

# Morphologie bâtie des tissus urbains et mobilités douces

*Une approche croisée par les graphes et les modèles de choix discrets*

Quatorzièmes Rencontres de Théo Quant  
Besançon, le 7 février 2019

**Auteurs : Aurélia IGNATZ, Arnaud PIOMBINI, Cyril MEYER,  
Christophe ENAUX, Dominique BADARIOTTI**

Laboratoire Image, Ville, Environnement  
UMR 7362 CNRS – Université de Strasbourg



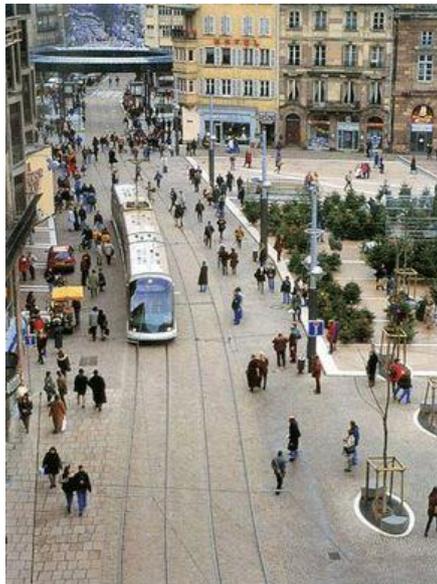
# Contexte de l'étude

# Morphologie urbaine et mobilité

Depuis 1980, déclinaison des objectifs de mobilité durable dans les documents d'urbanisme français

Une organisation urbaine majoritairement adaptée à l'usage de la voiture individuelle (Desjardins, 2017)

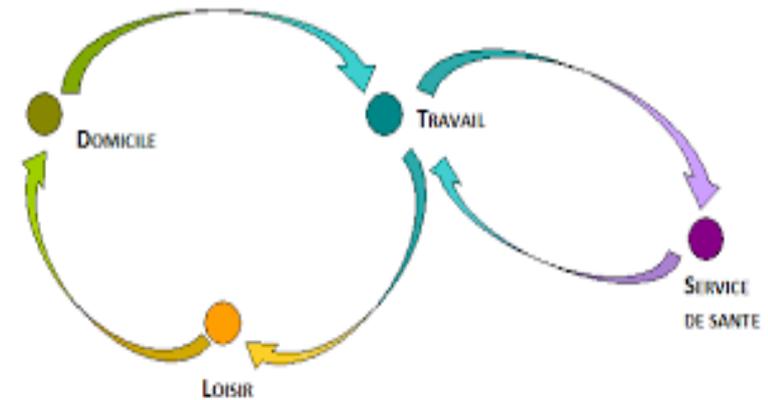
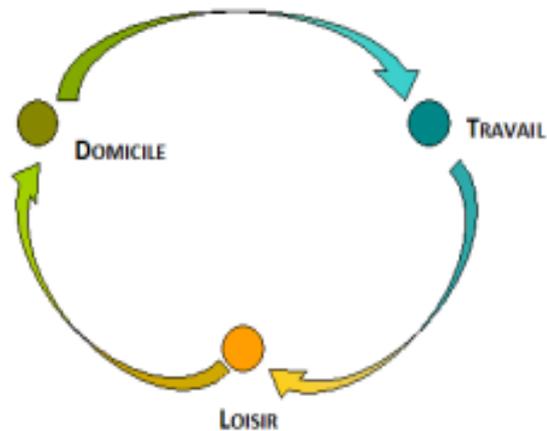
→ Quelle forme urbaine pour favoriser pleinement les modes de transports doux (modes non motorisés) ?



# Boucles de déplacements

Une journée type = une succession d'activités situées en différents endroits qui induisent des déplacements (De Witte et al., 2013).

