



Apport de la simulation numérique de dynamique de méta-population dans la mise en œuvre de la séquence ERC

Sylvain Moulherat

Simulation numérique de dynamique de métapopulations

FORUM PROFESSIONNEL | MÉTHODES TECHNIQUES



Le simulateur compare les impacts de différentes stratégies d'aménagement (ici, autoroute A16 dans le Pas-de-Calais).

NOUVELLES TECHNOLOGIES

Simuler la vie des espèces pour aider à la gestion des espaces naturels

SimOïko est un nouvel outil d'aide à la décision pour la gestion des espaces naturels. Il est particulièrement utile pour les phases de concertation et de planification.

Représenter les espèces à l'aide de l'outil informatique pour gérer les espaces naturels pose évidemment question, car cette reproduction doit être assez réaliste et précise pour apporter une réponse opérationnelle en adéquation avec les besoins des gestionnaires. Par exemple, les outils actuellement utilisés pour élaborer les Trames vertes et bleues (TVB) font preuve d'une forte simplification de l'écologie des espèces et donc questionnent sur leur degré de réalisme et *in fine* sur leur opérationnalité.

Dans l'objectif d'améliorer la qualité de la modélisation du vivant, de nombreux travaux de recherche ont été récemment menés. Le simulateur SimOïko, outil issu de cinq années de recherche et développement, capitalise sur ces travaux. Il reproduit de manière réaliste les processus à l'œuvre dans la vie

des espèces (cycle de vie, comportement...). Son avantage pour la gestion des espaces naturels est qu'il permet d'estimer de manière fiable et précise l'état de conservation des espèces. Il permet de comprendre et mesurer l'impact de projet sur la biodiversité (voir repère).

QUELLES DONNÉES FAUT-IL FOURNIR ?

SimOïko fait vivre virtuellement les espèces au sein de paysages numérisés. Pour le faire fonctionner, le gestionnaire doit uniquement fournir l'occupation du sol (carte SIG). De sa qualité dépend la précision des résultats : plus on affine l'occupation du sol plus la simulation sera réaliste. Le gestionnaire choisit les espèces à simuler. Plus de cent espèces terrestres (faune-flore) et semi-aquatiques (amphibiens,

odonates) sont déjà préconfigurées dans le simulateur. Son extension pour les espèces aquatiques est en cours [programme Metaqua du CNRS-Sète et de TerrOïko].

UN SIMULATEUR, POUR QUOI FAIRE ?

Pour la planification territoriale (SRCE, SCOT, PLUi et PLU), requalification des infrastructures, etc.), SimOïko réalise l'identification et le diagnostic fonctionnel de la TVB ainsi que la planification de sa restauration. Dans les études d'impact, il compare, en amont de l'implantation d'un projet, les effets prévisibles de plusieurs scénarios d'implantation sur le maintien des populations. De plus, il est possible de concevoir les mesures de la séquence Éviter, réduire, compenser (ERC) sur des métriques écologiques objectives et quantifiables sur le

terrain à la place du principe d'équivalence surfacique.

Dans les documents d'objectifs, il réalise l'étude de viabilité des populations et fixe des objectifs précis à atteindre en termes d'augmentation de taille des populations ou de maintien des espèces.

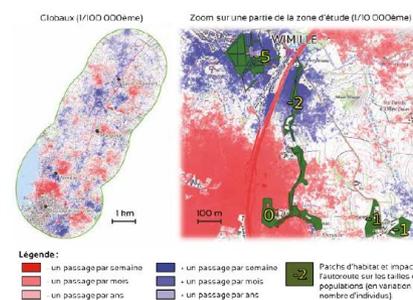
EN SAVOIR PLUS

www.terroiko.fr

Mouherat S. 2014. Toward the development of predictive systems ecology modeling : Meta-Connect and its use as an innovative modeling platform in theoretical and applied fields of ecology research. Thèse de doctorat de l'université de Toulouse.

COMMENT NE PAS S'Y PERDRE ?

L'offre d'outils de modélisation-simulation est amenée à s'étoffer dans les années à venir. Un bon moyen de ne pas s'y perdre est de se former. Ainsi, que vous passiez par un prestataire ou que vous vous engagiez dans un travail en autonomie, et quel que soit l'outil que vous souhaitez utiliser, vous serez en mesure de l'exploiter au maximum de sa capacité tout en gardant un regard critique sur les champs et les conditions d'application de l'outil. En effet, l'utilisation du bon outil de modélisation ainsi que l'interprétation des résultats revêtent et relèveront toujours de l'humain. • Jérémie Cornuau, Sylvain Mouherat, Catherine De Roincé, TerrOïko, contact@terroiko.fr



Exemple de résultats fournis par le simulateur SimOïko : résultats des simulations de l'impact de l'autoroute sur les populations et les mouvements du chevreuil. Ici, deux scénarios (avec et sans autoroute) sont comparés. Les résultats servent d'aide à la décision pour les phases de concertation et de planification dans le cadre du choix des aménagements à faire sur l'autoroute pour améliorer sa transparence écologique.

[1] Méthode de dilution-érosion ou méthode CRENAM, de coût-déplacement, de percolation et leur dérivés, de chemin de moindre coût et les graphes paysagés.

