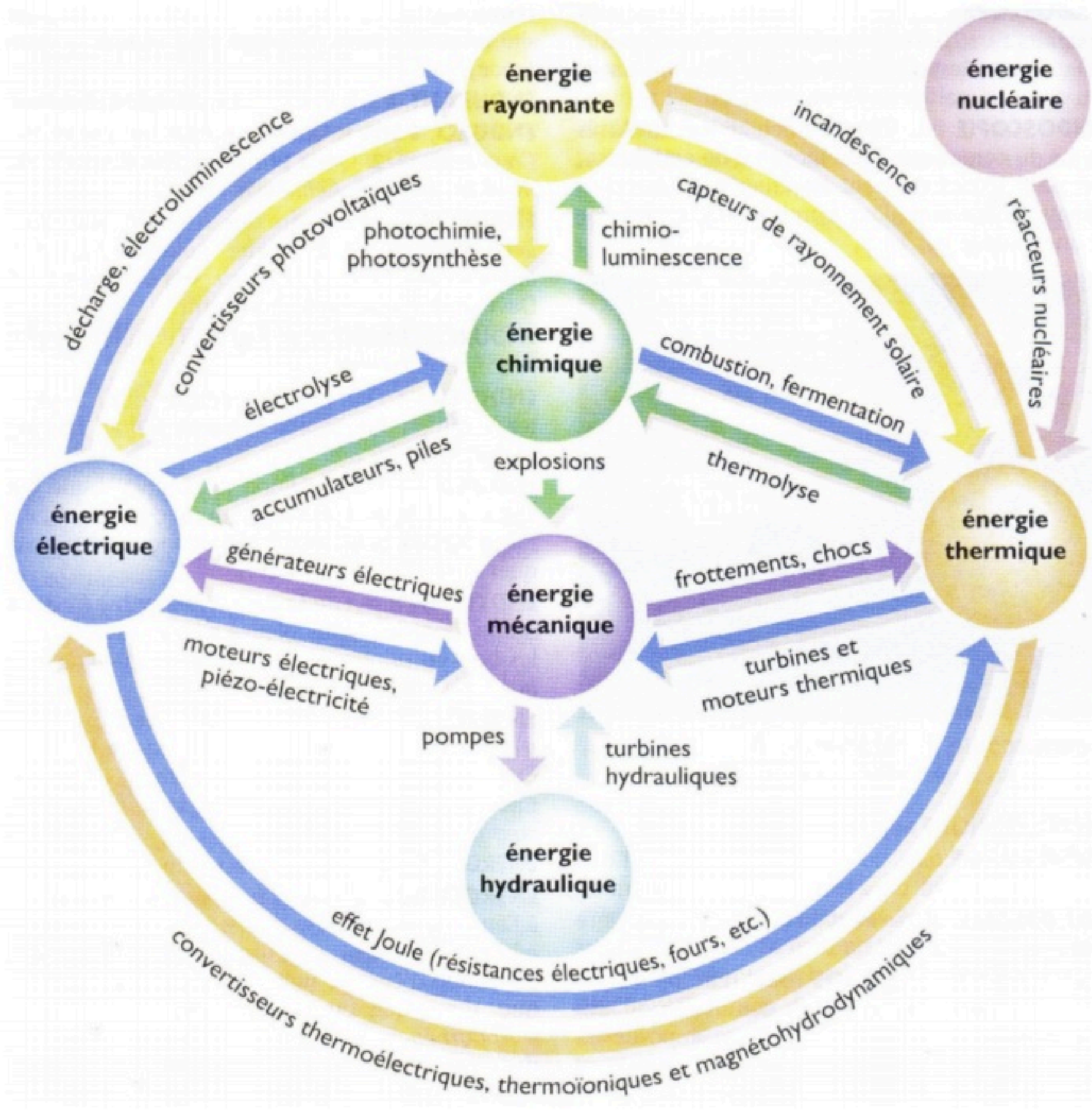


Energie et morphologie :  
vers la perdurabilité de la forme  
urbaine?

