

Caractérisation spatiale des zones ripariennes dans le bassin de la Loire: Intégrer LiDAR, SIG et indicateurs multi-échelles

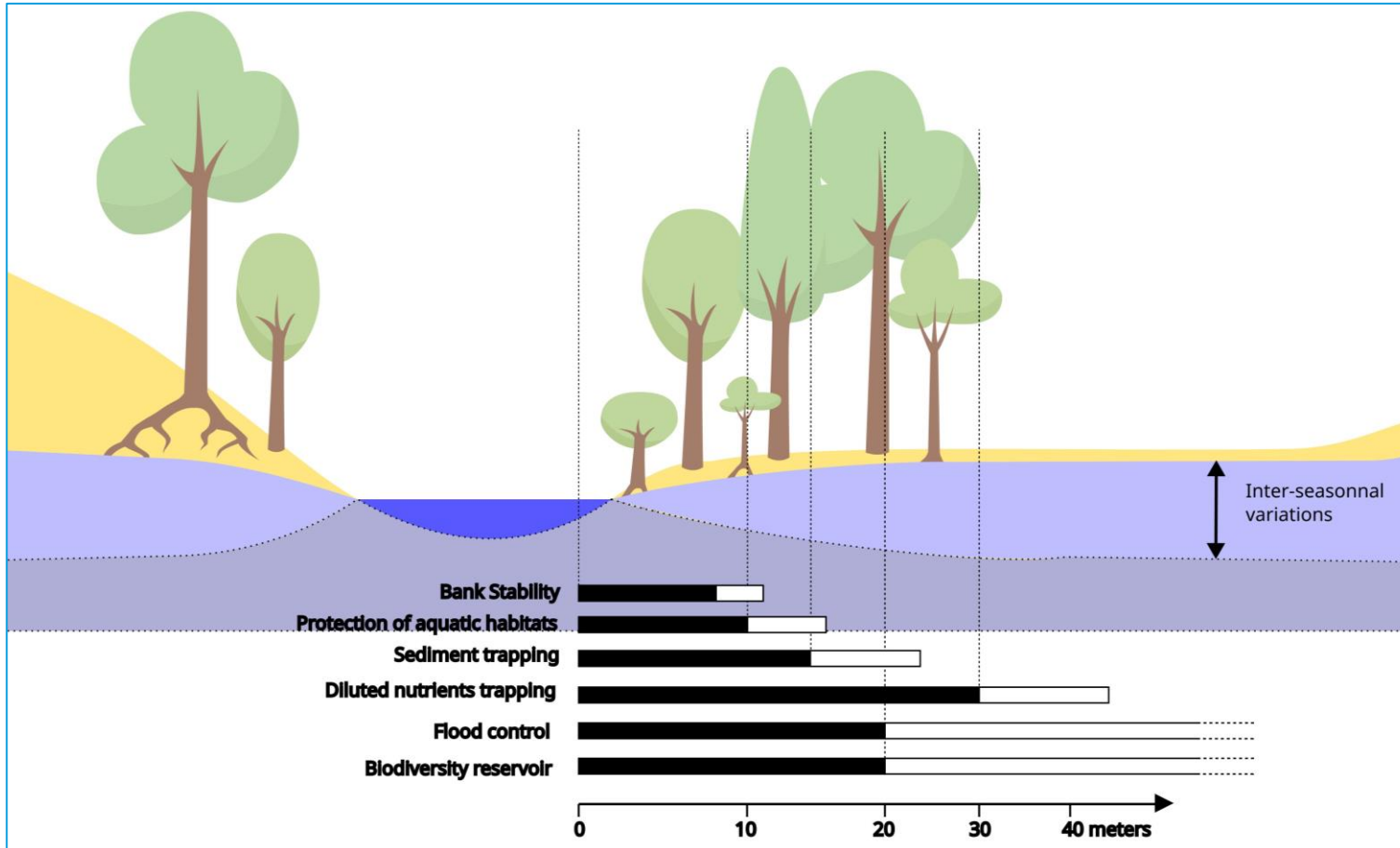
Arnaud FORET, Master IWS, Présentation aux gestionnaires,
La Bâtie d'Urfé, le 24 juin 2025

Tuteur de stage EVS-UJM: Pierre-Olivier MAZAGOL

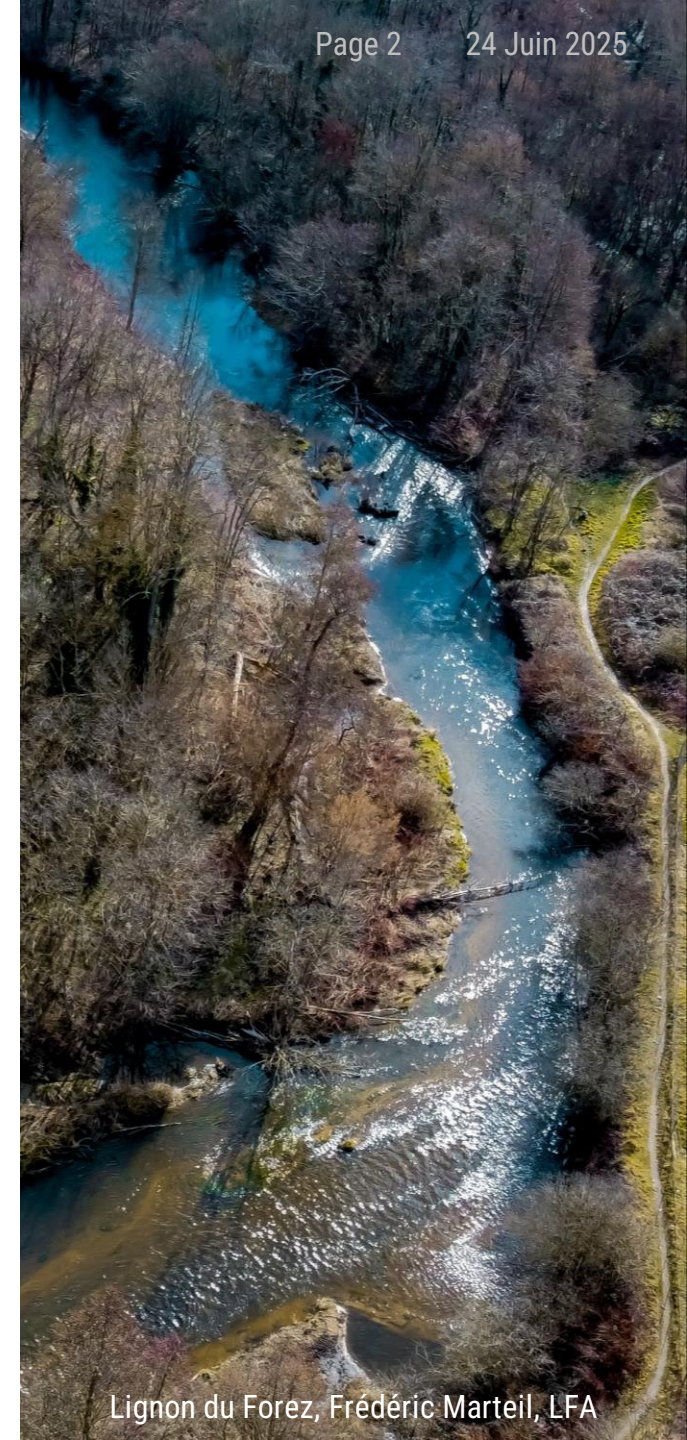
Lignon du Forez, Frédéric Marteil, Loire Forez Agglomération



What is riparian vegetation



Services écosystémiques de la végétation riveraine, modifiés à partir de McDonald et al., 2018 (OFB)



- Végétation le long des cours d'eau, généralement des arbres adaptés à la proximité de l'eau, sur la berge ou en contact direct avec la nappe phréatique (Aulne, Frêne, Peuplier, Saule...).
- Zone clé pour la restauration des habitats (effet corridor, interface entre la terre et l'eau)
- Représente un réservoir de biodiversité (en Europe 10 % des terres, mais 90 % de la biodiversité)
- Rend de nombreux services écosystémiques

Extraction des fond de vallées

Accompli avec V-BET2 (Valley Bottom Extraction Tool, Utah State University)