REPÈRE

TESTER DES SCÉNARIOS D'AMÉNAGEMENT²

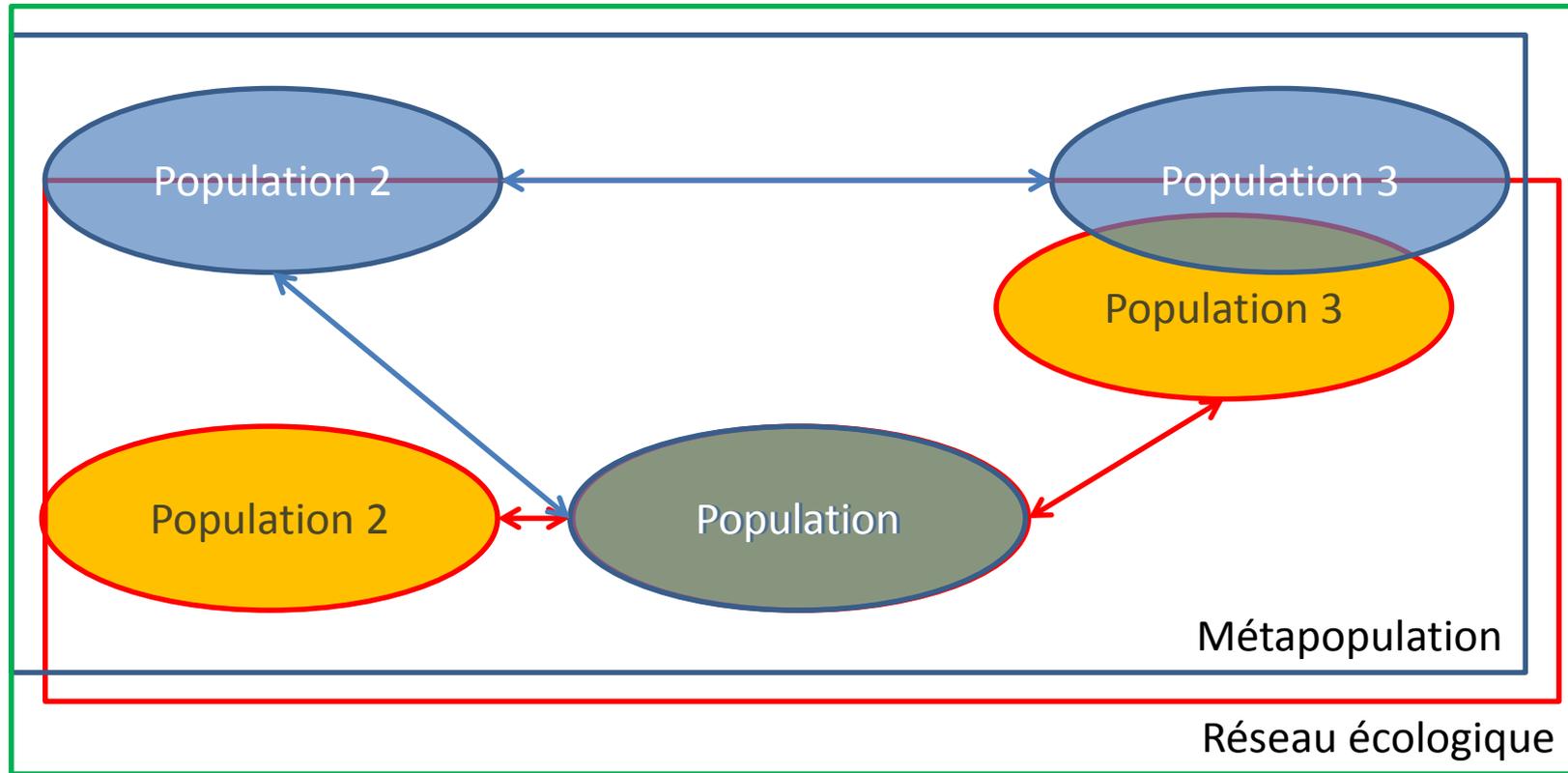
Dans le cadre de sa politique TVB, le Parc naturel régional des Caps et Marais d'Opale (Pas-de-Calais) s'est entouré de trois bureaux d'études [Alla environnement pour des relevés de terrain, Setec international pour les aménagements et TerrOïko pour le simulateur] pour définir un programme opérationnel permettant d'atténuer les effets de fragmentation des milieux naturels d'un tronçon de 10 km de l'autoroute A16. Cette portion n'avait fait l'objet que d'une faible prise en compte de l'environnement au moment de sa construction. Il s'agit d'adapter des ouvrages existants (ponts, buses, passage agricole...) en les rendant attractifs pour la faune, d'orienter les animaux vers les passages fonctionnels (clôtures, haies, mares...) et de créer si besoin de nouveaux franchissements de type

passage à grande laune. Le logiciel SimOïko a été utilisé pour comparer l'état des populations dans le paysage actuel sous plusieurs scénarios : sans autoroute, avec autoroute et avec autoroute + aménagements proposés. Le simulateur permet de tester les aménagements afin de voir les améliorations qu'ils apportent pour les espèces dans un rapport coûts (construction et entretien) et efficacité. Cela permet d'alimenter les échanges du comité de suivi (département, région, direction interdépartementale des routes, DREAL, Cerema, élus, chasseurs, communauté de communes de la Terre des deux Caps, etc.) et permettent d'ajuster au mieux les propositions de travaux, dont le coût est évalué à 3 millions d'euros, Quatorze espèces cibles (Triton crêté, Perdrix grise, Agrion de mercure, Chevreuil...) sont réparties dans les

milieux occupés connus et ayant une densité adéquate, puis la simulation débute. Plusieurs générations d'individus vivent virtuellement au sein du paysage numérisé jusqu'à un horizon de cinquante ans. La phase de terrain menée au préalable à cette simulation (vérification des données sur l'occupation du sol, inventaires écologiques, pièges photos...) vient conforter les résultats obtenus. Le PNR espère faire à nouveau appel au logiciel SimOïko afin d'évaluer, sur son territoire, la contribution de ses actions et de celles de ses partenaires en termes de fonctionnalité des milieux et identifier les zones prioritaires à investir dans les prochaines années. Alexandre Poulain, apoulain@parc-opale.fr

[2] L'étude est financée par la région Hauts-de-France et la communauté de communes de la Terre des deux Caps qui a délégué la maîtrise d'ouvrage de l'étude de faisabilité au PNR CMO.

Métapopulation et réseaux écologiques

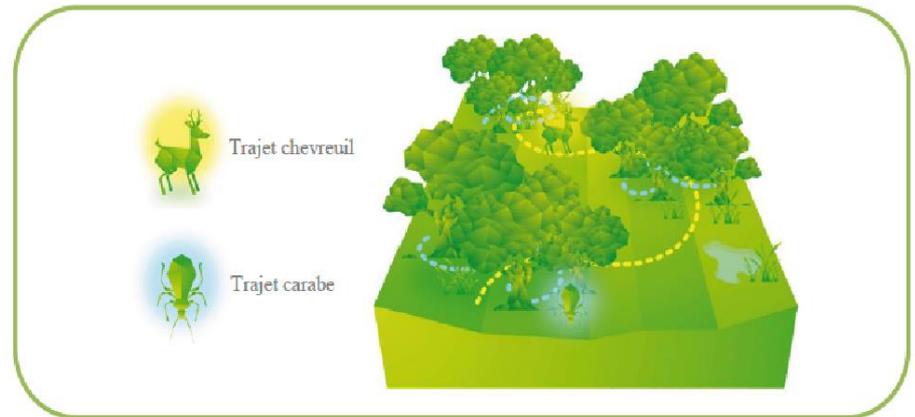
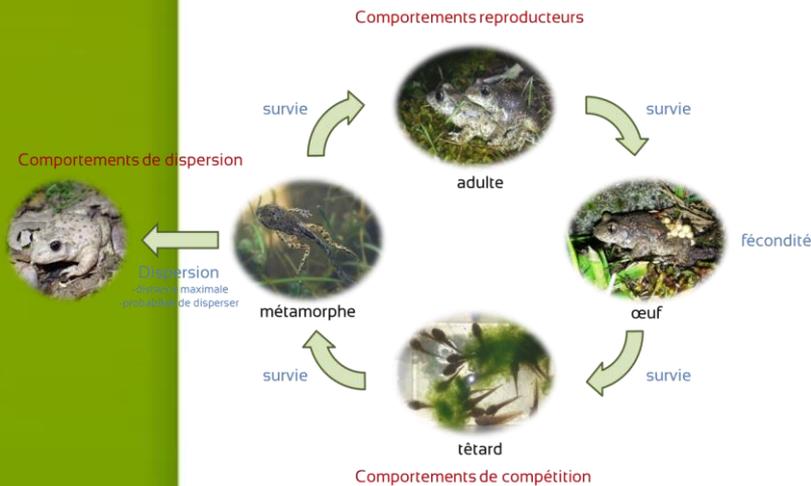


