

Méthodologie d'évaluation énergétique des quartiers périurbains. Perspectives pour le renouvellement périurbain wallon.

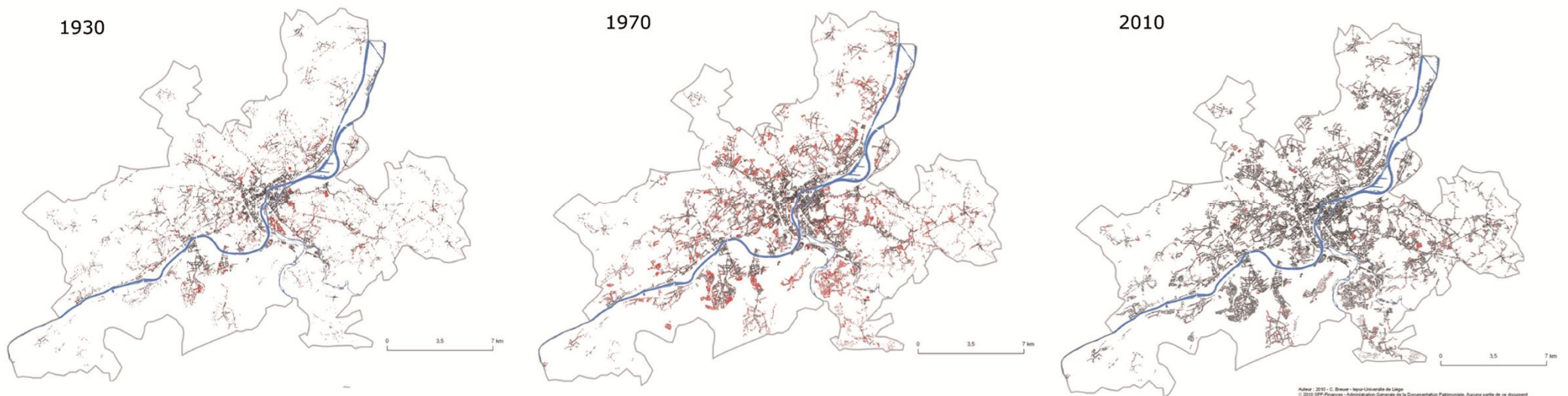
Anne-Françoise Marique
Ir Architecte, Urbaniste

Composition du Jury de Thèse :

- Prof. Pierre Leclercq, Université de Liège (président)
- Prof. Sigrid Reiter, Université de Liège (promoteur)
- Prof. André De Herde, Université catholique de Louvain
- Prof. Jean-Marie Halleux, Université de Liège
- Prof. Philippe Ménerault, Université Lille 1
- Prof. Emmanuel Rey, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
- Prof. Jacques Teller, Université de Liège

I Contexte : l'étalement urbain

- L'étalement urbain monofonctionnel et peu dense constitue un des phénomènes les plus marquants de l'évolution des territoires depuis la révolution industrielle
- Déconcentration des fonctions urbaines au-delà des limites de la ville traditionnelle

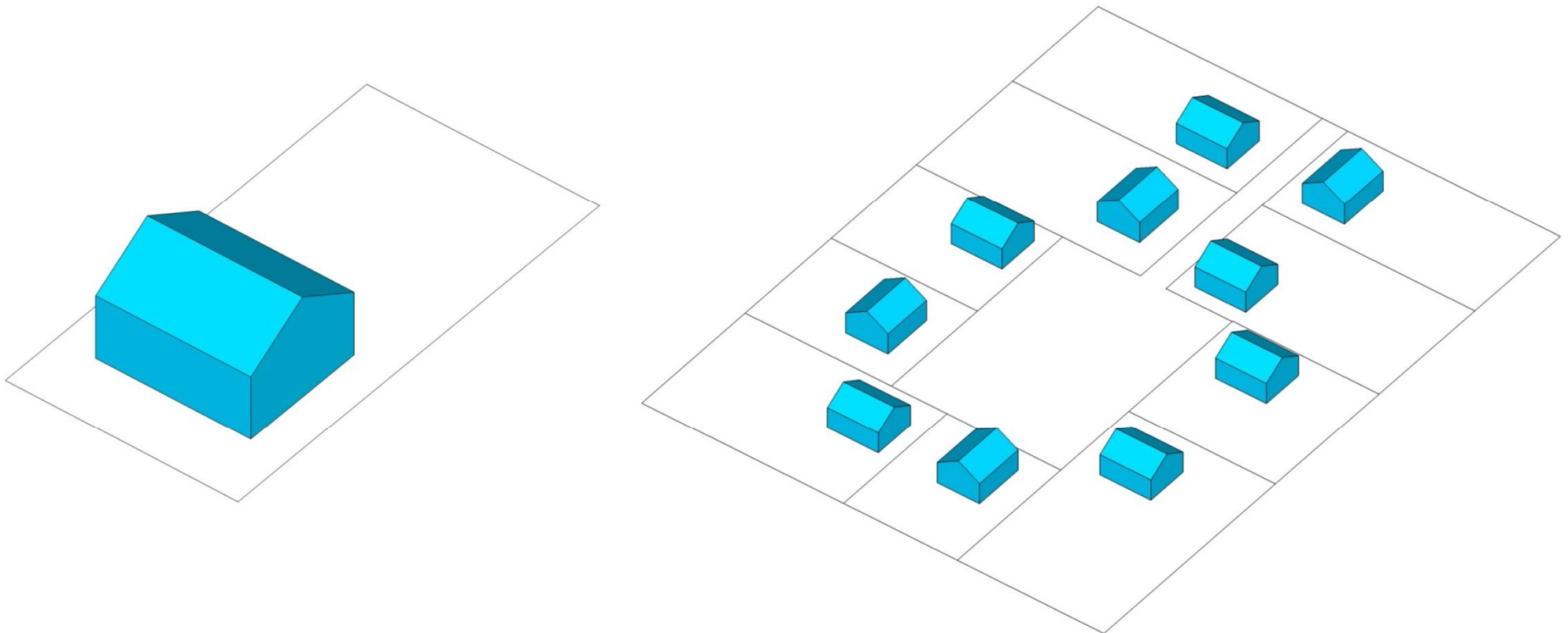


Auteur : 2010 - C. Breuer - Inria-Université de Liège
© 2010 Inria-Université de Liège. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Inria-Université de Liège est formellement interdite. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de la Inria-Université de Liège est formellement interdite.

Source : C. Breuer, 2010

I Contexte : l'étalement urbain

- Les formes classiques que prend ce mode de développement sont la maison « 4 façades » et le « quartier périurbain »



I Contexte : l'étalement urbain ?

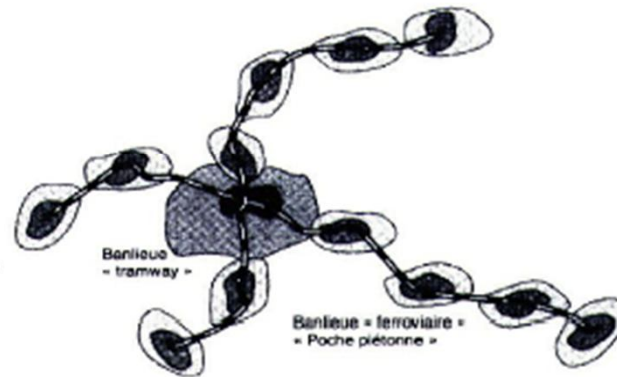
■ LES CAUSES DE L'ETALEMENT URBAIN SONT MULTIPLES :

i. Un relâchement des contraintes de **mobilité** et le développement d'**infrastructures** ferroviaires puis routières

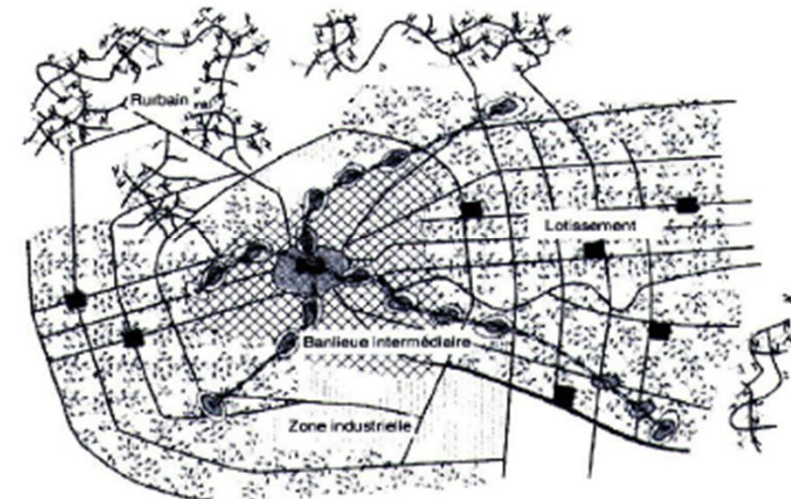
La ville « piétonne »



La ville « transports en commun »



La ville « voiture »



Source : P. Newman & J. Kenworthy, 1996

I Contexte : l'étalement urbain ?

ii. Des **évolutions sociales** et **sociétales**

- Taille des ménages, vieillissement de la population, etc.
 > Augmentation de la demande en logements
- Evolution des standards de confort
- Préférences personnelles pour un environnement « peu dense »
- Rejet pour la « ville dense »
- Tendance à l'accession à la propriété
- Tendance à l'autopromotion

I Contexte : l'étalement urbain ?

iii. Des **réglementations** et **politiques** qui le rendent possible

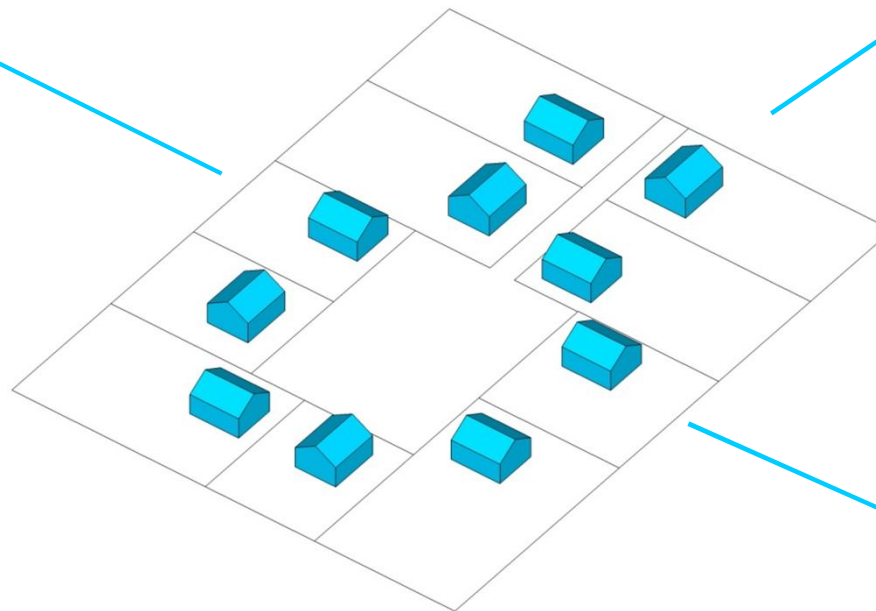
- En matière d'aménagement du territoire :
 - Surabondance des disponibilités foncières juridiquement urbanisables (Plan de Secteur)
- En matière de logement :
 - Soutien à la propriété immobilière (sans lien avec les politiques d'aménagement du territoire)
- En matière de fiscalité :
 - Taxation sur le patrimoine immobilière plutôt favorable pour les ménages « périurbains »
 - Fiscalité communale

I Contexte : l'étalement urbain

- Des impacts environnementaux, économiques et sociaux non compatibles avec les principes du développement durable

Environnement

- Utilisation peu rationnelle du sol
- Consommation d'énergie
- Emissions de gaz à effet de serre
- Dépendance à la voiture
- Atteinte aux paysages
- ...