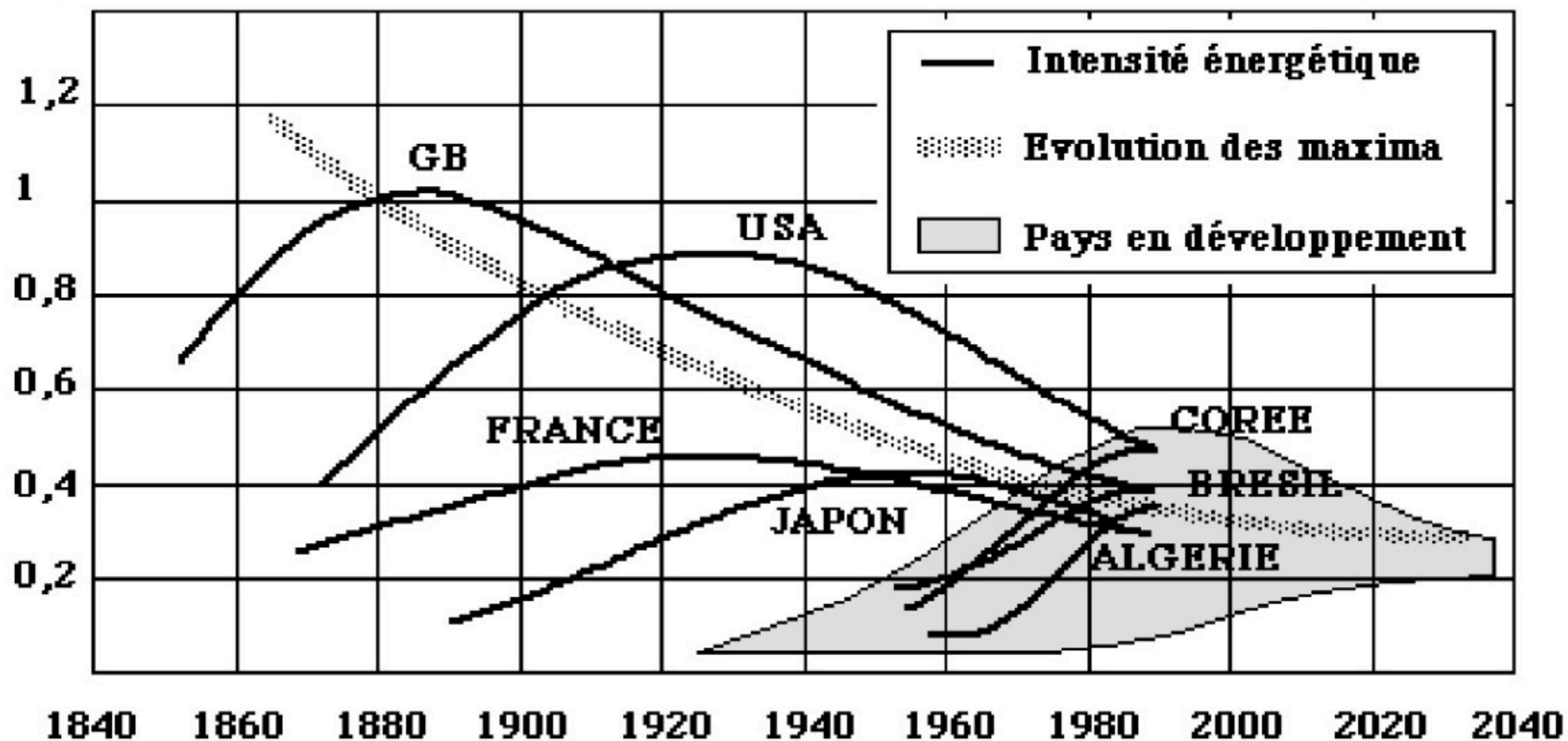
Généralités et transports



## ORDRE DE GRANDEUR DE QUELQUES RENDEMENTS BRUTS

<u>Appareil ou système</u>	<u>Nature de l'énergie confiée</u>	<u>Nature de l'énergie utile à la sortie</u>	<u>Rendement brut</u>
Radiateur électrique	électrique	thermique	1
Ligne HT de 100 km	électrique	électrique	0,97
Moteur électrique	électrique	mécanique	0,9
Pompe éolienne	mécanique	mécanique	0,8
Chaudière à mazout	chimique	thermique	0,75
Chauffe-eau solaire	rayonnante	thermique	0,6
Accumulateur	électrique	électrique	0,5
Centrale élec. (fuel)	chimique	électrique	0,4
Centrale élec. (nucléaire)	nucléaire	électrique	0,3
Moteur d'automobile	chimique	mécanique	0,2
Photopile	rayonnante	électrique	0,1
Tube fluorescent	électrique	rayonnante	0,1
Lampe à incandescence	électrique	rayonnante	0,03

tep / 1000 \$ de PIB



Source : B. Dessus, Atlas des énergies pour un monde vivable, Syros

# RÉDUCTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DANS LES TRANSPORTS.

Contexte : Densité, Mobilité

Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

3) *Forme des villes*

4) *Modèle urbanisme multipolaire*

Des transports économes en énergie

5) *Modes de Transport*

6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

# RÉDUCTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DANS LES TRANSPORTS.

Contexte : **Densité**, Mobilité

Réduire la mobilité

- 1) *Densité*
- 2) *Taille des villes*
- 3) *Forme des villes*
- 4) *Modèle urbanisme multipolaire*

Des transports économes en énergie

- 5) *Modes de Transport*
- 6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