Simulateur SimOïko

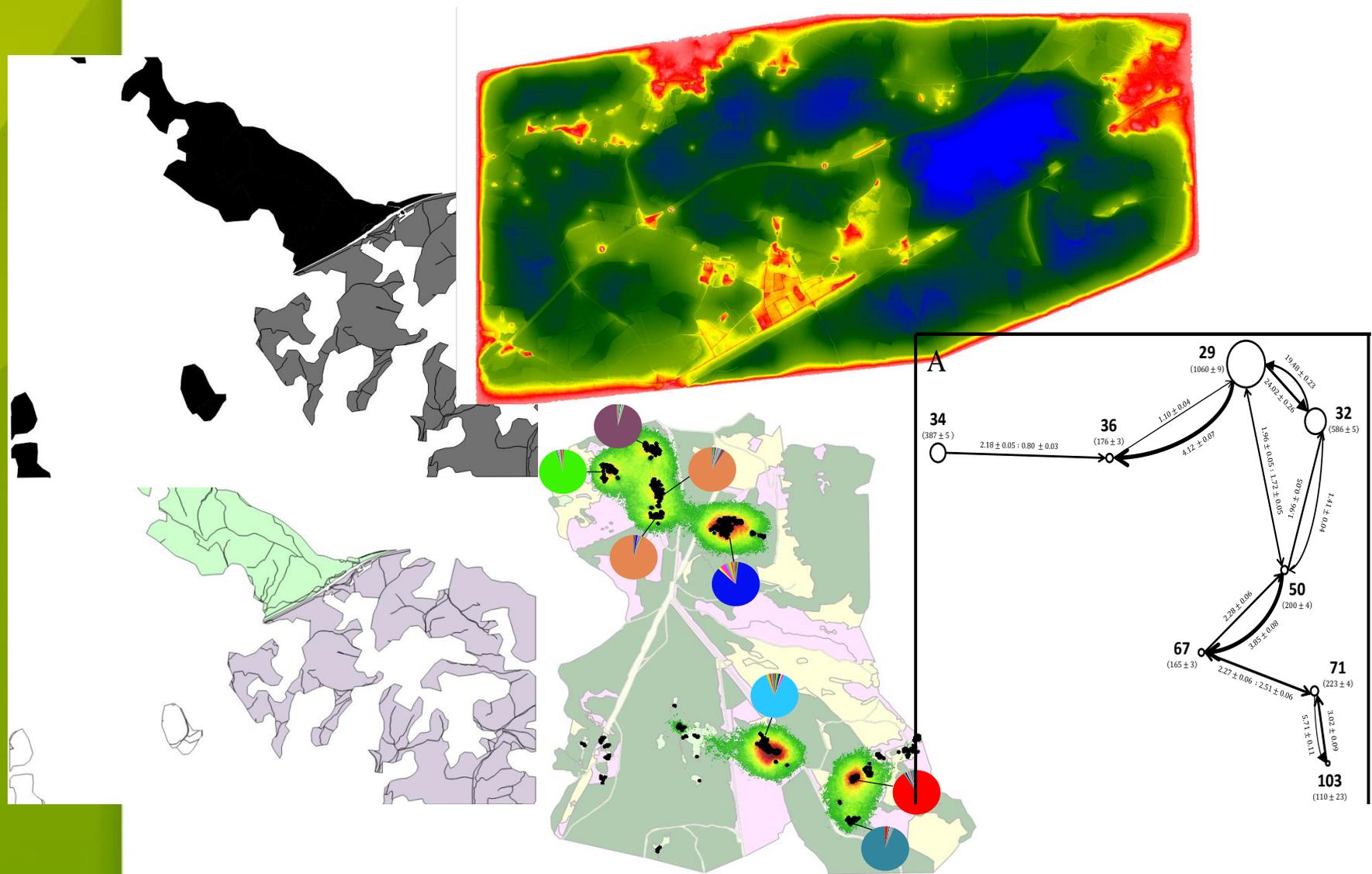


SimOïko est le logiciel de simulation numérique développé par la start-up TerrOïko. Cet outil est dérivé du modèle de recherche MetaConnect (Moulherat, 2014) et développé en partenariat avec la Station d'Ecologie Théorique et Expérimentale du CNRS à Moulis (FR).

SimOïko valorise les travaux de recherche issus de plusieurs projets nationaux et européens concernant le fonctionnement des métapopulations animales et végétales



Résultats produits



Résultats produits



ETUDE POUR LA DEFINITION DE LA TRAME VERTE ET BLEUE SUR LE TERRITOIRE DU GRAND NANCY

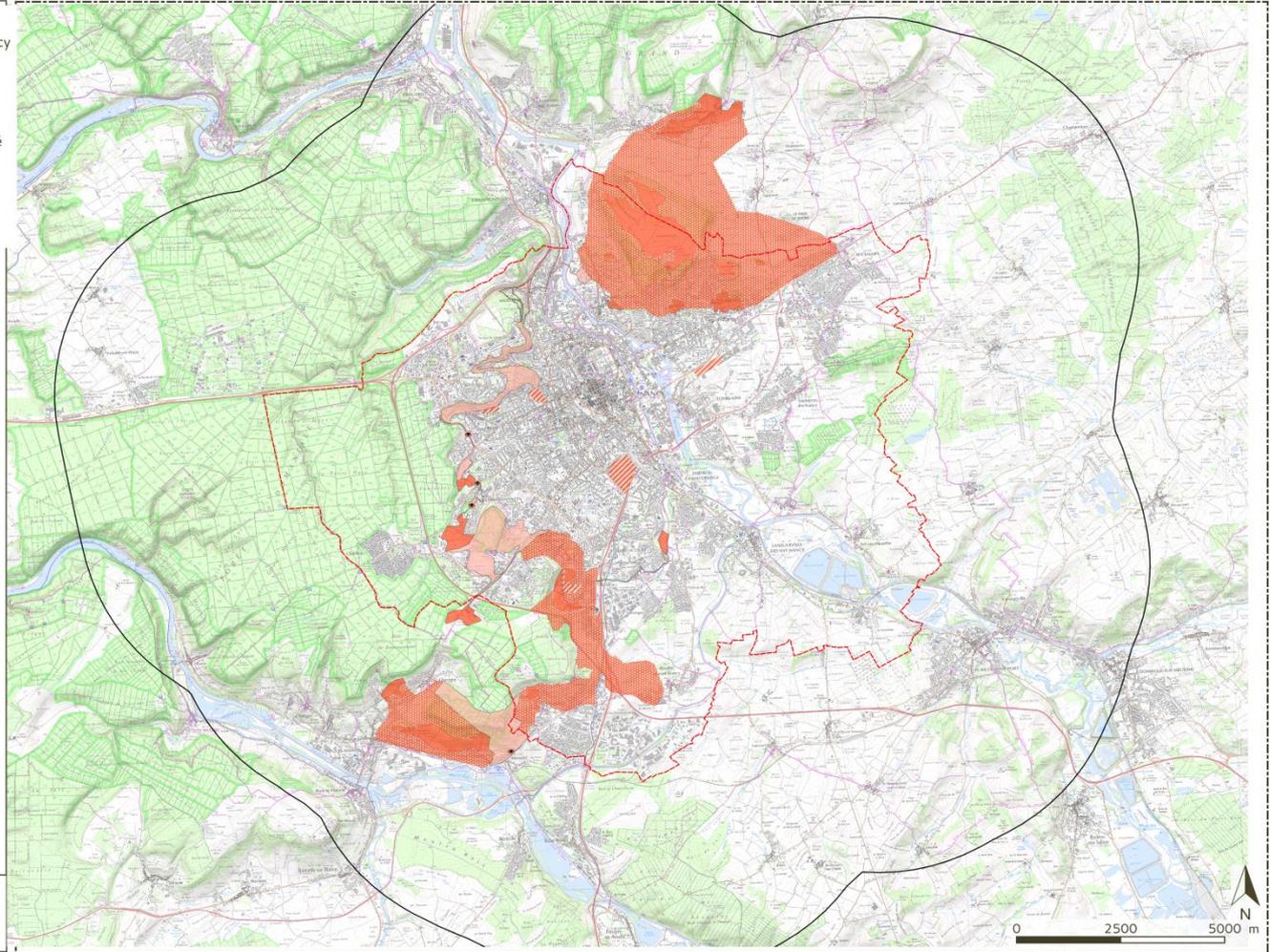
Carte interprétée trame thermophile

Légende

- Métropole du Grand Nancy
- Zone d'étude étendue

Interprétation

- Réservoirs de biodiversité
- Réservoirs urbains
- Continuum
- Corridors
- Point de vigilance



