

# Simulation de scénarios d'urbanisation pour estimer l'impact écologique du développement résidentiel et des évolutions de trafic associées



Marc Bourgeois

Cécile Tannier  
Jean-Christophe Foltête

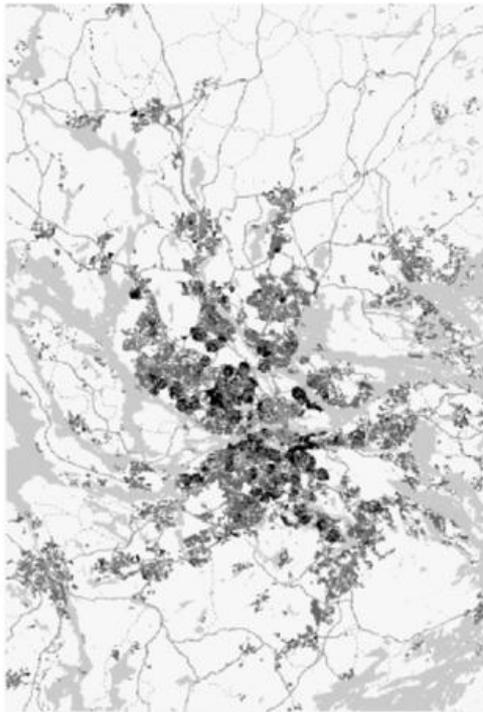
Douzièmes rencontres de ThéoQuant  
Besançon – 21 mai 2015



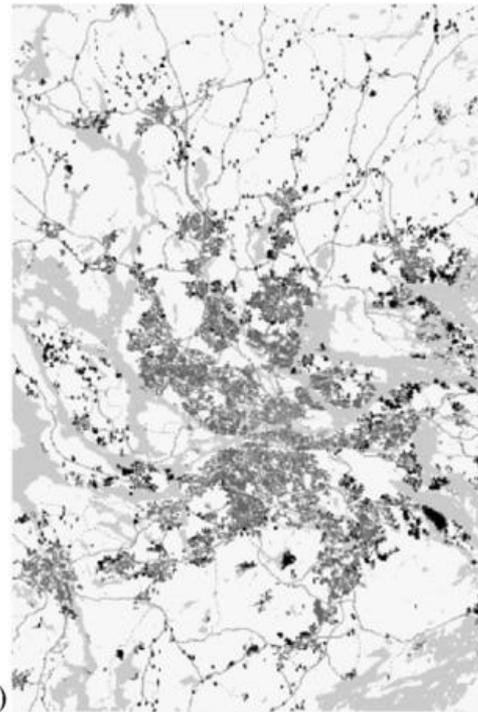
- Etalement urbain : fragmentation des habitats des espèces animales et baisse de la connectivité écologique
- Nécessité de rechercher un compromis entre les implantations résidentielles et la connectivité des habitats des espèces animales
- **Quelles formes de villes sont les plus aptes à maintenir la fonctionnalité des habitats écologiques ?**
- Approche prospective : possibilité de proposer différents futurs possibles à l'aide de différents scénarios
- Scénarios théoriques ou réalistes



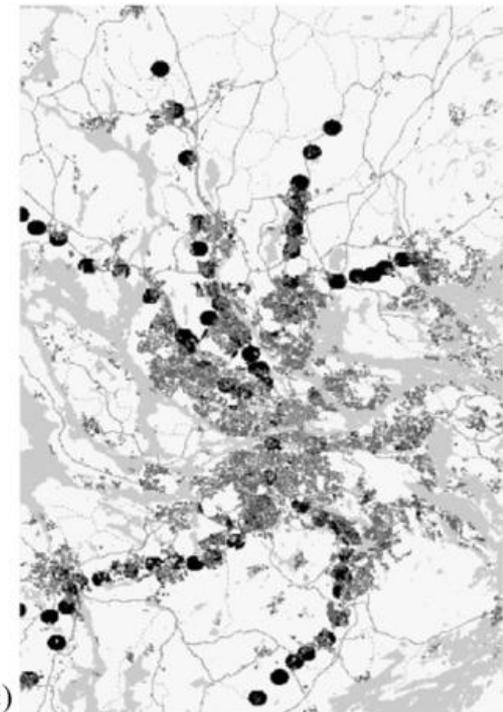
## Exemples de scénarios théoriques



(a)



(b)



(c)

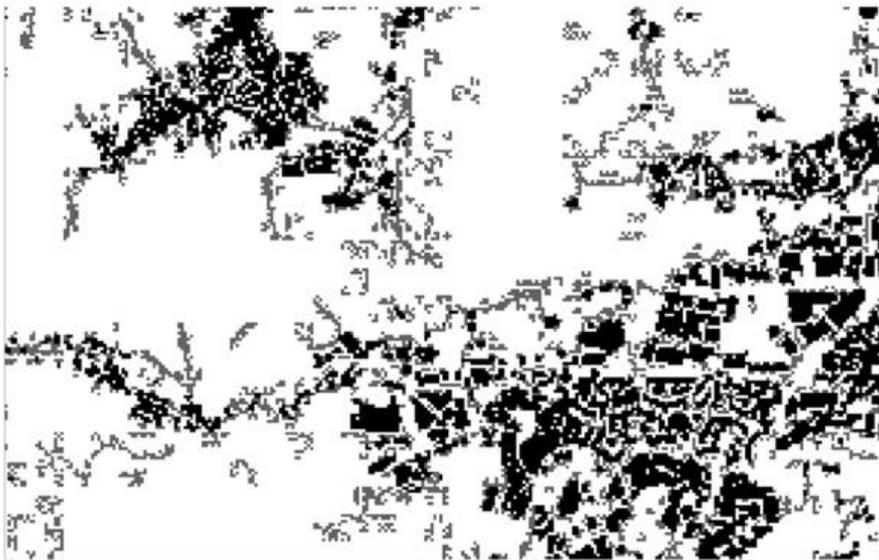
(a) Scenario Dense, (b) Scenario Diffuse and (c) Scenario Infra