# DENSE CITE ?

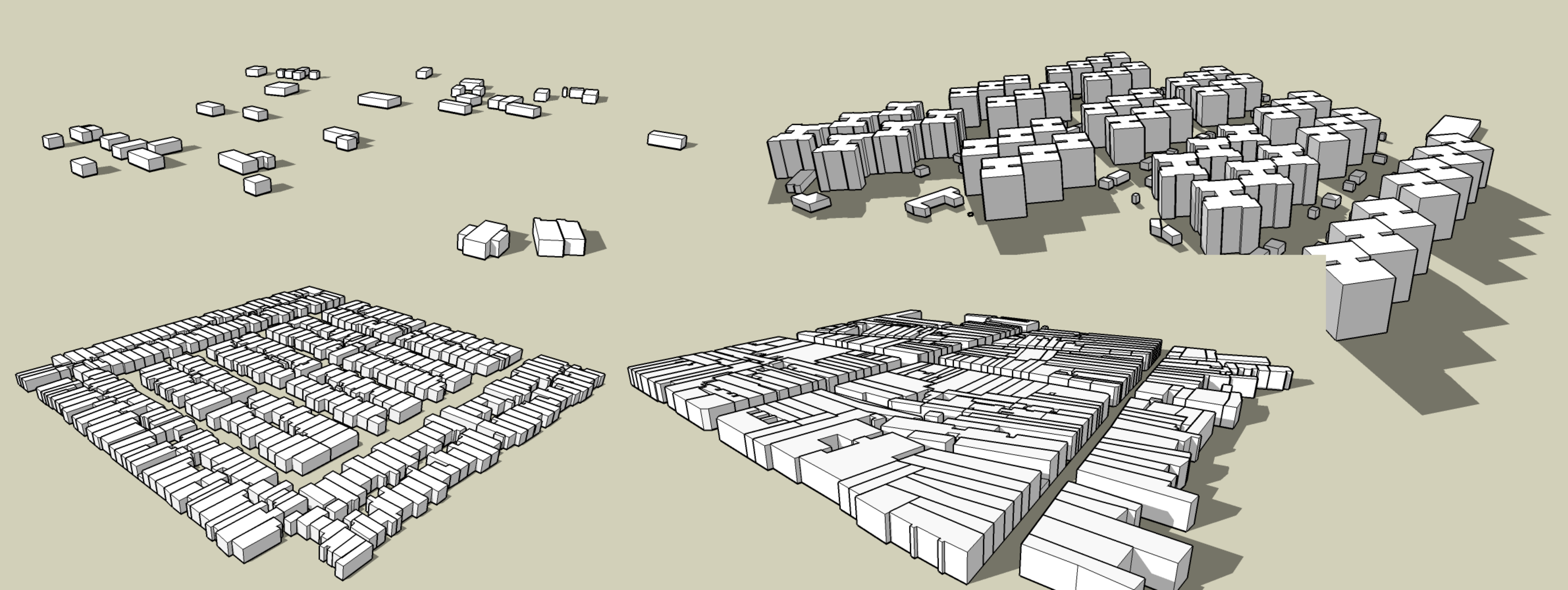
Définitions de la densité

Histoire de la densité

Mesure de la densité