Eviter: Urbanisme Métropole Nancéenne



ETUDE POUR LA DEFINITION DE LA TRAME VERTE ET BLEUE SUR LE TERRITOIRE DU GRAND NANCY

ENJEUX TVB POUR LA PLANIFICATION URBAINE

Légende

Périmètre métropole

Enjeux TVB

Enjeux PLU

- Très fort
- Fort
- Moyen
- Faible

Enjeux continuités écologiques

- Points de vigilance aquatiques
- Points de vigilance trame humide
- Points de vigilance trame verte
- Linéaire de conflit

Améliorer les continuités écologiques

- Zones de friction écologique

Continuités écologiques

Trame aquatique

- Réservoirs de biodiversité aquatiques
- Corridors aquatiques

Trame humide

- Réservoirs de biodiversité
- Réservoirs de biodiversité secondaires
- Corridors
- Corridors urbains
- Continuum

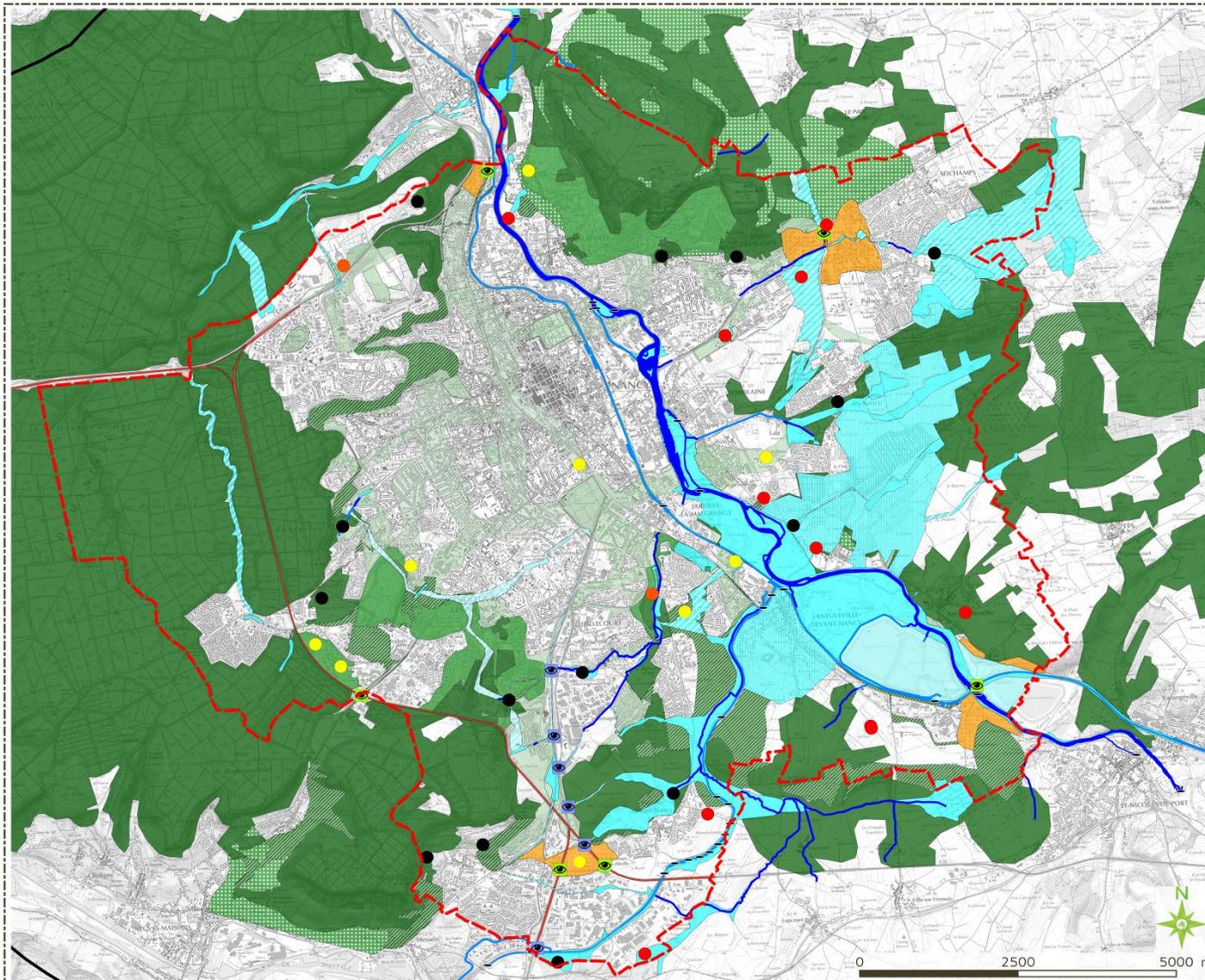
Trame verte

- Réservoirs de biodiversité
- Réservoirs de biodiversité secondaires
- Réservoirs de biodiversité urbains
- Corridors
- Corridors urbains
- Corridors urbains secondaires
- Continuum