*Mörtberg, Balfors & Knol (2007)*

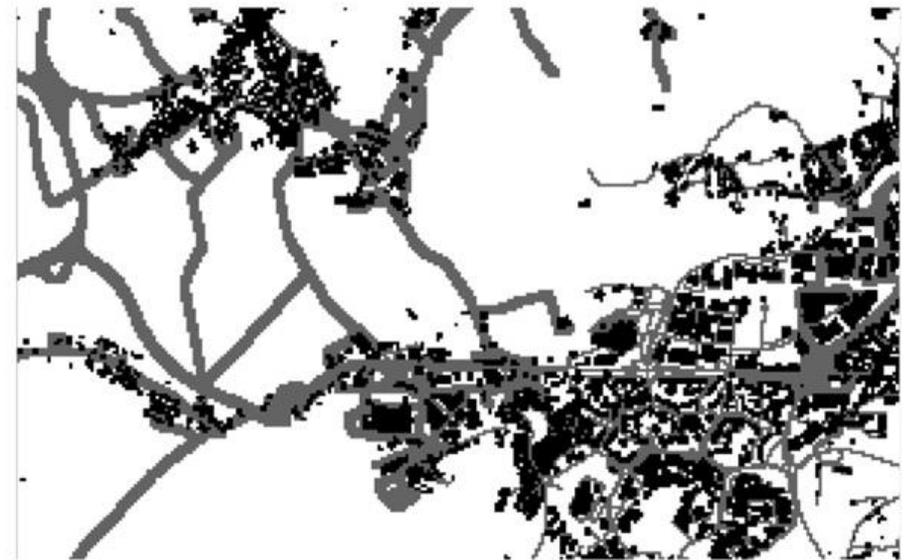


## Exemples de scénarios théoriques

Fractal scenario with planning rule #2



Nonfractal scenario with planning rule #2



*Tannier, Foltête & Girardet (2012)*

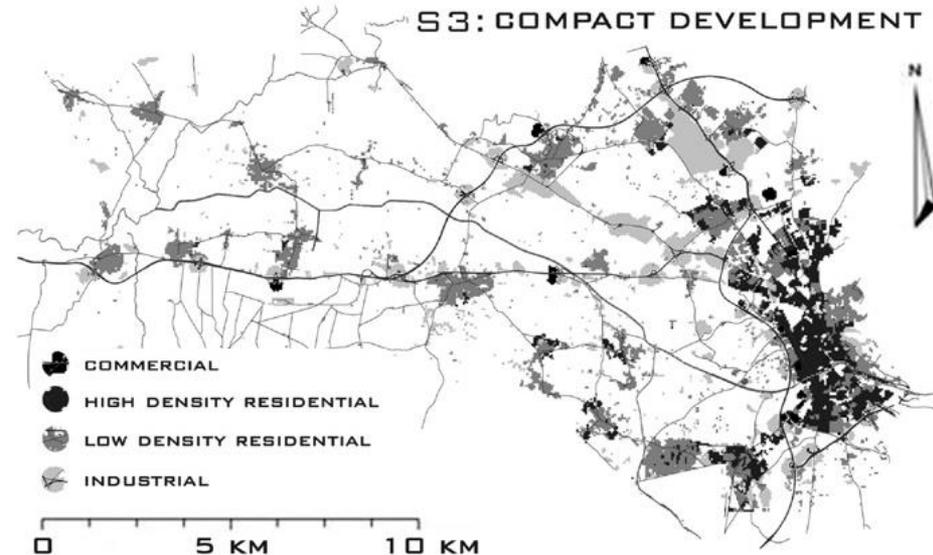


## Exemples de scénarios réalistes

S 1 : RESIDENTIAL INTENSE DEVELOPMENT



S 3 : COMPACT DEVELOPMENT



*Aguilera, Valenzuela & Botequilha-Leitão (2011)*



- Scénarios réalistes : crédibilité accrue face aux décideurs et aménageurs
- Possibilités d'exploitations plus approfondies des scénarios : intégration dans les zonages réglementaires, simulation du trafic...
- Hypothèses :
  - impact écologique de la croissance urbaine plus important pour les scénarios favorisant l'étalement urbain
  - Impact écologique de la croissance urbaine moins important pour les scénarios favorisant une densité bâtie locale élevée

# Méthodologie

## Schéma général



Schéma général

Groupes espèces

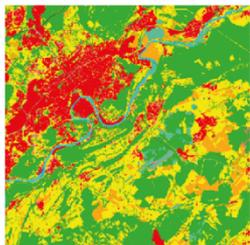
Scénarios dev. res.

Impl. scénarios

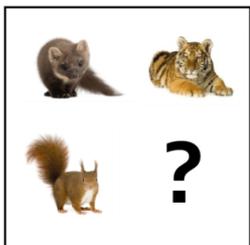
Impl. coûts

Graphes paysagers

Préparation des données



Carte d'occupation du sol

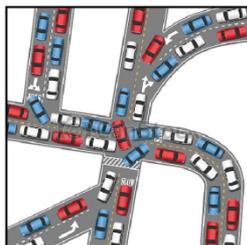


Sélection des espèces cibles

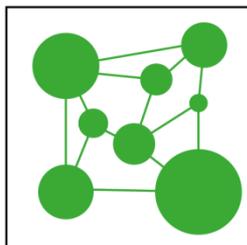
Simulations



Scénarios d'urbanisation

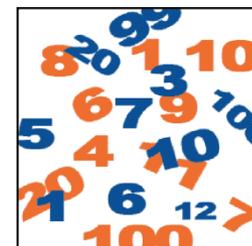


Trafic

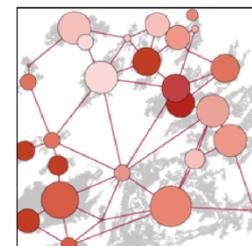


Graphes paysagers

Estimation des impacts



Impacts globaux



Impacts locaux

# Méthodologie

## Identification de groupes d'espèces



Schéma général

Groupes espèces

Scénarios dev. res.

