

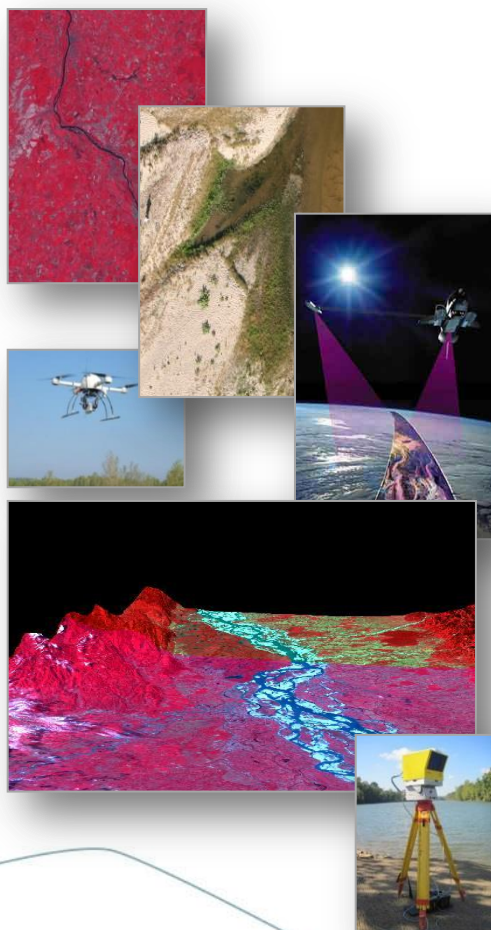
10 juin 2016

Journée Technique

*Avancées, apports et perspectives de la télédétection
pour la caractérisation physique des corridors fluviaux*

Apport des nuages de points LiDAR et photogrammétriques pour le monitoring de 12000 km de cours d'eau en Wallonie (Belgique)

Adrien Michez, Hervé Piégay , Olivier Desteucq,
Philippe Lejeune, Hugues Claessens



Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège



Structure de l'exposé

- Contexte du projet et objectifs
 - ✓ Réforme de la gestion des cours d'eau en Wallonie
 - ✓ Objectifs
- Méthodes
 - ✓ Données utilisées
 - ✓ Méthode d'analyse
- Résultats
 - ✓ Quelques résultats 'type'
- Implication pour la gestion
 - ✓ Intérêt des paramètres pour la gestion opérationnelle
 - ✓ Plateforme PARIS
- Aspects logistiques
 - ✓ Coûts des acquisitions
 - ✓ Main d'œuvre mobilisée

Contexte du projet

- Réforme de la gestion des cours d'eau en Wallonie
 - ✓ Cadre législatif belge « historique » toujours effectif
 - ✓ Etat gestionnaire des cours d'eau (BV \geq 100 Ha) + 'berges'
 - ✓ Loi sur les cours d'eau non navigables (1967)
 - ✓ Gestion hydraulique / économique
 - ✓ Vision « utilitariste » des cours d'eau



Contexte du projet

- Réforme de la gestion des cours d'eau en Wallonie
 - ✓ Inadéquation avec plusieurs directives européennes
 - ✓ DCE, directive habitat (Natura 2000)
 - ✓ Réforme réglementaire et législative en cours

→ Programmes d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée (**PARIS**)
- Gestion intégrée thématiquement et réglementairement (PGDH, PGRI)

Hydromorphologie

Hallot (2016)



La Lesse (Daverdisse)

Risques d'inondation



www.rtbf.be

Economie / transport



SPW

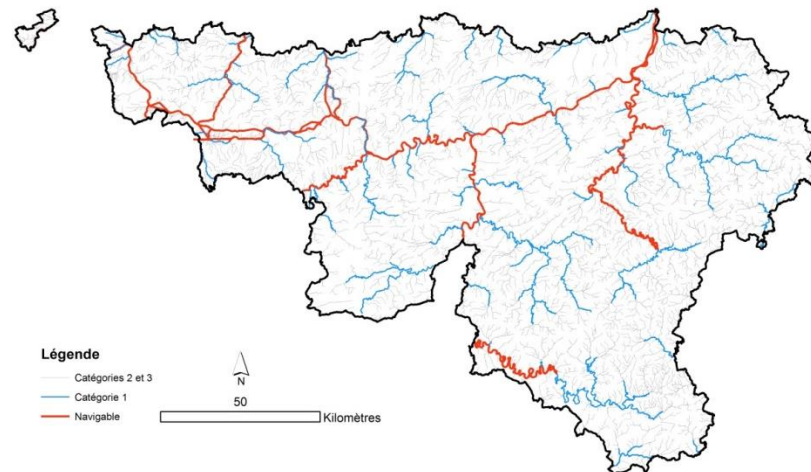
Loisir / Social

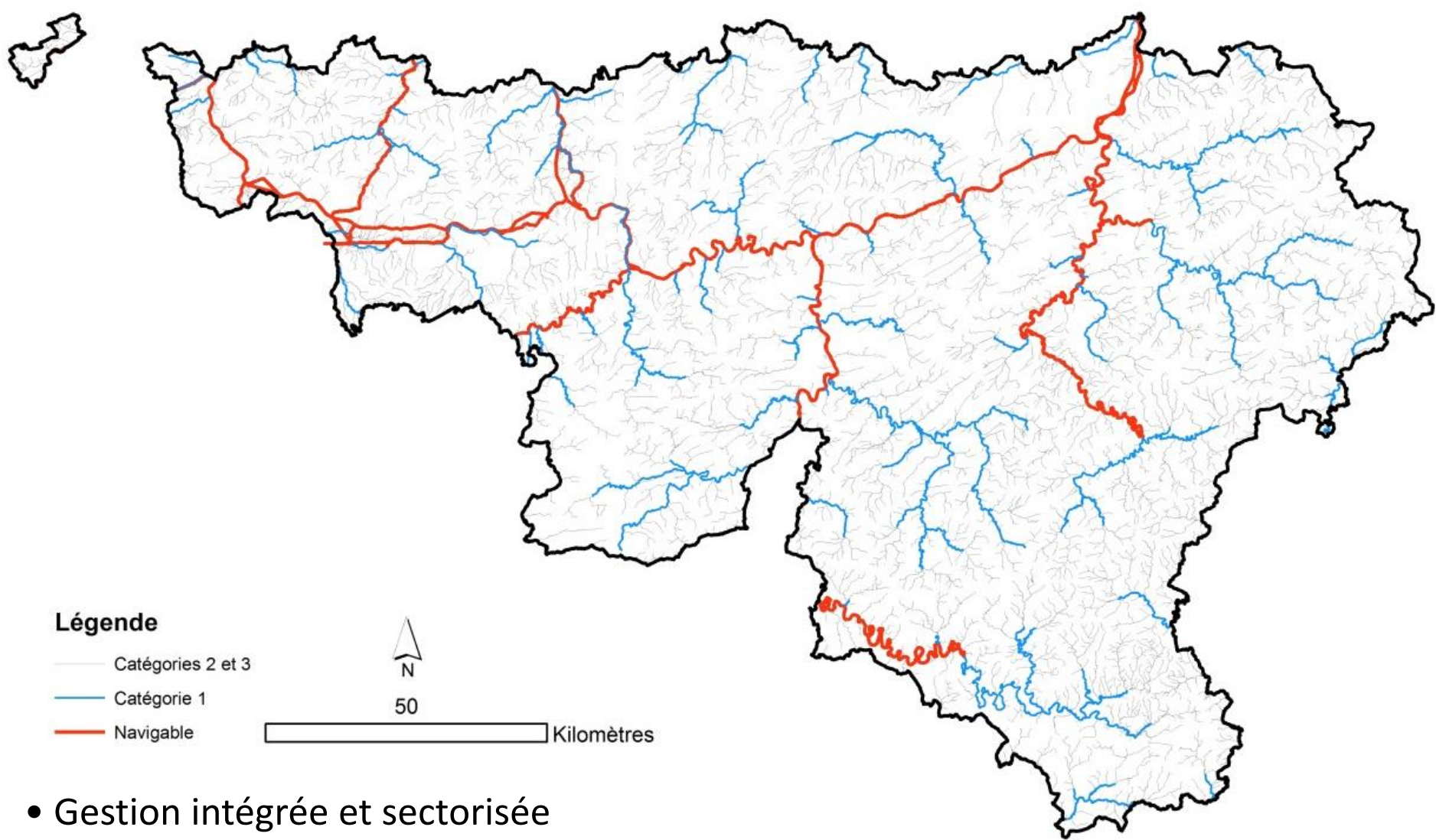


www.belgique-tourisme.be

Contexte du projet

- Programmes d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée (**PARIS**)
- Gestion intégrée :
 - ✓ Spatialement : ensemble du réseau publique concerné (12.000 km)
 - ✓ Focus sur le linéaire de cours d'eau et l'hydromorphologie



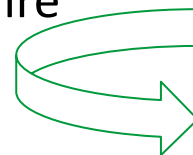


- Gestion intégrée et sectorisée

- ✓ 12.000 km
- ✓ ≈ 6000 secteurs de gestions (2 km)

- Gestion planifiée sur l'ensemble du linéaire

- ✓ Fréquence de mise à jour : 6 ans
- ✓ Evaluation à mi-parcours souhaitée



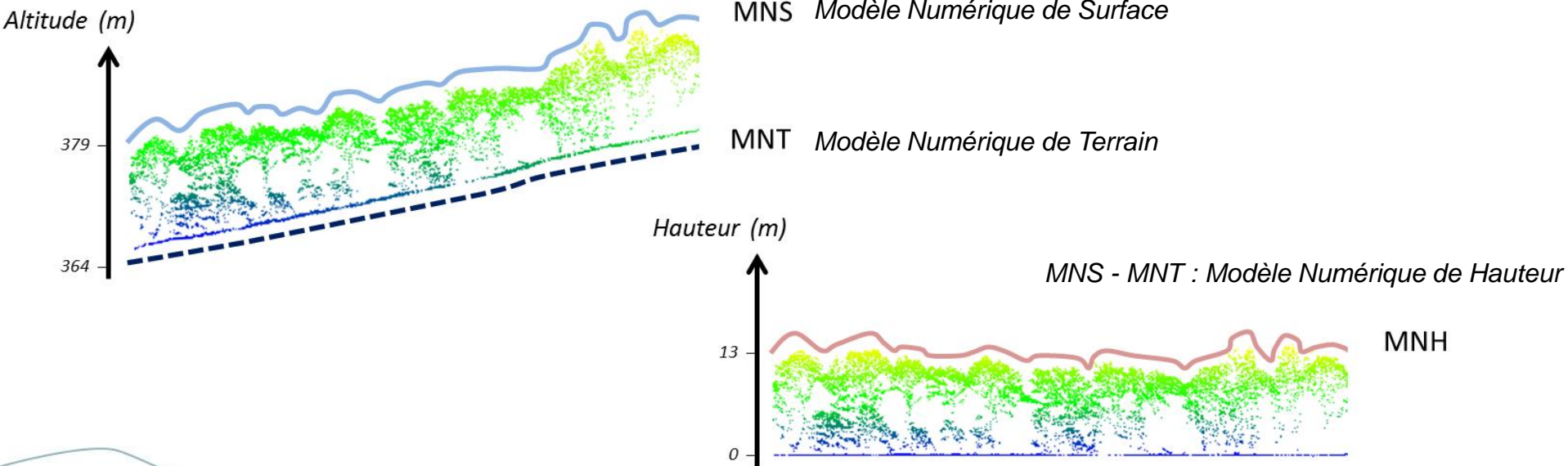
Développement d'approches basées sur données télédétection