**Définition CEREMA « boucles de déplacements » :**  
*« l'ensemble des déplacements réalisés par une personne entre le départ et le retour au domicile »*



Boucle simple de déplacements (CEREMA, 2014) → ne comporte aucune sous-boucle

Boucle complexe de déplacements (CEREMA, 2014)

# Cadre théorique de la thèse

- Etude des boucles de déplacements → étude des stratégies de déplacements entre
  - mobilités contrainte (domicile /travail / étude)
  - mobilité non-contrainte (loisirs / achats / santé/ autres).
- Prise en compte de la répartition spatiale des activités qui induisent un certain niveau de spécialisation des quartiers urbains et conditionnent les déplacements du quotidien.
- Etude du lien entre morphologie urbaine et comportements de mobilité induits

**Question : comment la forme urbaine peut influencer ou non le recours aux mobilités douces ?**

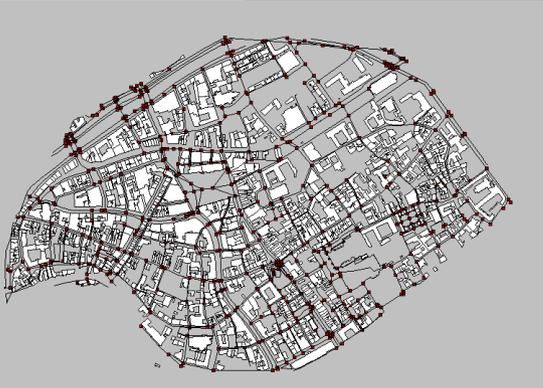
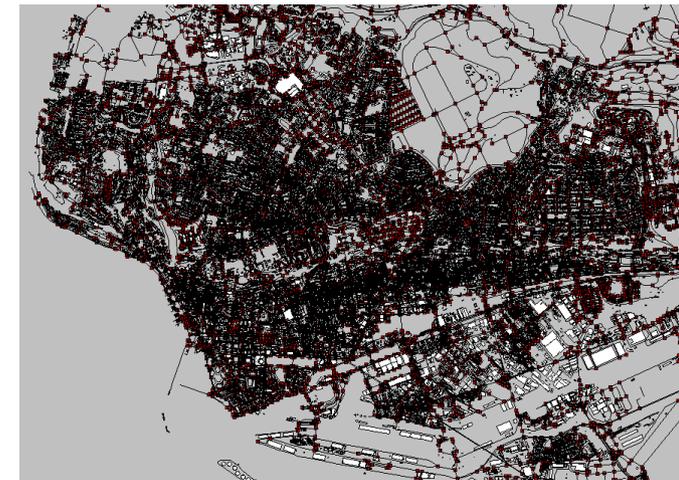


# Méthodologie mobilisée

# REMUS : Reticular Model for Urban Simulation

- Représentation de l'espace urbain par des graphes mathématiques
- Exploration des proximités réelles entre immeubles (distance réseau)