Impl. scénarios

Impl. coûts

Graphes paysagers

Espèces TVB



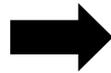
Présence  
dans la zone  
d'étude



Fiche  
descriptive  
disponible

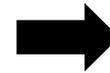


Possibilité de  
cartographie  
SIG



Regroupement  
des espèces  
par milieu

- Milieux humides
- Milieux d'interface
- Milieux ouverts
- Milieux forestiers



Identification de  
profils d'espèces aux  
traits de vie similaires

- Espèces forestières à faible distance de dispersion
- Espèces de milieux ouverts à grande distance de dispersion
- Etc...

# Méthodologie

Comment créer des scénarios de développement résidentiel



Schéma général

Groupes espèces

Scénarios dev. res.

Impl. scénarios

Impl. coûts

Graphes paysagers

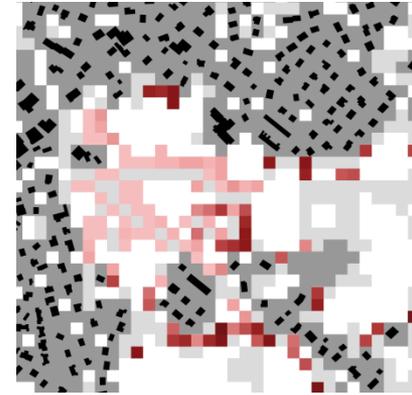
- 1400 logements/an pendant 20 ans

- Règles globales d'urbanisation (ville compacte, polycentrique, diffuse)

  - Variation de la proportion d'urbanisation dans les taches urbaines

- Règles locales d'urbanisation (ville dense ou modérément dense)

  - Variation de la dimension fractale et des règles d'accessibilité



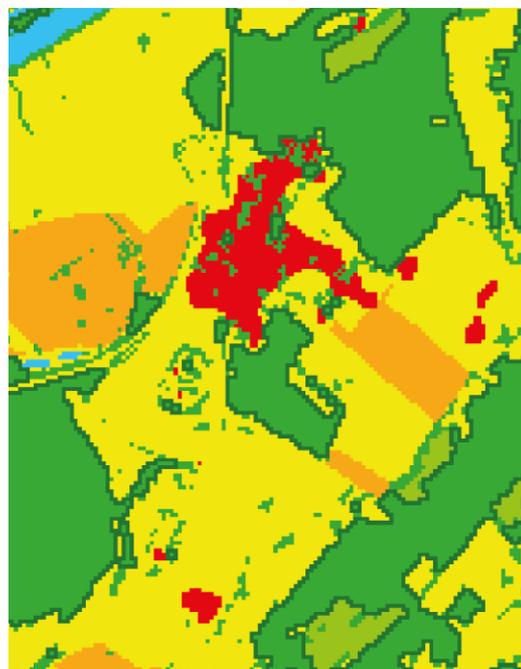
**municipity**  
MULTI-SCALE URBAN PLANNING

**mobisim**  
AGENT-BASED MOBILITY SIMULATION

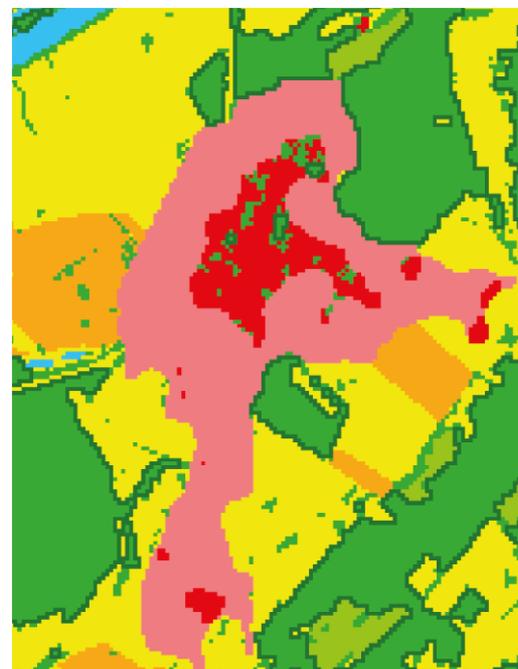
Simulation du trafic utilisant le modèle LUTI Mobisim avant et après urbanisation



### Extraits de la carte d'occupation du sol



A l'état initial



Après scénario 3



- Certaines classes d'occupation du sol sont remplacées par des zones urbanisées
- Les lisières forestières peuvent être modifiées

# Méthodologie

## Implémentation des coûts



Schéma général

Groupes espèces

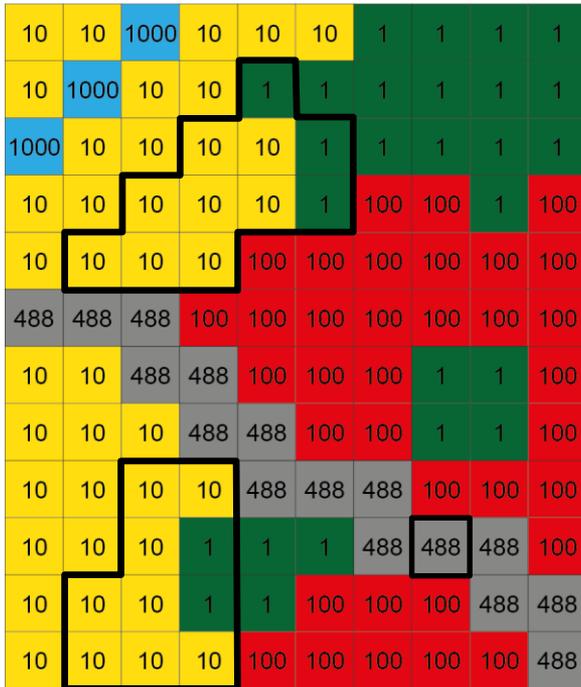
Scénarios dev. res.

