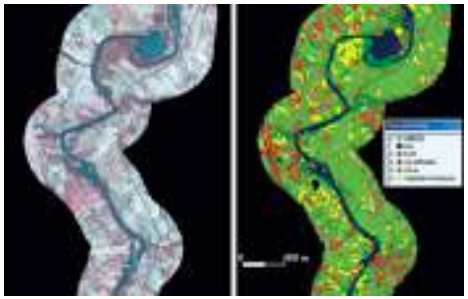
Biodiversité et politiques publiques : quelle utilisation de l'information spatiale ?

Exemple de la Trame verte et bleue



IRSTEA – UMR TETIS

Jennifer Amsallem

jennifer.amsallem@teledetection.fr

Historique de la protection de la nature en France

- **XIX^{ème} : Protection des paysages (Fontainebleau en 1861, Yellowstone en 1872)**
- **Début XX^{ème} : premiers traités internationaux pour la protection d'espèces marines, migratrices**
- **2ème moitié du XX^{ème} :**
  - Protection d'espaces : réserves naturelles, parcs nationaux (1960)…
  - Protection des espèces : loi de 1976, Directive « Oiseaux » (1979), plan nationaux d'actions…
  - Protection des habitats naturels : Convention de Ramsar (1971), Directive « Habitats » (1992)

→ **Apparition de la notion de biodiversité (Rio, 1992)**

- **XXI^{ème} :**
  - Stratégie de la biodiversité (France 2004, Europe 2006)
  - Notion de fonctionnalité des écosystèmes : services écosystémiques + réseaux écologiques

Politiques « Biodiversité » et besoins en information spatiale

	Pressions sur la biodiversité	Etat de la biodiversité	Réponses apportées pour préserver la biodiversité
Protection des espèces et des habitats naturels	Cartographie de la conquête de la forêt au détriment d'orchidées de pelouses calcaires		
Aires protégées	Modélisation des effets du changement climatique sur les communautés végétales dans les parcs nationaux		
Prise en compte de la biodiversité dans les territoires	Evolution de processus ayant un impact : urbanisation, agriculture, projets d'aménagement…		

Politiques « Biodiversité » et besoins en information spatiale

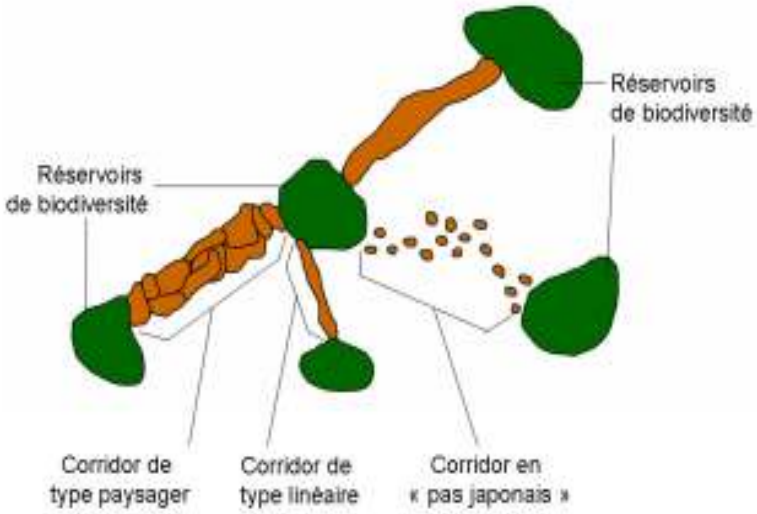
	Pressions sur la biodiversité	Etat de la biodiversité	Réponses apportées pour préserver la biodiversité
Protection des espèces et des habitats naturels	Cartographie de la conquête de la forêt au détriment d'orchidées de pelouses calcaires	Cartographie des habitats d'espèces Cartographie des habitats naturels par télédétection (évolution surfaces…)	
Aires protégées	Modélisation des effets du changement climatique sur les communautés végétales dans les parcs nationaux	Cartographie de l'état de conservation des habitats naturels	
Prise en compte de la biodiversité dans les territoires	Evolution de processus ayant un impact : urbanisation, agriculture, projets d'aménagement…	Modélisation de déplacements d'espèces Cartographie des services écosystémiques	

Politiques « Biodiversité » et besoins en information spatiale

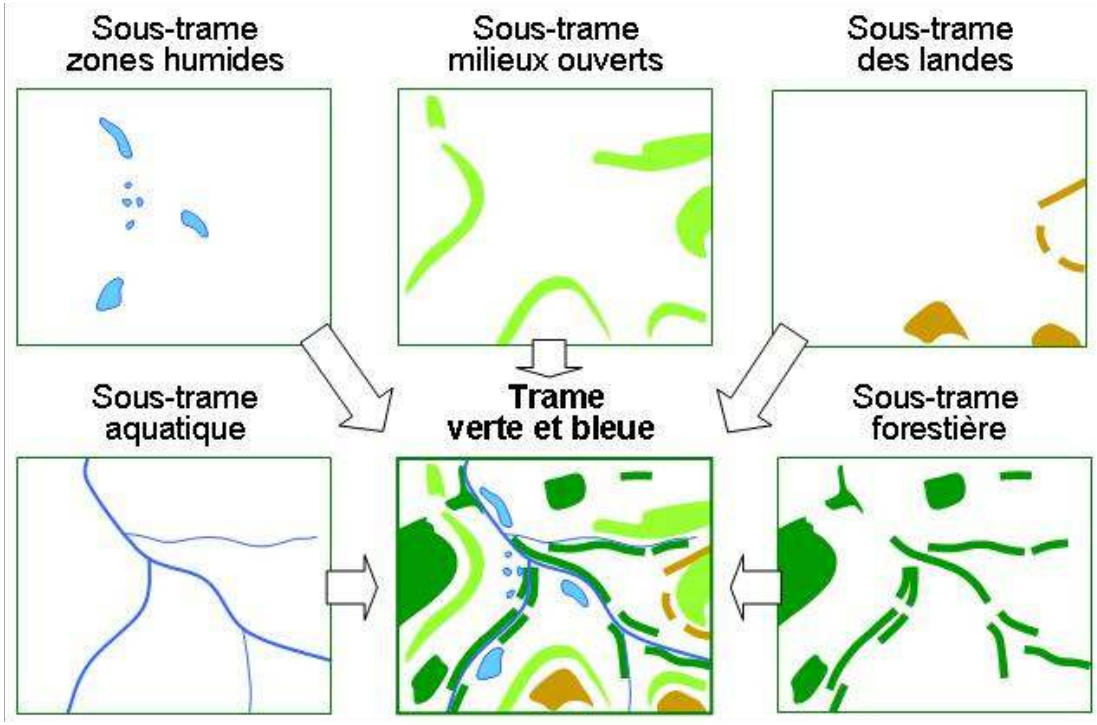
	Pressions sur la biodiversité	Etat de la biodiversité	Réponses apportées pour préserver la biodiversité
Protection des espèces et des habitats naturels	Cartographie de la conquête de la forêt au détriment d'orchidées de pelouses calcaires	Cartographie des habitats d'espèces, des habitats naturels (évolution surfaces…)	Evaluation des actions : localisation, surface, effets…
Aires protégées	Modélisation des effets du changement climatique sur les communautés végétales dans les parcs nationaux	Cartographie de l'état de conservation des habitats naturels	Suivi cartographique des actions de gestion à mener
Prise en compte de la biodiversité dans les territoires	Evolution de la fragmentation Urbanisation, agriculture, projets d'aménagement…	Modélisation de déplacements d'espèces Cartographie des services écosystémiques	Veille foncière pour la préemption environnementale Evolution des documents d'urbanisme prenant en compte la Trame verte et bleue