Objectifs du projet de recherche

- Développement d'outils pour la planification et l'évaluation des PARIS à l'échelle régionale (> 12000 km)
 - ✓ Basés sur les données acquises régulièrement par l'administration
→ *Assurer la répétabilité !*
 - ✓ Approche 3D à haute résolution spatiale : 1 m GSD !
→ *Faciliter la régionalisation : homogénéité de la donnée*
 - ✓ Pot. mise à jour calquée sur les PARIS (6 ans, voir 3 ans -> mi-parcours)
 - ✓ Fournir des paramètres descripteurs des cours d'eau (CE) et des bandes riveraines (BR)
 - ✓ Focus hydromorphologie + forêts riveraines
 - ✓ Information destinée à l'application webgis « PARIS »

Méthodes : données utilisées

- Insertion dans le cadre d'acquisitions régionales
 - ✓ Campagne LiDAR « MNT » ≈ 1 point / m²
 - ✓ 3 sous produits type : MNT / MNS / MNH



Méthodes : données utilisées

- Insertion dans le cadre d'acquisitions régionales
 - ✓ Campagne LiDAR « MNT » ≈ 1 point / m²
 - ✓ 3 sous produits type : MNT / MNS / MNH
- ✓ Photogrammétrie (« recyclage » des campagnes ortho)
 - ✓ Images Vexcel Ultracam (0.25 m)
 - ✓ Acquisition annuelle depuis 2015
 - ✓ Génération d'un MNS sur l'ensemble du territoire (années 2012 et 2009)
 - ✓ Utilisation de Agisoft Photoscan
- ✓ En complément du LiDAR (1/3 du territoire)



Complémentarité LiDAR / photogrammétrie

→ (approche MNH multi temporelle possible !)



LiDAR basse densité SPW

**Nuage de points
photogrammétrique**

Méthodes d'analyse

- Paramètres des bandes riveraines extraits

Paramètres « télédé »	Indicateur	Critère
Hauteur émergée des berges	Fréquence d'inondation	Caractère spécifique ripicole de la bande riveraine
	Proximité / connectivité entre milieu riverain et aquatique	Anthropisation du lit des cours d'eau
Largeur du cours d'eau	Détection de sur largeurs / sous largeur	Qualité de l'habitat aquatique
		Anthropisation du lit des cours d'eau
Sinuosité	Diversité des écoulements et des habitats aquatiques	
Continuité longitudinale	Niveau de connectivité longitudinale des éléments constitutifs de la forêt riveraine	Qualité de l'habitat
		Fonctionnalité en tant que corridor
Hauteur moyenne de la ripisylve	Niveau de maturité de la forêt riveraine	Capacité d'accueil de la forêt riveraine
		Localisation des individus matures, niveau de développement de la forêt riveraine (intérêt pour le gestionnaire)
Forêt riveraine en surplomb	Ombrage du lit mineur par la forêt riveraine	Présence d'habitats aquatiques liés à la proximité de la forêt riveraine (sous berge, branchages, chevelus racinaire, ...)
		Qualité de l'habitat aquatique et riverain

Paramètres « télédé »	Indicateur	Critère
Hauteur émergée des berges	Fréquence d'inondation	Caractère spécifique ripicole de la bande riveraine
	Proximité / connectivité entre milieu riverain et aquatique	Anthropisation du lit des cours d'eau
Largeur du cours d'eau	Détection de sur largeurs / sous largeur	Qualité de l'habitat aquatique
Sinuosité	Diversité des écoulements et des habitats aquatiques	Anthropisation du lit des cours d'eau
Continuité longitudinale	Niveau de connectivité longitudinale des éléments constitutifs de la forêt riveraine	Qualité de l'habitat
		Fonctionnalité en tant que corridor
Hauteur moyenne de la ripisylve	Niveau de maturité de la forêt riveraine	Capacité d'accueil de la forêt riveraine Localisation des individus matures, niveau de développement de la forêt riveraine (intérêt pour le gestionnaire)
Forêt riveraine en surplomb	Ombrage du lit mineur par la forêt riveraine	Présence d'habitats aquatiques liés à la proximité de la forêt riveraine (sous berge, branchages, chevelus racinaire, ...)
		Qualité de l'habitat aquatique et riverain

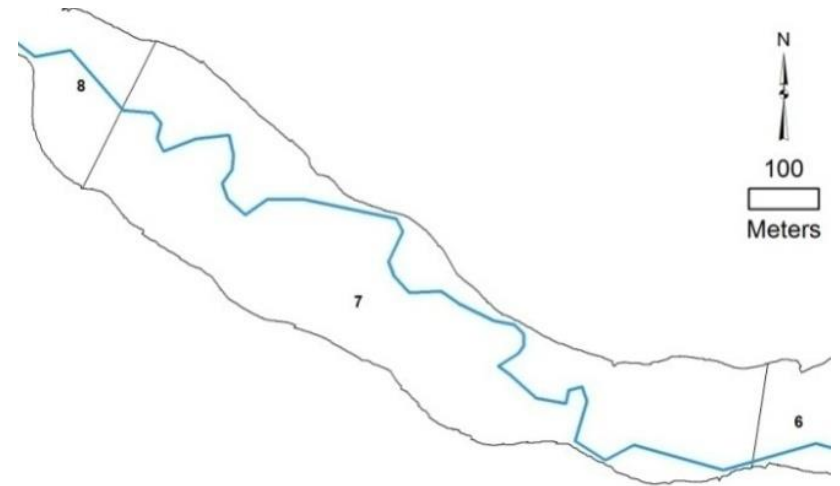
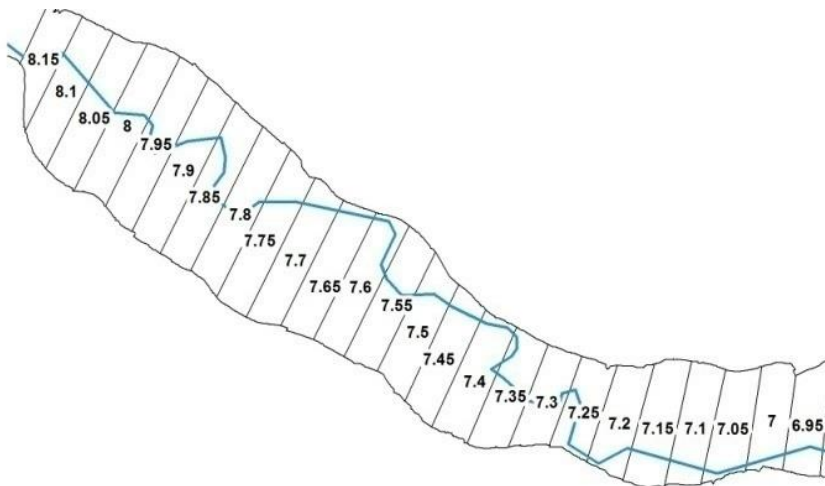
PARAMETRES FORESTIERS / PARAMETRES PHYSIQUES

Méthodes d'analyse

- Echelle d'analyse

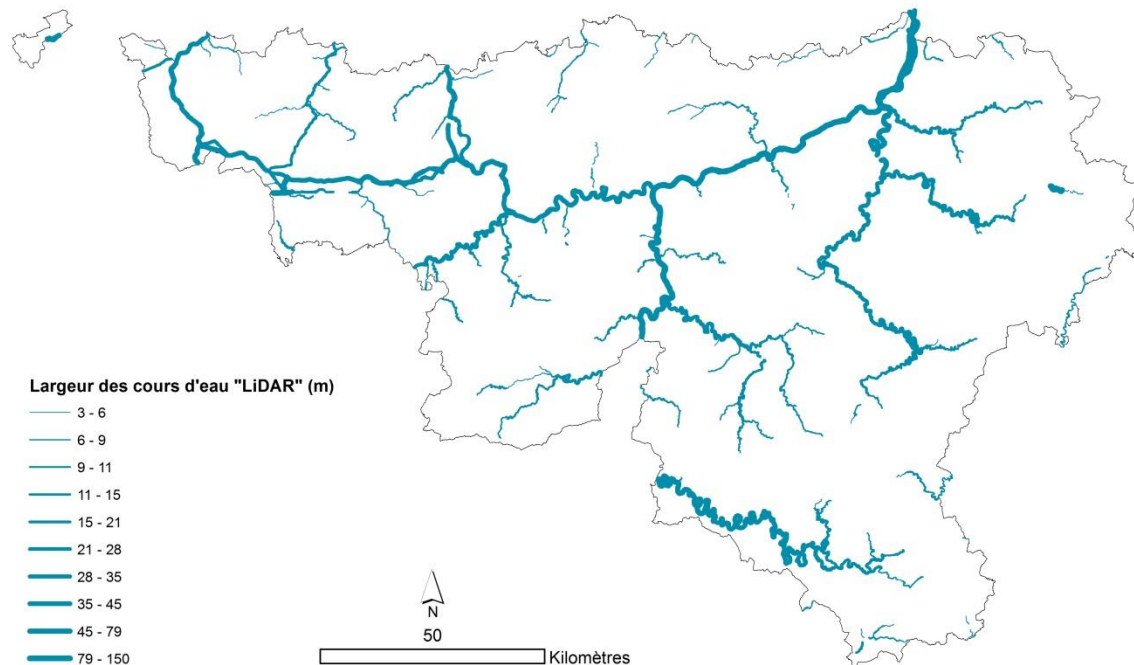
- ✓ Unité de rapportage élémentaire : secteur de gestion PARIS
+/- 6000 secteurs
- ✓ Selon le paramètre, via un processus désagrégation / agrégation
50m → à l'échelle du secteur (Alber & Piégay (2011))