**Application sur 3 villes (Strasbourg, Le Havre et Pau) :**



# REMUS : 3 types de graphes

**Graphe urbain** : représentation des tronçons de route + connecteurs bâti/route (arcs) et des bâtiments (nœuds )

**Graphe complet non planaire** : obtenu par calcul + court chemin pour un mode de transport donné

**Graphe de voisinage** : regroupement représentant le voisinage réel des bâtiment avec la topologie des rues.

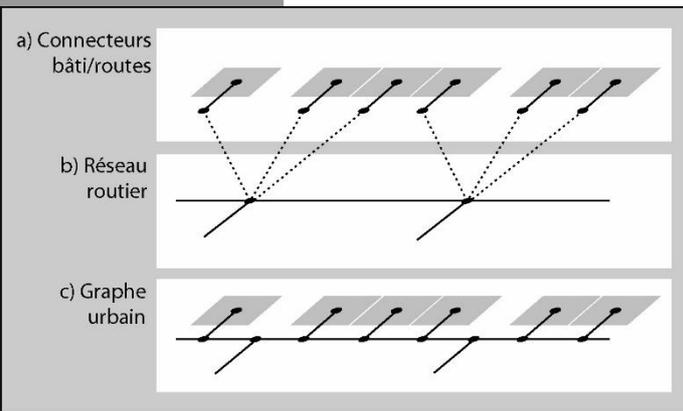
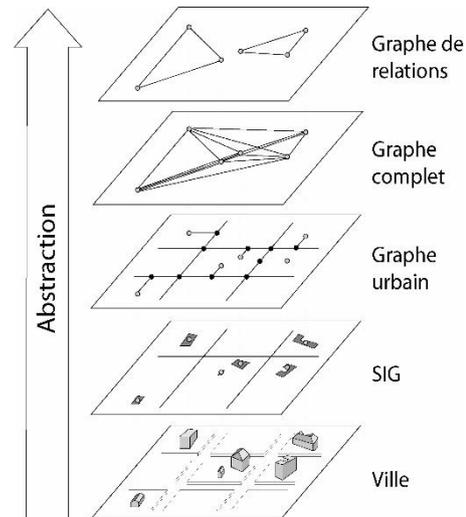
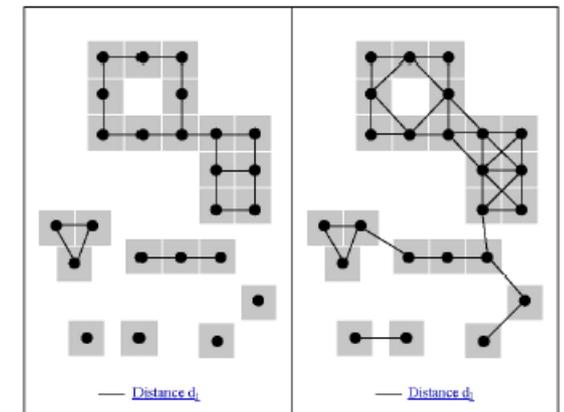


Schéma de la structure du graphe urbain



Les différentes étapes dans la construction des graphes



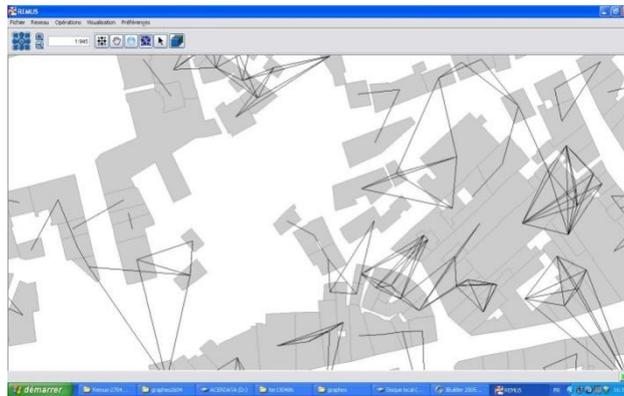
Visualisation de modifications minimales de distance de voisinage  $d$

# REMUS : exemples d'application et limites

Limites :

- Nombre restreint d'indicateurs locaux
- Études sur des villes réelles uniquement
- Utilisation assez restreinte pour les graphes urbains de grandes tailles

→ Intégration des fonctionnalités de REMUS dans un nouvel outil



Exemple de génération d'un graphe de relations de voisinage à 25m avec l'application REMUS (agglomération de Pau).

