

Compensation écologique : illusion ou réalité ?

17 mai 2024, amphithéâtre Peiresc
Faculté de droit et de science politique
Aix-en-Provence

Colloque sous la direction scientifique de Sylvie André, Relations extérieures et communication, Béatrice Balp, responsable juridique CEA-Agence ITER France et Virginie Mercier, professeur, Aix-Marseille université





PROGRAMME

9 h	Allocutions d'ouverture Jean-Baptiste PERRIER , Doyen de la Faculté de droit et science politique Fabrice RAYNAL, directeur de l'Agence ITER France
9h45	Le cadre juridique de la séquence « éviter, réduire, compenser » Stéphanie BRUNENGO, avocate et médiatrice.
10h15-12h15	Table-ronde 1 : Le dimensionnement de la compensation écologique • Françoise SARRAZIN, chef de projet à l'Office Français de la Biodiversité • Caroline FOLLIET Directrice de l'agence sud-est. • Marc INGLEBERT, directeur, Jean Lefebvre Méditerranée • Jordane GAVINET, doctorante, ONF • Sylvain MOULHERAT, docteur en écologie et directeur général de TerrOïko.
12h15-12h30	<i>Cocktail-déjeunatoire (hall)</i>
13h45-15h15	Table-ronde 2 : Le suivi et l'évaluation des mesures compensatoires • Thierry TATONI, Professeur Aix-Marseille Université. • Brian PADILLA, Museum d'Histoire Naturelle. • Samuel BUSSON, responsable d'études biodiversité et foncier, Cerema Méditerranée • Rodolphe COULON, responsable • environnement, Vinci autoroutes, réseau ESCOTA • Karine BOULOT, responsable environnement, SOMECA
15h15	Propos conclusifs , Dominique AUGHEY, Professeur, Aix-Marseille Université



1 ■ Allocutions d'ouverture

Jean-Baptiste PERRIER, Doyen de la Faculté de droit et science politique
Fabrice RAYNAL, directeur de l'Agence ITER France



2. Le cadre juridique de la séquence ERC

Stéphanie BRUNENGO, avocate et médiatrice

3. ■ Table-ronde 1

Le dimensionnement de la compensation écologique



Françoise SARRAZIN

Chef de projet à l'Office Français de la Biodiversité



8 étapes clés

pour compenser
les impacts d'un projet
d'aménagement sur
la biodiversité



00:00:01

00:00:01



Caroline FOLLIET

Directrice de l'agence

sud-est, CDC

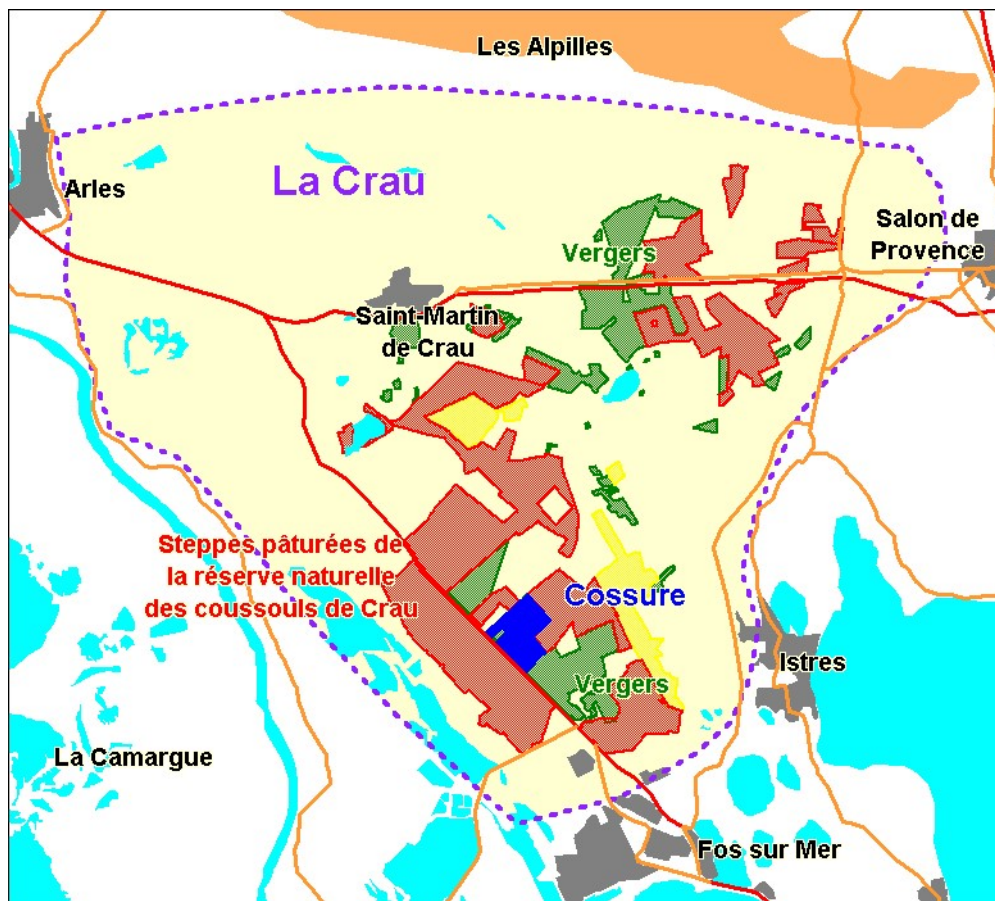
Le site naturel de compensation de Cossure

Domaine de Cossure

17/05/2024



Description



Cossure est le premier site naturel de compensation issu de l'expérimentation organisée par le Ministère chargé de l'Environnement et la Mission Biodiversité de la Caisse des Dépôts.

Le choix du site est basé sur une concertation avec les acteurs locaux et une opportunité foncière en limite de RNN des Coussouls de Crau

Ancien verger industriel en faillite, Cossure a été racheté suite à la liquidation judiciaire de l'exploitation.

CDC Biodiversité s'est entouré des acteurs locaux pour mettre en œuvre les travaux de restauration et les actions de gestion conservatoire : le CEN PACA, l'IMBE et la CA 13, appuyé par le CSRPN, l'INRA et accompagné et suivi par la DREAL PACA et la DDTM.

CDC BIODIVERSITÉ



Objectifs initiaux de l'expérimentation Cossure



- Améliorer le contenu technique des actions mises en œuvre au titre de l'obligation de compensation. Les expérimentations consistant à proposer une action de conservation ou de réhabilitation qui tant par sa valeur écologique que par son importance régionale, devrait démontrer une additionnalité écologique ;
- Assurer la réalisation effective de l'action de compensation ;
- Assurer la pérennité de la gestion de l'action de compensation sur le long terme ;
- Anticiper et mutualiser la compensation écologique
- Elargir le champ d'application de la compensation à la diversité biologique dite « ordinaire », qui bénéficie d'une attention moindre du fait d'un manque d'informations précises ;
- Identifier les marges d'évolution, y compris réglementaires, pour pouvoir mobiliser de tels mécanismes innovants, si leur additionnalité est démontrée par les expérimentations.



Phasage de l'opération

- 2006 – 2007, sollicitation des services de l'Etat, identification du site et conception de l'opération;
- 2008, acquisition du terrain de 357 ha (verger à l'abandon);
- 2009, travaux de réhabilitation et de restauration écologique;
- 2010 – 2038, gestion conservatoire, suivis indicateurs et utilisation des Unités de Compensation;
- 10/08/2010, signature convention Ministère / CDC Biodiversité
- 2016, réalisation du rapport intermédiaire d'évaluation de l'opération Cossure
- 24/04/2020 Arrêté ministériel portant agrément du SNC Cossure





Principaux habitats et espèces susceptibles de faire l'objet d'une compensation

Les coussouls dégradés, parcours agropastoraux, habitats des espèces faunistiques emblématiques;

Les espèces suivantes seront ciblées principalement, n'excluant pas toutes les autres espèces présentes sur le site de Cossure : **Outarde canepetière (métapopulation méditerranéenne), Œdicnème criard, Alouette calandrelle, Alouette calandre, Alouette des champs, Cochevis huppé, Pipit rousseline, Rollier d'Europe, Coucou geai, Lézard ocellé ...**



Aire de Service du SNC

L'aire de service proposée est basée sur les critères initiaux mis à jour en 2016 et les connaissances scientifiques actuelles, notamment en ce qui concerne les métapopulations des espèces compensées à Cossure.

La **métapopulation d'Outarde canepetière méditerranéenne** est assez documentée pour pouvoir être prise en compte dans la définition de l'aire de service du SNC sur les **départements de l'Hérault, le Gard, le Vaucluse, les Alpes de Haute Provence, le Var et les Bouches-du-Rhône.**



Durée d'engagement

Durée d'engagement du SNC de **30 ans : de 2008 à 2038**

Durée définie dans le cadre de la convention entre le Ministère et CDC Biodiversité (2010) lors de la définition de l'opération Cossure.

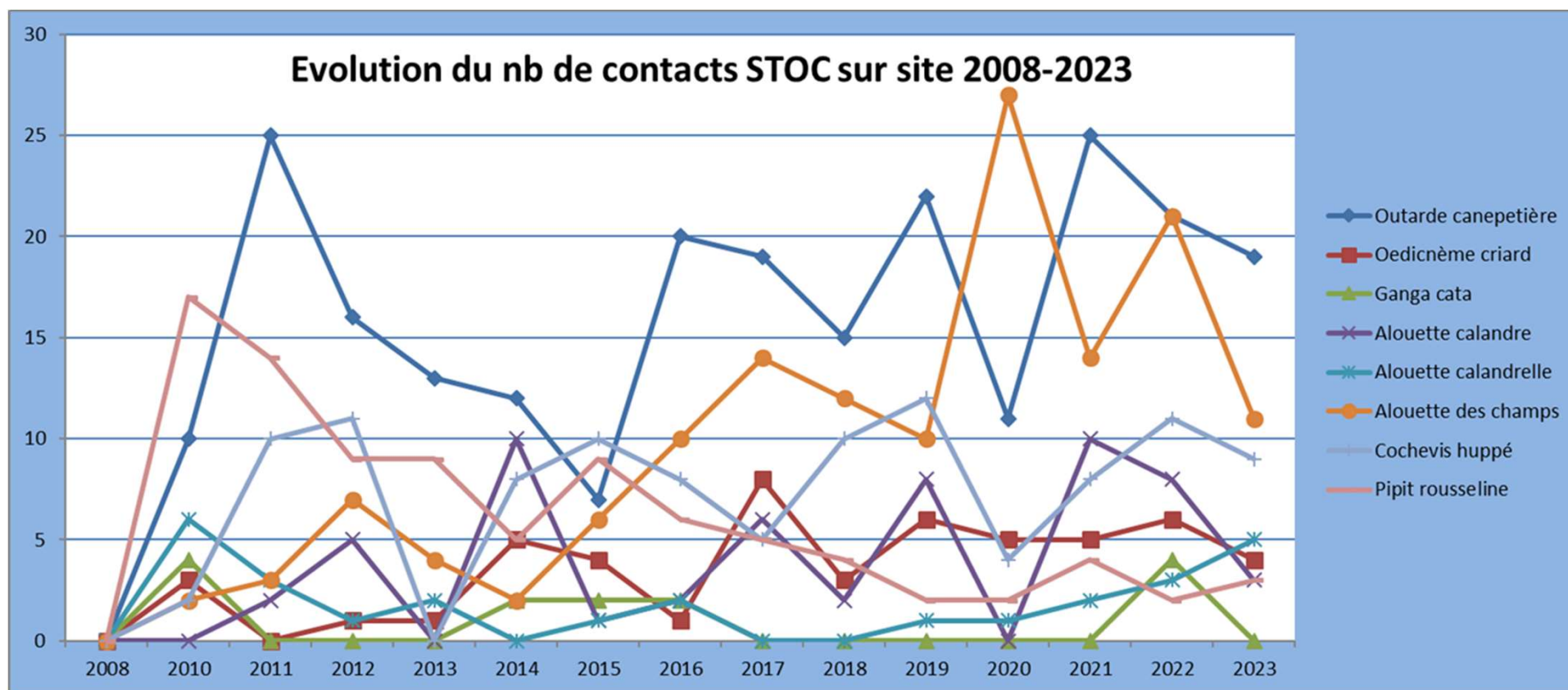
A l'issue de la période de 30 ans, CDC Biodiversité s'engage au maintien de la vocation écologique du site.