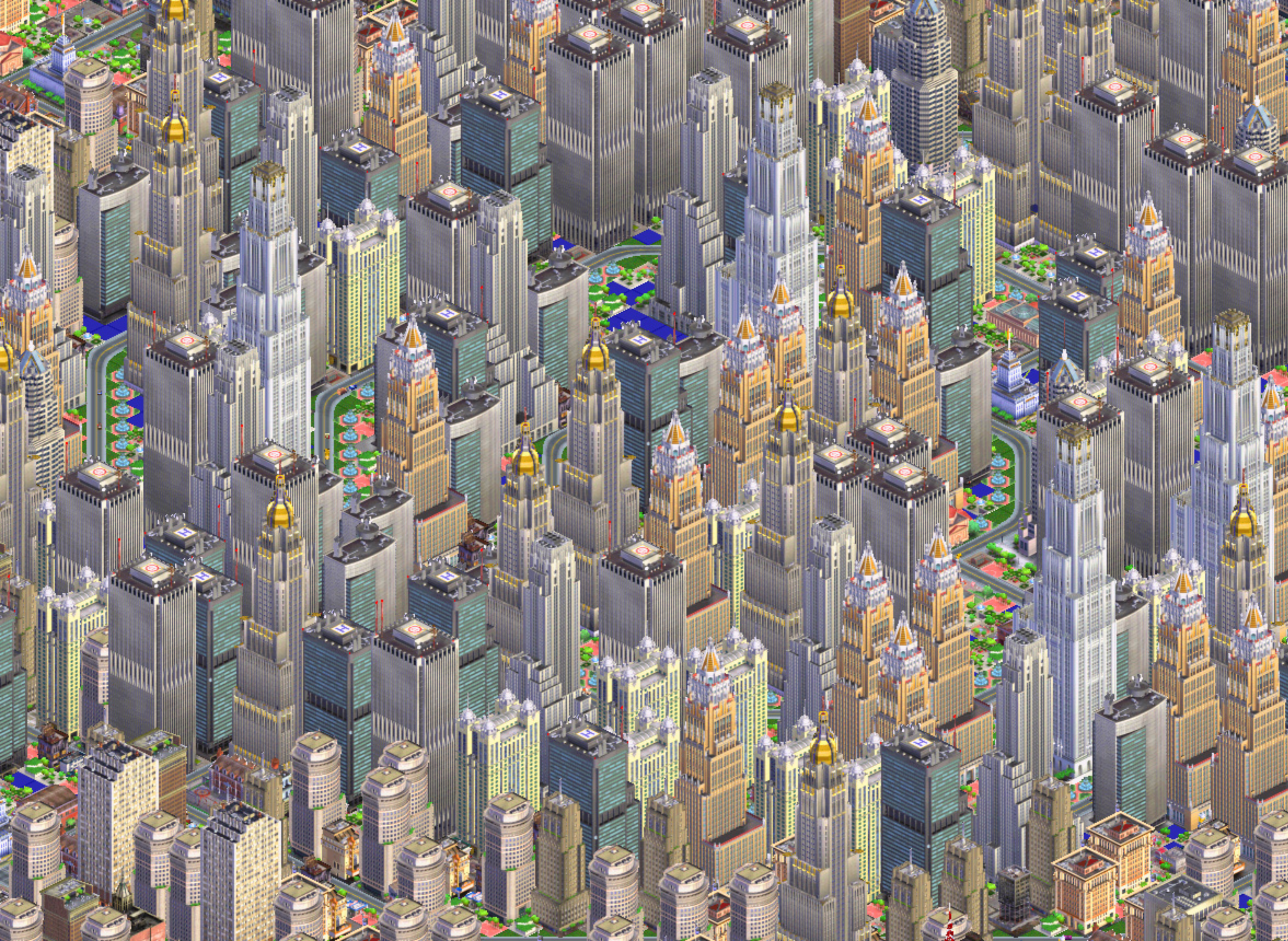
Perception de la densité





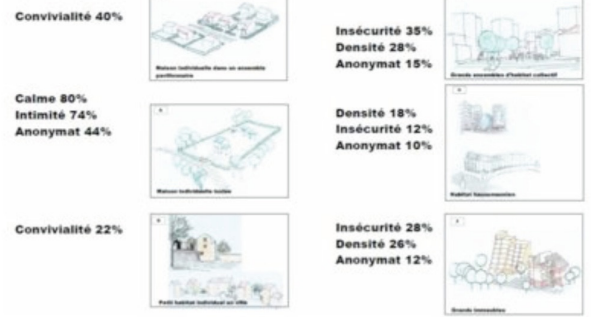
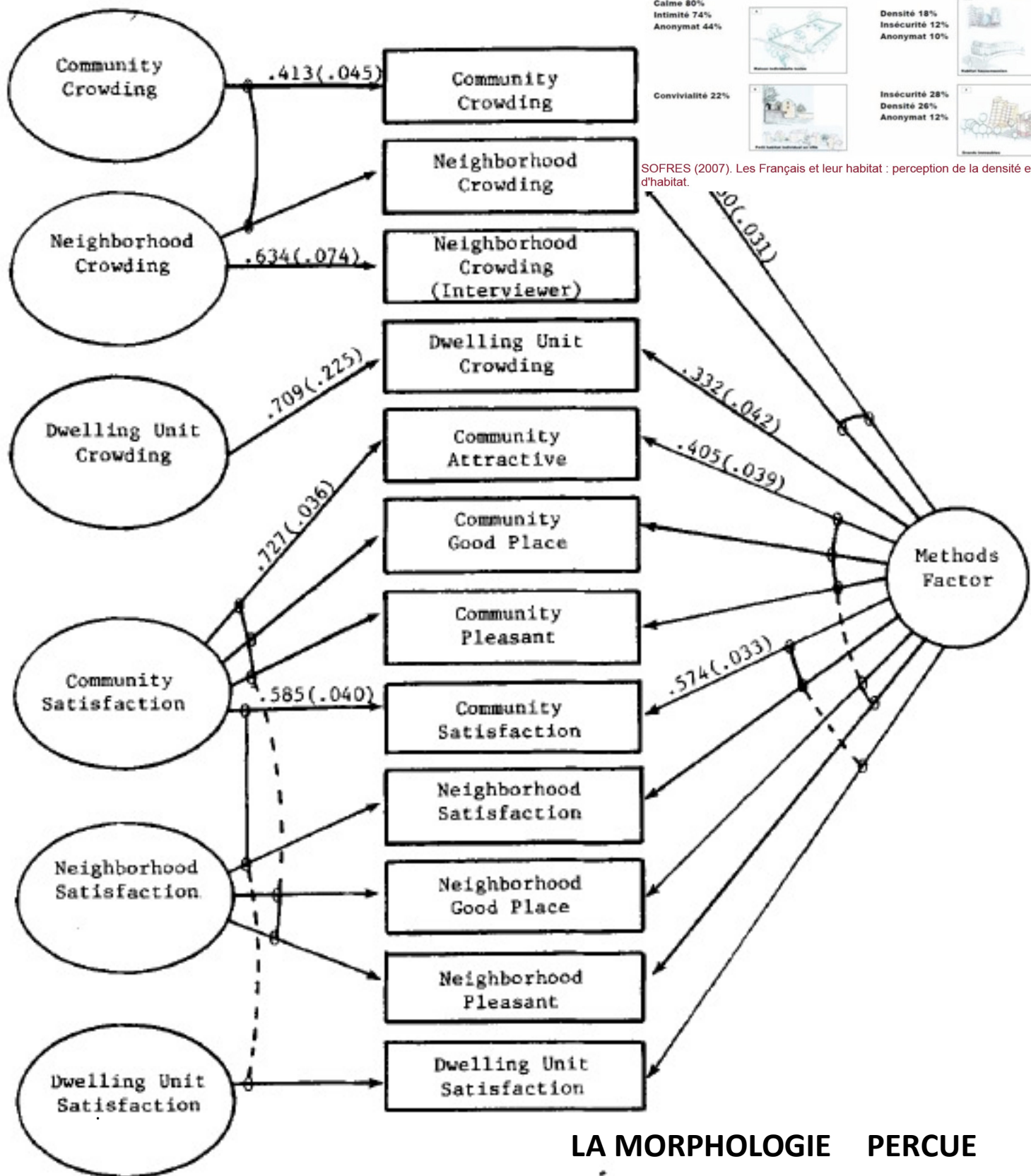








