

11-14 September 2018
Eindhoven, The Netherlands



A user-friendly computer platform to assess the impact of transport infrastructures on wildlife: A case study with the Eurasian lynx in France

Sarah Bauduin, Laetitia Blanc, Cyril Bernard, Anaïs Charbonnel, Luc Chrétien, Christophe Duchamp, Estelle Germain, Arzhela Hemery, Stephanie Kramer-Schadt, Eric Marboutin, Alain Morand, Fridolin Zimmermann, and Olivier Gimenez



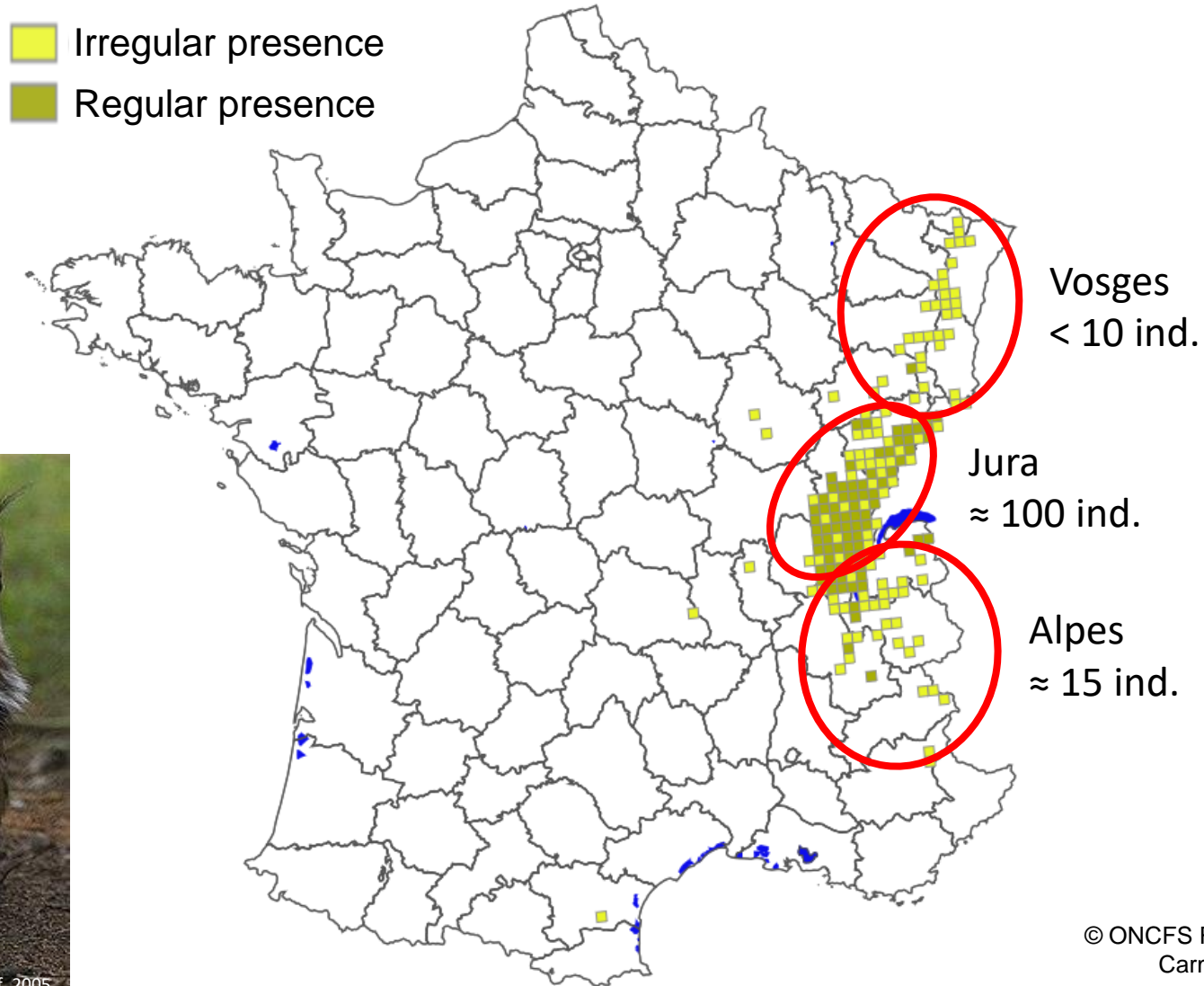
Programme • **ITTECOP**
Infrastructures de transports terrestres, écosystèmes et paysages

The Eurasian lynx in France (2017)

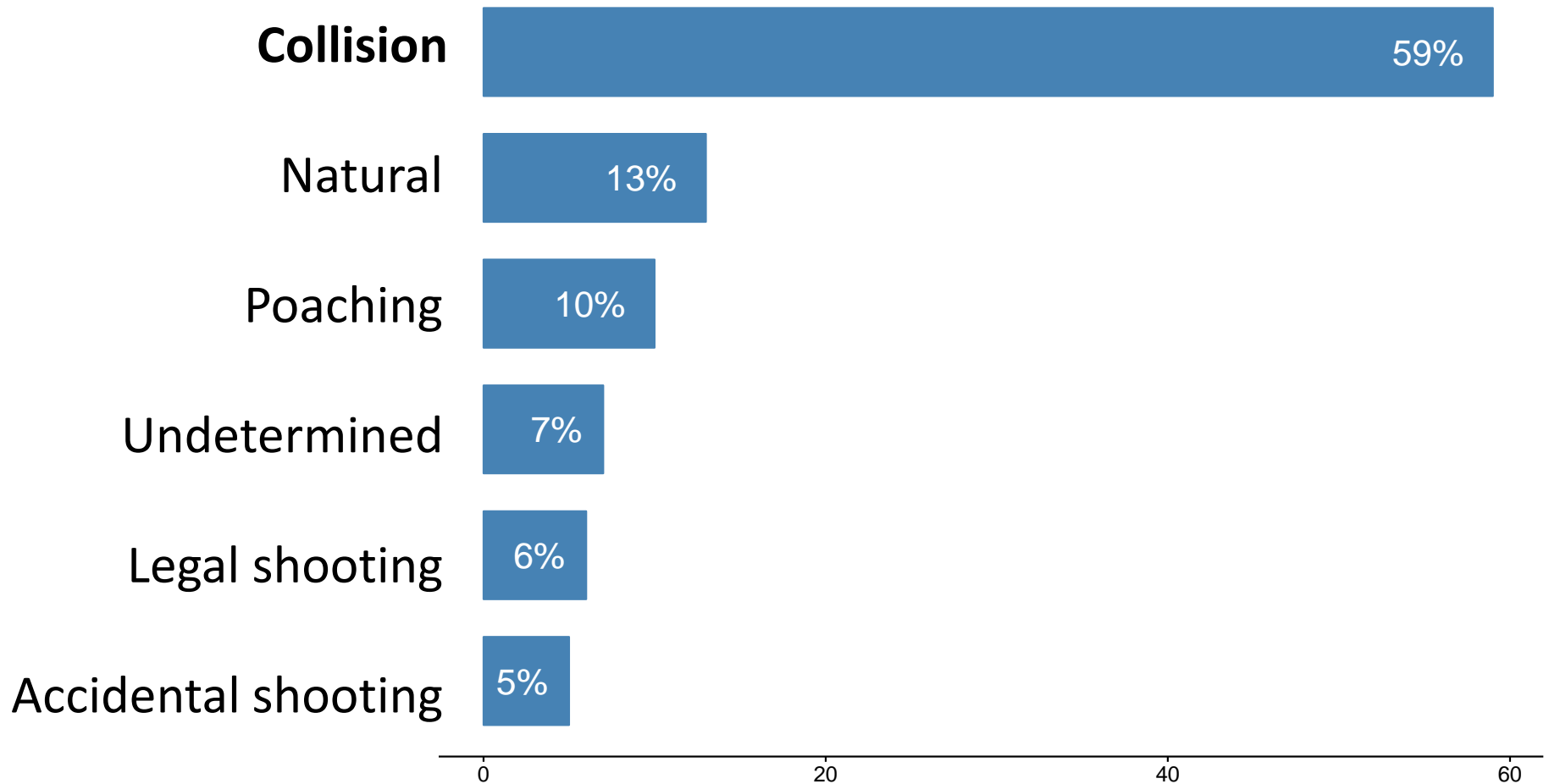
(Lynx lynx)



