

Vers une méthode de cartographie dynamique de la végétation alluviale.



Quels outils et comment prendre en compte les notions de fonctionnalité et de connectivité des milieux alluviaux





Partie I – Spécificité des milieux alluviaux

Partie II – Des outils modernes de cartographie

Le fond intégré du programme CarHAB

Les apports de la télédétection, du LiDAR... en milieu alluvial

Relations végétation / sédimentation

Une bonne connaissance typologique des végétations

Partie III – Hiérarchiser les enjeux de conservation par une cartographie fonctionnelle et automatisée des végétations alluviales



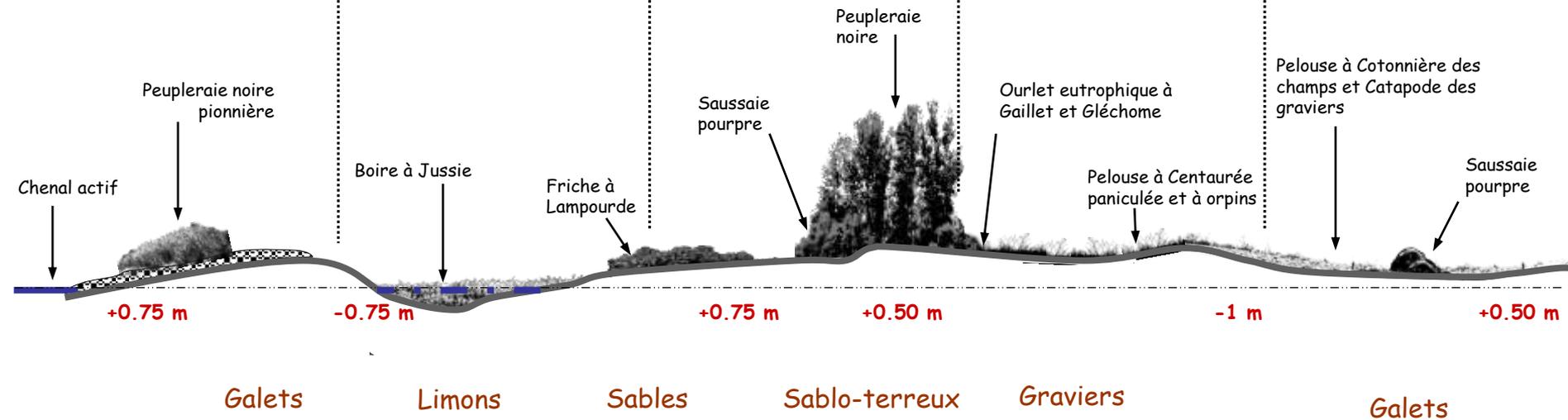
Partie I : Spécificité des milieux alluviaux



A/ Une diversité de végétation incroyable

Une diversité de conditions écologiques exceptionnelles

Des mosaïques de végétation très fines



Un lien très fort à la granulométrie du substrat et à l'élévation par rapport au lit mineur

A/ Une diversité de végétation incroyable

Trois gradients fonctionnels

Les corridors fluviaux présentent des assemblages complexes de formations végétales associées qui résultent principalement de processus morphodynamiques variables sur des gradients transversaux :

- de perturbations hydrologiques (crues) ;
- d'altitude relative par rapport au chenal d'étiage ;
- de granulométrie des alluvions constitutives des différentes unités géomorphologiques.

Un fort caractère de naturalité

Les impacts anthropiques restent au final limités dans le lit moyen et sont peu déterminants dans l'expression des végétations alluviales.

Un compartiment écologique + un stade dynamique au sein de la série de végétation =
une signature physiognomique

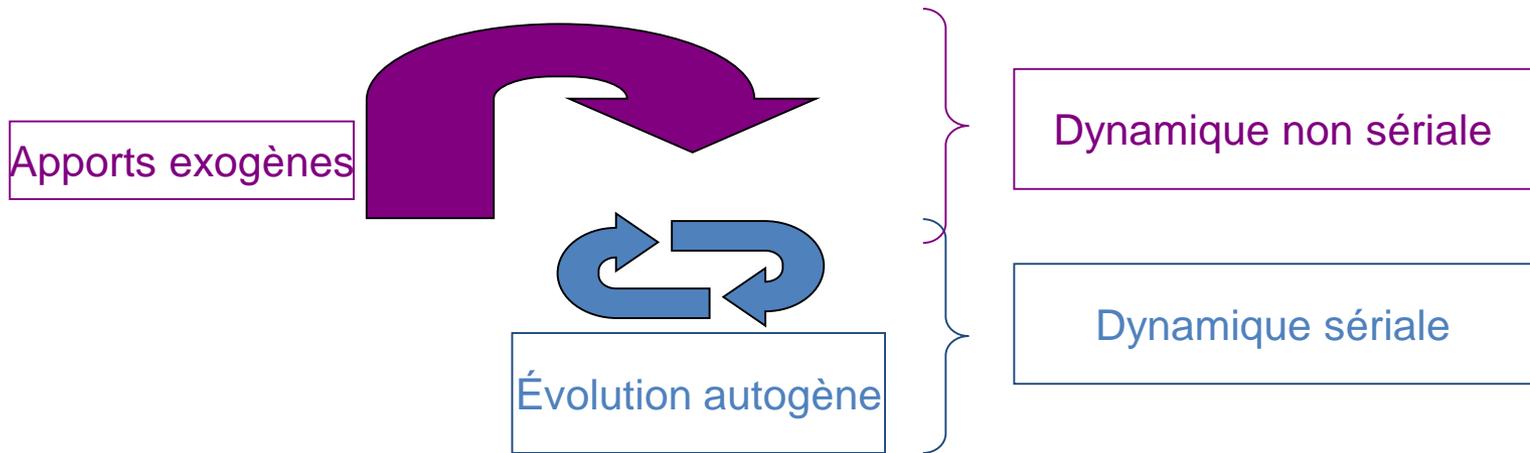


B/ La pédogénèse en contexte alluvial

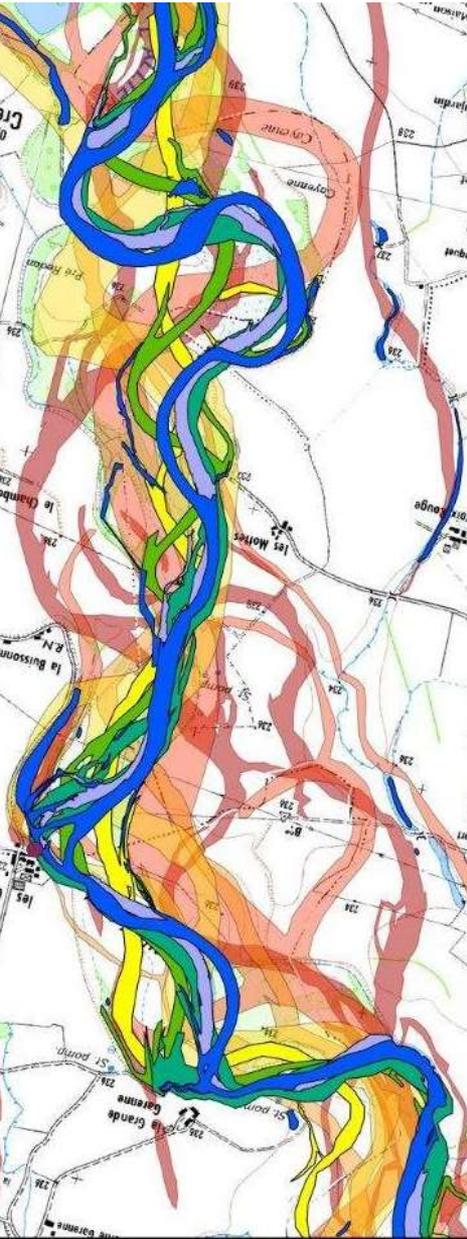
Série et pédogénèse

Un type de série correspond à des conditions écologiques homogènes au sein du compartiment écologique étudié. Une légère variabilité des types de sol peut y être admise (**succession autogène de la végétation**).

En contexte de milieu alluvial dynamique, la pédogénèse dépend moins des dynamiques pédogénétique en place que des apports extérieurs (**succession allogène de la végétation**).