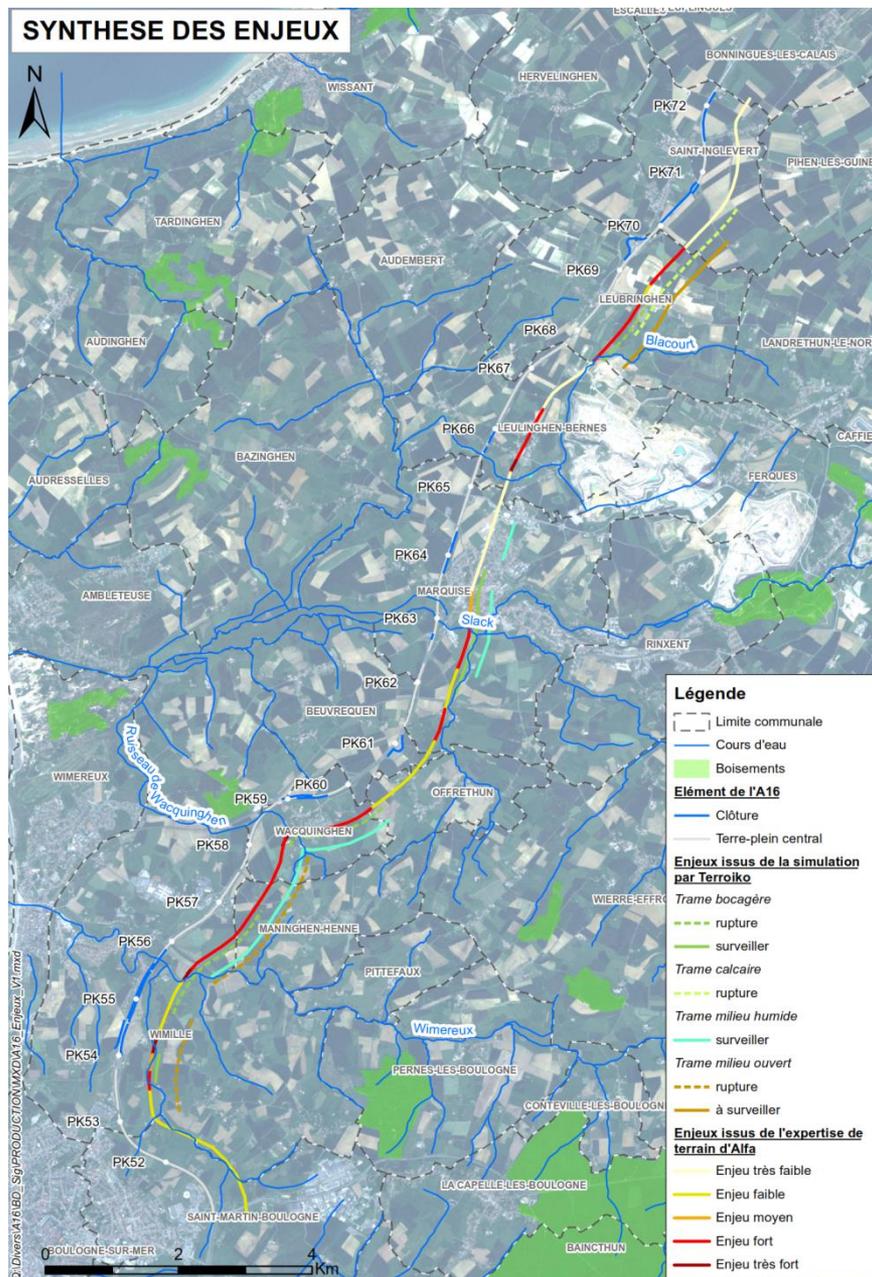
Sources : MGN, IGN, TerrOïko

métropole
GrandNancy

2017-02-07

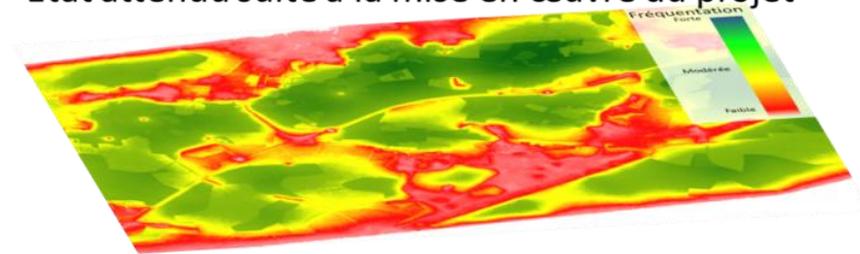


Réduire: Transparence de l'A16

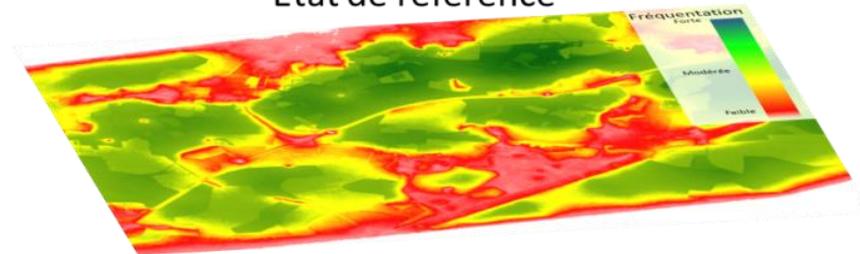


Réduire: Transparence de l'A16

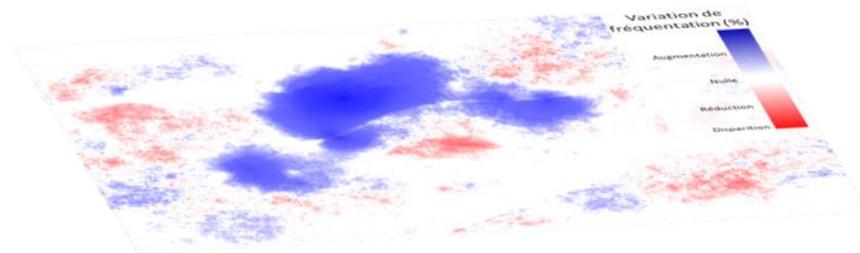
Etat attendu suite à la mise en œuvre du projet