Secteur < Masse d'eau DCE < BV < région naturelle < Wallonie

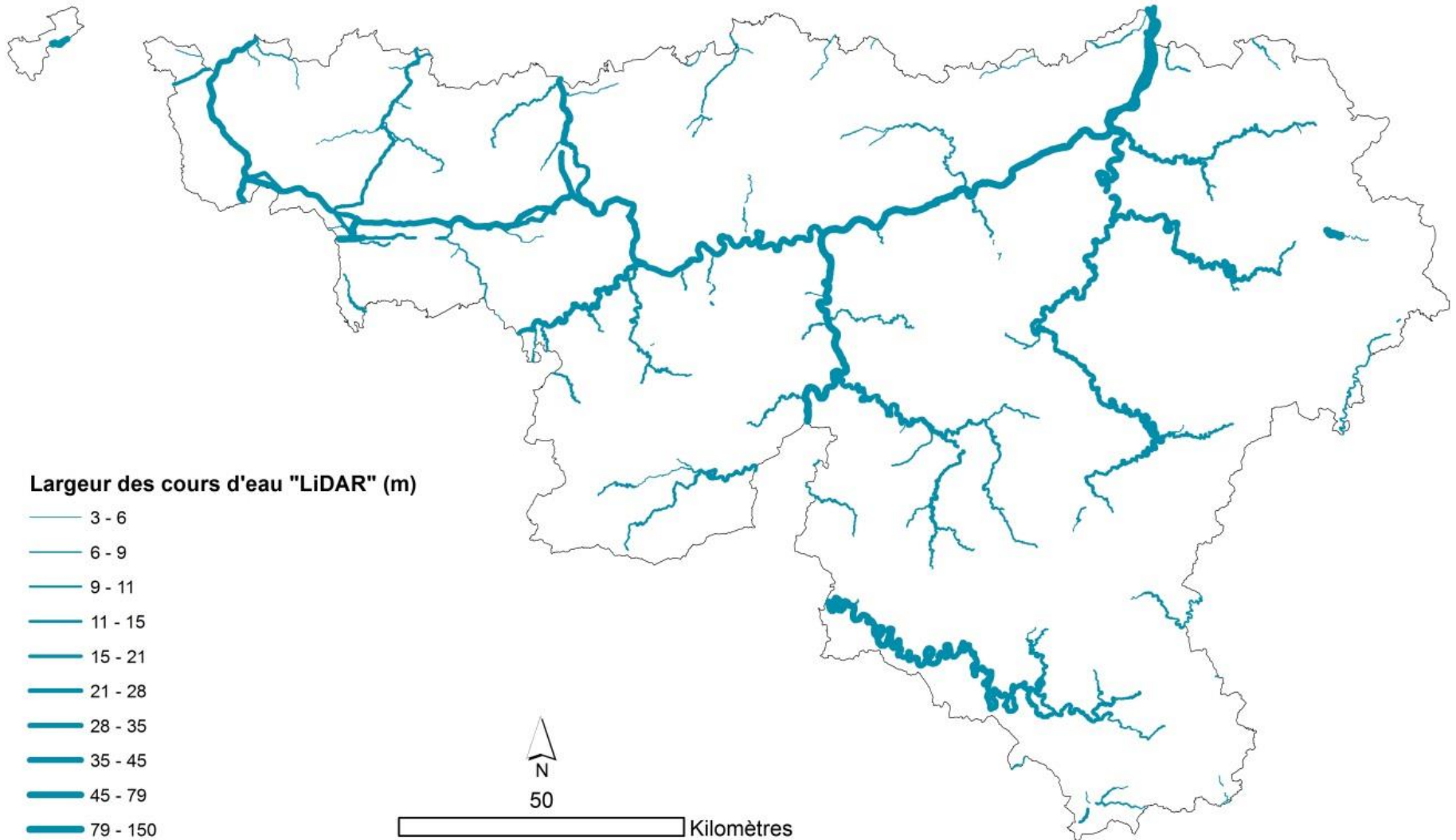


Résultats

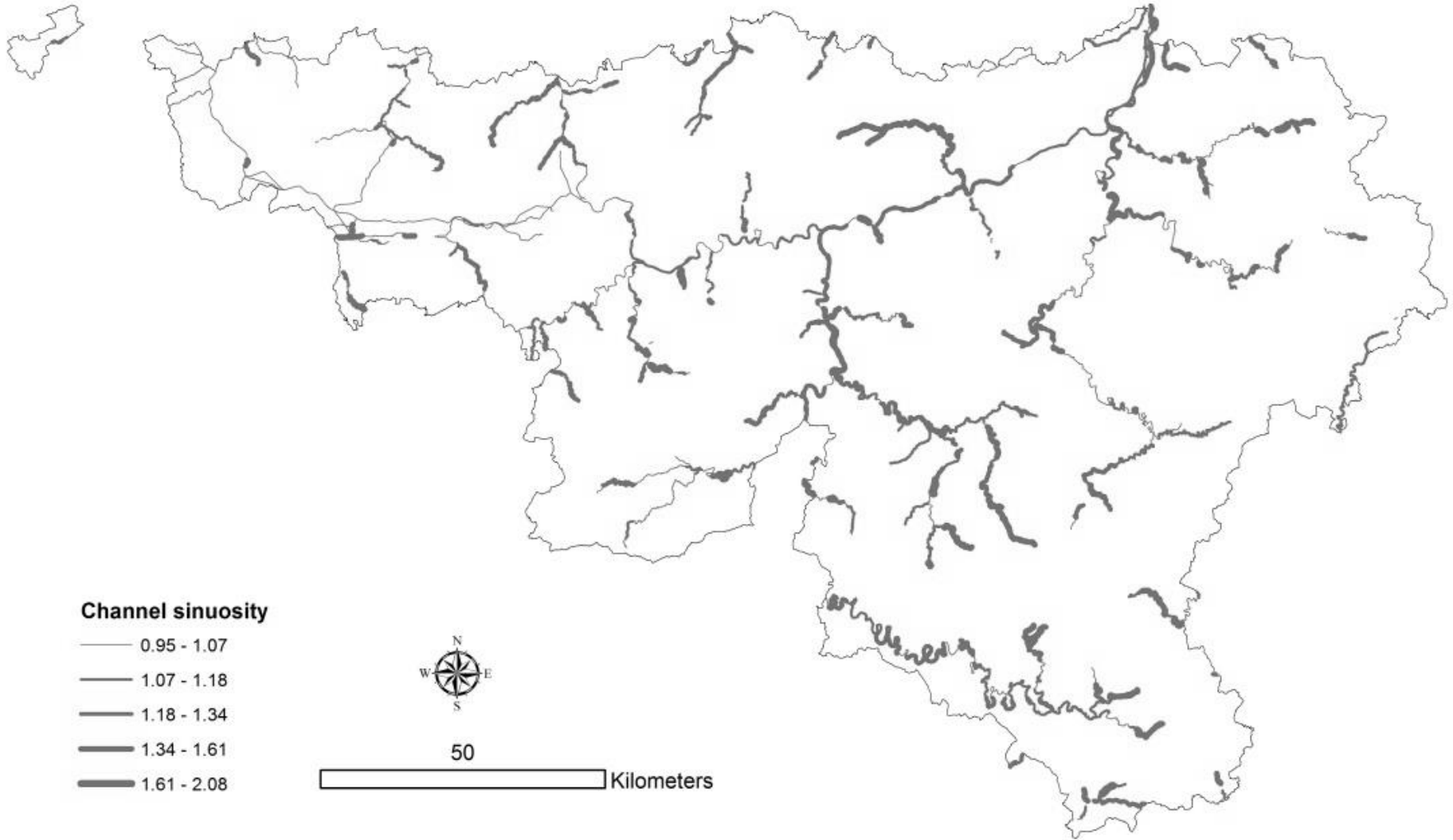
- Visualisation des paramètres à l'échelle régionale
 - ✓ Largeur des cours d'eau et sinuosité