C/ Des trajectoires dynamiques complexes



« De véritables processus de successions progressives se rencontrent rarement dans les zones alluviales en raison de la dynamique des cours d'eau » (MOOR 1958).

Dans sa thèse Christian Roulier (1998) synthétise le fonctionnement des vallées alluviales comme la confrontation entre deux attracteurs ponctuels :

Le climax statique climatique

Échelle de développement siècle

Auquel vient s'ajouter un attracteur cyclique : **la crue destructrice**

Compléter l'approche sur les états de conservation

« Pour qu'une vallée alluviale soit considérée en bon état de conservation, il faut que les rythmes saisonniers de montée et de descente des eaux soient maintenus, et que la divagation du cours d'eau ne soit pas contrecarrée » (MOOR 1958).

Le cadre classique « NATURA 2000 » d'appréciation de l'état de conservation des végétations alluviales est impossible à mettre en place du fait des dynamiques progressives naturelles.

Une approche état de conservation en vallée alluviale doit nécessairement intégrer la fonctionnalité du milieu alluvial et sa capacité à recréer des zones non végétalisées, supports des stades pionniers des dynamiques de végétation.

La très forte dynamique alluviale sur le bassin versant de la Loire nécessite de suivre à des pas de temps régulier les végétations alluviales afin d'appréhender l'état de conservation de la rivière dans sa globalité

Vers une méthode de cartographie semi-automatique

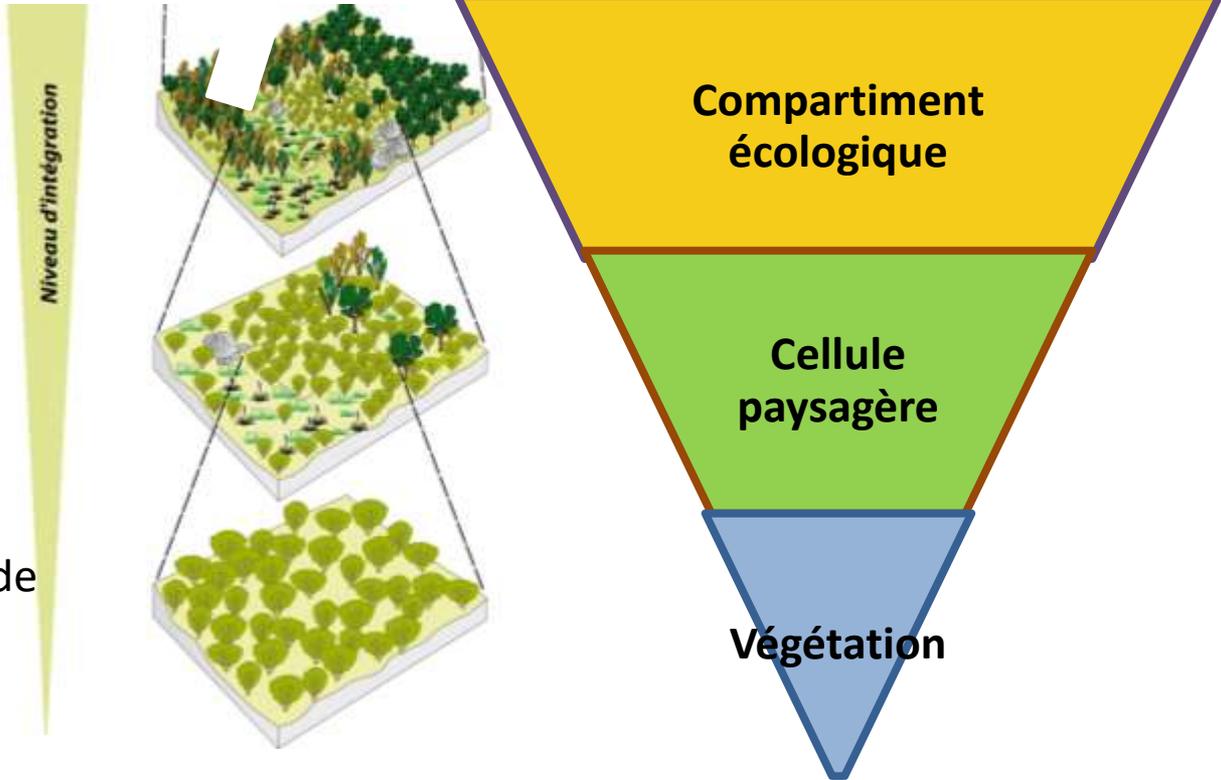


Partie II : des outils modernes pour une cartographie semi-automatique des végétations opérationnelle



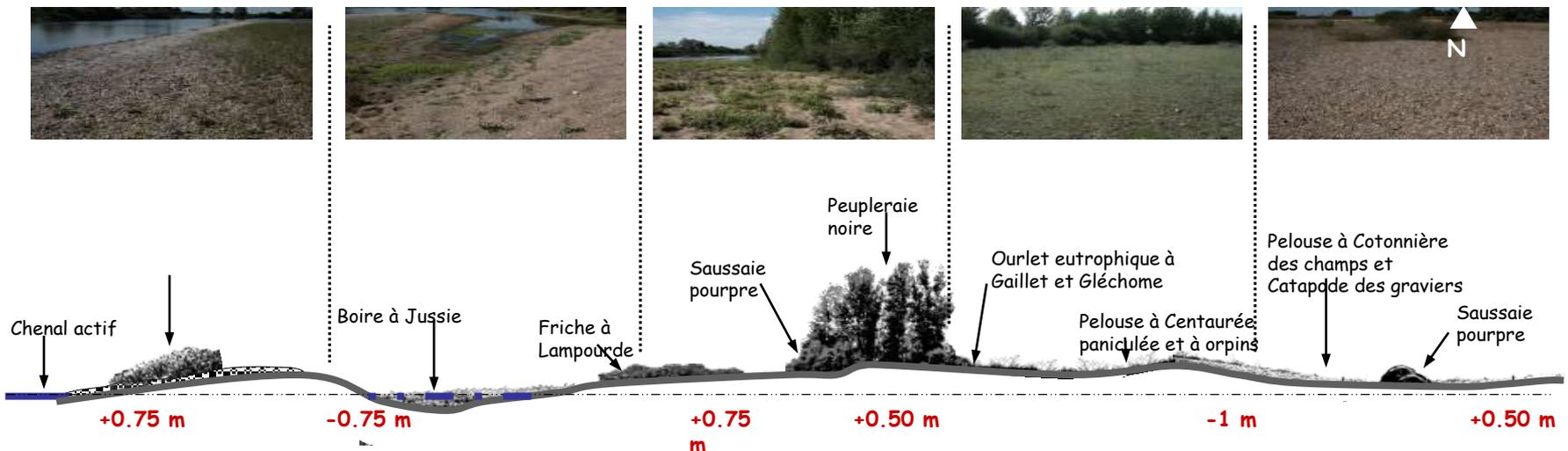
A/ Principe de construction de la carte CarHAB

- 1) Construction et information du fond écologique
- 2) Construction et information du fond paysagère et intégré
- 3) Information des complexes de végétation