Etat de référence



Variation du fonctionnement de la métapopulation

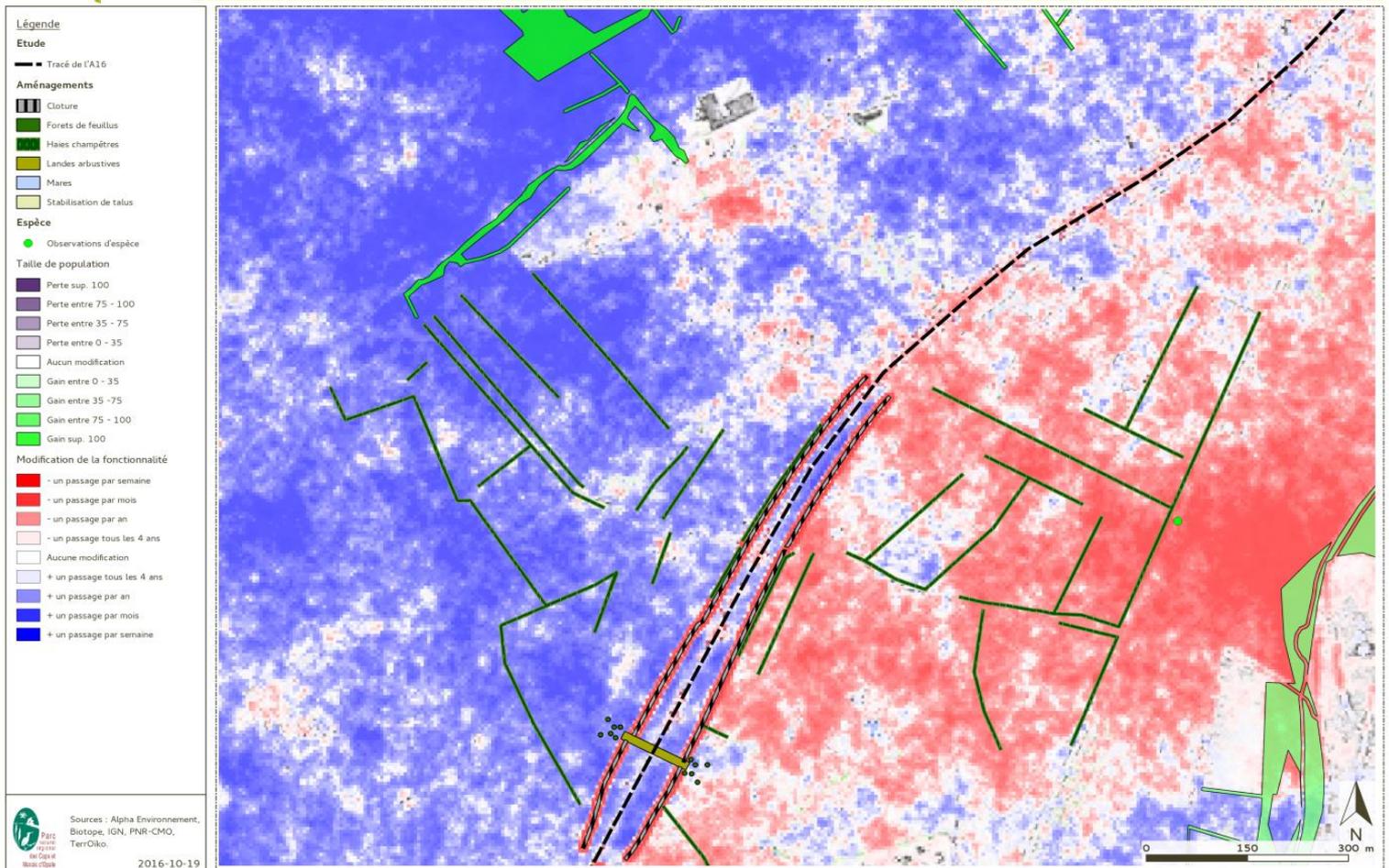


Réduire: Transparence de l'A16

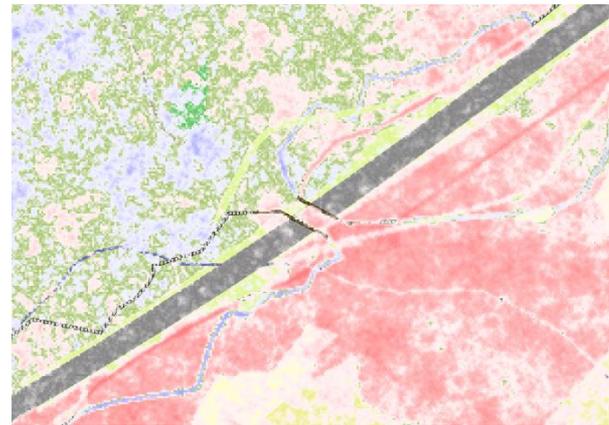
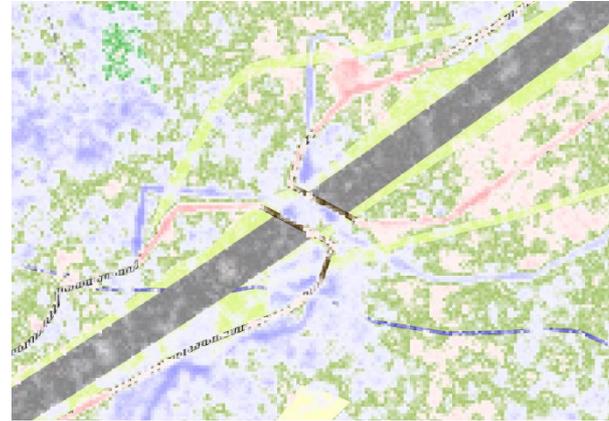
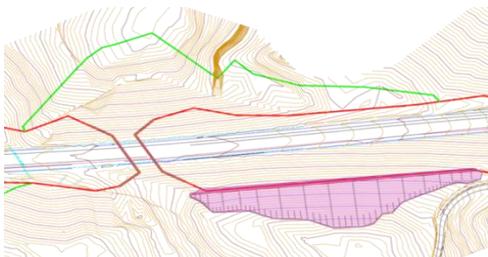
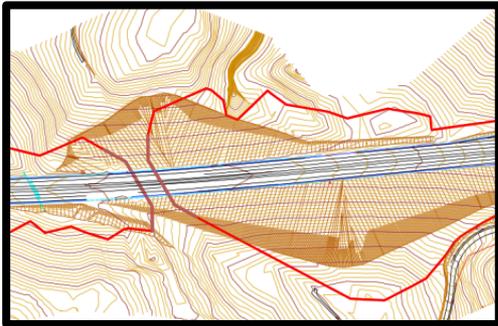
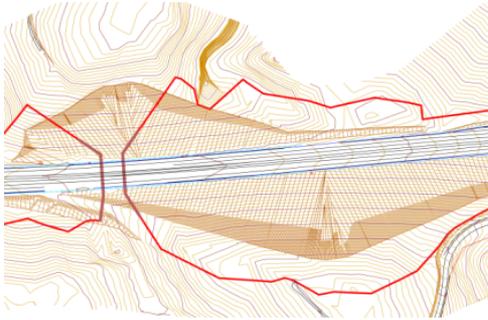


ETUDE DES CONTINUITES ECOLOGIQUES AUTOUR DE L'A16 (Wimille - Saint Inglevert)

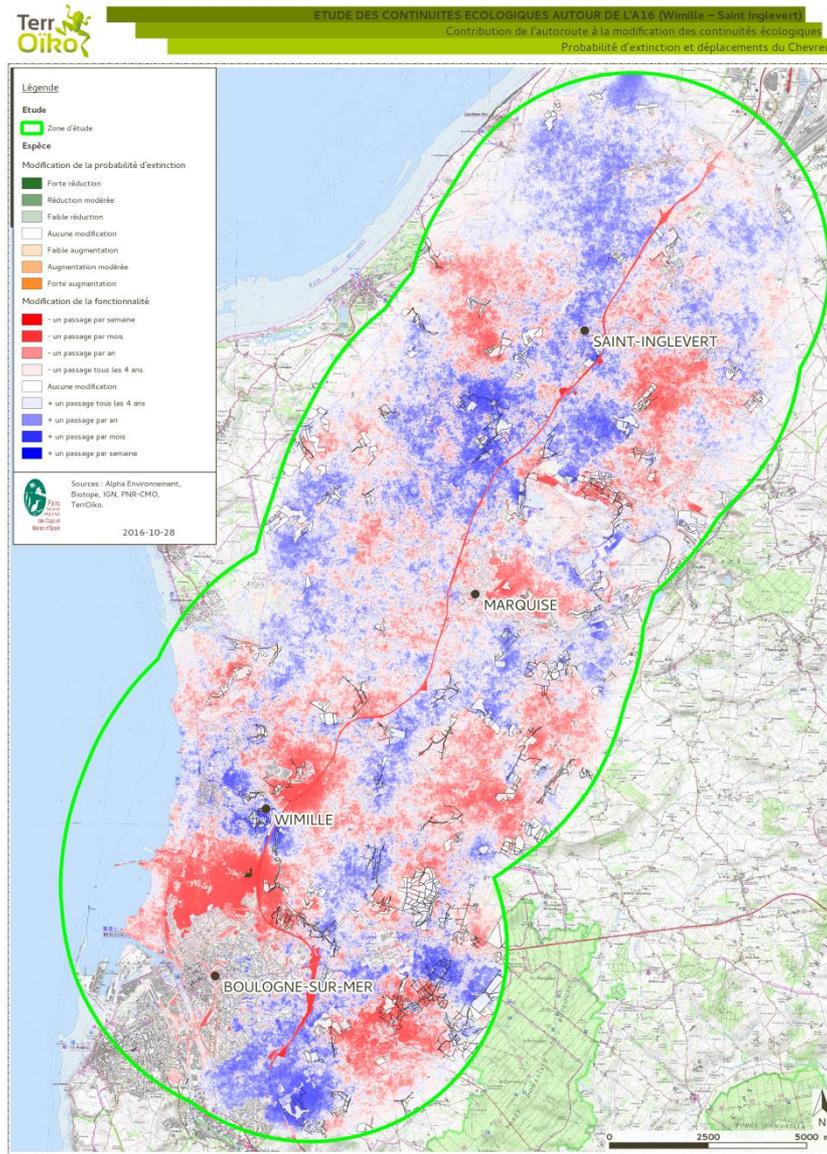
Taille de population et fréquence de déplacements du Chevreuil - Comparaison entre le scénario COTECH et le scénario COTECH +