2b. Measurement Model<sup>+</sup>



SOFRES (2007). Les Français et leur habitat : perception de la densité et des formes d'habitat.



**Densité urbaine**  
nbre de logts/hectare



5

20

40



Pavillonnaire diffus

Lotissement pavillonnaire

Cité jardin  
Maison de ville



70

120



Maison en bande

Grand ensemble

Habitat intermédiaire

Centre bourg



230

500 ...



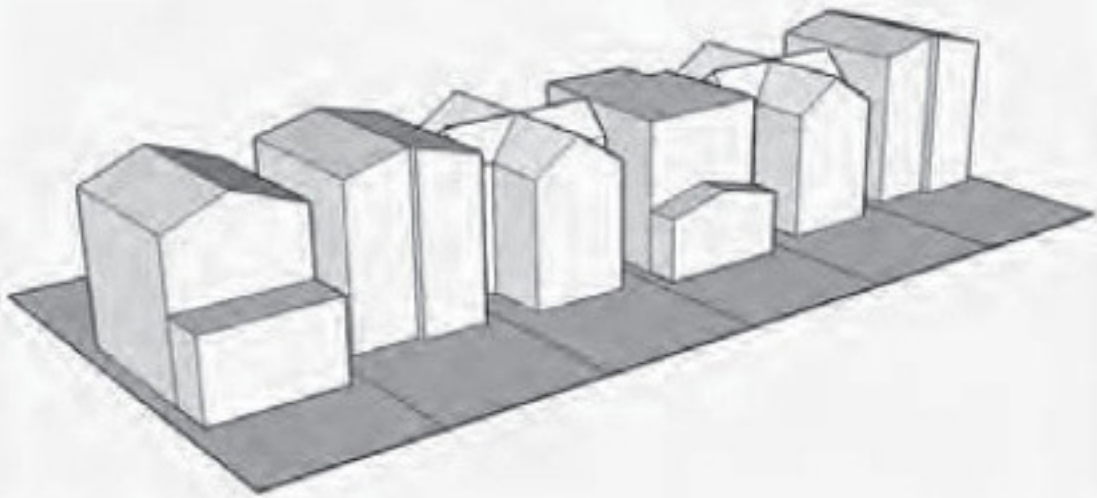
Habitat collectif

Centre ville d'agglomération



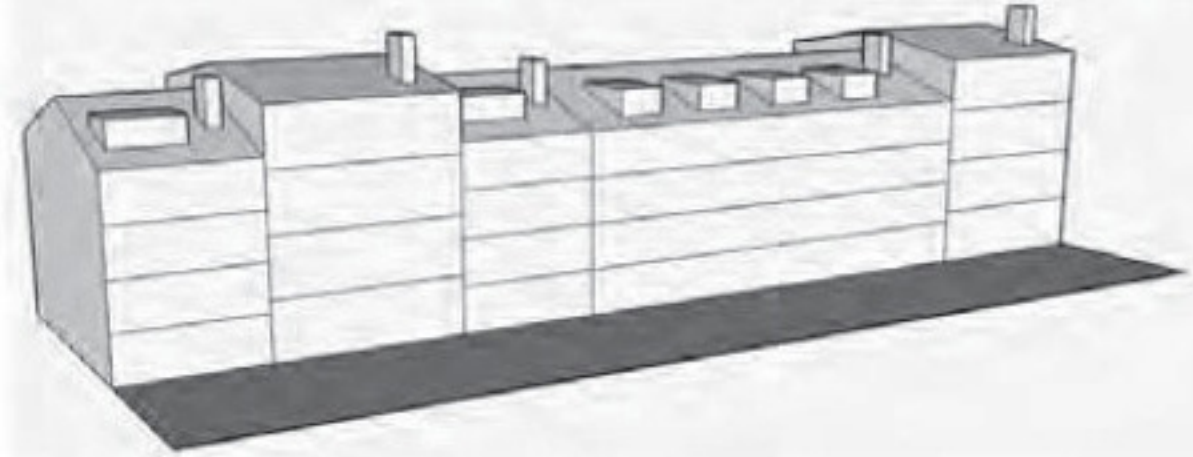
### Single family houses

25–40 units/net hectare



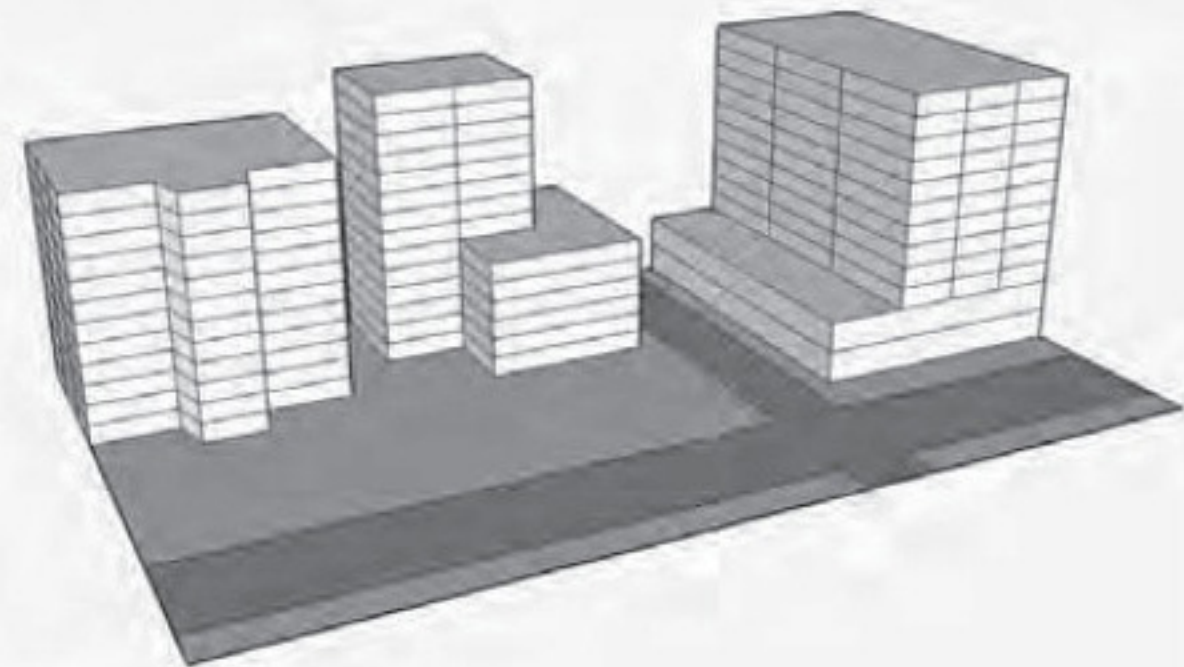
### Multi-storey townhouses

50–100 units/net hectare



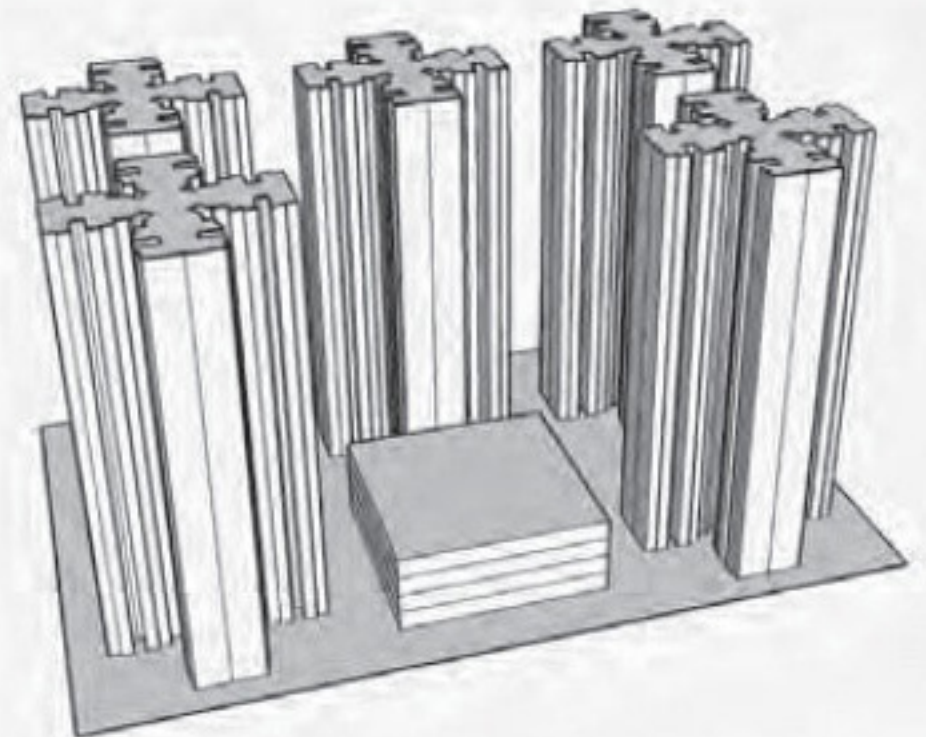