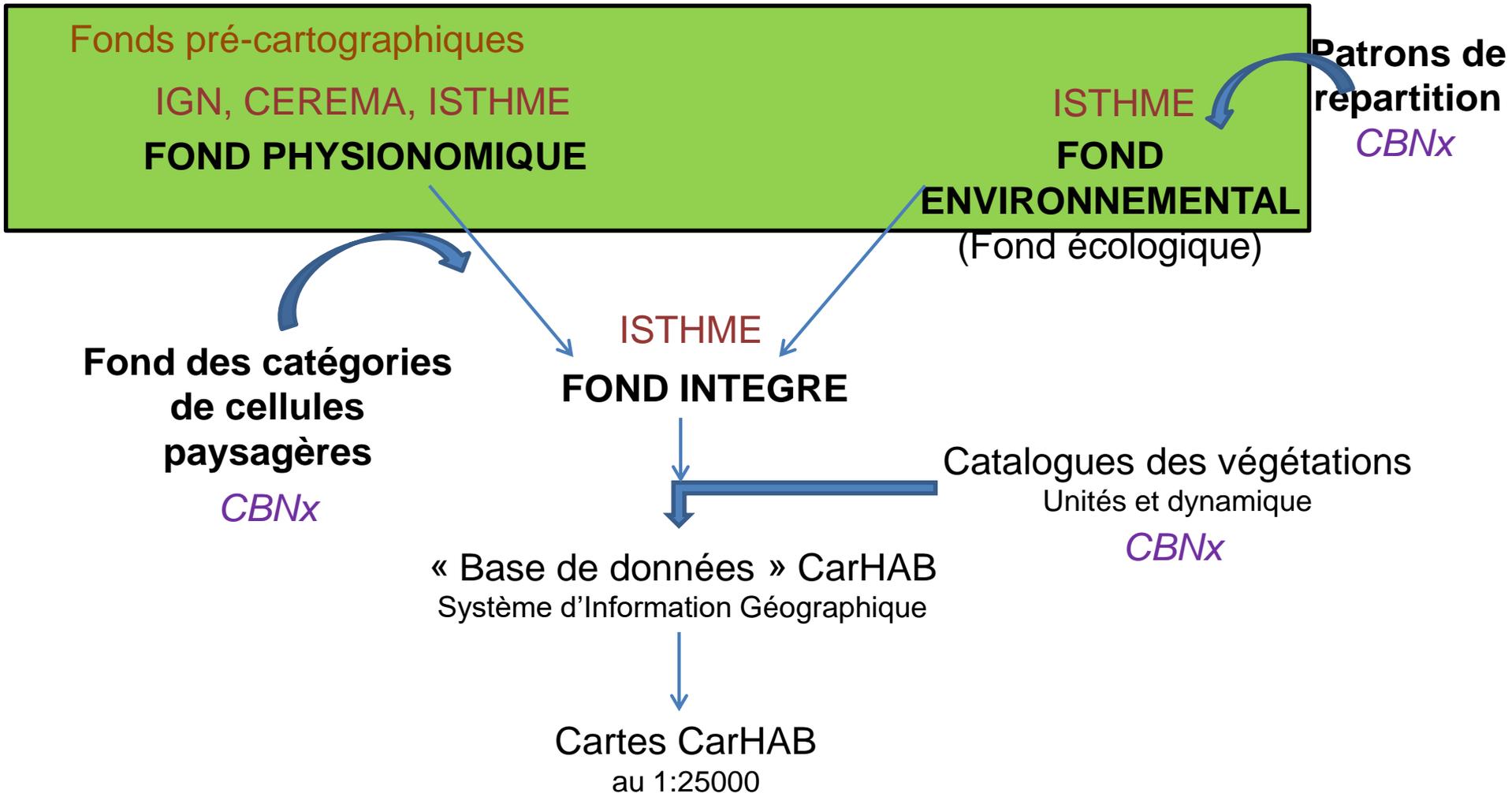


A/ Principe de construction de la carte CarHAB

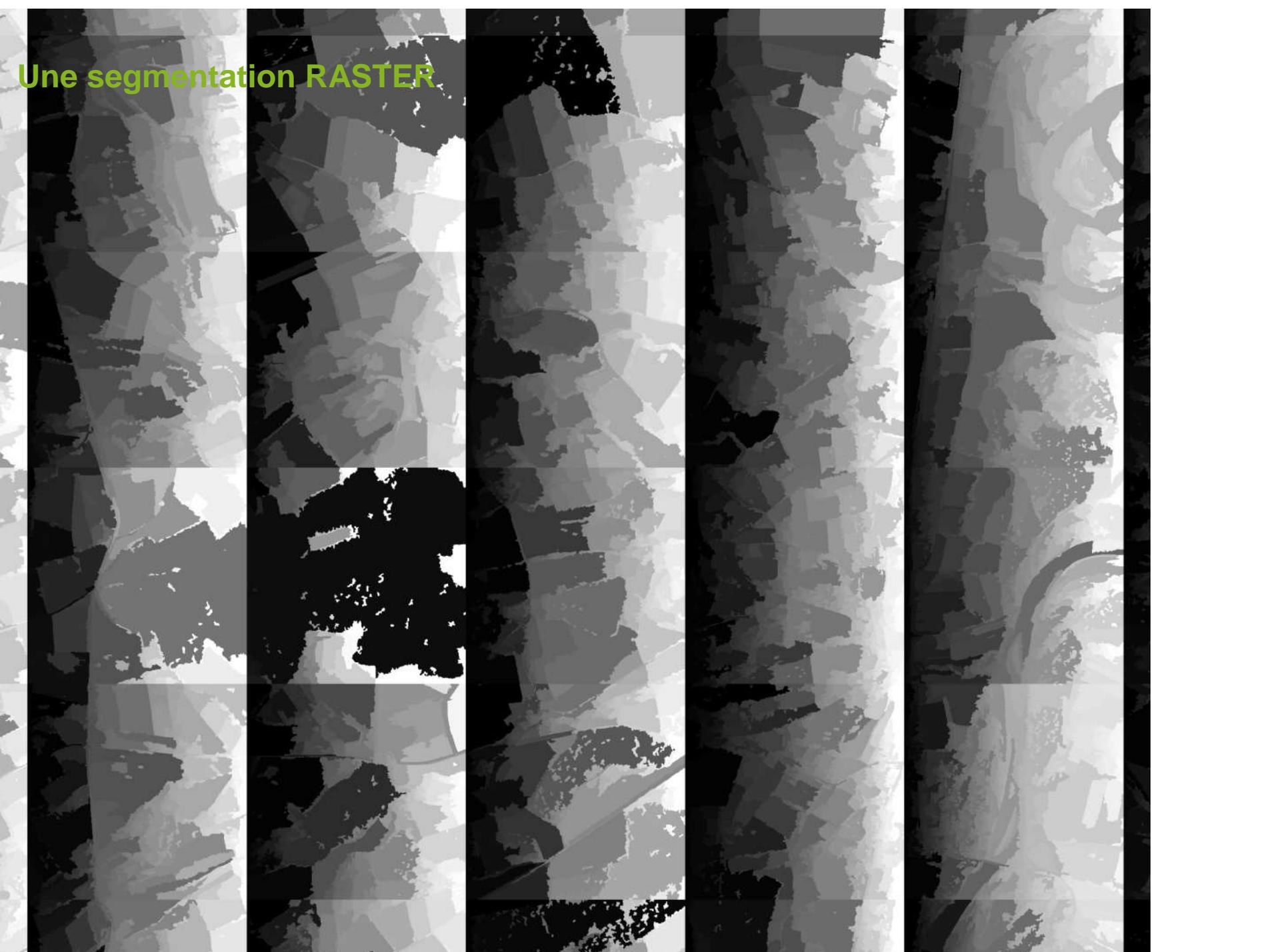
Entité	Région écologique	Géomorphologique	Compartiment écologique	Végétation
Unité de l'étude	Val de Loire	Lit majeur / moyen / mineur	Terrasses, boires	Communauté végétale
Unité de description	Allier des méandres	Caténa	Tessela	Syntaxon
Descripteurs		Géosérie	Série	Association



