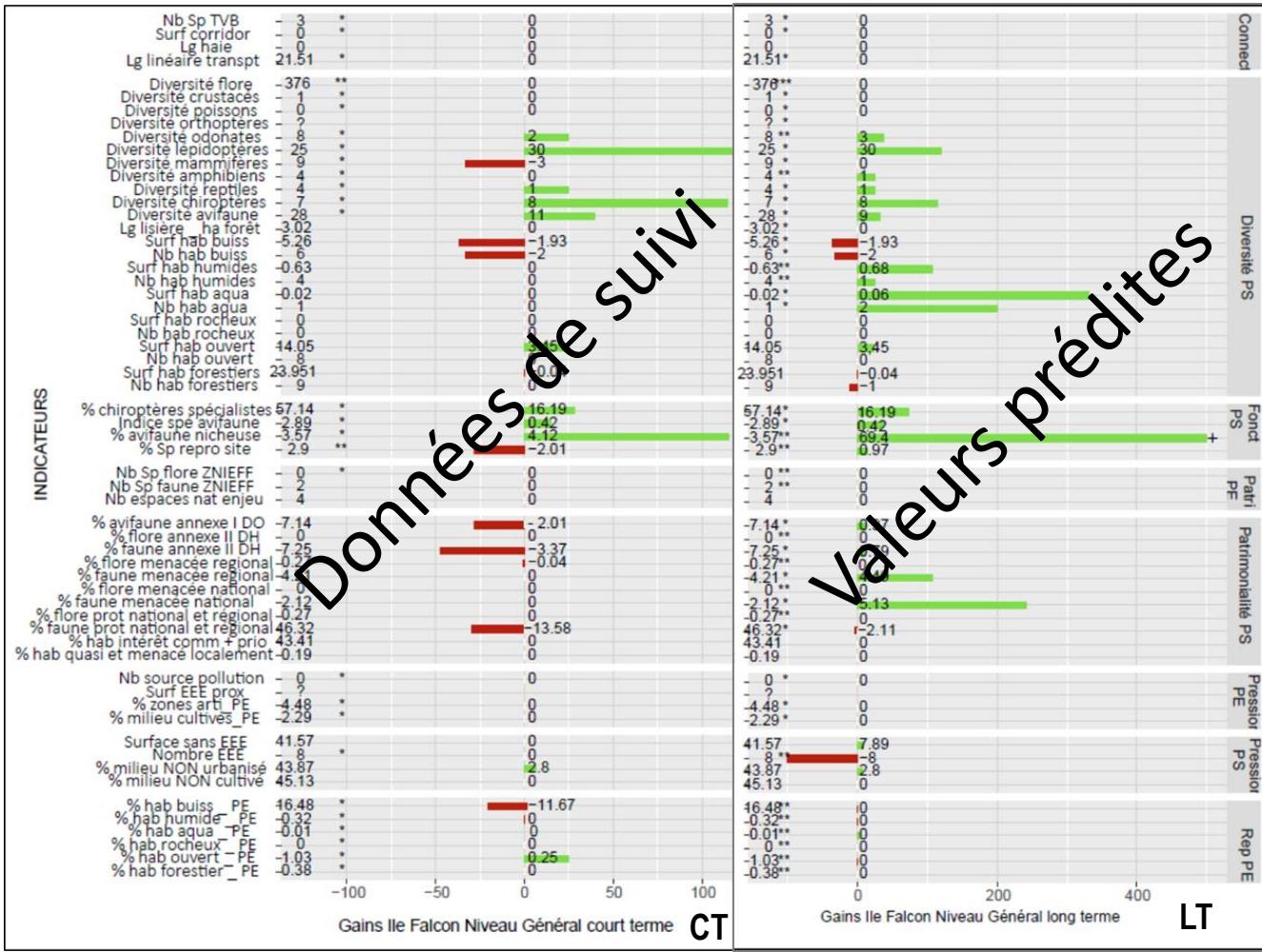
Pression

Représentativité



Gains sur le site compensatoire (4/5)

