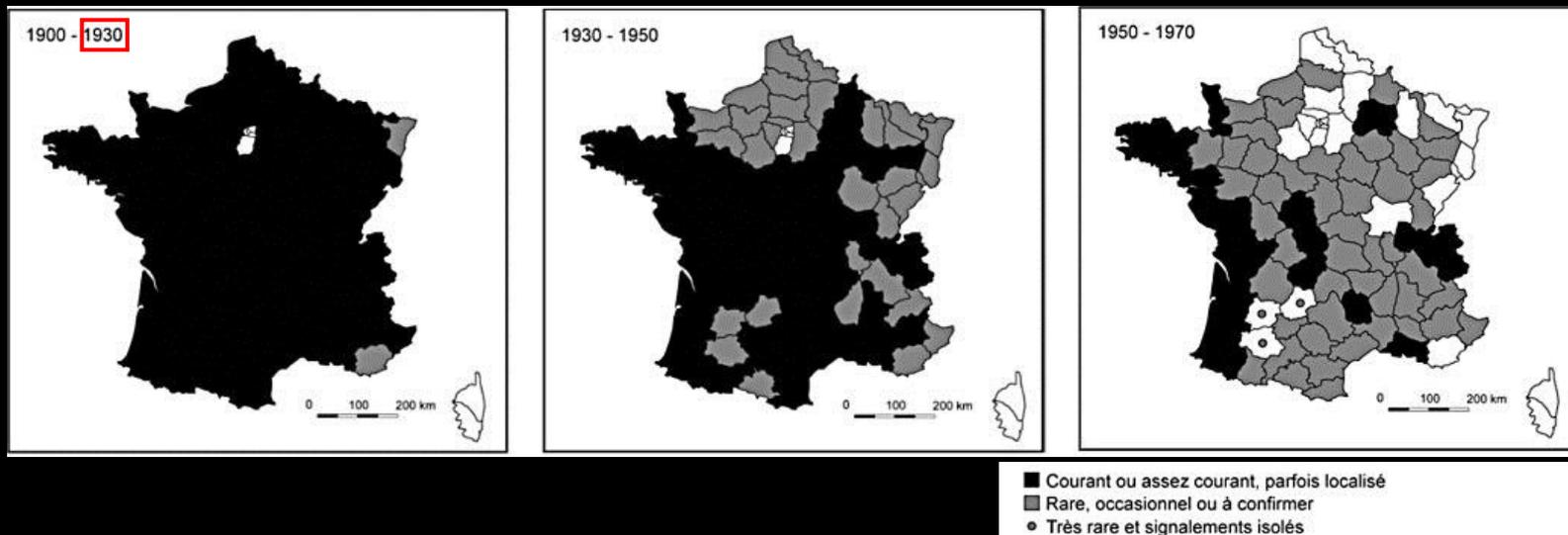


Séminaire Loutre  
16/06/2016

Audrey SAVOURÉ-  
SOUBELET\*, Isabelle  
WITTÉ, Laura FLAMME,  
Guillaume GRECH & Patrick  
HAFFNER\*

# ***Analyse du potentiel d'accueil de la Loutre d'Europe***

# Evolution de la répartition de la Loutre

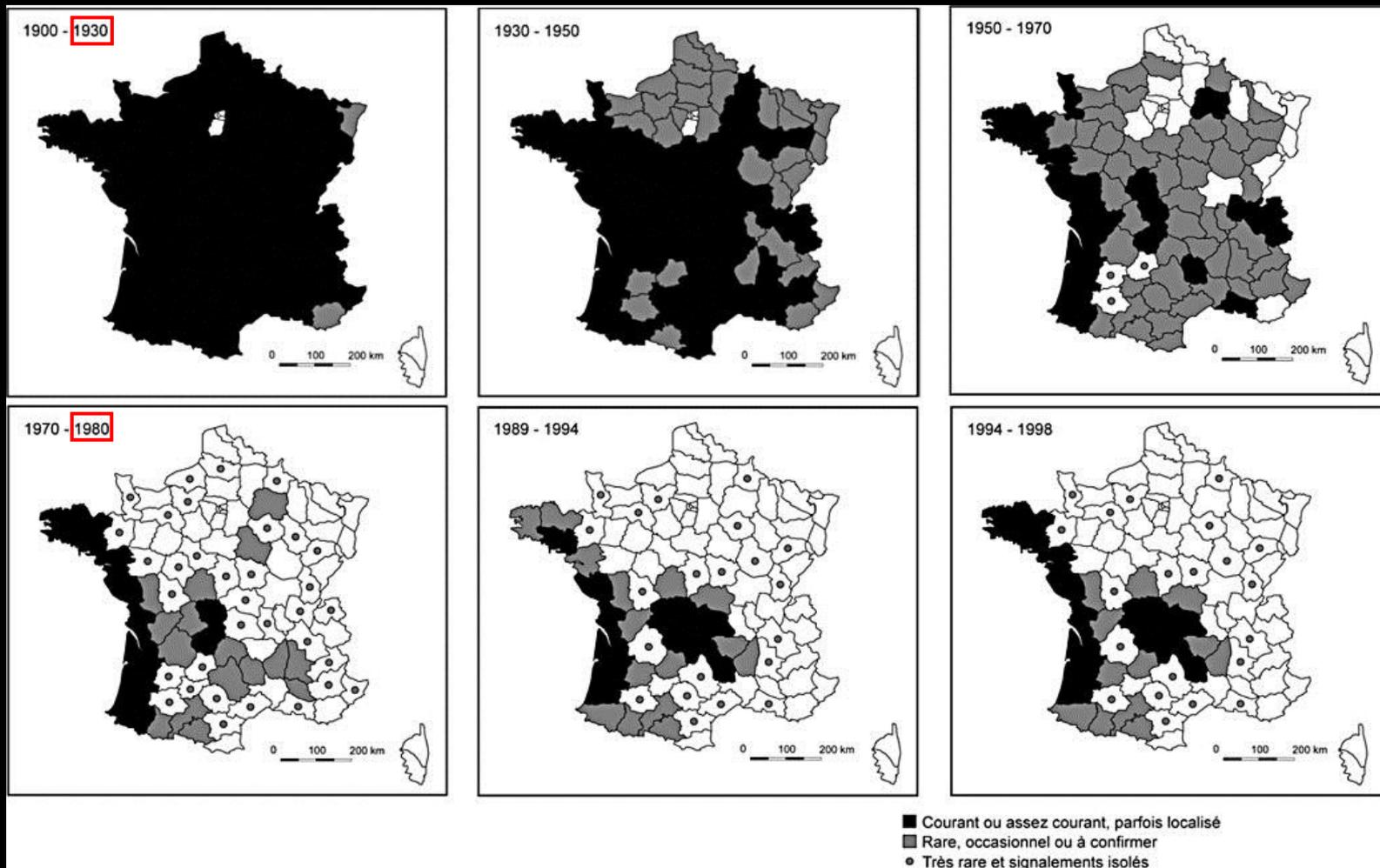


Évolution de la répartition de la Loutre en France entre 1900 et 1998. Source : SFEPM & SPN-IEGB-MNHN.



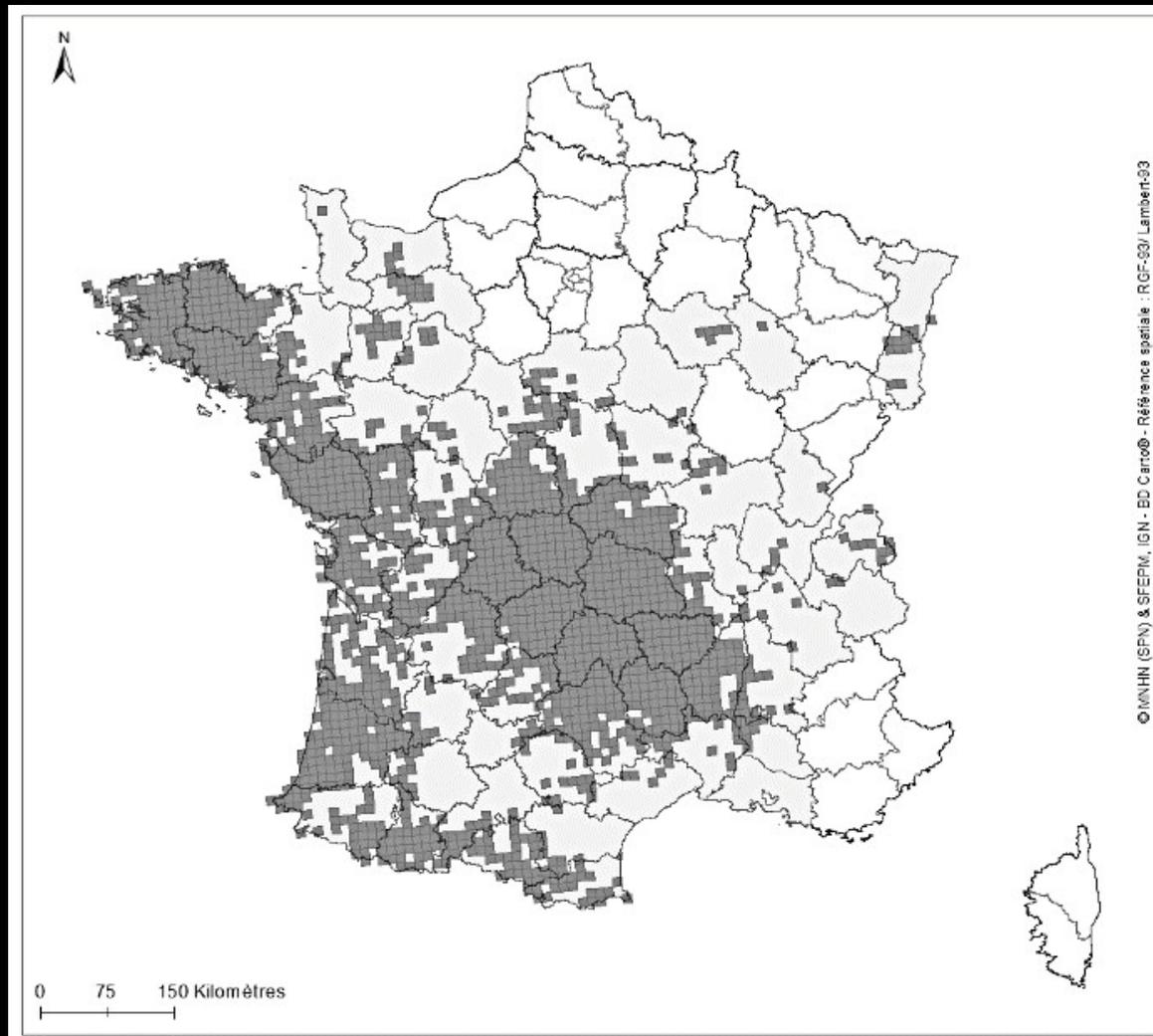
© R. Kuhn.