### Multi-storey apartment blocks

120–250 units/net hectare



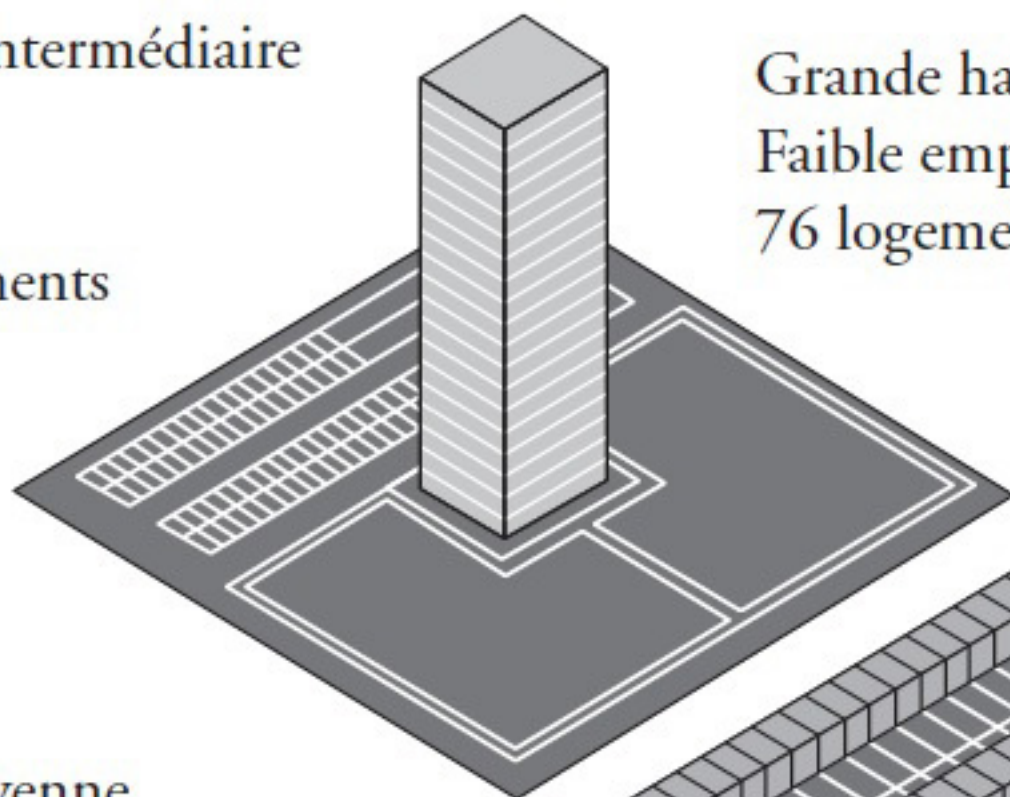
### High-rise apartment blocks

1000 units/net hectare

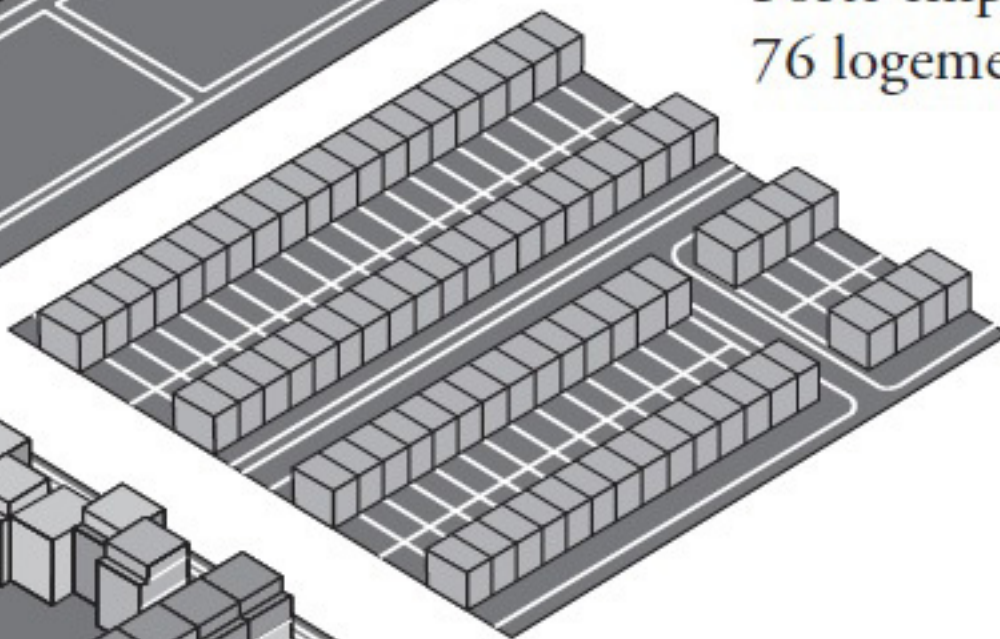


# Modulations morphologiques de la densité

- Habitat intermédiaire
- Maisons
- Appartements

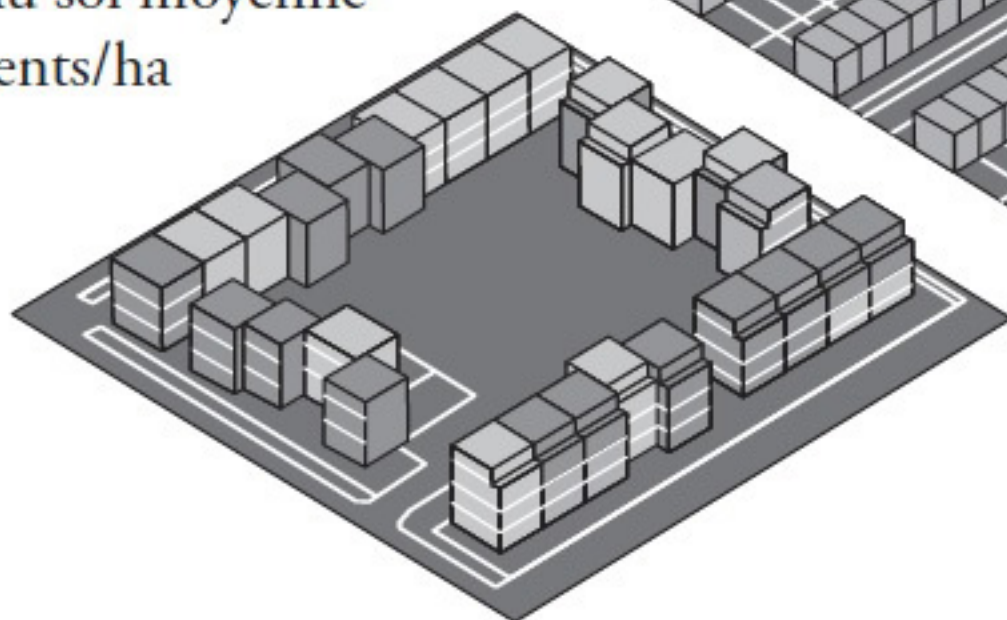


Grande hauteur  
Faible emprise au sol  
76 logements/ha



Faible hauteur  
Forte emprise au sol  
76 logements/ha

Hauteur moyenne  
Emprise au sol moyenne  
76 logements/ha





## 1) LA MORPHOLOGIE AREOLAIRE

---

**La densité humaine**

$$D_h = \frac{N_h}{A} \quad [h/ha]$$

**Le coefficient d'Occupation des Sols (COS)**

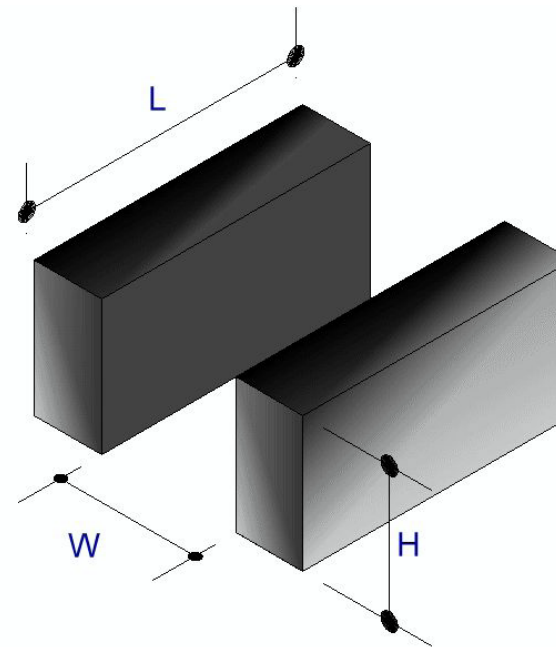
$$COS = \frac{\sum A_{étages}}{A} \quad [/]$$