CDC BIODIVERSITÉ



Résultats écologiques

- Evolution des effectifs des principales espèces d'oiseaux steppiques en période de reproduction sur le site de Cossure entre 2008 et 2023 (STOC EPS)



Le retour d'expérience

- La prévision des besoins de compensation est difficile et même avérée ne permet pas d'être assuré de vendre les UC : le site de Cossure est bien positionné géographiquement et répond à des besoins de compensation réels mais sa valorisation économique a été lente
- Les investissements (sécurisation foncière, inventaires, projet de restauration) et les délais pour obtenir l'agrément sont importants
- Le volet technique peut être complexe : définition des UC selon les milieux rencontrés et aire d'éligibilité notamment
- En termes de fonctionnement : un COSUI par an pendant 30 ans, alors que pour la compensation à la demande les COSUI s'espacent avec le temps
- L'enchérissement de la compensation avec un SNC / compensation à la demande alors même que le SNC permet un gain écologique plus fort et sécurise la compensation sur le long terme
- Des exigences plus fortes pour les SNC que pour la compensation à la demande et une prise de risque importante pour le porteur de projet

Site naturel de compensation de restauration et de renaturation – SNCRR



- ✓ SNC - Créés par la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages du 8 août 2016
SNCRR – Créés par la loi du 17 juillet 2023, les principales évolutions :
 - Instruction au niveau régional
 - Ouverture action volontaire et compensation carbone
 - Mutualisation de porteurs de projets non nécessaire, seulement de projets
 - Proximité fonctionnelle / géographique
- ✓ Les atouts
 - Anticipation (avant impacts, solution aménageurs), mutualisation, cohérence écologique
 - Réponse à la planification écologique et l'aménagement du territoire : ENR, Industrie verte
 - Financement d'actions de restauration écologique
 - Contribution au réseau d'aires protégées
 - Facilite l'évaluation du gain et le contrôle
- ✓ Les enjeux
 - Développer de nouveaux SNC (1 seul SNC agréé à ce jour : Cossure en avril 2020)
 - En accompagnement d'une nouvelle impulsion donnée par l'État
- ✓ Les conditions
 - Améliorer l'acceptabilité de l'outil (y compris au sein de services de l'État)
 - Prendre en compte tous les gains apporter par l'outil

CDC Biodiversité

44 rue de la Villette

69003 Lyon

T. +33 (0)6 74 16 45 09

caroline.folliet@cdc-biodiversite.fr

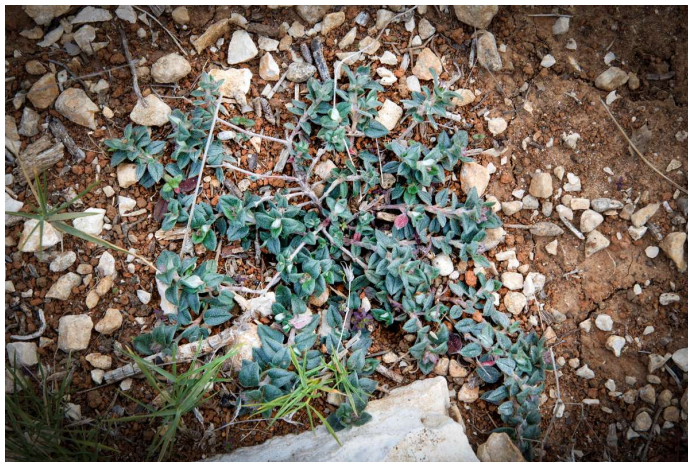
www.cdc-biodiversite.fr



CDC BIODIVERSITÉ



Marc INGLEBERT, directeur
Morgane Leguilcher
■ Jean Lefebvre Méditerranée.



La définition d'actions de
compensation par
anticipation

*Exemple de la carrière
de Valtrède*

EJL Méditerranée


GRANULAT+
LA QUALITÉ ENGAGÉE


JEAN LEFEBVRE
TRAVAILLE POUR VOUS
MÉDITERRANÉE

La carrière de Valtrède en quelques mots

- Carrière industrielle ouverte en 1973 exploitant un Gisement d'Intérêt National (calcaire très pur) pour la sidérurgie et l'industrie (ARCELORMITTAL, IMERYS, LHOIST) et produisant des granulats pour le secteur du BTP.
- Site engagé depuis 25 ans dans l'économie circulaire (valorisation de la ressource secondaire).
- Autorisation arrivant à échéance en octobre 2023.
- Carrière située sur le massif de la Nerthe, corridor vert de la Côte Bleue.





Notre projet (autorisé en octobre 2023)

- Pérenniser l'exploitation de la carrière sur 30 ans.
 - Garantir l'approvisionnement des activités sidérurgiques et industrielles en calcaires purs.
 - Réduire l'impact de la carrière sur les riverains (ressenti des vibrations au cœur de village).
- Projet nécessitant une extension de l'ordre de 30 ha sur un secteur présentant de nombreuses espèces protégées (Hélianthème à Feuille de Marum notamment).

Identification de la nécessité d'une « dérogation Espèces Protégées » plusieurs années en amont du dépôt du dossier.



SOMMAIRE

1/ Anticiper le besoin de foncier pour la compensation plus de 10 ans avant le dépôt du dossier de demande de renouvellement

2/ Justifier l'efficacité des mesures compensatoires innovantes pour faciliter leur acceptabilité et affiner le dimensionnement de la mesure compensatoire



1/ ANTICIPER LE BESOIN EN FONCIER POUR LA COMPENSATION ECOLOGIQUE

Atouts de la démarche :

- Bonne connaissance des enjeux écologiques (Hélianthème à feuille de Marum, Lézard Ocellé, Traquet Oreillard, ...)
- Bonne connaissance de la majeure partie des propriétaires fonciers aux abords du site.

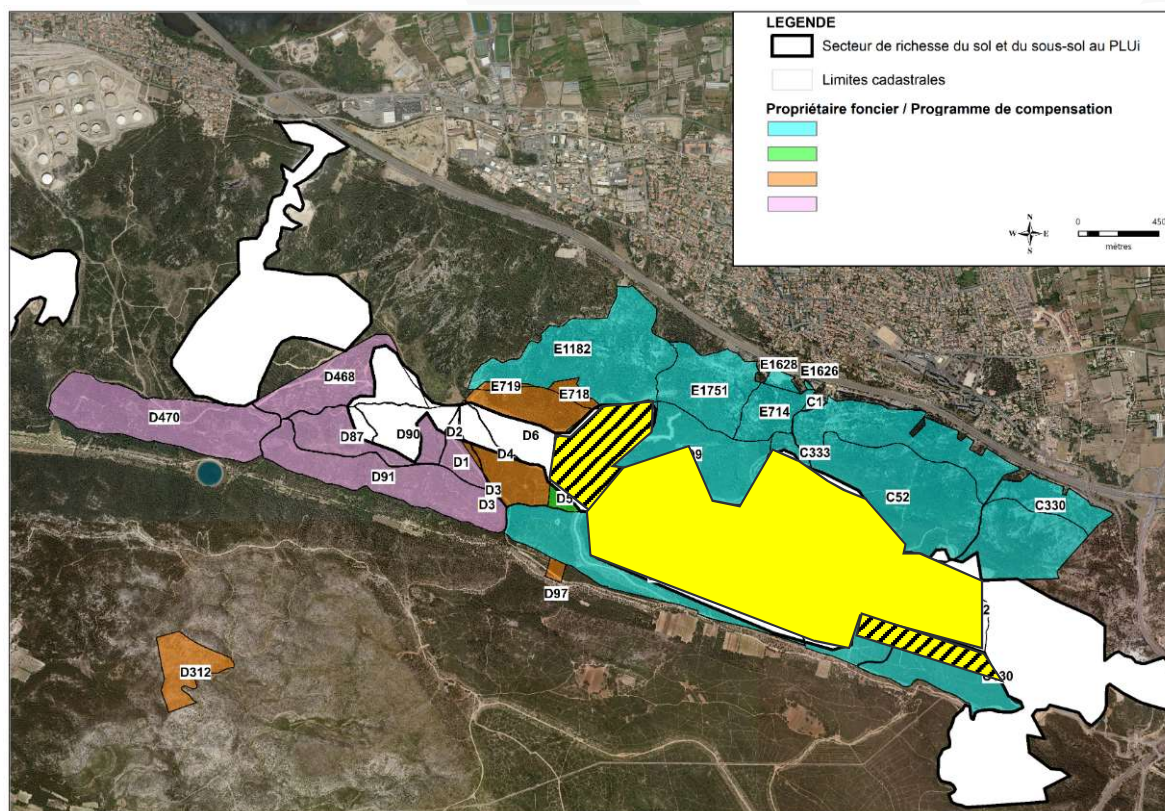
Faiblesses de la démarche :

- Temps long (plus de 10 ans)
- Emprise de la zone d'extension non connue au lancement de la démarche
- Impact financier non négligeable (nécessite de conventionner avant l'obtention du projet pour « réserver » le foncier).

Résultats de la démarche quelques mois avant l'instruction du dossier

Près de 400 ha de « réservés » :

- soit via un conventionnement (communes, propriétaires privés),
- soit par acquisition en fond propre d'EJL Méditerranée.





Difficultés rencontrées

- Découverte d'une **nouvelle espèce emblématique** : l'Aigle de Bonelli - arrivée sur le secteur d'étude après les incendies de 2016.
- **Evolution de la réglementation** pendant la période de recherche foncier (**Loi Biodiversité de 2016**) : tendance évolutive naturelle des habitats vers la fermeture des milieux (avec la perte de biodiversité associée) non prise en compte par les services.
- **Evolution des attendus des services d'Etat** : plusieurs mesures compensatoires acceptées avant 2020 reclassées en mesures d'accompagnement (entretien d'espaces naturels), évolution des ratios de compensation → **Garanties attendues**.
- **Durcissement générale des conditions d'obtention des dérogation Espèces Protégées** avec des attentes très fortes en termes de « gain écologique ».



Bilan

Habitats naturels du foncier « réservé » considéré comme présentant globalement un bon état de conservation ne permettant pas de justifier un gain écologique suffisant,



Nécessité de trouver en urgence un nouveau foncier – **dégradé** – pour augmenter le gain écologique du programme de compensation.



Accès au foncier dégradé pour la compensation écologique rentrant maintenant en concurrence avec des projets d'urbanisation (déclinaison territoriale de la Loi ZAN, de la Loi Industrie Verte).



Conclusion

La recherche de foncier de compensation parallèlement à la définition du projet technique et des expertises écologiques est indispensable pour permettre l'obtention des autorisations dans un laps de temps raisonnable,

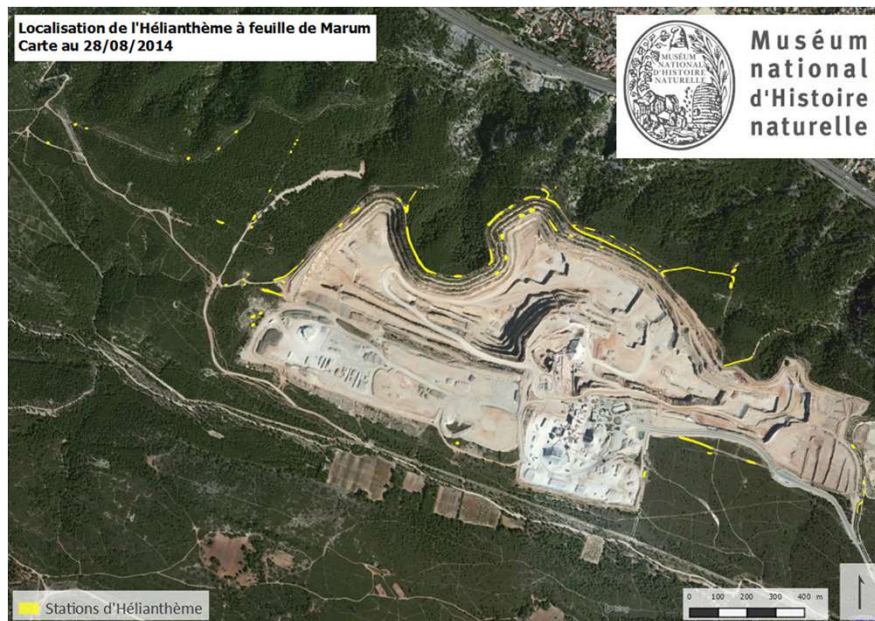
mais se heurte à l'évolution continue de la réglementation et aux attentes des services qui se durcissent d'année en année,

rendant très difficile de dimensionner en amont les programmes de compensation, donc les besoins en foncier.

Bénéficier de la maîtrise foncière accentue la crédibilité des mesures proposées – ça devient un atout, même si juridiquement ce n'est pas obligatoire.

2/ JUSTIFIER L'EFFICACITE DES MESURES COMPENSATOIRES

Une espèce emblématique protégée connue aux abords de la carrière et située dans la zone d'extension potentielle : l'Hélianthème à feuille de Marum.



Une espèce emblématique protégée connue aux abords de la carrière et située dans la zone d'extension potentielle : l'Hélianthème à feuille de Marum.



Mise en place d'une démarche R&D spécifiques dès 2014 en plusieurs étapes :

- 2014 Expertise sur l'Hélianthème à feuille de marum (*MNHN*)
- 2016 Indice de Qualité Ecologique (IQE) (*MNHN*)
- 2018 Indice de Qualité Spécifique (IQS) (*ECOSPHERE, MNHN + Thèse*)
- 2017-2022 Biodynamique « micro-niches » (*ECOTONIA/INVEO, MNHN, CBN, CNRS Montpellier + Thèse*)

Objectifs : mieux connaître la phénologie de l'espèce et justifier l'efficacité des mesures compensatoires envisagées.

Bilan du protocole expérimental

- Bon taux de reprise, de survie et de croissance des semis réalisés sous forme de plantules,
- Faible taux de reprise, de survie et de croissance des semis réalisés par ensemencement (mais taux néanmoins supérieurs à la dynamique naturelle).



➡ Protocole R&D ayant permis de définir les protocoles de mise en culture et les modes de semis de l'Hélianthème à feuille de Marum.

A scenic landscape featuring a large dam and a winding road in a valley. In the foreground, four ibex are grazing on a rocky, grassy slope. The background shows a large dam structure and a winding road that curves through the valley. The text "MERCI DE VOTRE ATTENTION" is overlaid in the center of the image.