Plusieurs méthodes disponibles: Manuel, Fluvial Corridor Toolbox (EVS), V-BET

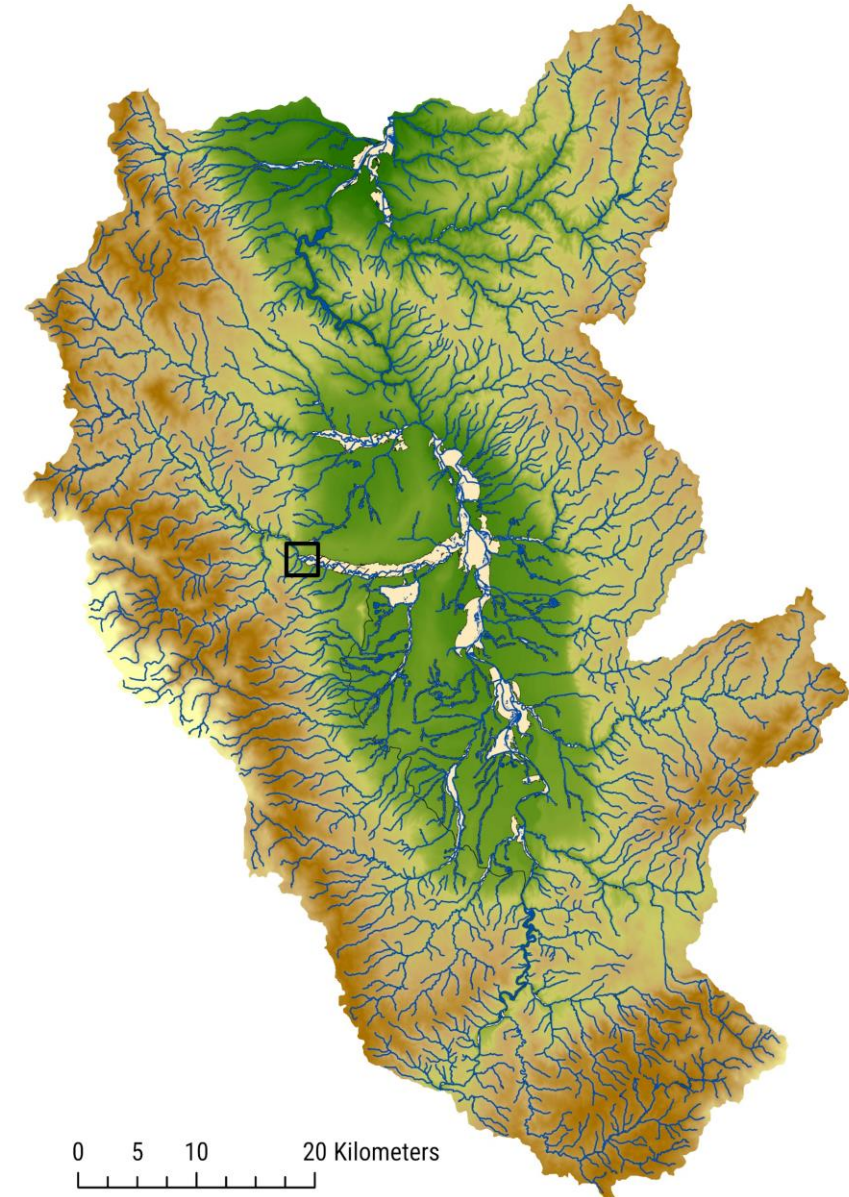
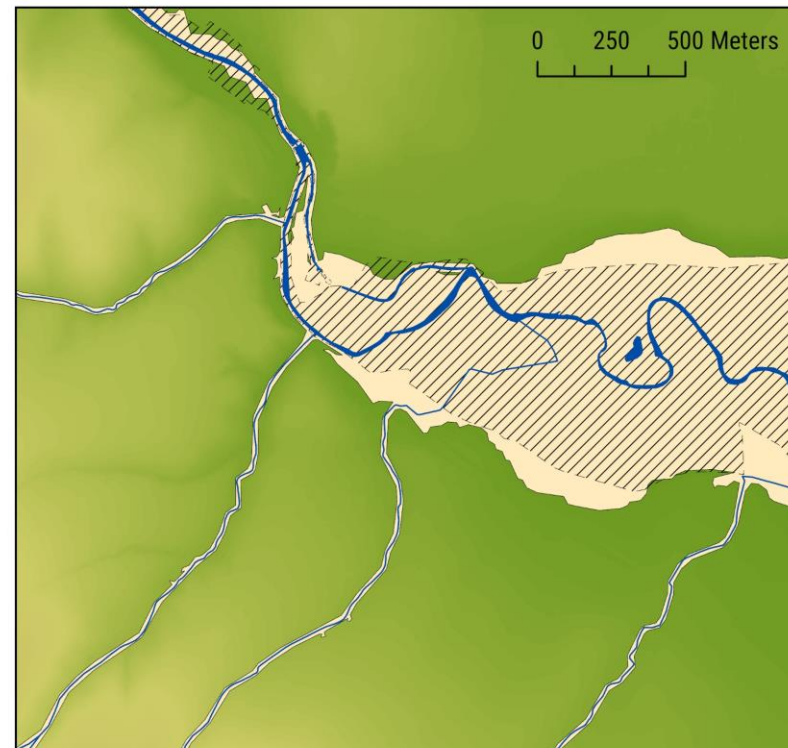
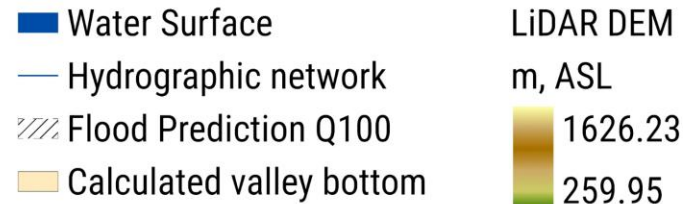
Pose un cadre sur la présence potentielle de ripisylve

Outil très bien dimensionné aussi bien sur les très grands ou petits bassins versants

Les résultats ont été corrélés avec les prédictions Q100 sur le LFA

Appliqué avec le RGE-Alti (5m) et un MNT dérivé du LiDAR avec différences mineures en global mais quelques erreurs si l'on regarde dans le détail

Valley Bottom delineation



Problèmes de données

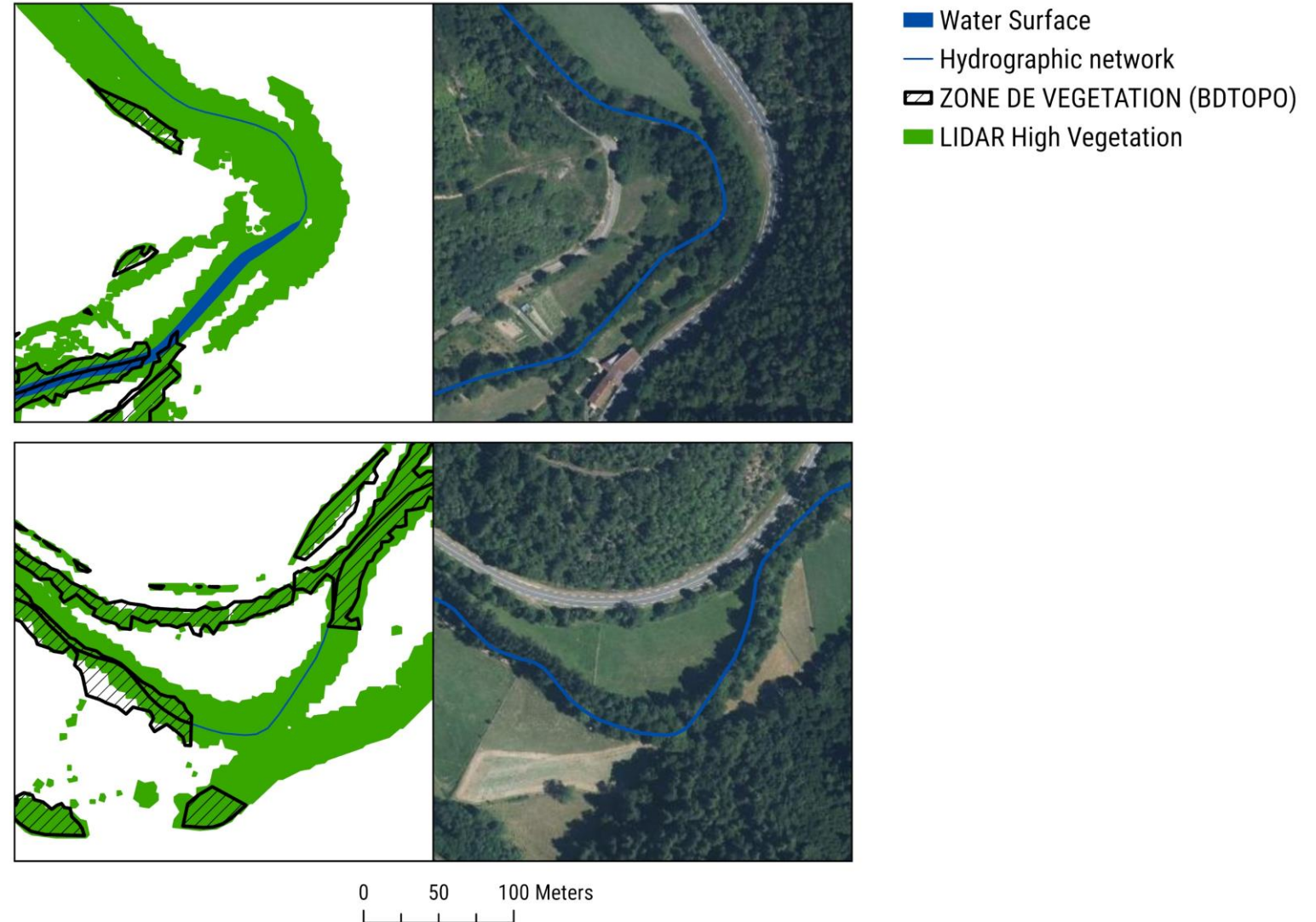
Les données existantes ont prouvé être erronées (BDTOPO, BDFORET)