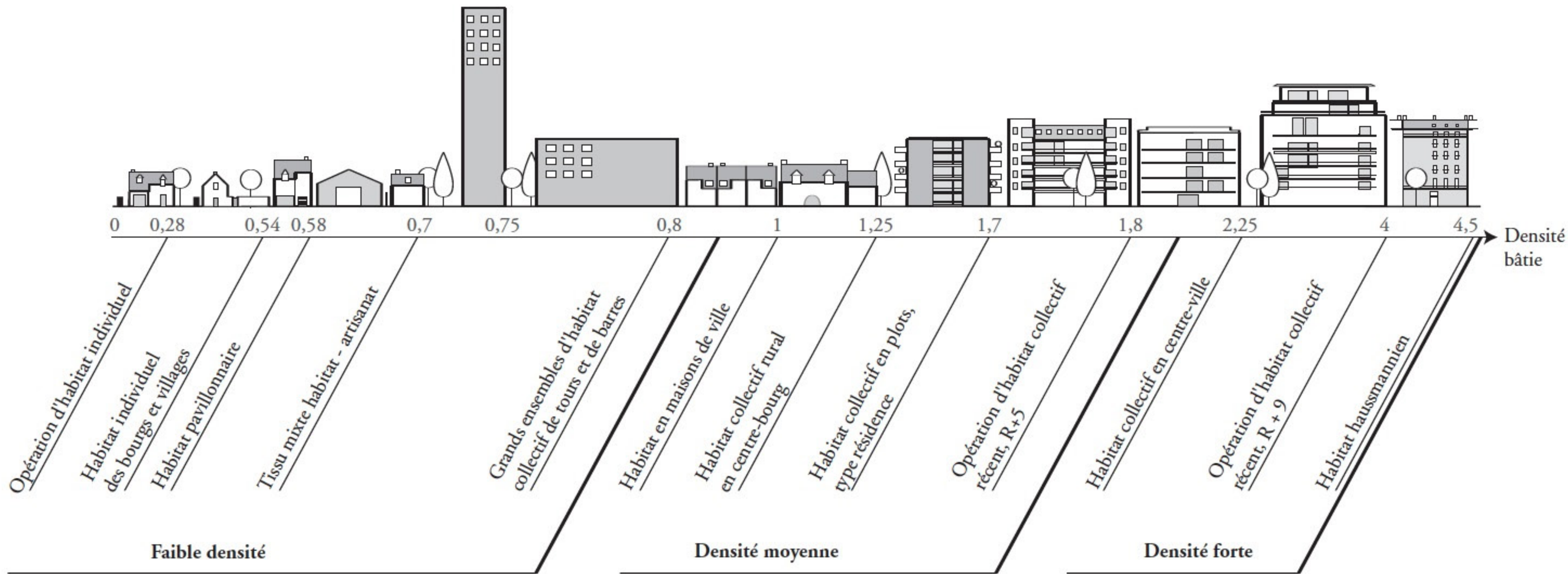
**Le Coefficient d'Emprise au sol (CES)**

$$CES = \frac{\sum A_{ausol}}{A} \quad [/]$$

**Le prospect**

$$P_r = \frac{H_{bat}}{L_{rue}} \quad [/]$$





centre d'agglomération



habitat intermédiaire



centre bourg



habitat individuel groupé



grand ensemble



habitat collectif



péri-urbain



habitat individuel



**0,51 ha** surface du terrain  
**68** logements  
**133** nbre de logts/ha  
**5 650 m<sup>2</sup>** SHON  
**1,1** densité bâtie  
**R+3** nbre de niveaux

**1,8 ha** surface du terrain  
**118** logements  
**65** nbre de logts/ha  
**11 500 m<sup>2</sup>** SHON  
**0,63** densité bâtie  
**R+2** nbre de niveaux

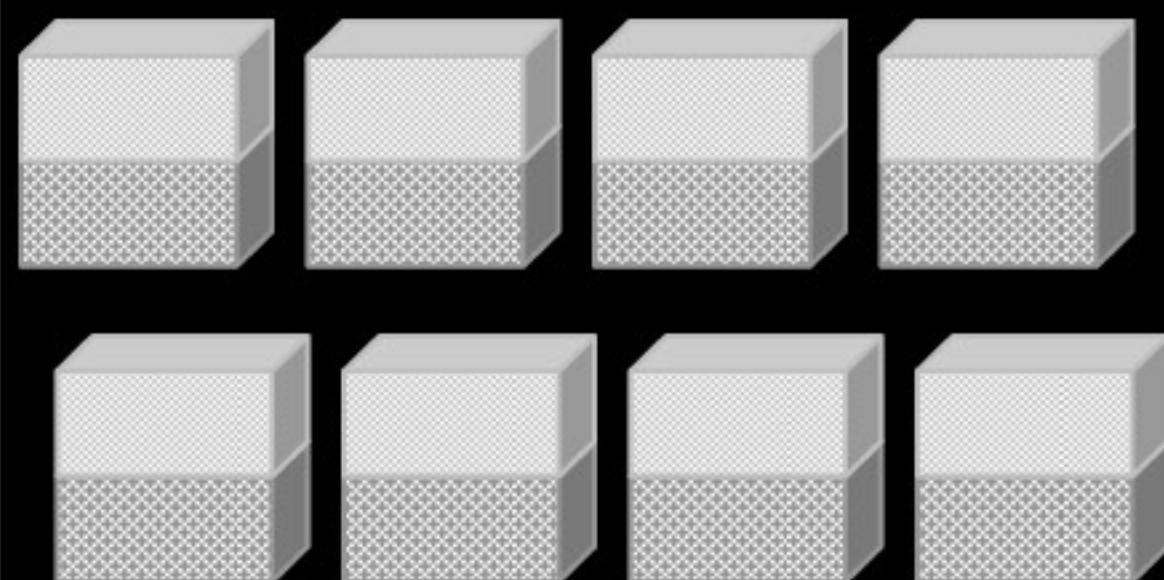
**10 ha** surface du terrain  
**573** logements  
**58** nbre de logts/ha  
**41 000 m<sup>2</sup>** SHON  
**0,41** densité bâtie  
**R+5** nbre de niveaux