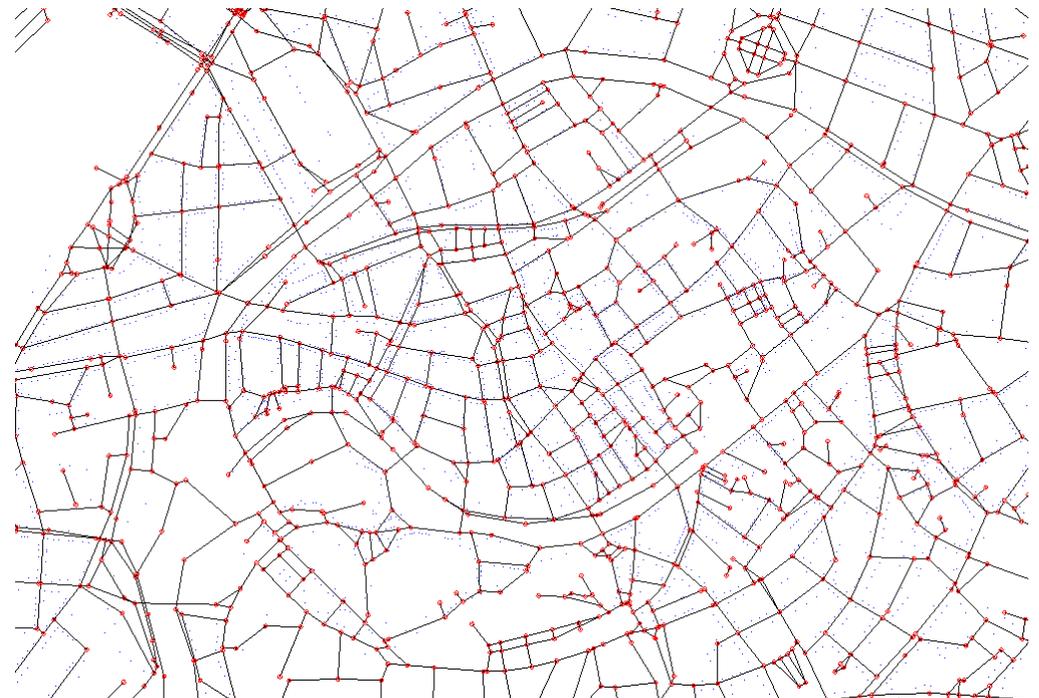
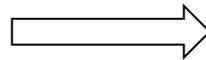
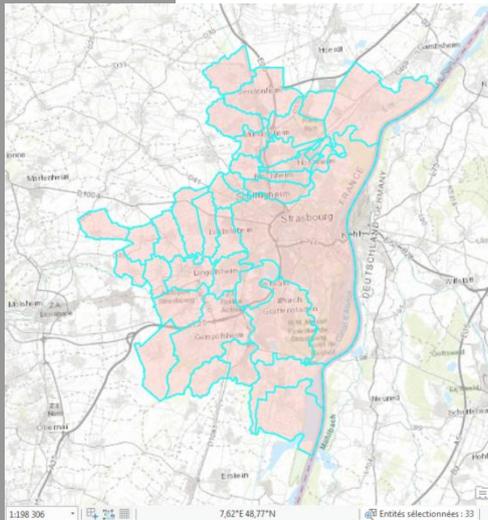


Exploration visuelle des voisinages à 100, 200 et 300 m des bâtiments de l'agglomération de Pau à l'aide de la plateforme REMUS.

# MoGUS : Model Generator & analyser for Urban Simulation

Deux objectifs principaux pour cet outil informatique :

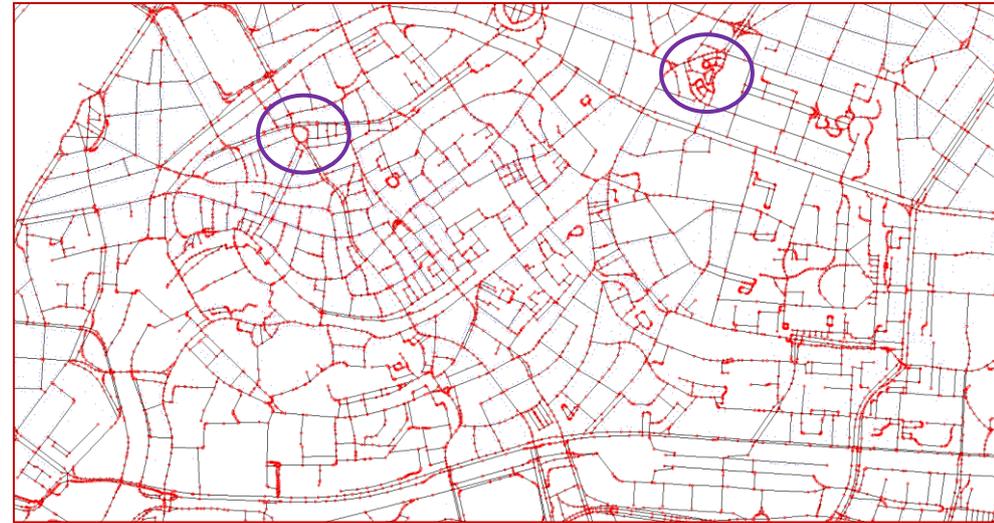
- La génération de **villes théoriques** intégrant les bâtiments et le réseau viaire
- L'**analyse d'espaces urbains réels** à l'aide d'indicateurs locaux et globaux de graphes.