# Evolution de la répartition de la Loutre



Évolution de la répartition de la Loutre en France entre 1900 et 1998. Source : SFEPM & SPN-IEGB-MNHN.

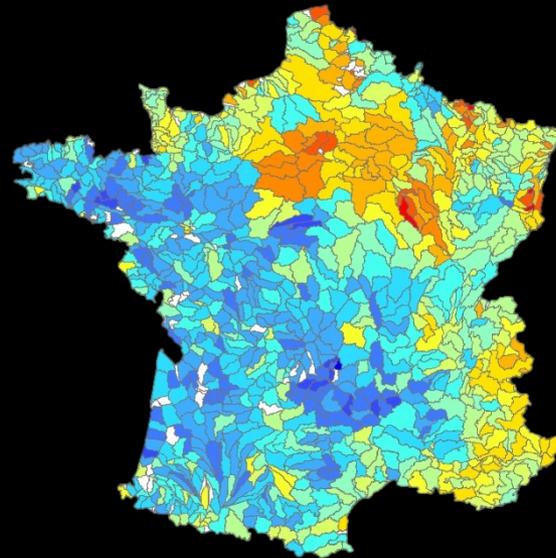
# Evolution des effectifs de la Loutre



*Carte de répartition de la Loutre d'Europe en 2013. Source MNHN-SPN & SFEPM*

# Mise en place d'un PNA pour favoriser la recolonisation

- 🐉 Action 6 : Déterminer le potentiel d'accueil de la Loutre d'Europe par secteur géographique
- 🐉 Objectif d'obtenir une représentation cartographique différenciant les zones potentiellement favorables à la Loutre de celles qui le sont moins.



# Mise en place d'un PNA pour favoriser la recolonisation

- 🐾 Action 6 : Déterminer le potentiel d'accueil de la Loutre d'Europe par secteur géographique
  - 🐾 Objectif d'obtenir une représentation cartographique différenciant les zones potentiellement favorables à la Loutre de celles qui le sont moins.
  - 🐾 Nombreuses autres études similaires :
    - 🌐 Reuther & Krekemeyer (2004) : l'Europe (hors Scandinavie et Îles britanniques),
    - 🌐 Weber (1990) : Suisse
    - 🌐 Nederlandt *et al.* (2011) : Wallonie
    - 🌐 Cavillon (2011), Lérat *et al.* (2012), Van Looy *et al.* (2012) et Kreyer (2013) : échelle régionale.
- => Aucune étude réalisée à l'échelle nationale. Or ce niveau permet d'avoir des informations plus précises qu'une étude à l'échelle européenne (aire de distribution, qualité de l'eau...) tout en gardant une vision globale du territoire.

# La Loutre, un mustélidé semi-aquatique

 Pour répondre à notre objectif, et développer une cartographie des zones potentiellement favorables à la Loutre => création d'un modèle d'habitat basé sur la connaissance de la distribution nationale connue de la Loutre en relation avec des facteurs environnementaux (qualité de l'eau, disponibilité de la ressource alimentaire, occupation du sol).



# La Loutre, un mustélidé semi-aquatique

 Pour répondre à notre objectif, et développer une cartographie des zones potentiellement favorables à la Loutre => création d'un modèle d'habitat basé sur la connaissance de la distribution nationale connue de la Loutre en relation avec des facteurs environnementaux (qualité de l'eau, disponibilité de la ressource alimentaire, occupation du sol).

 Espèce présente dans tous les types d'habitats aquatiques (lacs, zones marécageuses, étangs, fleuves, ...)

 Caractéristiques incontournables pour son habitat :

-  Disponibilité de nourriture (1/1,5 kg de poisson / individu)
-  Disponibilité d'abris (gîte de repos et de mise-bas)
-  Dérangement humain minimum

# Méthode : utilisation de Maxent

- 🐾 Maxent = Logiciel permettant de créer un modèle de la distribution spatiale d'une espèce en se basant sur les conditions environnementales des sites dans lesquels la présence de l'espèce est avérée.



# Méthode : utilisation de Maxent

- 🐉 Maxent = Logiciel permettant de créer un modèle de la distribution spatiale d'une espèce en se basant sur les conditions environnementales des sites dans lesquels la présence de l'espèce est avérée.
- 🐉 Il permet de créer un modèle de potentiel d'accueil en se basant uniquement sur des **données de présence avérées** et ne nécessite pas de données d'absence



# Méthode : utilisation de Maxent

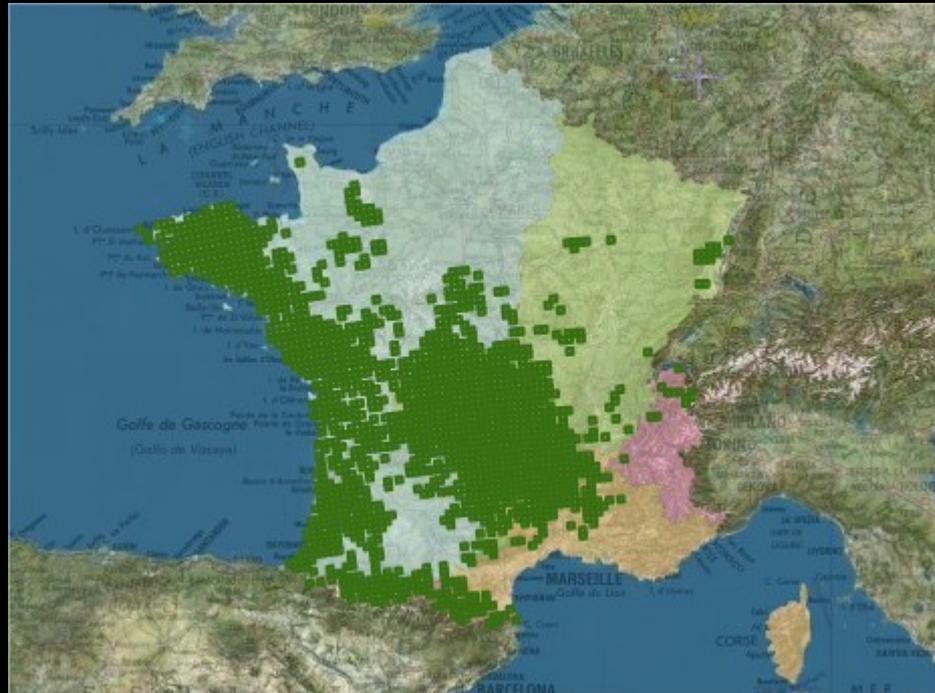
-  Maxent = Logiciel permettant de créer un modèle de la distribution spatiale d'une espèce en se basant sur les conditions environnementales des sites dans lesquels la présence de l'espèce est avérée.
-  Il permet de créer un modèle de potentiel d'accueil en se basant uniquement sur des **données de présence avérées** et ne nécessite pas de données d'absence
-  À l'issue du processus de modélisation, chaque site se voit attribuer un score représentant la probabilité que les conditions favorables à l'espèce soient réunies (= conditions environnementales correspondant à celles rencontrées dans les sites où la présence de l'espèce est avérée).

# Méthode : utilisation de Maxent

-  Maxent = Logiciel permettant de créer un modèle de la distribution spatiale d'une espèce en se basant sur les conditions environnementales des sites dans lesquels la présence de l'espèce est avérée.
-  Il permet de créer un modèle de potentiel d'accueil en se basant uniquement sur des **données de présence avérées** et ne nécessite pas de données d'absence
-  À l'issue du processus de modélisation, chaque site se voit attribuer un score représentant la probabilité que les conditions favorables à l'espèce soient réunies (= conditions environnementales correspondant à celles rencontrées dans les sites où la présence de l'espèce est avérée).
-  Dans le cadre de ce travail cette probabilité que les conditions favorables soient réunies dans le site est appelée « potentiel d'accueil » et est assimilée à la probabilité que la Loutre, si toutefois elle arrivait dans le sous-secteur hydrographique, trouve un habitat favorable à son implantation.

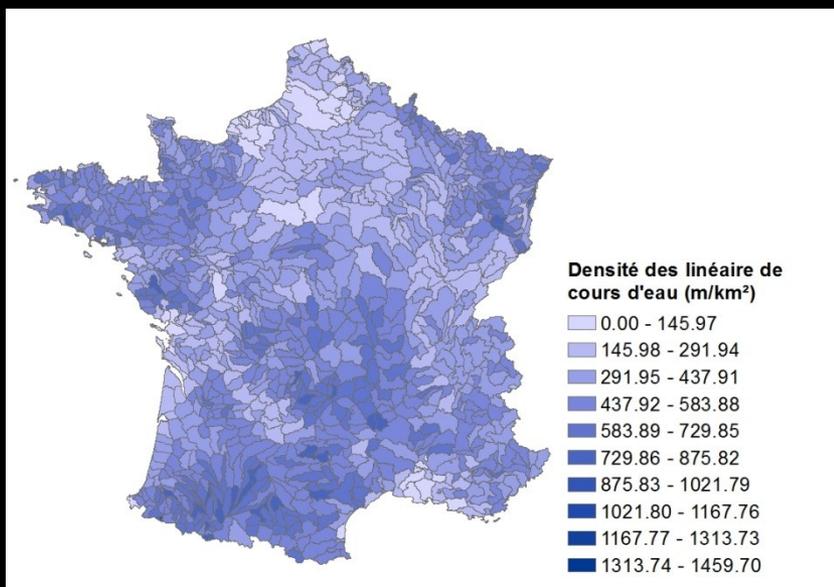
# Méthode : aire d'étude et données de présence

- 🐢 Territoire concerné : Métropole (hors Corse)
- 🐢 Echelle : Sous-secteurs hydrographiques (x 1110)
- 🐢 Données de présence : récoltées dans le cadre de l'évaluation de l'état de conservation