Exemple de la politique Trame verte et bleue

- **2007 - Grenelle de l'Environnement : décision de mettre en place une nouvelle politique de protection de la nature pour préserver et remettre en bon état les continuités écologiques, la Trame verte et bleue**



Réservoirs de biodiversité et corridors écologiques composant la Trame verte et bleue



Source : Irstea

Exemple de la politique Trame verte et bleue

- **Un emboîtement d'échelles :**
  - Des orientations nationales
  - Un schéma régional de cohérence écologique
    - enjeux + cartographie des continuités écologiques + plan d'action + suivi-évaluation
  - Au niveau local : prise en compte dans les documents d'urbanisme (lutte contre la fragmentation des milieux naturels par l'urbanisation)

  → Chaque niveau doit prendre en compte le niveau supérieur

- **Besoins importants en analyse spatiale**
  - Méthodes, données mobilisables et outils pour spatialiser les continuités écologiques
  - Suivi et évaluation de la politique Trame verte et bleue

Méthodes de cartographie des continuités écologiques

Plusieurs étapes :

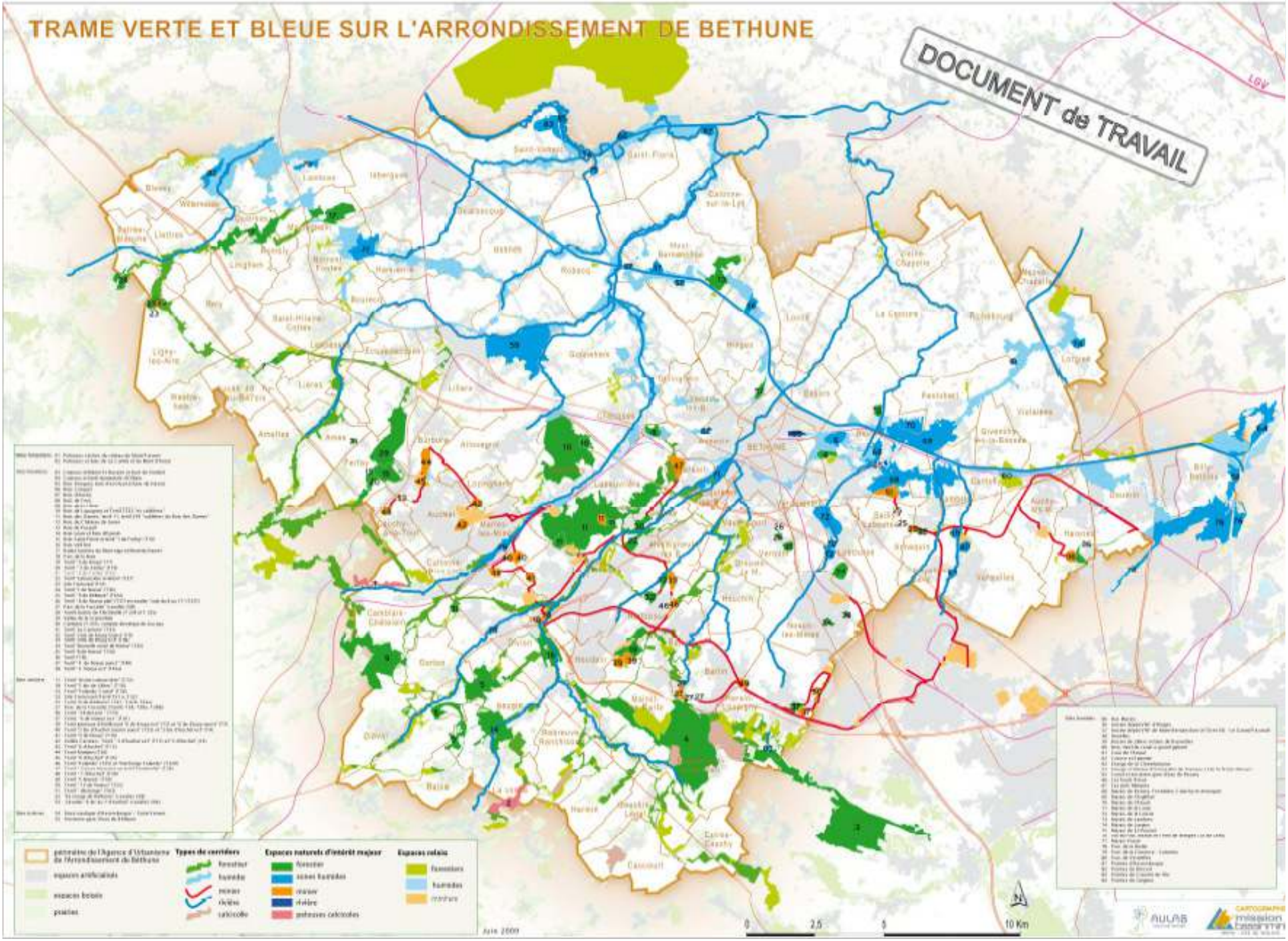
- **Choisir et cartographier les sous-trames**
  - Choix des sous-trames en fonction des enjeux, de l'échelle de travail et des données disponibles
  - Classement des postes d'occupation du sol par sous-trame + autres données
- **Identifier les réservoirs de biodiversité**
  - Zonages réglementaires, d'inventaires et de labellisation
  - Données faune/flore/habitats
  - Analyses multicritères (surface, degré de naturalité selon occupation du sol, compacité…)
- **Identifier les corridors écologiques**
  - Relier les réservoirs de biodiversité entre eux par différentes méthodes
- **Identifier les cours d'eau**
  - Cours d'eau classés, importants pour la biodiversité, espaces de mobilité, zones de frayères…
- **Prendre en compte les obstacles à la continuité écologique**
  - Urbanisation, infrastructures linéaires de transport, obstacles à l'écoulement (ROE)