MERCI DE VOTRE ATTENTION



Jordane Gavinet

Office national des forêts

Définition d'un protocole pour les Arbres Réservoirs de Biodiversité

Dans le cadre des mesures compensatoires
du CEA-Agence ITER France

2024



Contexte

2007 : implantation d'ITER au sein de la Forêt Domaniale de Cadarache

- Forêt ancienne
- Large cortège chiroptérologique (ex : Barbastelle)
- Entomofaune saproxylique (Pique prune)
- Papillons, Reptiles...

Arrêté Préfectoral du 03.03.2008

- Préservation durable de surfaces d'habitats naturels de haute valeur écologique à proximité d'ITER
 - ✓ 1200ha à Cadarache. Plan de Gestion 2012-2031 : enjeu des trames forestières
- Acquisition de 480ha de forêts comparables pour la mise en place d'une gestion conservatoire
- Recherche
- Sensibilisation





Définitions

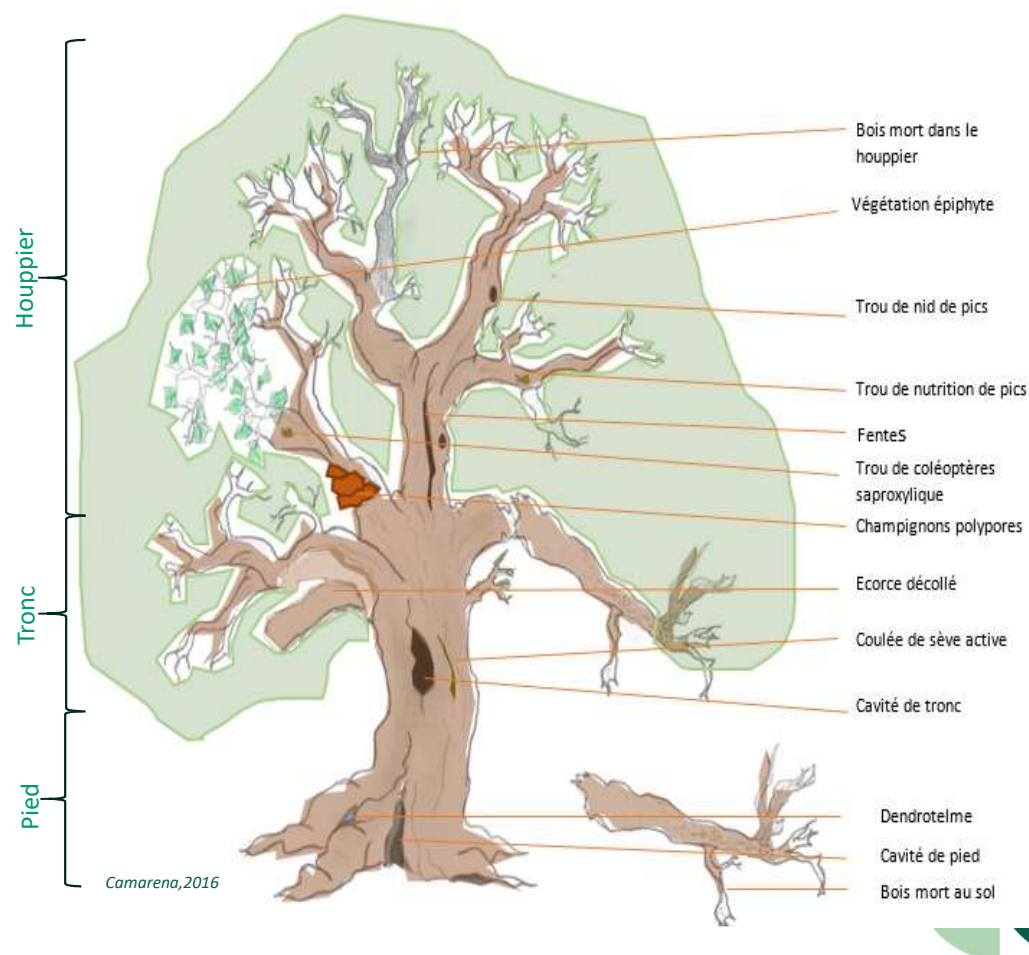
ARB : Arbre Réservoir de Biodiversité

Porteurs de **Dendro-microhabitats : DMH**

Habitats d'espèces, de petite taille, portés par un arbre vivant ou mort.

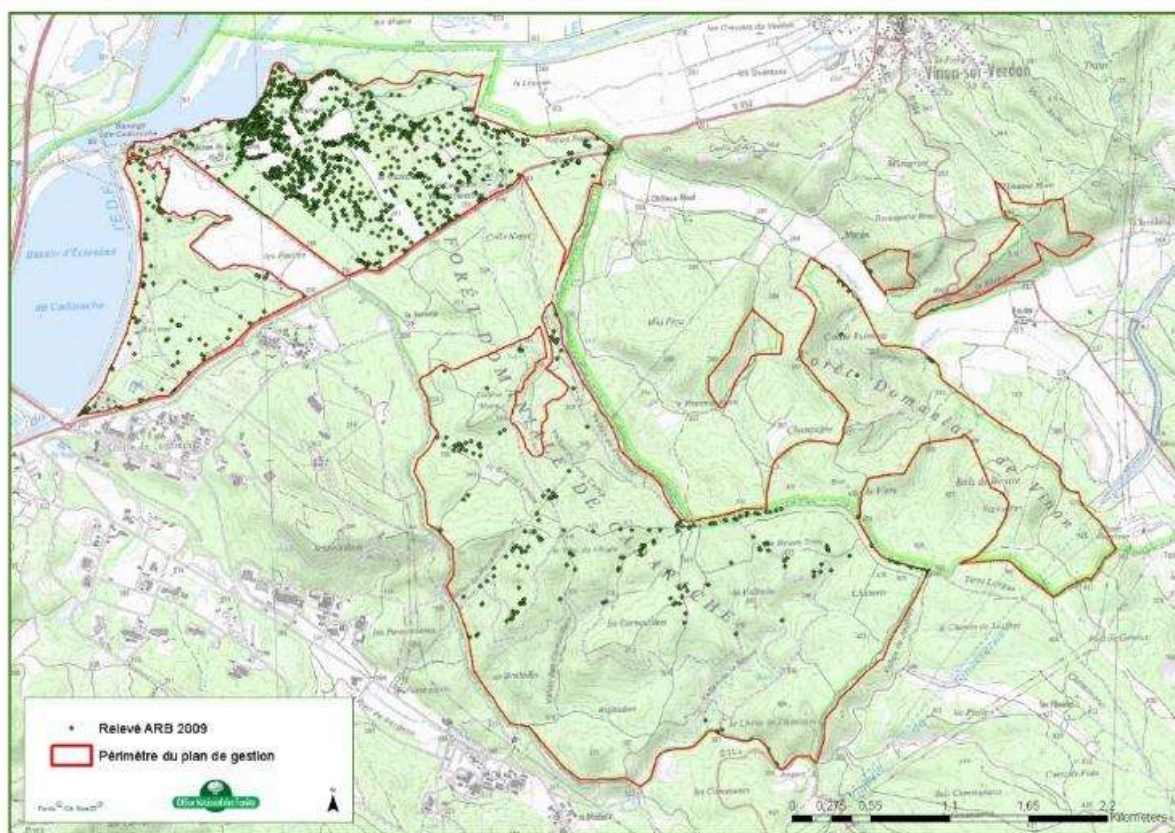
- Spécificités morphologiques d'une partie de l'arbre
- Éléments biologiques externes.

➡ Indicateurs indirects de biodiversité





Données initiales sur les ARB



Pointage initial d'Arbres Réservoirs de Biodiversité (2009) sans protocole défini.
Difficulté à retrouver les pointages sur le terrain.

Objectif : définir un **protocole d'inventaire et de suivi des ARB** reproductible, pour la mise en place d'une **trame** à l'échelle du site (2015)

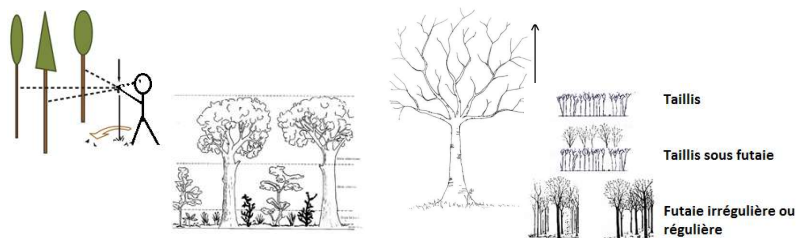




Protocole de relevé

Variables relevées à l'échelle du peuplement

- Surface terrière
- Structure verticale
- Hauteur dominante
- Traitement sylvicole



+ Tests de 2 tailles de placettes

Variables relevées à l'échelle des ARB

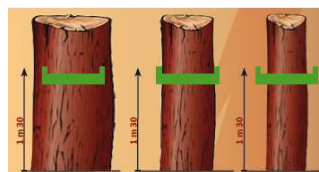
- Essence
- Vitalité
- Classe de diamètre



mort



vivant



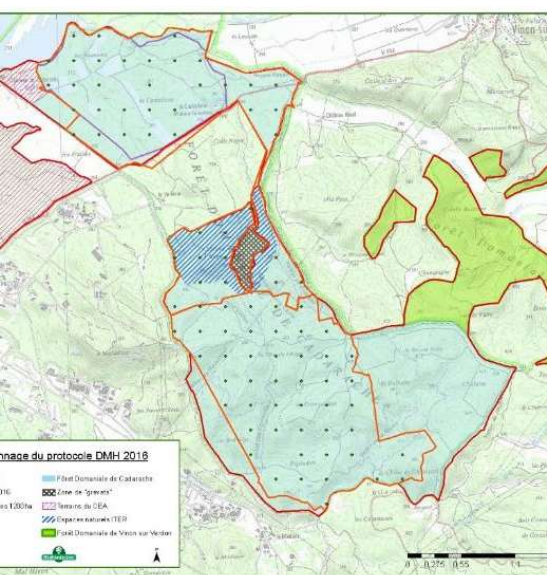
Variables relevées à l'échelle des Micro-habitats

- 20 DMH avec leurs seuils de relevés

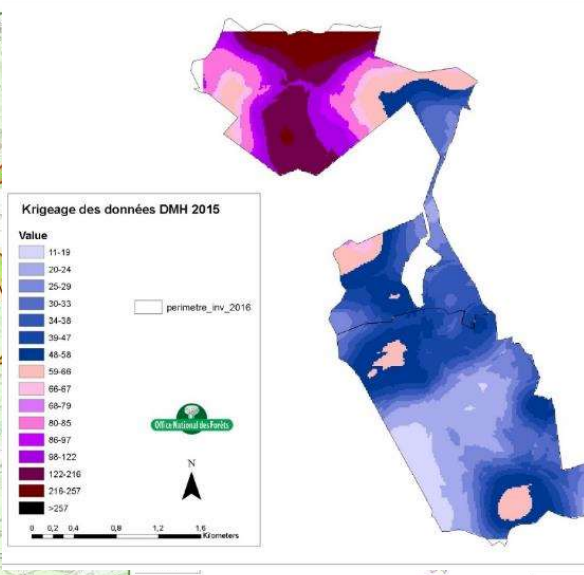


Plan d'échantillonnage

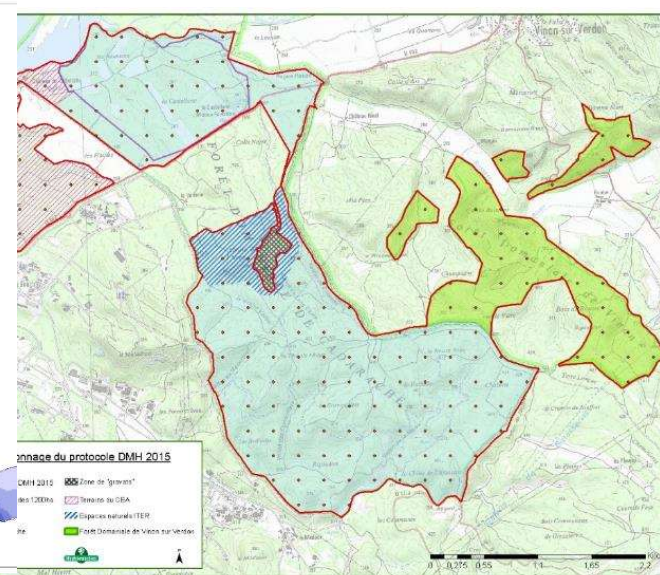
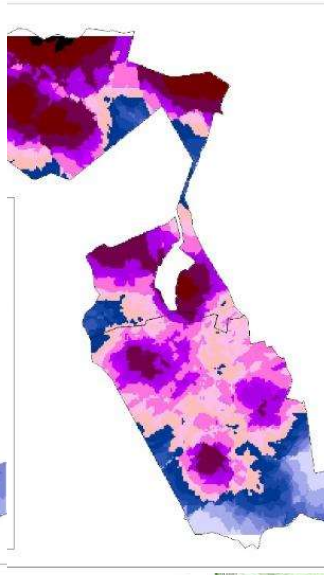
Inventaire systématique et extrapolation par krigeage : impact de l'effort de prospection