Société

- Ségrégation sociale
- Inégalités socio-spatiales
- ...

Economie

- Coûts de la désurbanisation
- Coûts de la mobilité individuelle
- ...

I Contexte : l'étalement urbain

- L'étalement urbain a été identifié par l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA, 2006) comme un problème majeur en termes de développement durable

- MAIS :
 - Mode de développement qui répond aux attentes d'un grand nombre de ménages
 - Pas de traduction dans les documents opérationnels des objectifs politiques en matière d'utilisation parcimonieuse du sol

I Contexte : l'étalement urbain

- BI-POLARISATION des débats autour des modèles de la « **ville dense compacte** » <> et de la « **ville diffuse** », entre mise en garde du « champ scientifique » et attente de la population
- MAIS :
 - Recyclage du stock bâti existant ?!
 - Faisabilité de la « ville compacte » ?!
 - Pérennité de la « ville diffuse » dans l'optique d'une crise énergétique majeure, en particulier en ce qui concerne la dépendance à la voiture individuelle ?!

I Contexte : l'étalement urbain

- OBJET DE LA THESE :

Le renouvellement des quartiers périurbains wallons existants, sous l'angle énergétique

- ENJEUX :

- I Le recyclage des quartiers existants
- II L'échelle du quartier (<> bâtiment individuel)
- III La prise en compte **conjointe** des consommations d'énergie relatives aux domaines du **bâtiment** et du **transport**

I Contexte : l'étalement urbain

- CORPS DE LA PRESENTATION:

II Définition de l'objet de l'étude : le quartier périurbain

III Méthodologie d'évaluation énergétique

IV Application et scénarios prospectifs

V Perspectives pour le renouvellement périurbain

II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

■ DEFINITIONS EXISTANTES : OBJET & LIMITES

- Les approches « littéraires » insistent sur la faible densité, la monofonctionnalité et la discontinuité spatiale

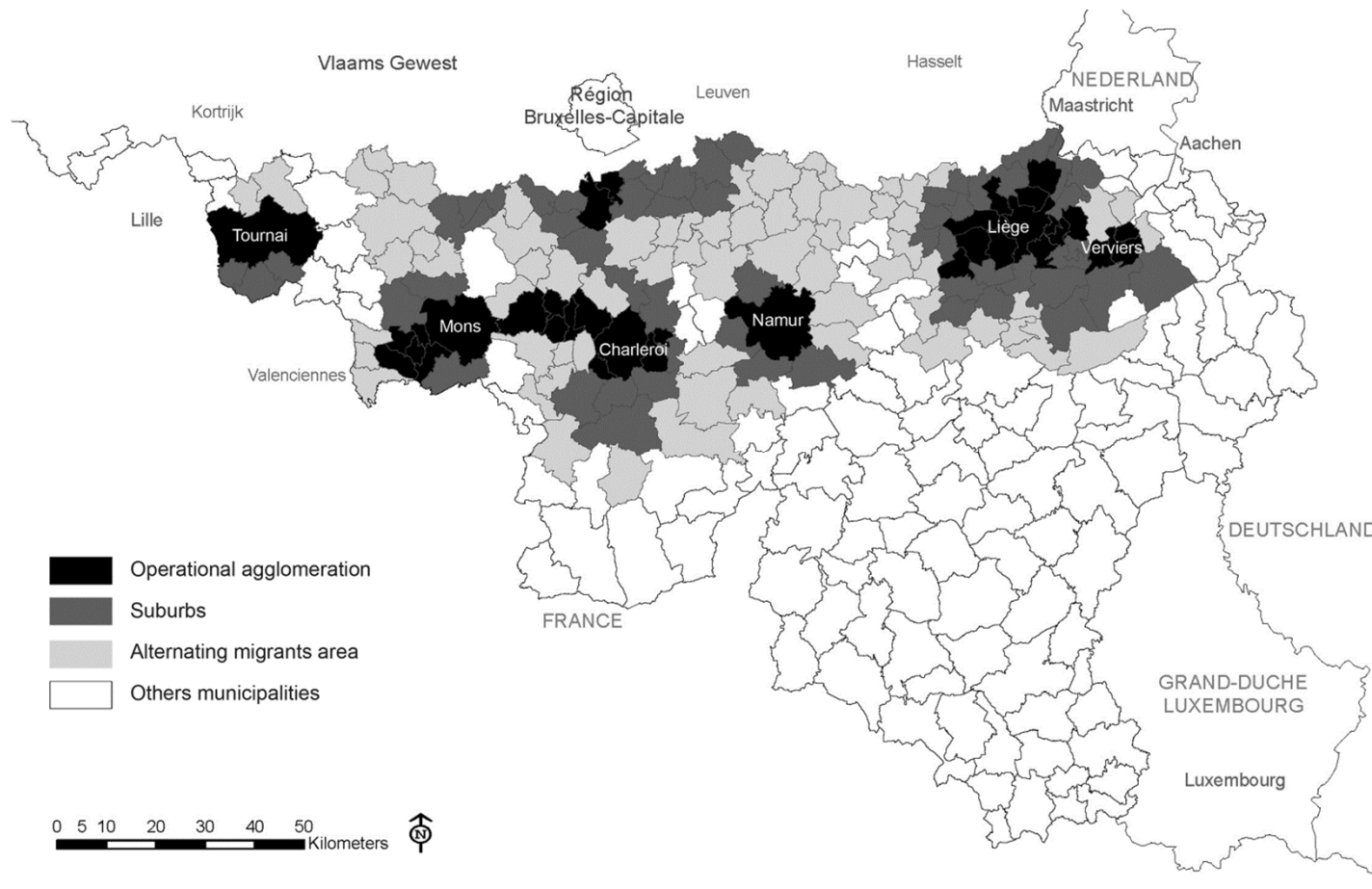
« ... Development is patchy, scattered and stung out with a tendency for discontinuity. ... » (EEA, 2006)

« ... La périurbanisation est relative à des territoires plus éloignés, dans une logique discontinue. ... » (de Keersmaecker, 2002)

- Les approches « spatialisées » sont de type continu (ex. : aires urbaines)