Bernard Landgraf, 2005



Mortality causes in France

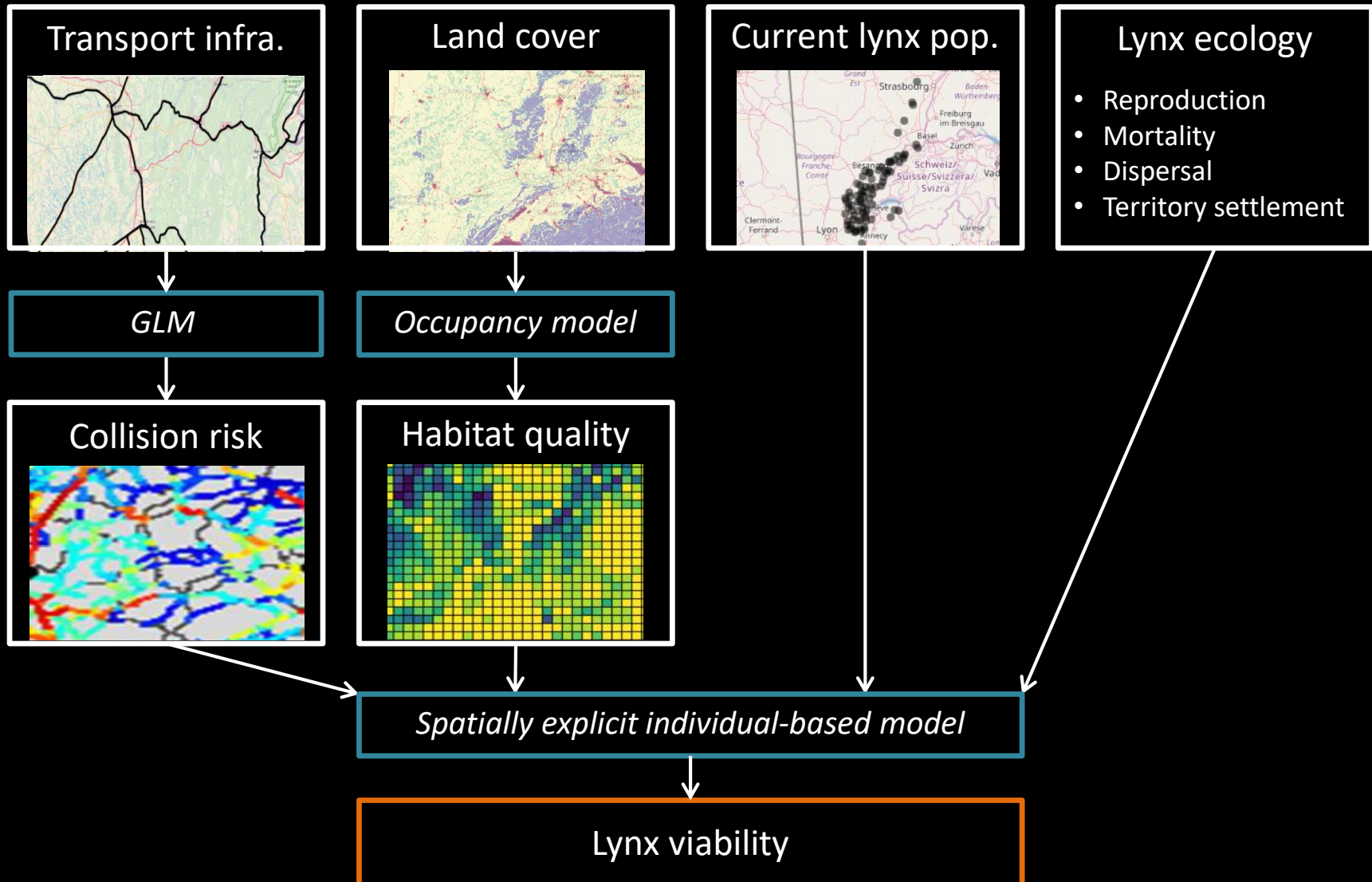


Goals

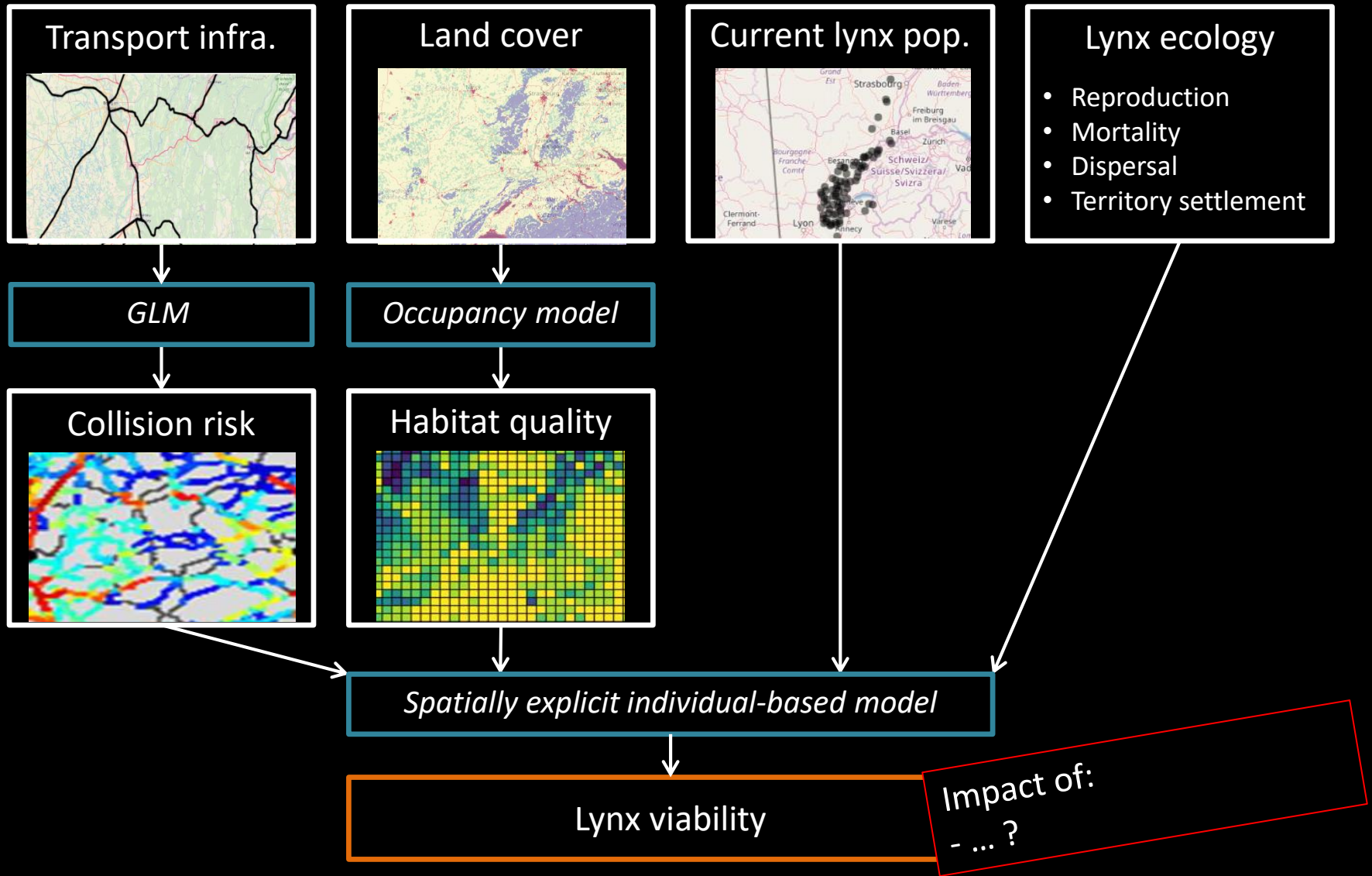
- Provide a tool to help decision-making to reduce lynx collisions
 - Build a model:
Lynx viability \sim transport infrastructure
 - Develop a user-friendly interface