Impl. scénarios

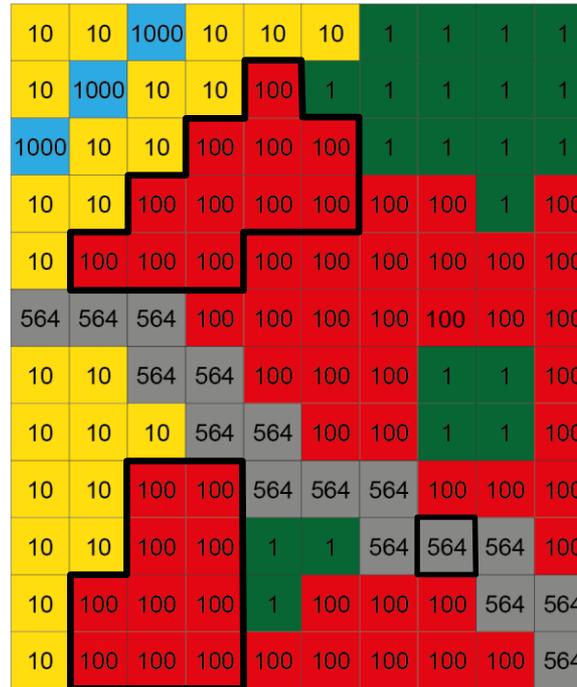
Impl. coûts

Graphes paysagers

### Exemples de cartes de coûts



Etat initial



Après simulation du développement résidentiel et du trafic



→ Urbanisation : modification des coûts

→ Augmentation du trafic = augmentation du coût des routes

# Méthodologie

## Création de graphes paysagers



Schéma général

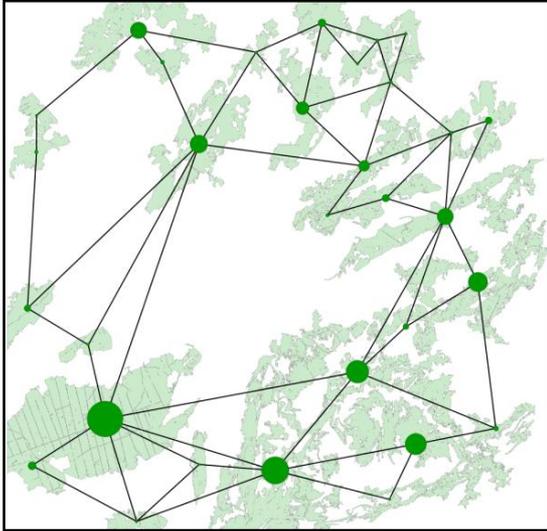
Groupes espèces

Scénarios dev. res.

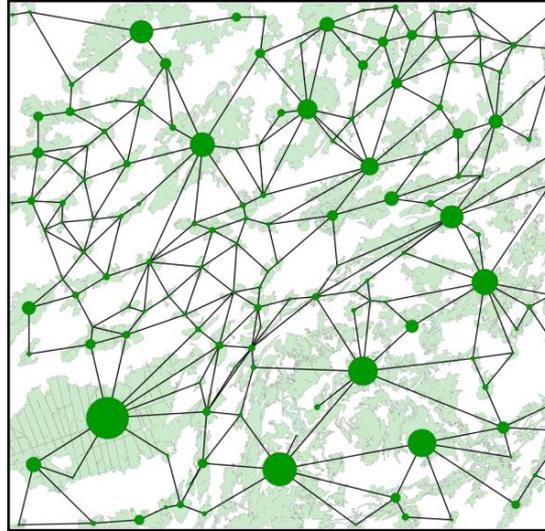
Impl. scénarios

Impl. coûts

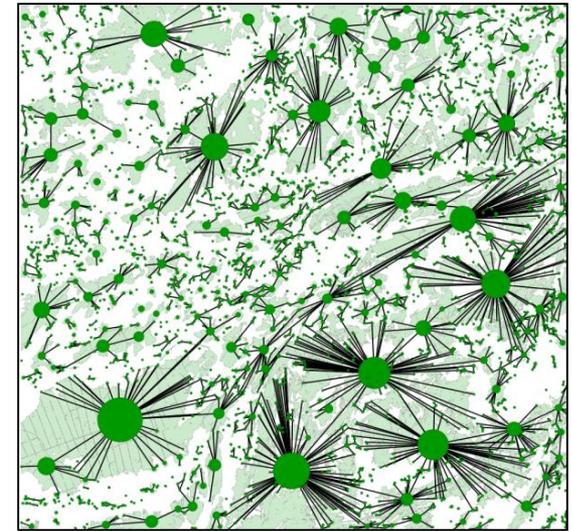
Graphes paysagers



Grand disperseur ( $d=40\,000$  m)



Moyen disperseur ( $d=30\,000$  m)



Petit disperseur ( $d=1\,000$  m)

Un graphe paysager pour chaque profil d'espèce, avant et après urbanisation et simulation du trafic

Métrique globale : PC (*Saura & Pascual-Hortal, 2007*)

Métrique locale : PC Flux (*Saura & Rubio, 2010*)

Logiciel : Graphab (*Foltête et al., 2012*)