1er: En emprise spatiale, il manqué les zones ripariennes relativement fines

2eme: En emprise temporelle, les données de base datent de 2009, avec la dernière grande mise à jour en 2017, avec de toutes petites zones mise à jour en 2022

3eme: Les compositions de forestières sont très homogènes le long des cours d'eau: "Forêt fermée de feuillus"

Comparison of the vegetation layers



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0, BD Ortho

Création d'une nouvelle couche forêt

Extraite sur QGIS depuis le LiDAR HD, en prenant l'emprise "Végétation haute" (Classe 5)

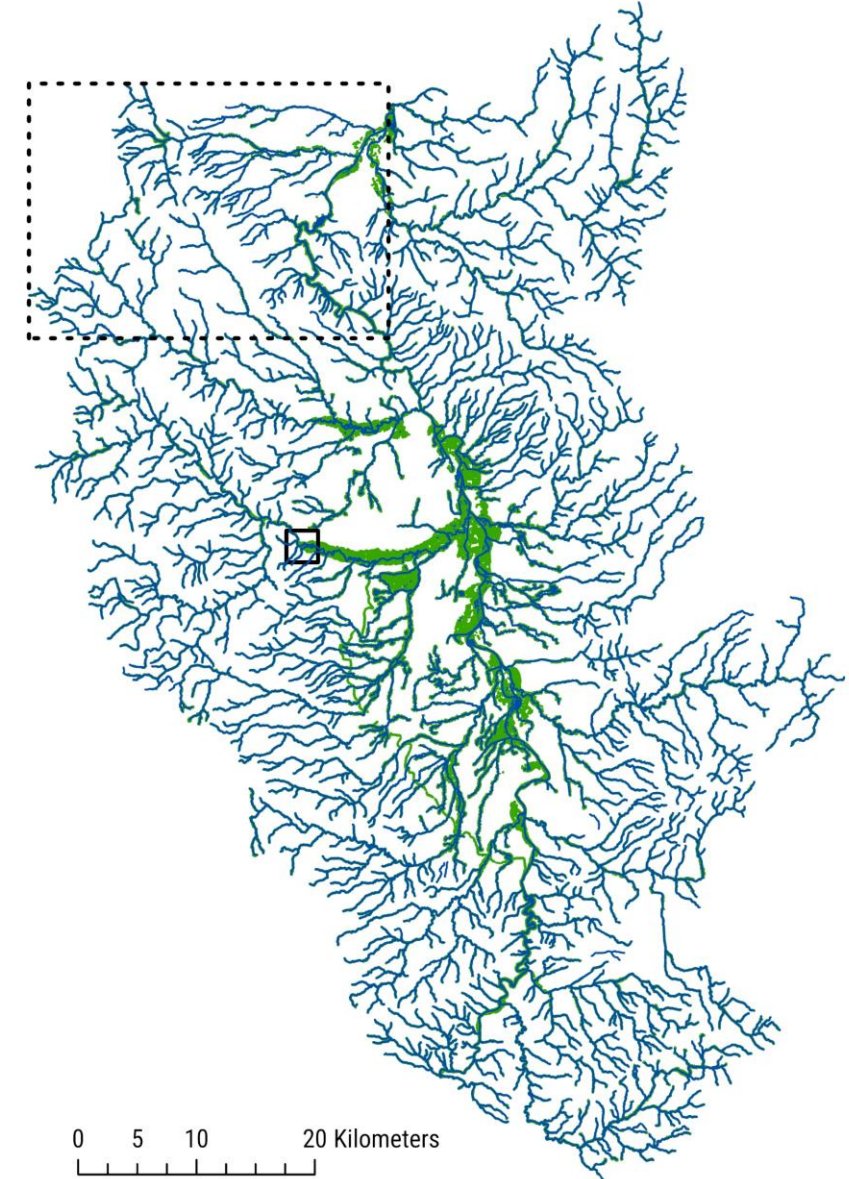
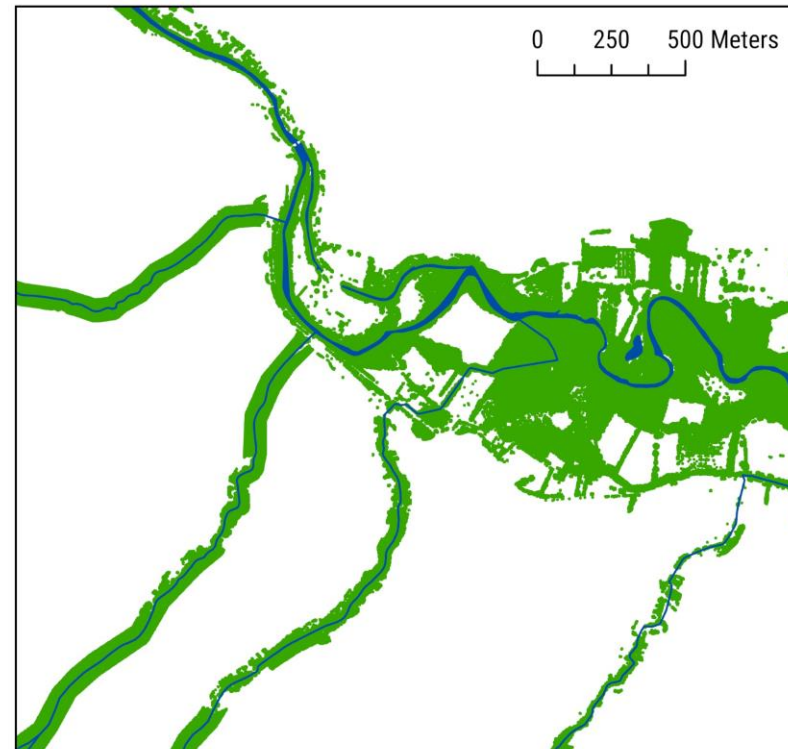
Montre une meilleure étendue de la végétation jusqu'à l'arbre individuel

Peut contenir des erreurs à cause du processus de classification

Problème de répétabilité des données, car les campagnes LiDAR ne sont pas encore reprogrammées et peuvent ne pas l'être.

High vegetation extraction

- Missing LiDAR Data
- Water Surface
- Hydrographic network
- LIDAR High Vegetation



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0

Continuité longitudinale

Montre les discontinuités de la végétation riveraine le long d'un cours d'eau (contour de la surface de l'eau s'il y en a une, ou tampon de 50 cm autour d'une ligne).

Premier résultat pour aider à décider de l'échelle de la grappe pour sélectionner les sites d'étude.

D'abord représenté avec la BDTOP0 et ensuite actualisé avec la couverture végétale LiDAR.

Les segments inférieurs à 10m ont été agrégés à leur plus grand voisin (pour éviter le bruit).

Différence remarquable entre les données LiDAR et BDTOP0.