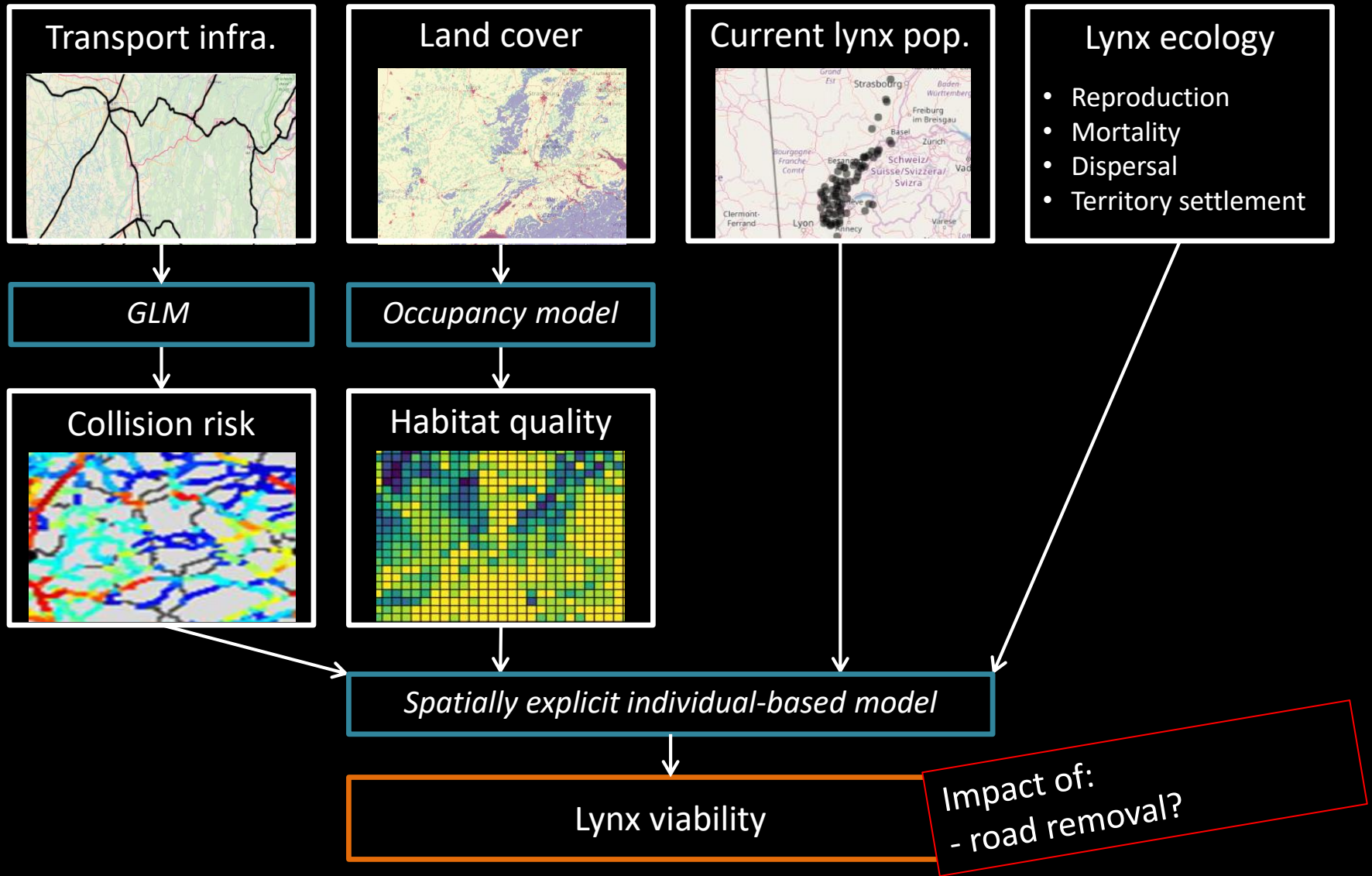
Lynx model



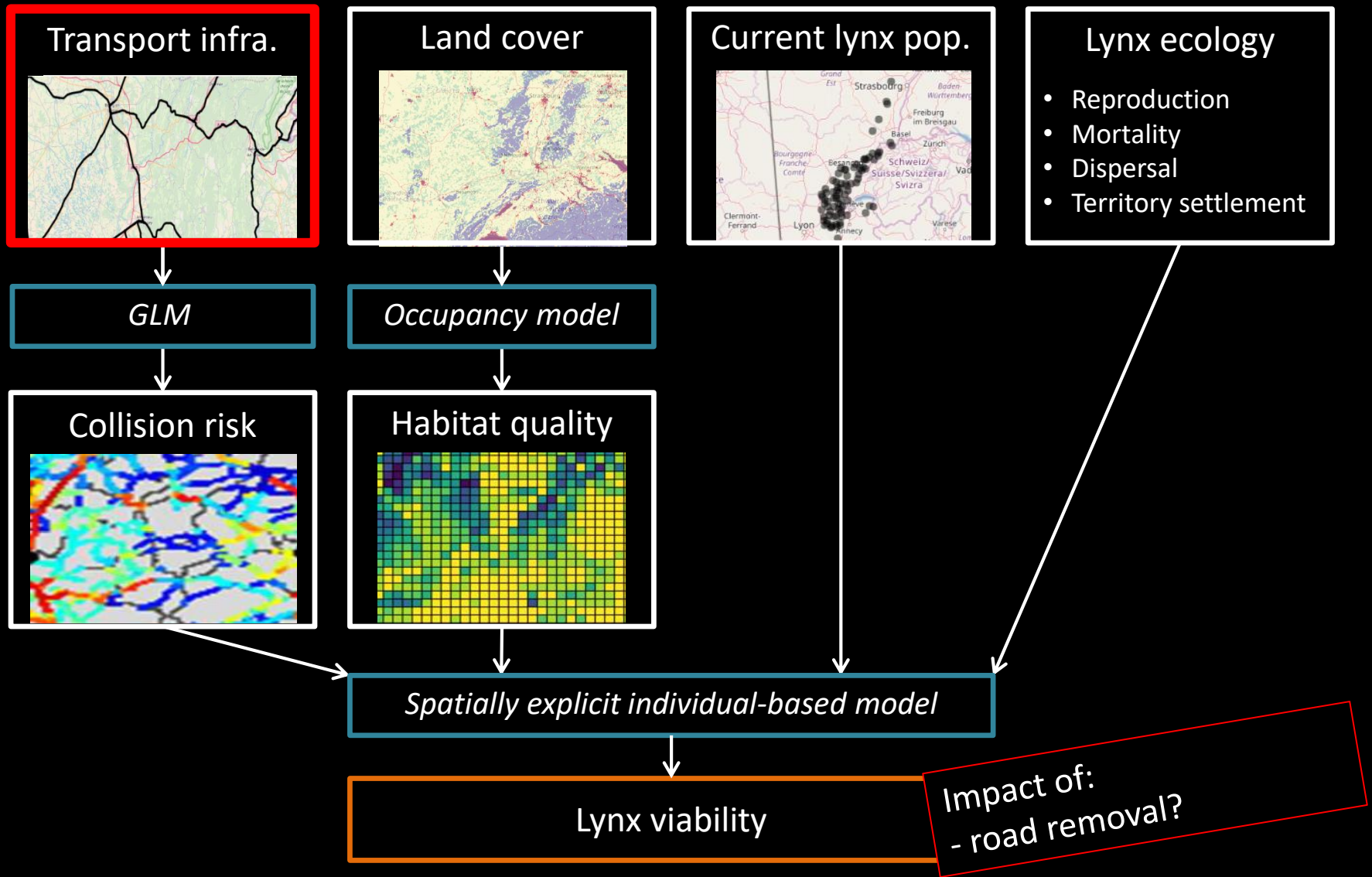