Niveau Général



Connectivité

Diversité

Fonctionnalité

Patrimonialité

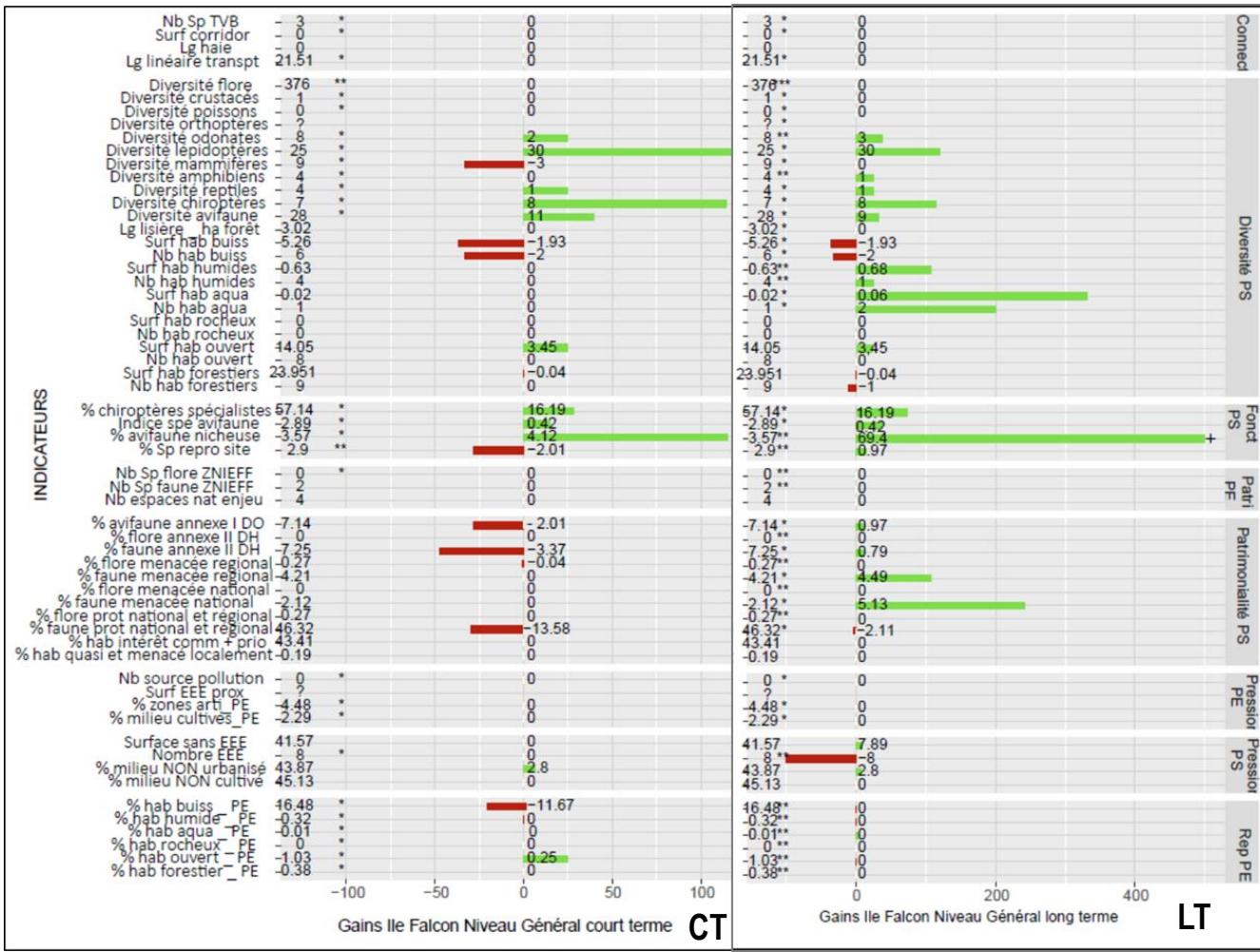
Pression

Représentativité



Niveau Général

Gains sur le site compensatoire (4/5)