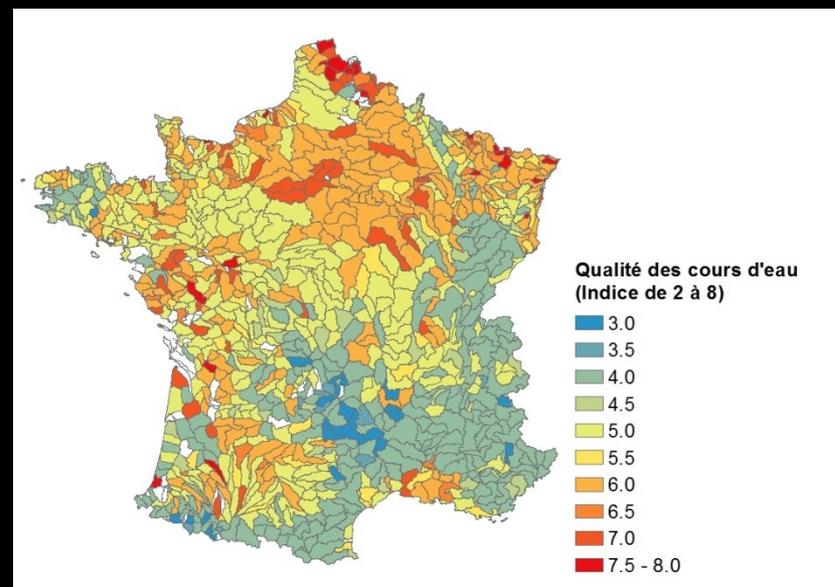
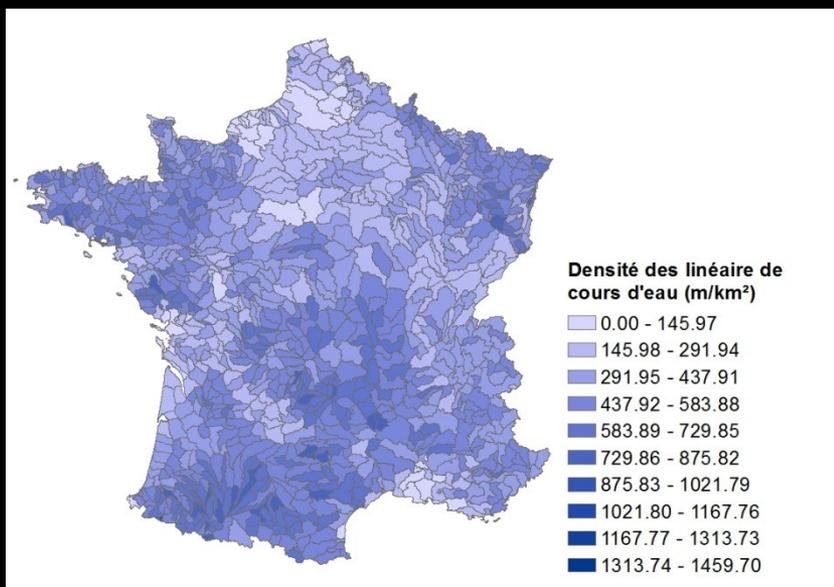
# Méthode : Variables utilisées

-  Disponibilité et qualité des habitats aquatiques et des zones humide
-  Densité en cours d'eau (BD CarTHAgE) (*longueur de cours d'eau pour le sous-secteur/ surface du sous-secteur*)



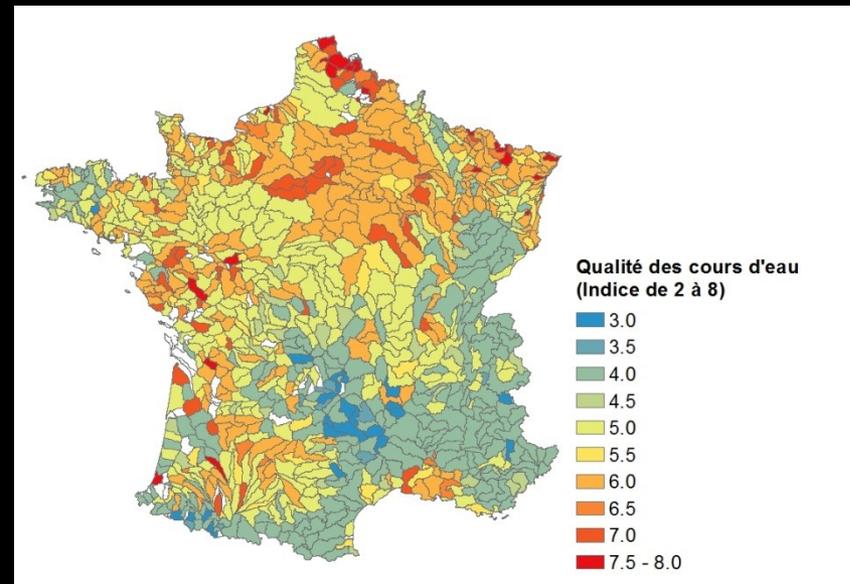
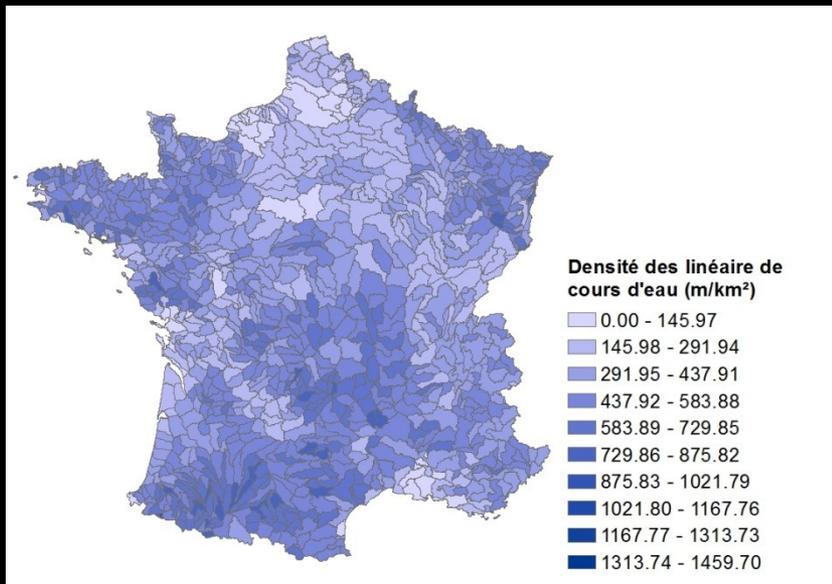
# Méthode : Variables utilisées

-  Disponibilité et qualité des habitats aquatiques et des zones humide
-  Densité en cours d'eau (BD CarTHAgE) (*longueur de cours d'eau pour le sous-secteur/ surface du sous-secteur*)
-  Qualité chimique et écologique des cours d'eau (ONEMA)



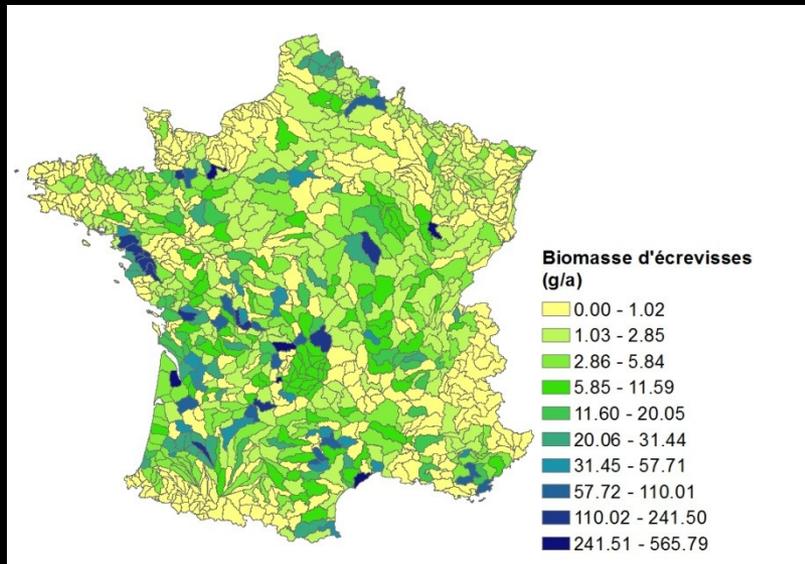
# Méthode : Variables utilisées

-  Disponibilité et qualité des habitats aquatiques et des zones humide
-  Densité en cours d'eau (BD CarTHAgE) (*longueur de cours d'eau pour le sous-secteur/ surface du sous-secteur*)
-  Qualité chimique et écologique des cours d'eau (ONEMA)
-  *Autres : Surfaces des plans d'eau et sinuosité => testées mais non retenues car pas suffisamment explicatives de la présence de la Loutre*



# Méthode : Variables utilisées

- 🐉 Disponibilité des ressources alimentaires
  - 🐾 Biomasse poisson et biomasse écrevisse (ONEMA) testées ensemble et séparément => Seule la variable « écrevisse » est suffisamment discriminante pour influencer le modèle.