Testing the impact of management actions



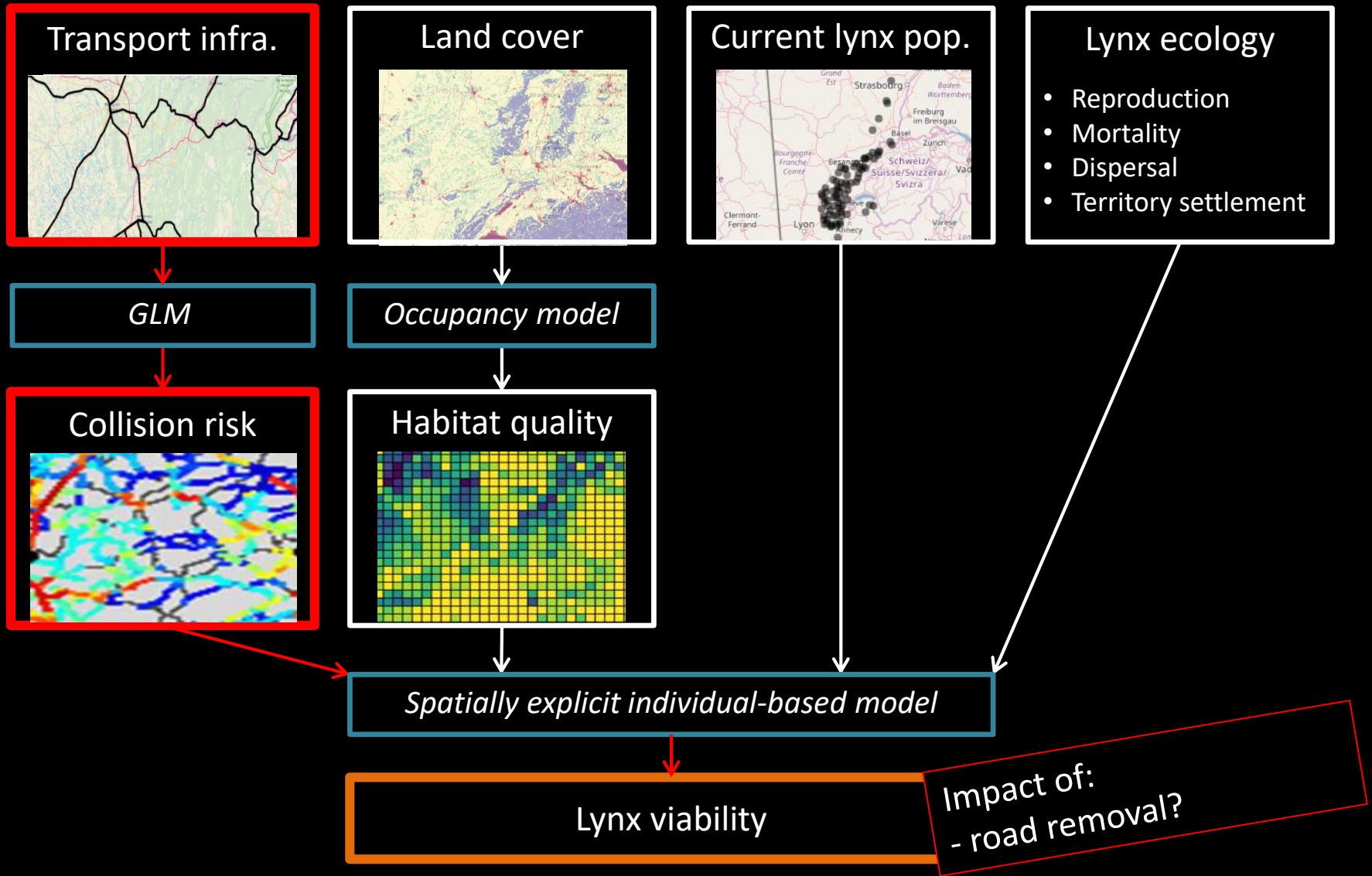
Testing the impact of management actions