N=171,
erreur relative = 10%



Différence d'estimation des variables



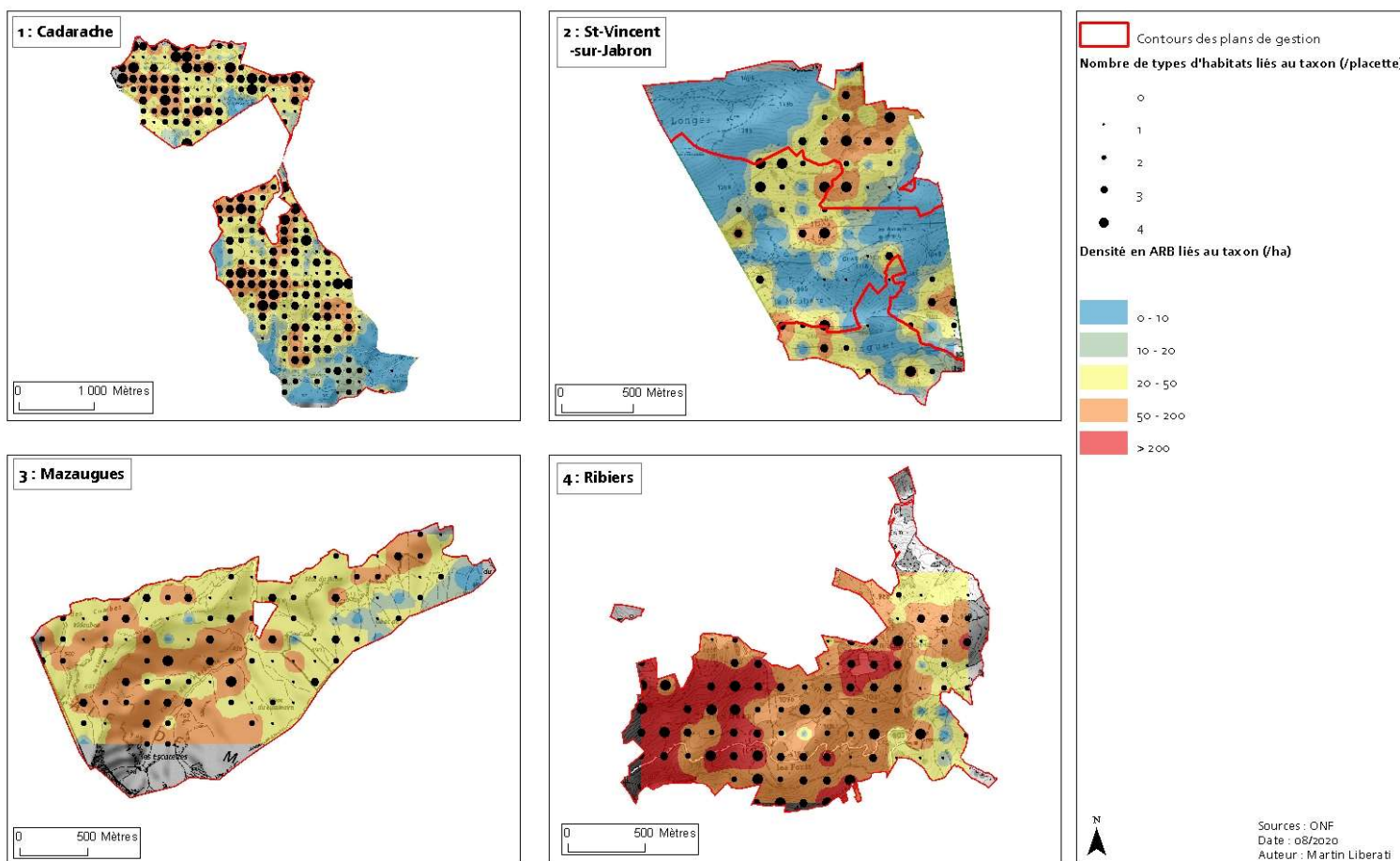
N=317,
erreur relative = 5%





Mise en place du protocole sur 3 autres sites de compensation

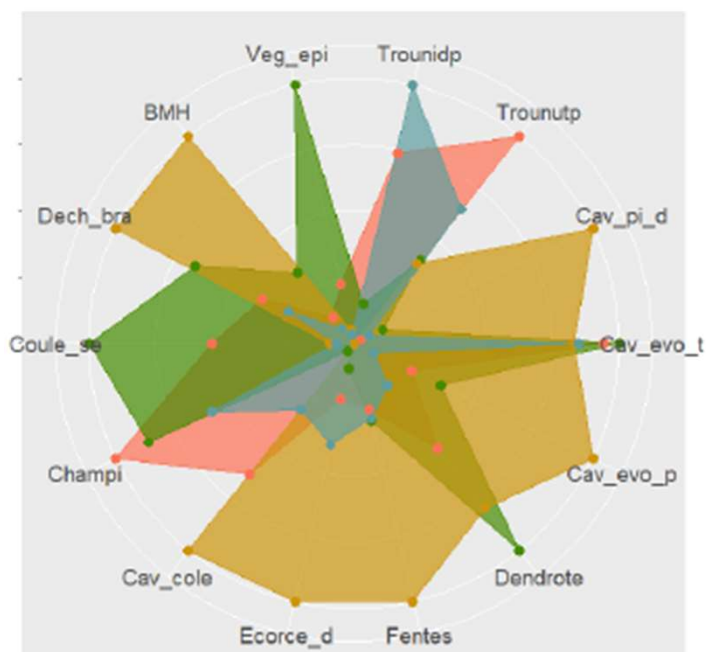
Trames d'ARB liées au taxon des coléoptères saproxyliques



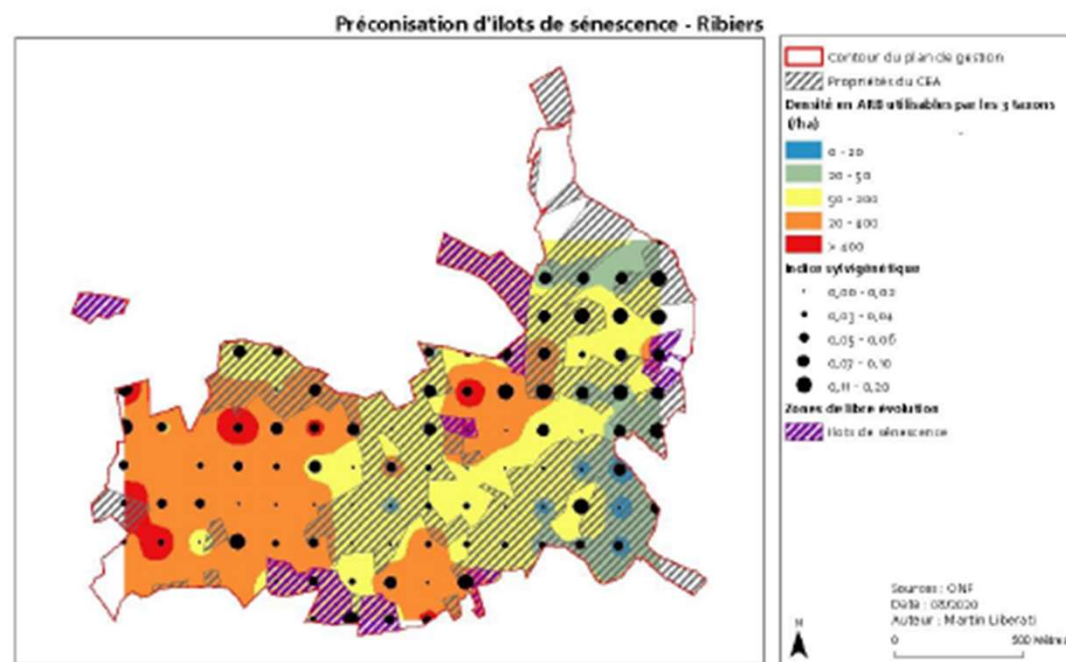


Mise en place du protocole sur 3 autres sites de compensation

Quelques résultats



Des sites complémentaires en termes de types d'ARB et DMH



Des préconisations de gestion conservatoires basées sur les résultats





Office National des Forêts

Merci pour votre attention.



Sylvain Moulherat **Directeur général** **TerrOïko**



Apport de la simulation de dynamique
de population d'espèce pour une
approche planifiée de la séquence ERC

TerrOïko | développe des solutions numériques pour l'ingénierie écologique

L'ingénierie écologique ? « Coopérer avec le vivant »

Associer savoir-faire humain et processus naturels dans un but de création, de restauration ou de réhabilitation des écosystèmes.

Les secteurs d'activités principaux :

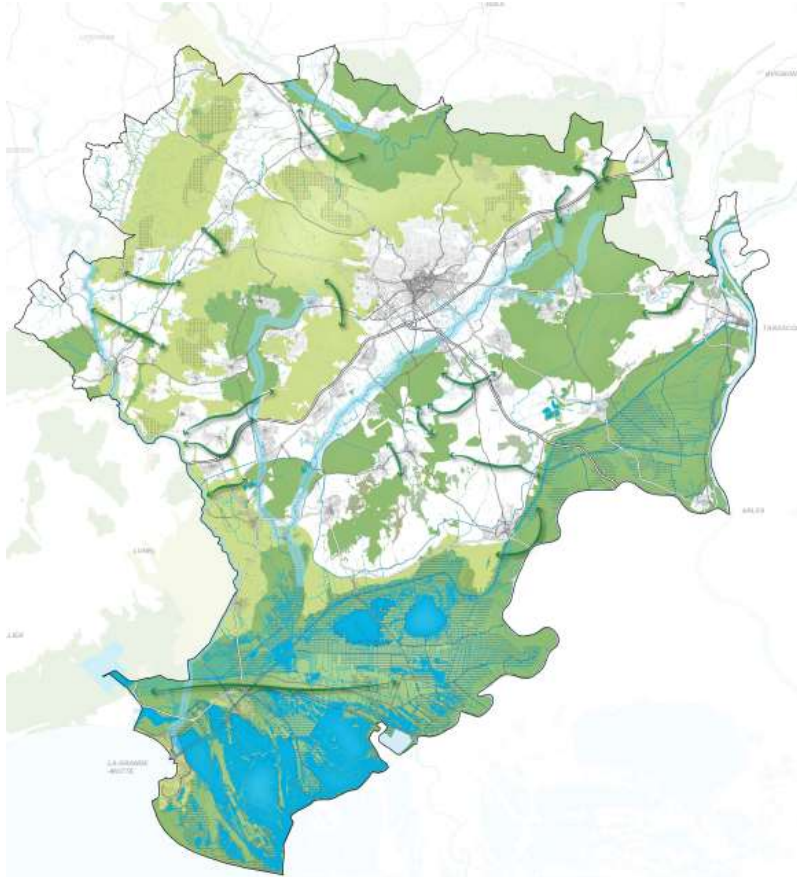
- Aménagements industriels et urbains
- Planification territoriale
- Infrastructures de transport
- Énergies renouvelables
- Espaces naturels
- Politiques publiques



« No net loss or Net gain »

Réaliser des diagnostics écologiques | Évaluer les impacts | Élaborer des programmes d'aménagement et de gestion

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'anticipation d'acquisition foncière



Où intensifier les acquisitions foncières et dans quelles proportions pour anticiper les besoins de la collectivité?

- Etat initial et métriques ?
- Horizon(s) temporel(s)?
- Qualification et quantification des impacts résiduels?
- Etc.

Modèles de dynamique métapopulationnelles |

ECOGRAPHY

Review and Synthesis

The value of considering demographic contributions to connectivity: a review

Joseph Drake, Xavier Lambin and Chris Sutherland

C. Sutherland (<https://orcid.org/0000-0003-2073-1751>) ¹ (cs6@st-andrews.ac.uk), Centre for Research into Ecological and Environmental Modelling, Univ. of St. Andrews, Scotland, UK – J. Drake (<https://orcid.org/0000-0003-0158-3535>), Organismal and Evolutionary Biology Interdisciplinary Program, Univ. of Massachusetts-Amherst, Massachusetts, USA, CS and JD also at: Dept. of Environmental Conservation, Univ. of Massachusetts, USA – X. Lambin (<https://orcid.org/0000-0003-4643-2653>), School of Biological Sciences, Univ. of Aberdeen, Scotland, UK.