Connectivité

Diversité

Fonctionnalité

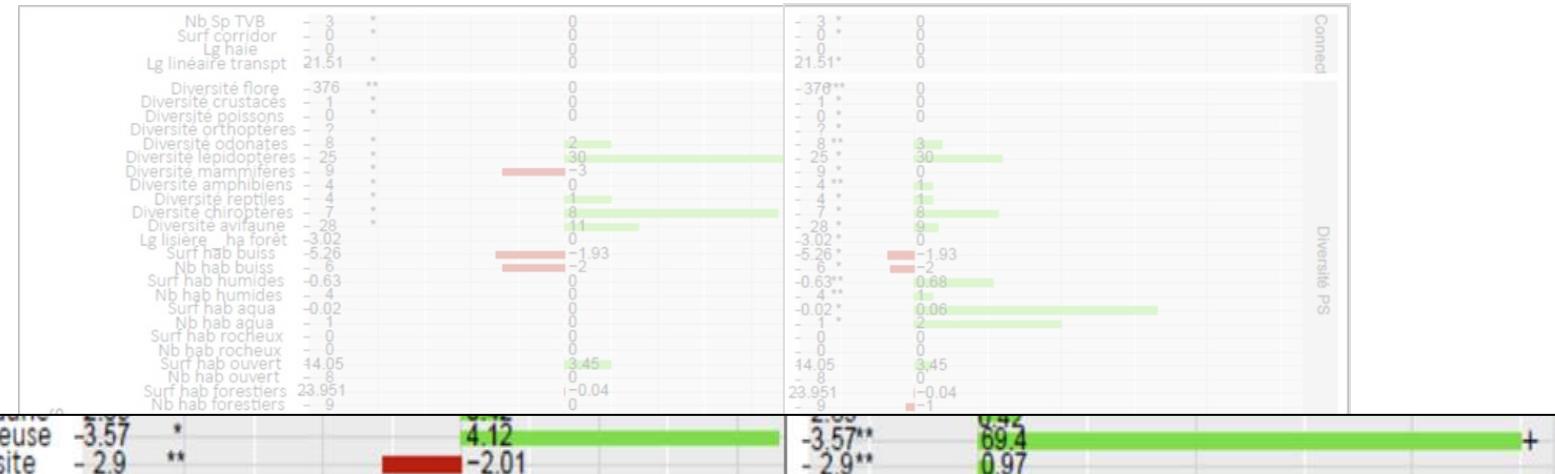
Patrimonialité

Pression

Représentativité



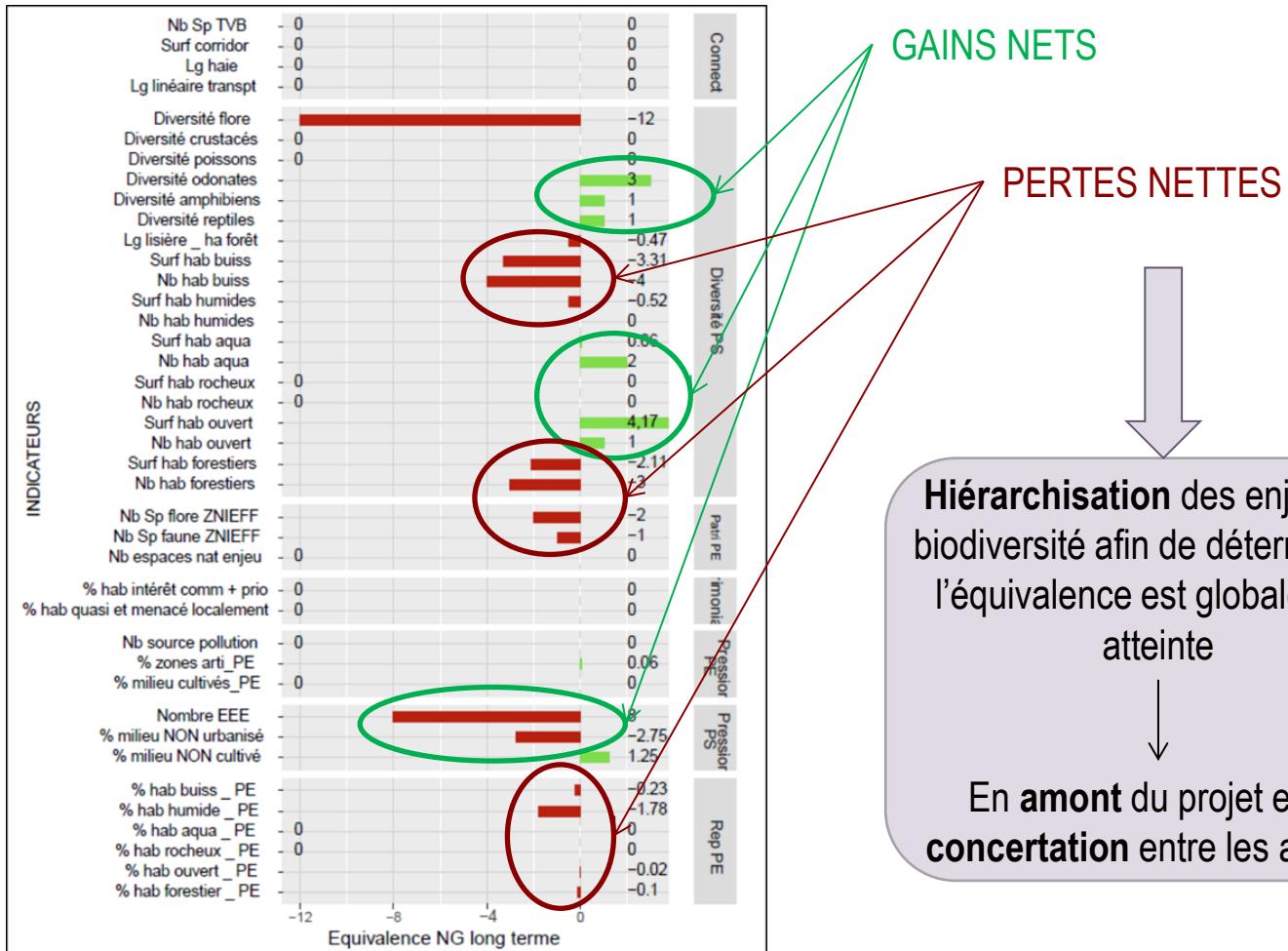
Gains sur le site compensatoire (4/5)





Niveau Général

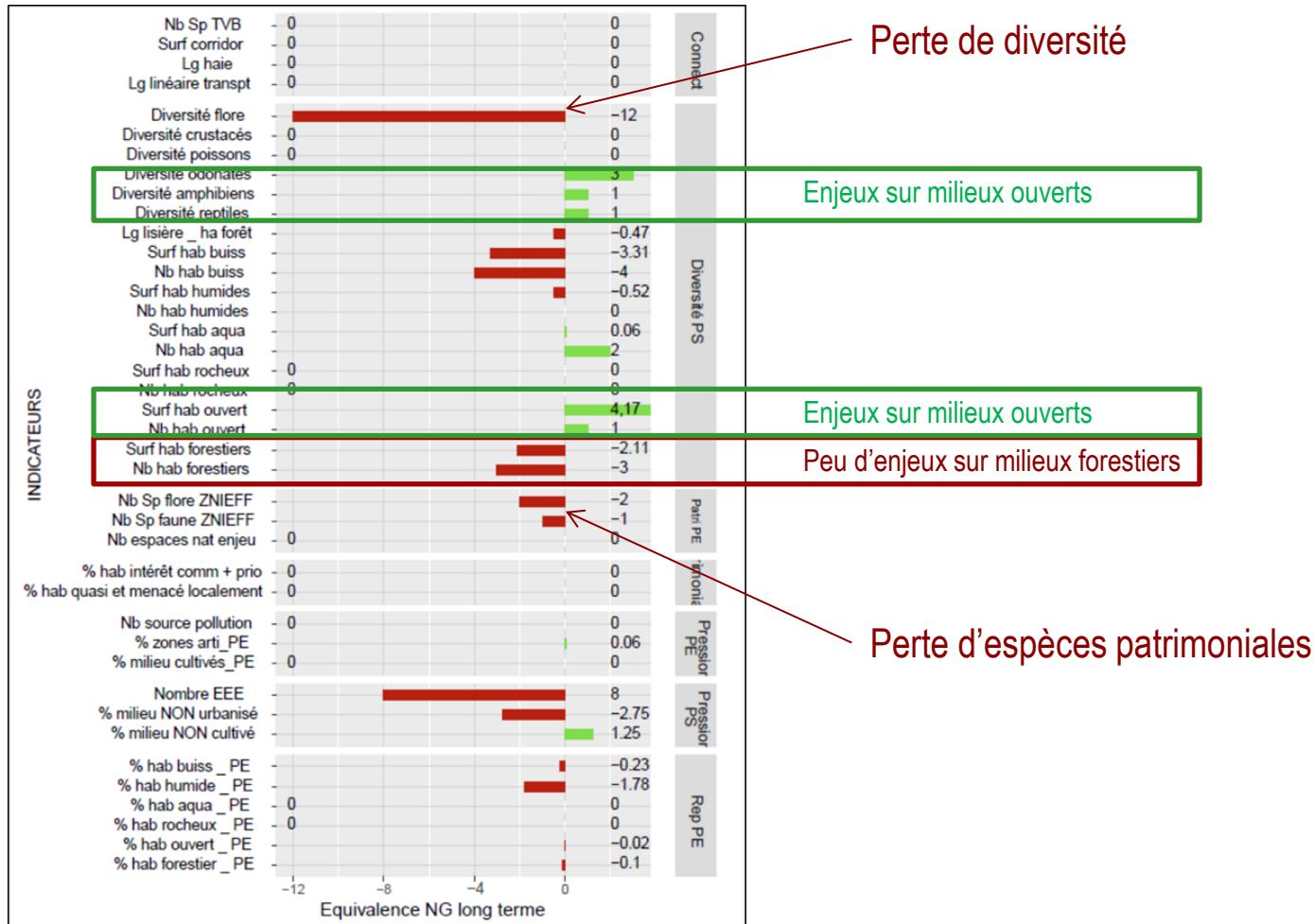
Equivalence LT entre pertes et gains (5/5)