A/ Le fond intégré issu du programme CarHAB



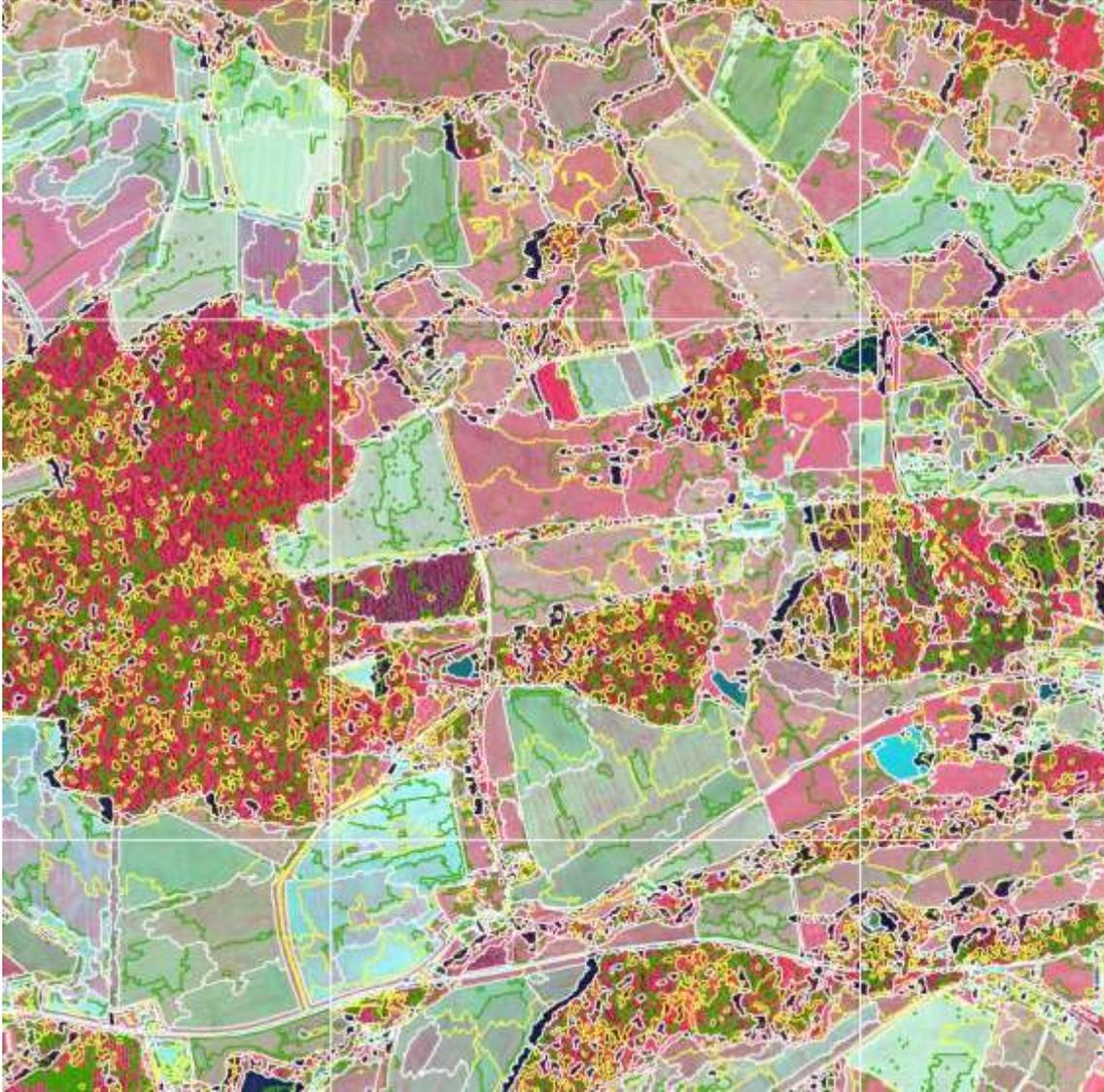
Une segmentation RASTER



Une segmentation RASTER



VECTORISATION DE LA SEGMENTATION



Nécessité d'un post-traitement de la segmentation pour la simplifier

Exemple d'utilisation en vallée alluviale

Utilisation de la segmentation IGN dans le cadre des cartographies NATURA 2000 du Val d'Allier et du Val de Loire Bourbonnais conduits par le CEN Allier et le CBNMC.



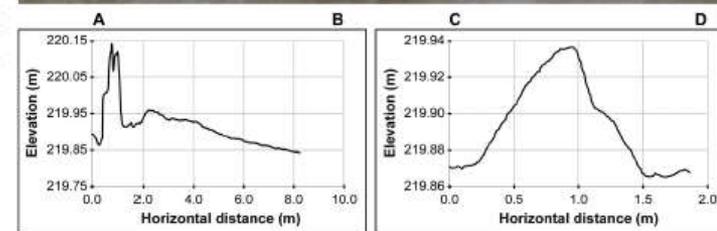
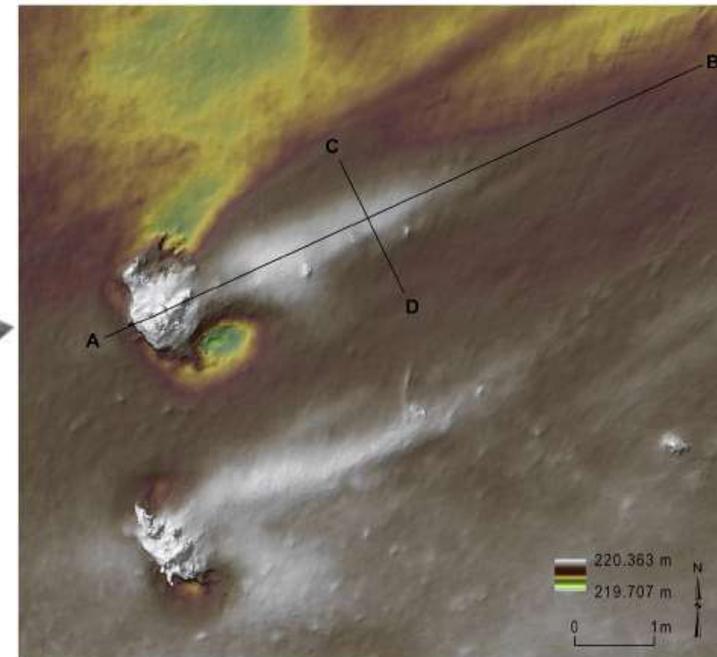
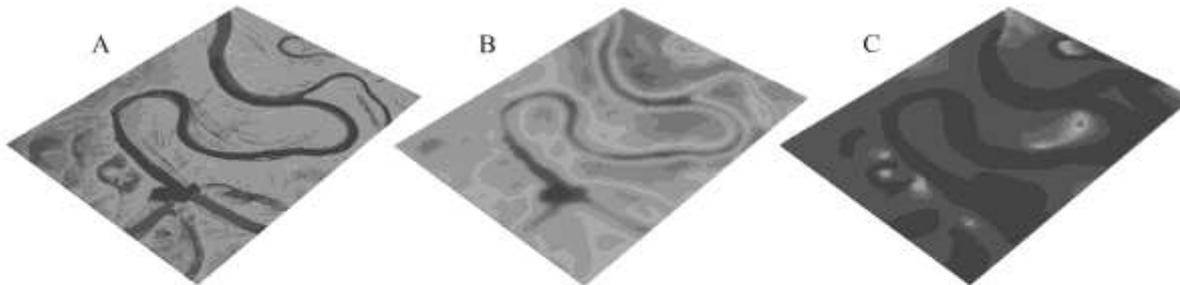
B/ Les données LiDAR

Réalisation d'un MNT de haute-précision

La granulométrie et l'élévation par rapport au lit mineur détermine le type de végétation que l'on peut rencontrer

Travail du laboratoire de Géolab sur les « Dynamiques géomorphologiques : processus et transferts de matière »

Etude des processus de sédimentation par photogrammétrie



C / L'acquisition de connaissance sur les relations végétation / sédimentation

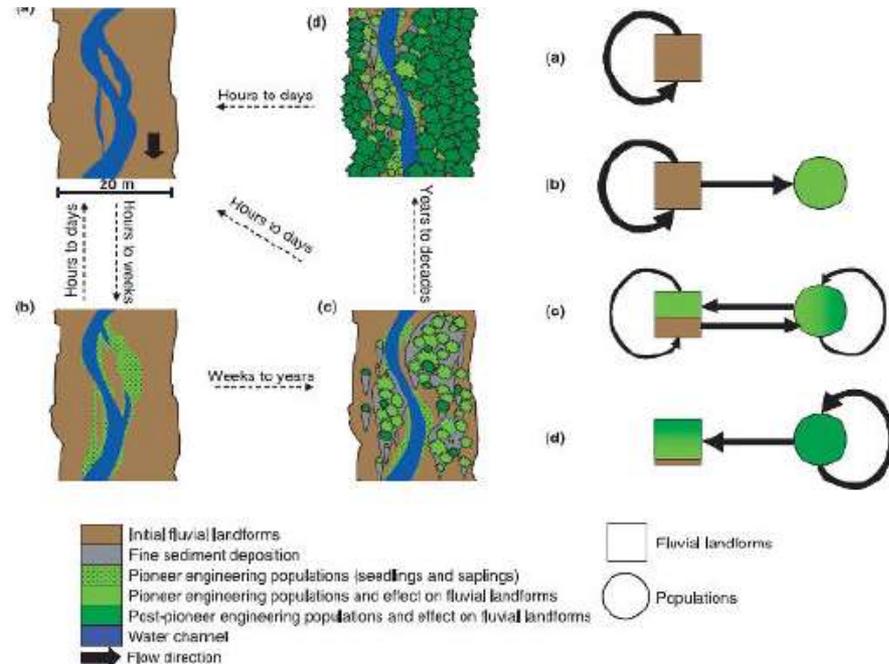
Projet MSH Clermont-Ferrand « CONSILPOP »