Analysis of longitudinal continuity

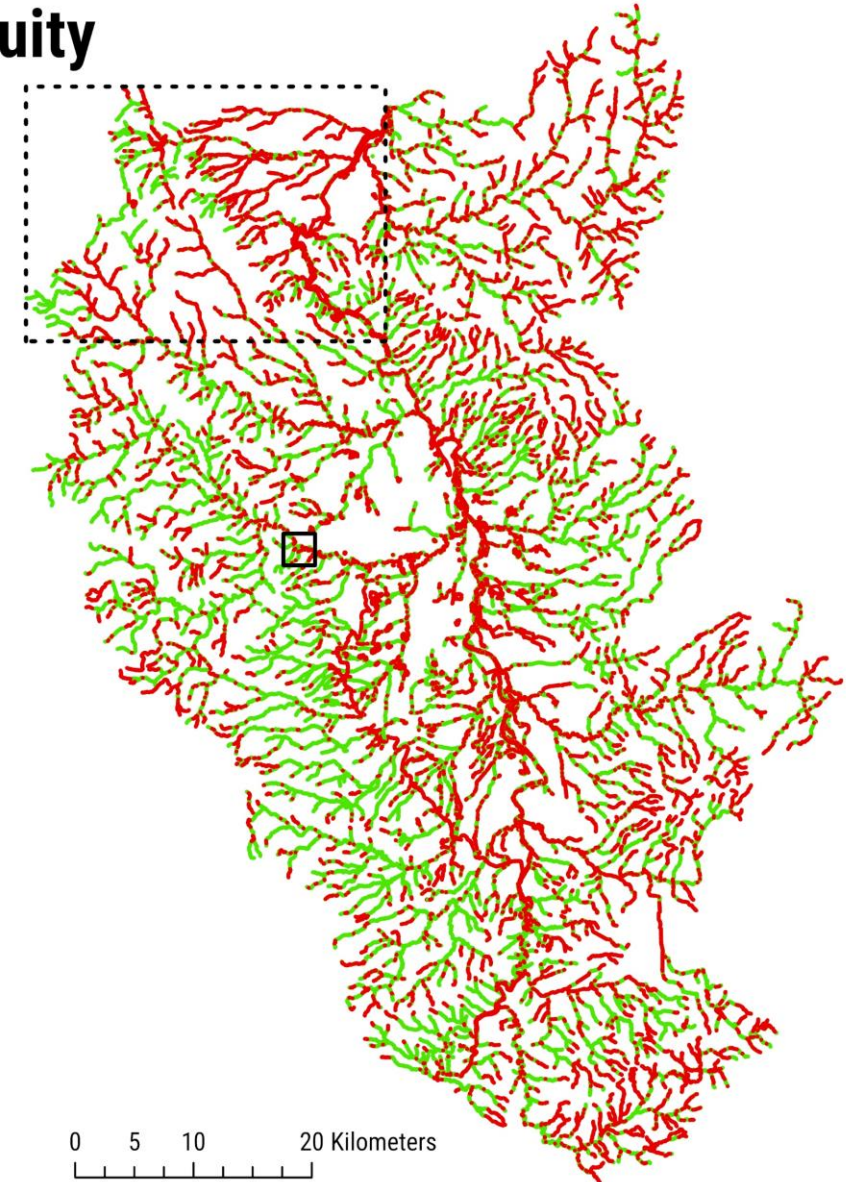
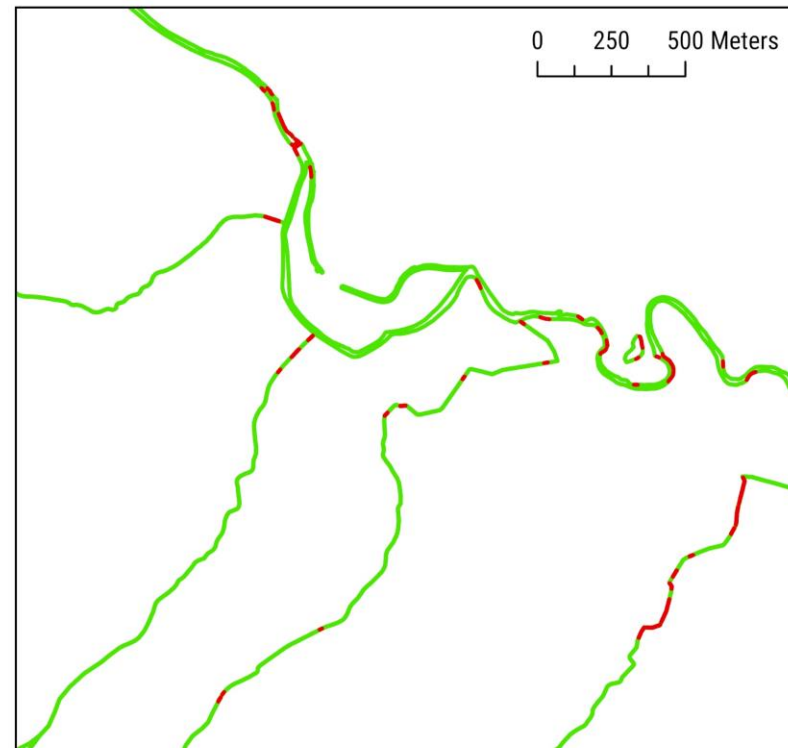
Missing LiDAR Data

Longitudinal Continuity

10 meters threshold

— YES

— NO



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0

Densité LiDAR

Utilisé à partir d'un paquetage R appelé LiDR,

Il a fallu adapter la formule aux forêts de feuillus (fenêtre mobile, plus l'arbre est haut, plus la fenêtre est grande).

Collecte de données sur le terrain (quadrats de ± 25 m), comptage du nombre d'arbres atteignant la canopée.

L'algorithme sous-estime d'un facteur 4,3 dans les forêts denses.

Extraction of density from LiDAR

- Water Surface
- Stream Network
- Calculated individual trees
- Field validation quadrats
- Extracted Vegetation LIDAR (1m resolution)

0 25 50 Meters



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTPO, LiDR

Profils LiDAR

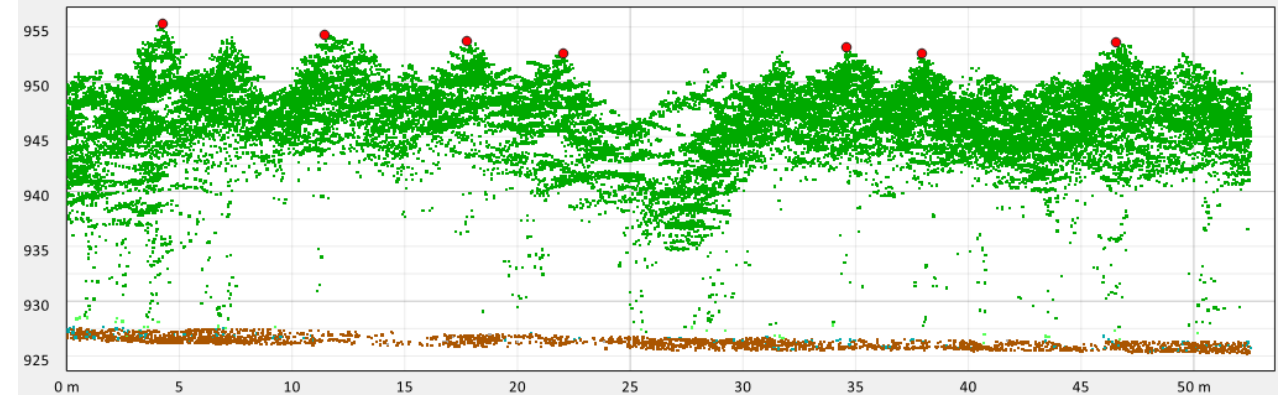
Montre des divergences dans ce que l'algorithme peut détecter comme étant la cime d'un arbre.

Il a été conçu pour les forêts à feuilles persistantes (forêt canadienne).

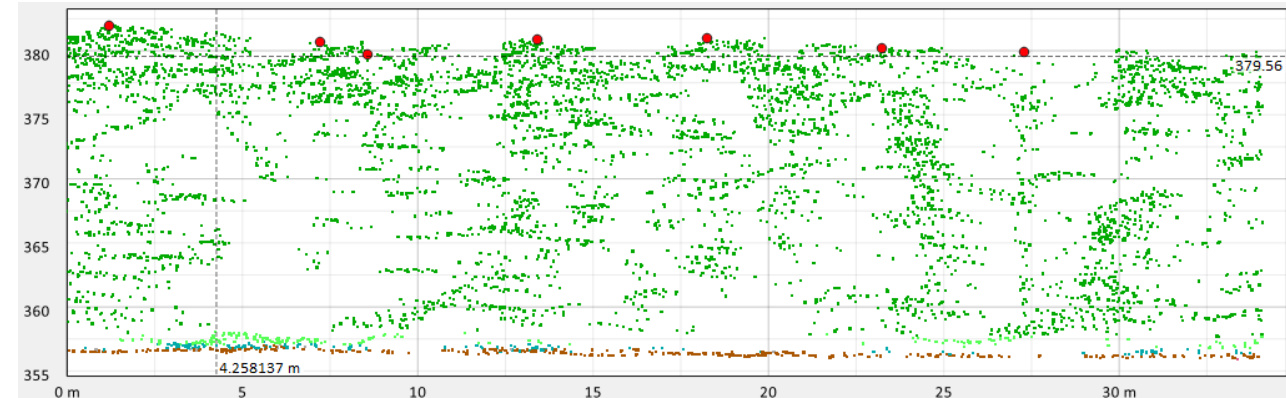
Il existe des alternatives, mais il faut calculer un modèle de hauteur de la canopée, ce qui n'est pas faisable dans le temps imparti.

Comme des résultats disparates ont été trouvés, ils n'ont pas été intégrés dans les résultats finaux.