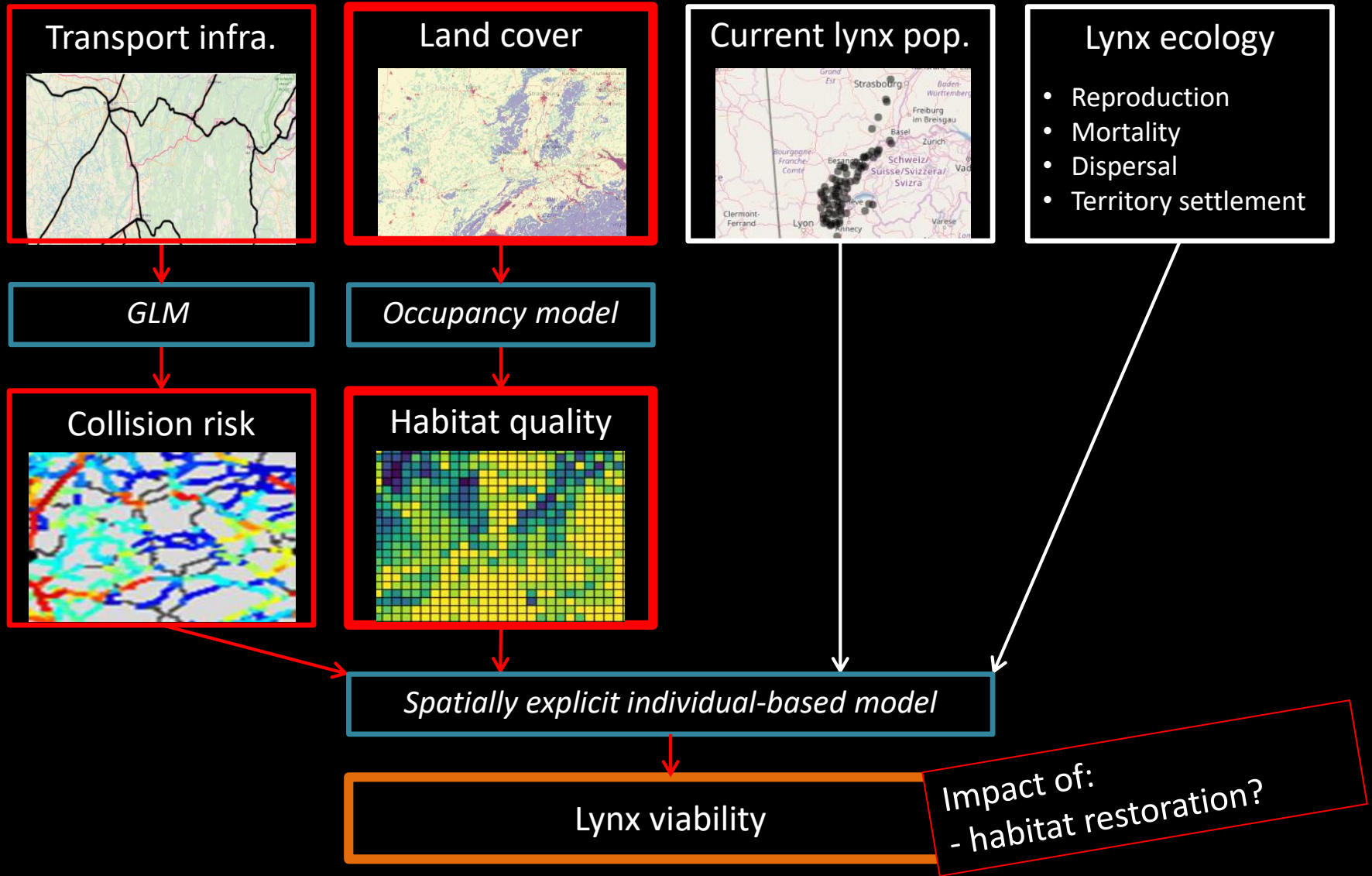
Testing the impact of management actions



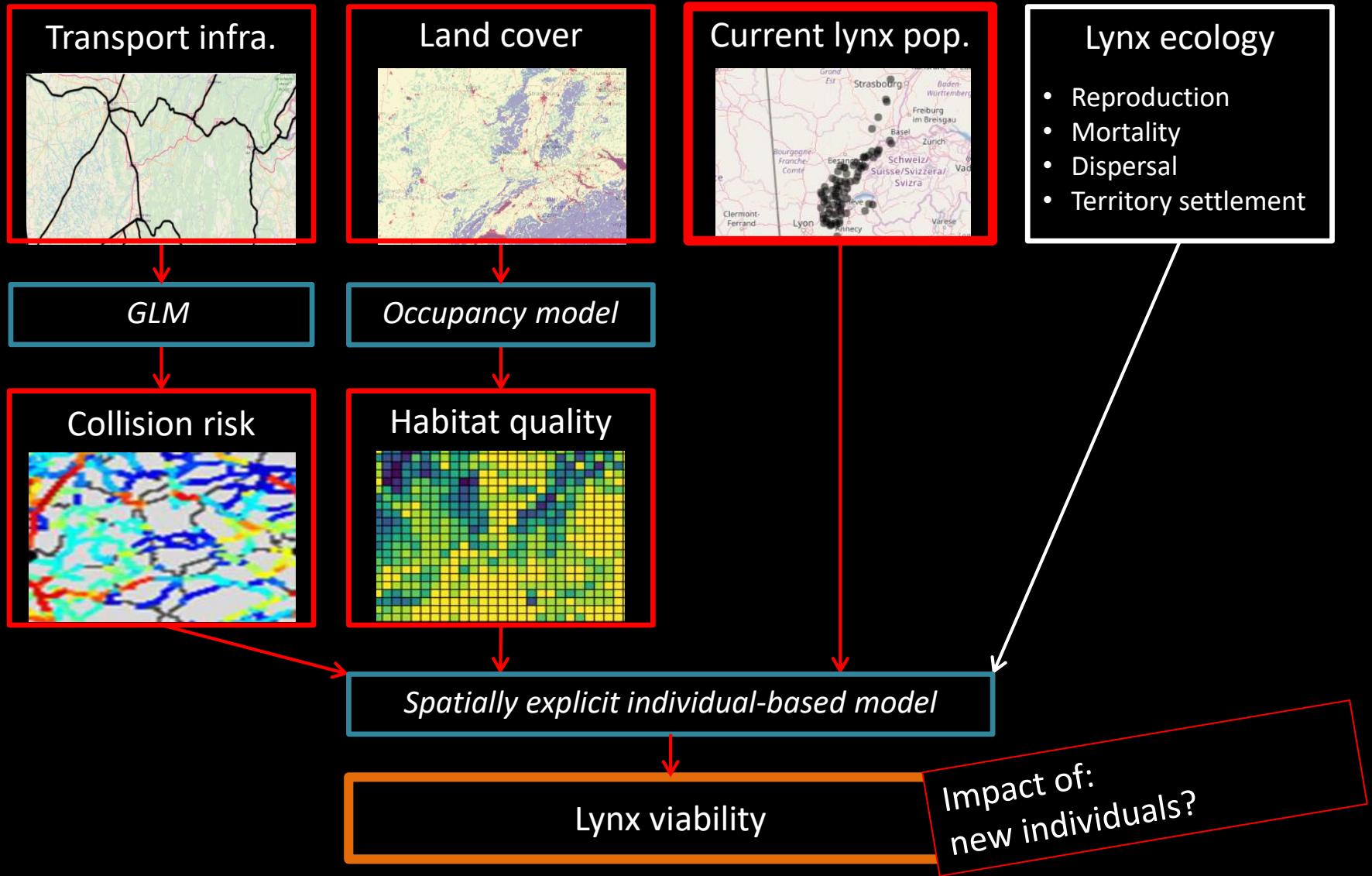
Testing the impact of management actions