Incidence de la végétation alluviale sur les processus hydrodynamiques et l'agencement des formes fluviales

La « succession biogéomorphologique fluviale »

4 phases :

- géomorphologique
- pionnière
- biogéomorphologique
- écologique



Corenblit *et al.* (2007) *Earth-Science Reviews*

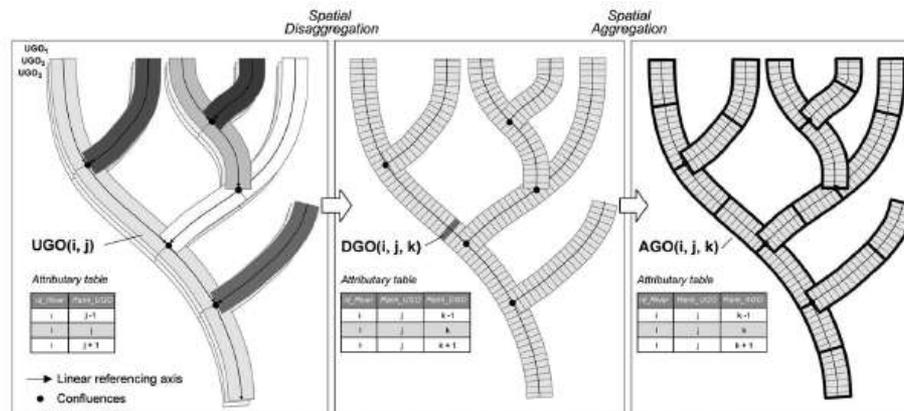
Corenblit *et al.* (2009) *Global Ecology and Biogeography*

Corenblit D. *et al.*, In review. The biogeomorphological life cycle of *Populus nigra* L. during the fluvial biogeomorphological succession.

Corenblit D. *et al.* In prep. Feedback between riparian vegetation and hydrogeomorphology : evolutionary consequences on ecosystem resistance, resilience and structure along the four dimensions of rivers.

D / Travail de désagrégation spatiale pour proposer une typologie géomorphologique des terrasses alluviales

Les techniques de désagrégation spatiale permettent de discréditer les objets géographiques en unités de petite taille, afin de caractériser les formes fluviales de façon continue le long du réseau hydrographique



A. Alber et H. Piégay, 2011, Geomorphology

En fonction des données physionomiques de la végétation et sa composition texturale (BDD flore/vegetation), regrouper les objets unitaires sur la base de detection de seuils pour proposer une typologie floristico-morphologique des terrasses alluviales

E / Une bonne connaissance typologique des végétations alluviales

La cartographie des sites NATURA 2000

Un déploiement sur l'ensemble de l'axe Loire

Une étape importante dans l'acquisition des connaissances de l'Axe Loire

L'évolution des typologies de végétation

Typologie de T. Cornier (1992) utilisée comme base des cartographies du programme SIEL.
Typologie mixant une approche physionomique et une approche phytosociologique

Programme Ligéro porté par le CEN Centre - Val de Loire : proposition d'une typologie complète des végétations conduite par les trois CBN, intégrant les dernières avancées du PVF 2 et les synsystèmes "locaux" des CBN.

Synsystème du Val de Loire :

Contenu de l'importance des relevés végétations désormais disponibles (entre 1500 et 2000 relevés sur le Val de Loire), proposition de constitution d'une BBD commune permettant de conduire des analyses modernes et de proposer in fine un synsystème partagé du Val de Loire qui sera valoriser sous forme de catalogue des végétations à destination de l'ensemble des acteurs du territoire.

E / Une bonne connaissance typologique des végétations alluviales

Un système structuré

Des BDD à faire converger

1. **CARPINO BETULI-FAGETEA SYLVATICAE** Jakucs 1967 (syn. : **FRAXINO EXCELSIORIS-FAGETEA SYLVATICAE** Moor 1959). Le groupe de travail en charge de la déclinaison des classes issues des **Quercu roboris-Fagetea sylvaticae** s'oriente vers la partition de cette classe en trois classes autonomes (**Carpino-Fagetea** Jakucs 1967, **Quercetea robori-petraeae** Braun-Blanq. & Tüxen ex Braun-Blanq., Roussine & Nègre 1952 et **Quercetea pubescentis** Doing-Kraft ex Scamoni & H. Passarge 1959). Si les deux dernières font l'unanimité au sein du groupe de travail, la première n'est pas suivie par Boeuf (2014) qui préfère retenir une classe des **Geranio-Fraxinetea** H. Passarge & Hofmann 1968 et les **Carpino-Fagetea** H. Passarge & Hofmann 1968. Ces choix ne seront pas discutés ici, le propos n'étant que de replacer les associations décrites dans l'article dans le système qui sera vraisemblablement retenu pour le PVF2.

2. **FAGETALIA SYLVATICAE** Tüxen in Barner 1931

3. **FAGENALIA SYLVATICAE** Rameau ex Boeuf & J.-M. Royer in Boeuf 2014

Hêtraies-sapinières

4. **Fagion sylvaticae** Luquet 1926

Remarque : pour cette alliance, nous retenons en l'état la référence à LUQUET 1926, bien que ce nom ait été proposé comme *nomen ambiguum* par DIERSCHKE (1997). Ce cas et notamment sa position par rapport à l'**Abietion albae** Issler 1931 seront statuéés dans le PVF2.

Hêtraies-sapinières neutrophiles à acidiphiles montagnardes.

Geranio nodosi-Fagenion sylvaticae (Gentile 1974) Ubaldi & Speranza 1985

Communautés subatlantiques à médioeuropéennes sous influences méridionales.

Poo chaixii-Abietetum albae Renaux, Le Hénaff, Choynet ass. nov. [Fiche n°1]

Calamintho grandiflorae-Fagetum sylvaticae Braun-Blanq. 1915

(5. **Scillo lilio-hyacinthi-Fagenion sylvaticae** Oberd. ex Rivas Mart. 1973)

4. **Chaerophyllo hirsuti-Abietion albae** (Boeuf 2014) Renaux, Le Hénaff & Choynet stat. nov.

Sapinières et pessières intrazonales de climax stationnel, mésohygro-acidiphiles à mésohygro-calcicoles, non tourbeuses.

Blechno spicant-Abietetum albae Billy ex Thébaud, Roux, Bernard & Delcoigne 2014 [Fiche n° 6]

4. **Aceri pseudoplatani-Fagion sylvaticae** (Oberd. 1957) Moor 1976

3. **CARPINO BETULI-FAGENALIA SYLVATICAE** (Scamoni & H. Passarge 1959) Boeuf & J.-M. Royer in Boeuf 2014

2. **CEPHALANTHERO DAMASONII-FAGETALIA SYLVATICAE** Rameau ex Boeuf & J.-M. Royer in Boeuf 2014

3. **LUZULO LUZULOIDIS-FAGETALIA SYLVATICAE** Scamoni & H. Passarge 1959

4. **Luzulo luzuloidis-Fagion sylvaticae** W. Lohmeyer & Tüxen in Tüxen 1954

5. **Ilici aquifolii-Fagenion sylvaticae** (Braun-Blanq. 1967) Rivas Mart. 1973

Hêtraies, hêtraies-sapinières et sapinières-hêtraies atlantiques.

Carici piluliferae-Abietetum albae Renaux, Le Hénaff, Choynet & Seytre ass. nov. [Fiche n° 2]

3. **ALNO INCANAE-FRAXINETALIA EXCELSIORIS** (Oberd. 1953) H. Passarge 1968

Forêts alluviales à bois dur.

4. **Alnion incanae** Pawl. in Pawl., Sokolowski & Wallisch 1928

Communautés atlantiques à médioeuropéennes.

5. **Alnion glutinoso-incanae** Oberd. 1953

Aulnaies-frênaies des petits cours d'eau.

Ranunculo aconitifolii-Alnetum glutinosae Billy ex Le Hénaff & Renaux ass. nov. [Fiche n° 8]

Artemisia vulgaris-Alnetum glutinosae Le Hénaff & Renaux ass. nov. [Fiche n° 9]

Mentha longifoliae-Alnetum glutinosae (Vanden Berghen 1963) Renaux, Le Hénaff & Choynet nom. nov. [Fiche n° 10]

Impatiens noli-tangere-Alnetum glutinosae Brunerye 1970 nom. inv.