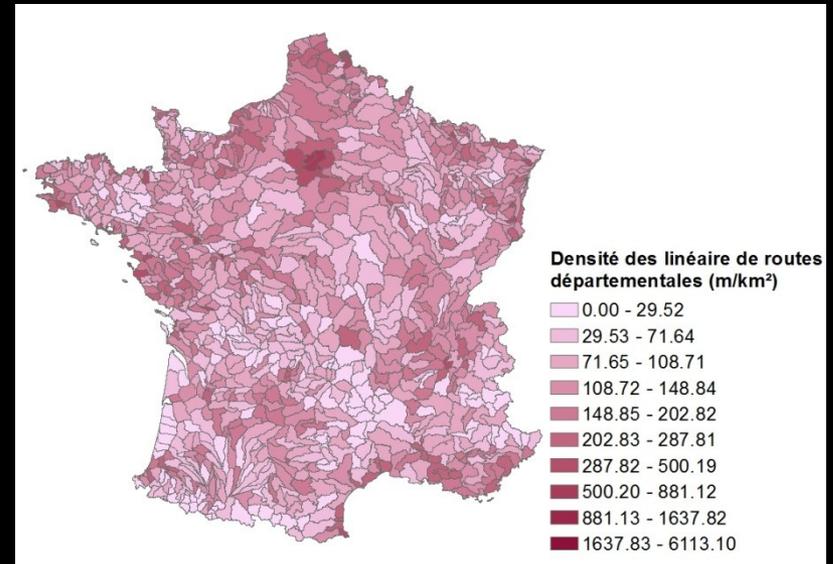
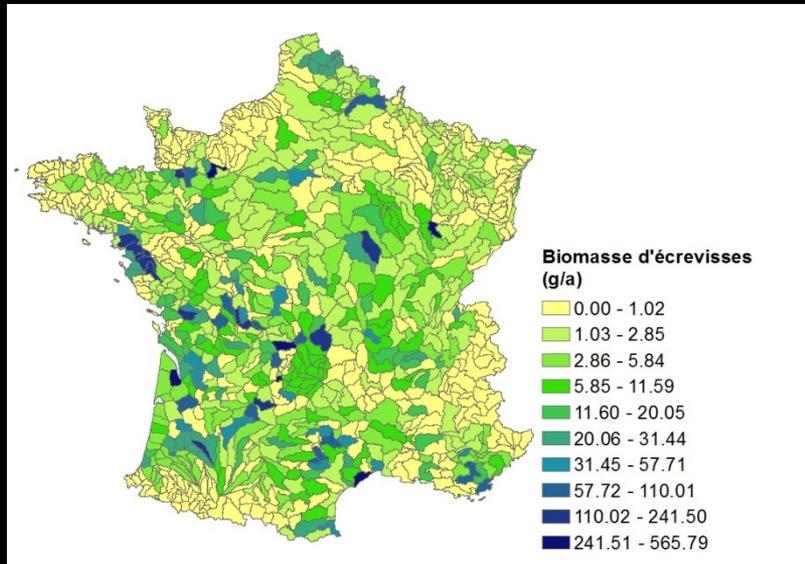
# Méthode : Variables utilisées

## Disponibilité des ressources alimentaires

-  Biomasse poisson et biomasse écrevisse (ONEMA) testées ensemble et séparément => Seule la variable « écrevisse » est suffisamment discriminante pour influencer le modèle.

## Dérangement humain

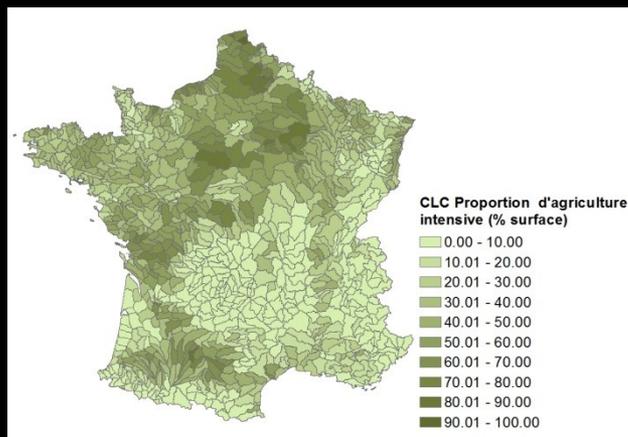
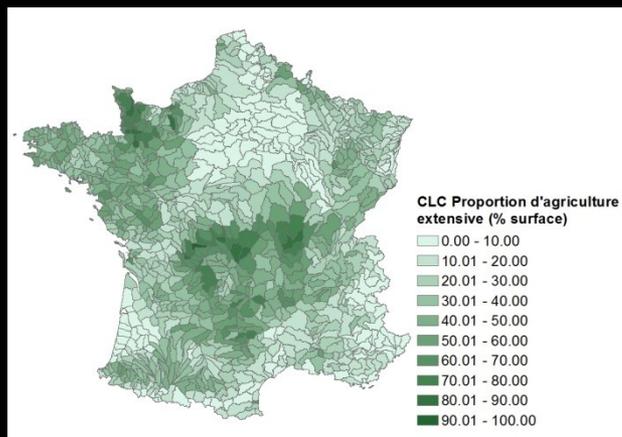
-  Réseau routier (BD TOPO)



# Méthode : Variables utilisées

## Caractéristiques du paysage

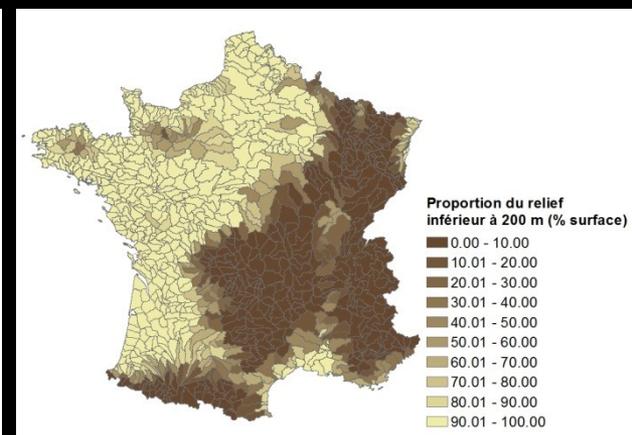
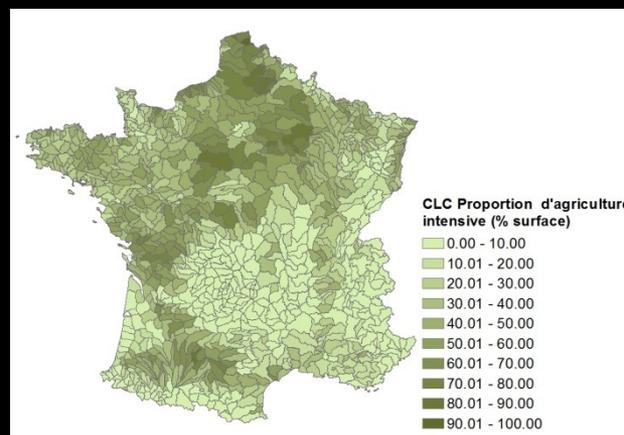
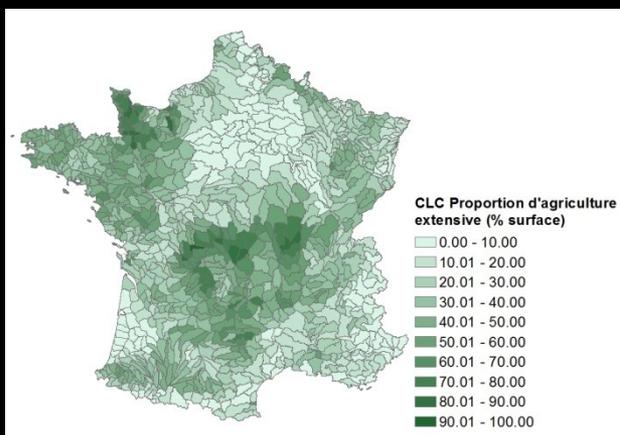
-  Occupation du sol (Corine Land Cover) : seuls les pourcentages de surfaces occupés par des activités agricoles extensives ou intensives ont été retenus (significatifs) dans le modèle final.



# Méthode : Variables utilisées

## Caractéristiques du paysage

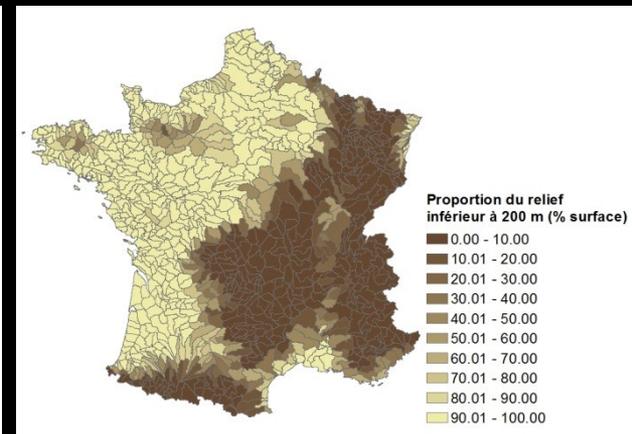
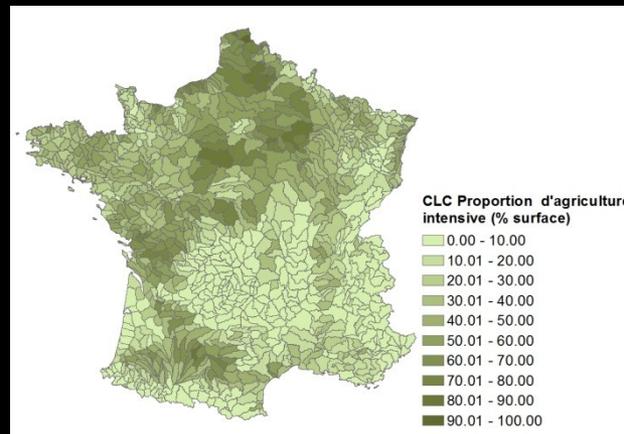
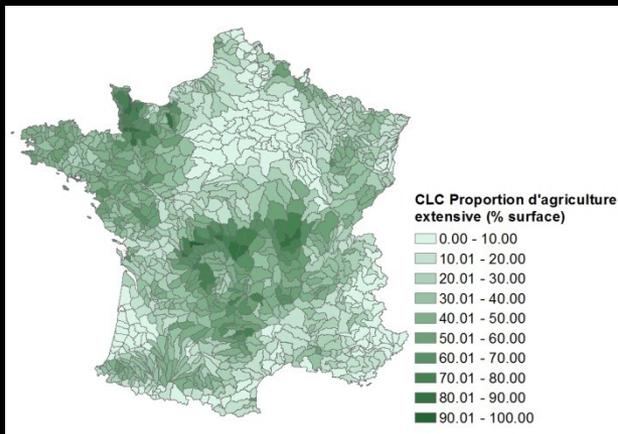
-  Occupation du sol (Corine Land Cover) : seuls les pourcentages de surfaces occupés par des activités agricoles extensives ou intensives ont été retenus (significatifs) dans le modèle final.
-  Relief (0-200, 200-600, >600 m) (BD Alti)



# Méthode : Variables utilisées

## Caractéristiques du paysage

-  Occupation du sol (Corine Land Cover) : seuls les pourcentages de surfaces occupés par des activités agricoles extensives ou intensives ont été retenus (significatifs) dans le modèle final.
-  Relief (0-200, 200-600, >600 m) (BD Alti)
-  *Autres : Descripteurs de l'état des berges et de la ripisylve non pris en compte car trop de biais d'interprétation et pas suffisamment explicatives du modèle*



# Résultats : choix du meilleur modèle

Les 7 variables du meilleur modèle sont disponibles pour 1012 des 1110 sous-secteurs hydrographiques de France métropolitaine