Largeur des cours d'eau

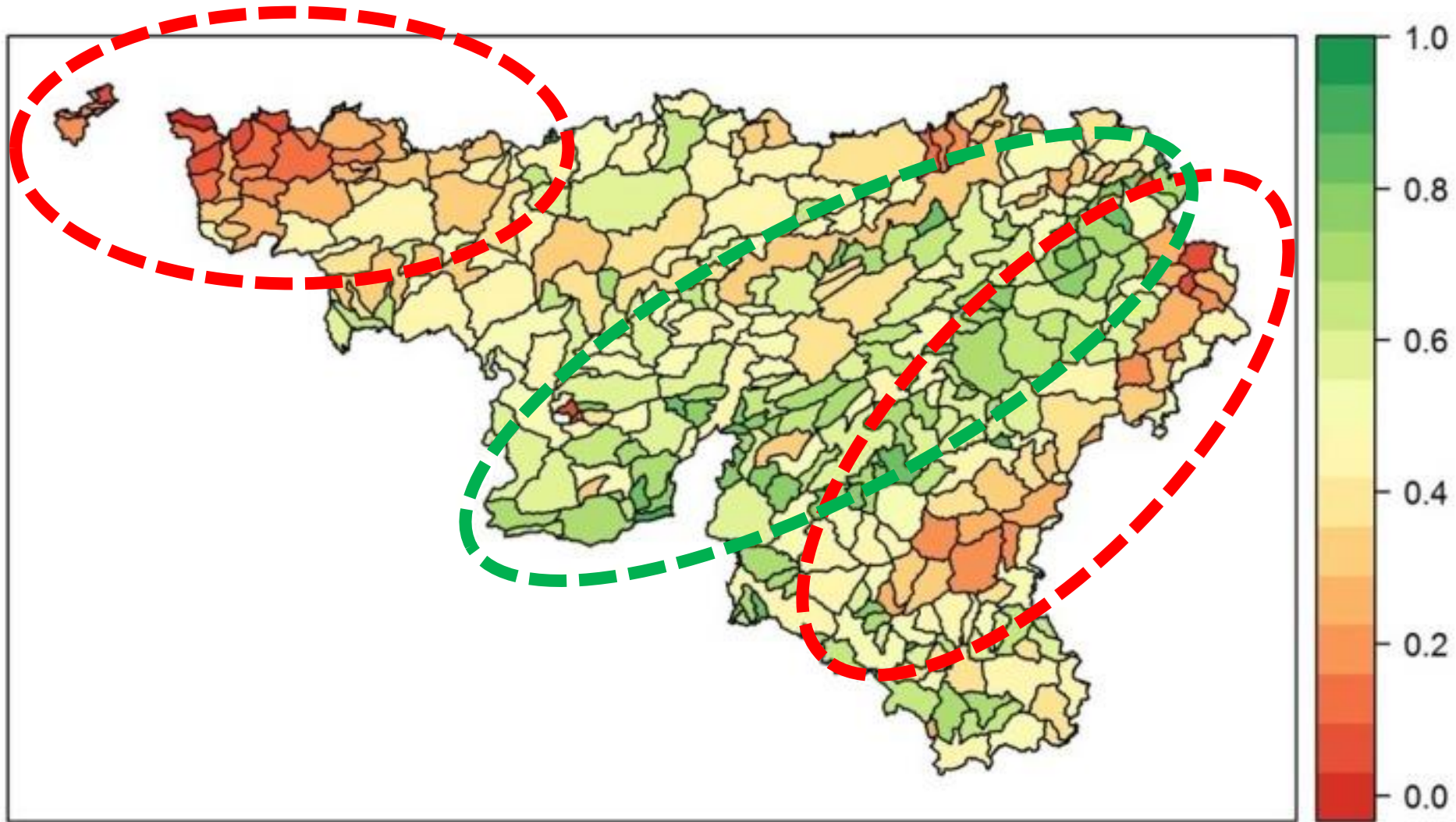


Sinuosité



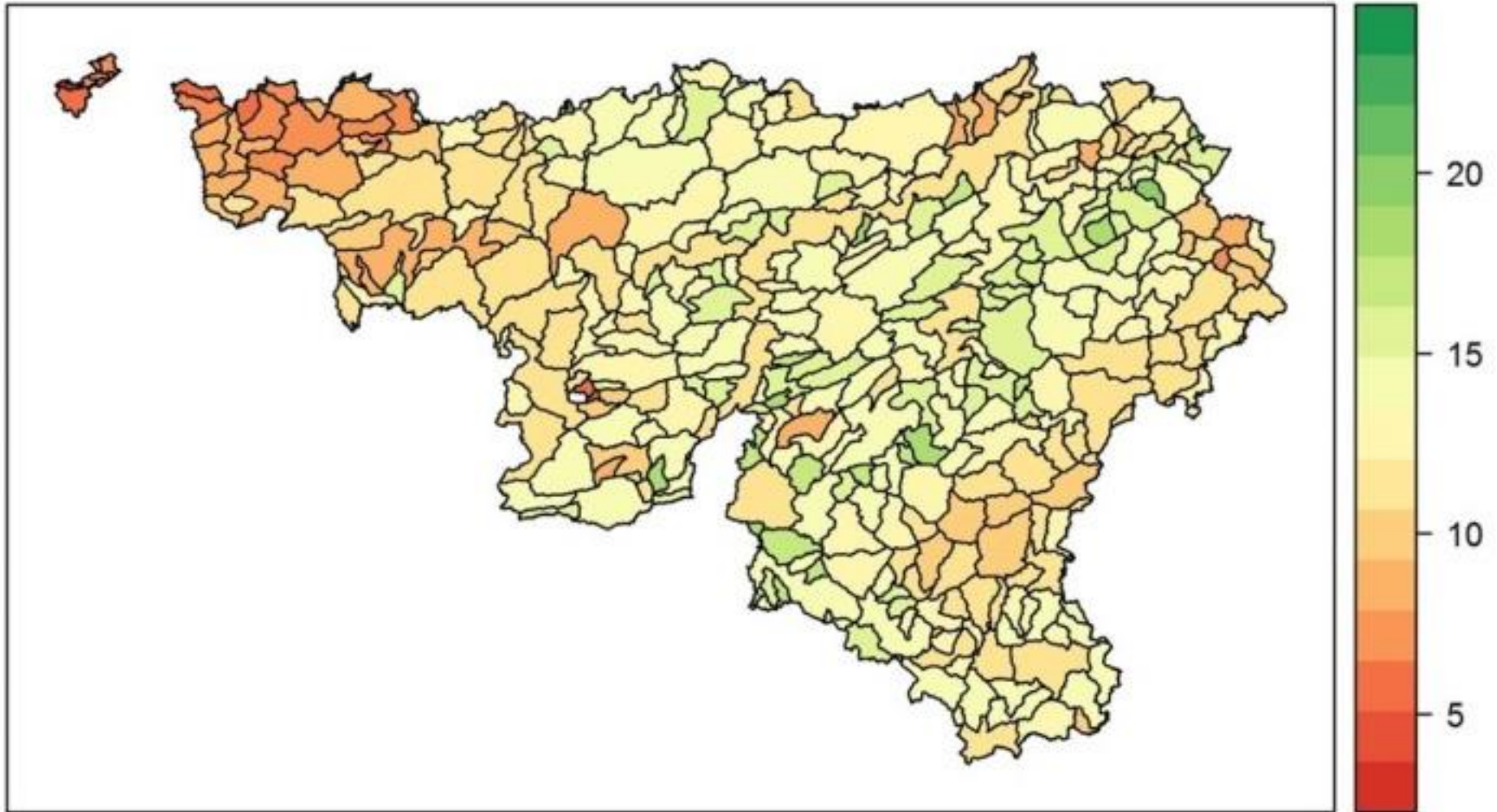
Représentation linéaire, sur le filaire

Continuité longitudinale des forêts riveraines



Représentation surfacique (masse d'eau DCE)

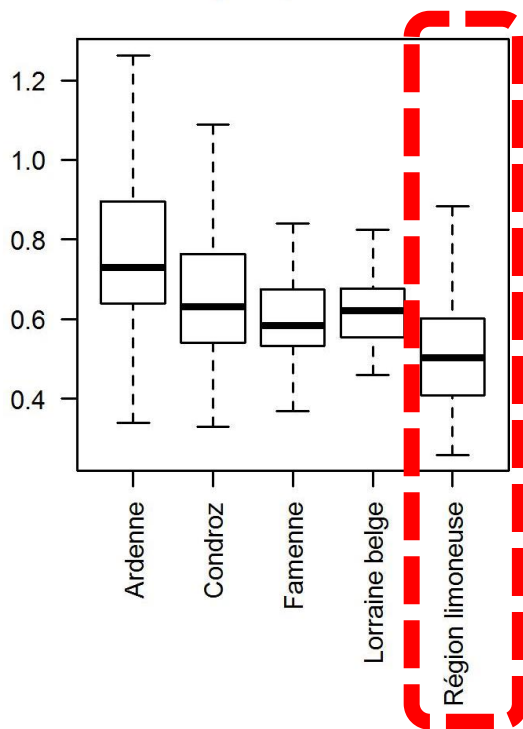
Hauteurs des forêts riveraines



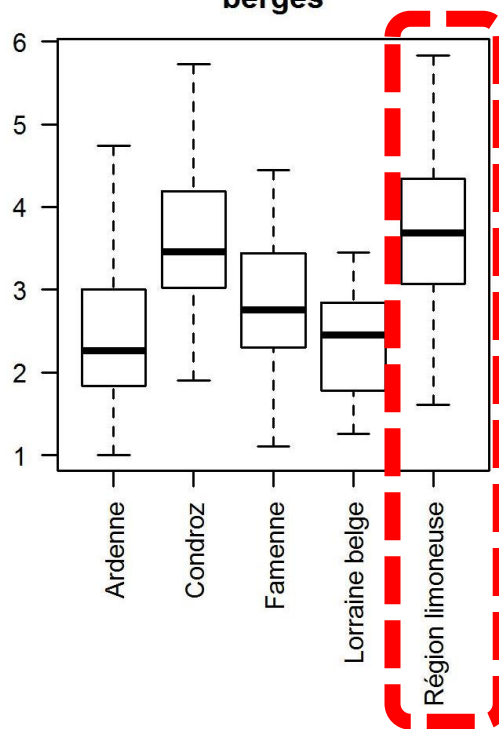
Résultats

- Agrégations multi échelles selon l'objectif
 - ✓ Paramètres physiques (cas des région naturelles)