Carici remotae-Fraxinetum excelsioris W. Koch ex Faber 1936

Carici ripariae-Fraxinetum excelsioris Didier & J.-M. Royer in J.-M. Royer et al. 2006

5. **Ulmion minoris** Oberd. 1953

3. **ULMO-FRAXINETALIA EXCELSIORIS** H. Passarge 1968

Tableau 7. **Mentha longifoliae-Alnetum glutinosae** (Vanden Berghen 1963) Renaux, Le Hénaff & Choynet nom. nov. *hoc loco.* & **Daphno laureoleae-Fraxinetum excelsioris** Vanden Berghen ex Renaux, Le Hénaff & Choynet ass. nov. *hoc loco.*

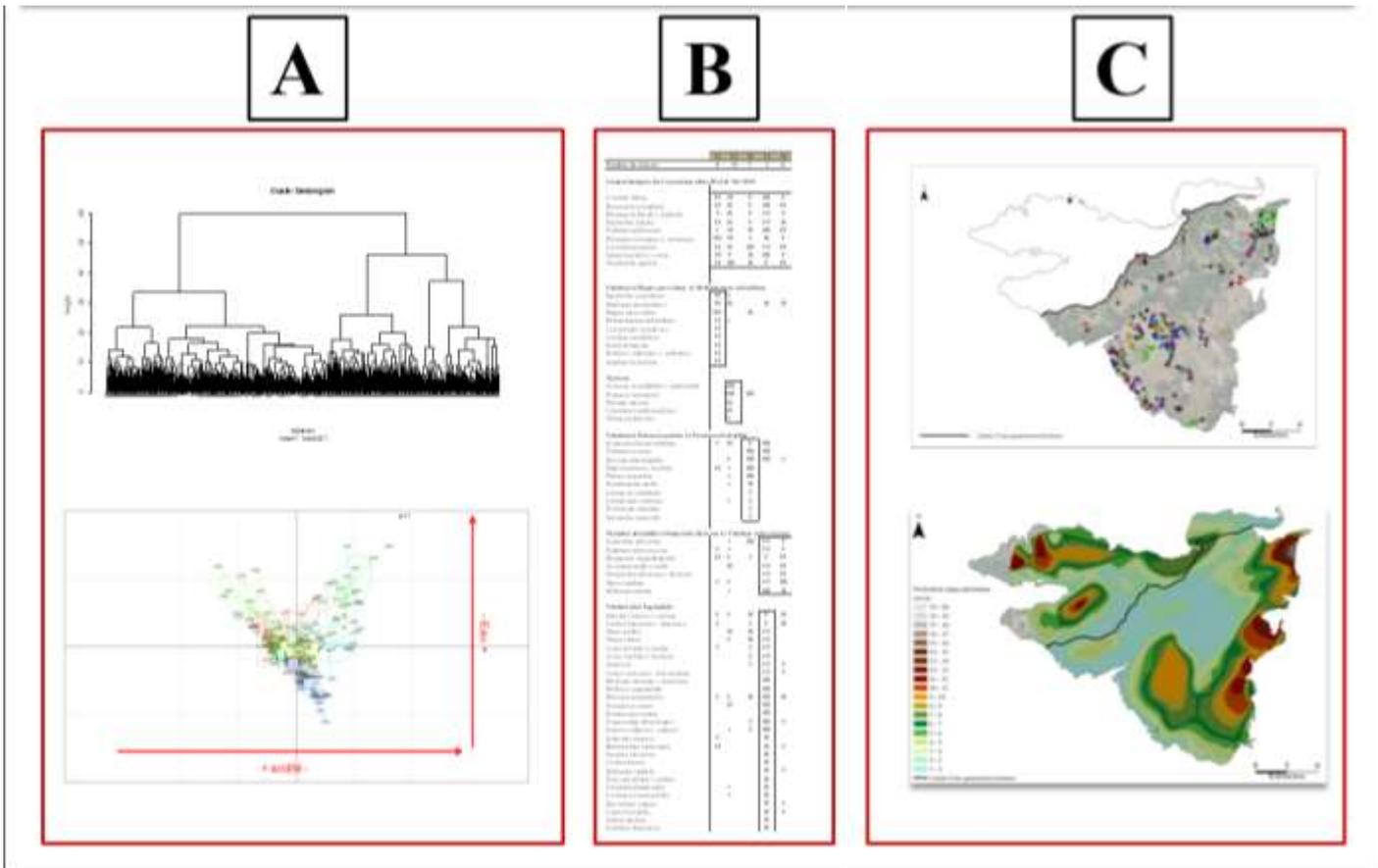
numéro de relevé (Tableau Vanden Berghen 1963)	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17
Altitude (m)	570	360	530	410	390	330	440	640	430	375	320	620	630	630	660	330
Surface (m²)	60	120	120	80	120	100	150	150	100	320	160	120	100	60	75	80
Recouvrement strate arborescente (%)	90	100	60	100	90	90	100	95	95	95	85	95	95	95	90	17
Recouvrement strate arbustive (%)	60	40	100	30	80	70	75	98	85	70	70	100	100	90	50	80
Recouvrement strate herbacée (%)	90	100	65	90	80	50	90	60	65	100	60	50	50	50	90	90
Recouvrement strate muscinale (%)	0	0	0	5	0	10	80	5	0	5	40	0	15	5	0	5
Nombre de lignes	27	31	37	34	44	34	46	78	50	36	40	39	40	44	39	32
Association	Mentha longifoliae-Alnetum glutinosae (Vanden Berghen 1963) Renaux, Le Hénaff & Choynet nom. nov.							Daphno laureoleae-Fraxinetum excelsioris Vanden Berghen ex Renaux, Le Hénaff & Choynet ass. nov.								
Strate arborée																
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	1	4	2	3	1	2	V	4	3	1	1	5	4	2	4
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Geertn.	5	5	5	4	5	5	V	3	4	5	4			3	1	3
<i>Ulmus minor</i> Mill.	1	1					+	III	1					2	4	
<i>Acer campestre</i> L.			2	2			+	III	2	+	1		3	3		+
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.			1					I	1						1	
<i>Fagus sylvatica</i> L.			1	1				II								
<i>Quercus pubescens</i> Willd.							+							+		
<i>Acer opalus</i> Mill.				1				I		1						
Strate arbustive																
<i>Salix purpurea</i> L.	2	1	2				1	+	IV	1						
<i>Salix eleagns</i> Scop.	3	1							II							
<i>Buxus sempervirens</i> L.		2	3	1	3	3	2	V	1	2	3	1	2	1	2	1
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.			3	+	2	1	2	IV	3	+				2	1	2
<i>Lonicera xylosteum</i> L.		1	2	+	1	2	1	V	2	3	1	2	1	2	2	1
<i>Corylus avellana</i> L.			2	1	1			III	2	3	1			1	2	1
<i>Cornus sanguinea</i> L.			2	1	2	+		III	3	+	1	2	3	2	+	
<i>Ligustrum vulgare</i> L.		1	1		+	2		III	1	2	1	1	1	1	1	2
<i>Rosa canina</i> L.		1	1	+	1	1	IV	1	+				+	1	1	1
<i>Ribes alpinum</i> L.									I					+	+	2
<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen														+	+	1
<i>Viburnum lantana</i> L.			1	1				II	1					+	1	+
<i>Euonymus europaeus</i> L.					1			I	1					1		+
<i>Prunus spinosa</i> L.														1		
<i>Rhamnus cathartica</i> L.														1		
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.														+		
<i>Sambucus nigra</i> L.														1		
Strate herbacée																
Espèces mésohygrophiles																
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	2	1	+	1	1	1	3	V		+	1	1	+			
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	1	1		1			+	III								
<i>Angelica sylvestris</i> L.	+						1	+	III	+				+		+
<i>Ranunculus acrifolius</i> L.		+		1				II	+							
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott								+	II							
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.								+	II							
<i>Scrophularia nodosa</i> L.								+	II					+		
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.				1		+	II							+		1
<i>Allium ursinum</i> L.				2				I	+					2	+	
<i>Arum maculatum</i> L.				+				I						+		