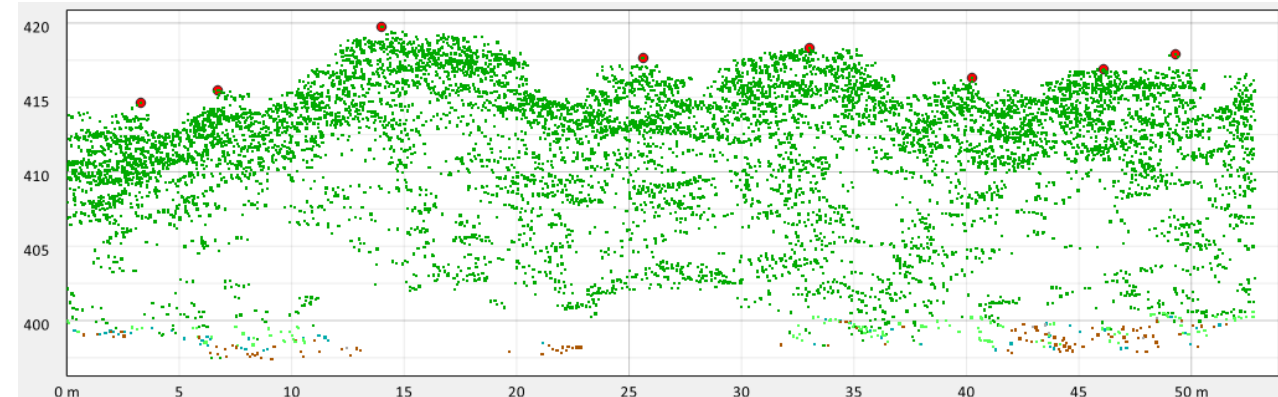
*Profil longitudinal dans
une forêt sempervirente,
cours supérieur de
l'Anzon*



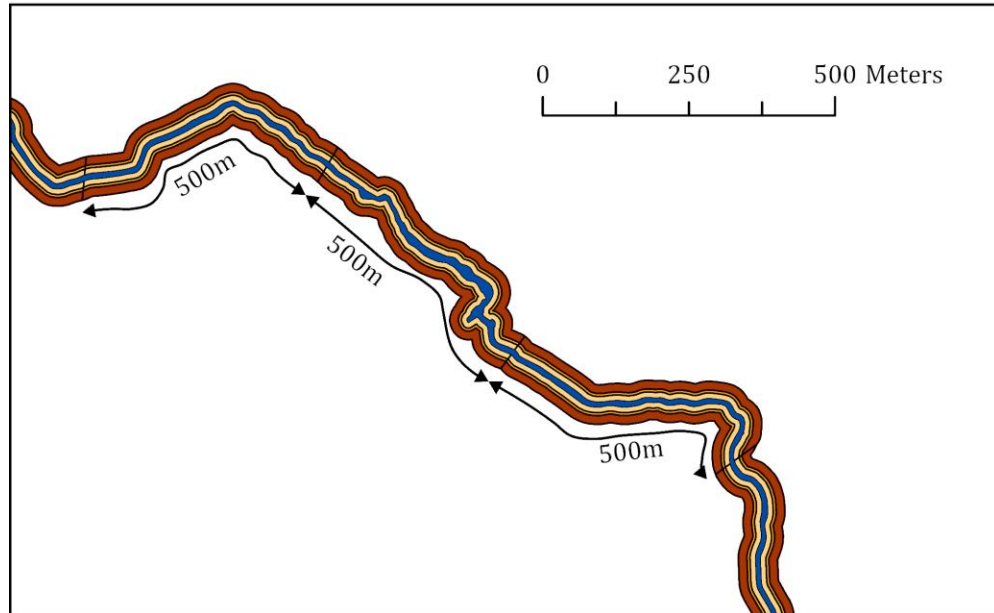
*Profil longitudinal dans
une forêt dense mixte à
feuilles caduques, plaine
du Forez, Lignon*



*Profil en long dans un
mince corridor riverain,
Anzon près de Noirétable*



Creation of buffers



Buffers Around streams

Buffer Size (in meters)

0-10 (IBC-R)

10-15 (Ripascan)

15-30

Water Surface

Metrics within in the buffers:

- Percentage of forest coverage
- Percentage within the valley bottom
- Percentage of urban area
- Tree density

Sources: OCSGE (IGN); BDTopo (IGN)

Création de zones tampons autour des cours d'eau, pour représenter la zone tampon riveraine la plus efficace (30 m).

Correspondance avec les indices existants pour la largeur et la longueur afin d'être comparable au niveau interdisciplinaire.

Intégration de la donnée forêt

Découpée en 5 catégories

Tirées de la couche végétation LiDAR

Analysis of the forest coverage

Forest Coverage

In %

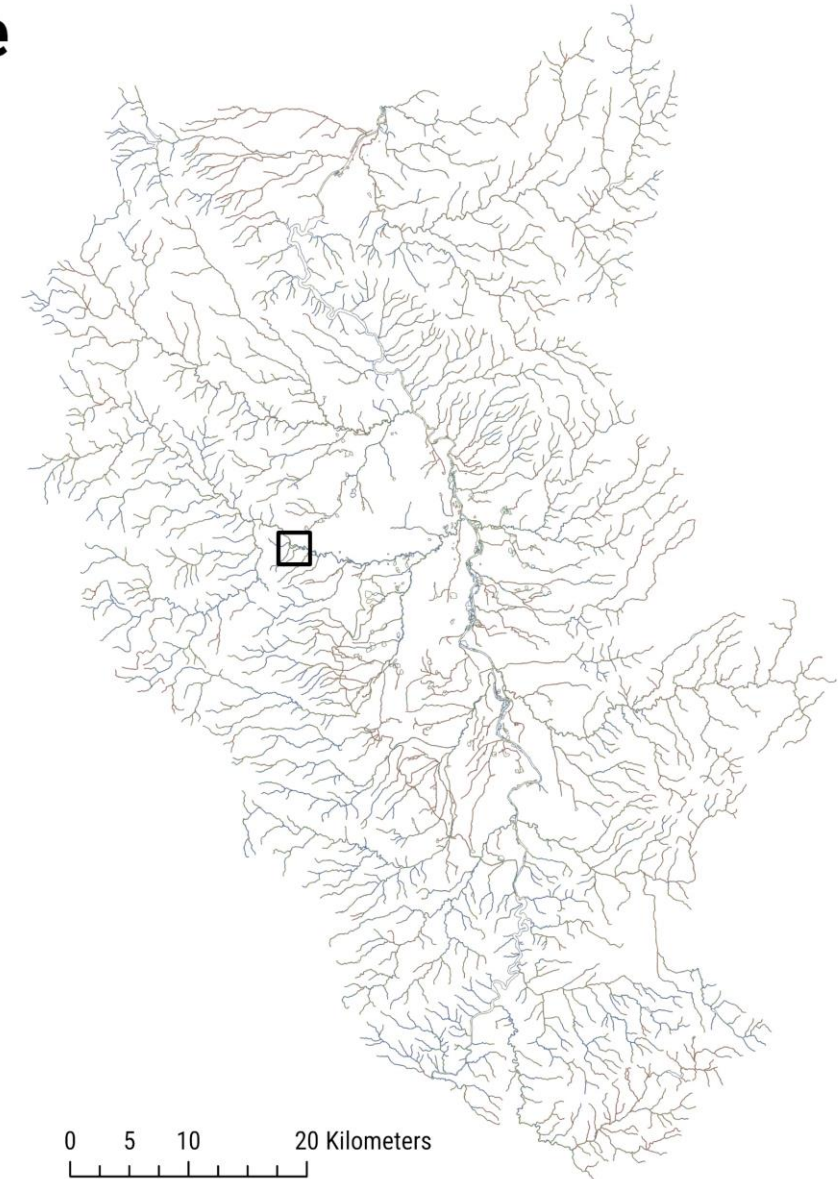
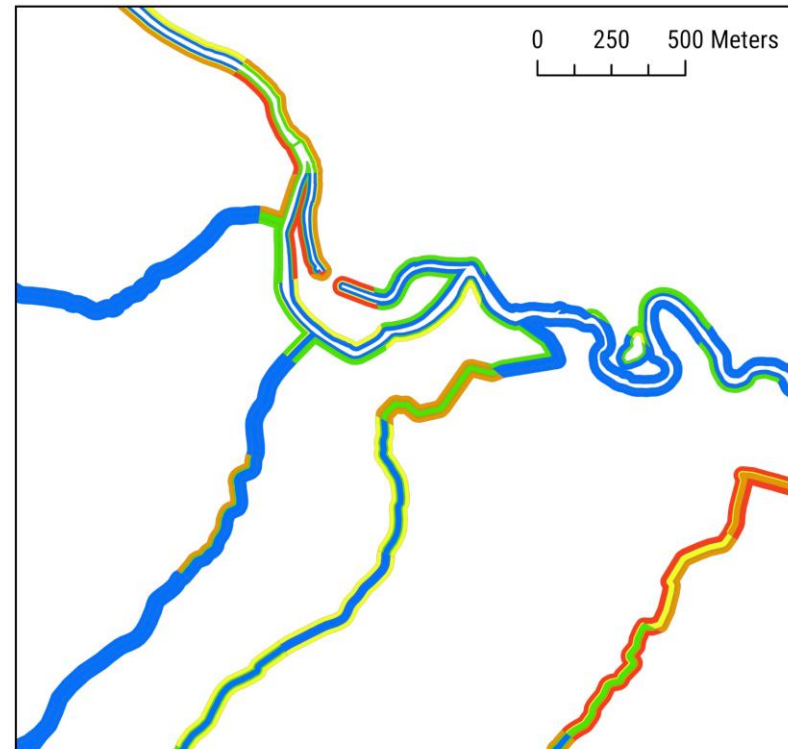
0 - 20

20 - 40

40 - 60

60 - 80

80 - 100



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0

Intégration de la couverture du fond de vallée

Montre la présence potentielle d'une végétation riveraine et la discrimine par rapport à une forêt « normale ».