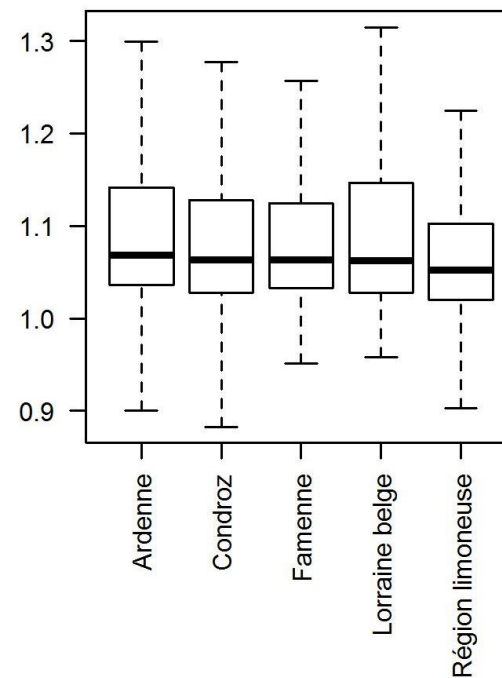
Largeur pondérée



H. émergée des berges

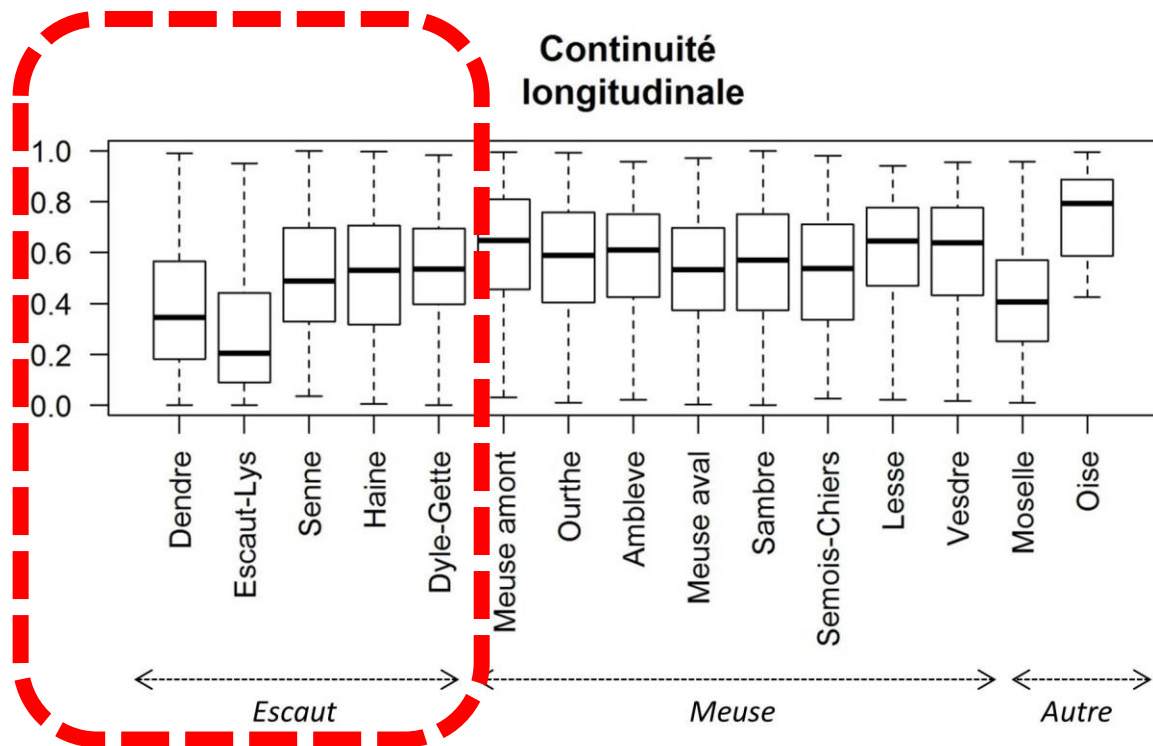
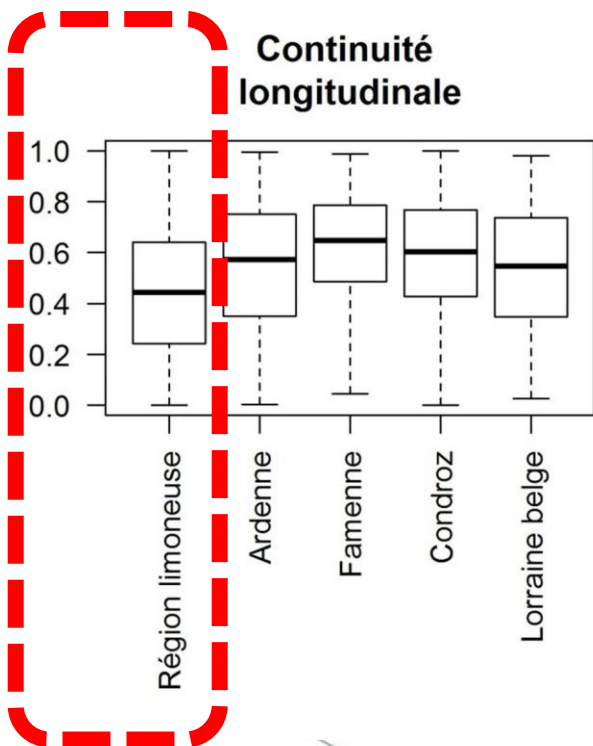


Sinuosité



Résultats

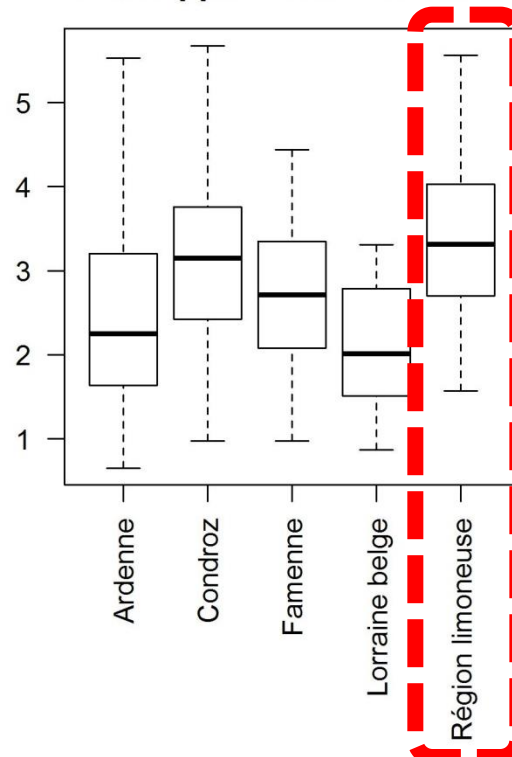
- Agrégations multi échelles selon l'objectif
 - ✓ Paramètres forestiers (régions naturelles et principaux BV)



Résultats

- Agrégations multi échelles selon l'objectif
 - ✓ Paramètres forestiers (régions naturelles)

**H. émergée des berges
enveloppe 'forêts riveraines'**



Résultats

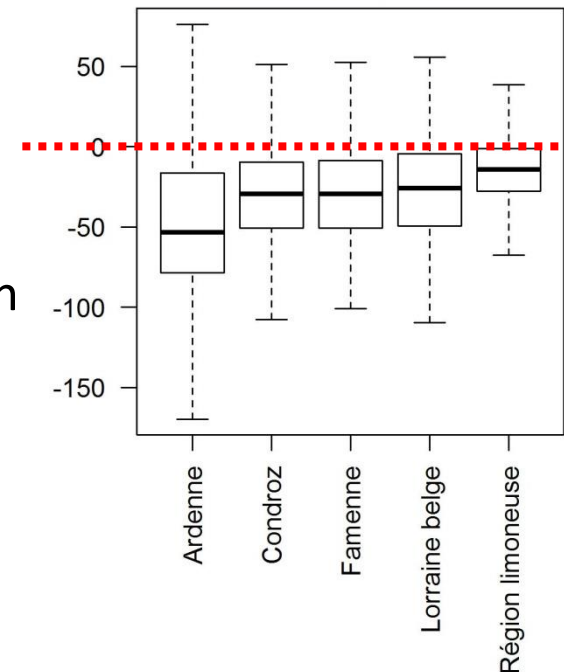
- Mise en évidence de l'importance des ripisylves à l'échelle régionale

✓ Situation globalement plus « basse »
(+ 75% des cas)

→ Caractère riverain + prononcé
> Fonctionnalité écologique

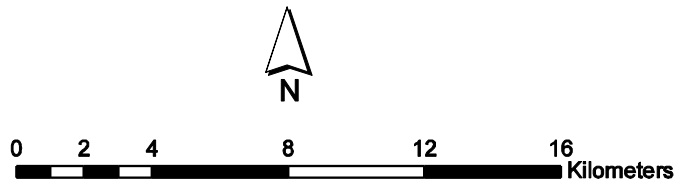
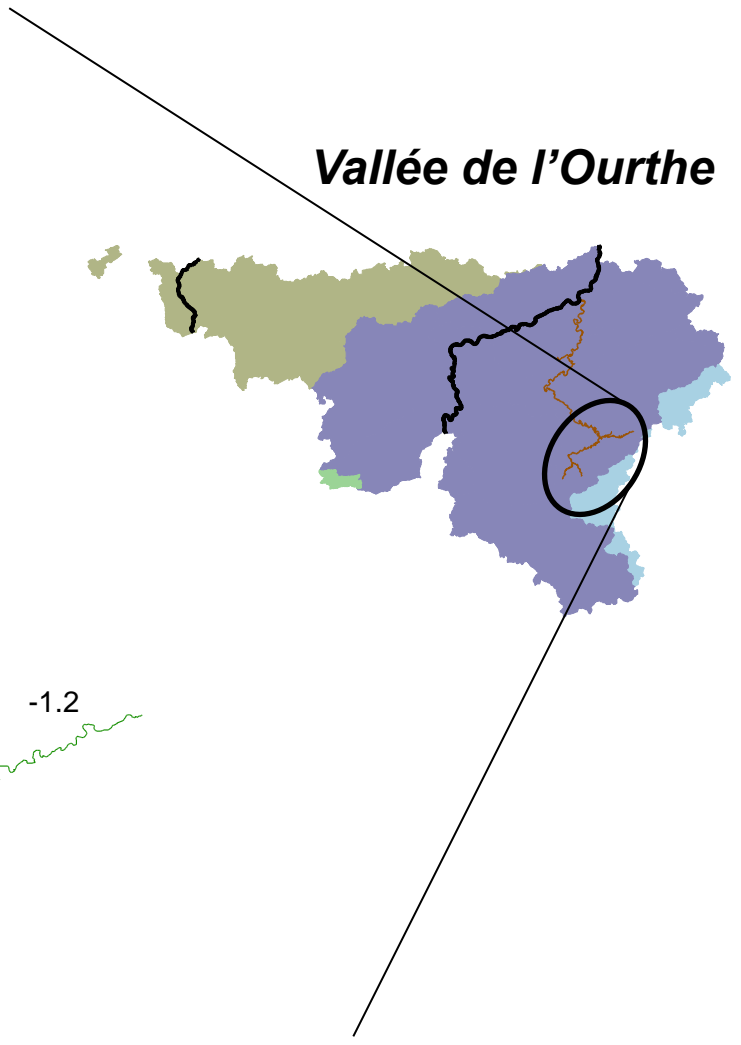
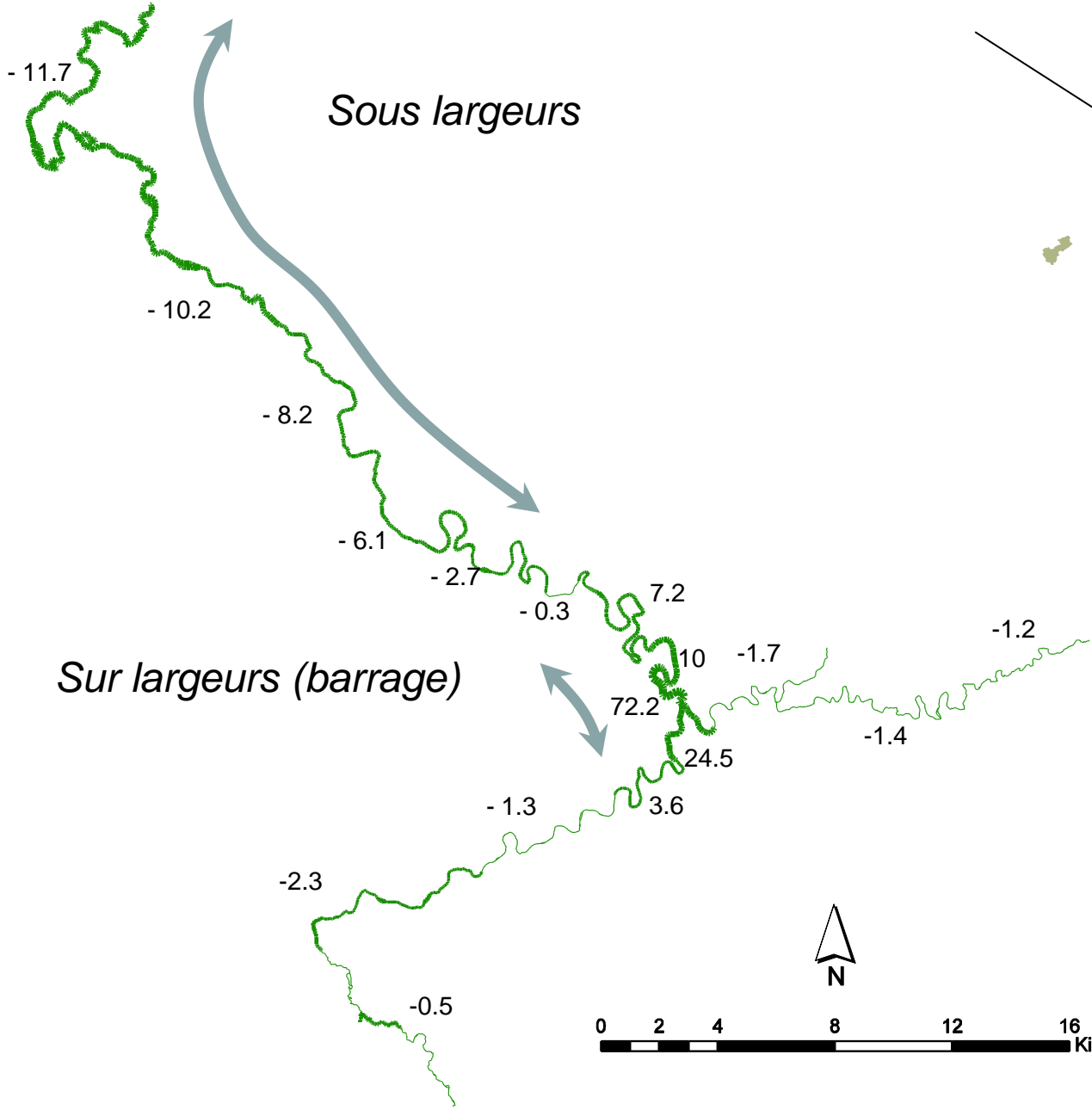
→ Argument pour l'application d'une gestion conservatoire des éléments de forêts riveraines relictuels