Récapitulatif des variables intégrées pour chaque modèle testé et descripteurs de la qualité des modèles

|  |   | Toutes variables | Mod 1 | Mod 2 | Mod 3 | Mod 4 | Meilleur modèle |
|--|---|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Disponibilité de l'habitat en eau et en zones humides                      | Densité des cours d'eau (m/km <sup>2</sup> )          | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | Proportion de plans d'eau (% surface)                 | X                | X     |       |       |       |                 |
|  | Simosité des cours d'eau                              | X                |       |       |       |       |                 |
| Disponibilité de la ressource alimentaire                                  | Biomasse de poissons (g/a)                            | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Poissons binaire                                      | X                | X     |       |       |       |                 |
| Taux de pollution minimum  | Biomasse d'écrevisses (g/a)                           | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | Qualité des cours d'eau (Indice de 2 à 8)             | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
| Possibilité d'échange entre les populations et d'expansion des populations | Linéaire d'autoroute (m/km <sup>2</sup> )             | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Linéaire de route nationale (m/km <sup>2</sup> )      | X                | X     | X     |       |       |                 |
|  | Linéaire de route départementale (m/km <sup>2</sup> ) | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | Linéaire de routes autre (m/km <sup>2</sup> )         | X                | X     | X     |       |       |                 |
| Dérangement humain minimum   | Densité de population humaine (hab./km <sup>2</sup> ) | X                | X     |       |       |       |                 |
|  | CLC Proportion de zones urbanisées (% surface)        | X                | X     | X     |       |       |                 |
| Caractéristiques générales de l'écosystème                                 | CLC Proportion d'agriculture intensive (% surface)    | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | CLC Proportion d'agriculture extensive (% surface)    | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | CLC Proportion de landes et pelouses (% surface)      | X                |       |       |       |       |                 |
|  | CLC Proportion de milieux fermés (% surface)          | X                | X     | X     | X     | X     |                 |
|  | CLC Proportion de milieux minéraux (% surface)        | X                |       |       |       |       |                 |
|  | CLC Proportion d'eaux douces (% surface)              | X                | X     | X     |       |       |                 |
|  | CLC Proportion d'eaux saumâtres (% surface)           | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Utilisation dominante du territoire (CLC)             | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Proportion du Relief inférieur à 200 m (% surface)    | X                | X     | X     | X     | X     | X               |
|  | Proportion du Relief entre 200 et 600 m (% surface)   | X                | X     |       |       |       |                 |
| Etat des berges et de la ripisylve   | Proportion du Relief supérieur à 600 m (% surface)    | X                | X     | X     | X     |       |                 |
|  | Continuité de la ripisylve                            | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Hauteur de la Strate dominante                        | X                |       |       |       |       |                 |
|  | Naturalité des habitats                               | X                | X     | X     | X     |       |                 |
| Résultat des modèles   | Pénétrabilité des matériaux                           | X                | X     | X     | X     |       |                 |
|  | Nombre de variables                                   | 28               | 19    | 15    | 11    | 8     | 7               |
|  | Données loutres utilisées pour la calibration         | 322              | 322   | 322   | 322   | 422   | 422             |
|  | Données loutres du jeu "test"                         | 107              | 107   | 107   | 107   | 40    | 140             |
|  | Sous-secteur sans loutres                             | 751              | 751   | 751   | 751   | 1012  | 1012            |
|  | AUC calibration                                       | 0.715            | 0.712 | 0.711 | 0.689 | 0.687 | 0.668           |
|  | AUC test  | 0.544            | 0.548 | 0.546 | 0.604 | 0.630 | 0.662           |
|  | Ecart-type de l'AUC                                   | 0.025            | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.021 | 0.022           |
| Ratio AUC <sub>calibration</sub> /AUC <sub>test</sub>                      | 0.761   | 0.770            | 0.768 | 0.877 | 0.917 | 0.992 |                 |

# Résultats : choix du meilleur modèle

Les 7 variables du meilleur modèle sont disponibles pour 1012 des 1110 sous-secteurs hydrographiques de France métropolitaine

La proportion du paysage occupé par l'agriculture extensive est la variable la plus fortement utilisée par le modèle

Contribution de chaque variable au modèle final

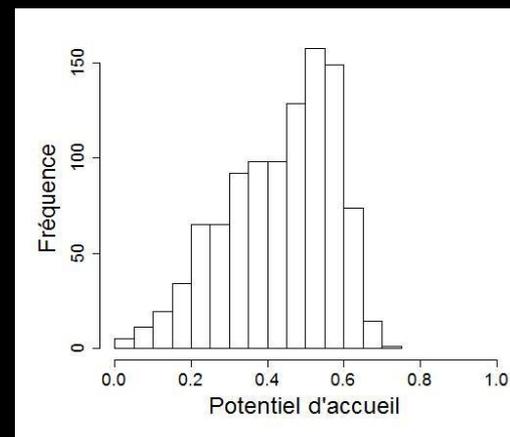
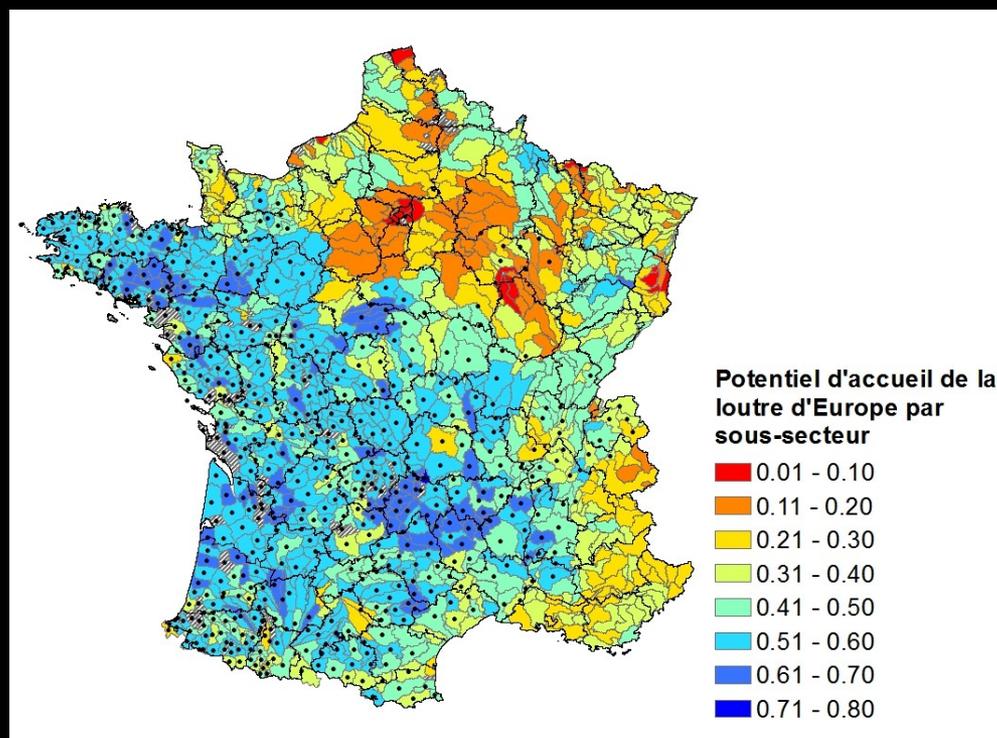
| Variable  | Contribution de la variable au modèle (%) |
|---|---|
| CLC Proportion d'agriculture extensive (% surface)    | 33.6                                      |
| Proportion du Relief inférieur à 200 m (% surface)    | 15.4                                      |
| Qualité des cours d'eau (Indice de 2 à 8)             | 12.8                                      |
| Biomasse d'écrevisses (g/a)                           | 11.3                                      |
| Densité des cours d'eau (m/km <sup>2</sup> )          | 10.3                                      |
| Linéaire de route départementale (m/km <sup>2</sup> ) | 9.5                                       |
| CLC Proportion d'agriculture intensive (% surface)    | 7   |

Récapitulatif des variables intégrées pour chaque modèle testé et descripteurs de la qualité des modèles

|  | Toutes variables                                      | Mod 1 | Mod 2 | Mod 3 | Mod 4 | Meilleur modèle |       |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| Disponibilité de l'habitat en eau et en zones humides                      | Densité des cours d'eau (m/km <sup>2</sup> )          | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | Proportion de plans d'eau (% surface)                 | X     | X     |       |       |                 |       |
|  | Simosité des cours d'eau                              | X     |       |       |       |                 |       |
| Disponibilité de la ressource alimentaire                                  | Biomasse de poissons (g/a)                            | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Poissons binaire                                      | X     | X     |       |       |                 |       |
| Taux de pollution minimum  | Biomasse d'écrevisses (g/a)                           | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | Qualité des cours d'eau (Indice de 2 à 8)             | X     | X     | X     | X     | X               |       |
| Possibilité d'échange entre les populations et d'expansion des populations | Linéaire d'autoroute (m/km <sup>2</sup> )             | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Linéaire de route nationale (m/km <sup>2</sup> )      | X     | X     | X     |       |                 |       |
|  | Linéaire de route départementale (m/km <sup>2</sup> ) | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | Linéaire de routes autre (m/km <sup>2</sup> )         | X     | X     | X     |       |                 |       |
| Dérangement humain minimum   | Densité de population humaine (hab./km <sup>2</sup> ) | X     | X     |       |       |                 |       |
|  | CLC Proportion de zones urbanisées (% surface)        | X     | X     | X     |       |                 |       |
|  | CLC Proportion d'agriculture intensive (% surface)    | X     | X     | X     | X     | X               |       |
| Caractéristiques générales de l'écosystème                                 | CLC Proportion d'agriculture extensive (% surface)    | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | CLC Proportion de landes et pelouses (% surface)      | X     |       |       |       |                 |       |
|  | CLC Proportion de milieux fermés (% surface)          | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | CLC Proportion de milieux minéraux (% surface)        | X     |       |       |       |                 |       |
|  | CLC Proportion d'eaux douces (% surface)              | X     | X     | X     |       |                 |       |
|  | CLC Proportion d'eaux saumâtres (% surface)           | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Utilisation dominante du territoire (CLC)             | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Proportion du Relief inférieur à 200 m (% surface)    | X     | X     | X     | X     | X               |       |
|  | Proportion du Relief entre 200 et 600 m (% surface)   | X     | X     |       |       |                 |       |
|  | Proportion du Relief supérieur à 600 m (% surface)    | X     | X     | X     | X     |                 |       |
| Etat des berges et de la ripisylve   | Continuité de la ripisylve                            | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Hauteur de la Strate dominante                        | X     |       |       |       |                 |       |
|  | Naturalité des habitats                               | X     | X     | X     | X     |                 |       |
| Résultat des modèles   | Pénétrabilité des matériaux                           | X     | X     | X     | X     |                 |       |
|  | Nombre de variables                                   | 28    | 19    | 15    | 11    | 8               | 7     |
|  | Données loutres utilisées pour la calibration         | 322   | 322   | 322   | 322   | 422             | 422   |
|  | Données loutres du jeu "test"                         | 107   | 107   | 107   | 107   | 40              | 140   |
|  | Sous-secteur sans loutres                             | 751   | 751   | 751   | 751   | 1012            | 1012  |
|  | AUC calibration                                       | 0.715 | 0.712 | 0.711 | 0.689 | 0.687           | 0.668 |
|  | AUC test  | 0.544 | 0.548 | 0.546 | 0.604 | 0.630           | 0.662 |
|  | Ecart-type de l'AUC                                   | 0.025 | 0.024 | 0.026 | 0.024 | 0.021           | 0.022 |
|  | Ratio AUC <sub>calibration</sub> /AUC <sub>test</sub> | 0.761 | 0.770 | 0.768 | 0.877 | 0.917           | 0.992 |