Niveau Général

Equivalence LT entre pertes et gains (5/5)

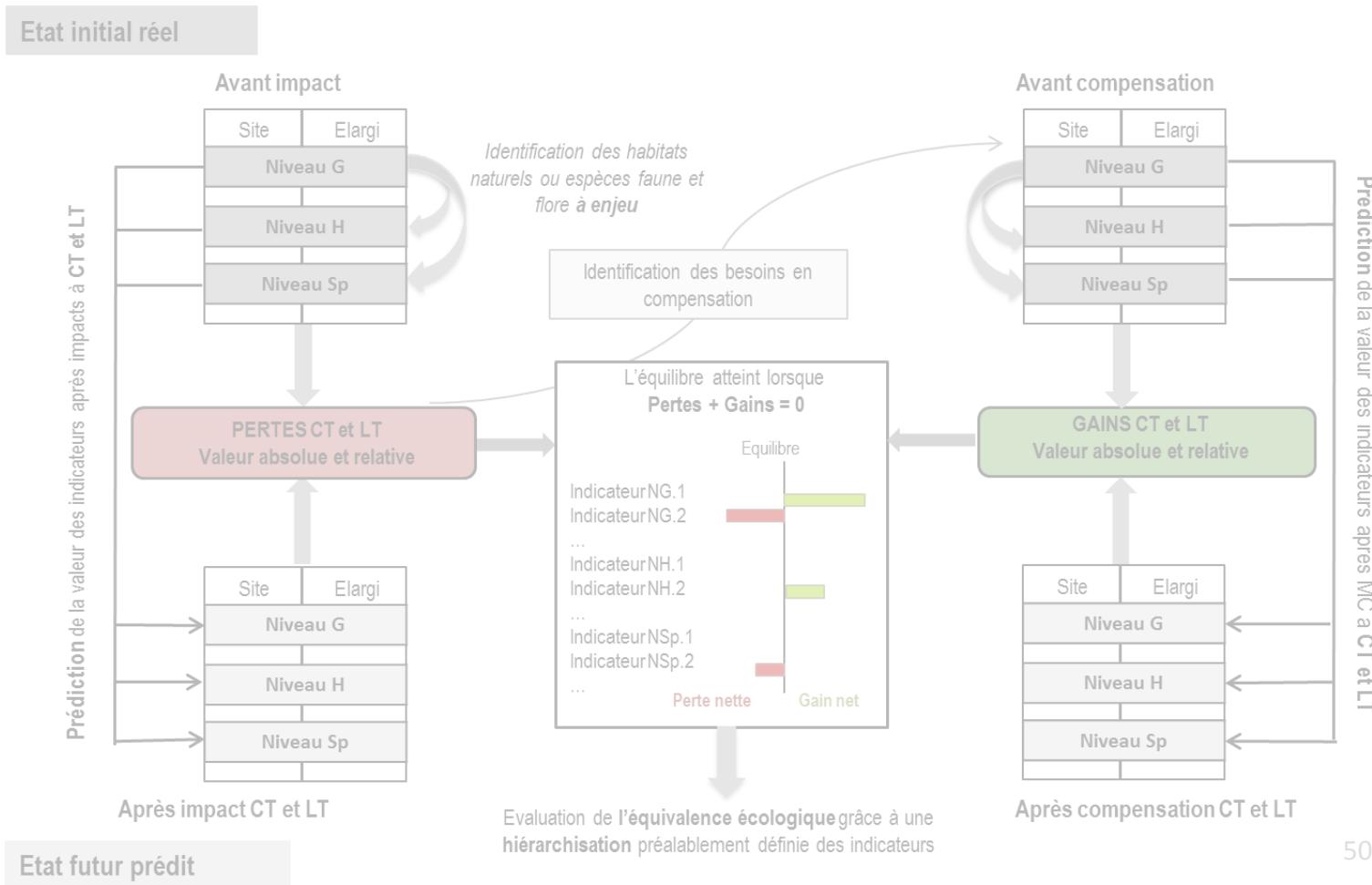




DISCUSSION



Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)





Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Avant impact

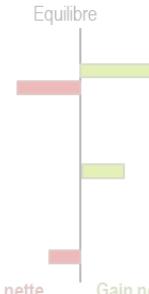
| | |
|------------------|--------|
| Site | Elargi |
| Niveau G | |
| | |
| Niveau H | |
| | |
| Niveau Sp | |
| | |

Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

Identification des besoins en compensation

PERTES CT et LT
Valeur absolue et relative

L'équilibre atteint lorsque
 $\text{Pertes} + \text{Gains} = 0$



Avant compensation

| | |
|------------------|--------|
| Site | Elargi |
| Niveau G | |
| | |
| Niveau H | |
| | |
| Niveau Sp | |
| | |

GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative

| | |
|------------------|--------|
| Site | Elargi |
| Niveau G | |
| | |
| Niveau H | |
| | |
| Niveau Sp | |
| | |

Prédiction de la valeur des indicateurs après impacts à CT et LT

Prédiction de la valeur des indicateurs après impacts à CT et LT

Après impact CT et LT

Etat futur prédit

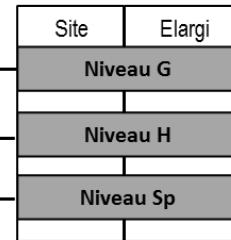
Evaluation de l'équivalence écologique grâce à une hiérarchisation préalablement définie des indicateurs



Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Avant impact

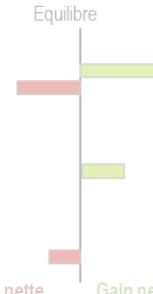


Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

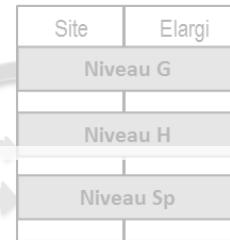
Identification des besoins en compensation

PERTES CT et LT
Valeur absolue et relative

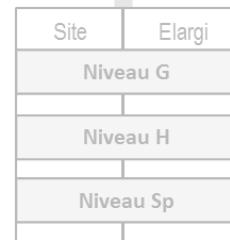
L'équilibre atteint lorsque
 $\text{Pertes} + \text{Gains} = 0$