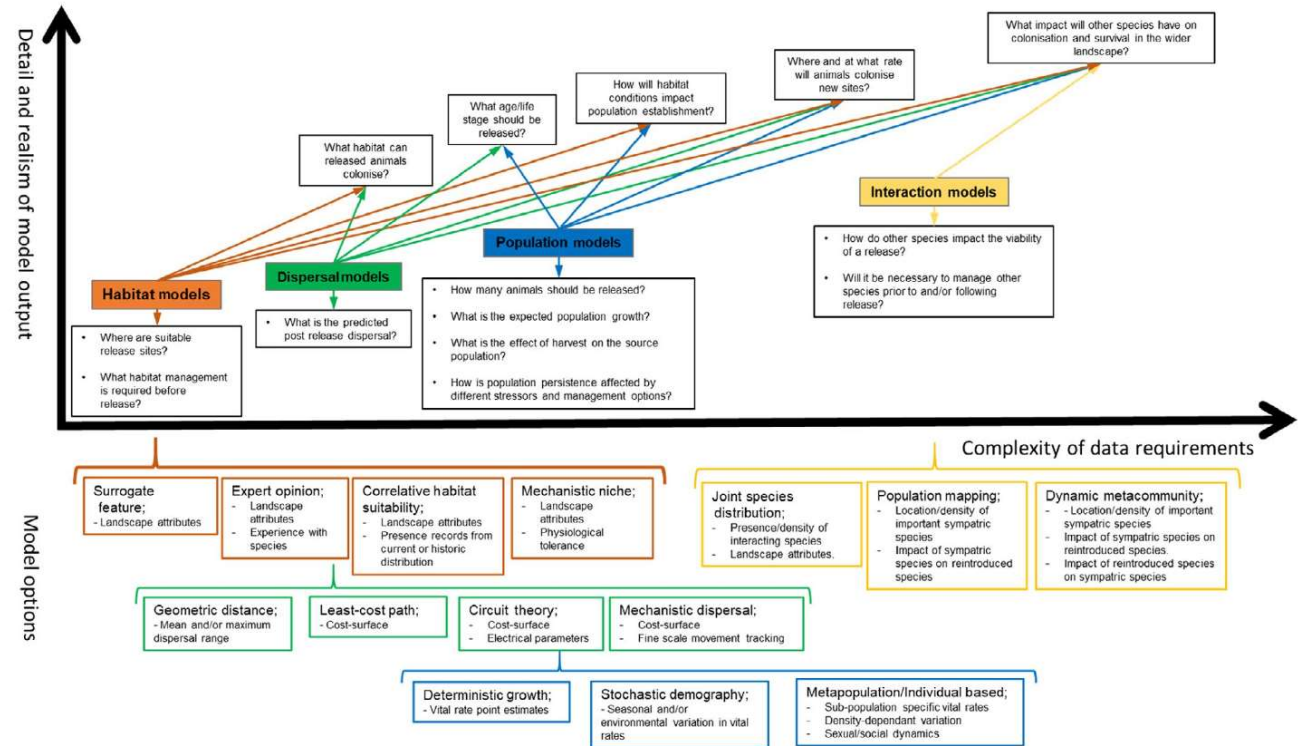
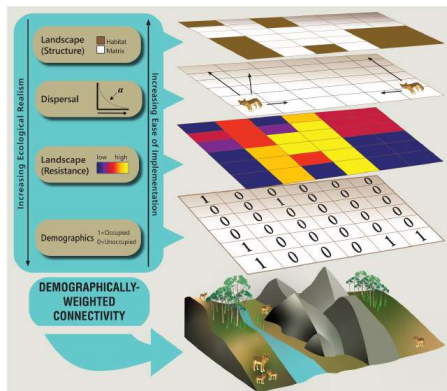
Ecography

44: 1–18, 2021

doi: 10.1111/ecog.05552

Subject Editor: Robert Flecker
Editor-in-Chief: Robert D. Holt
Accepted 18 May 2021

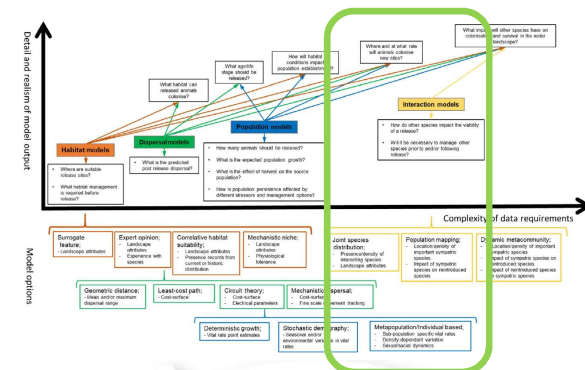
Connectivity is a central concept in ecology, wildlife management, and conservation science. Understanding the role of connectivity in determining species persistence is increasingly important in the face of escalating anthropogenic impacts on climate and habitat. These connectivity augmenting processes can severely impact species distributions and community and ecosystem functioning. One general definition of connectivity is that it is an emergent process arising from a set of spatial interdependencies between individuals or populations, and increasingly realistic representations of connectivity are being sought. Generally, connectivity con-



Hunter-Ayad J., Ohlemüller R., Recio M.R. & Seddon P.J., 2020. Reintroduction modelling: A guide to choosing and combining models for species reintroductions. *Journal of Applied Ecology*.

SimOïko | Simulation numérique avec Simoïko

**SIMOÏKO SIMULE COMMENT
LES ESPÈCES VIVENT SUR UN TERRITOIRE.**
Tous types d'espèces peut être modélisés.



Principales fonctionnalités
Diagnostics fins
à large échelle
Vision prospective
Objectivation
Réalisme écologique

Stratégie

- Prospection foncière
- Planification

Réglementaire

- Etude d'impact
- Documents d'urbanisme
- Séquence ERC

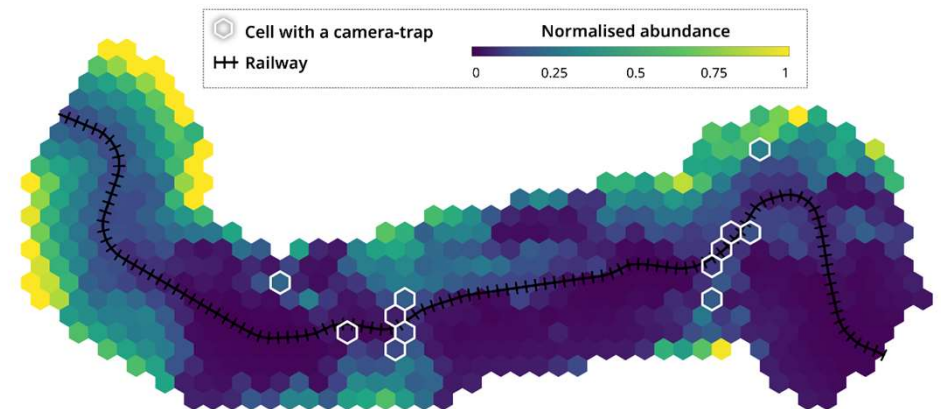
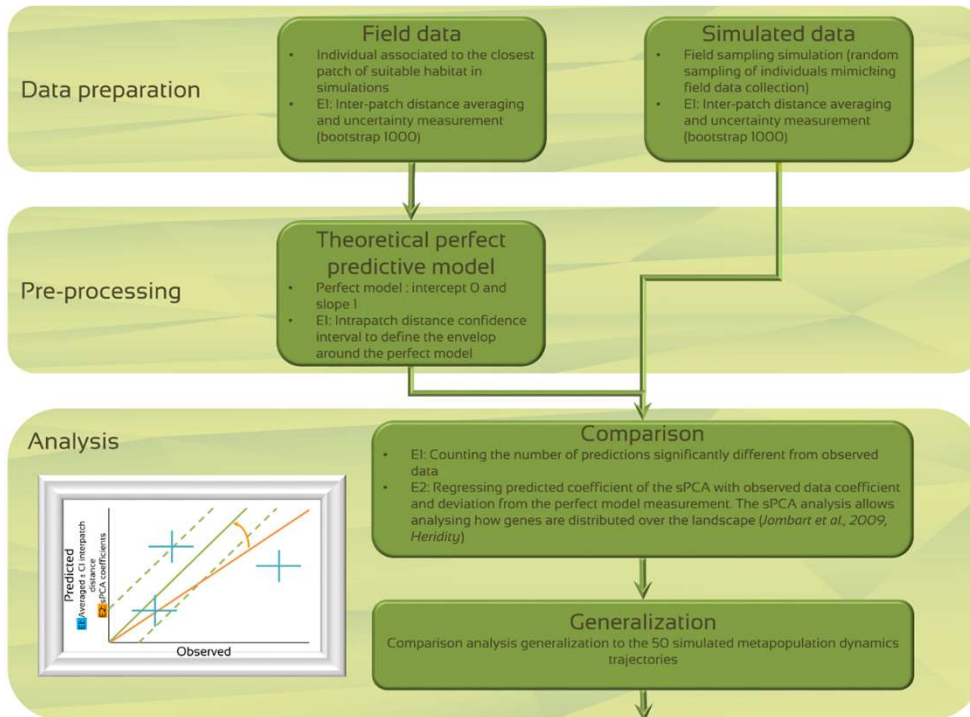
Programmes de conservation

- Programme d'actions
- Evaluation de projets

Recherche

- Modélisation écologique

Test de performance | Comparaison terrain - Principe



Moulherat S., Prunier J.G., Remon J., Bardon G. & Coulon A., 2020. Assessing the Ability of Modern Metapopulation Models to Mimic Real Life Using Genetic Data. *IENE Conference 2020 in Evora*.

Moulherat S., Pautrel L., Debat G., Etienne M.-P., Gendron L., Hautière N., Tarel J.-P., Testud G. & Gimenez O., 2024. Biodiversity Monitoring with Intelligent Sensors: An Integrated Pipeline for Mitigating Animal Vehicle Collisions. *Journal for Nature Conservation*.

Implications opérationnelles | Mise en œuvre de la séquence ERC

Environmental Impact Assessment Review 100 (2023) 107028



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Impact Assessment Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eiar



Net loss or no net loss? Multiscalar analysis of a gas pipeline offset efficiency for a protected butterfly population

Sylvain Moulherat^{a,b,*}, Marie Soret^{a,c,1}, Pierre-Yves Gourvil^d, Xavier Paris^e, Catherine Boreau de Roincé^a

^a Oikolab, TerrOika, 2 Place Dom Deviz, BP 26, 81540 Sorèze, France

^b Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale (UMR 5321), 2 route du CNRS, 09200 Moulis, France

^c TETIS (UMR 9000), INRAE, Maison de la télédétection, 500 rue Jean-François Breton, 34000 Montpellier, France

^d Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine, 28 route de Bayonne, 64140 Billère, France

^e Terèga, 40 avenue de l'Europe, CS 20522, 64010 Pau, France

Application sur 25 espèces du territoire

- 15 Espèces parapluies
- 10 espèces les plus fréquentes dans les dossiers de dérogations
- Probabilités d'extinctions, tailles de populations estimées, déplacements et flux d'individus.

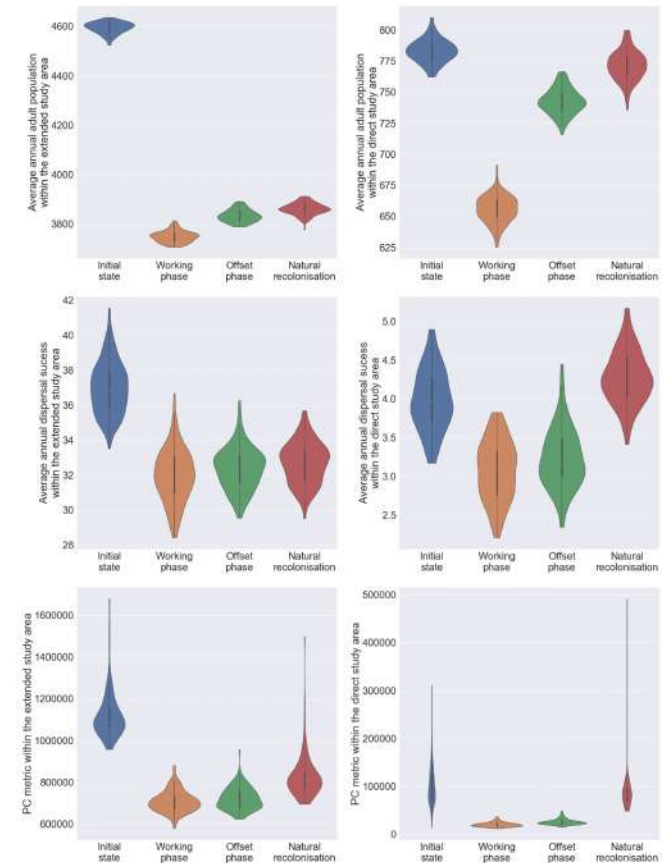
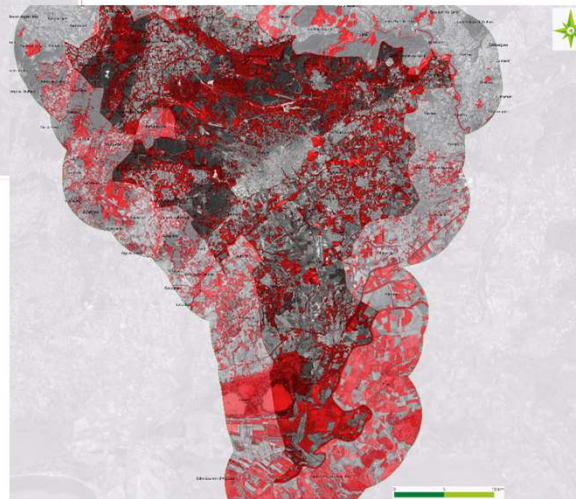
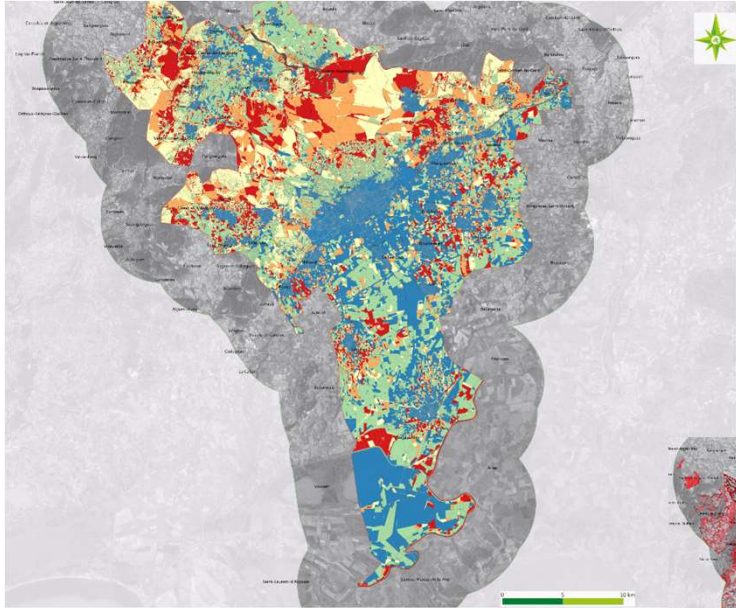


Fig. 2. Violin plot representing the distribution among simulation repetition of the Total adult *P. alcon* population size (first line), flow of individuals (second line) and connectivity metrics PC (third line) estimated for each simulation scenario of a gas pipeline building phase (Reference, Working Phase, Offset and Recolonisation) in Southwestern France for the comprehensive metapopulation (left column) and the focal subset of the metapopulation considered during the environmental impact assessment (right column).