II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

■ Aires urbaines



II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

- Aires urbaines



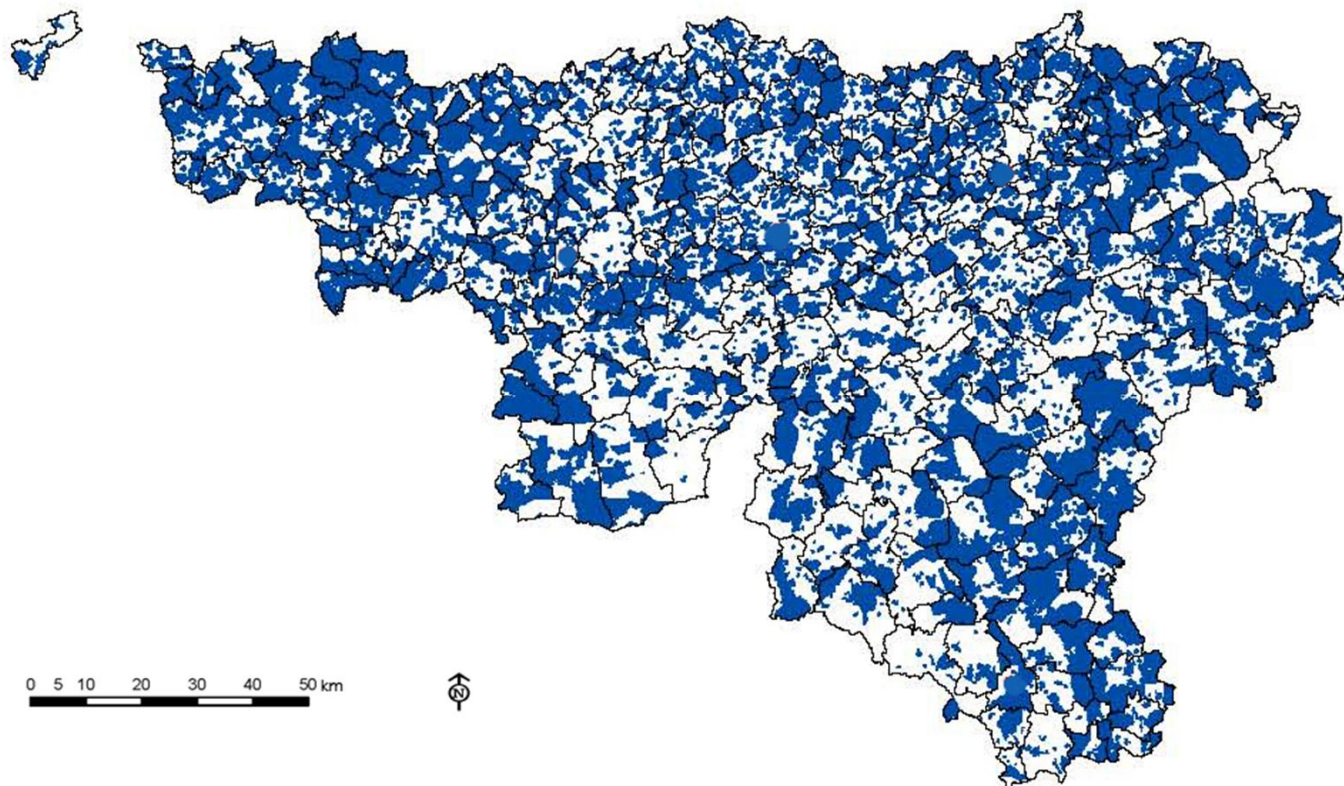
Ville de Liège – Saint Léonard



Ville de Liège – Rocourt

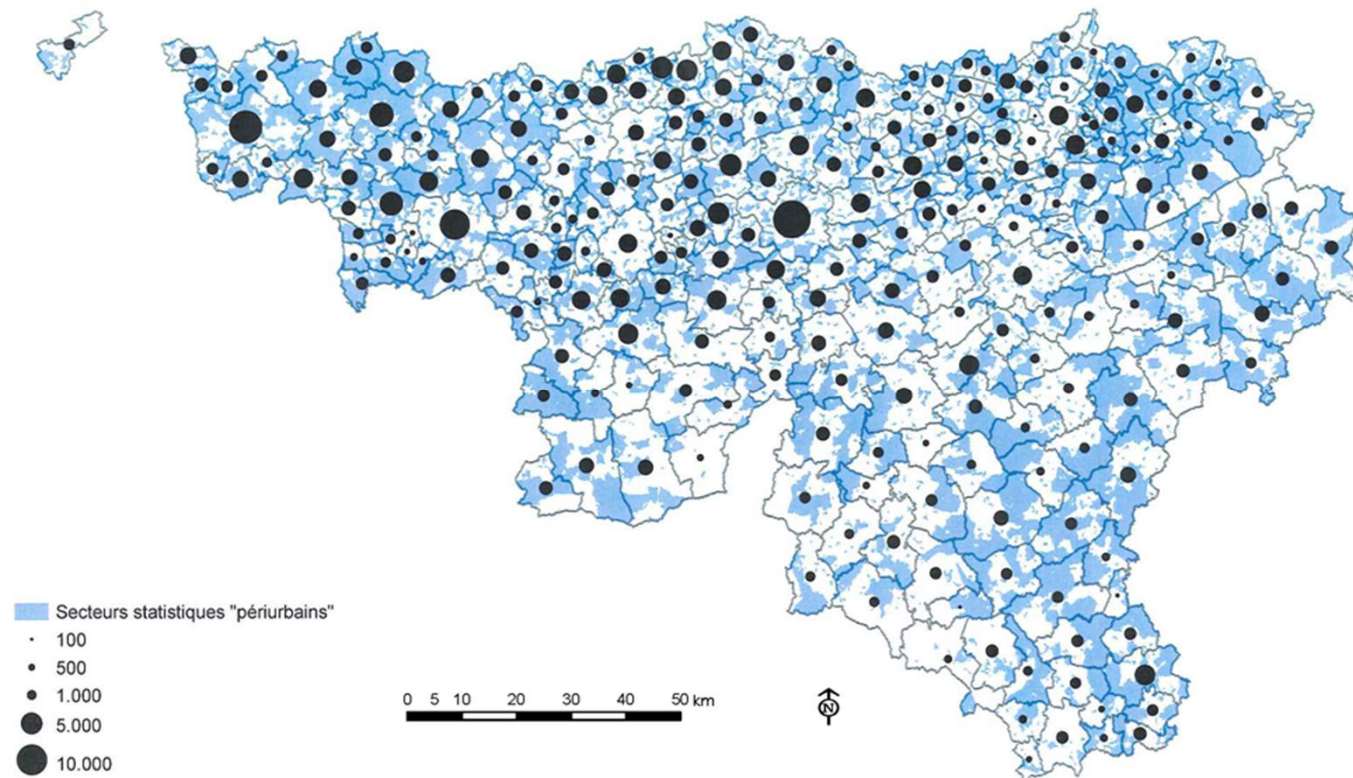
II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

- > **Approche « morphologique »** basée sur 3 filtres :
Faible densité – mono-fonctionnalité – discontinuité spatiale



II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

- > **Approche « morphologique »** basée sur 3 filtres :
Faible densité – mono-fonctionnalité – discontinuité spatiale



II Définition de l'objet de l'étude : le quartier PU

- Classification typologique des quartiers périurbains (« îlots homogènes »)
 - > Mise en évidence des types les plus représentatifs et sélection de cas

(a) « ruban » - 21%

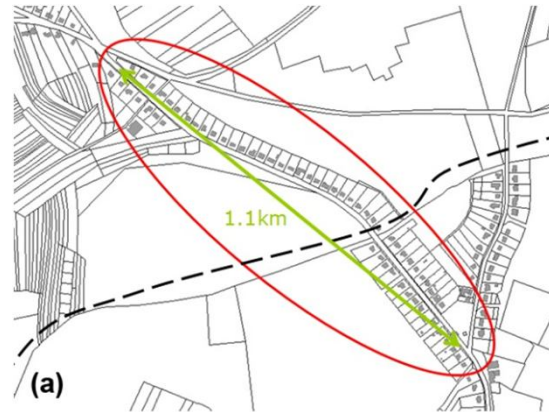
(b) « semi-mitoyen » - 8%

(c) « nappe » - 20%

(d) « mixte » - 30%

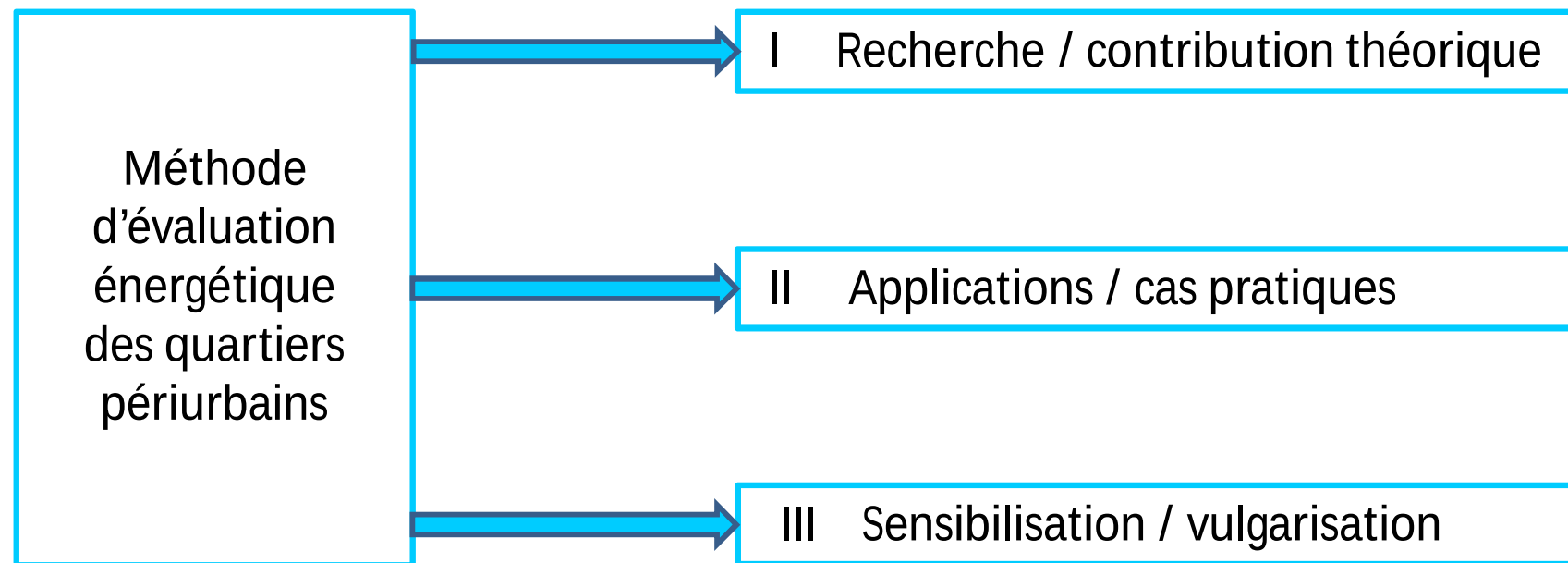
[Combinaison – 9%]

[Autres – 12%]



III Méthode d'évaluation énergétique

- Corps de la thèse
- A l'échelle des quartiers, « transport » + « bâtiments »
- Trois niveaux d'interventions possibles :

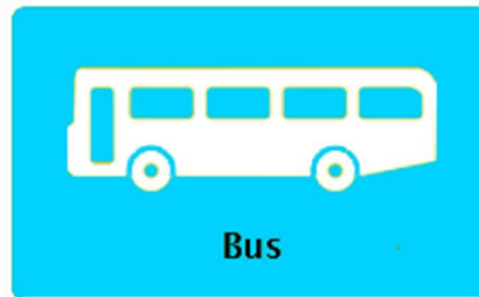


III Méthode d'évaluation énergétique /TRANSPORT

- FACTEUR DE CONSOMMATION
 - (fm) pour chaque mode de transport : km par mode > kWh
 - Performance des véhicules, consommation
 - Taux de remplissage des véhicules



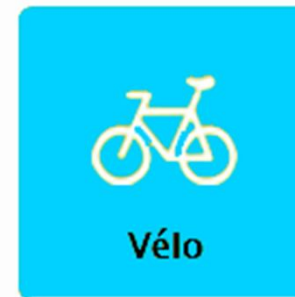
0,56-0,61kWh/km



0,45 kWh/km



0,15 kWh/km



0 kWh/km



0 kWh/km

III Méthode d'évaluation énergétique /TRANSPORT

- INDICE DE PERFORMANCE DES DÉPLACEMENTS (kWh/personne.trajet)