Méthodes de cartographie des corridors écologiques

1. **Interprétation visuelle**

- **Photo-interprétation à partir de l'occupation du sol, de photos aériennes**
- **Chemin le plus court qui relie des réservoirs de biodiversité + modulation du tracé en fonction de l'occupation du sol**
- **Adapté pour travailler à des échelles locales (communes par ex)**

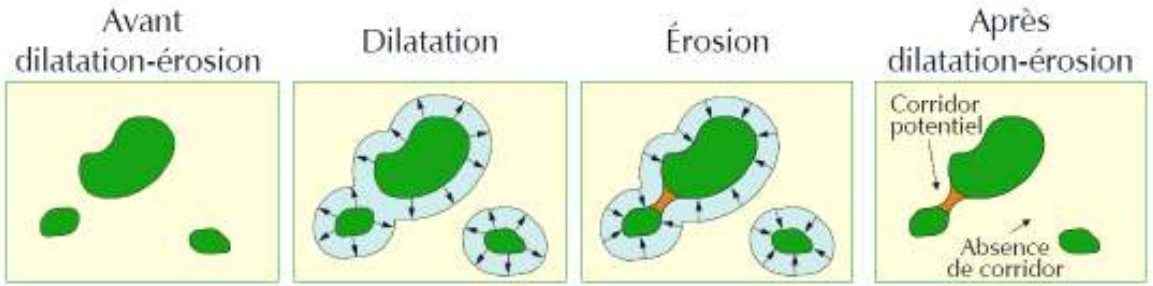
TRAME VERTE ET BLEUE SUR L'ARRONDISSEMENT DE BETHUNE

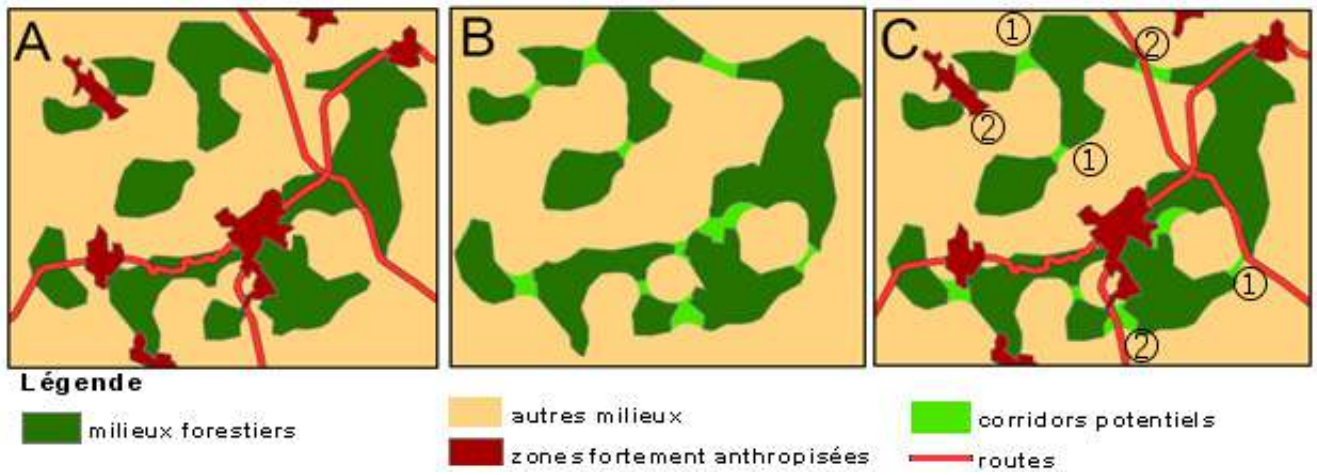


Méthodes de cartographie des corridors écologiques

2. Dilatation (-érosion)

- « Automatise » l'analyse des chemins les plus courts qui relient les réservoirs de biodiversité
- A une échelle régionale, permet d'avoir une vision globale des grands ensembles
- Adapté à une utilisation par espèce (Lynx par ex)





Méthodes de cartographie des corridors écologiques

3. Perméabilité des milieux

- **Identification des zones potentielles (avec gradient de perméabilité) que peut parcourir l'espèce à partir des zones totalement perméables (forêt pour le cerf par ex)**