Différence (%) H. des berges
Enveloppes 'forêt riveraine'
et 'bande riveraine'



Implication pour la gestion

- Intérêt des paramètres pour la gestion opérationnelle
 - ✓ Amélioration de la connaissance du réseau hydro et des BR associées
 - ✓ A l'échelle régionale : constat *chiffré* d'une situation globalement connue
 - ✓ A l'échelle locale : potentialité d'indication via la comparaison à des valeurs de références
 - ✓ Cas de la largeur : comparaison des écarts observés % modèle régional, voir local
 - Mise évidence de contrainte, potentiellement d'altération



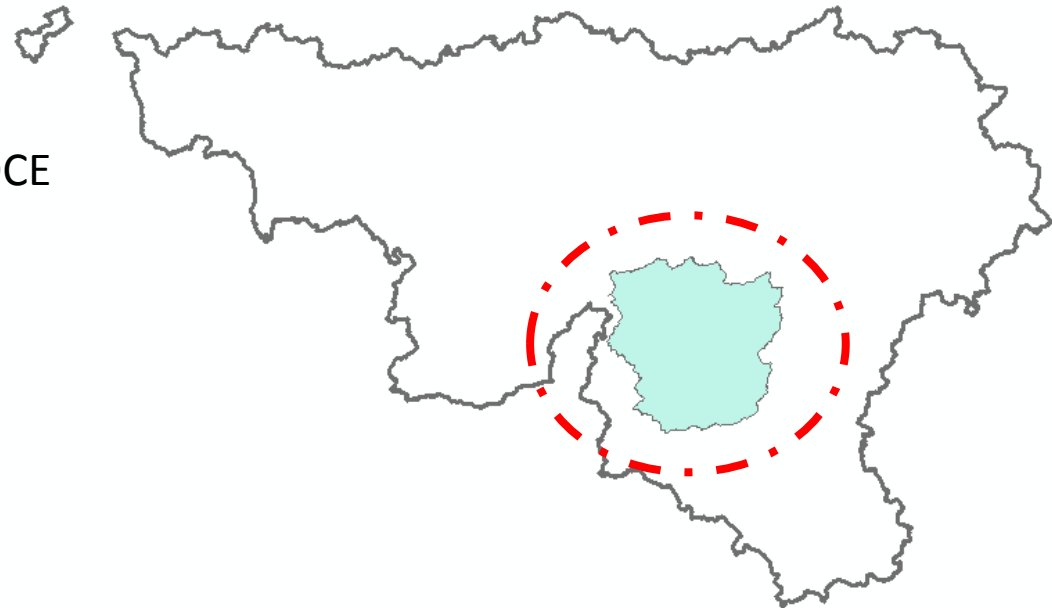
Implication pour la gestion

- Intérêt des paramètres pour la gestion opérationnelle

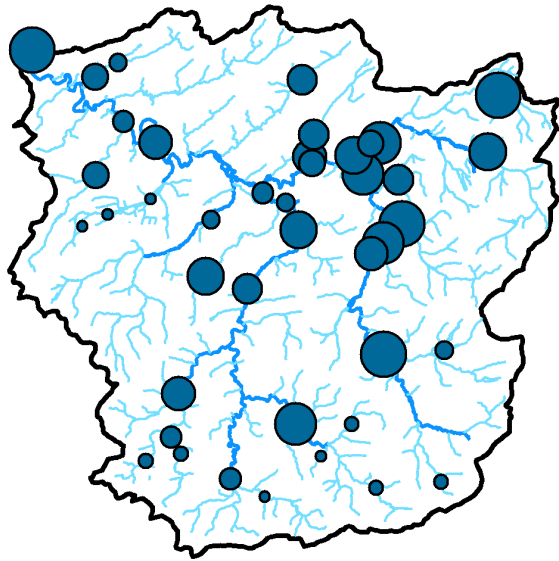
- ✓ Appui à la planification

- ✓ Echelle d'un BV

→ La Lesse :
≈ 1300 km²
≈ 32 masses d'eau DCE
≈ 1000 km

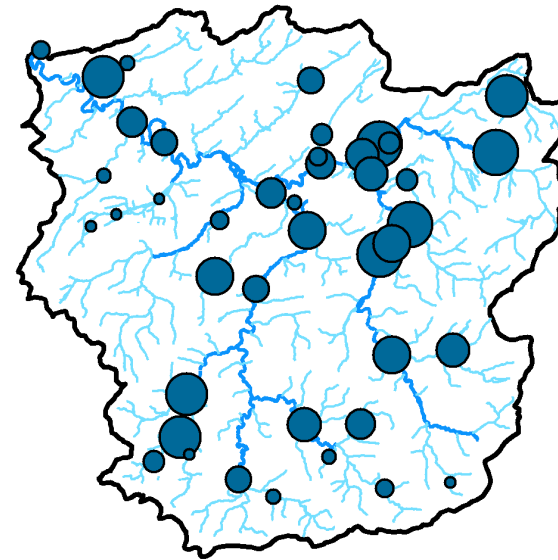


Importance de la forêt riveraine en zone batie (+12m)



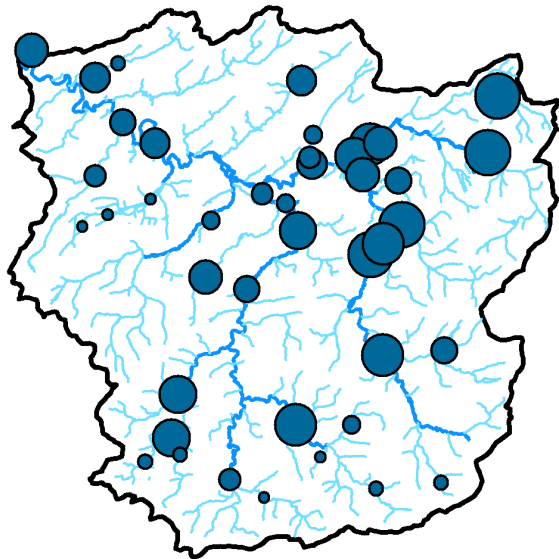
Continuité Long. (%)

- P10 (< 28)
- P20 (< 38)
- P30 (< 44)
- P40 (< 50)
- P50 (< 52)
- P60 (< 59)
- P70 (< 62)
- P80 (< 65)
- P90 (< 70)
- P100 (< 73)



Hauteur moyenne (m)

- P10 (< 8.5)
- P20 (< 9.6)
- P30 (< 10.2)
- P40 (< 10.7)
- P50 (< 11.6)
- P60 (< 12.2)
- P70 (< 12.5)
- P80 (< 13.7)
- P90 (< 15.1)
- P100 (< 16.9)



Continuité * Hauteur moyenne

- P10
- P20
- P30
- P40
- P50
- P60
- P70
- P80
- P90
- P100

→ Cas des forêts riveraines des secteurs (42) en zone densément bâtie

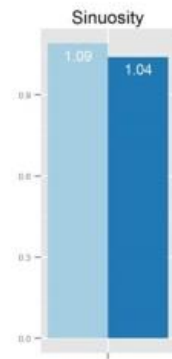
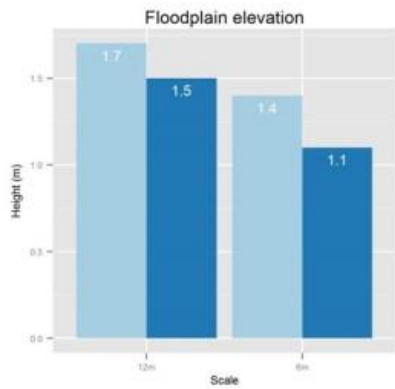
→ Priorisation / objectivation des interventions