$$\text{IPE (i)} = (\sum_m D_{mi} * f_m) / T_i$$

Entité : commune, **secteur statistique**,
quartier, ménage, individu

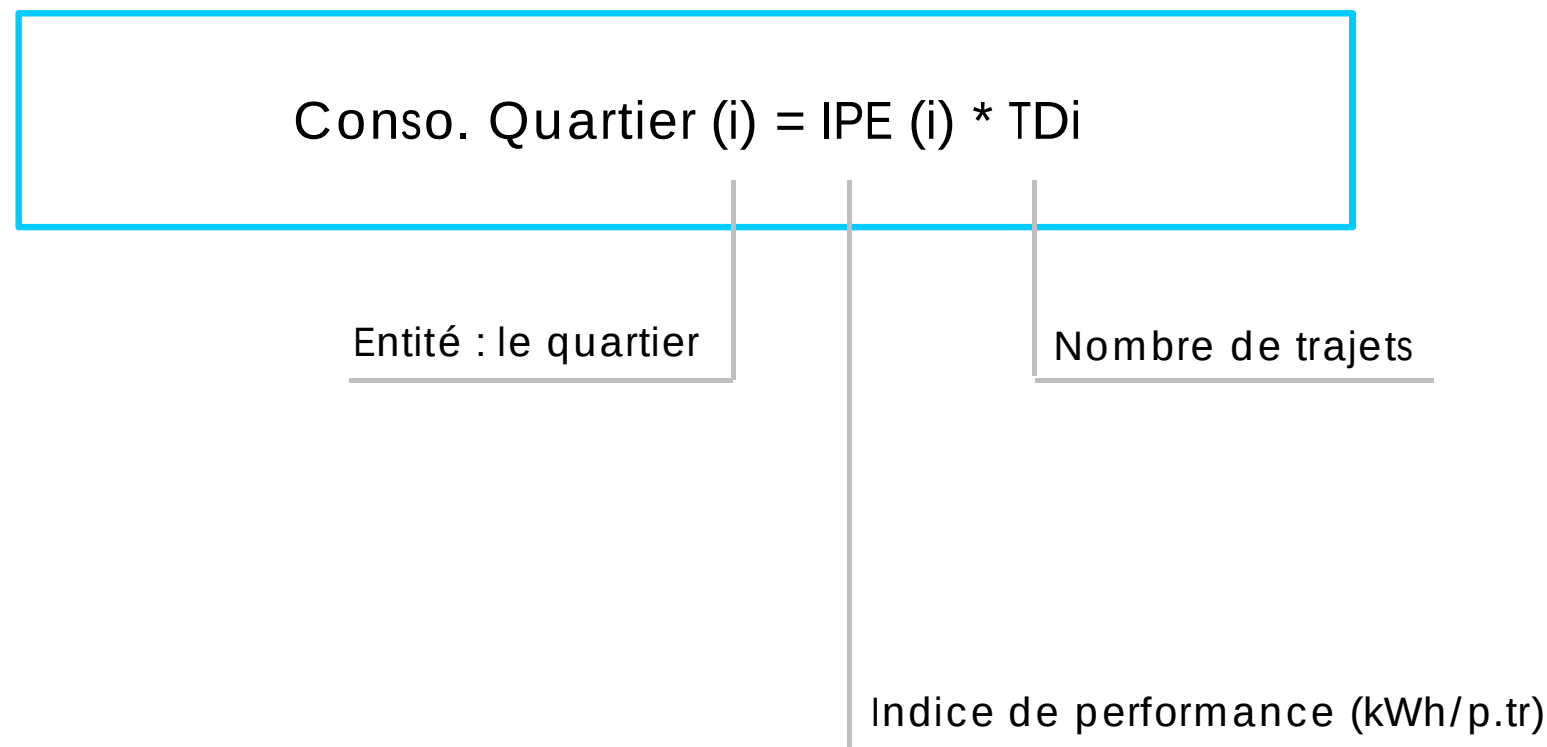
Nombre d'individus

Facteur de consommation

Distance parcourue par mode de
transport m, dans l'entité i

III Méthode d'évaluation énergétique /TRANSPORT

- CONSOMMATION ANNUELLE pour les déplacements de l'ensemble des habitants d'un quartier (**kWh**)



III Méthode d'évaluation énergétique /TRANSPORT

- DONNÉES D'ENTRÉE

Données INS : Recensement ESE 2001

> Evaluation énergétique des quartiers + généralisation RW

- +
 - BD très complète (95% de taux de réponse)
 - Couramment utilisées
 - Equivalents étrangers / reproductibilité
- - Date de collecte / plus de recensements
 - Deux motifs de déplacement : travail et école

III Méthode d'évaluation énergétique /TRANSPORT

Données personnalisées : utilisateurs, enquêtes

> www.safe-energie.be / évaluation détaillée

- +
 - Données personnalisées et précises
 - Tous motifs de transport > commerces, loisirs, gare, etc.
 - Chaines de déplacements
- - Pas de systématisation à large échelle
 - Récolte des données laborieuse

III Méthode d'évaluation énergétique /BATIMENTS

- MÉTHODE EN TROIS ÉTAPES :

- I. Classification typologique du bâti périurbain wallon selon 4 critères :

Mitoyenneté	Superficie	Nombre de niveaux	Age de construction
Mitoyen	< 70m ²	R	Avant 1950
Semi-mitoyen	70 – 110m ²	R+1 sous combles	1951 - 1980
« 4 façades »	110 – 150m ²	R+1	1981 - 1995
	> 150m ²	R+2	1996 - 2008
			2008 - 2012

III Méthode d'évaluation énergétique /BATIMENTS

Attribution de caractéristiques constructives-types à chaque période de construction :

	Avant 1950	1951-1980	1981-1995	1996-2008	2008-2012
Type de mur	Plein	Creux	Creux	Creux	Creux
Isolant mur	-	-	3 cm	6 cm	8 cm
Isolant toit	-	-	8 cm	10 cm	14 cm
Isolant dalle	-	-	3 cm	6 cm	9 cm
Type de vitrage	Simple $U=4,1\text{W/m}^2.\text{K}$	Double $U=2,9\text{W/m}^2.\text{K}$	Double $U=2,7\text{W/m}^2.\text{K}$	Double $U=2,4\text{W/m}^2.\text{K}$	Double $U=1,1\text{W/m}^2.\text{K}$

III Méthode d'évaluation énergétique /BATIMENTS

- II Simulation thermique dynamique (Pleiades+Comfie) de chaque bâtiment-type > construction d'une DB
- Besoins de chauffage en kWh/m².an et en kWh
 - Consommations de chauffage en kWh/m².an et en kWh
 - Apports solaires
- III Agrégation à l'échelle du quartier au prorata de la répartition de chaque type > besoins annuels pour le chauffage de l'ensemble des bâtiments d'un quartier > **kWh**

$$\text{BILAN GLOBAL (KWH)} = \text{ENERGIE BATIMENT (KWH)} + \text{ENERGIE TRANSPORT (KWH)}$$

III Méthode d'évaluation énergétique /BATIMENTS

- Hypothèses principales
 - Chauffage uniquement (> forme urbaine, 75% du bilan)
 - Volume entièrement chauffé, Thermostat constant (18°C)
 - Scenarios d'occupation, gains internes, ventilation, etc. (comportement homogène)
- Analyses complémentaires
 - Analyse en cycle de vie (ACV) simplifiée /bâtiment
 - Gisement solaire /quartier

IV Application et prospection

- OBJECTIFS

- I Dresser un cadastre énergétique des quartiers représentatifs et **hiérarchiser** les paramètres qui impactent le plus les consommations énergétiques globales (transport + bâtiment)
- II Formaliser et évaluer des **scénarios de renouvellement** des quartiers périurbains existants
 - IIa Evolution du cadre bâti /Comment intervenir?
 - IIb Localisation des quartiers /Où intervenir?

IV Application et prospection /HIERARCHISATION

Quartier « morphologique » (îlot)

APPLICATION QUARTIERS TYPES/FICTIFS



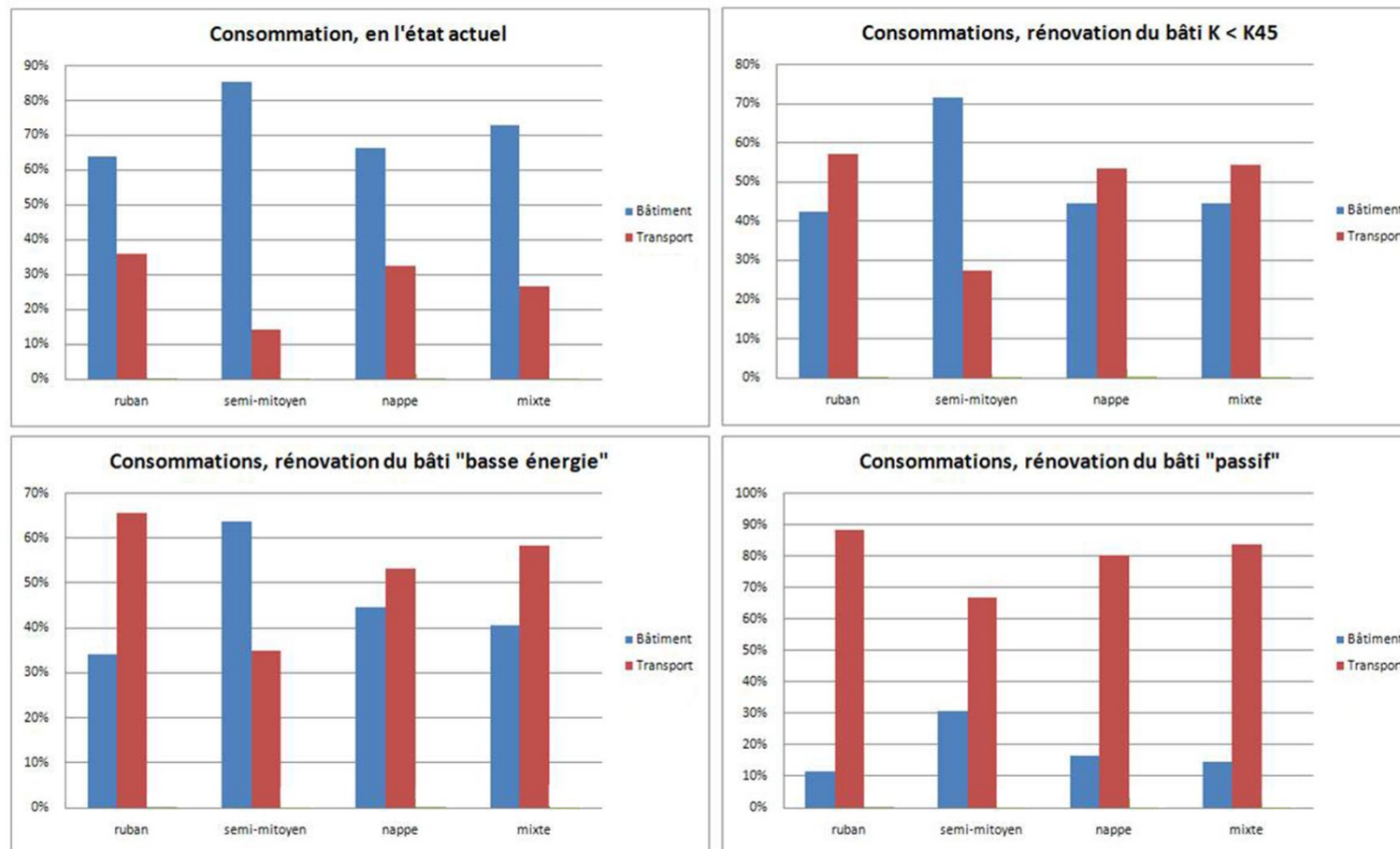
HIERARCHISATION DES PARAMETRES

BATIMENT /
FORME URBAINE

TRANSPORT /
DEPLACEMENTS

IV Application et prospection /HIERARCHISATION

- En l'état actuel, le poste le plus consommateur est le **bâtiment**

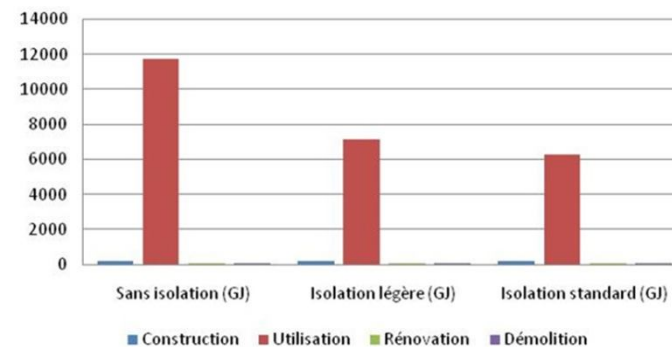


IV Application et prospection /HIERARCHISATION

- Performances énergétiques faibles du stock bâti existant
 - Peu d'isolation > Isolation des parois
 - Bcp de surfaces de déperdition > Mitoyenneté et compacité
- Très faible impact de l'orientation en l'état actuel (< 3%) et très faible impact des masques environnants (validation hypothèse)
- Gains solaires importants théoriquement mobilisables mais non pris en compte actuellement

IV Application et prospection /HIERARCHISATION

- En **cycle de vie**, la phase d'utilisation est la plus consommatrice (90 à 98% de l'impact total en cycle de vie) > privilégier les économies de flux.