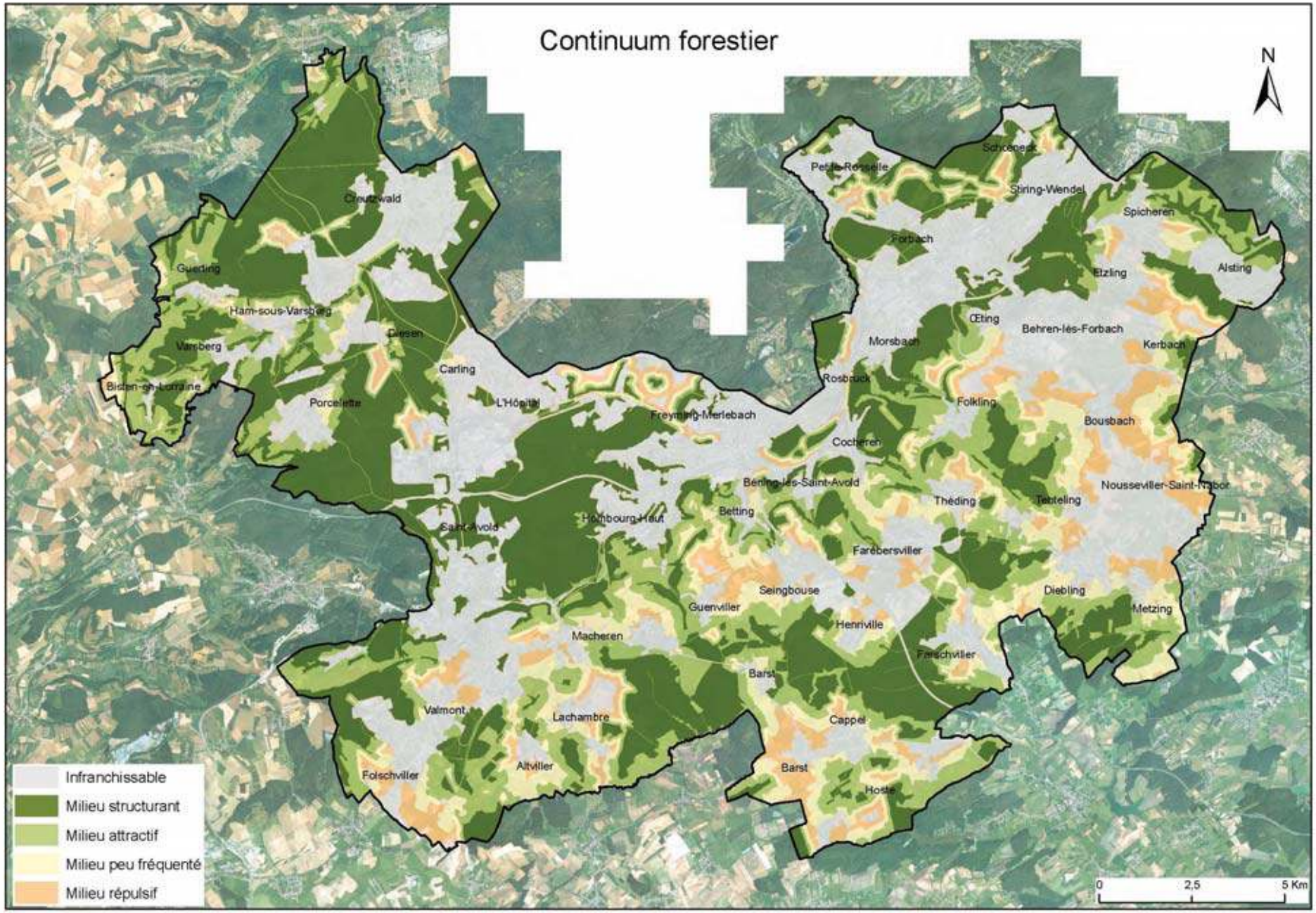
- **Utilisation d'un outil SIG « distance-coût » pour réaliser la modélisation à partir d'images raster**

- **Deux types de traitement :**
  - Zones potentielles de déplacement par type de milieu = continuums (qui peuvent correspondre aux sous-trames)
  - Chemin de moindre coût : le chemin entre deux réservoirs est celui qui « coûte » le moins, selon l'occupation du sol

Les coefficients de résistance s'échelonnent de 0 à 1000, 0 étant la note associée aux milieux structurants et 1000 étant la note la plus forte correspondant aux éléments infranchissables.

Tableau des coefficients de résistance (SCOT Val de Rosselle)