Analysis of the valley bottom coverage

Valley Bottom Coverage

In %

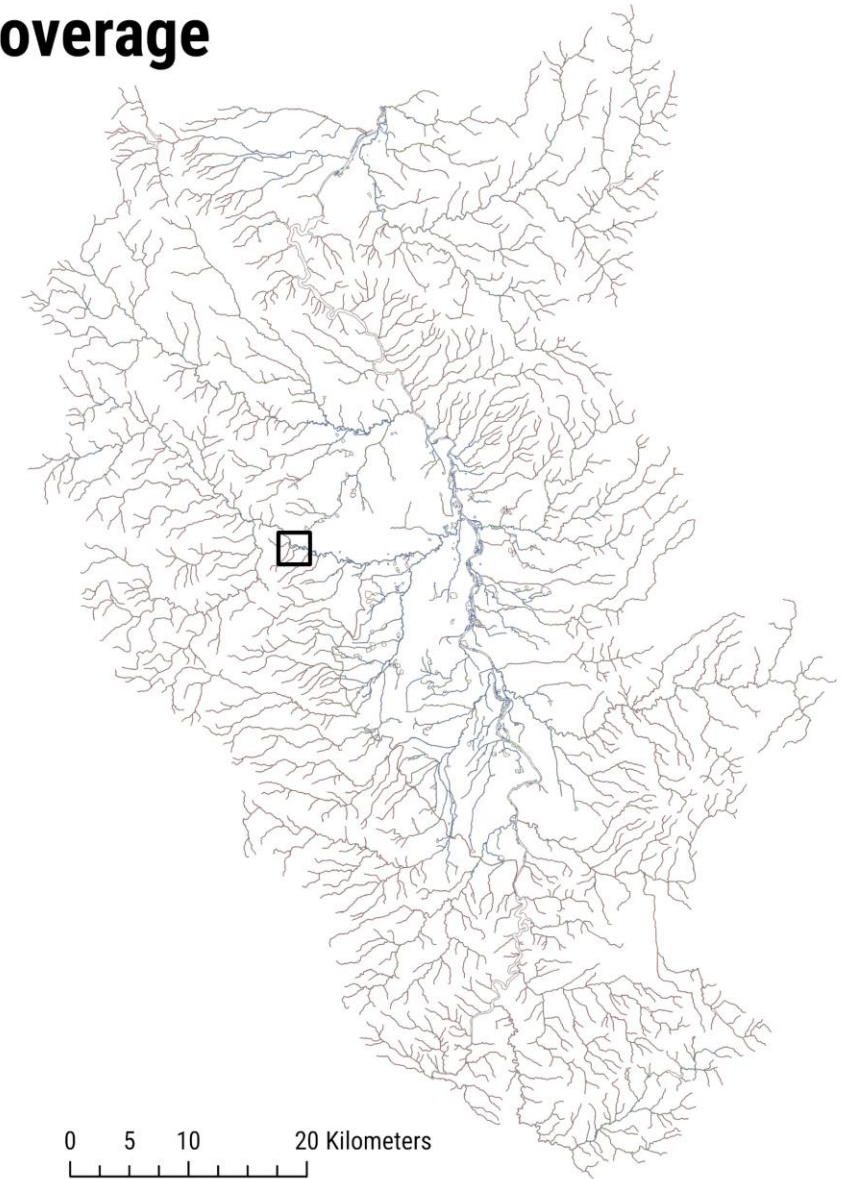
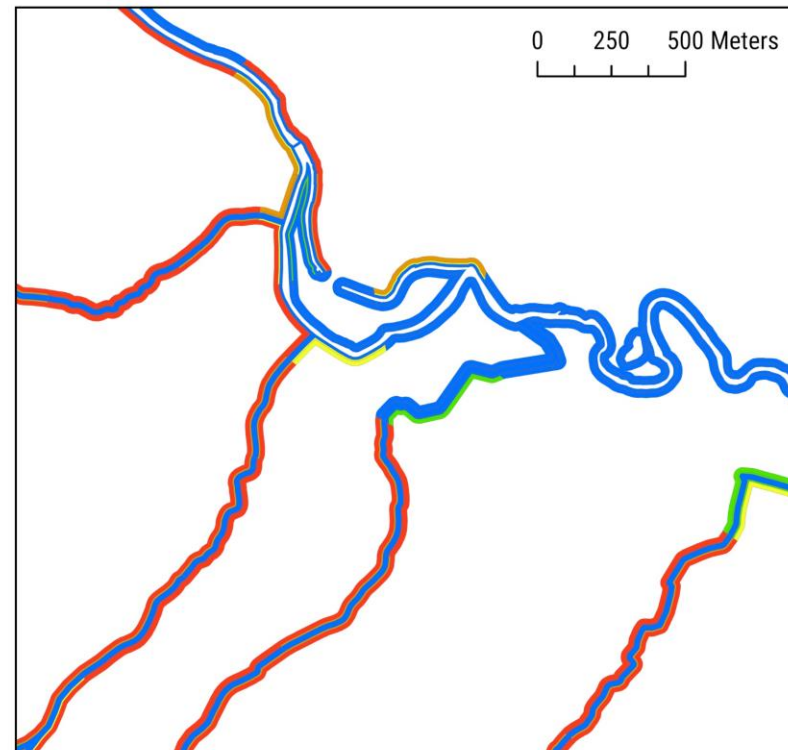
0 - 20

20 - 40

40 - 60

60 - 80

80 - 100



Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0

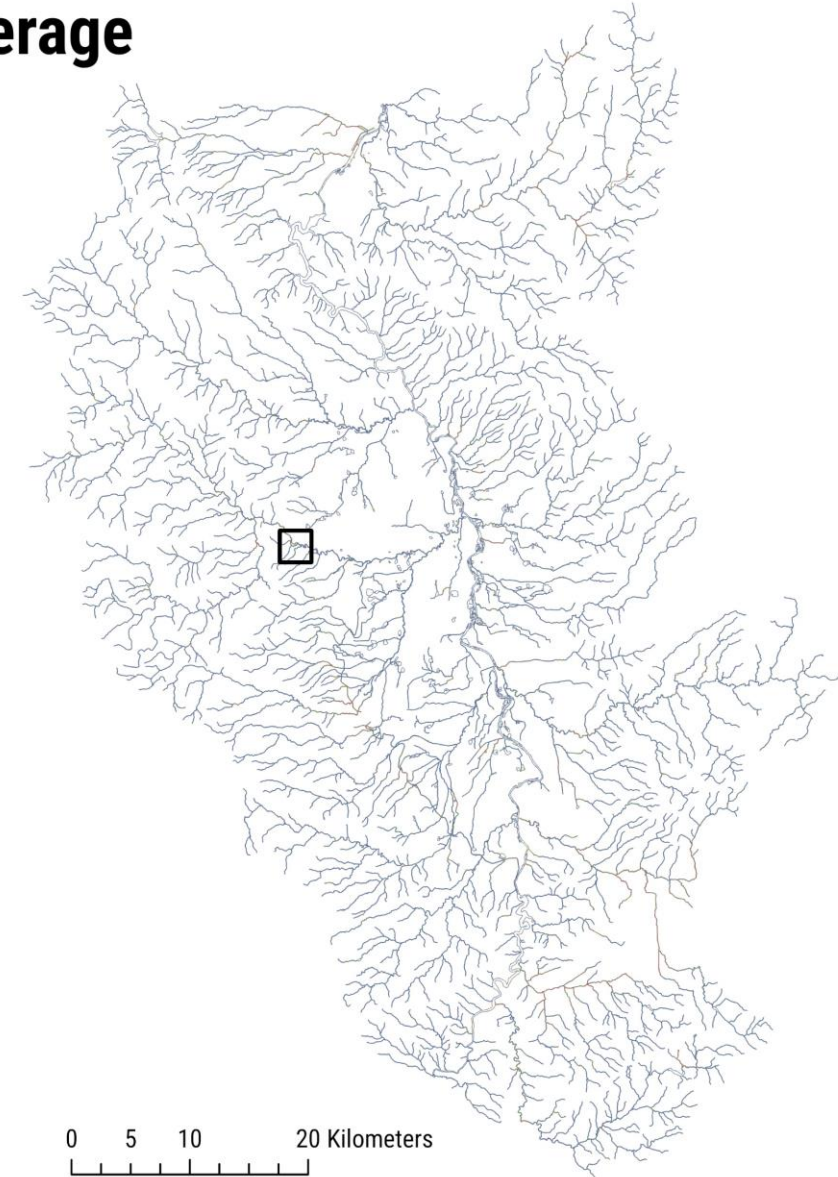
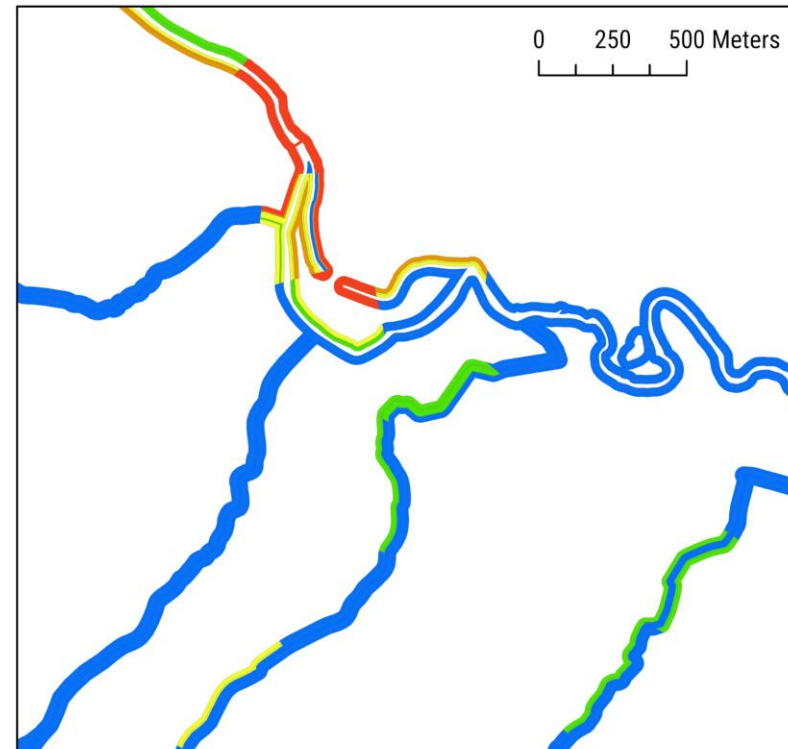
Intégration des zones construites