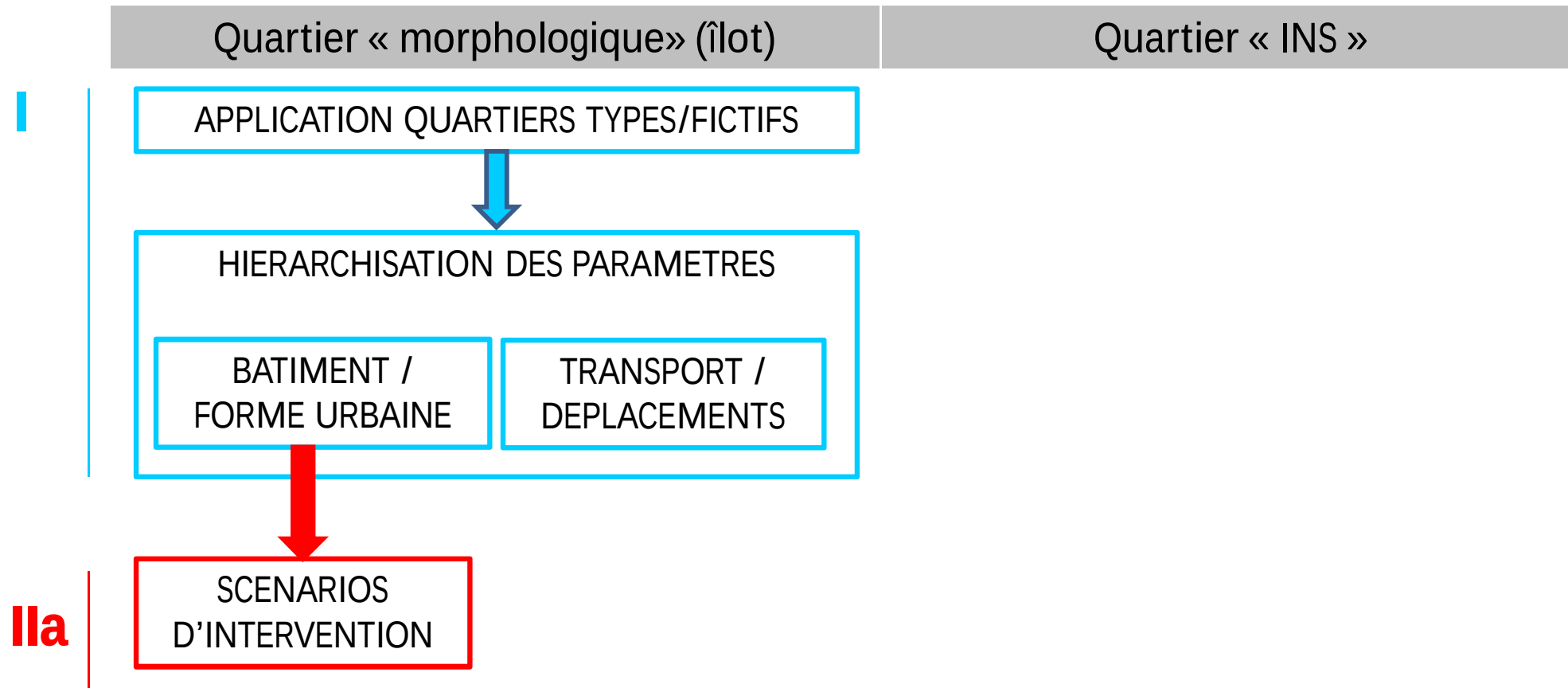


- Facteurs influents sur les consommations **transport**
 - La localisation des quartiers (23 – 56%)
 - Les distances parcourues (9 – 10%)
 - Les performances des véhicules (9 -10%)
 - Le report modal (2 – 8%)

IV Application et prospection /HIERARCHISATION

	CAS 1	CAS 2	CAS 3	CAS 4	
Bâtiment					
→ • Isolation	-45,6%	-51,1%	-33,6%	-50,5%	→ Scénarios de renouvellement
• Orientation	-1,7%	-1,6%	-1,7%	-1,8%	
→ • Mitoyenneté	-24,2%	-	-16,2%	-15,1%	
Transport					
→ • Localisation	-21,0%	-	-7,2%	-11,7%	→ Interaction complexe de nombreux facteurs
• Performance	-2,1%	-1,0%	-2,5%	-1,6%	
• Distances	-2,2%	-1,2%	-2,7%	-1,6%	
→ Comportement					→ Sort du cadre de la thèse – intérêt de la vulgarisation
• Thermostat	-16,8%	-18,1%	-18,7%	-17,9%	

IV Application et prospection



IV Application et prospection /SCENARIOS

■ TROIS TYPES DE SCÉNARIOS DE RENOUVELLEMENT

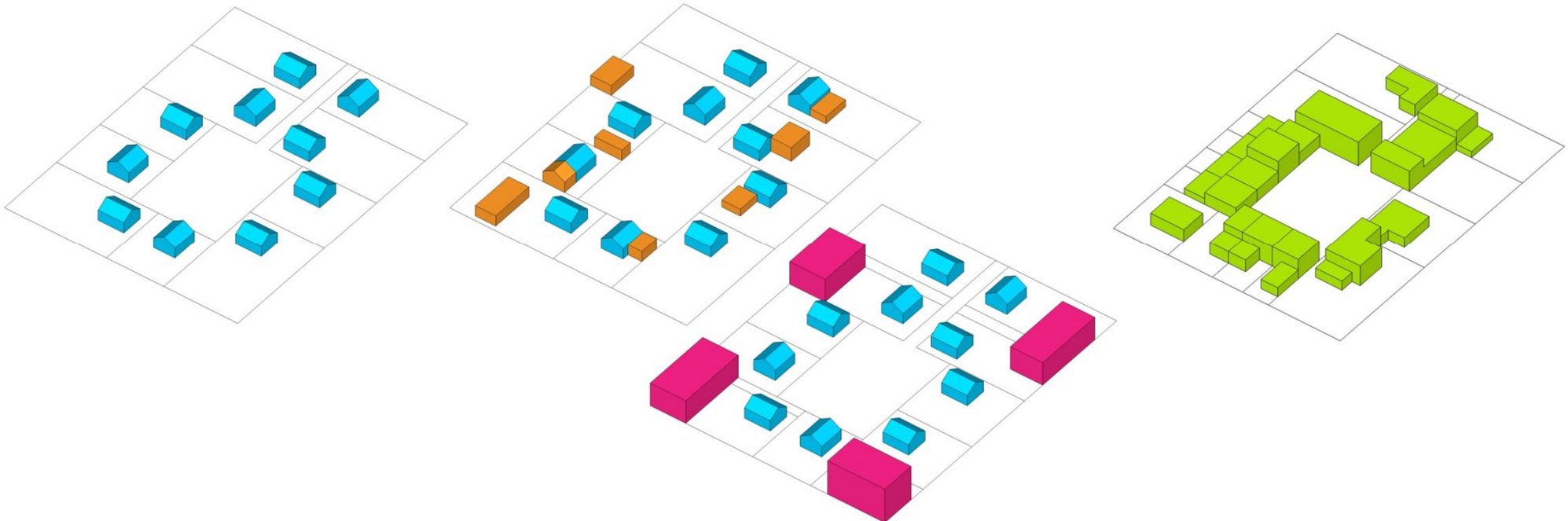
I. La rénovation
énergétique

II. La densification

Individuel

Collectif

III. La démolition –
reconstruction



IV Application et prospection /SCENARIOS

■ LA RENOVATION ENERGETIQUE



- Potentiel théorique de réduction des consommations très élevé (50%) dès un niveau d'isolation « standard » type PEB
- Intervention techniquement réalisable
- Plus aisée qu'en milieu urbain



- Coûts d'investissement
- Pas de remise en question de la localisation et des consommations « transport »
- Pas de remise en question de ce type de forme urbaine et plus de matériaux nécessaires

IV Application et prospection /SCENARIOS

■ LA DENSIFICATION DES QUARTIERS /LOGEMENT INDIVIDUEL-COLLECTIF



- Potentiel important à l'échelle du quartier (surtout si collectif)
- Levier de la mitoyenneté
- Principes bioclimatiques
- Maintien de gains solaires importants sur les parois existantes (Lumière naturelle ?!)
- Economie de terrains et de réseaux



- Localisation, dépendance à la voiture et consommations « transport » dans certains quartiers

IV Application et prospection /SCENARIOS

■ LA DEMOLITION / RECONSTRUCTION

! Manque d'éléments pour mener une ACV à l'échelle d'un quartier !

- Incertitudes sur les bases de données « matériaux » ?!
- Recyclage des matériaux ?!
- Impact des chantiers
- Outil ACV « quartier » ?!

> Problématique complexe qui dépasse largement la seule question des consommations énergétiques et doit s'inscrire dans une réflexion plus large!

IV Application et prospection /SCENARIOS

▪ LA DEMOLITION / RECONSTRUCTION

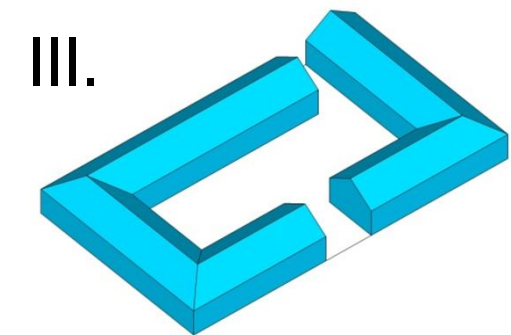
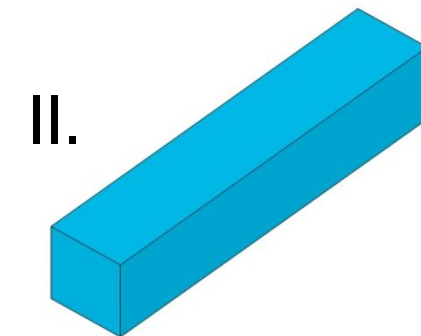
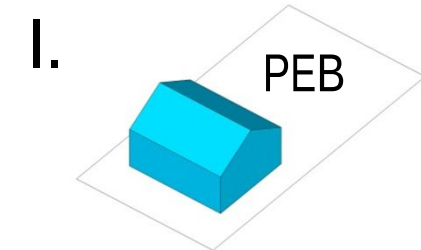
L

- Acceptabilité sociale
- Eventuels aspects patrimoniaux
- Mode de production <> division parcellaire en lots privés, auto-construction
- Nombreux impacts encore non maîtrisés/maîtrisables