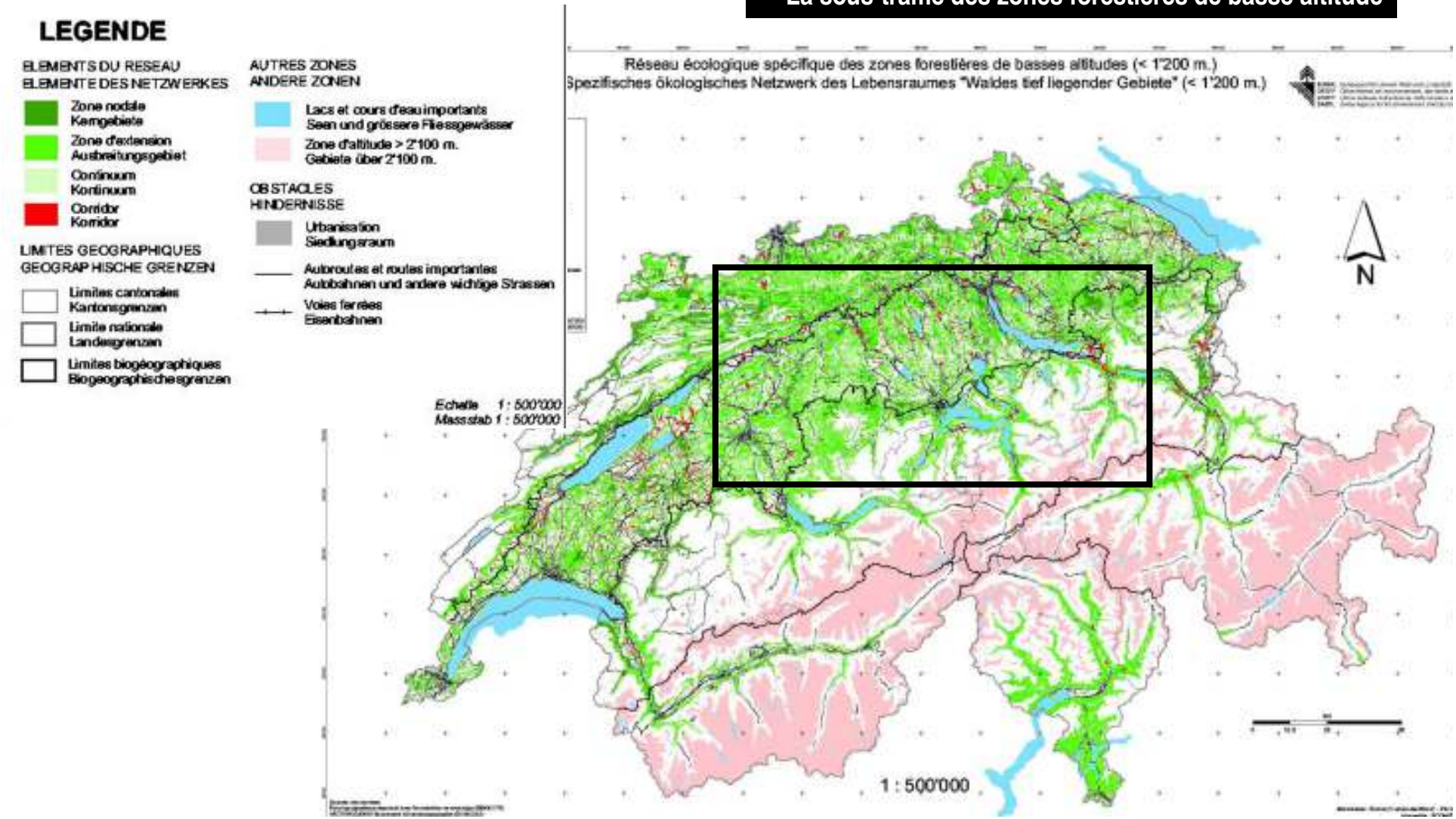
Groupes de milieux représentatifs du paysage	Sous-groupes	Type de continuum		
		Forestier	Agricole extensif	Zone humide
Forêt	Taillis sous futaie	0	20	30
	Futaie mixte	1		
	Taillis	0		
	Conifères	3		
	Landes	4		
Prairies, surfaces agricoles	Prairie permanente	5	0	30
	Mosaïque de cultures	10	0	30
	Prairie temporaire	10	10	1000
	Grande culture	30	30	1000
	Vigne, verger	5	5	1000
Surfaces construites	Zone bâtie	1000	1000	1000
	ZAC, ZI	1000	30	1000
	Carrière	30	30	5
	Houillère du bassin lorrain, ancienne voie ferrée	30	30	30
Cours d'eau, zones humides	Plan d'eau, zone humide, marais	30	1000	0
	Petit cours d'eau (Largeur 10 m)	20	100	0
	Moyen cours d'eau (Largeur 20 m)	30	167	0
Infrastructures de transport	Voie ferrée (Largeur 25 m)	67	67	1000
	Route départementale (Largeur 15 m)	67	67	1000
	Route nationale (Largeur 20 m)	1000	1000	1000
	Autoroute (Largeur 75 m)	1000	1000	1000