Testing the impact of management actions



Testing the impact of management actions



Interface

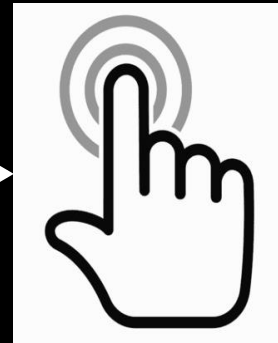
- Computer platform to use the model
 - Operational

Lynx viability

Impact of:
- ... ?

- User-friendly

```
40021739316511784874971059001015434
9942237717413117600063209456214885927
7471411986712062111677075388712011595207
297227006992233677075388712011595207
87540054992233677075388712011595207
8102002233677075388712011595207
4683002233677075388712011595207
62472254543369444556774007808148346
6321148889006650233556774007808148346
34113156784864117434422378489148346
0084795182723395022707600909113020
405000532443288445490814048644926
9833837944607070489574886445886926
635603127189273843342249964286686
85765208243280723488734341293875
314786335881300530306192445463335
72012505046793966099129214205764
98258219017542135367448498360942
087700856723411412712128463896025
72523910006080936773846334624745
1616348441964690444821023046145
```



Éviter, réduire et compenser le risque de mortalité du Lynx par collision avec les véhicules de transport

Le projet 'Éviter, réduire et compenser le risque de mortalité du Lynx boréal (Lynx lynx) par collision avec les véhicules de transport' a pour objectif de mettre en commun, compléter et exploiter les résultats de précédents travaux en lien avec la viabilité des populations de lynx, les risques de collision lors du franchissement d'infrastructures de transports terrestres et les mesures correctrices.

Ce projet de recherche appliquée à portée opérationnelle rassemble un ensemble diversifié d'acteurs (publics et privés ; chercheurs, gestionnaires d'espaces naturels et spécialistes des carnivores ; gestionnaires d'infrastructures et spécialistes en charge de l'ingénierie des routes et de la planification des transports, etc.) autour d'une espèce et problématique à enjeu élevé.



Outil d'aide à la décision

Un des objectifs de ce projet est la mise au point d'un outil innovant et robuste en vue de renforcer la mise en oeuvre de politiques publiques d'aménagement du territoire telle la Trame Verte et Bleue et ses déclinaisons régionales. Le déploiement d'un tel outil constituera une aide à la décision dans le choix, la localisation et l'entretien de mesures correctrices prioritaires sur lesquelles orienter les efforts d'aménagement et de financement.

Cet outil repose sur un modèle mathématique nommé le modèle 'Lynx-Collisions-Habitat'. Ce modèle est un modèle individu-centré spatialement explicite permettant d'estimer une différence de viabilité ainsi que d'abondance pour la population de lynx en France entre différents scénarios. Ce modèle reproduit la dispersion et la dynamique de population du lynx, tout en incluant l'effet des infrastructures de transport et du paysage. Les modifications de viabilité et d'abondance du lynx seront testées en fonction de différents aménagements touchant les infrastructures de transport ainsi que le paysage.

Cette interface a été créée pour permettre à toutes personnes d'utiliser le modèle sans besoin de connaissances préalables en modélisation ou en informatique. L'onglet **Collisions lynx-véhicules** permet de créer un scénario d'aménagement au niveau des infrastructures de transport (routes et chemins de fer) en modifiant un ou plusieurs paramètres du réseau : la présence d'infrastructures de transport sur le territoire, la vitesse de circulation des véhicules ainsi que le trafic sur ces axes. Ces modifications vont impacter le risque de collision entre le lynx et les véhicules de transport et par conséquent la survie des individus. L'onglet **Habitat du lynx** permet de créer un scénario d'aménagement au niveau du couvert paysager en modifiant la répartition du couvert forestier, du couvert arbustif et de la présence des centres urbains. Ces modifications vont impacter l'habitat du lynx et par conséquent sa distribution dans le paysage. L'onglet **Population de lynx** permet de créer un scénario de réintroduction en ajoutant de nouveaux individus. Cette modification va impacter la population actuelle de lynx. L'onglet **Modèle** détaille les paramètres biologiques utilisés dans le modèle, ainsi que le fonctionnement des différentes parties du modèle mathématique représentant la reproduction du lynx, la dispersion des jeunes et l'établissement de nouveaux territoires, ainsi que les différentes sources de mortalité touchant les individus. Aucune modification au niveau du fonctionnement du modèle représentant la biologie du lynx n'est permise. Le dernier onglet **Exécution du modèle** permet d'exécuter le modèle 'Lynx-Collisions-Habitat' avec le scénario défini par les modifications effectuées au niveau des infrastructures de transport et/ou du paysage. Après la simulation effectuée, la différence, avec la situation actuelle (scénario où les infrastructures de transport et le paysage n'ont pas été modifiés), de viabilité ainsi que d'abondance pour la population de lynx, en France et aussi par massif montagneux (Vosges, Jura, Alpes), est retournée. Les résultats produits sont ensuite téléchargeables.