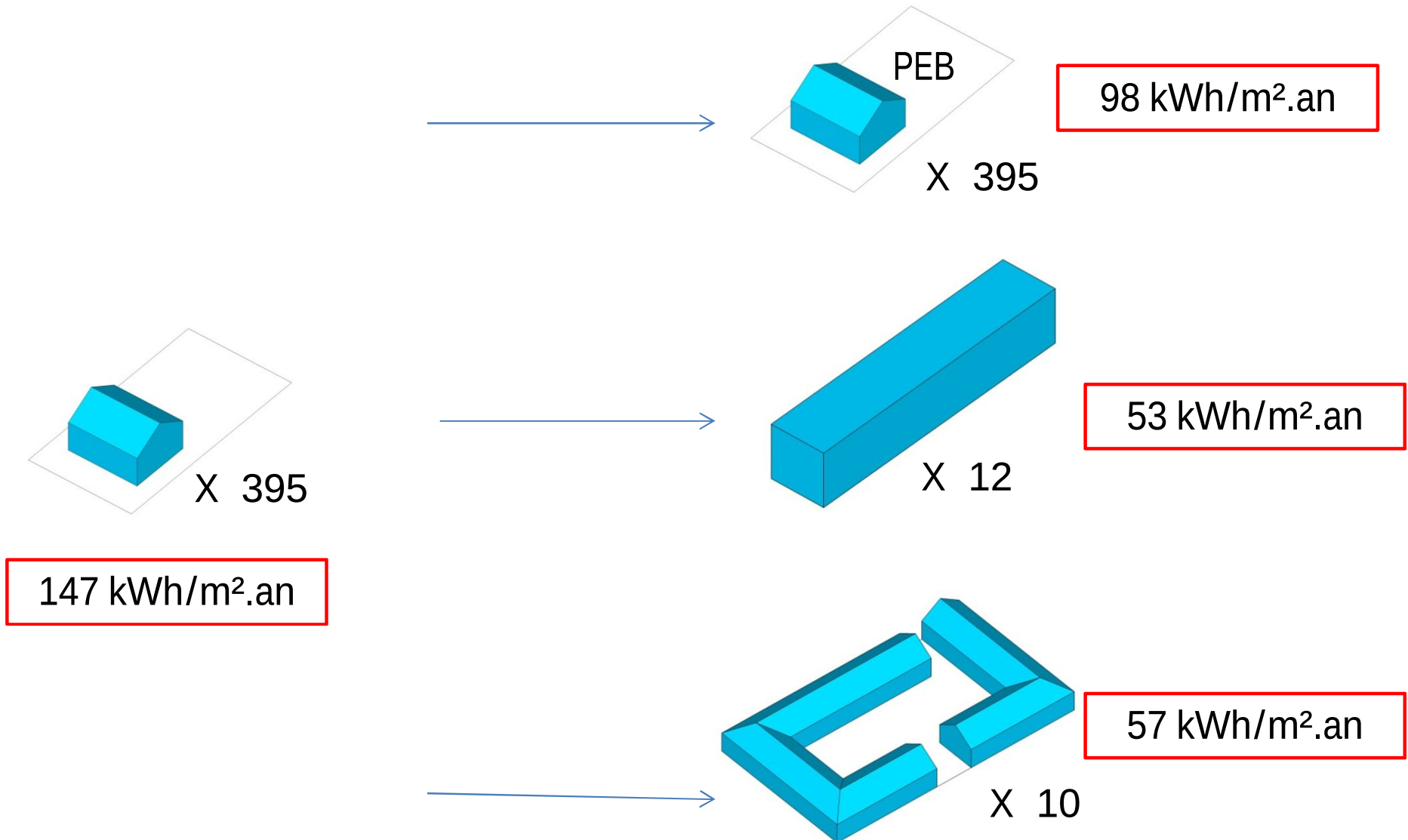
O

- Relocalisation des quartiers en lien avec les consommations pour le transport
- Mise en œuvre de formes urbaines plus compactes > inefficacité des formes périurbaines peu denses

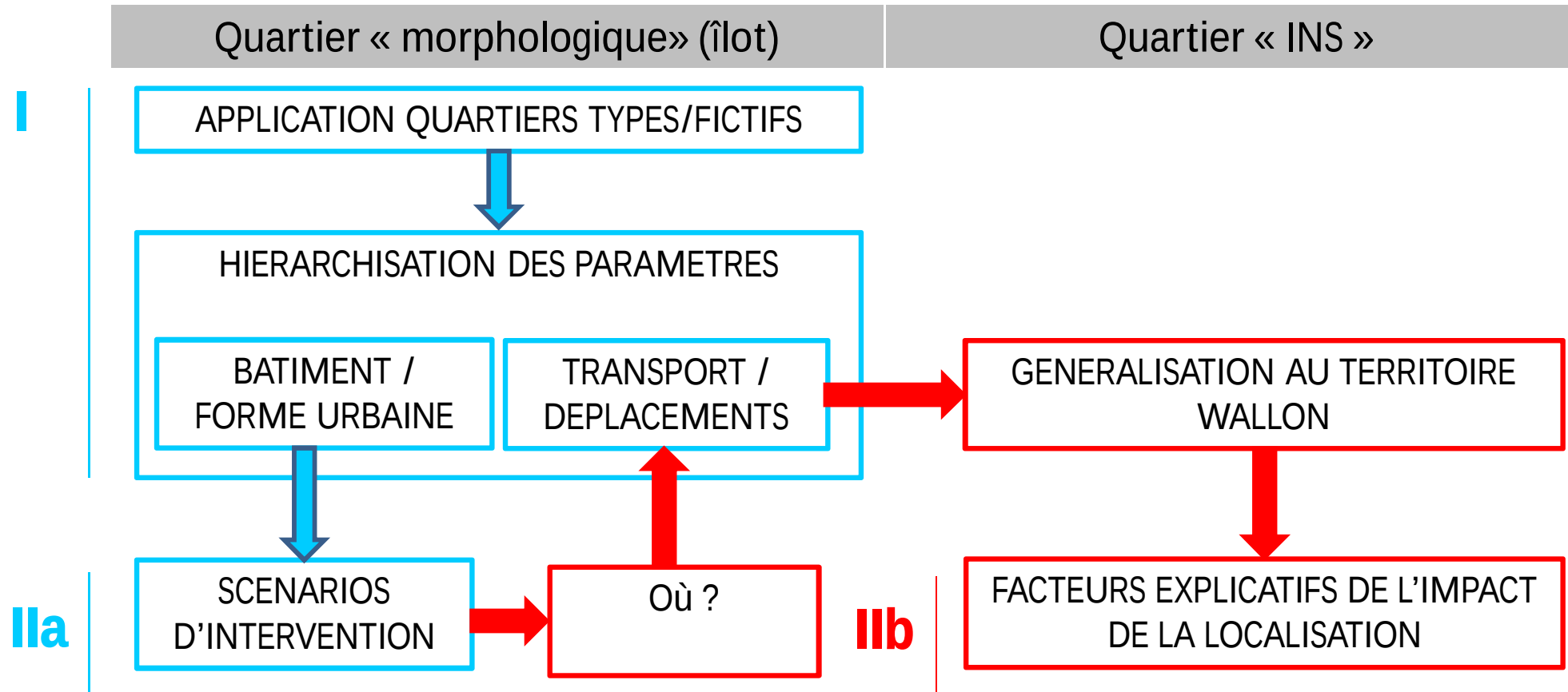
IV Application et prospection /SCENARIOS