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'évitement et de restauration

Acceptation d'une réponse complexe et adaptative

- Stratégie d'évitement → réduction du besoin compensatoire de 500 ha (-62%) et économies associées estimées à 35M€ sur 30 ans
- Formation des agents et appropriations par différents services
- Evitement / Compensation comme un outils d'une stratégie de préservation / restauration



L'ingénierie écologique ? « Coopérer avec le vivant »

Associer savoir-faire humain et processus naturels dans un but de création, de restauration ou de réhabilitation des écosystèmes.

Les secteurs d'activités principaux :

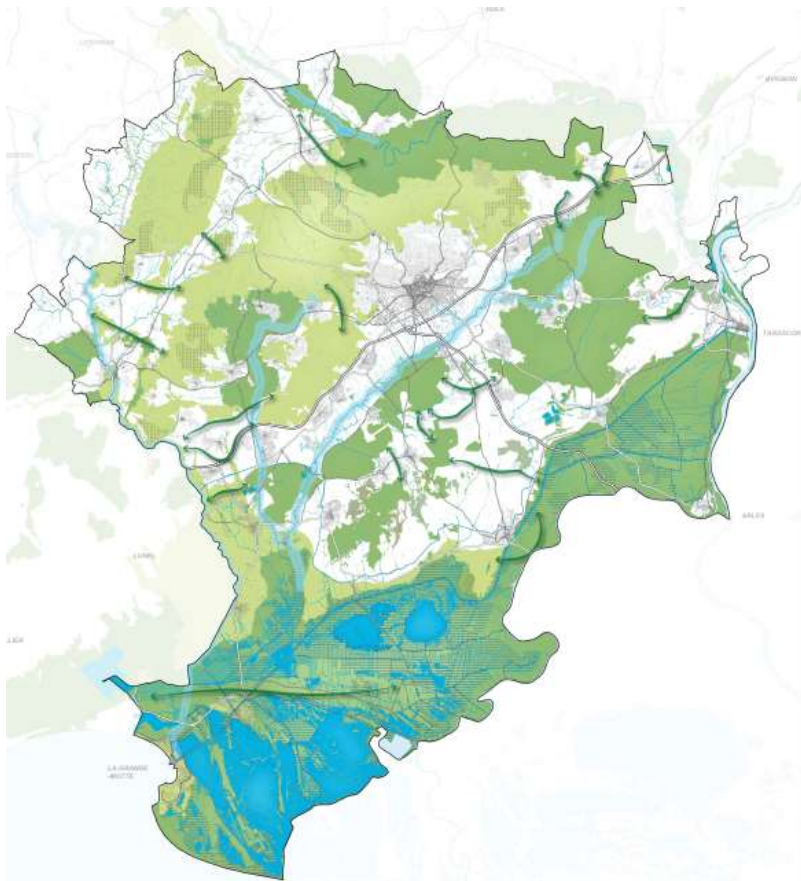
- Aménagements industriels et urbains
- Planification territoriale
- Infrastructures de transport
- Énergies renouvelables
- Espaces naturels
- Politiques publiques



« No net loss or Net gain »

Réaliser des diagnostics écologiques | Évaluer les impacts | Élaborer des programmes d'aménagement et de gestion

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'anticipation d'acquisition foncière



Où intensifier les acquisitions foncières et dans quelles proportions pour anticiper les besoins de la collectivité?

- Etat initial et métriques ?
- Horizon(s) temporel(s)?
- Qualification et quantification des impacts résiduels?
- Etc.

Modèles de dynamique métapopulationnelles |

ECOGRAPHY

Review and Synthesis

The value of considering demographic contributions to connectivity: a review

Joseph Drake, Xavier Lambin and Chris Sutherland

C. Sutherland (<https://orcid.org/0000-0003-2073-1751>) ¹ (cs6@st-andrews.ac.uk), Centre for Research into Ecological and Environmental Modelling, Univ. of St. Andrews, Scotland, UK – J. Drake (<https://orcid.org/0000-0003-0158-3535>), Organismal and Evolutionary Biology Interdisciplinary Program, Univ. of Massachusetts-Amherst, Massachusetts, USA, CS and JD also at: Dept. of Environmental Conservation, Univ. of Massachusetts, USA – X. Lambin (<https://orcid.org/0000-0003-4643-2653>), School of Biological Sciences, Univ. of Aberdeen, Scotland, UK.

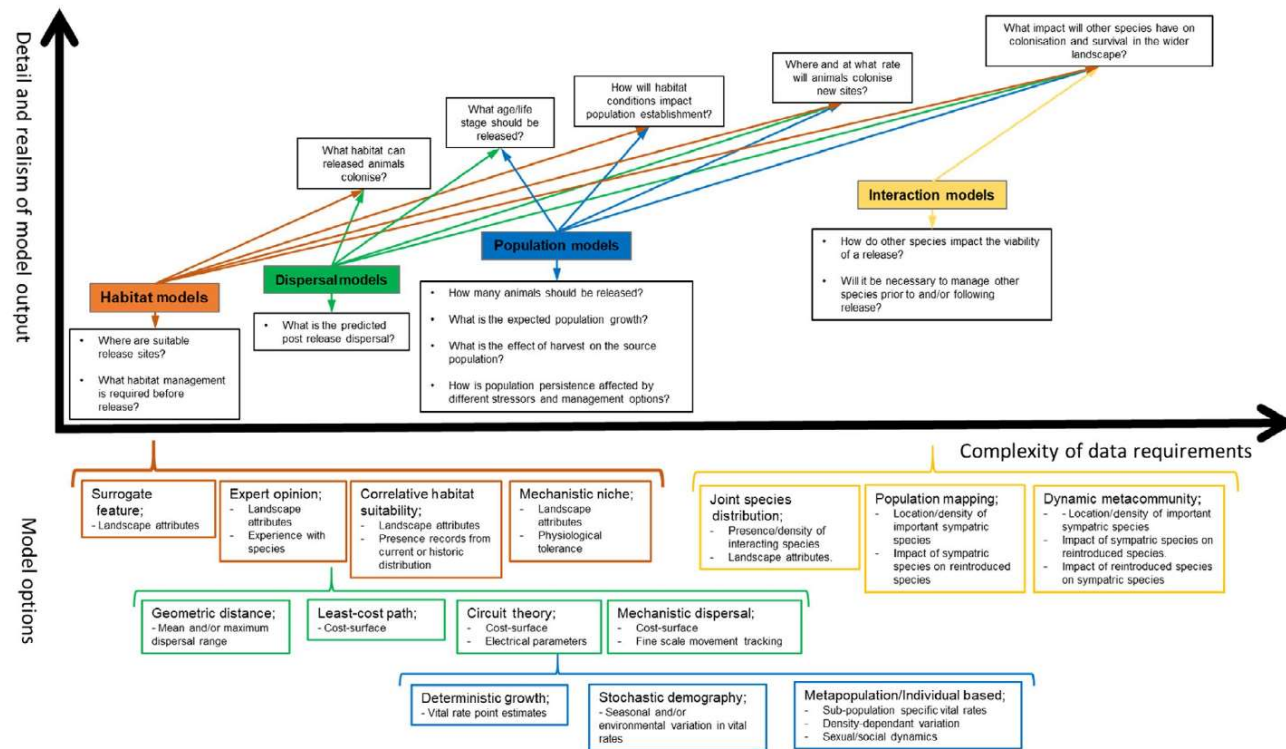
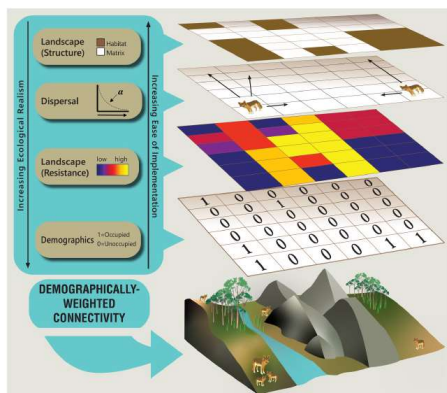
Ecography

44: 1–18, 2021
doi: 10.1111/ecog.05552

Subject Editor: Robert Flecker
Editor-in-Chief: Robert D. Holt
Accepted 18 May 2021

Connectivity is a central concept in ecology, wildlife management, and conservation science. Understanding the role of connectivity in determining species persistence is increasingly important in the face of escalating anthropogenic impacts on climate and habitat. These connectivity augmenting processes can severely impact species distributions and community and ecosystem functioning.

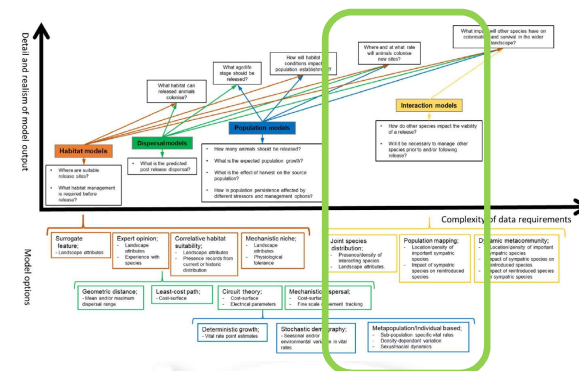
One general definition of connectivity is that it is an emergent process arising from a set of spatial interdependencies between individuals or populations, and increasingly realistic representations of connectivity are being sought. Generally, connectivity con-



Hunter-Ayad J., Ohlemüller R., Recio M.R. & Seddon P.J., 2020. Reintroduction modelling: A guide to choosing and combining models for species reintroductions. *Journal of Applied Ecology*.

SimOïko | Simulation numérique avec Simoïko

**SIMOÏKO SIMULE COMMENT
LES ESPÈCES VIVENT SUR UN TERRITOIRE.**
Tous types d'espèces peut être modélisés.



Principales fonctionnalités
Diagnostics fins
à large échelle
Vision prospective
Objectivation
Réalisme écologique

Stratégie

- Prospection foncière
- Planification

Réglementaire

- Etude d'impact
- Documents d'urbanisme
- Séquence ERC

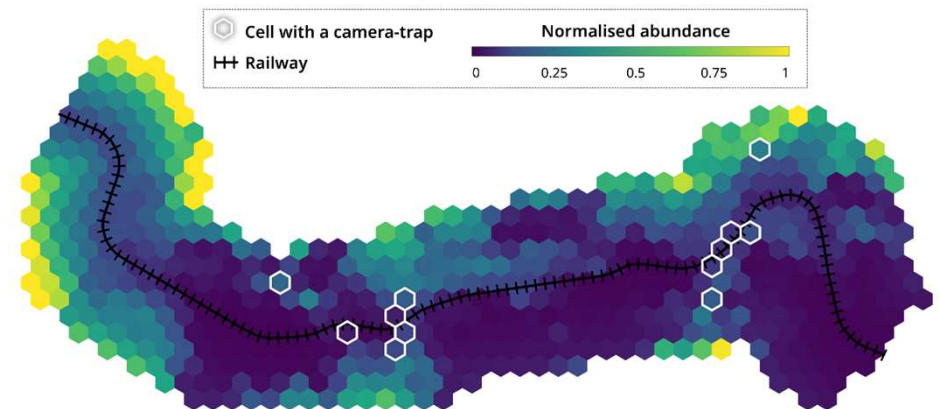
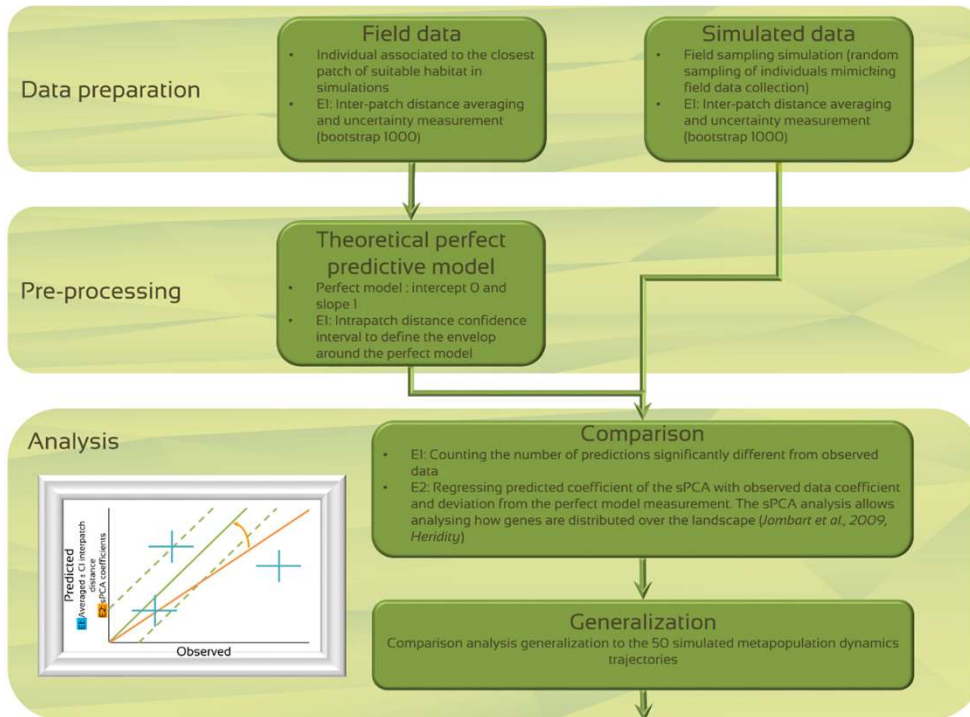
Programmes de conservation

- Programme d'actions
- Evaluation de projets

Recherche

- Modélisation écologique

Test de performance | Comparaison terrain - Principe



Moulherat S., Prunier J.G., Remon J., Bardon G. & Coulon A., 2020. Assessing the Ability of Modern Metapopulation Models to Mimic Real Life Using Genetic Data. *IENE Conference 2020 in Evora*.