SCOT Val de Rosselle

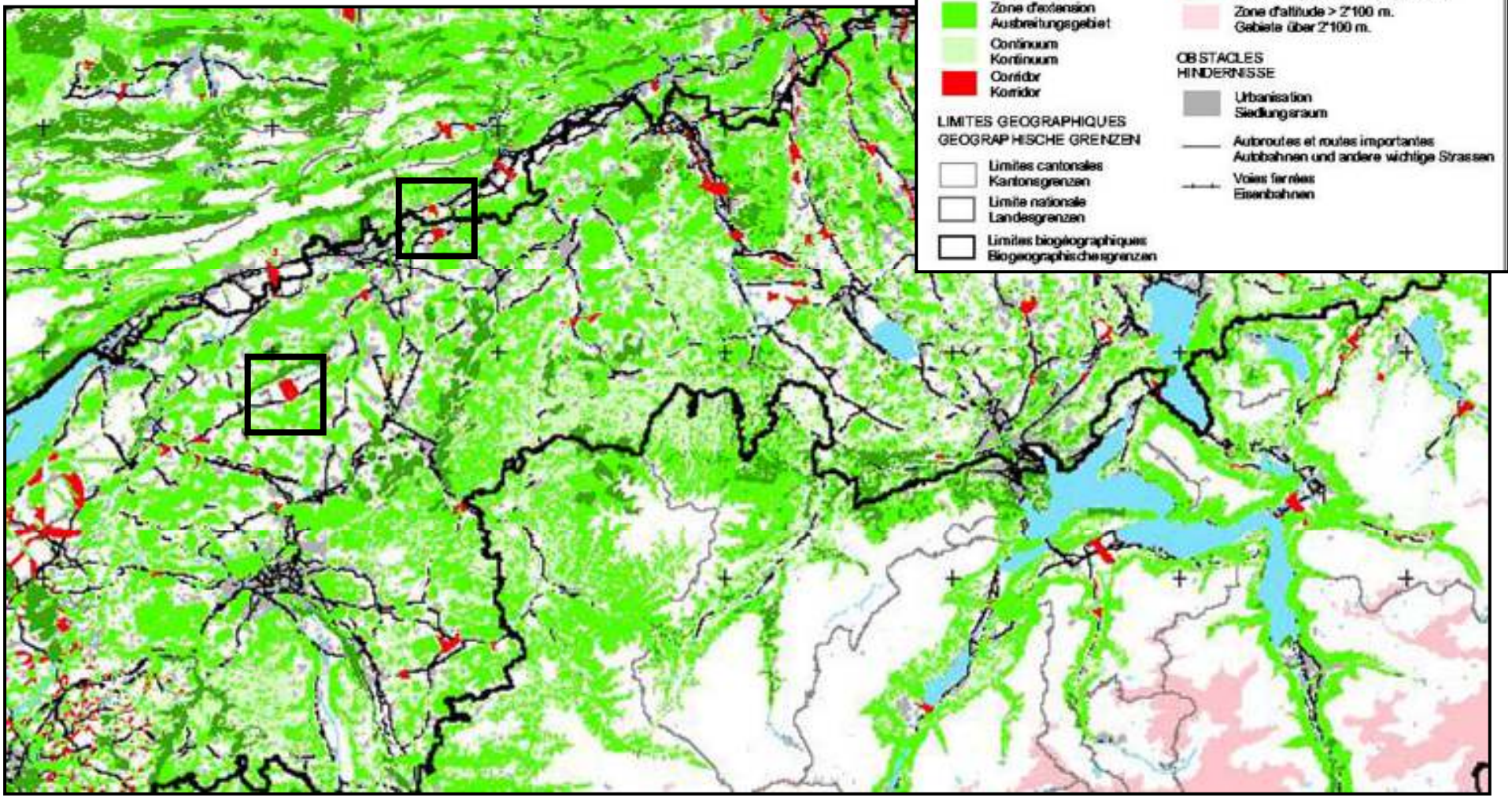
Perméabilité des milieux : Suisse

La sous-trame des zones forestières de basse altitude

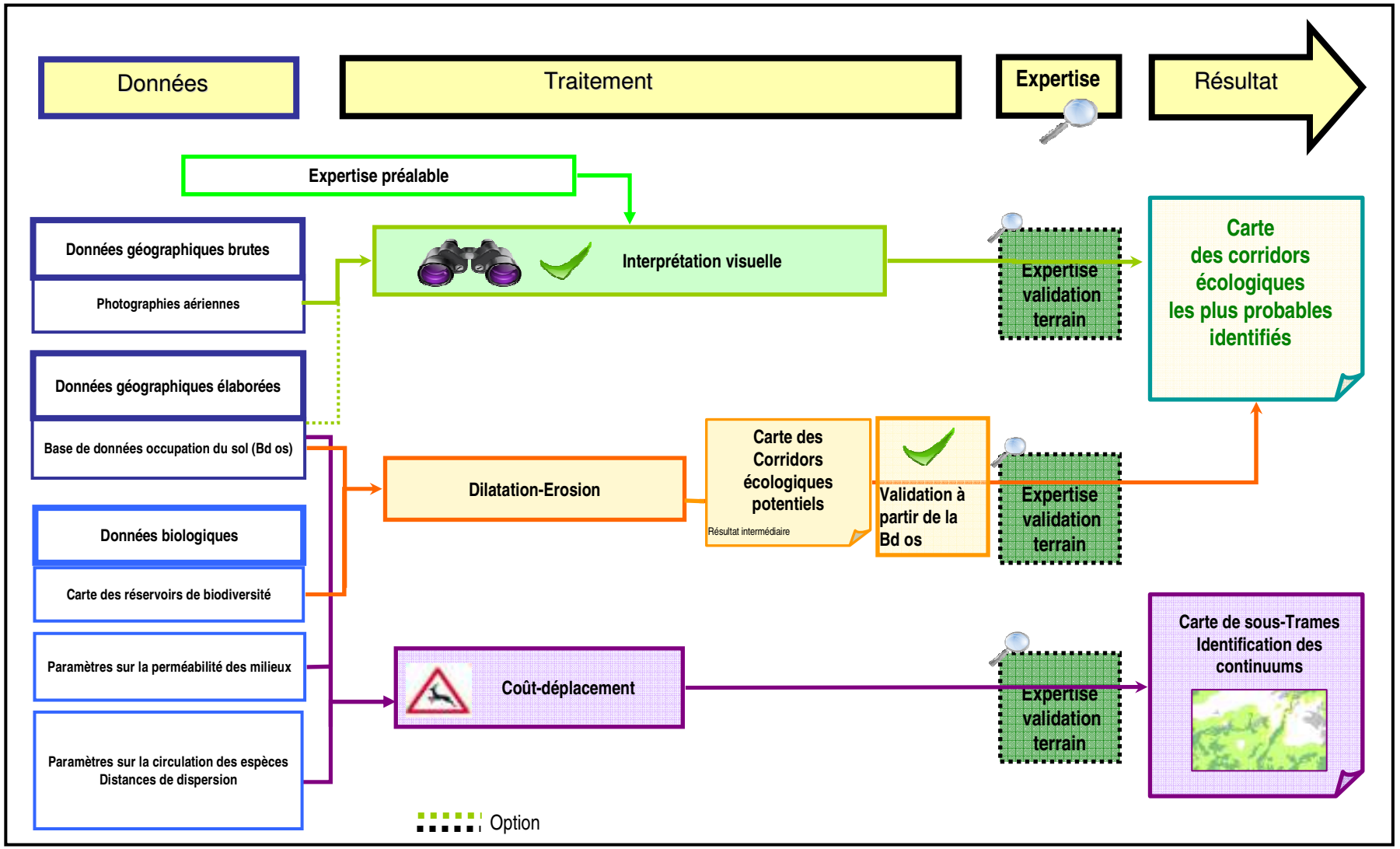


Perméabilité des milieux : Suisse

Zoom sur la sous-trame des zones forestières de basse altitude



Méthodes d'identification et de cartographie des continuités



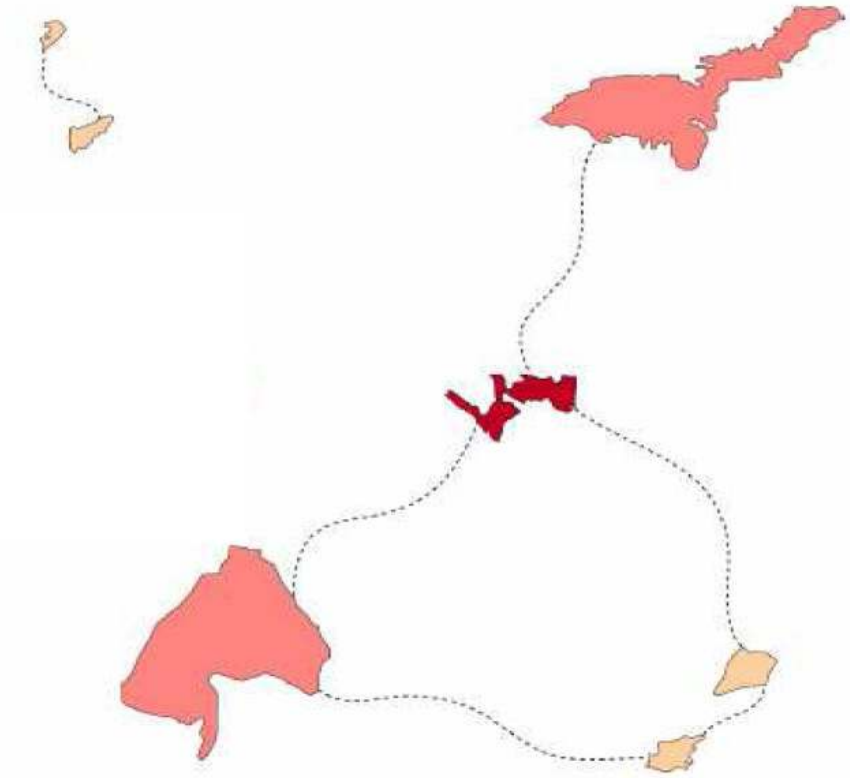
Informations spatiales à récolter

- **Zonages réglementaires, d'inventaire, de labellisation…**
- **Données faune/flore/habitats : amphibiens, forêts anciennes, zones humides**
  - Associations naturalistes (ex : Faune LR)
- **Données sur l'écologie du paysage : densité de haies par exemple**
- **Données d'occupation du sol :**
  - Quels sont les éléments fragmentants ? Urbanisation, agriculture intensive… Quels sont les éléments favorables à la biodiversité et notamment aux continuités écologiques ? Espaces naturels…
- **Données sur l'aménagement des territoires, les politiques sectorielles et les activités socio-économiques :**
  - Agriculture : RPG : cartographie des prairies permanentes (favorable)
  - Transports : données trafics de routes et autoroutes, données collisions…

… Non exhaustif !

Méthodes développées dans la recherche

- **Théorie des graphes : traitement SIG + Conefor Sensinode (ou Graphab)**
  - Mesure la contribution des nœuds et des liens à la connectivité du réseau



Source : Santiago Saura

Nœuds = patchs d'habitats ou réservoirs
Liens = corridors potentiels (chemins de moindre coût)