IV Application et prospection /SCENARIOS



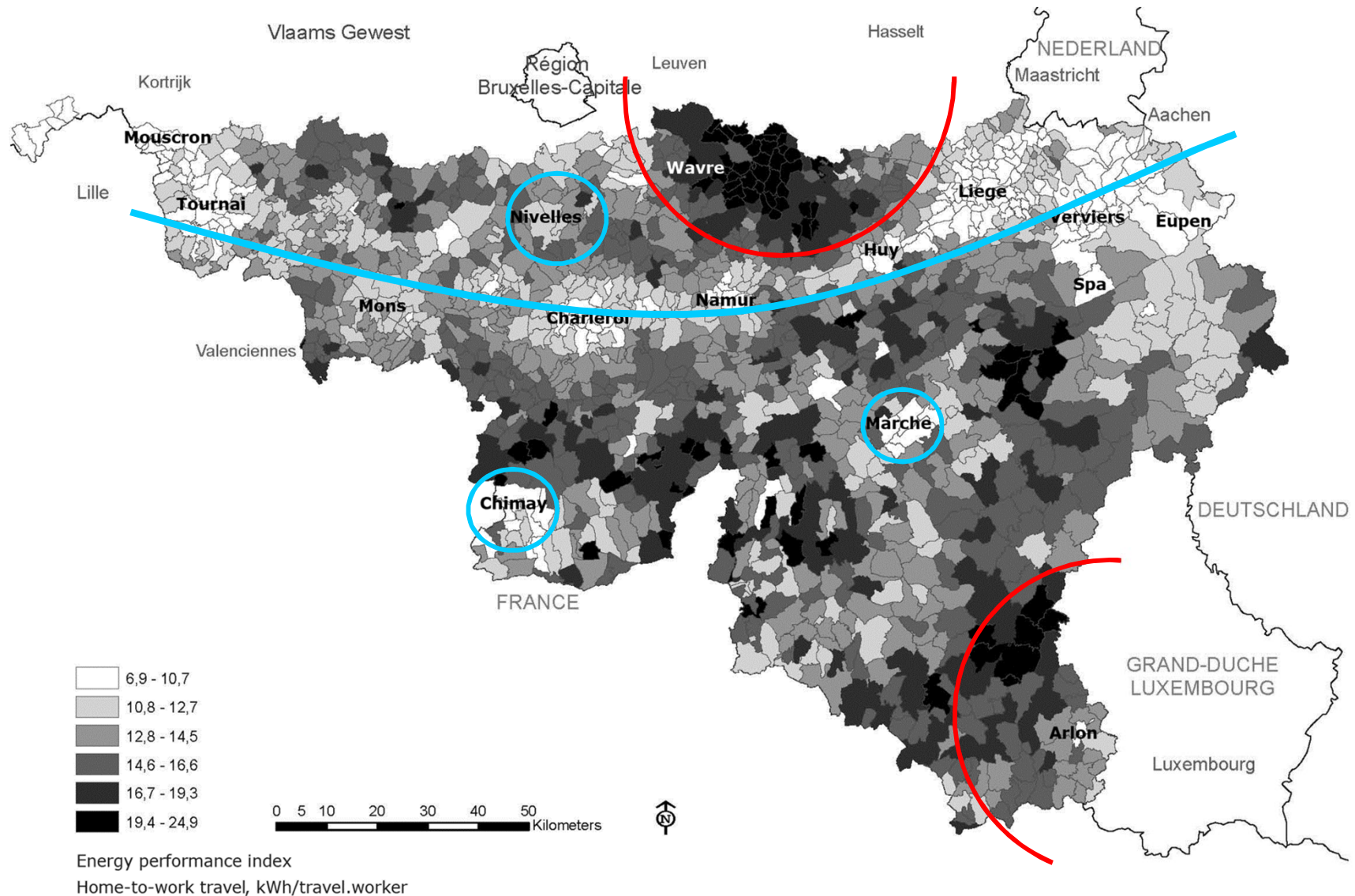
IV Application et prospection



IV Application et prospection /GENERALISATION



IV Application et prospection /GENERALISATION



IV Application et prospection /GENERALISATION

■ DOMICILE – TRAVAIL : ELEMENTS PRINCIPAUX

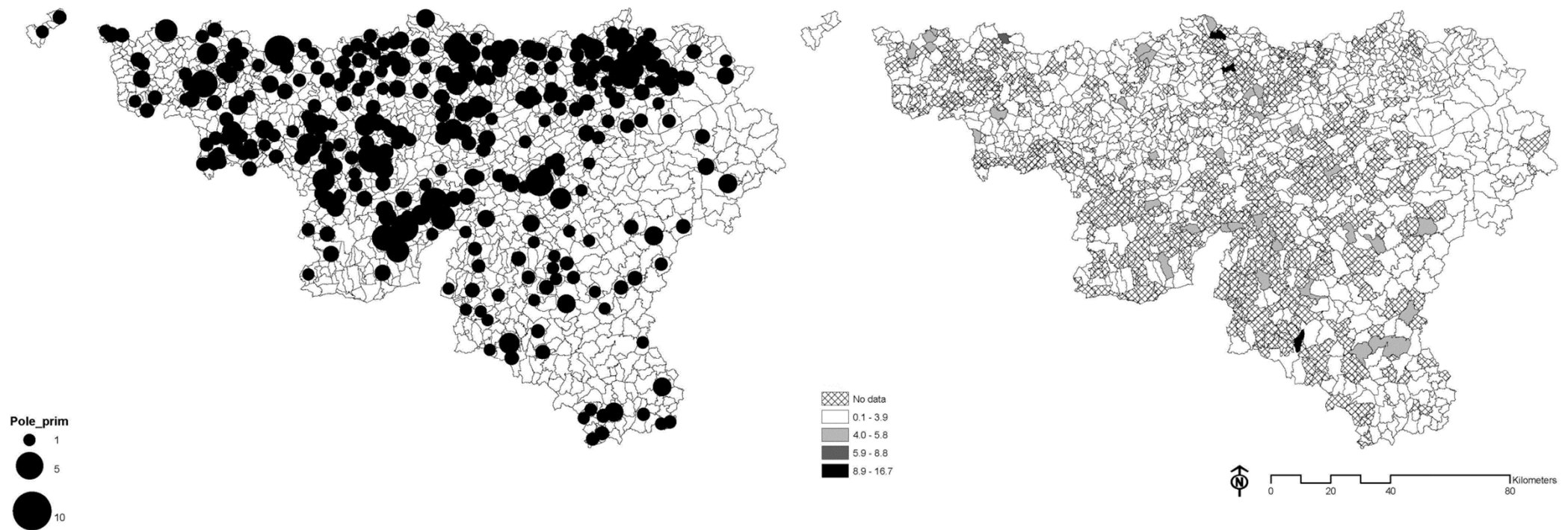
- Deux phénomènes majeurs
 - La « **concentration** » des emplois dans les villes > ↑ conso. PU
 - La « **structuration de territoires de proximité** » à l'échelle locale > ↓ conso. PU
- Tendance à l'augmentation entre les années de référence
- Facteurs explicatifs principaux
 - **Mixité**, concentration d'emplois à 10km et **densité**
 - **Distance** plutôt que mode de transport

IV Application et prospection /GENERALISATION

- DOMICILE – ECOLE: ELEMENTS PRINCIPAUX
 - Consommations plus faibles que pour les déplacements domicile-travail : distances plus courtes et parts modales plus faibles de la voiture
 - Facteurs explicatifs principaux : **mixité** et **densité**
 - Analyse spécifique au **niveau de scolarité** et **importance de la localisation** des écoles sur le territoire

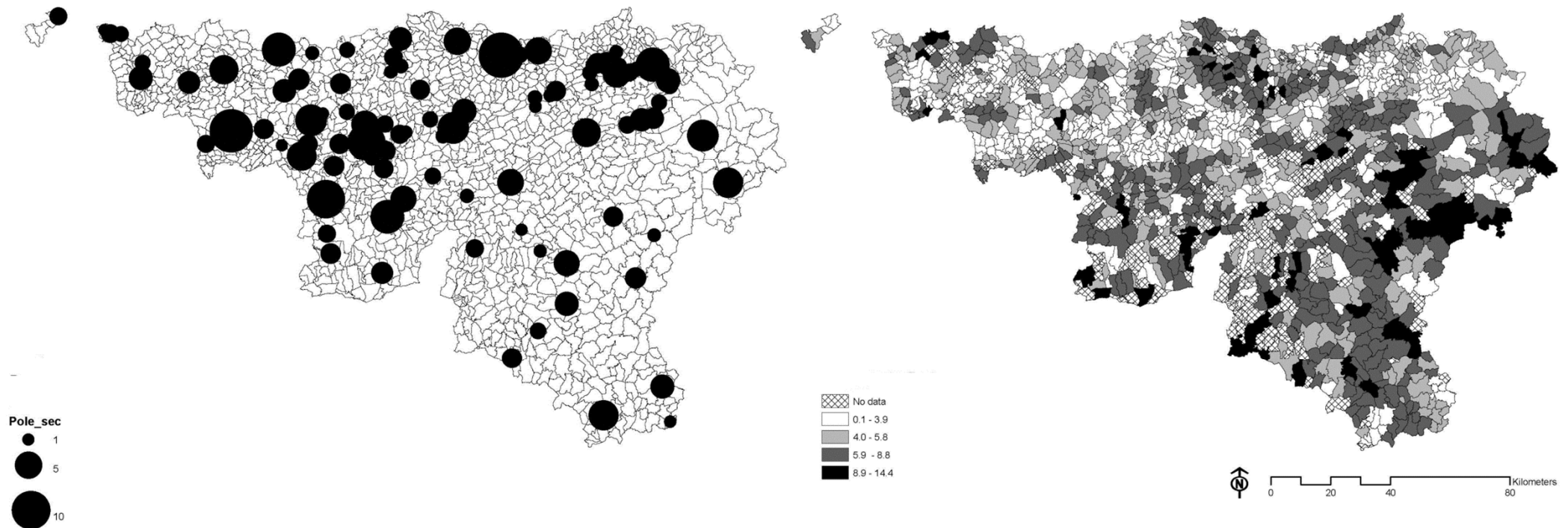
IV Application et prospection /GENERALISATION

- PRIMAIRE : déconcentration des écoles > peu d'impact de la structure du territoire et du type de quartier



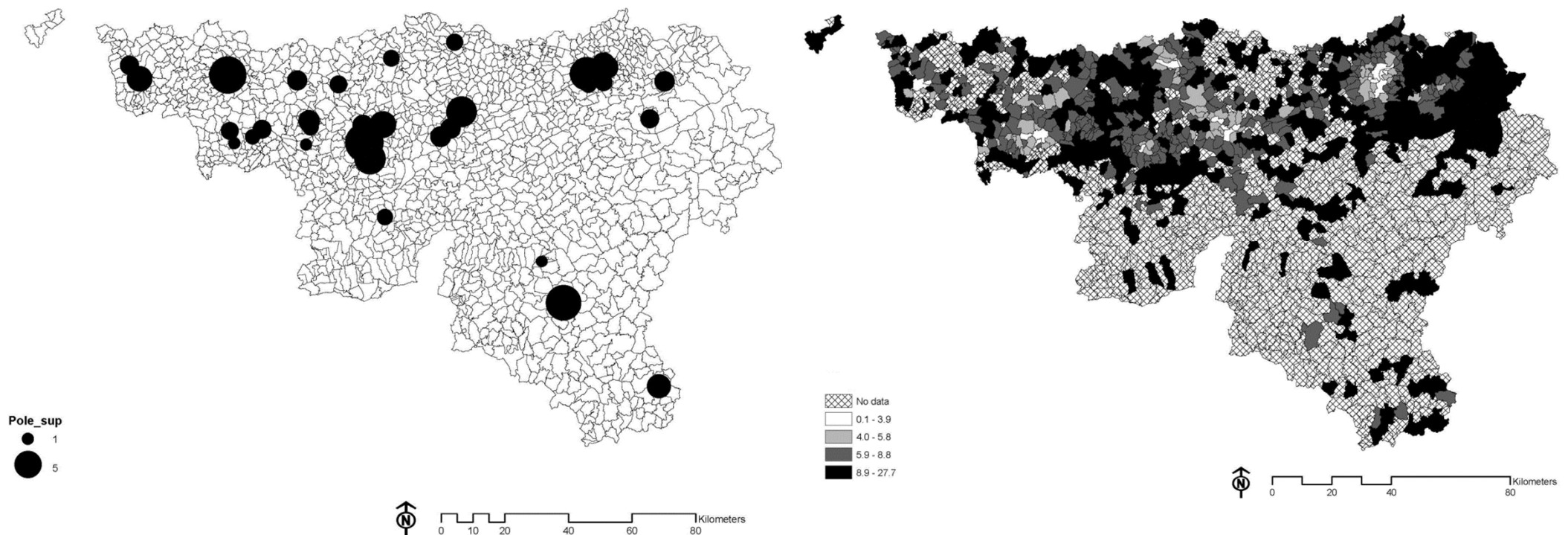
IV Application et prospection /GENERALISATION

- SECONDAIRE : « concentration décentralisée » > IPE faible et augmentation avec la distances aux noyaux urbains



IV Application et prospection /GENERALISATION

- SUPERIEUR : « concentration » des établissements > augmentation rapide de l'IPE avec la distances aux noyaux urbains