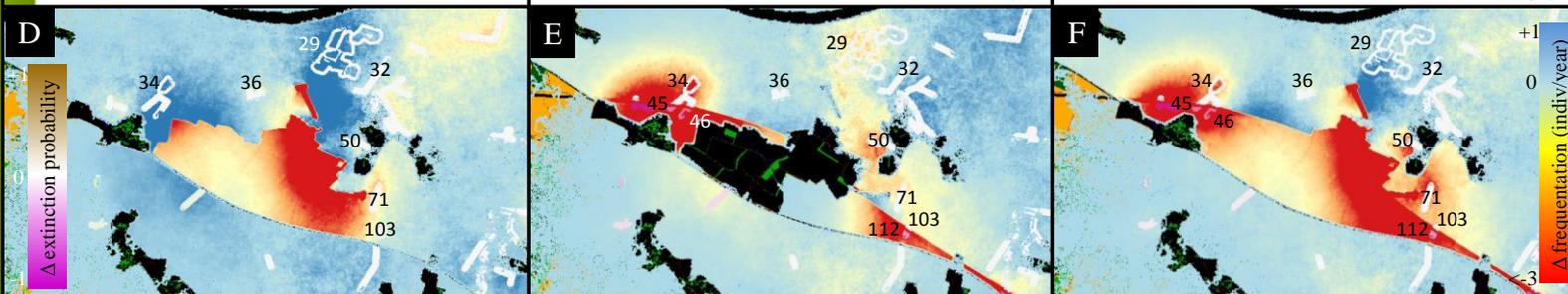
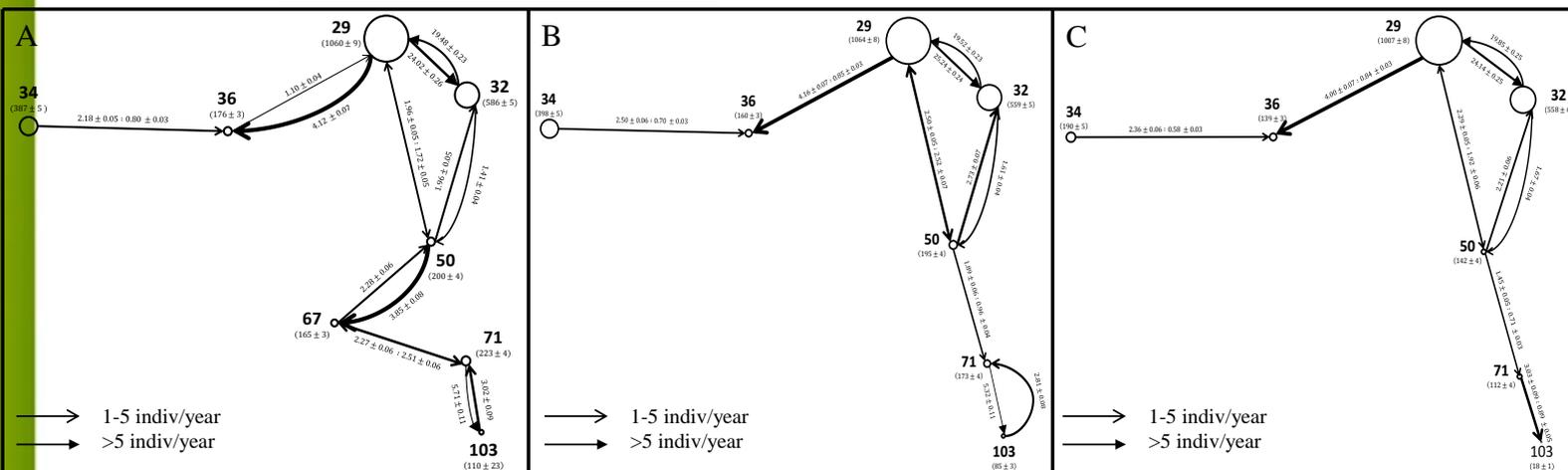
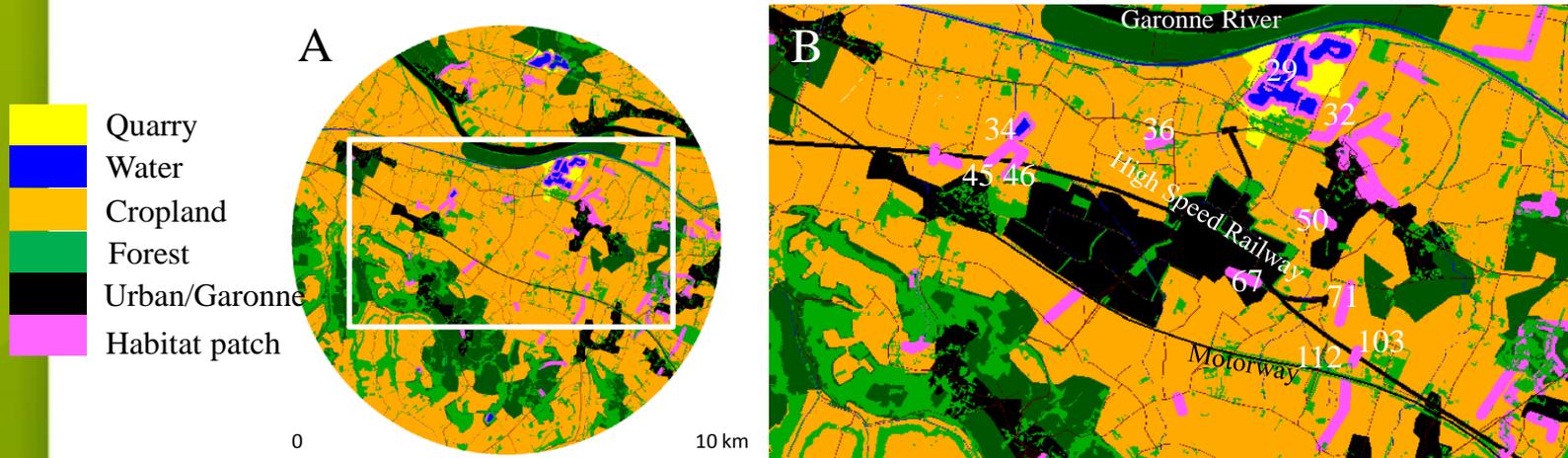
Design d'aménagement