Les apports de la phytosociologie moderne

Possibilité de traitement de grandes bases de données

Des méthodes statistiques robustes et partagées

Un couplage avec les données écologiques pour une approche par compartiment écologique

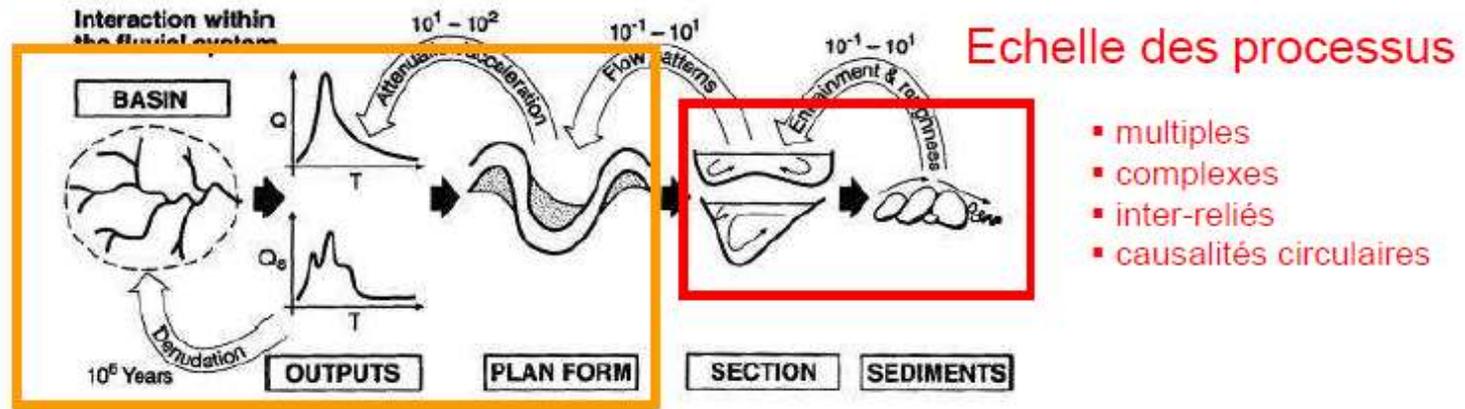


L'approche multiscalaire des végétations alluviales, une nécessité partagée par...

... le monde de la recherche en écologie

Concept de hiérarchie (ALLEN & STARR 1982)

Approfondir la question du saut scalaire (emboîtement des échelles spatiales)



... le monde ds cartographes/gestionnaires

Développement du programme CarHAB



Partie III – Hiérarchiser les enjeux de conservation par une cartographie fonctionnelle de la connectivité



C/ L'approche par les connectivités de Trame

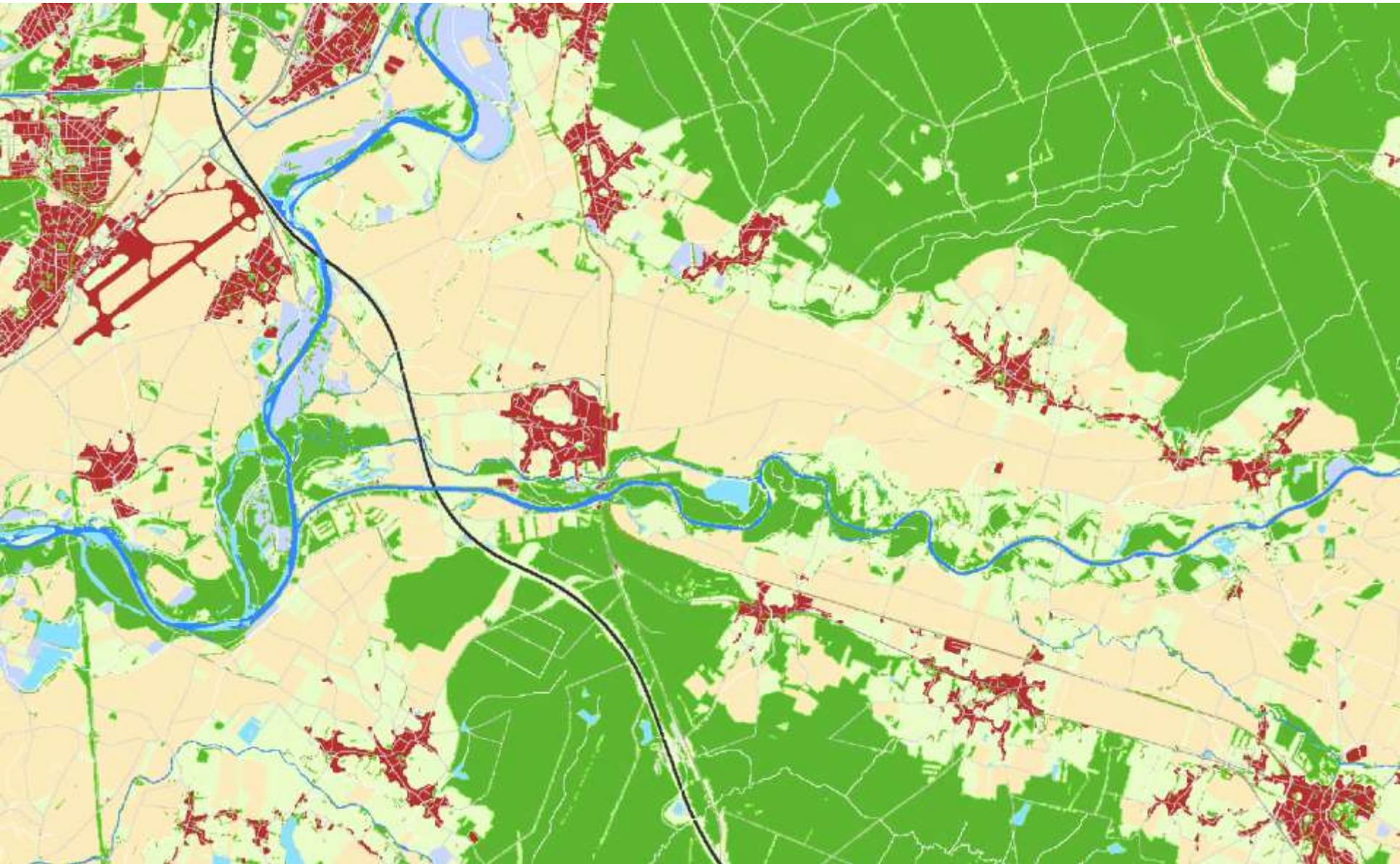
Analyser les cartographies déjà réalisées à l'aide des indices de connectivité.

Modélisation des réseaux écologiques à partir de la théorie des graphes (logiciel GRAPHAB).