Couche de l'OCSGE « Zone Construite »,
Discrimine les zones de forte pression ou
le bâti vient contre la rivière sans marge de
manœuvre pour une restauration.

Analysis of the built areas coverage

Built Area Coverage

In %



Sources: OCSGE, BDTOP0

Création d'une matrice d'évaluation potentielle

Carte descriptive, basée sur les pourcentages des trois catégories

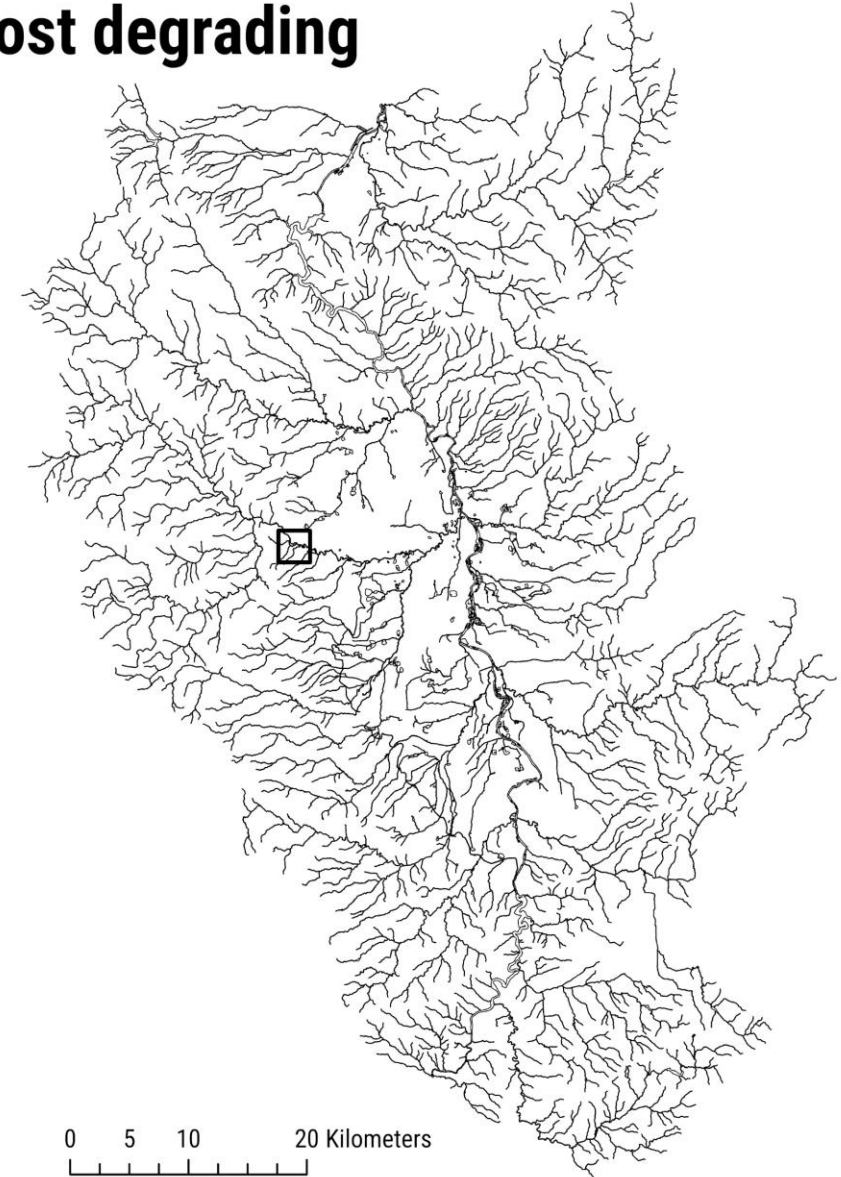
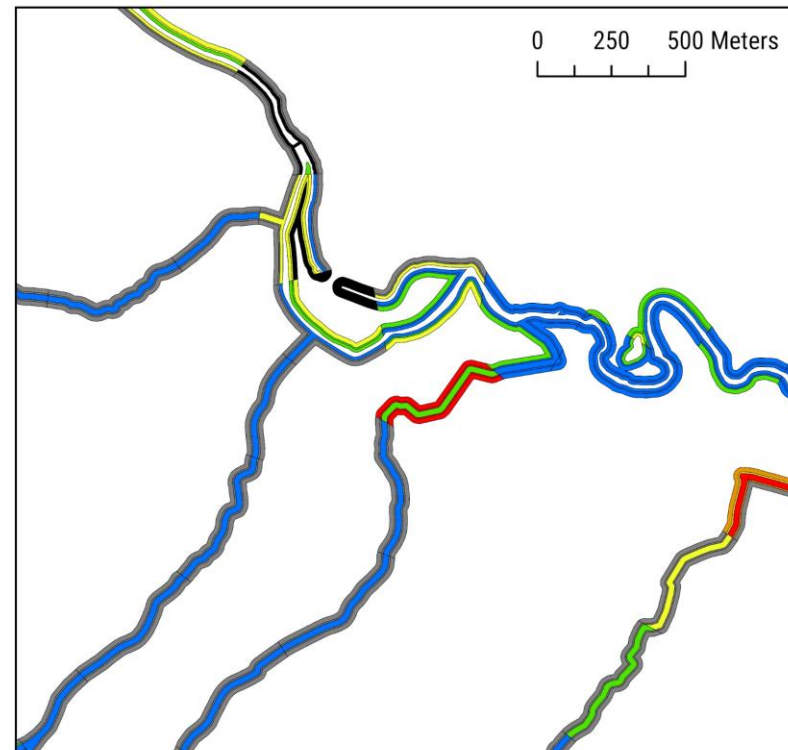
Utilisation d'une méthode du facteur le plus dégradant

Coloration basée sur les indices de qualité de la Directive Cadre sur l'Eau

Séparation entre ce qui peut être considéré comme végétation riveraine et ce qui ne peut pas l'être

Très informatif mais difficilement lisible

Buffered evaluation matrix - most degrading



Matrice d'évaluation finale

Aide à visualiser les zones où la végétation riveraine est bien représentée dans l'espace, en fonction du facteur de dégradation le plus important

Chaque zone tampon a été pondérée en fonction de la distance au cours d'eau.