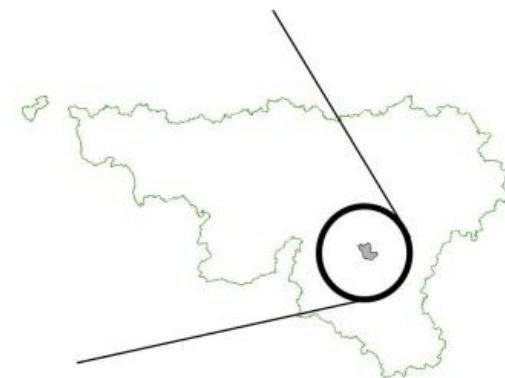
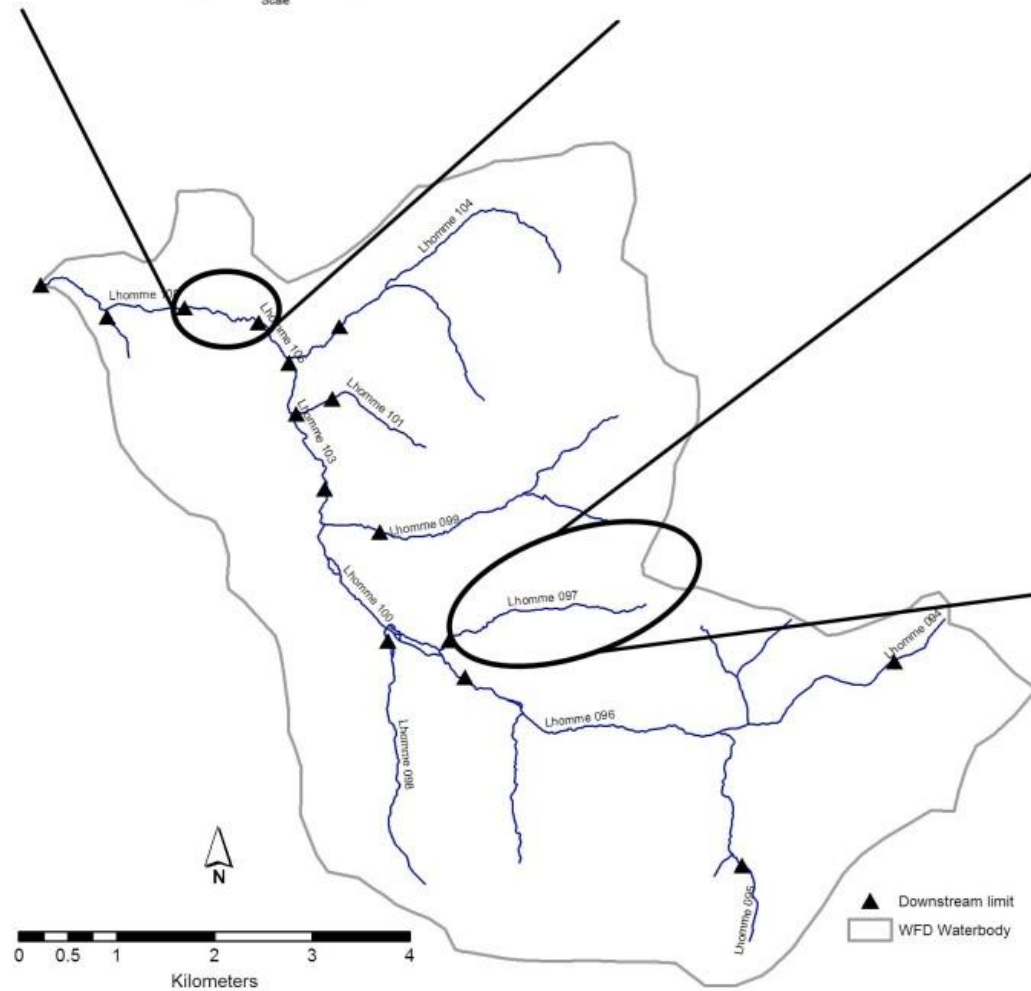
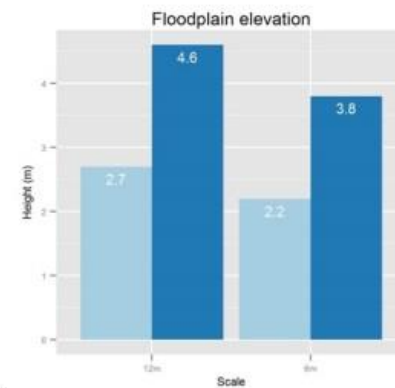
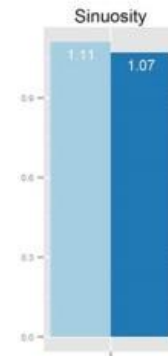
Implication pour la gestion

- Intérêt des paramètres pour la gestion opérationnelle
 - ✓ Appui à la planification
 - ✓ Echelle d'une masse d'eau DCE
 - Comparaison des paramètres des secteurs VS masse d'eau considérée

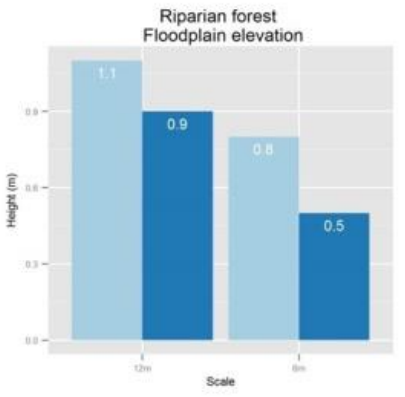
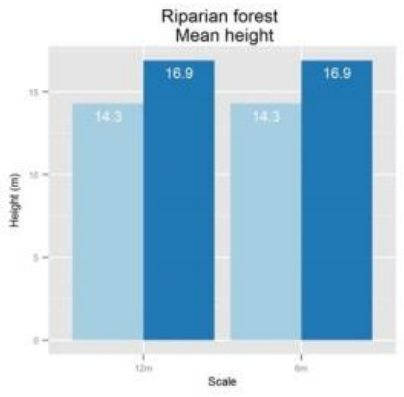
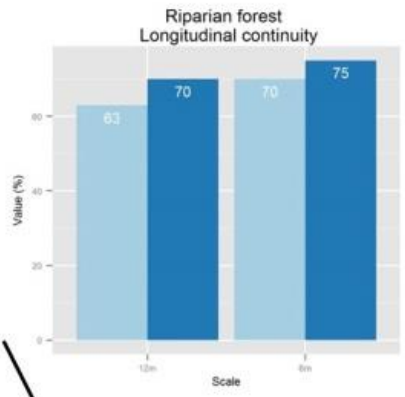
Management unit:
Lhomme 116



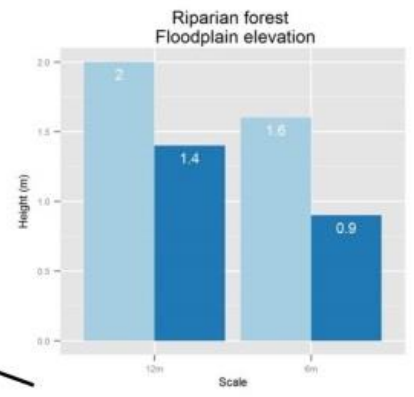
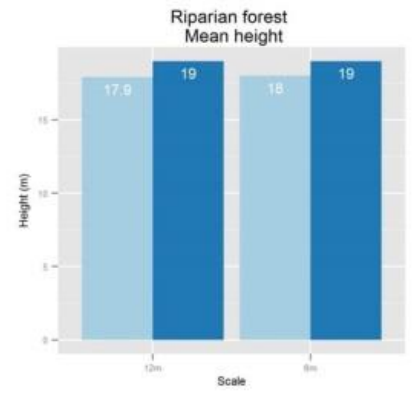
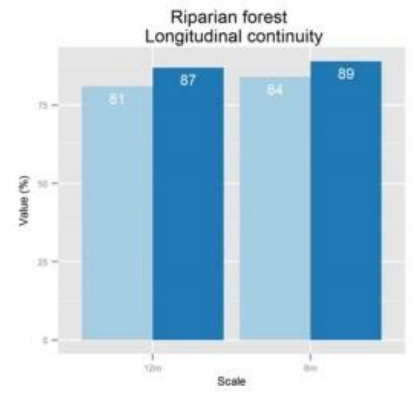
Management unit:
Lhomme 097



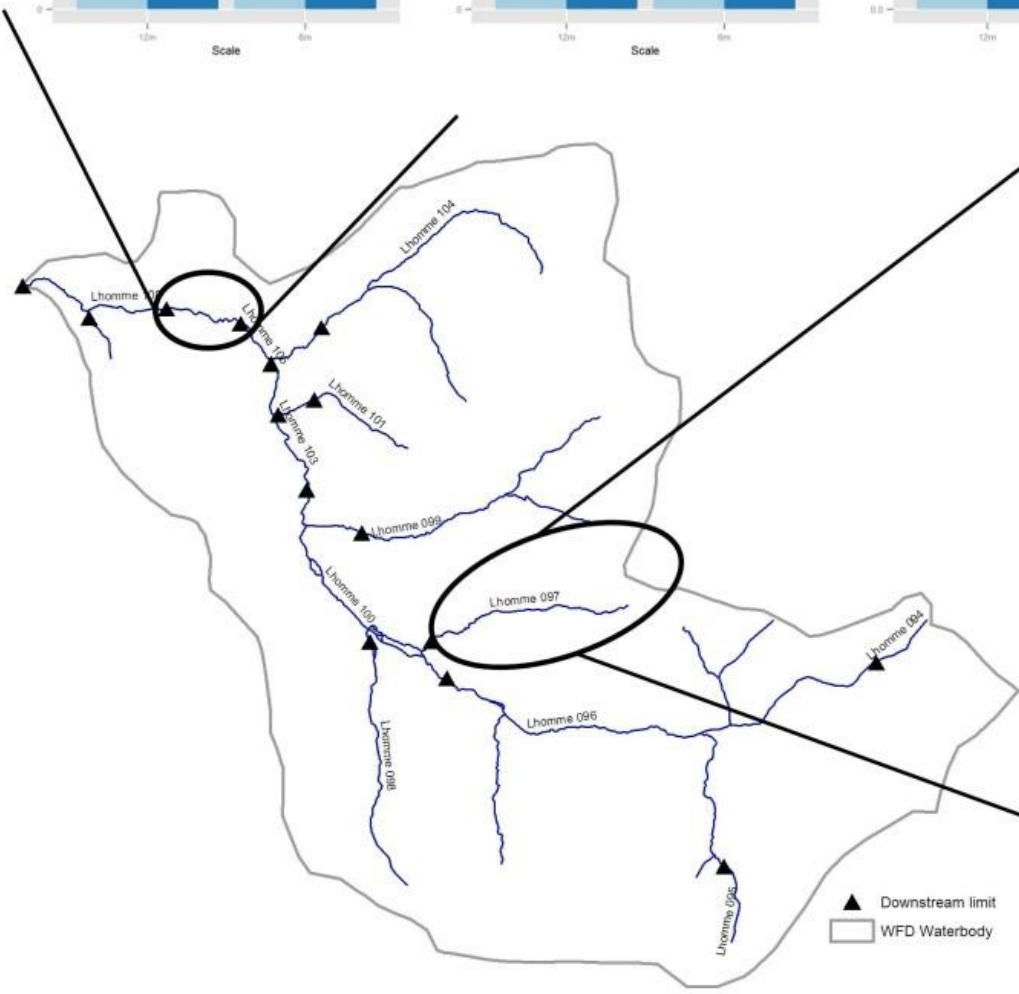
Management unit:
Lhomme 116



Management unit:
Lhomme 097



Legend
 Waterbody
 River management sector



▲ Downstream limit
 □ WFD Waterbody

Aspects logistiques

- Plateforme WebGIS PARIS
 - ✓ Support de l'outil PARIS et ... futur support des résultats du projet
 - ✓ Consultation de l'information ...
 - Données thématiques diverses (format tabulaire)
 - Données spatiales (Web GIS)
 - Intégration future des paramètres « télédé »
 - Au minimum au format tabulaire
 - Requête spatiale, graphique (*cf. précédemment*)
 - ✓ ... Pour une meilleur planification
 - Encodage des enjeux → objectifs de gestion → planification
 - Encodage des actions réalisées : suivi évaluation