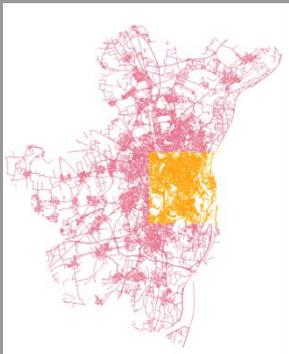
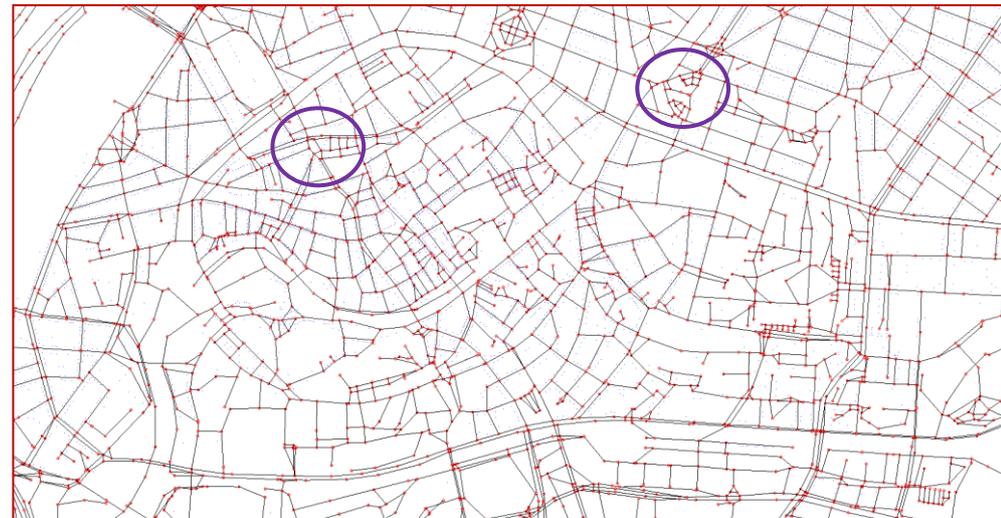
# MoGUS : option de simplification

- Distinction entre sommets « bâtiments » (semis bleu) et sommets « intersections » (cercles rouges).

Visualisation du graphe intégrant les données « Sirene » (adresses géo-localisées avec la BD Adresse) et le réseau viaire de la BD Topo.



Visualisation du même graphe après simplification des sommets de degrés 2 pour une distance seuil de 25m.



# MoGUS : construction du graphe urbain

- Objectif : caractérisation des fonctions de chaque bâtiment pour appréhender l'organisation de la mobilité
- Utilisation des BD SIRENE (fonctions) et TOPO (réseau viaire réel, bâtiments) pour construction graphe urbain

## Taille du graphe urbain sans simplification (avec intégration données SIRENE)

Arcs du réseau	220 000
Sommets du réseau	210 000
Bâtiments	25 000

Propriétés du graphe pour  
l'Eurométropole de Strasbourg



Optimisation raccordement bâti – route  
(stockage sans perte d'information)

# MoGUS : catégorisation des fonctions

Utilisation du 1<sup>er</sup> niveau de classification SIRENE mais à terme → utilisation des classes de la méthodologie CERTU.