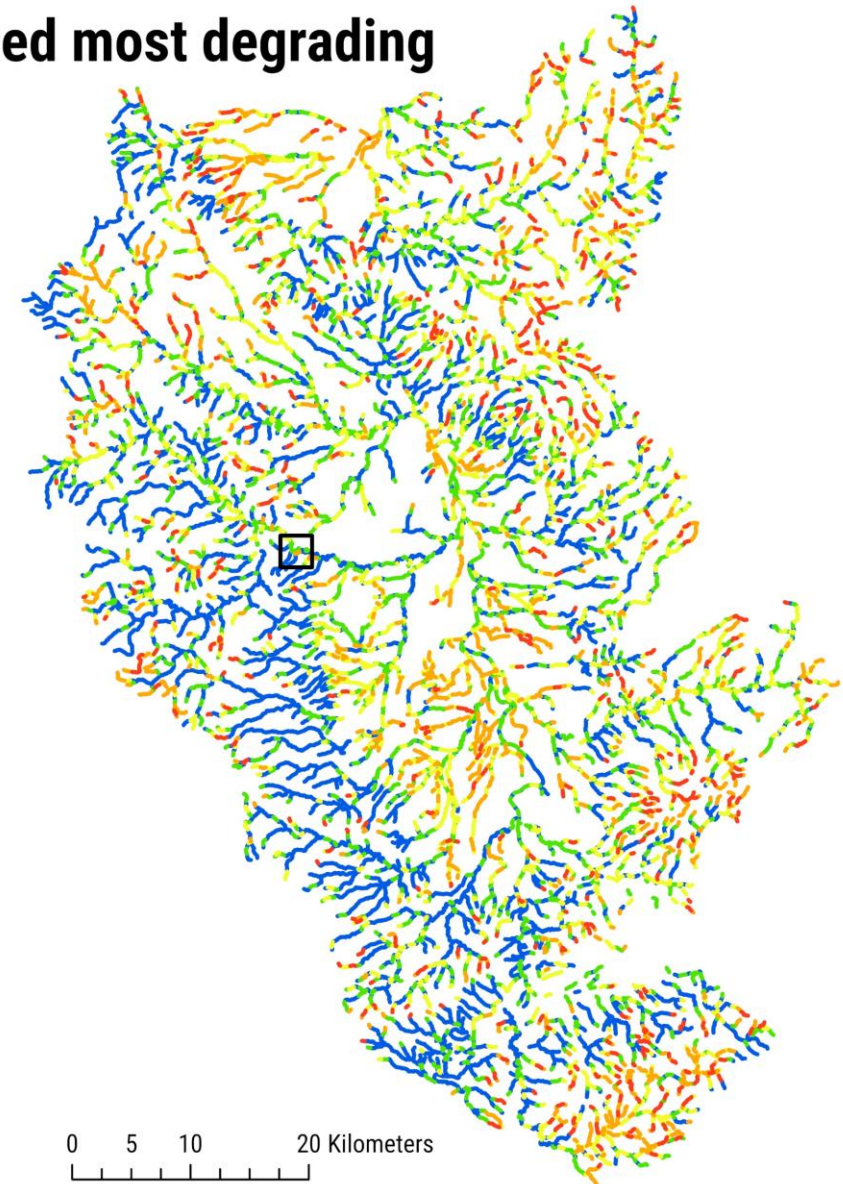
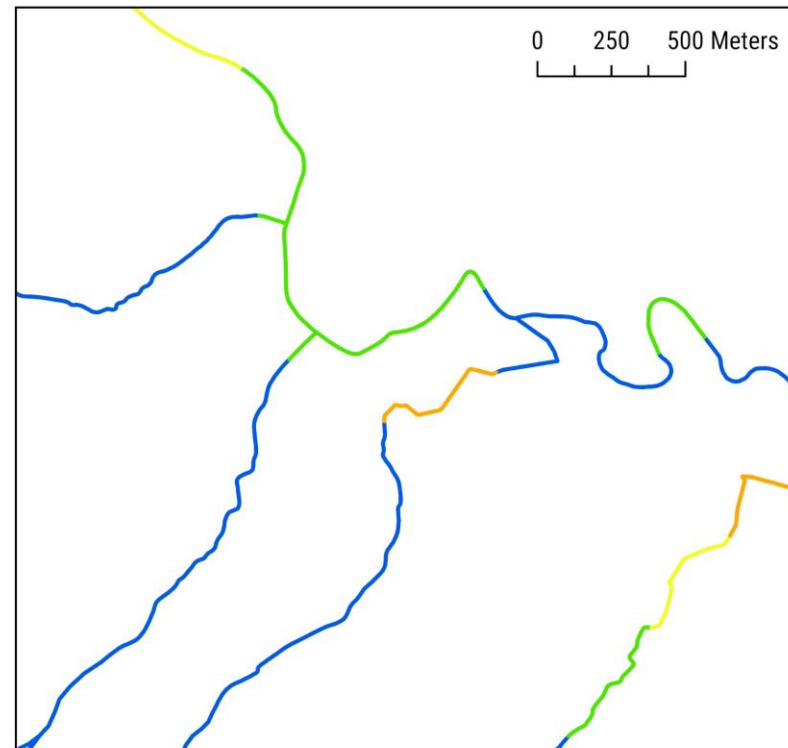
Les zones urbaines ont été écartées pour éviter de se concentrer sur des zones où il n'y a que peu ou pas d'espace pour la restauration.

Semble bien correspondre aux observations sur le terrain et à la photo-interprétation.

Reaches evaluation matrix - weighted most degrading

Calculated matrix over lines
WFD-compliant categories

— Very Good	— Moderate
— Good	— Poor
	— Bad
	— No Data



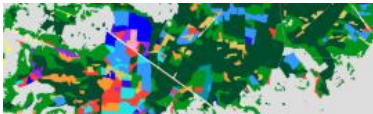
Sources: LiDAR HD, OCSGE, BDTOP0

Intégration des données géographiques

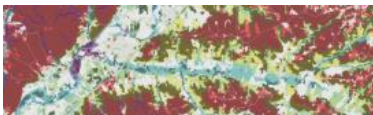
Intégration des données forestières
(CarHAB, IGN)

Couplage avec des données agricoles pour
les intrants les plus dégradants

Distinguer les forêts riveraines denses des
corridors riverains pour faciliter la gestion
et l'extrapolation de la densité.



BD FORÊT® et Masque
FORÊT



Habitats CarHab



RPG

Comparaison et analyses

Comparer les résultats avec les bases de
données existantes :

- Mapd'o (hydromorphologie)
- SYRAH-CE (hydromorphologie)
- Carhyce (hydromorphologie)

Cartographier les zones de stress hydrique
à partir du NDVI



Intégration des données écologiques et
physiques (avec le pôle Loire)

Intégration des indices écologiques
existants recueillis par les gestionnaires
(IBC-R)

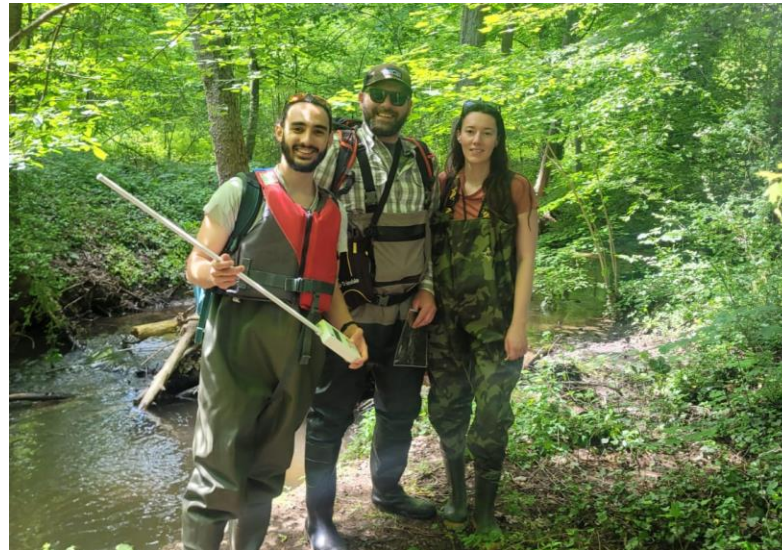
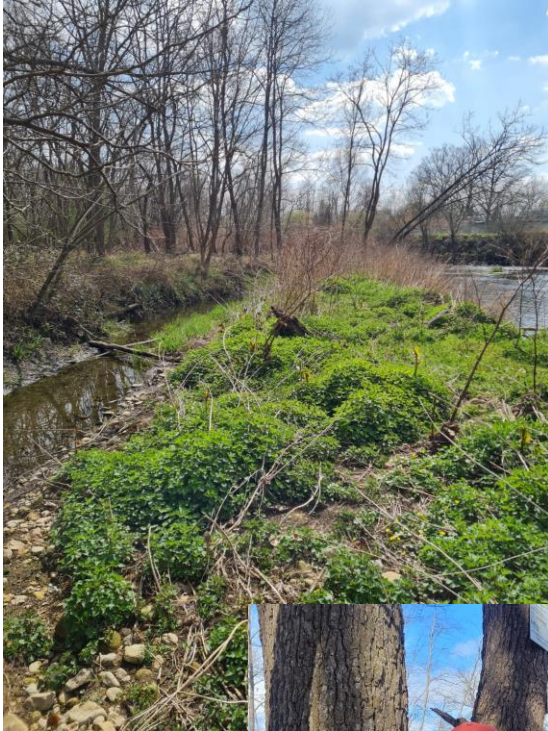
Comparaison avec des indices
nouvellement créés (Ripascan)

Intégration de scénarios hydrologiques et
de température de l'eau



Pour bientôt

Merci pour votre attention



Pour aller plus loin, voici les résultats cartographiques (en anglais) :