Équipe du projet:

- Olivier Gimenez, Sarah Bauduin, Aurélie Coulon - CEFE
- Estelle Germain, Anaïs Charbonnel, Charlotte-Anaïs Olivier - CROC
- Alain Morand, Luc Chrétien - CEREMA
- Christophe Duchamp, Nolwenn Drouet-Hoguet - ONCFS

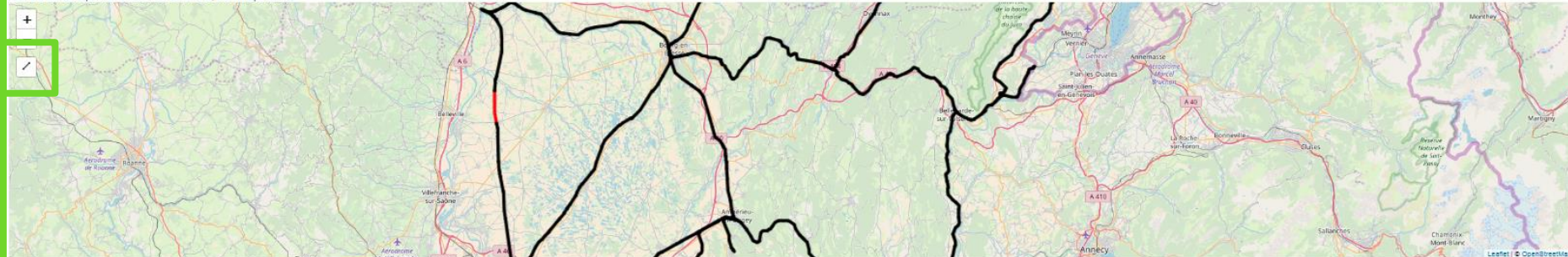


Comment modifier la carte des infrastructures de transport actuelles ?

Modifiez le réseau actuel d'infrastructures de transport en supprimant des segments routiers ou de chemins de fer, en modifiant les attributs de segments existants, et/ou en créant de nouveaux segments. Sélectionnez un ou plusieurs segments à modifier en cliquant dessus. Les segments sélectionnés vont s'allumer en rouge. Cliquez sur un segment pour le désélectionner. Les attributs des segments sélectionnés s'affichent en dessous de la carte.

Visualiser les modifications effectuées sur la carte affichée dans l'onglet **Infrastructures de transport modifiées**. Vous pouvez faire autant de modifications que souhaitées. Seules les modifications faites à l'intérieur de la zone d'étude définie par la limite du réseau actuel affiché seront prises en compte dans le modèle et auront un impact sur la population de lynx. Si plusieurs modifications sont faites sur un même segment, la modification retenue sera celle effectuée en dernier.

La carte demande plusieurs secondes à s'afficher, merci de patienter.



Segments sélectionnés:

Type d'infrastructure
LGV

Vitesse de circulation
2

Trafic
2.5

La vitesse de circulation correspond à la limitation de vitesse exprimée en km/h.
Le trafic est une moyenne du nombre de véhicules par heure.

Supprimer des segments:

Sélectionnez sur la carte les segments concernés puis cliquez sur le bouton ci-dessous

Supprimer

Modifier des segments:

Sélectionnez sur la carte les segments concernés, choisissez leurs nouveaux attributs avec les menus déroulants suivants puis validez la modification avec le bouton ci-dessous.

Type d'infrastructure

Autoroute

Vitesse de circulation

0

Trafic

0

Modifier

Créer des segments:

A l'aide de l'outil en haut à gauche sur la carte (sous le +/- du zoom), tracez un nouveau segment directement sur la carte. Définissez ensuite ses attributs avec les menus déroulants suivants puis validez la création avec le bouton ci-dessous.

Type d'infrastructure

Autoroute

Vitesse de circulation

0

Trafic

0

Créer

Annuler les modifications:

Supprimez toutes les modifications effectuées sur les infrastructures de transport et revenez à la carte d'origine.

Annuler

Estimer les risques de collisions entre lynx et véhicules

Générer la carte de probabilités de collisions qui incorpore les modifications effectuées sur les infrastructures de transports, comme visibles dans l'onglet **Infrastructures de transport modifiées** en cliquant sur le bouton ci-dessous. Une fois créée, la carte peut être sauvegardée.

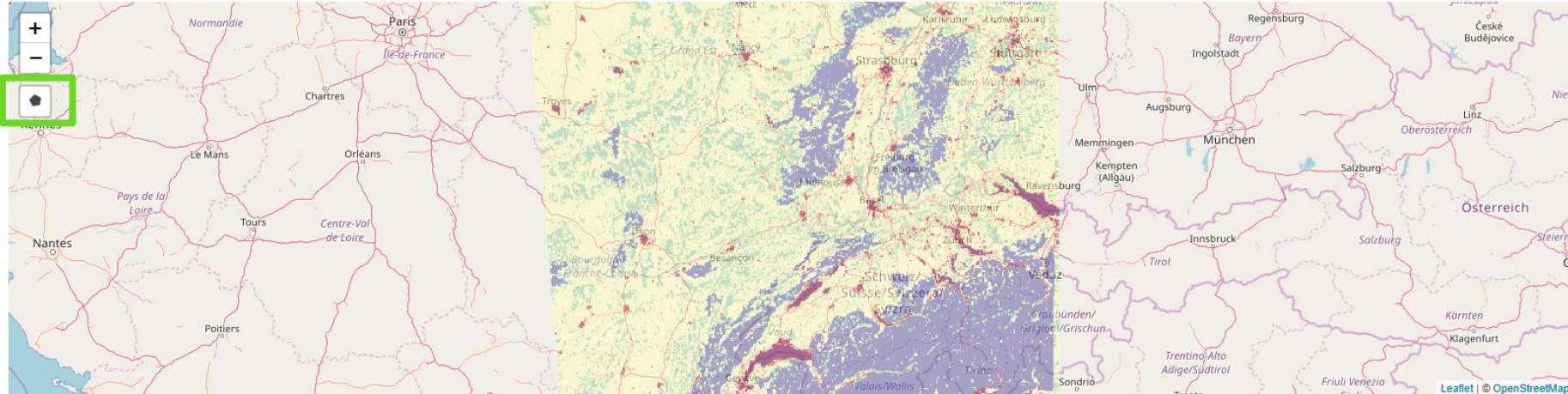
Estimer les probabilités de collisions

Comment modifier la carte du paysage actuel:

Modifiez le paysage actuel en modifiant le type de couvert de certaines régions.

Visualisez les modifications effectuées sur la carte affichée dans l'onglet **Paysage modifié**. Vous pouvez faire autant de modifications que souhaités. Seules les modifications faites à l'intérieur de la grille de cellule définissant le couvert paysager seront prises en compte dans le modèle et auront un impact sur la population de lynx. Si plusieurs modifications sont faites sur une même région, la modification retenue sera celle effectuée en dernier.

La carte demande plusieurs secondes à s'afficher, merci de patienter.



Légende:

- Forêts
- Arbustes
- Centres urbains

Modifier le couvert:

A l'aide de l'outil en haut à gauche sur la carte (sous le +/- du zoom), tracez un polygone directement sur la carte. Définissez le type de couvert pour les cellules sélectionnées à l'intérieur du polygone en cliquant sur l'un des boutons ci-dessous.