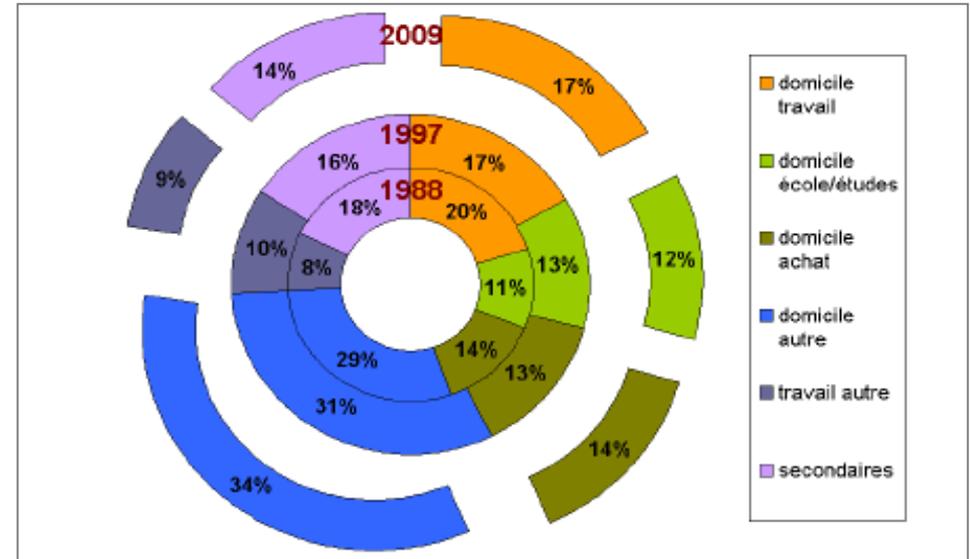
Domaines d'activités SIRENE	Code
Agriculture, chasse, sylviculture	A
Pêche, aquaculture, services annexes	B
Industries extractives	C
Industrie manufacturière	D
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	E
Construction	F
Commerce ; réparations automobile et d'articles domestiques	G
Hôtels et restaurants	H
Transports et communications	I
Activités financières	J
Immobilier, location et services aux entreprises	K
Administration publique	L
Education	M
Santé et action sociale	N
Services collectifs, sociaux et personnels	O
Activités des ménages	P
Activités extra-territoriales	Q

## Codes des motifs origine (D2) et destination (D5) des déplacements

Domicile	01
Travail sur le lieu d'emploi déclaré	11
Travail sur un autre lieu	12
Nourrice, crèche, garde d'enfants	21
Ecole maternelle et primaire	22
Collège	23
Lycée	24
Université et grandes écoles	25
Multi-motifs en centre commercial	31
Achats en grand magasin, supermarché etc.	32
Achats en petit et moyen commerce	33
Achats en marché couvert et de plein vent	34
Santé	41
Démarches	42
Recherche d'emploi	43
Loisirs, activités sportives, culturelles, associatives	51
Promenade, « lèche-vitrines »	52
Restauration hors domicile	53
Visite à des parents / amis	54
Accompagner quelqu'un	61
Aller chercher quelqu'un	62
Dépose d'une personne à un mode de transport	71
Reprise d'une personne à un mode de transport	72
Tournée professionnelle	81
Autres motifs	91

# MoGUS : motifs de mobilité

Enquête Ménage-Déplacement :  
comparaison des motifs combinés  
de déplacements des résidents de  
la CUS entre 1988 et 2009



Source : ADEUS, Observatoire des déplacements « Enquête Ménage-Déplacements, CUS (1988, 1997, 2009)