Moulherat S., Pautrel L., Debat G., Etienne M.-P., Gendron L., Hautière N., Tarel J.-P., Testud G. & Gimenez O., 2024. Biodiversity Monitoring with Intelligent Sensors: An Integrated Pipeline for Mitigating Animal Vehicle Collisions. *Journal for Nature Conservation*.

Implications opérationnelles | Mise en œuvre de la séquence ERC

Environmental Impact Assessment Review 100 (2023) 107028

Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Impact Assessment Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eiar



Net loss or no net loss? Multiscalar analysis of a gas pipeline offset efficiency for a protected butterfly population

Sylvain Moulherat^{a,b,*}, Marie Soret^{a,c,1}, Pierre-Yves Gourvil^d, Xavier Paris^e, Catherine Boreau de Roincé^a

^a Oikos, TerrOikos, 2 Place Dom Deviz, BP 26, 81540 Sorèze, France

^b Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale (UMR 5321), 2 route du CNRS, 09200 Moulis, France

^c TETIS (UMR 9000), INRAE, Maison de la télédétection, 500 rue Jean-François Breton, 34000 Montpellier, France

^d Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine, 28 route de Bayonne, 64140 Billère, France

^e Terèga, 40 avenue de l'Europe, CS 20522, 64010 Pau, France

Application sur 25 espèces du territoire

- 15 Espèces parapluies
- 10 espèces les plus fréquentes dans les dossiers de dérogations
- Probabilités d'extinctions, tailles de populations estimées, déplacements et flux d'individus.

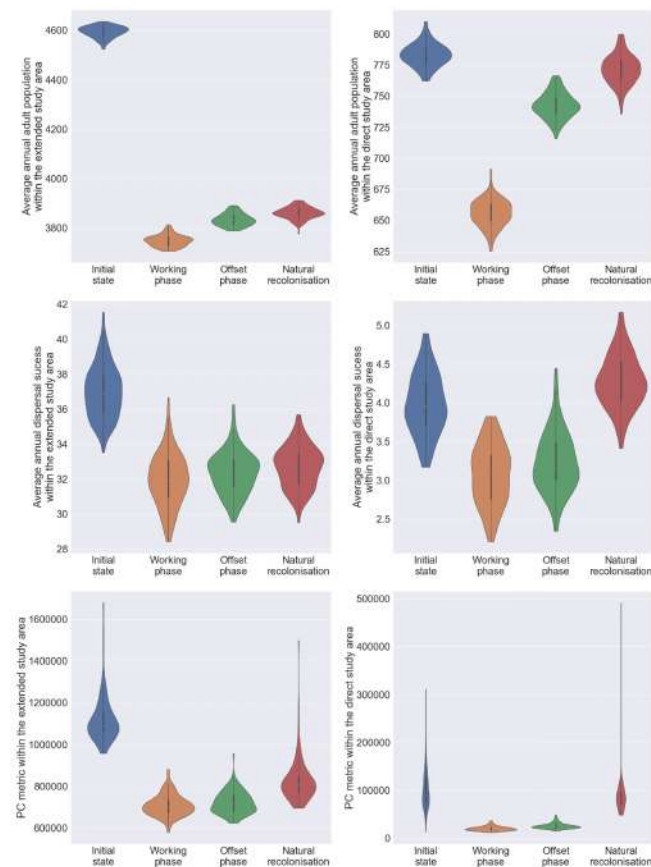
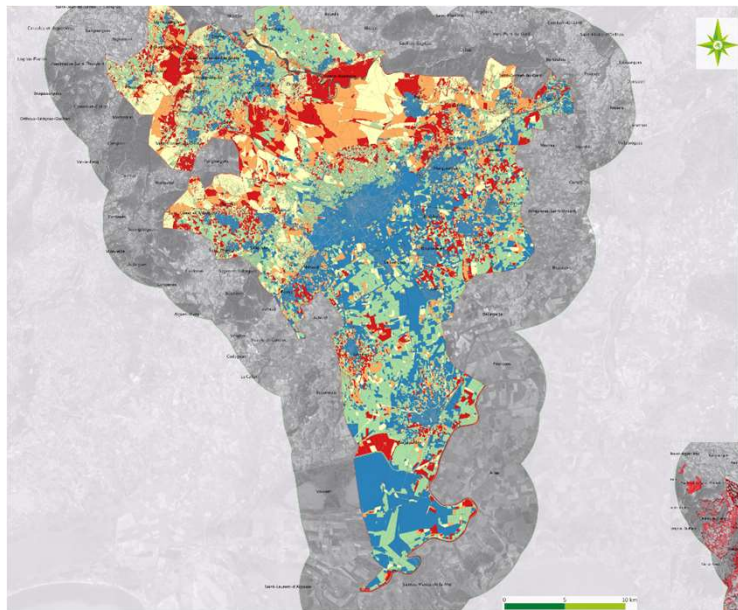


Fig. 2. Violin plot representing the distribution among simulation repetition of the Total adult *P. udon* population size (first line), flow of individuals (second line) and connectivity metrics PC (third line) estimated for each simulation scenario of a gas pipeline building phase (Reference, Working Phase, Offset and Recolonisation) in Southwestern France for the comprehensive metapopulation (left column) and the focal subset of the metapopulation considered during the environmental impact assessment (right column).

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'évitement et de restauration

Acceptation d'une réponse complexe et adaptative

- Stratégie d'évitement → réduction du besoin compensatoire de 500 ha (-62%) et économies associées estimées à 35M€ sur 30 ans
- Formation des agents et appropriations par différents services
- Evitement / Compensation comme un outils d'une stratégie de préservation / restauration



Compensation écologique: illusion ou réalité?

Apport de la simulation de dynamique de population d'espèce pour une approche planifiée de la séquence ERC

Vendredi 17 mai 2024

Sylvain Moulherat – Directeur R&D

sylvain.moulherat@terroiko.fr



TerrOïko | développe des solutions numériques pour l'ingénierie écologique

L'ingénierie écologique ? « Coopérer avec le vivant »

Associer savoir-faire humain et processus naturels dans un but de création, de restauration ou de réhabilitation des écosystèmes.

Les secteurs d'activités principaux :

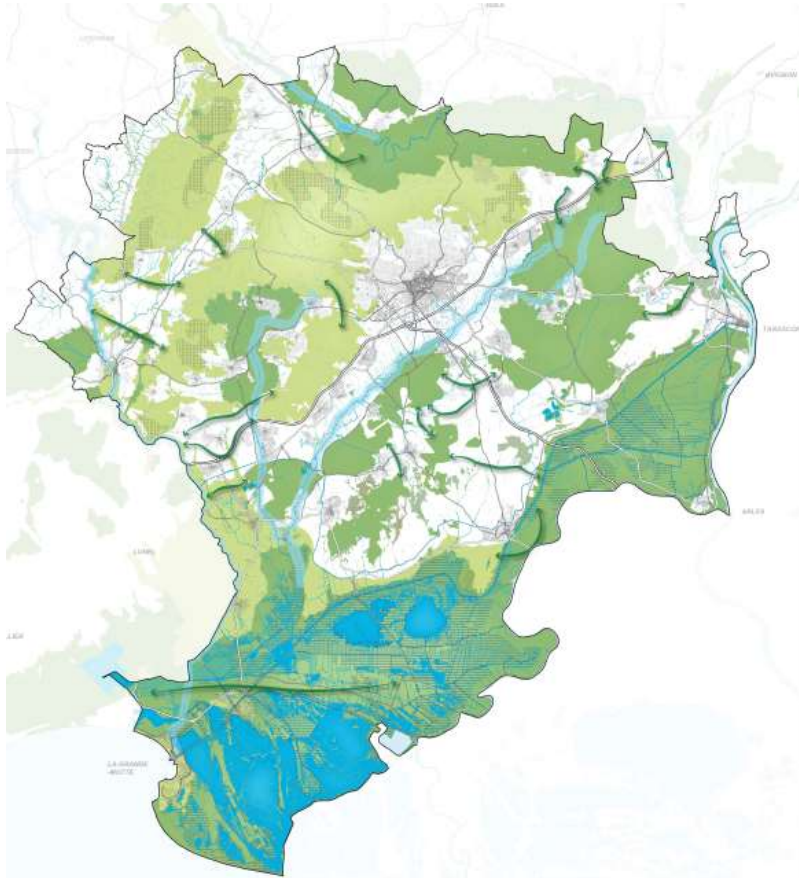
- Aménagements industriels et urbains
- Planification territoriale
- Infrastructures de transport
- Énergies renouvelables
- Espaces naturels
- Politiques publiques



« No net loss or Net gain »

Réaliser des diagnostics écologiques | Évaluer les impacts | Élaborer des programmes d'aménagement et de gestion

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'anticipation d'acquisition foncière



Où intensifier les acquisitions foncières et dans quelles proportions pour anticiper les besoins de la collectivité?

- Etat initial et métriques ?
- Horizon(s) temporel(s)?
- Qualification et quantification des impacts résiduels?
- Etc.

Modèles de dynamique métapopulationnelles |

ECOGRAPHY

Review and Synthesis

The value of considering demographic contributions to connectivity: a review

Joseph Drake, Xavier Lambin and Chris Sutherland

C. Sutherland (<https://orcid.org/0000-0003-2073-1751>) ¹ (cs6@st-andrews.ac.uk), Centre for Research into Ecological and Environmental Modelling, Univ. of St. Andrews, Scotland, UK – J. Drake (<https://orcid.org/0000-0003-0158-3535>), Organismal and Evolutionary Biology Interdisciplinary Program, Univ. of Massachusetts-Amherst, Massachusetts, USA, CS and JD also at: Dept. of Environmental Conservation, Univ. of Massachusetts, USA – X. Lambin (<https://orcid.org/0000-0003-4643-2653>), School of Biological Sciences, Univ. of Aberdeen, Scotland, UK.

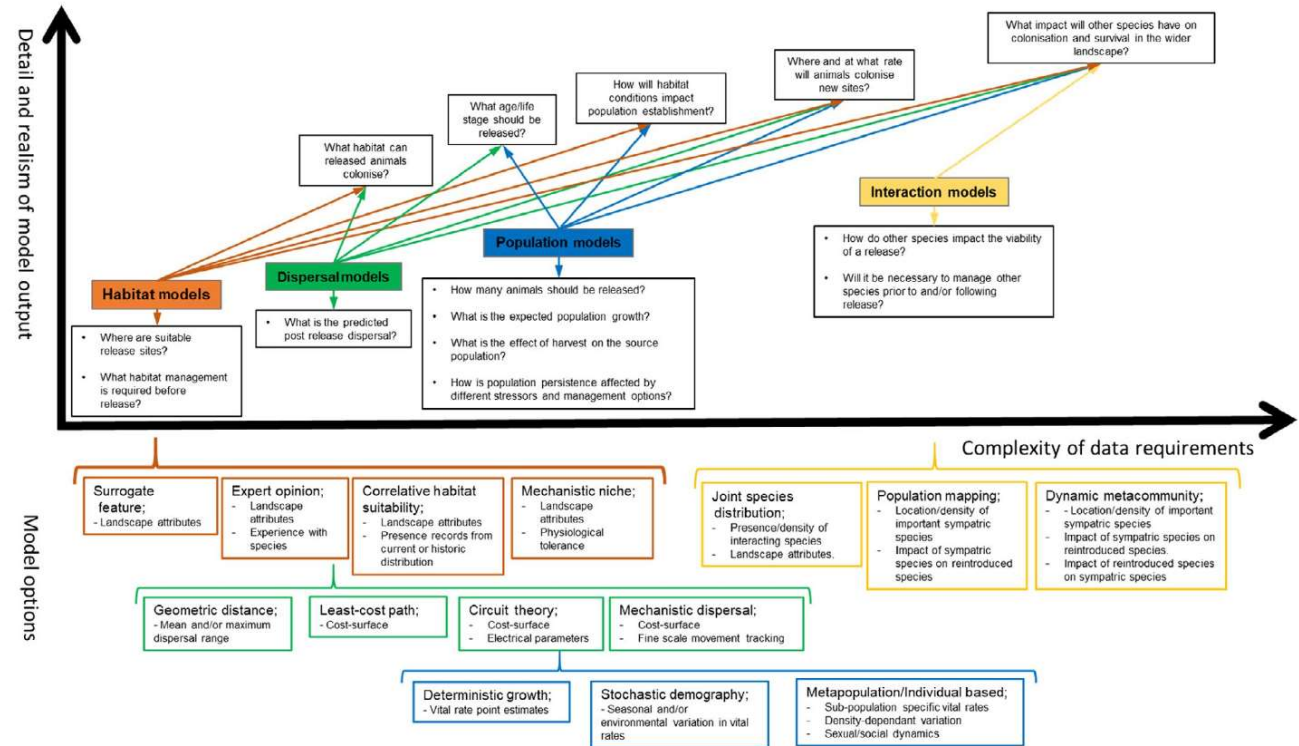
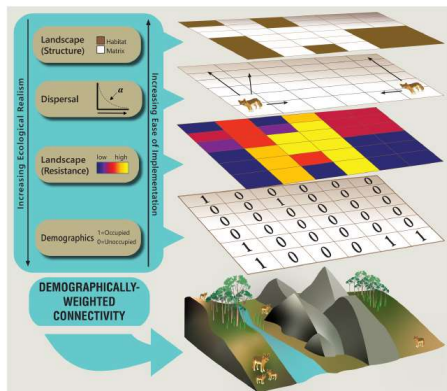
Ecography