Avant compensation



GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative



Prédiction de la valeur des indicateurs après impact à CT et LT

Prédiction de la valeur des indicateurs après impact à CT et LT

Après impact CT et LT

Etat futur prédit

Evaluation de l'équivalence écologique grâce à une hiérarchisation préalablement définie des indicateurs

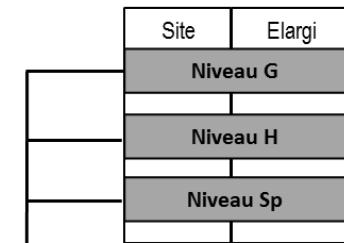
Après compensation CT et LT



Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Avant impact

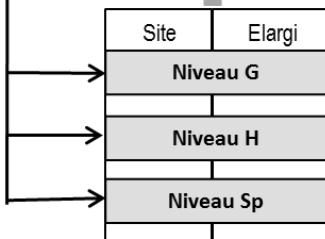


Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

Identification des besoins en compensation

PERTES CT et LT
Valeur absolue et relative

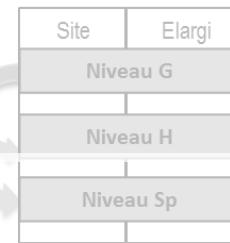
Prédiction de la valeur des indicateurs après impacts à CT et LT



Après impact CT et LT

Etat futur prédit

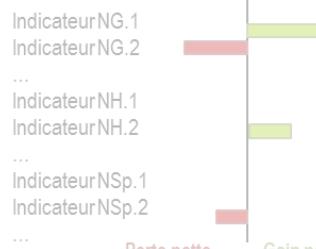
Avant compensation



GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative

Prédiction de la valeur des indicateurs après MC à CT et LT

L'équilibre atteint lorsque
 $\text{Pertes} + \text{Gains} = 0$



Evaluation de l'équivalence écologique grâce à une hiérarchisation préalablement définie des indicateurs

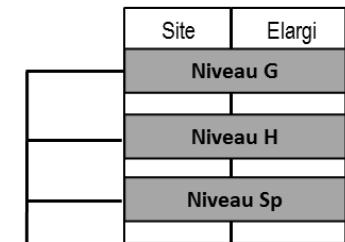
Après compensation CT et LT



Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Avant impact

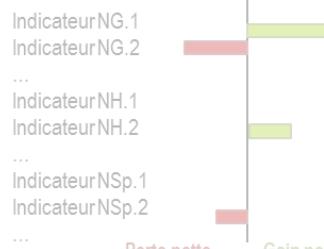


Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

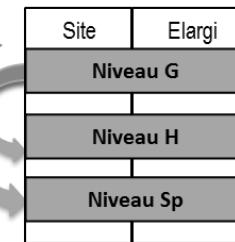
Identification des besoins en compensation

L'équilibre atteint lorsque
Pertes + Gains = 0

Equilibre



Avant compensation



GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative

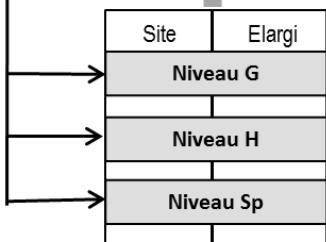
Prédiction de la valeur des indicateurs après impact à CT et LT

Prédiction de la valeur des indicateurs après impact à CT et LT

Après impact CT et LT

Etat futur prédit

Evaluation de l'équivalence écologique grâce à une hiérarchisation préalablement définie des indicateurs



Après compensation CT et LT

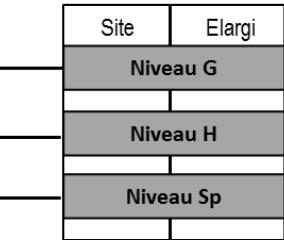


Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Prédiction de la valeur des indicateurs après impacts à CT et LT

Avant impact



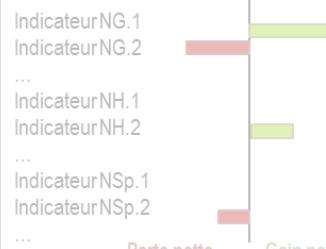
PERTES CT et LT
Valeur absolue et relative

Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

Identification des besoins en compensation

L'équilibre atteint lorsque
 $\text{Pertes} + \text{Gains} = 0$

Equilibre

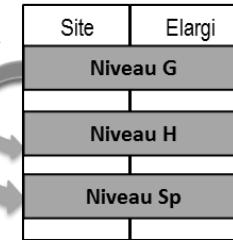


Evaluation de l'équivalence écologique grâce à une hiérarchisation préalablement définie des indicateurs

Après impact CT et LT

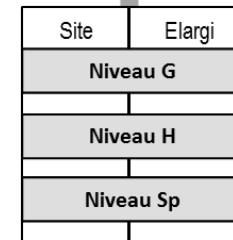
Etat futur prédit

Avant compensation



GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative

Prédiction de la valeur des indicateurs après MC à CT et LT



Après compensation CT et LT

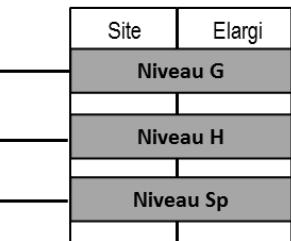


Synthèse : utilisation du cadre méthodologique (1/4)

Etat initial réel

Prédiction de la valeur des indicateurs après impacts à CT et LT

Avant impact

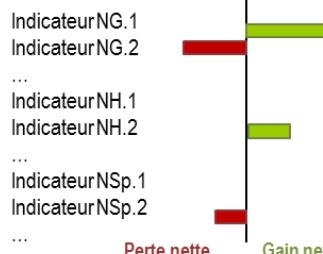


Identification des habitats naturels ou espèces faune et flore à enjeu

Identification des besoins en compensation

PERTES CT et LT
Valeur absolue et relative

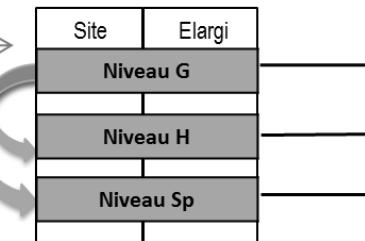
L'équilibre atteint lorsque
Pertes + Gains = 0