	Marche	Vélo	2 RM	VP	TCU	TCI	Train	Tous TC	Total
Domicile - travail	13 %	12 %	1 %	58 %	13 %	0 %	3 %	16 %	100 %
Domicile - école	48 %	8 %	0 %	17 %	25 %	1 %	0 %	27 %	100 %
Domicile - achat	39 %	6 %	0 %	46 %	8 %	0 %	0 %	8 %	100 %
Domicile - autre	26 %	7 %	1 %	47 %	9 %	0 %	0 %	10 %	100 %
Travail - autres	23 %	4 %	1 %	64 %	6 %	0 %	1 %	8 %	100 %
secondaires	41 %	5 %	1 %	43 %	8 %	0 %	0 %	9 %	100 %
Tous motifs	33 %	8 %	1 %	46 %	11 %	0 %	1 %	13 %	100 %

Parts modales des motifs de déplacement – résidents de la CUS en 2009 (ADEUS, 2010).

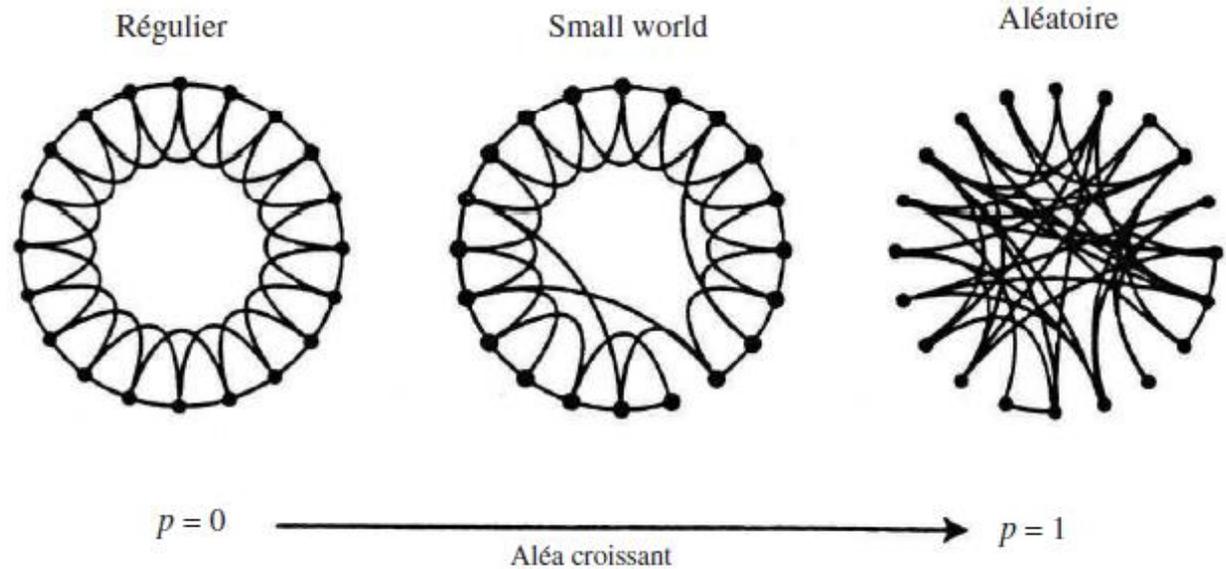


# Indicateurs de graphe

# MoGUS : « Small Worlds »

- « **Small World** » : mode d'organisation industrielle fondé sur l'existence de système locaux (« clusters »)

→ Approche conceptualisée par D. Watts.



Source : Watts et Strogatz [1998]

Parallèle avec la détection  
de communautés spatiales  
(« cliques »)





# Ouverture

# Perspectives

## Objectifs à court terme :

- Développement de la bibliothèque d'indicateurs de MoGUS
  - intégration d'indicateurs adaptés à notre problématique morpho-fonctionnelle

## Objectifs à long terme :

- Test du potentiel de génération de scénarii du logiciel par analyses de modifications locales du tissus urbains
- Confrontation de notre analyse théorique aux pratiques observées par une analyse statistique de l'E.M.D.



**Merci pour votre attention**