44: 1–18, 2021

doi: 10.1111/ecog.05552

Subject Editor: Robert Flecker
Editor-in-Chief: Robert D. Holt
Accepted 18 May 2021

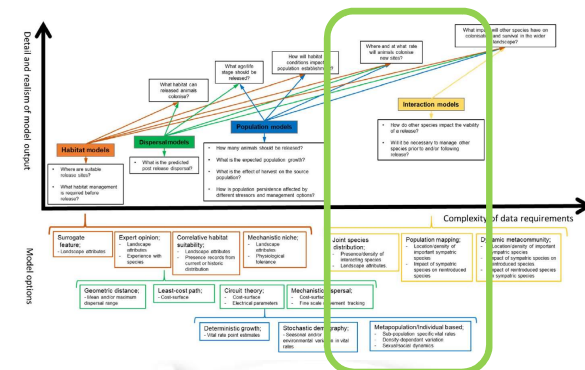
Connectivity is a central concept in ecology, wildlife management, and conservation science. Understanding the role of connectivity in determining species persistence is increasingly important in the face of escalating anthropogenic impacts on climate and habitat. These connectivity augmenting processes can severely impact species distributions and community and ecosystem functioning. One general definition of connectivity is that it is an emergent process arising from a set of spatial interdependencies between individuals or populations, and increasingly realistic representations of connectivity are being sought. Generally, connectivity con-



Hunter-Ayad J., Ohlemüller R., Recio M.R. & Seddon P.J., 2020. Reintroduction modelling: A guide to choosing and combining models for species reintroductions. *Journal of Applied Ecology*.

SimOïko | Simulation numérique avec Simoïko

**SIMOÏKO SIMULE COMMENT
LES ESPÈCES VIVENT SUR UN TERRITOIRE.**
Tous types d'espèces peut être modélisés.



Principales fonctionnalités
Diagnostics fins
à large échelle
Vision prospective
Objectivation
Réalisme écologique

Stratégie

- Prospection foncière
- Planification

Réglementaire

- Etude d'impact
- Documents d'urbanisme
- Séquence ERC

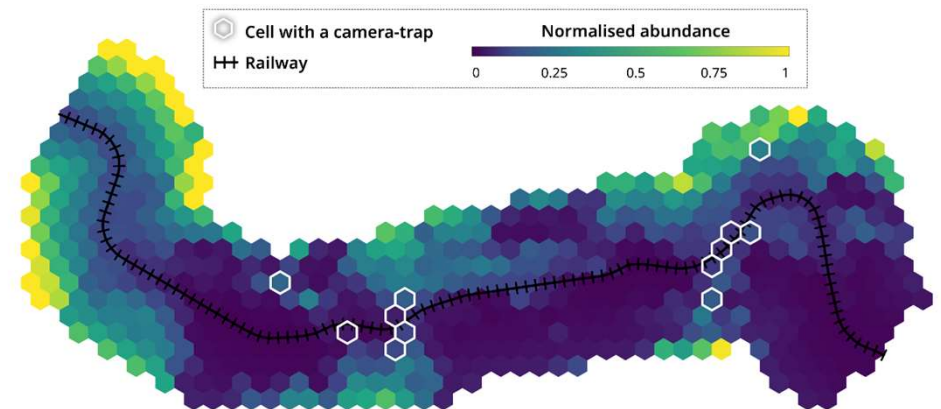
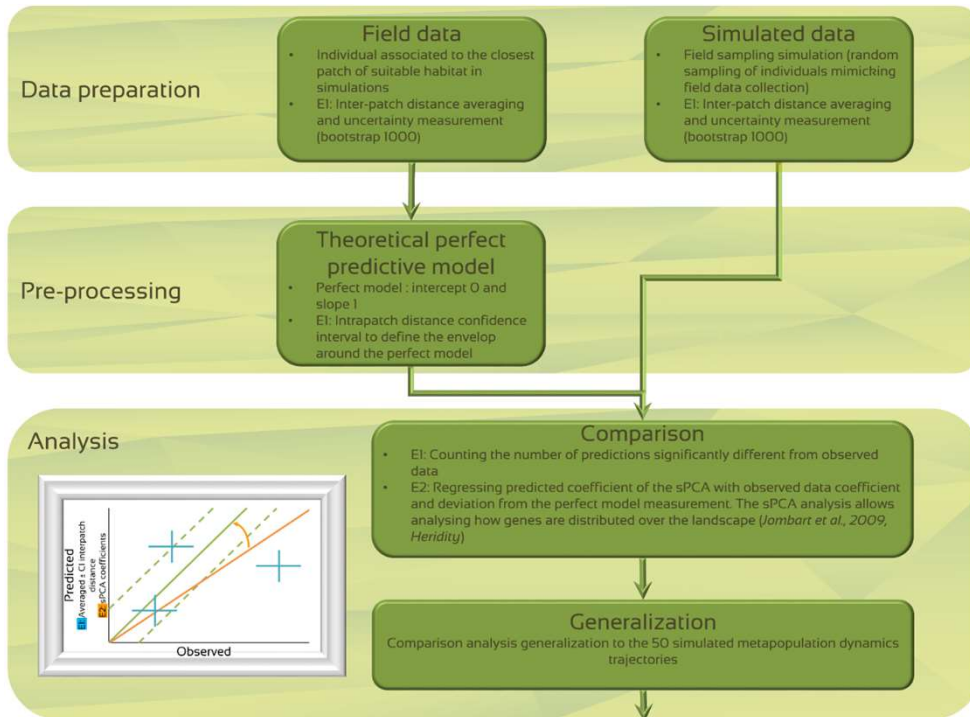
Programmes de conservation

- Programme d'actions
- Evaluation de projets

Recherche

- Modélisation écologique

Test de performance | Comparaison terrain - Principe



Moulherat S., Prunier J.G., Remon J., Bardon G. & Coulon A., 2020. Assessing the Ability of Modern Metapopulation Models to Mimic Real Life Using Genetic Data. *IENE Conference 2020 in Evora*.

Moulherat S., Pautrel L., Debat G., Etienne M.-P., Gendron L., Hautière N., Tarel J.-P., Testud G. & Gimenez O., 2024. Biodiversity Monitoring with Intelligent Sensors: An Integrated Pipeline for Mitigating Animal Vehicle Collisions. *Journal for Nature Conservation*.

Implications opérationnelles | Mise en œuvre de la séquence ERC

Environmental Impact Assessment Review 100 (2023) 107028



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Impact Assessment Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eiar



Net loss or no net loss? Multiscalar analysis of a gas pipeline offset efficiency for a protected butterfly population

Sylvain Moulherat^{a,b,*}, Marie Soret^{a,c,1}, Pierre-Yves Gourvil^d, Xavier Paris^e, Catherine Boreau de Roincé^a

^a Oikos, TerrOikos, 2 Place Dom Deviz, BP 26, 81540 Sorèze, France

^b Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale (UMR 5321), 2 route du CNRS, 09200 Moulis, France

^c TETIS (UMR 9000), INRAE, Maison de la télédétection, 500 rue Jean-François Breton, 34000 Montpellier, France

^d Conservatoire d'Espaces Naturels d'Aquitaine, 28 route de Bayonne, 64140 Billère, France

^e Terèga, 40 avenue de l'Europe, CS 20522, 64010 Pau, France

Application sur 25 espèces du territoire

- 15 Espèces parapluies
- 10 espèces les plus fréquentes dans les dossiers de dérogations
- Probabilités d'extinctions, tailles de populations estimées, déplacements et flux d'individus.

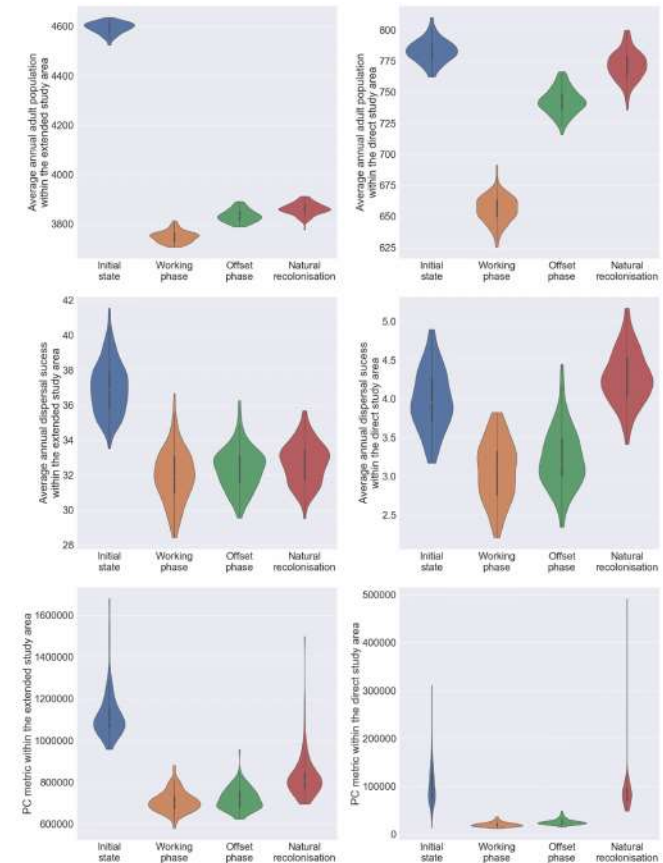
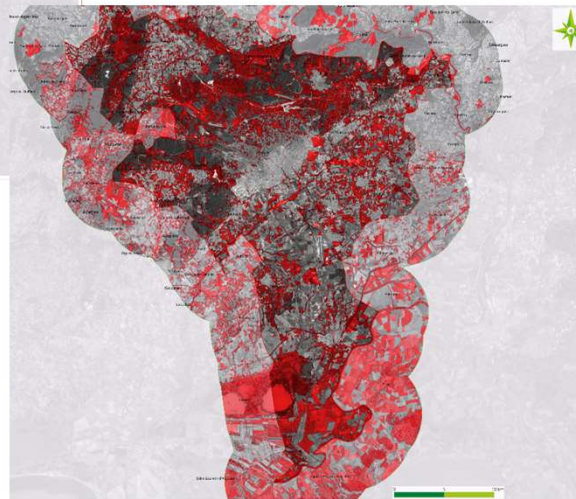
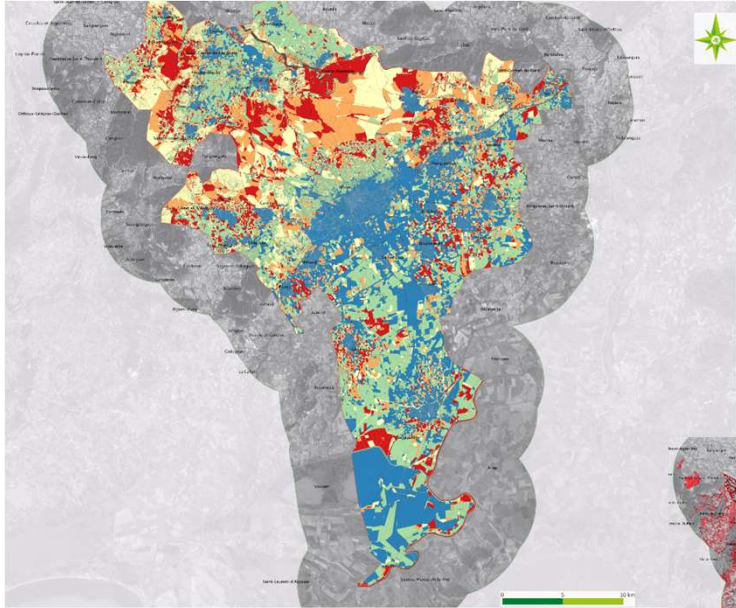


Fig. 2. Violin plot representing the distribution among simulation repetition of the Total adult *P. alcon* population size (first line), flow of individuals (second line) and connectivity metrics PC (third line) estimated for each simulation scenario of a gas pipeline building phase (Reference, Working Phase, Offset and Recolonisation) in Southwestern France for the comprehensive metapopulation (left column) and the focal subset of the metapopulation considered during the environmental impact assessment (right column).

Planifier la séquence ERC? | Stratégie d'évitement et de restauration

Acceptation d'une réponse complexe et adaptative

- Stratégie d'évitement → réduction du besoin compensatoire de 500 ha (-62%) et économies associées estimées à 35M€ sur 30 ans
- Formation des agents et appropriations par différents services
- Evitement / Compensation comme un outils d'une stratégie de préservation / restauration



Sylvain Moulherat – Directeur R&D
sylvain.moulherat@terroiko.fr

Merci à tous



CEA AGENCE ITER FRANCE

sylvie.andre@cea.fr

Béatrice.balp@cea.fr

Standard. + 33 4 42 25 70 00

AIX-MARSEILLE UNIVERSITE

virginie.mercier@univ-amu.fr