→Prend en compte la surface des patchs, la distance des liens, la distance de dispersion d'une espèce

→ Permet de prioriser les éléments du réseau à préserver ou à remettre en bon état

Importance des nœuds dans le maintien du réseau

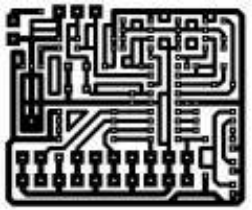
- Faible
- Moyenne
- Forte

Méthodes développées dans la recherche

Théorie des circuits électriques utilisée pour la modélisation de réseaux écologiques - Mc Rae & al. (2008), Ecology

- **2 types de mouvements :**
  - Mouvements de routine
  - → Identification du plus court chemin d'un patch à l'autre
  - Mouvements dirigés : cas des migrations
  - → Les méthodes utilisées sont-elles adaptées ?

- **Le courant part d'un point A pour arriver à un point B**
- **Un circuit électrique correspond à un paysage**
- **Chaque terme en électricité est interprété d'un point de vue écologique**



CONCEPT ÉLECTRIQUE

• **Résistance**: l'opposition qu'une résistance (*resistor*) offre au flux de courant électrique.

• **Conductance:** inverse de la résistance et mesure de la capacité d'une résistance (*resistor*) de transporter du courant électrique.

• **Courant:** flux de charge à travers un nœud ou une résistance (*resistor*) dans un circuit.

INTERPRETATION ÉCOLOGIQUE

• **Résistance**: opposition d'un type d'habitat au mouvement d'organismes (friction du paysage).

• **Conductance**: comparable à la perméabilité du paysage

• **Courant**: probabilité attendue du nombre de mouvements d'un «promeneur aléatoire» marchant à travers des nœuds ou des liens.