# Application

## Scénario 1 : ville compacte

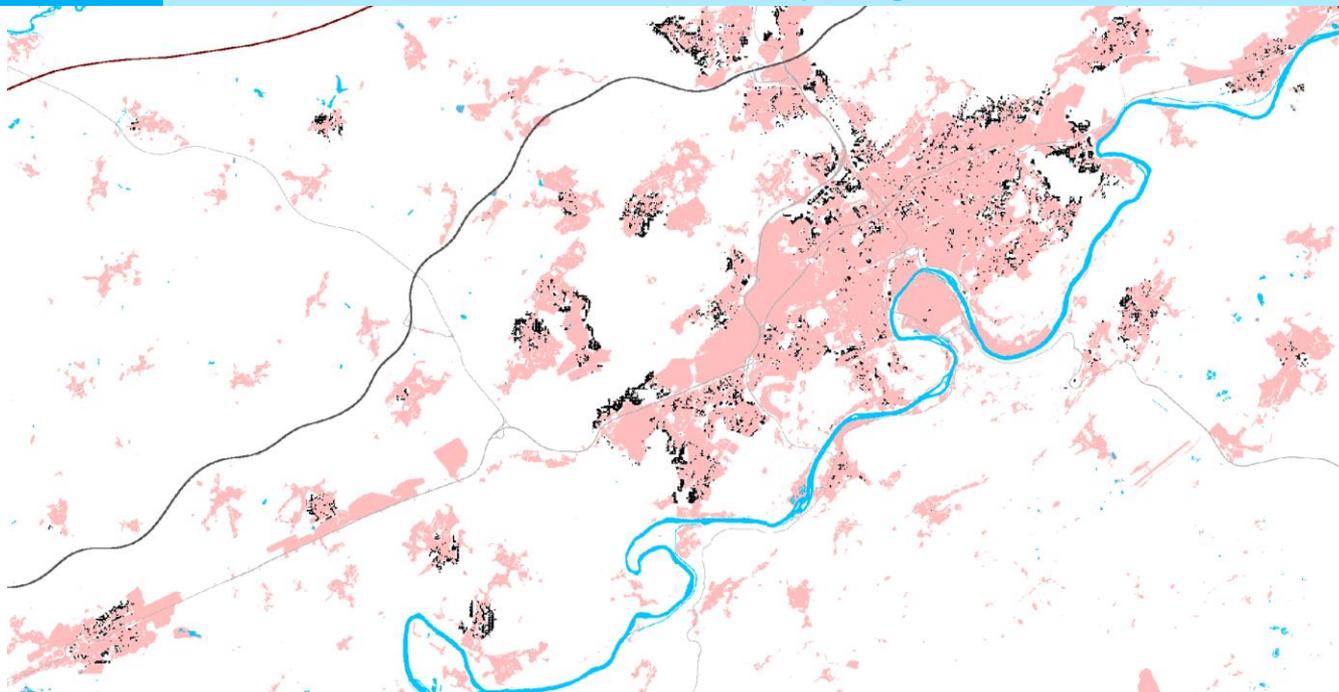


Scénarios d'urbanisation

Simulations de trafic

Impacts globaux

Comparaison impacts



Forme globale (proportion de croissance urbaine)			Forme locale  Dimension fractale	Proportion de collectif/individuel					
Tache urbaine principale	Taches urbaines de taille moyenne	Petites taches urbaines		Collectif	Individuel	Collectif	Individuel	Collectif	Individuel
				Tache principale		Taches moyennes		Petites taches	
80%	15%	5%	1,77	70%	30%	30%	70%	0%	100%

# Application

## Scénario 2 : ville modérément compacte

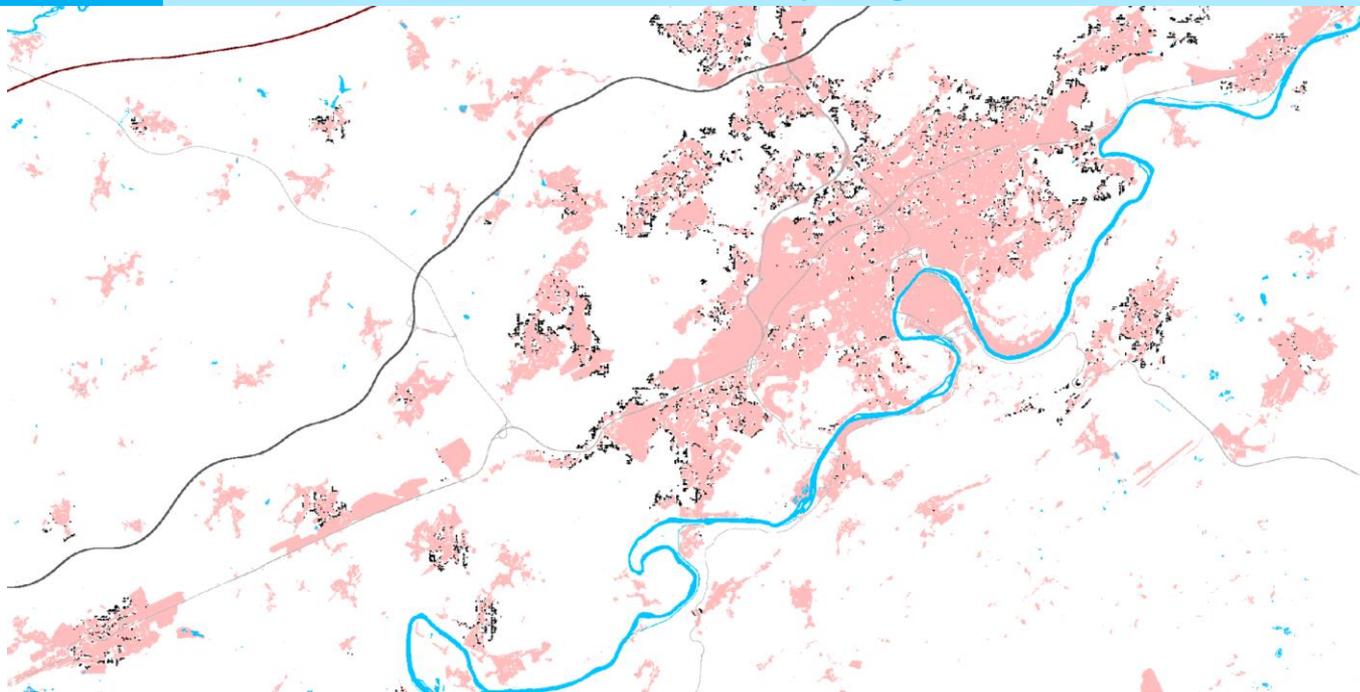


Scénarios d'urbanisation

Simulations de trafic

Impacts globaux

Comparaison impacts



Forme globale (proportion de croissance urbaine)			Forme locale  Dimension fractale	Proportion de collectif/individuel					
Tache urbaine principale	Taches urbaines de taille moyenne	Petites taches urbaines		Collectif	Individuel	Collectif	Individuel	Collectif	Individuel
				Tache principale		Taches moyennes		Petites taches	
80%	15%	5%	1,46	70%	30%	30%	70%	0%	100%