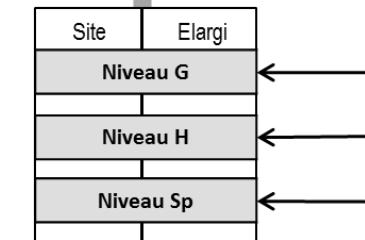
Après impact CT et LT

Etat futur prédit

Avant compensation



GAINS CT et LT
Valeur absolue et relative



Après compensation CT et LT

Evaluation de l'équivalence grâce à la hiérarchisation des indicateurs

Prédiction de la valeur des indicateurs après MC à CT et LT



Plus value du cadre méthodologique (2/4)

Evaluation biodiversité
adaptable et généralisable



Cadre
Méthodologique

Approche **innovante**
Prise en compte de **toutes les dimensions de l'équivalence** (EXH) d'un point de vue **scientifique** (BSC) et **pratique** (OP)



Approche **transparente**
Choix justifiés, lisibles et visualisables

Base **objective** d'aide à la décision

Transfert d'**information** des experts aux décideurs facilité

Meilleure **concertation** entre acteurs

Atteinte de l'équivalence **non conditionnée uniquement par la surface** du site compensatoire



Evaluation **efficace**
Structuration du déroulement de l'évaluation de l'équivalence



Introduction > **Objectifs et démarche** > **Etude des EAM** > **Evaluation Biodiversité** > **Prédiction** > **Pertes, gains et équivalence** > **Discussion**

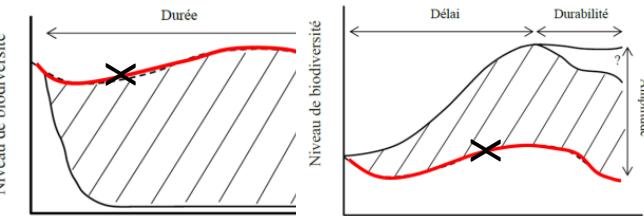
Limites du cadre méthodologique et perspectives (3/4)

LIMITES



Biodiversité à enjeux (espèces et habitats protégés)

Estimation simple des pertes intermédiaires
Comment les réduire ?



Regnery (2013)

Cadre méthodologique adapté projet par projet
→ impacts cumulés ?

PERSPECTIVES



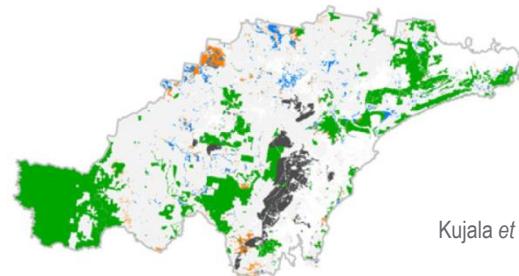
Biodiversité ordinaire et fonctionnalités
Like for Unlike ?

Définition de la biodiversité
« non compensable »



DREAL Bourgogne-FC

Intégration d'un scénario de référence sans impacts ou MC dans le calcul des pertes et gains



Kujala et al. (2015)

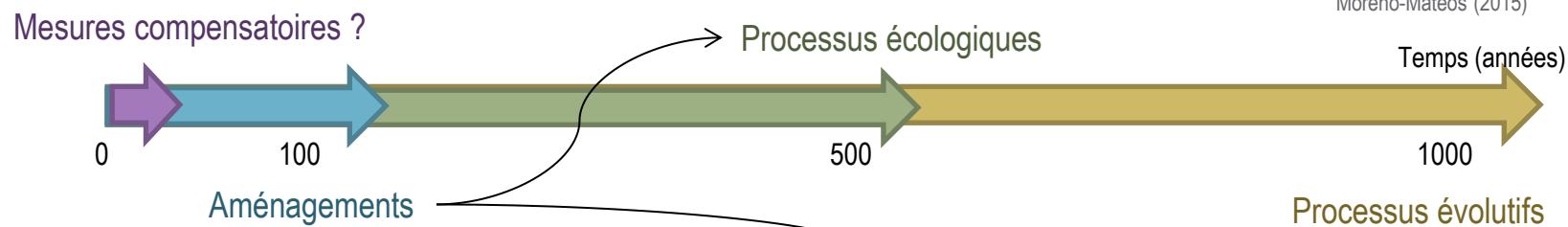
- Protected areas ■ Area mined
- Offset: Protect ■ Offset: Restore

58

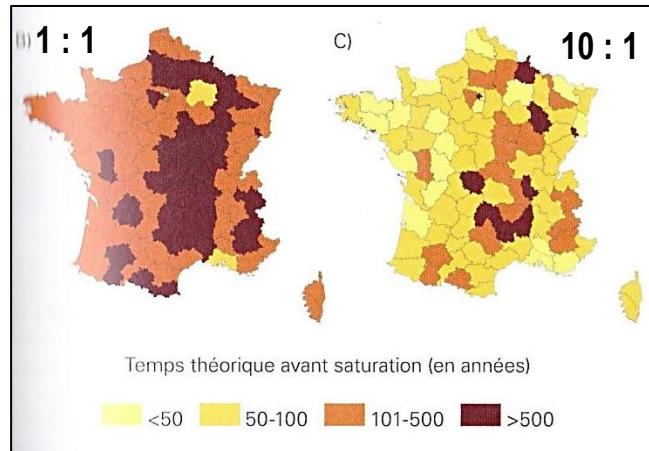


Réflexions sur la capacité de la compensation écologique à préserver la biodiversité (4/4)

- Les questions de temporalités



- La finitude de l'espace



- Anticipation et pérennisation des MC
- Quota d'artificialisation ?
- Plus d'évitement
- Revoir la définition légale de l'utilité publique majeure des projets