Mc Rae et al., 2008

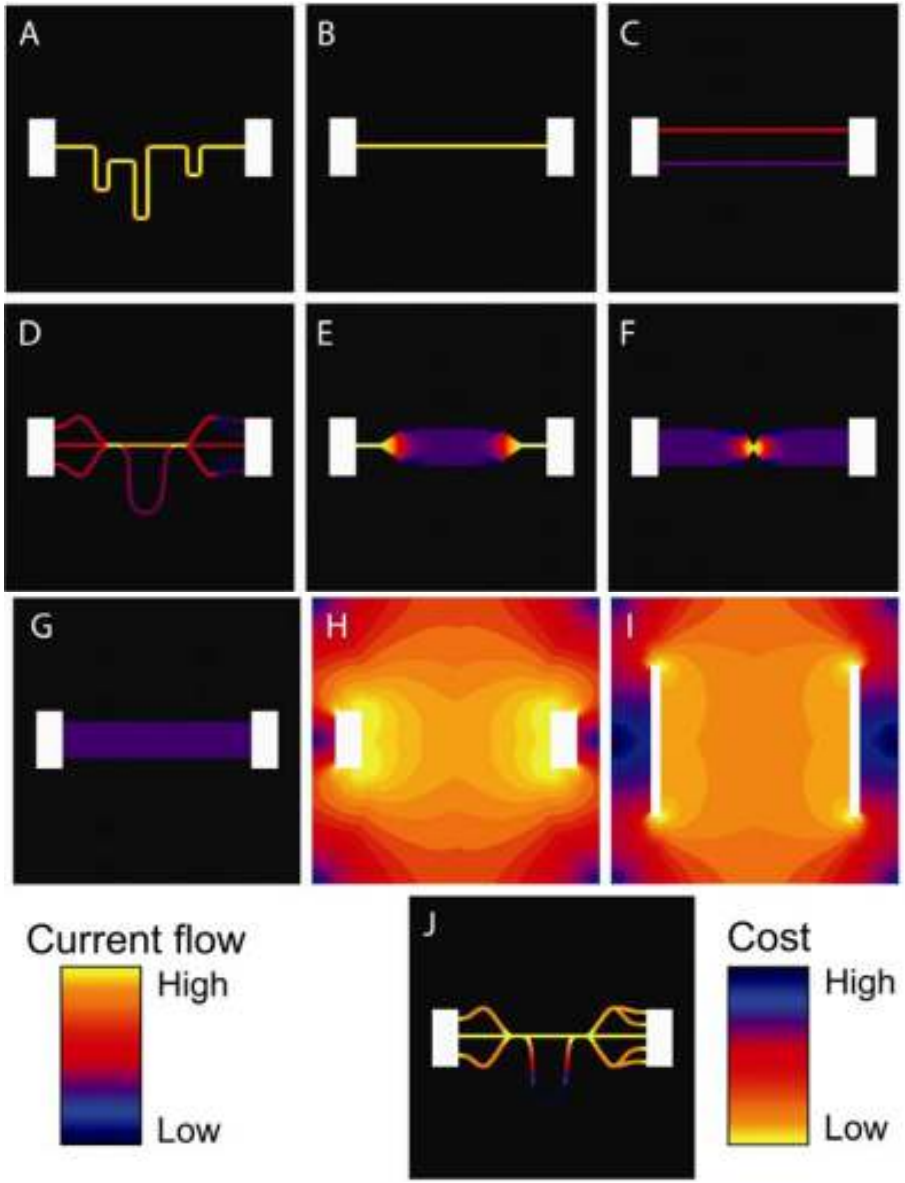
Méthodes développées dans la recherche

Théorie des circuits

- **Il est possible de coupler une modélisation de courant électrique dans un paysage (Sud/Nord par ex.) avec le réseau de plus court chemin (méthodes classiques)**

→ permet de mettre en avant les tendances vers la destination souhaitée (migrations saisonnières amphibiens…)

  - Liens qui améliorent le réseau
  - Espaces qui apparaissent plus importants pour une remontée vers la destination



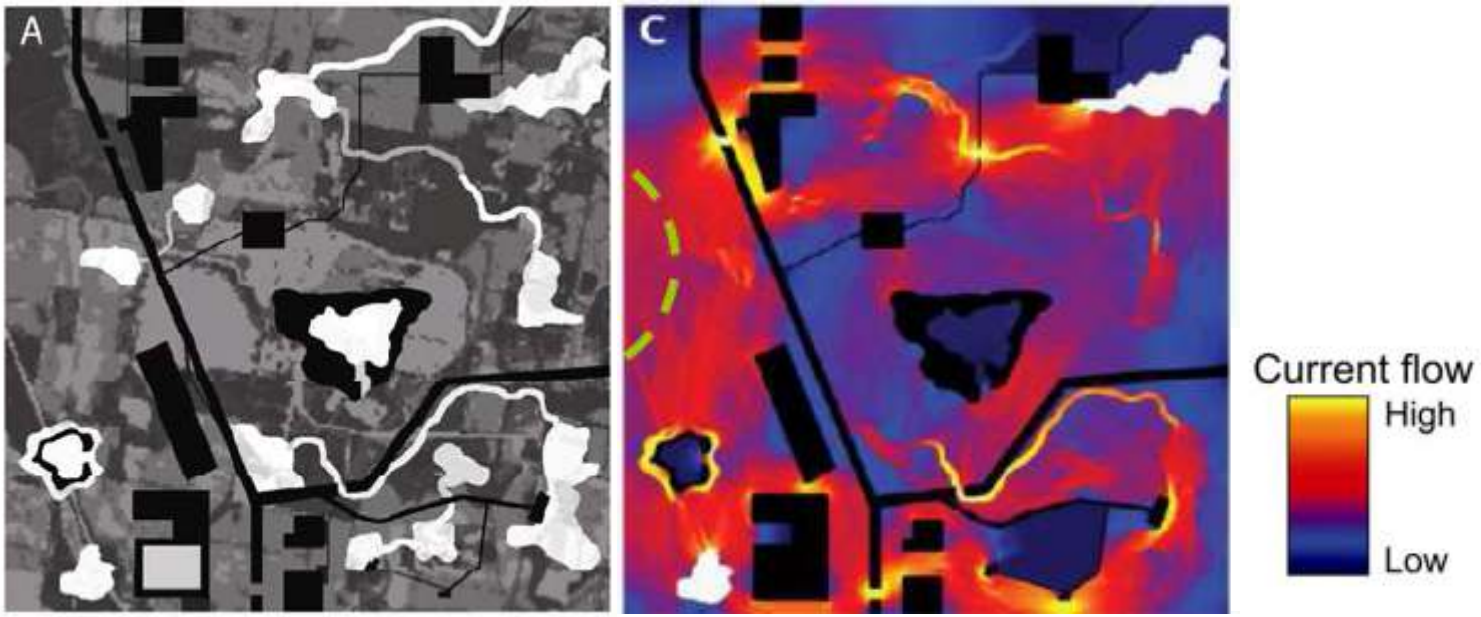
Source : Bronwyn Rayfield, Université McGill, Montréal, Québec, Canada

Source : Mc Rae & al. *Ecology* 2008

Méthodes développées dans la recherche

Théorie des circuits

- **Réalisation à l'aide du logiciel gratuit Circuitscape (McRae & Shah)**
- **A tester sur plusieurs espèces dans un même territoire : si des liens ou espaces ressortent de façon récurrente, aiderait à prioriser l'action**



A : Carte des résistance C : Carte des courants entre deux taches

Source : Mc Rae & al. *Ecology* 2008

Politique Trame verte et bleue et cohérence entre échelles des réseaux écologiques

- **Projet de thèse Irstea (TETIS) en co-tutelle avec l'Université de Sherbrooke**
  - Résultats cartographiques différents selon méthodes choisies
  - Résultats cartographiques différents selon échelles des données utilisées
  - Résultats cartographiques différents selon modalités d'association des acteurs du territoire au projet

  → Comment assurer la cohérence des cartographies aux différentes échelles ?

  → Articulation des données, outils, méthodes et rôle des acteurs du territoire dans cette articulation

  - Démarrage automne 2014

Trame verte et bleue : où trouver de l'information ?

Site internet www.trameverteetbleue.fr

du Centre de ressources TVB

- → **Documentation sur les outils et méthodes**
- → **Synthèses d'articles scientifiques sur différents thèmes dont la modélisation**
- → **Présentation de programmes et projets de recherche**
- → **Retours d'expériences**
- → **Agenda, formations…**

Merci de votre attention !