# Application

## Scénario 3 : périurbain régulé

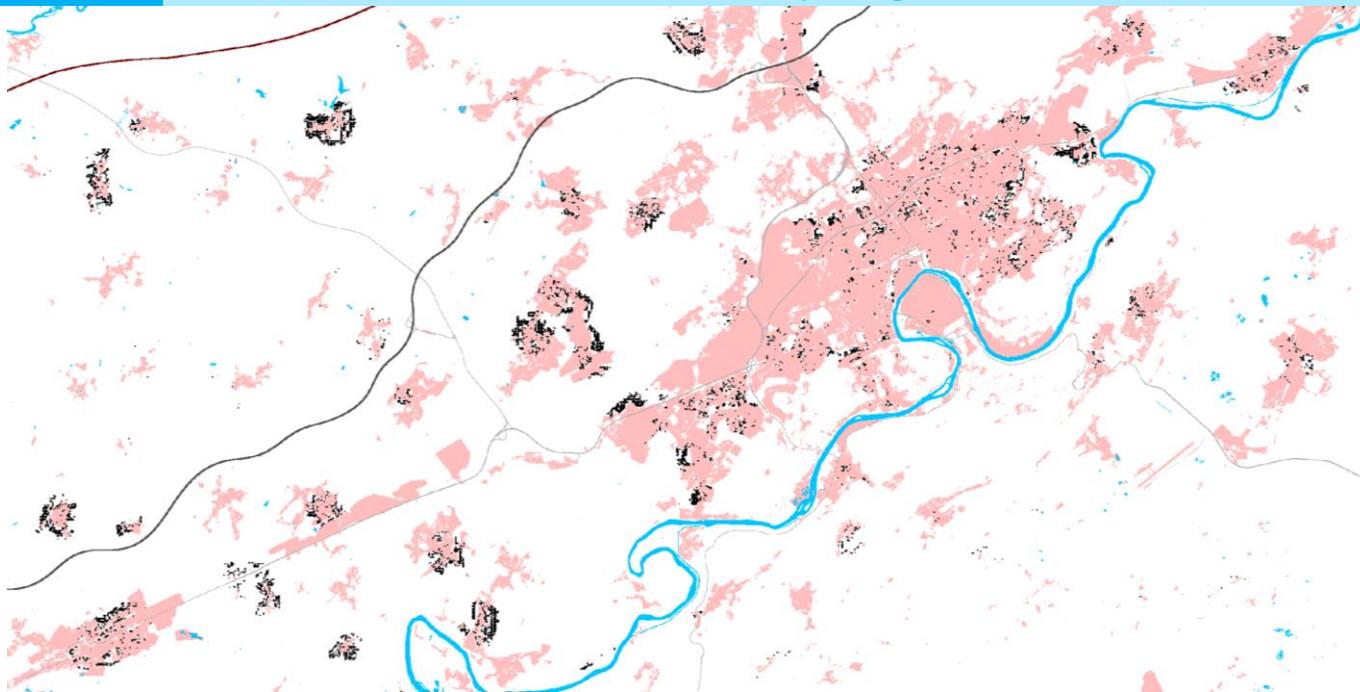


Scénarios d'urbanisation

Simulations de trafic

Impacts globaux

Comparaison impacts



Forme globale (proportion de croissance urbaine)			Forme locale  Dimension fractale	Proportion de collectif/individuel					
Tache urbaine principale	Taches urbaines de taille moyenne	Petites taches urbaines		Collectif	Individuel	Collectif	Individuel	Collectif	Individuel
				Tache principale		Taches moyennes		Petites taches	
40%	30%	30%	1,77	70%	30%	50%	50%	0%	100%

# Application

## Scénario 4 : étalement urbain

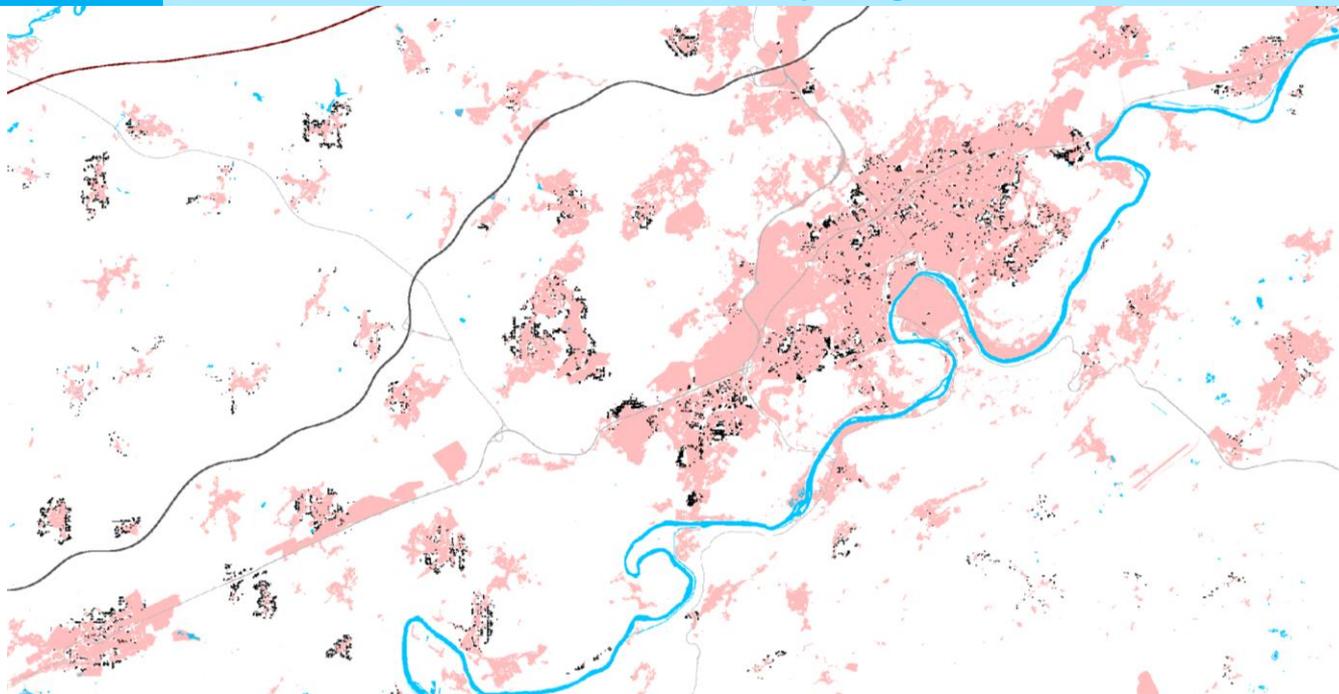


Scénarios d'urbanisation

Simulations de trafic

Impacts globaux

Comparaison impacts



Forme globale (proportion de croissance urbaine)			Forme locale Dimension fractale	Proportion de collectif/individuel					
Tache urbaine principale	Taches urbaines de taille moyenne	Petites taches urbaines		Collectif	Individuel	Collectif	Individuel	Collectif	Individuel
				Tache principale		Taches moyennes		Petites taches	
40%	30%	30%	1,77 (Tache principale) 1,46 (Autres taches)	70%	30%	50%	50%	0%	100%