Collègues d'IRSTEA

CESCO

SPN

Groupe de Partage Opérationnel



Equipe BIOCENOSE

EIFER

Groupes P76 et P78

CIH

UP Alpes



ANNEXES



| Challenge | Critères | Modalités | Note |
|---------------------|--------------------------------------|--|------------------|
| Opérationnalité Op) | Sélection des indicateurs (IndSetup) | L'utilisateur choisi les indicateurs Les indicateurs sont prédéfinis sans système de notation Les indicateurs sont prédéfinis avec système de notation | 1 2 3 |
| | Disponibilité des données (DataAv) | Les données coûteuses et sont longues à collecter Les données sont longues à récolter mais peu coûteuses Les données sont peu coûteuses ou gratuites et rapides à collecter Des bases de données spécifiques à la compensation existent | 1 2 3 4 |
| | Rapidité d'implémentation (ImpRp) | Plus d'un an Entre 6 mois et 1 an Entre 1 semaine et 1 mois Moins d'une semaine | 1 2 3 4 |
| | Echangeabilité (Exchg) | L'EAM n'autorise que la compensation en « like for like » L'EAM autorise la compensation en « like for unlike » lorsque le « like for like » n'est pas pertinent L'EAM est spécifiquement adaptée pour la compensation en « like for unlike » lorsque le « like for like » n'est pas pertinent | 1 2 3 |



| | | | |
|----------------------------|--|--|------------------|
| Bases scientifiques (ScBs) | Définition des indicateurs de biodiversité (BiodivInd) | Le choix des indicateurs de biodiversité est guidé mais réalisé par l'utilisateur Les indicateurs de biodiversité sont définis dans la méthode et basés sur un dire d'expert Les indicateurs de biodiversité sont définis dans la méthode et basés sur de la documentation scientifique | 1 2 3 |
| | Type de métriques (BiodivIndMc) | Qualitatif Quantitatif discret seulement ou combiné avec du qualitatif Quantitatif continu seulement ou combiné avec du quantitatif discret Combinaison de qualitative et quantitative | 1 2 3 4 |
| | Prise en compte de la dimension spatiale (SpCd) | La dimension spatiale est prise en compte au cas par cas Un ratio est utilisé pour ajuster la surface du site compensatoire Des indicateurs intègrent la dimension spatiale (ex, connectivité) | 1 2 3 |
| | Prise en compte des incertitudes (UnCd) | Les incertitudes sont prises en compte au cas par cas Un ratio basé sur le dire d'expert est utilisé pour ajuster la surface du site compensatoire Des indicateurs intègrent cette dimension directement Un ratio basé sur des retours d'expérience est utilisé pour ajuster la surface du site compensatoire | 1 2 3 4 |
| | | | |



| Exhaustivité (Comp) | Nombre de dimensions prises en compte (EqCd) | Seulement la dimension écologique Dimension écologique + 1 autre Dimension écologique + 2 autres Dimension écologique + 3 autres | 1 2 3 4 |
|---------------------|--|---|------------------|
| | Composantes de biodiversité ciblées (TgBiodiv) | Habitats naturels ou espèces et/ou fonctions Habitats naturels et espèces Habitats naturels, espèces et fonctions | 1 2 3 |
| | Type de données utilisées (DataTp) | Données issues de la littérature ou des SIG + de visites de terrain Données issues de la littérature ou des SIG + de visites de terrain + d'inventaires et/ou de suivis Données issues de la littérature ou des SIG + de visites de terrain + d'inventaires et/ou de suivis + de modélisation | 1 2 3 |
| | Nombre d'indicateurs (NbInd) | 1 indicateur (ou proxy composé d'indicateurs agrégés) Plusieurs indicateurs pour 1 composante de biodiversité (ex, une espèce) Plusieurs indicateurs pour plusieurs composantes de biodiversité (ex, une espèce) | 1 2 3 |



Les critères utilisés – définition

Diversité : Variété d'espèces et d'habitats. *Ex : Nombre d'espèces d'avifaune* Magurran 2005

Patrimonialité : Présence d'espèces protégées par la réglementation et d'espèces menacées sur liste rouge UICN
Ex : Proportion surfacique d'habitat d'intérêt communautaire Butchart et al. 2005; Delzons et al. 2013

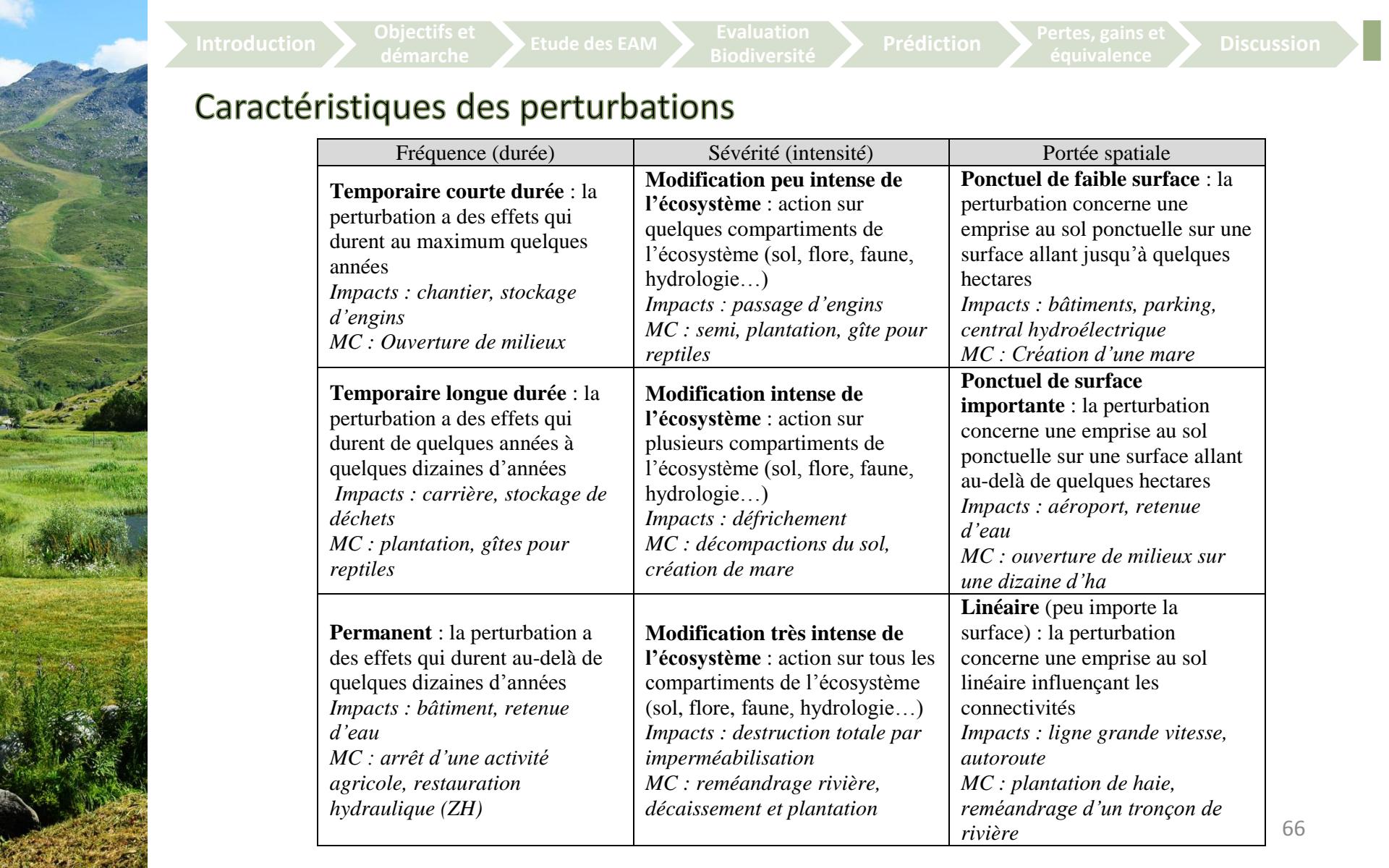
Représentativité : Proportion d'espèces ou d'habitats dans le périmètre du site par rapport à leur présence dans le périmètre élargi *Ex Proportion surfacique de ZH dans PS / PE* Bodin et al. 2006; Arroyo-Rodriguez et al. 2009