# Résultats : choix du meilleur modèle

- 30 % des sous-secteurs : peu favorables à l'implantation de la Loutre (potentiel d'accueil inférieur à 0,33),
- 68 % sont assez favorables ( $0,33 < \text{potentiel d'accueil} \leq 0,66$ )
- 2 % considérés comme très favorables (potentiel d'accueil supérieur à 0,66)



# Discussion : commentaires généraux

- 🐾 L'hétérogénéité des données de présence est le reliquat du recul des loutres et reflète donc plus les pressions qui ont contribué à les faire disparaître du nord-est que les conditions environnementales actuelles => conditions environnementales sub-optimales et refléter plutôt les conditions des zones refuges où les loutres ont pu survivre que les conditions idéales à leur survie

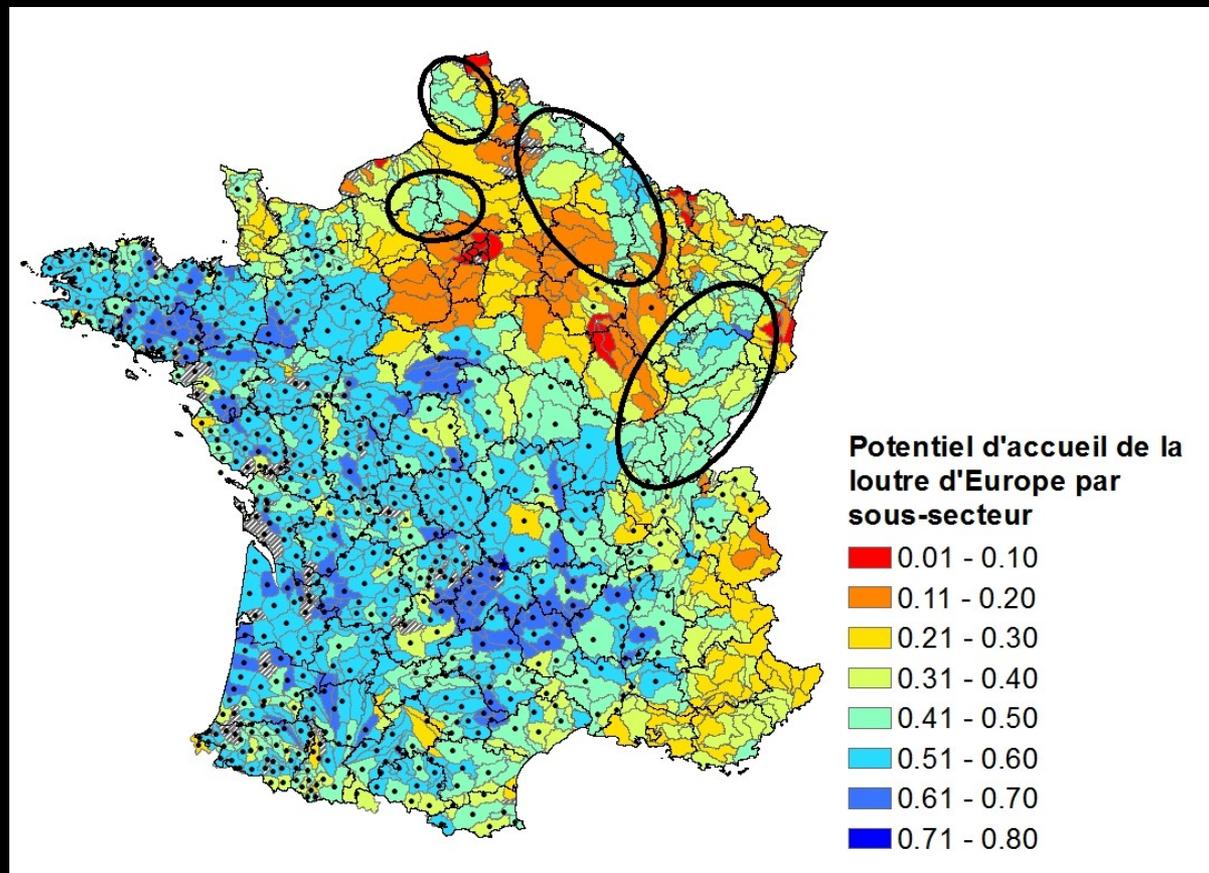


© R. Kuhn.

# Discussion : commentaires généraux

-  L'hétérogénéité des données de présence est le reliquat du recul des loutres et reflète donc plus les pressions qui ont contribué à les faire disparaître du nord-est que les conditions environnementales actuelles => conditions environnementales sub-optimales et refléter plutôt les conditions des zones refuges où les loutres ont pu survivre que les conditions idéales à leur survie
-  La majorité des présences constatées de l'espèce se situent dans le tiers sud-ouest de la France => peut mettre en cause l'hétérogénéité spatiale des résultats qui se trouvent biaisés vers cette région
-  Variation dans la taille des sous-secteurs => la finesse de l'analyse peut diminuer pour certaines zones (en Somme où ils sont de grande taille)

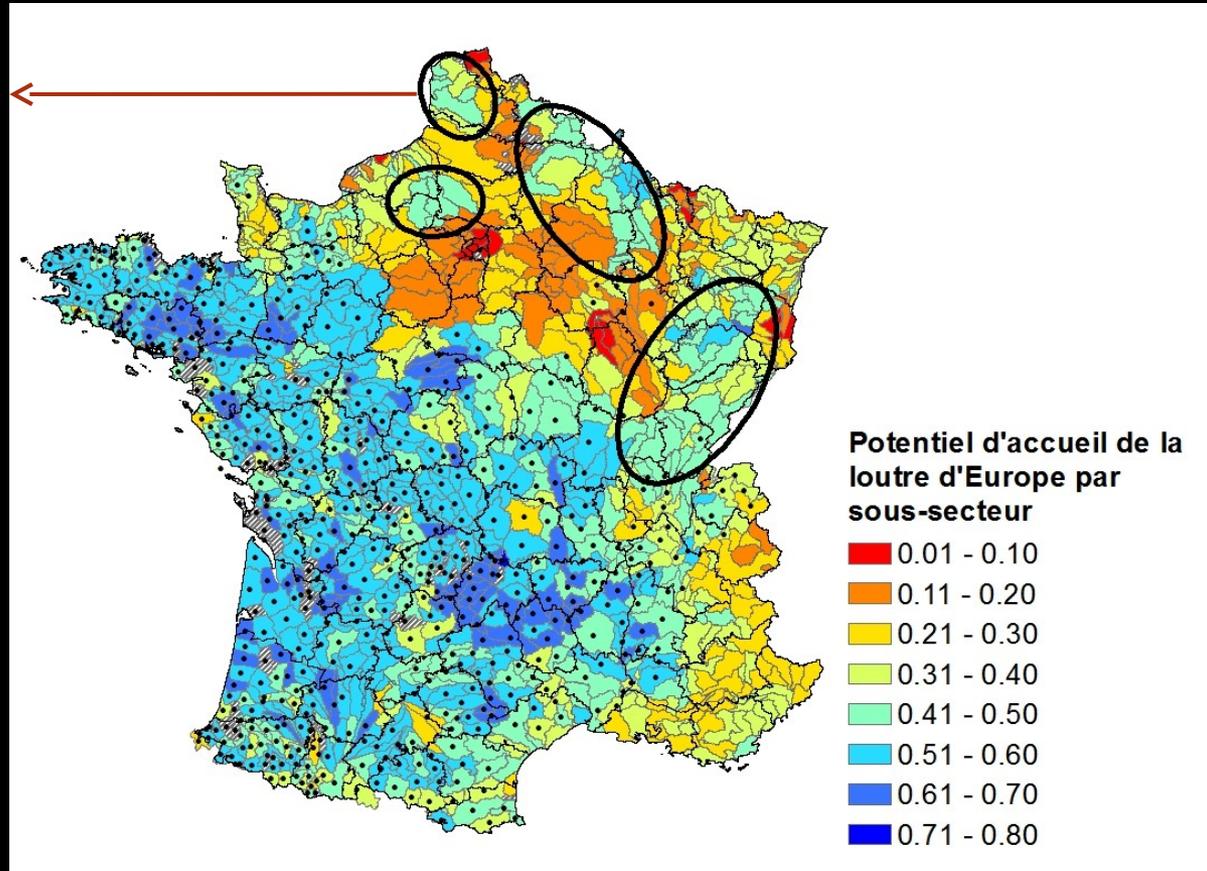
# Discussion : zones au potentiel favorable