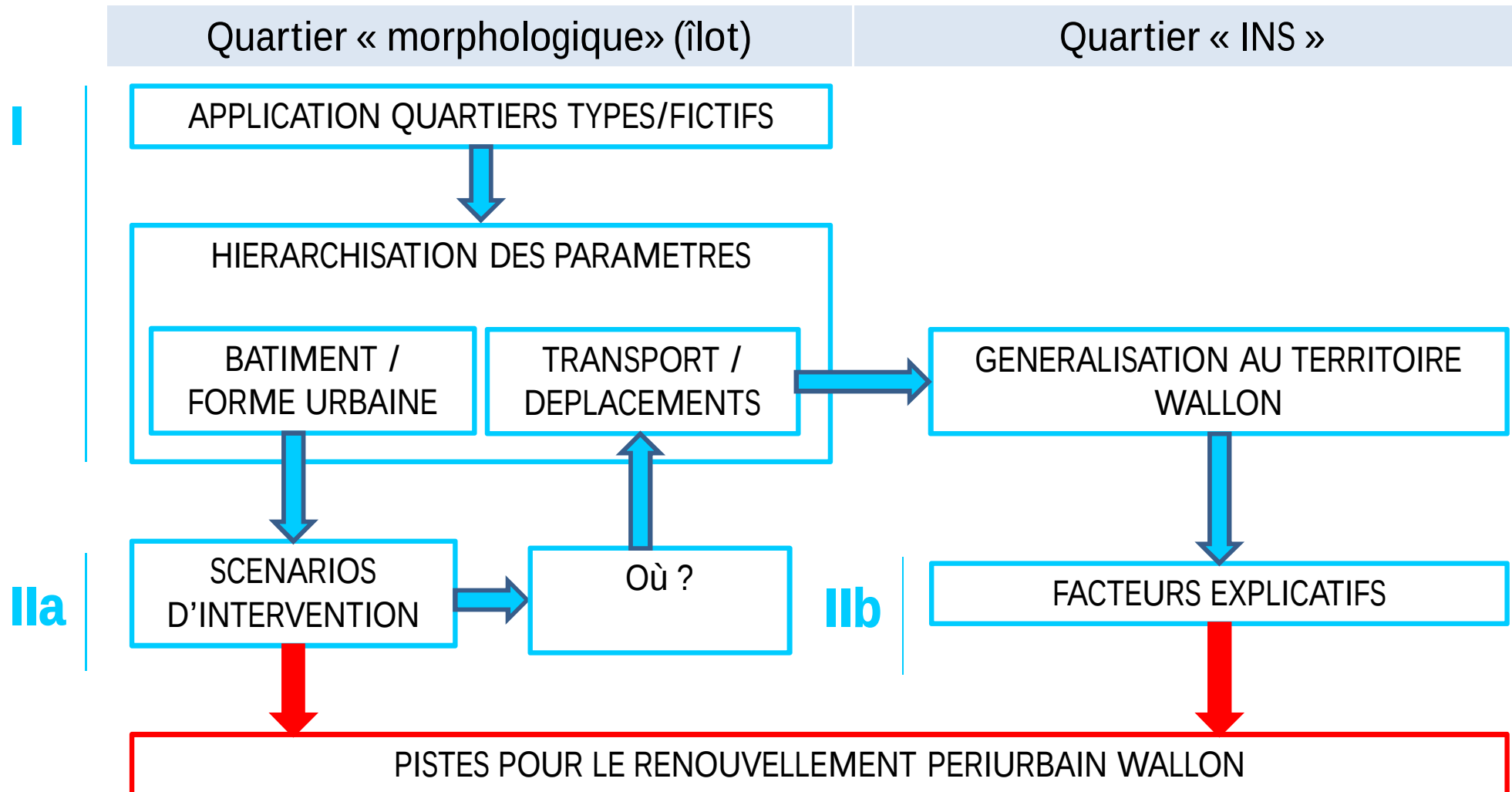


IV Application et prospection /GENERALISATION

- Confrontation des IPE aux définitions adoptées

		IPE travail kWh/p.tr	DIST travail km	IPE école kWh/p.tr	DIST école km
AIRES URBAINES	• Agglomération	10,4	21,3	2,7	7,6
	• Banlieue + MA	13,5	27,7	4,2	11,1
	• Autres	13,5	26,4	4	11,6
APPROCHE MORPHO- LOGIQUE (densité)	• > 12 log/ha	10,7	21,7	2,8	6,8
	• 5-12 log/ha	13,6	26,5	4,3	9,7
	• < 5 log/ha	13,7	26,4	4,6	10,0

IV Application et prospection



V Le renouvellement périurbain

- Les développements proposés participent à **une meilleure connaissance des quartiers périurbains wallons**, appréhendés sous l'angle des consommations d'énergie (bâtiment + transport) :

> Proposition de pistes pour le « renouvellement périurbain » wallon

Renouvellement périurbain = évolution des quartiers périurbains existants vers un modèle plus économe en énergie tant dans le bâtiment que pour le transport

> Répercussions sociales et économiques

V Le renouvellement périurbain

■ BLOCAGES / CONTRAINTES

I Grande inertie du stock bâti existant

- Faible taux de pénétration des politiques de rénovation énergétique malgré les incitants
- Localisation des quartiers existants

II Difficulté d'évolution du cadre réglementaire

III Réponse aux attentes d'une partie de la population

> Trouver un point d'équilibre entre

- Intérêt **individuel** : environnement peu dense, etc.
- Intérêt **collectif** : impact environnemental, coûts économiques et sociaux pour la société

V Le renouvellement périurbain

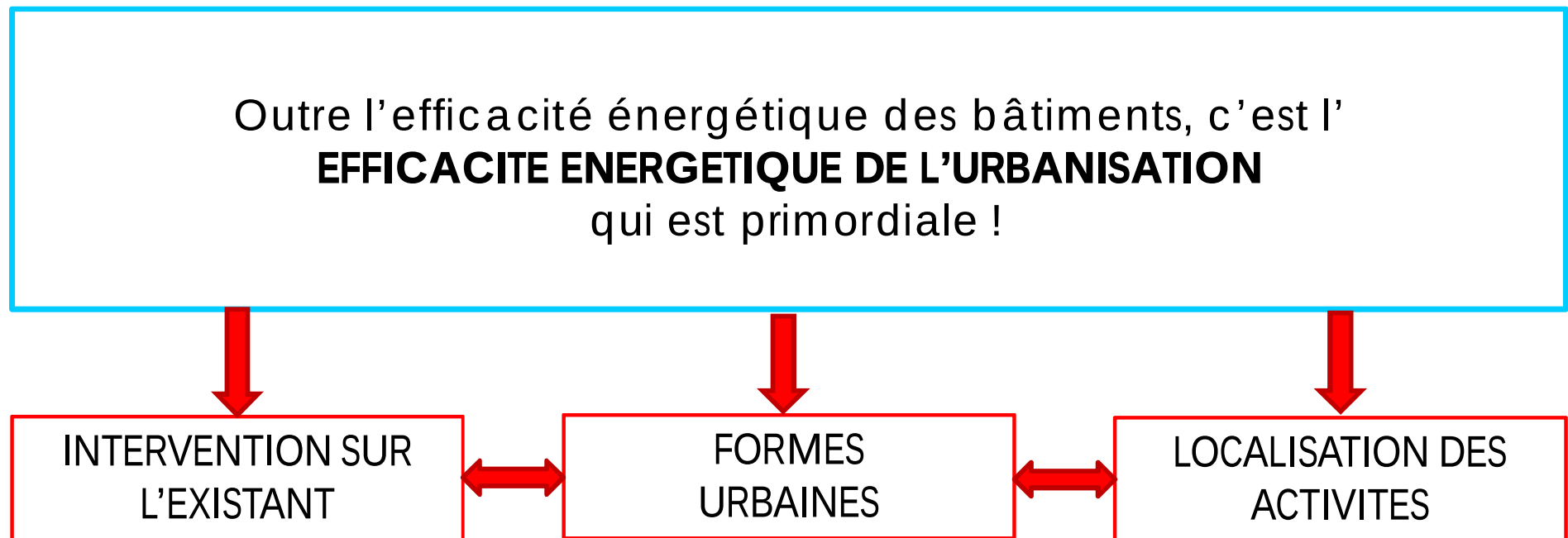
- SDER : Développement de 350.000 nouveaux logements à l'horizon 2040, dont 280.000 dans des territoires centraux
- Le renouvellement périurbain par densification des quartiers existants est une partie de la solution, en // avec la rénovation énergétique du stock bâti existant et le renouvellement des centres villes
- **Deux voies complémentaires** à investiguer pour la densification des quartiers périurbains :
 - Filière « individuelle » de type BIMBY
 - Filière « collective »

V Le renouvellement périurbain

■ NOMBREUSES OPPORTUNITES

- Gisement foncier important (taille moyenne d'une parcelle : 1.000m²)
- Structuration de nouveaux quartiers en mobilisant les leviers de la densité et de la mixité fonctionnelle
- Gains de terrains, réseaux et infrastructures
- Evolution des quartiers périurbains plus en phase avec les principes du développement durable ET maintien des caractéristiques
- Gains financiers potentiels pour les propriétaires individuels mais éviter l'« émiettement »
- Réflexions sur de nouvelles formes d'habiter

VI Conclusion générale



Merci de votre attention !

Anne-Françoise Marique
Ir Architecte, Urbaniste

M : afmarique@ulg.ac.be

T : +32 (0) 4 366 93 67

W : www.lema.ulg.ac.be

Pour plus d'informations ...

■ THESE DE DOCTORAT

- Marique, A.-F. (2012). Méthodologies d'évaluation énergétique des quartiers périurbains. Perspectives pour le renouvellement périurbain wallon. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique, 236p.

<http://hdl.handle.net/2268/132499>

■ ARTICLES REVUES

- Marique, A.-F, Dujardin, S, Teller, J, & Reiter, S. (2013). Urban sprawl, commuting and travel energy consumption. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Energy, 166, 1-13.
- Marique, A.-F, Dujardin, S, Teller, J, & Reiter, S. (2013). School commuting: the relationship between energy consumption and urban form. Journal of Transport Geography, 26, 1-11.

Pour plus d'informations ...

- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2012). A method for evaluating transport energy consumption in suburban areas. *Environmental Impact Assessment Review*, 33, 1-6.
- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2012). A method to evaluate the energy consumption of suburban neighbourhoods. *HVAC&R Research*, 18(1-2), 88-99. Reiter, S, &
- Marique, A.-F. (2012). Toward low energy cities: A case study of the urban area of Liège. *Journal of Industrial Ecology*, 16(6), 829-838.
- Rossi, B, Marique, A.-F, & Reiter, S. (2012). Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, case study. *Building & Environment*, 51, 402-407.
- Rossi, B, Marique, A.-F, Glaumann, M, & Reiter, S. (2012). Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, basic tool. *Building & Environment*, 51, 395-401.

Pour plus d'informations ...

- Dujardin, S, Pirart, F, Brevers, F, Marique, A.-F, & Teller, J. (2012). Home-to-work commuting, urban form and potential energy savings: A local scale approach to regional statistics. *Transportation Research. Part A: Policy & Practice*, 46, 1054–1065.

■ CONFERENCES

- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2013). La transition des territoires périurbains vers un modèle plus durable : perspectives pour le renouvellement périurbain. 1er Congrès Interdisciplinaire du Développement Durable, 31/01 – 01/02/2013, Namur.
- Marique, A.-F, de Meester, T, & Reiter, S. (2012). An online interactive tool for the energy assessment of residential buildings and transportation. *Proceedings of PLEA 2012*.

Pour plus d'informations ...

- Marique, A.-F, Petel, M, Hamdi, A, & Reiter, S. (2012). Combining Territorial Data With Thermal Simulations to Improve Energy Management of Suburban Areas. Proceedings of GEOProcessing 2012.
- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2011). Improving energy efficiency of existing suburban areas through district energy planning. Proceedings of ISHVAC 2011.
- Marique, A.-F, De Meester, T, & Reiter, S. (2011). Energy requirements and solar availability in suburban areas: the influence of built density in an existing district. Proceedings of the International Conference CISBAT 2011 - Clean Tech for sustainable buildings - From Nano to urban scale (2011) (pp. 925-30).
- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2010). A method to assess global energy requirements of suburban areas at the neighbourhood scale. Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in buildings.

Pour plus d'informations ...

- Marique, A.-F, Dujardin, S, Teller, J, & Reiter, S. (2011). Urban Sprawl and Travel Energy Consumption: the Case of the Walloon Region of Belgium. Irish Transport Research Network Conference, Energy & Transport, Programme and Proceedings.
- Marique, A.-F, & Reiter, S. (2011). Towards more sustainable neighbourhoods: are good practices reproducible and extensible? In B. M., Evrard Arnaud (Ed.), Proceedings of International Conference PLEA 2011 : Architecture & Sustainable Development (pp. 27-32). Presses Universitaires de Louvain.