Connectivité : Organisation du paysage au regard des continuités écologiques ou des éléments fragmentant, de manière générale ou pour une espèce particulière *Ex : Longueur de linéaire de haie* Taylor et al. 1993; Fahrig 2003

Structure : Organisation physique des végétaux d'un habitat *Ex Hauteur des strates de végétation* Noss 1990

Fonctionnalités : Processus écologiques permettant le fonctionnement et le maintien des écosystèmes en termes de capacité de reproduction des espèces, spécialisation des communautés, qualité du sol, dynamique de la végétation *Ex Surface d'habitat favorable* Holling 1973; Clavel et al. 2011; Pereira et al. 2013

Pressions : Perturbations naturelles ou anthropiques impactant la biodiversité *Ex Surface de zone imperméabilisée* Vitousek et al. 1997; Spangenberg 2007; Serranito et al. 2016



Caractéristiques des perturbations

| Fréquence (durée) | Sévérité (intensité) | Portée spatiale |
|--|---|---|
| <p>Temporaire courte durée : la perturbation a des effets qui durent au maximum quelques années</p> <p><i>Impacts : chantier, stockage d'engins</i></p> <p><i>MC : Ouverture de milieux</i></p> | <p>Modification peu intense de l'écosystème : action sur quelques compartiments de l'écosystème (sol, flore, faune, hydrologie...)</p> <p><i>Impacts : passage d'engins</i></p> <p><i>MC : semi, plantation, gîte pour reptiles</i></p> | <p>Ponctuel de faible surface : la perturbation concerne une emprise au sol ponctuelle sur une surface allant jusqu'à quelques hectares</p> <p><i>Impacts : bâtiments, parking, central hydroélectrique</i></p> <p><i>MC : Création d'une mare</i></p> |
| <p>Temporaire longue durée : la perturbation a des effets qui durent de quelques années à quelques dizaines d'années</p> <p><i>Impacts : carrière, stockage de déchets</i></p> <p><i>MC : plantation, gîtes pour reptiles</i></p> | <p>Modification intense de l'écosystème : action sur plusieurs compartiments de l'écosystème (sol, flore, faune, hydrologie...)</p> <p><i>Impacts : défrichement</i></p> <p><i>MC : décompactions du sol, création de mare</i></p> | <p>Ponctuel de surface importante : la perturbation concerne une emprise au sol ponctuelle sur une surface allant au-delà de quelques hectares</p> <p><i>Impacts : aéroport, retenue d'eau</i></p> <p><i>MC : ouverture de milieux sur une dizaine d'ha</i></p> |
| <p>Permanent : la perturbation a des effets qui durent au-delà de quelques dizaines d'années</p> <p><i>Impacts : bâtiment, retenue d'eau</i></p> <p><i>MC : arrêt d'une activité agricole, restauration hydraulique (ZH)</i></p> | <p>Modification très intense de l'écosystème : action sur tous les compartiments de l'écosystème (sol, flore, faune, hydrologie...)</p> <p><i>Impacts : destruction totale par imperméabilisation</i></p> <p><i>MC : reméandrage rivière, décaissement et plantation</i></p> | <p>Linéaire (peu importe la surface) : la perturbation concerne une emprise au sol linéaire influençant les connectivités</p> <p><i>Impacts : ligne grande vitesse, autoroute</i></p> <p><i>MC : plantation de haie, reméandrage d'un tronçon de rivière</i></p> |



Méthode de calcul des pertes, des gains et de l'équivalence



Pertes



Gains

2 manières de calculer **les pertes et les gains**

ABSOLU

RELATIF

Valeur après – Valeur avant

(Impacts ou MC)

$\frac{\text{Valeur après} - \text{Valeur avant}}{\text{Valeur avant}} * 100$

→ Donne la perte ou le gain selon la **métrique** de l'indicateur (surface, nombre d'espèces, % etc...)

→ Donne un **% de perte** ou de **gain** (si la valeur de l'indicateur passe de 10 à 5, la perte est de 50%)

Calcul de l'équivalence

Pour chaque indicateur : **Valeur absolue (Impacts) + Valeur absolue (MC)**

→ **Équilibre** ou **perte / gain net**



Calculs à COURT et LONG terme