# Discussion : zones au potentiel favorable

🌐 Bonne qualité de l'eau et bonne surface d'agriculture extensif

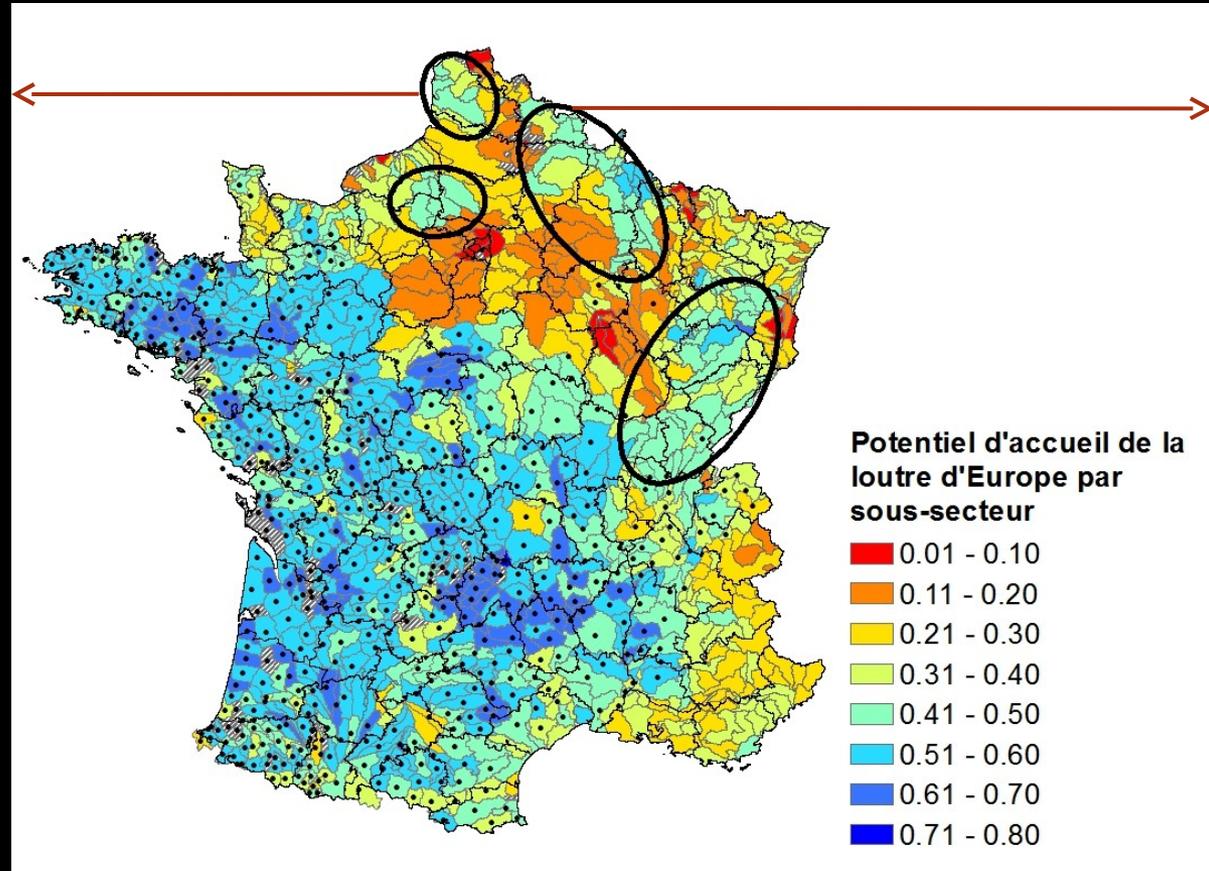
🌐 Loutre a survécu jusqu'en 70/80 alors qu'elle avait déjà disparu de la plus grande partie du nord.  
**Attention :** réseau routier fortement densifié



# Discussion : zones au potentiel favorable

🌐 Bonne qualité de l'eau et bonne surface d'agriculture extensif

🌐 Loutre a survécu jusqu'en 70/80 alors qu'elle avait déjà disparu de la plus grande partie du nord.  
**Attention :** réseau routier fortement densifié



🌐 Bonne qualité de l'eau, bonne proportion agr. ext./int.

🌐 Espèce a survécu dans cette zone jusqu'en 1970, voire 1990 pour le Nord

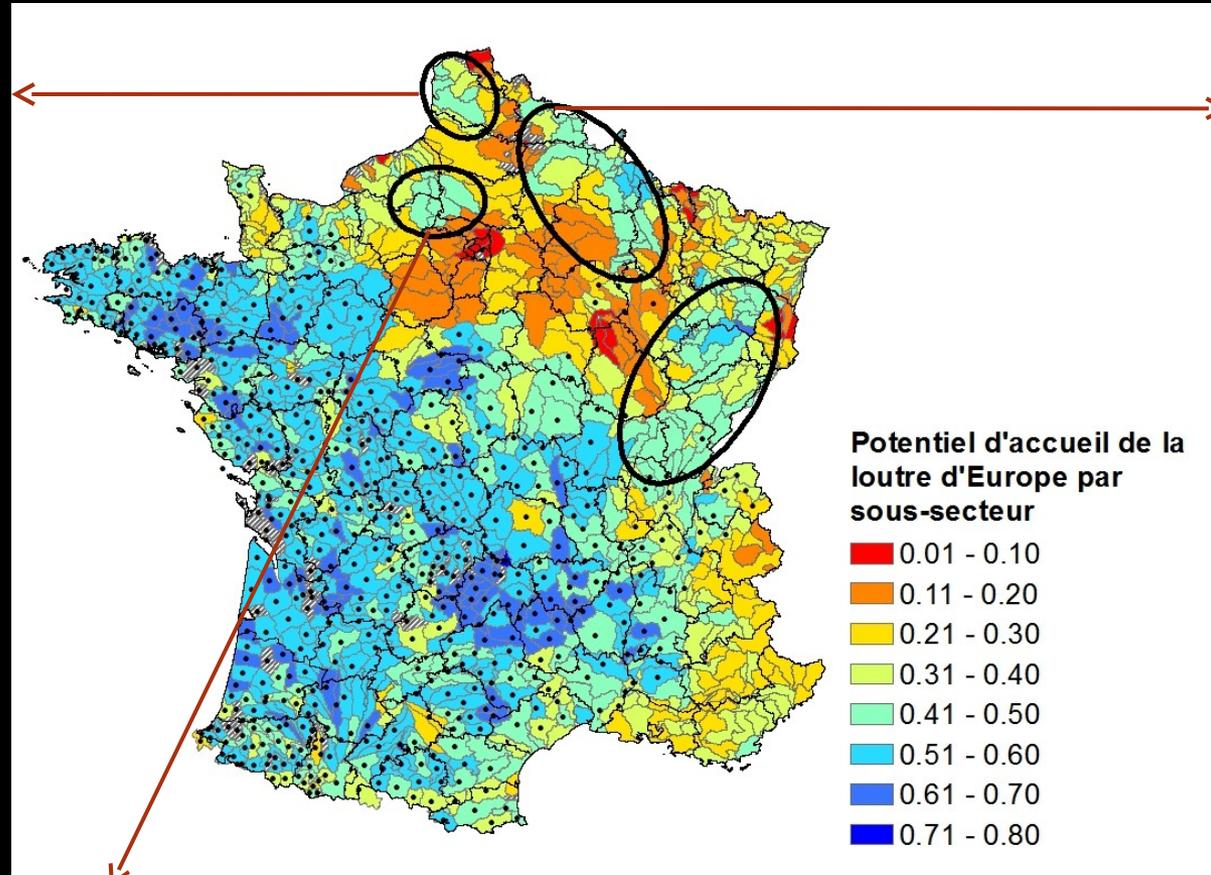
🌐 **Indices trouvés en Wallonie en 2006 !**

🌐 **Présence au sud de cette zone.**

# Discussion : zones au potentiel favorable

🌐 Bonne qualité de l'eau et bonne surface d'agriculture extensif

🌐 Loutre a survécu jusqu'en 70/80 alors qu'elle avait déjà disparu de la plus grande partie du nord.  
**Attention :** réseau routier fortement densifié



🌐 Bonne qualité de l'eau, bonne proportion ext./int.

🌐 Espèce a survécu dans cette zone jusqu'en 1970, voire 90 pour le Nord

🌐 Indices trouvés en Wallonie en 2006 !

🌐 Présence au sud de cette zone.

🌐 Surface optimale d'agriculture extensif et bonne disponibilité ressource alimentaire

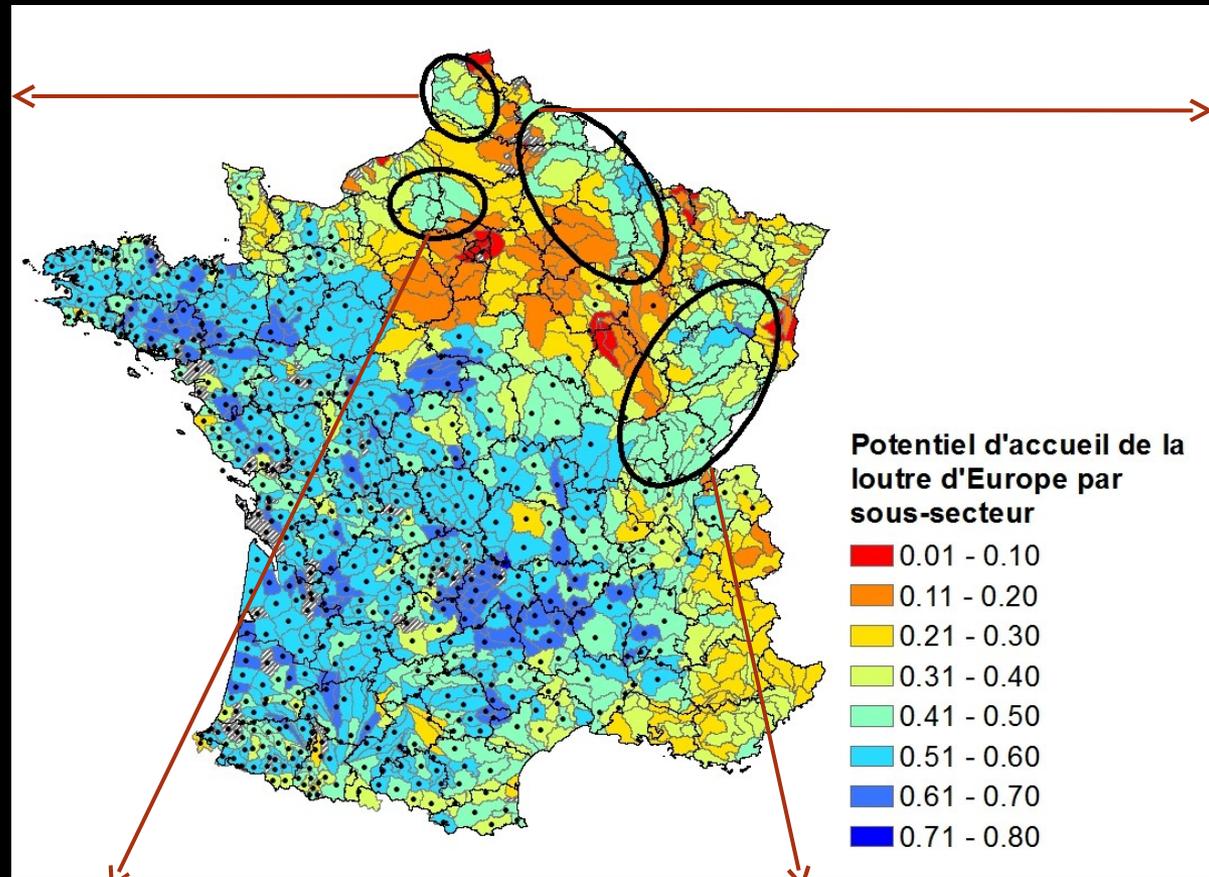
🌐 Espèce a survécu dans cette zone jusqu'en 1970 => dernier noyau de cette région a avoir disparu

🌐 Proximité avec l'Orne intéressante !