Forêt

Arbuste

Centre urbain

Annuler les modifications:

Supprimez toutes les modifications effectuées sur le paysage et revenez à la carte d'origine.

Annuler

ERC Lynx

Projet

Collisions lynx-véhicules

Habitat du lynx

Population de lynx

Modèle

Exécution du modèle

Habitat du lynx

Paysage actuel

Paysage modifié

Qualité d'habitat

Estimer la qualité d'habitat perçue par le lynx

Générer la carte de qualité d'habitat qui incorpore les modifications effectuées sur le paysage, comme visibles dans l'onglet **Paysage modifié** en cliquant sur le bouton ci-dessous. Une fois créée, la carte peut être sauvegardée.

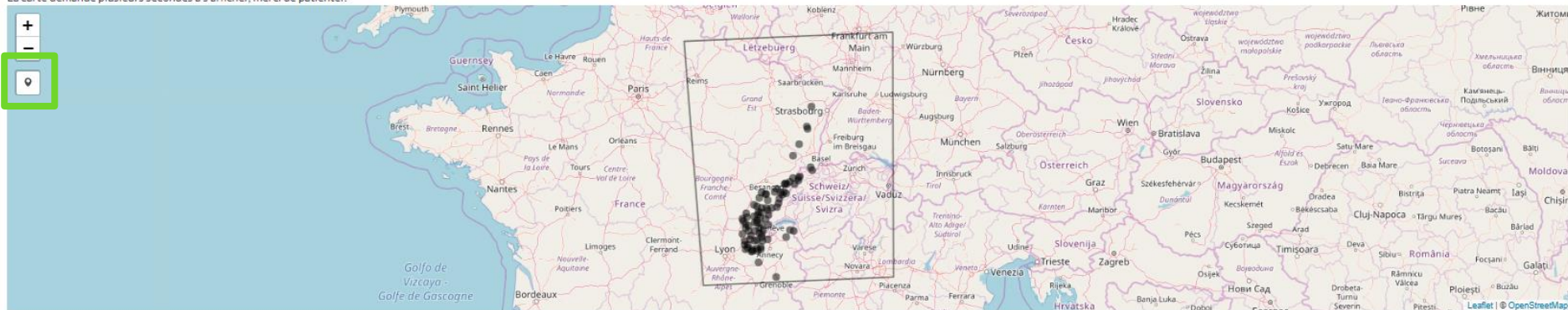
Estimer la qualité d'habitat

Comment modifier la population actuelle:

Modifiez la population actuelle en ajoutant de nouveaux individus.

Visualisez les modifications effectuées sur la carte affichée dans l'onglet **Population modifiée**. Vous pouvez ajouter autant d'individus que souhaités. Seuls les individus ajoutés à l'intérieur du rectangle définissant les limites de l'aire d'étude seront pris en compte dans le modèle et auront un impact sur la population de lynx.

La carte demande plusieurs secondes à s'afficher, merci de patienter.



Légende:

● Individu lynx

Ajouter des individus:

A l'aide de l'outil en haut à gauche sur la carte (sous le +/- du zoom), positionnez de nouveaux individus, un par un, directement sur la carte. Après chaque nouvelle position créée, définissez le sexe et l'âge pour l'individu avec les menus déroulants suivants puis validez chaque création avec le bouton ci-dessous.

Sexe

Femelle

Âge

0

Créer

Annuler les modifications:

Retirez tous les individus ajoutés et revenez à la carte d'origine.

Annuler

Le modèle 'Lynx-Collisions-Habitat' va être exécuté en incluant les dernières versions modifiées, si modifications il y a eu, des cartes d'infrastructures de transport et de paysage, ainsi que de la population actuelle. Le scénario testé d'aménagement des infrastructures de transport va impacter les probabilités de collisions entre lynx et véhicules et donc la survie du lynx. Le scénario testé d'aménagement du paysage va impacter la qualité d'habitat perçue par le lynx et donc ses déplacements. Le scénario testé de réintroductions d'individus va impacter la population initiale de lynx dans le modèle et donc l'abondance actuelle de la population. Les paramètres utilisés et le fonctionnement du modèle, relatif à la biologie de l'espèce, sont ceux détaillés dans l'onglet **Modèle** et sont, quant à eux, non modifiables.

Le modèle va simuler pour le scénario global testé, l'évolution de la population de lynx sur 50 ans. Plusieurs répliques (100 au total) du modèle vont être effectuées pour dégager une tendance générale de l'évolution de la population. Une différence de viabilité et d'abondance moyenne, pour la France et pour chaque massif montagneux (Vosges, Jura, Alpes), va être calculé entre le scénario global d'aménagement testé et le scénario actuel. Le scénario actuel représente l'évolution de la population de lynx sur 50 ans dans les conditions actuelles (c'est-à-dire, avec les infrastructures de transports, le paysage, et la population actuelle ainsi présentés dans l'interface et n'ayant subi aucune modification).

La **viabilité** de la population est définie comme le nombre de simulations sur les 100 répliques où la population compte au minimum 5 individus au bout de 50 ans de simulation. Cette viabilité est calculée sous forme de pourcentage. La différence de viabilité entre le scénario d'aménagement testé et le scénario actuel est calculé sous forme proportionnelle en pourcentage: $((\text{viabilité Sc.Actuel} - \text{viabilité Sc.Aménagement}) / \text{viabilité Sc.Actuel}) * 100$, et en points (différence de pourcentages): **viabilité Sc.Actuel - Sc.Aménagement**.

L' **abondance** moyenne de la population est la moyenne du nombre d'individus dans la population au bout de 50 ans de simulation sur les 100 répliques. La différence d'abondance moyenne entre le scénario d'aménagement testé et le scénario actuel est calculé sous forme proportionnelle en pourcentage: $((\text{abondance moyenne Sc.Actuel} - \text{abondance moyenne Sc.Aménagement}) / \text{abondance moyenne état actuel}) * 100$, et en nombre d'individus: **abondance moyenne Sc.Actuel - abondance moyenne Sc.Aménagement**

Lancer les 100 simulations

L'exécution des 100 répliques du modèle pour le scénario d'aménagement testé prend plusieurs heures, merci de patienter.
Les résultats seront ensuite téléchargeables ci-dessous.

Conclusions

- Benefits of a co-construction with stakeholders
 - Use of local knowledge
 - Approval and trust of the users
- Benefits of a user-friendly interface
 - Multiple users with different backgrounds
- Next steps
 - Test case studies
 - Train users

11-14 September 2018
Eindhoven, The Netherlands



Thank you!

Sarah Bauduin, Laetitia Blanc, Cyril Bernard, Anaïs Charbonnel, Luc Chrétien, Christophe Duchamp, Estelle Germain, Arzhela Hemery, Stephanie Kramer-Schadt, Eric Marboutin, Alain Morand, Fridolin Zimmermann, and Olivier Gimenez



sarah.bauduin@cefe.cnrs.fr