# Application

## Résultats des simulations de trafic

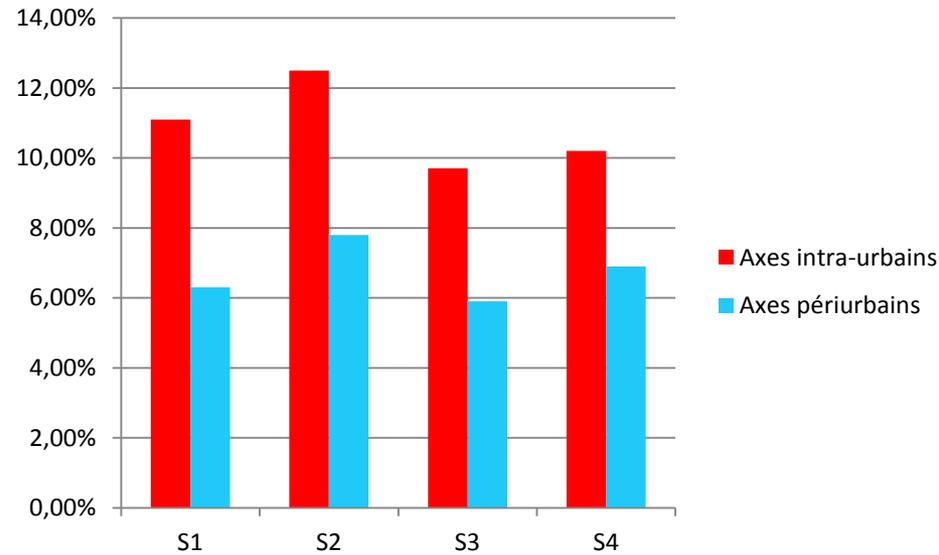


Scénarios d'urbanisation

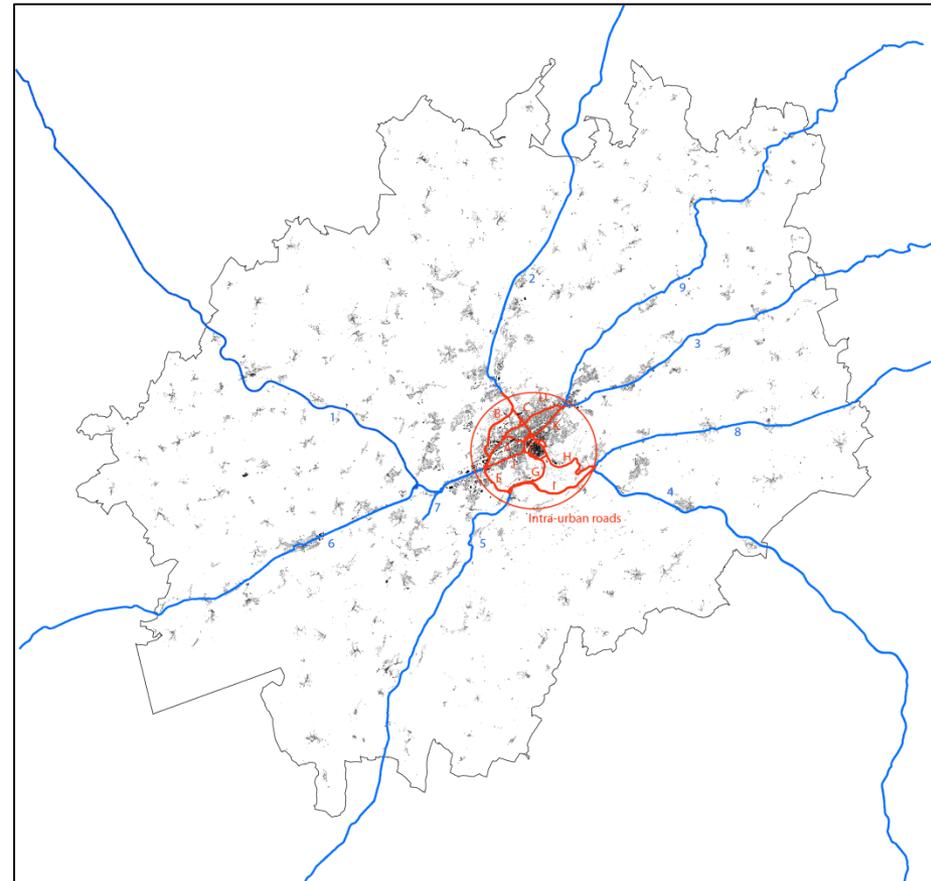
Simulations de trafic

Impacts globaux

Comparaison impacts

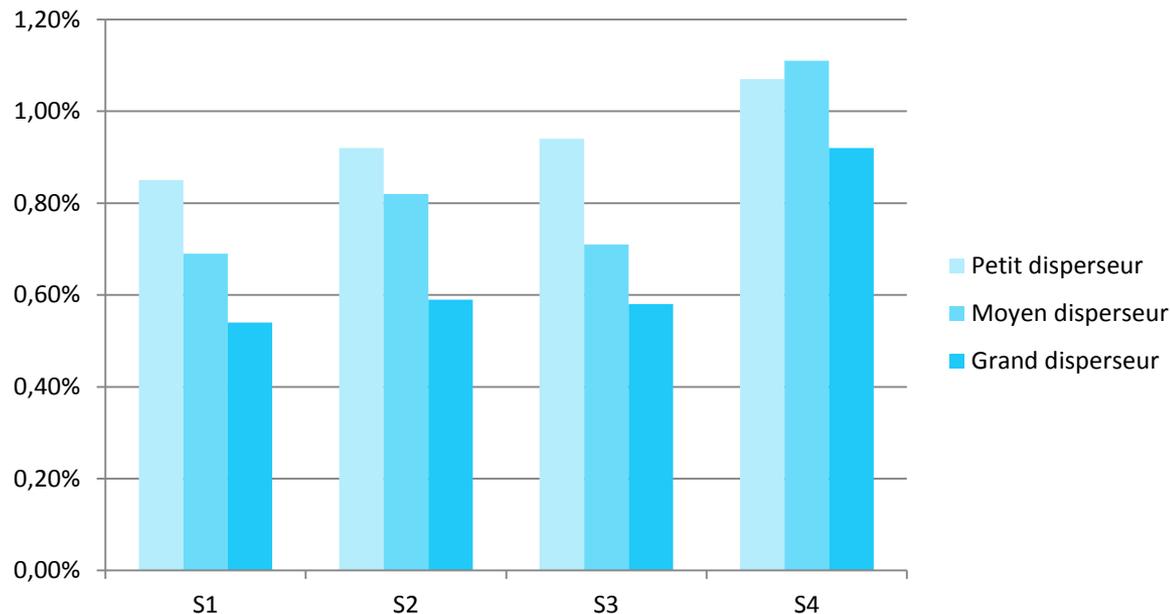


- Variations de trafic plus nettes en intra-urbain qu'en extra-urbain
- Scénario S2 : génère le plus d'augmentation de trafic





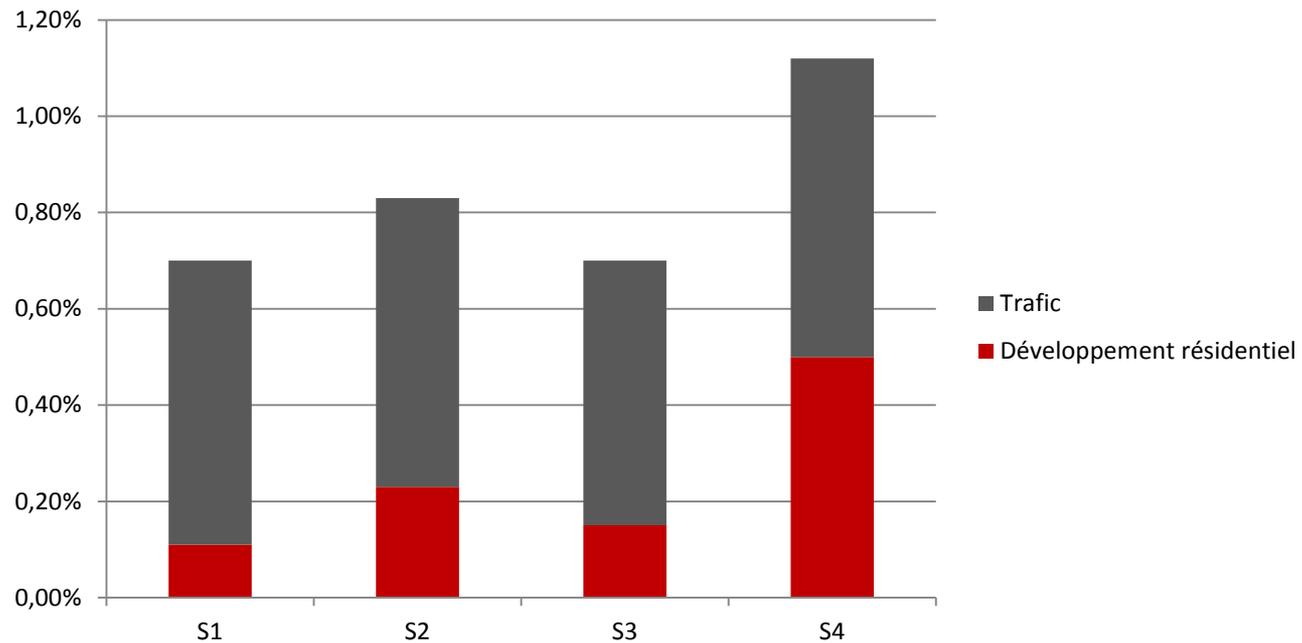
### Impacts globaux des quatre scénarios d'urbanisation sur trois profils d'espèces forestières (taux de variation de l'indice PC)



- Impact écologique généralement inversement proportionnel à la distance de dispersion
- Etalement urbain plus néfaste que la ville compacte
- Impacts faibles dans l'absolu mais qui permettent de classer les scénarios



Simulation des scénarios d'urbanisation avec et sans trafic  
(exemple pour les espèces forestières à distance de dispersion moyenne)



- La perte de connectivité liée à l'augmentation du trafic est plus importante que celle liée au développement résidentiel en lui-même

# Conclusion

## Impact écologique des formes d'urbanisation



### Exemples d'analyses de résultats

- Des résultats conformes aux hypothèses de base :
  - Impact écologique de la croissance urbaine plus important pour les scénarios favorisant l'étalement urbain
  - Impact écologique de la croissance urbaine moins important pour les scénarios favorisant une densité bâtie locale élevée
- Augmentation de l'impact écologique en fonction de la distance de dispersion contrairement à d'autres études (Fu et al. 2010, Tannier et al. 2012...)
- Des impacts globalement faibles, dus au réalisme des scénarios

# Discussion

## Impact écologique des formes d'urbanisation



### Retour critique et perspectives

- Simulation du trafic : lourde à mettre en œuvre mais nécessaire. Justifie l'utilisation du modèle LUTI MobiSim
- Résultats à exploiter et à synthétiser avec d'autres profils d'espèces dans d'autres milieux

# Merci de votre attention !



[marc.bourgeois@univ-fcomte.fr](mailto:marc.bourgeois@univ-fcomte.fr)