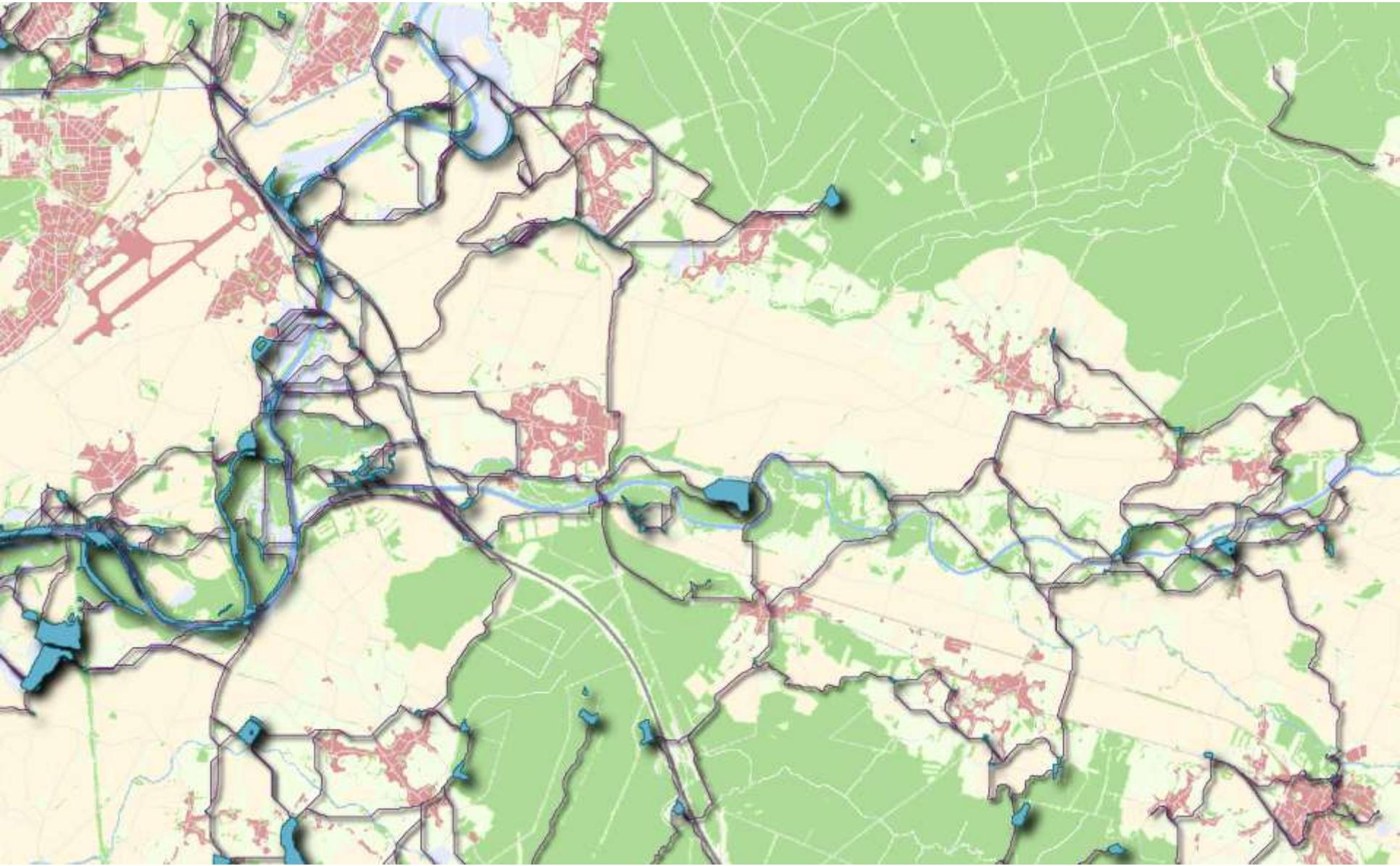
Proposition d'une lecture fonctionnelle des trames verte et bleu.



Cartographie d'habitats / de végétation



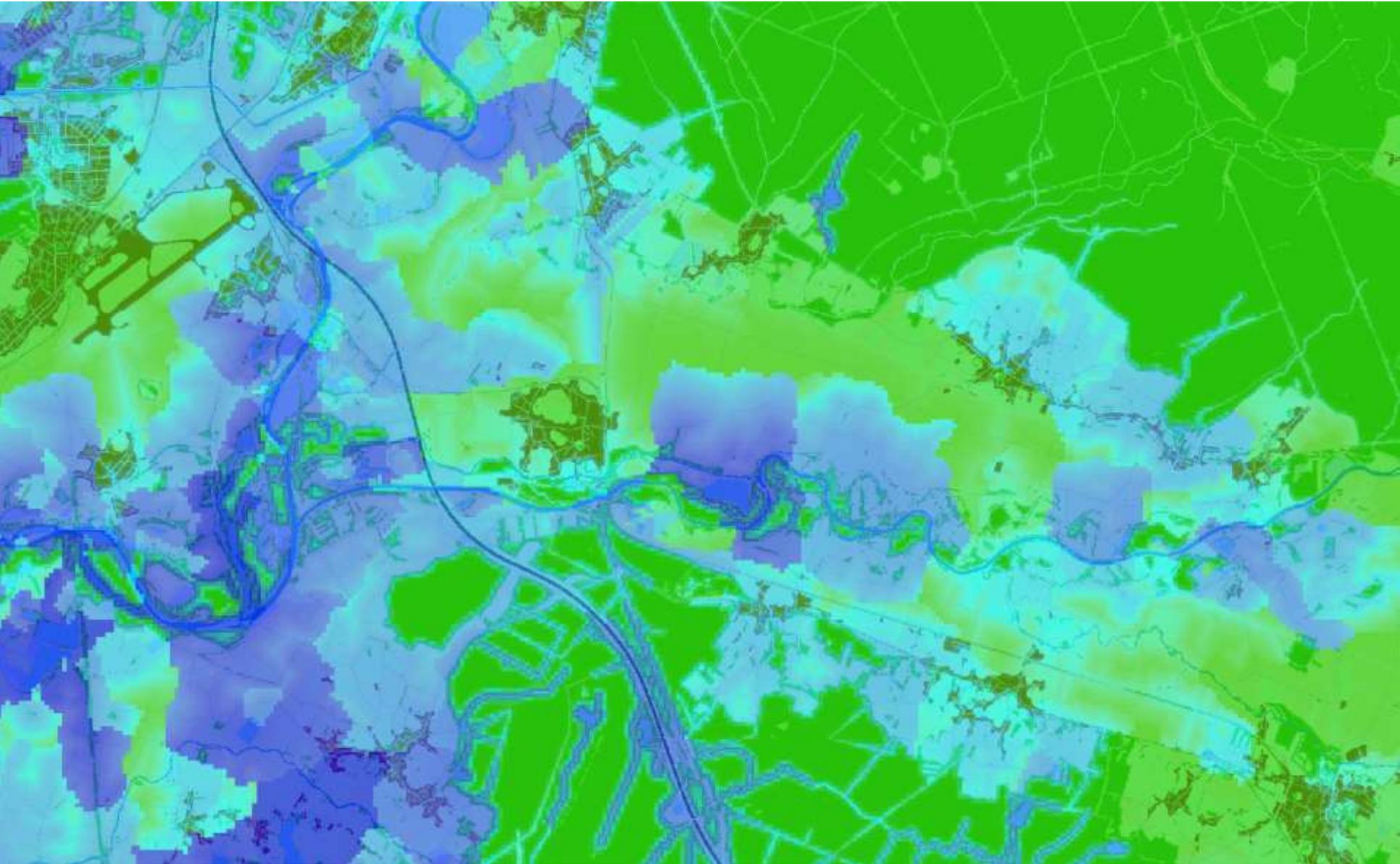
Identification des taches d'habitat et des liens



Calcul de métriques de connectivité



Distribution d'espèces et interpolation de métriques de connectivité



Pour conclure

Un milieu à forte naturalité

- ▶ signature physionomique des végétation stables

Un milieu dynamique nécessitant une approche dynamique de l'état de conservation

- ▶ approche à l'échelle de la vallée alluviale / par tronçons dynamiques

Des outils innovants et performants

- ▶ Fond intégré IGN
- ▶ MNT de précision

Un niveau de connaissance élevé des végétations alluviales

- ▶ mise en place d'une BDD commune

Pour conclure

La finalité du projet, basé sur la synergie entre le monde de la recherche, les conservatoires botaniques nationaux et les gestionnaires d'espaces naturels vise à :

- mettre au point une méthode semi-automatique de cartographie et de classification des végétations alluviales intégrant les notions de connectivité et de fonctionnalité ;
- réaliser cette cartographie à des pas de temps régulier pour suivre l'évolution des végétations de manière économique et pertinente ;
- changer notre regard sur le fleuve Loire en ayant une vision d'ensemble, en comprenant les dynamiques en cours, le développement des végétations pionnières liées à la dynamique fluviale... ;
- adapter nos objectifs de gestion en fonction des caractéristique hydrogéomorphologiques des différents tronçons de la Loire et de ses affluents.

Vers un projet ambitieux de cartographie dynamique de la végétation alluviale

Nous vous remercions de votre attention



Conservatoire botanique national du Massif central

Siège & antenne Auvergne

Le Bourg
43230 CHAVANIAC-LAFAYETTE
Tél. : 04 71 77 55 65
Fax : 04 71 77 55 74
Courriel : conservatoire.siege@cbnmc.fr
Site Internet : www.cbnmc.fr

Antenne Limousin

SAFRAN
2, avenue Georges Guingouin
CS80912 - Panazol
87017 LIMOGES Cedex 1
Téléphone : 05 55 77 51 47

Antenne Rhône-Alpes

Maison du Parc
Moulin de Virieu
2, rue Benaÿ
42410 PELUSSIN
Tél. : 04 74 59 17 93