Choix du thème : Général

Ma sélection (4) Catalogue

Sectorisation PARIS (2015-2020)

-
- Secteurs PARIS
- Bassins versants contributifs des secteurs PARIS

Plan de secteur

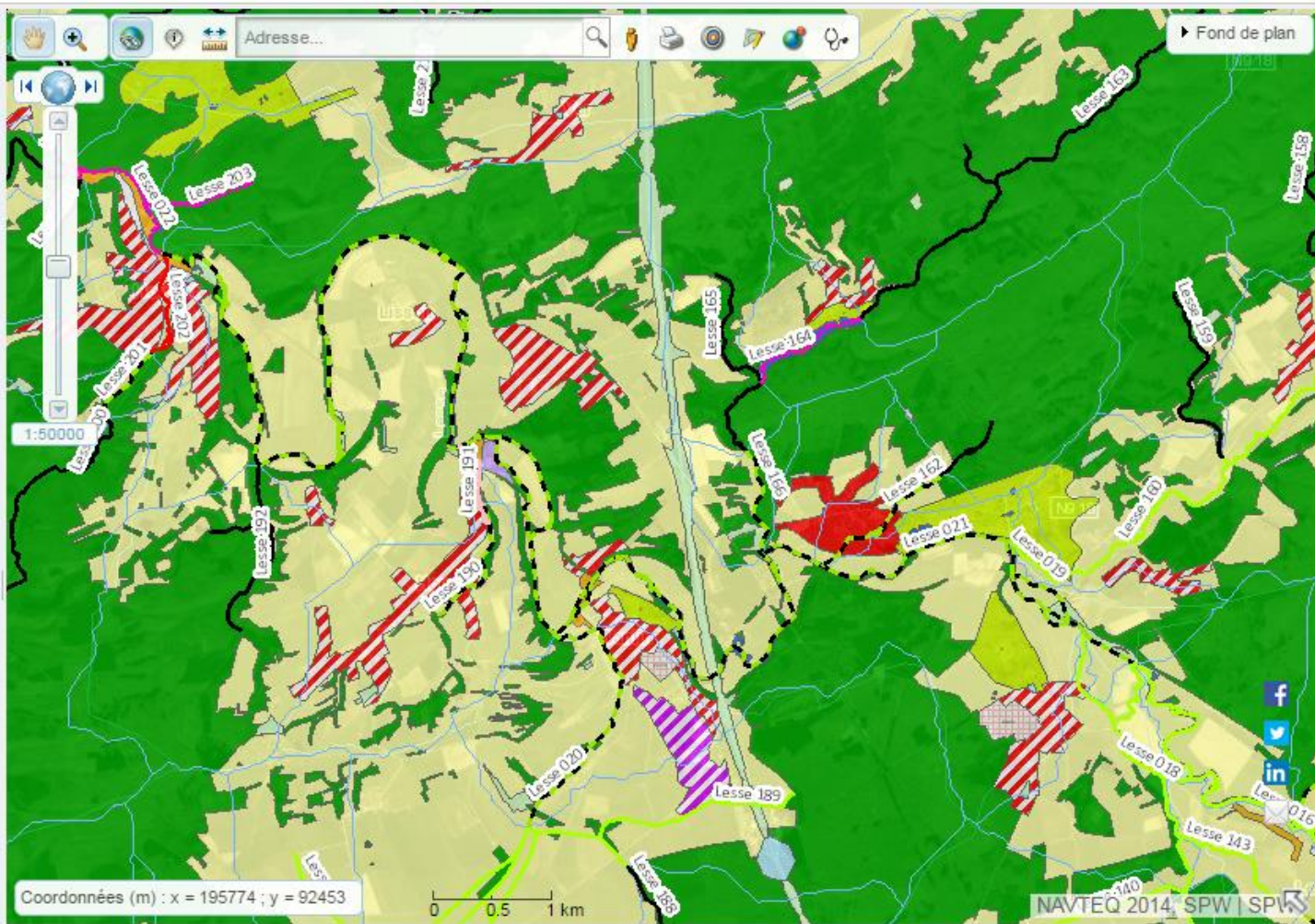
-
- Limites
- Révisions
- Infrastructures
- Périmètres de contraintes
- Zones d'affectation
- Plan de secteur d'origine
- Etiquettes des Secteurs d'aménagement (1978)

Sites Natura 2000 en vigueur

-
- Natura 2000, sites en vigueur au 1/1/2015
- Natura 2000, arrêté de désignation des sites de 2009 en vigueur au 1/1/2015

Recherche avancée

- astre 2015
- Hydrographie
- Entité adm
- District Meuse
- Sous-bassin Lesse
- Masse d'eau LE25R
- Secteur Lesse 021



Résultat de l'identification

Secteur 2015 - 2020

Nom Secteur	Version	Ecran secteur
Lesse 021	2015 - 2020	

Aspects logistiques

- Coût financier de l'application en ligne
 - ✓ 300 000 € pour le développement
 - ✓ 30 000 € / an pour la mise à jour / suivi

Aspects logistiques

- Frais de personnel (projets de recherche) :
 - difficiles à quantifier
 - variables d'un pays à l'autres (lois sociales, ...)
- 1 chercheur à temps plein pendant 4 ans (thèse de doctorat)
 - appui technique ponctuel (< 1 année)
 - projet non exclusivement centré sur les aspects présentés

Aspects logistiques

- Coûts des acquisitions (! **Multi usage** !)

- ✓ Campagne ortho

- images brutes + ortho
Pas la génération du MNS photo !

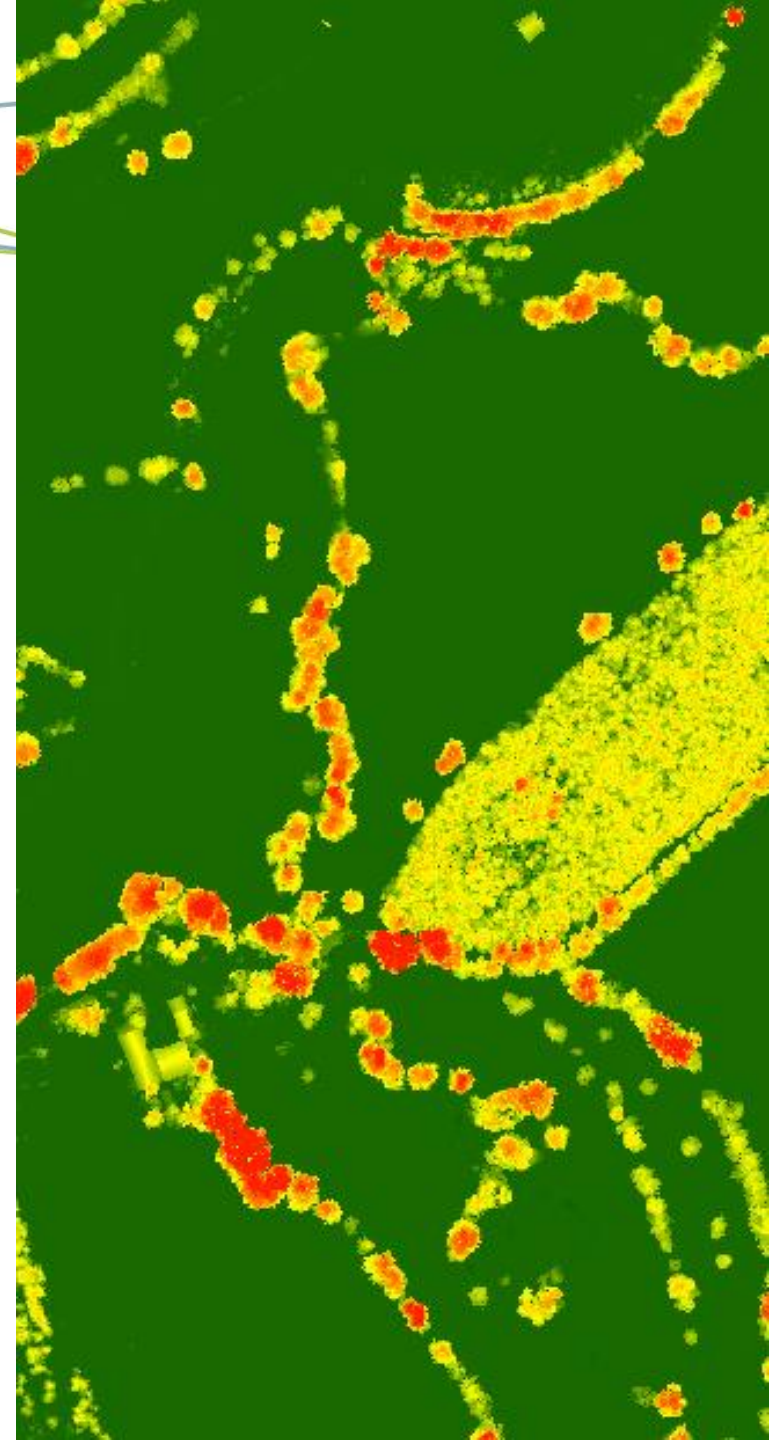
- ≈ 150 000 € (10€ / km²)

- ✓ Campagne LiDAR

- 1 point « sol » par m²

- Génération MNS MNT

- ≈ 250 000 € (17 € / km²)



An aerial photograph of a rural landscape. A central village is surrounded by a network of roads and a winding river. The surrounding area is a patchwork of green fields, some of which are brown, suggesting agricultural activity. The terrain is hilly and forested. The text "MERCI DE VOTRE ATTENTION !" is overlaid in the center in white, bold, sans-serif font.

**MERCI DE VOTRE
ATTENTION !**

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Pour aller plus loin :
<http://orbi.ulg.ac.be/> → recherche par auteur

Rapports des projets 'Imageau' (3 rapports)

25 km :

A. Michez, H. Piégay, F. Toromanoff, D. Brogna, S. Bonnet, P. Lejeune, H. Claessens (2011) .
LiDAR derived ecological integrity indicators for riparian zones: Application to the Houille river in Southern Belgium/Northern France. *Ecological indicators*, 34, 627-640.

500 km :

A. Michez, H. Piégay, P. Lejeune, H. Claessens (2014). **Characterization of riparian zones in wallonia (belgium) from local to regional scale using aerial lidar data and photogrammetric DSM.** *EARSeL eProceedings*, 13(2).

12000 km :
en cours ...