# Discussion : zones au potentiel favorable

🌐 Bonne qualité de l'eau et bonne surface d'agriculture extensif

🌐 Loutre a survécu jusqu'en 70/80 alors qu'elle avait déjà disparu de la plus grande partie du nord. Attention : réseau routier fortement densifié



🌐 Bonne qualité de l'eau, bonne proportion ext./int.

🌐 Espèce a survécu dans cette zone jusqu'en 1970, voire 90 pour le Nord

🌐 Indices trouvés en Wallonie en 2006 !

🌐 Présence au sud de cette zone.

🌐 Surface optimale d'agriculture extensif et disponibilité ressource alimentaire

🌐 Espèce a survécu dans cette zone jusqu'en 1970 => dernier noyau de cette région a avoir disparu

🌐 Proximité avec l'Orne intéressante !

🌐 Surface optimale d'agriculture extensif, cours d'eau de bonne qualité

🌐 Massif des Vosges : un des derniers bastions pour la Lorraine (1970).

🌐 Indices trouvés en 2000 en Meurthe-et-Moselle

🌐 Contact direct avec aire de répartition actuelle!

# Discussion : comparaison avec d'autres modèles

- 
 Comparaison avec Kreyer 2013 (Alsace) : potentiel d'accueil globalement faible en Alsace avec seulement 53% de la surface considérée comme favorable selon Kreyer contre 35% selon notre modèle.
- 
 Différence peut être due au fait que l'ensemble de la région non pris en compte dans Kreyer 2013. Or les habitats des zones non prises en compte ont un potentiel d'accueil faible d'après notre modèle.

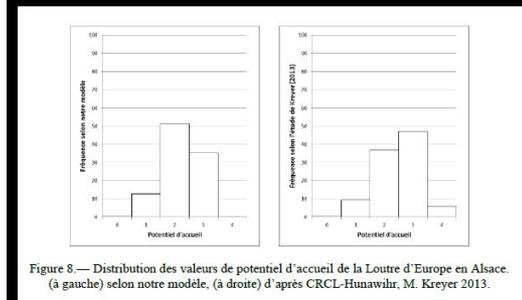
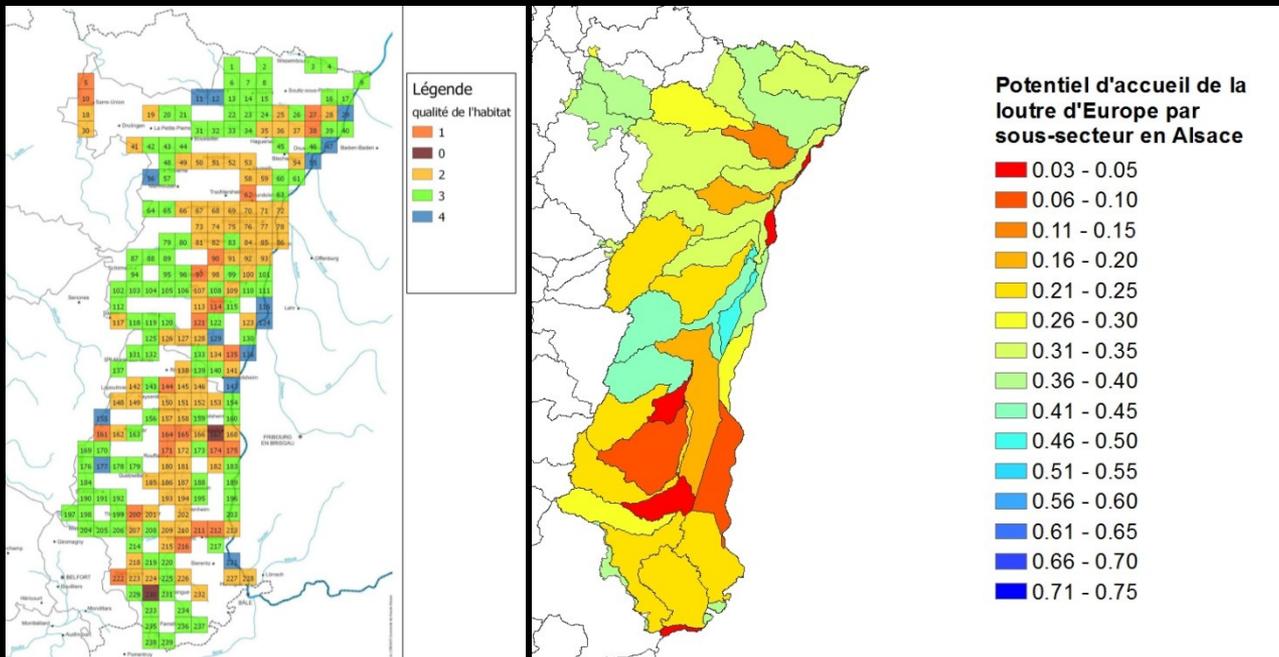
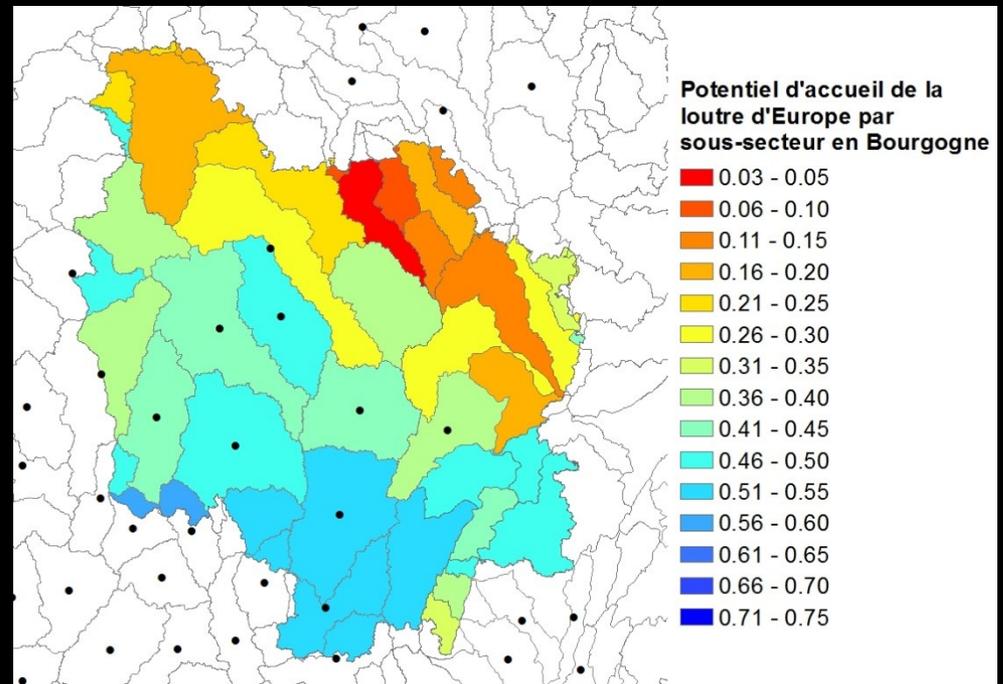
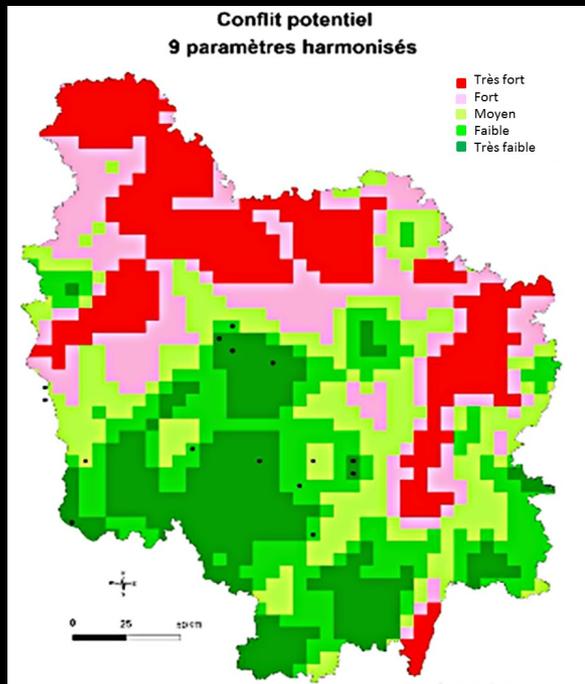


Figure 8 — Distribution des valeurs de potentiel d'accueil de la Loutre d'Europe en Alsace. (à gauche) selon notre modèle. (à droite) d'après CRCL-Hunawir, M. Kreyer 2013.

# Discussion : comparaison avec d'autres modèles

 Comparaison avec Lérat *et al.* 2012 (Bourgogne) : potentiel d'accueil plus important dans le sud et sud-ouest de cette région.



# Conclusion

- 🐾 La modélisation du potentiel d'accueil de la Loutre d'Europe en France métropolitaine permet de mettre en évidence 4 zones dont les habitats sont favorables à la Loutre mais où l'espèce n'est pas encore présente.
- 🐾 La Loutre poursuivant toujours sa recolonisation, une attention particulière doit être apportée à ces zones afin de favoriser le retour et maintien de l'espèce dans ces secteurs.



Merci de votre attention !

**ARKive**  
www.arkive.org



© Andy Rouse / naturepl.com

© Andy Rouse / naturepl.com