Calcul des impacts résiduels



Impacts cumulés





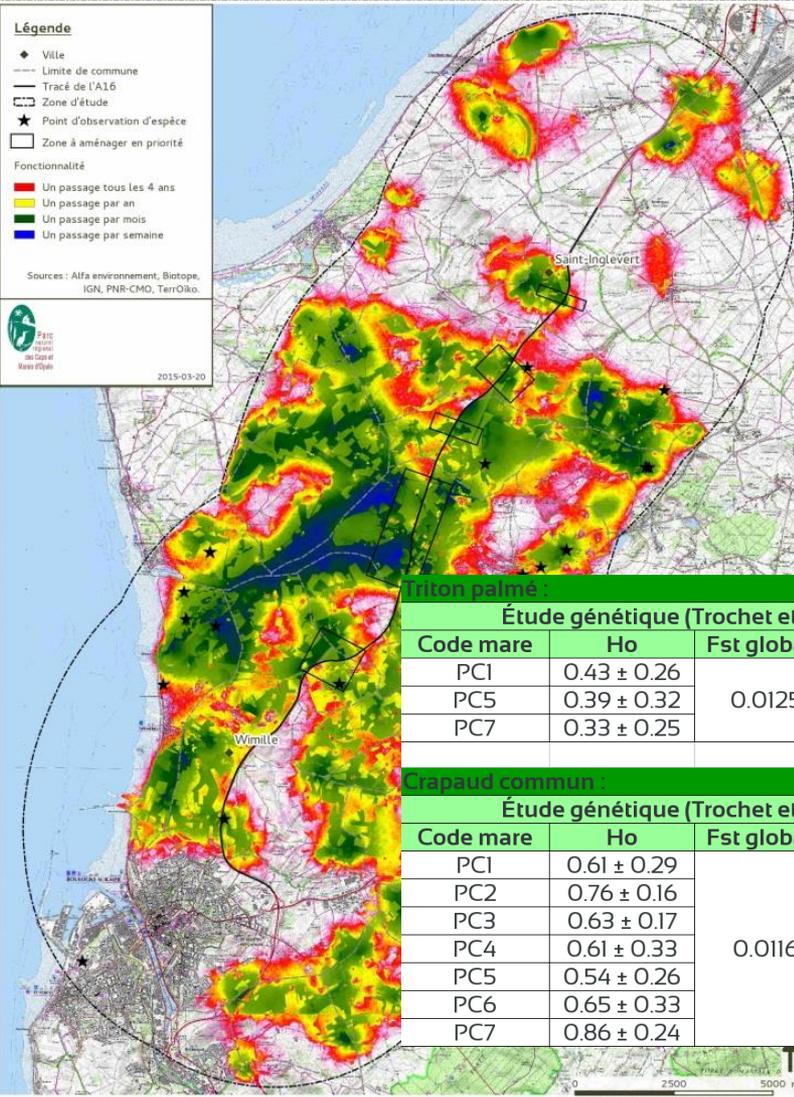
Ce document provient du site internet www.agglo.agen.fr, les droits de reproduction sont réservés et strictement limités

Merci de votre attention

Fiabilité

Terr
Oiko

ETUDE DES CONTINUITES ECOLOGIQUES AUTOUR DE L'A16 (Wimille - Saint-Inglévert)
Déplacements du Crapaud commun



Crabon palme

Étude génétique (Trochet et al. 2014)

Code mare	Ho	Fst globale	% de migrant
PC1	0.43 ± 0.26	0.0125	6% (1/17)
PC5	0.39 ± 0.32		
PC7	0.33 ± 0.25		

Simulations

Code mare	Ho	Fst globale	% de migrant
150	0.39 ± 0.14	0.054	23%
265	0.35 ± 0.07		
146	0.35 ± 0.13		

Crapaud commun

Étude génétique (Trochet et al. 2014)

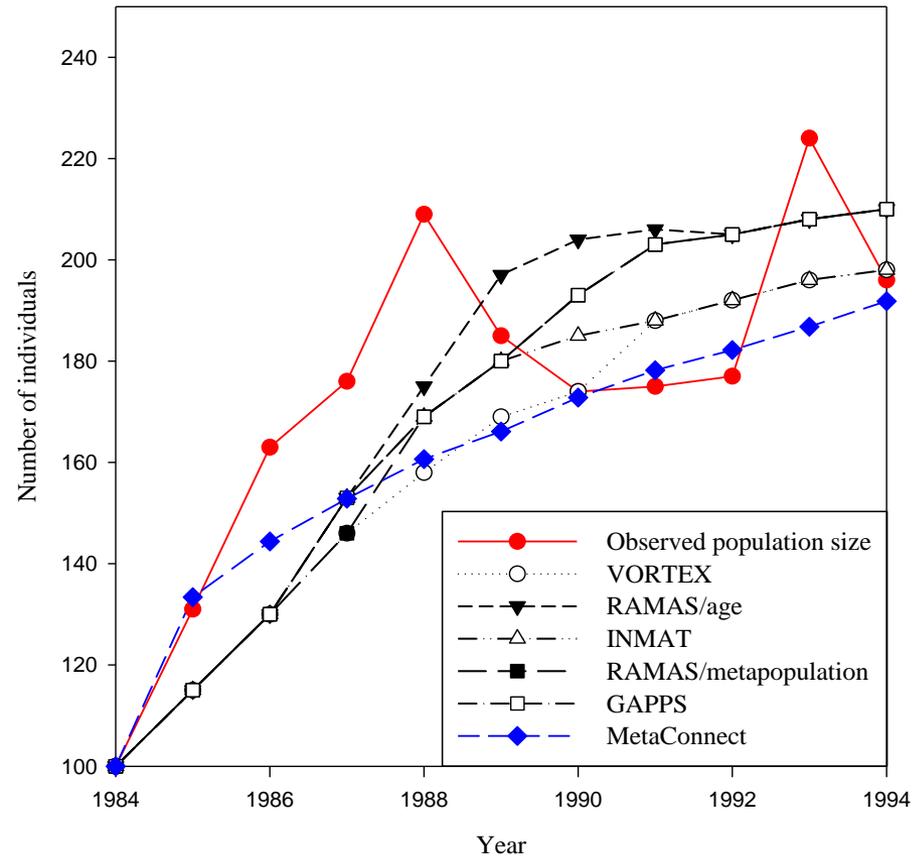
Code mare	Ho	Fst globale	% de migrant
PC1	0.61 ± 0.29	0.0116	15% (7/46)
PC2	0.76 ± 0.16		
PC3	0.63 ± 0.17		
PC4	0.61 ± 0.33		
PC5	0.54 ± 0.26		
PC6	0.65 ± 0.33		
PC7	0.86 ± 0.24		

Simulations

Code mare	Ho	Fst globale	% de migrant
150	0.34 ± 0.07	0.11	10%
145	0.29 ± 0.09		
45	0.34 ± 0.07		
203	0.29 ± 0.1		
265	0.35 ± 0.1		
184	0.30 ± 0.2		
146	0.4 ± 0.21		

MetaConnect, validation du noyau :

Demography (Brook et al., 1997)



GAPPS

INMAT

RAMAS/age

RAMAS/metapop

VORTEX

MetaConnect

211±28

199±20

194±49

205±40

197±37

192±35

MetaConnect, validation du noyau :

Génétique (Landguth & Cushman, 2010)