**3,5 ha** surface du terrain  
**38** logements  
**11** nbre de logts/ha  
**4 200 m<sup>2</sup>** SHON  
**0,12** densité bâtie  
**R+1** nbre de niveaux

# COMPARAISON DES DENSITÉS PAR TYPE D'HABITAT

TYPE HABITAT	DENSITÉ BATTE/M <sup>2</sup>	NIVEAU	COEFFICIENT D'EMPRISE AU SOL
Habitat individuel	0,28	2,5	11 %
Habitat individuel bourg	0,54	2	27 %
Pav. entre-deux-guerres	0,58	2	29 %
Mixte habitat/artisanat	0,70	2,5	28 %
Grands ensembles	0,75	15	5 %
Maison de ville	1,00	2	50 %
Habitat coll. centre bourg	1,25	2,5	50 %
Hab. coll. plot type résidence	1,17	5	28 %
Hab. coll. récent R+5	1,80	6	30 %
Hab. coll. centre-ville	2,25	5	45 %
Hab. centre-ville récent	4,00	10	40 %
Hausmannien	4,00	6	75 %

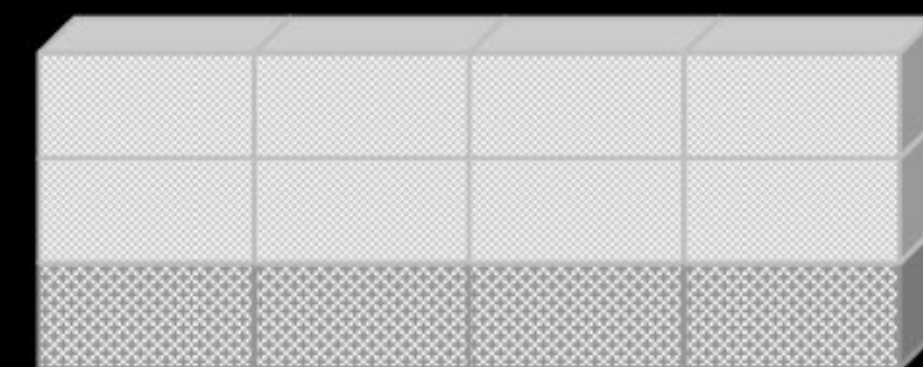
# Comparaison de l'impact environnemental de 8 unités de logements en fonction de la densité



**8 unités en maisons individuelles**  
(rez-de-chaussé + sous-sol)

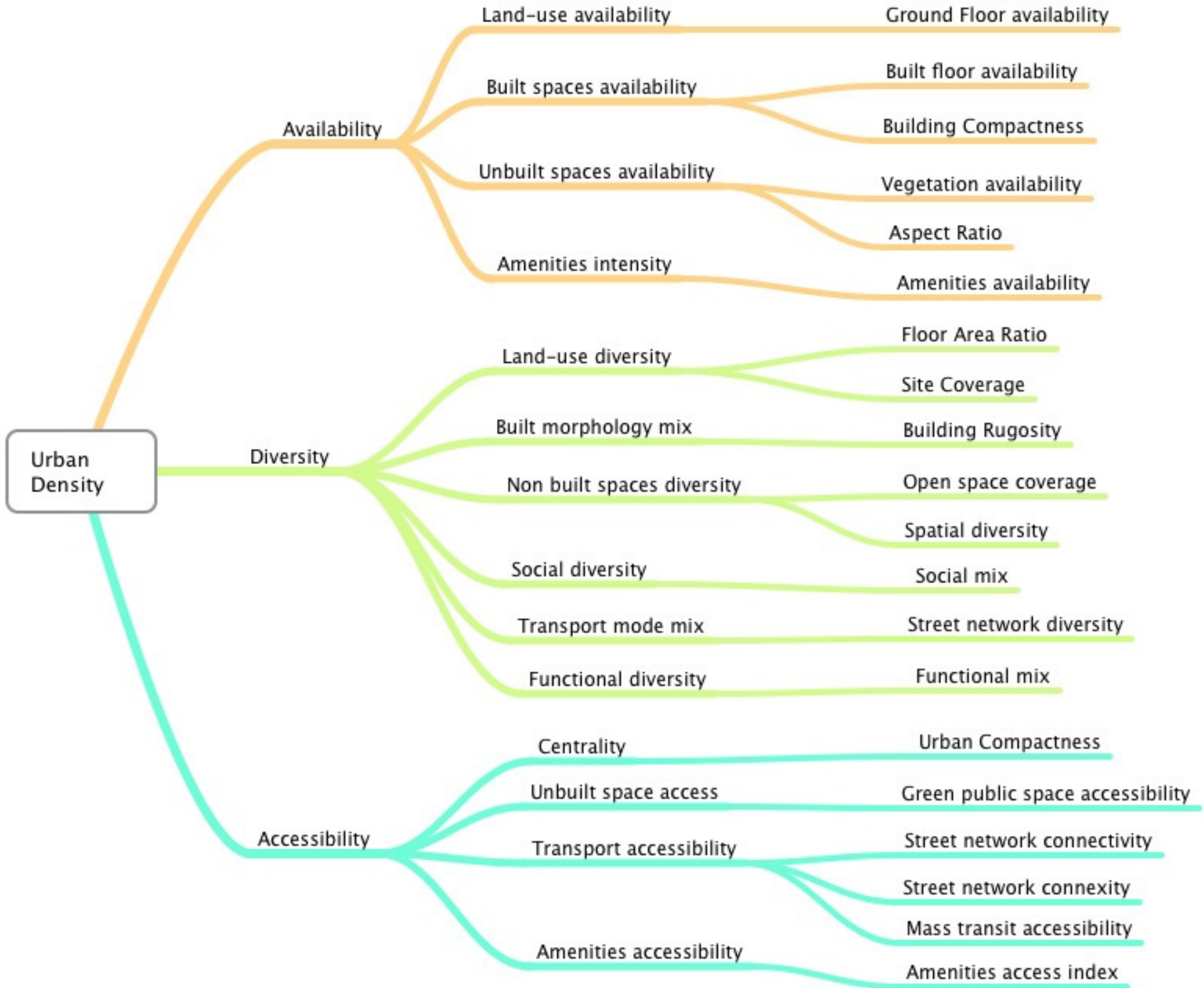


**8 unités en deux bandes de 4 maisons mitoyennes**  
(rez-de-chaussé + sous-sol)

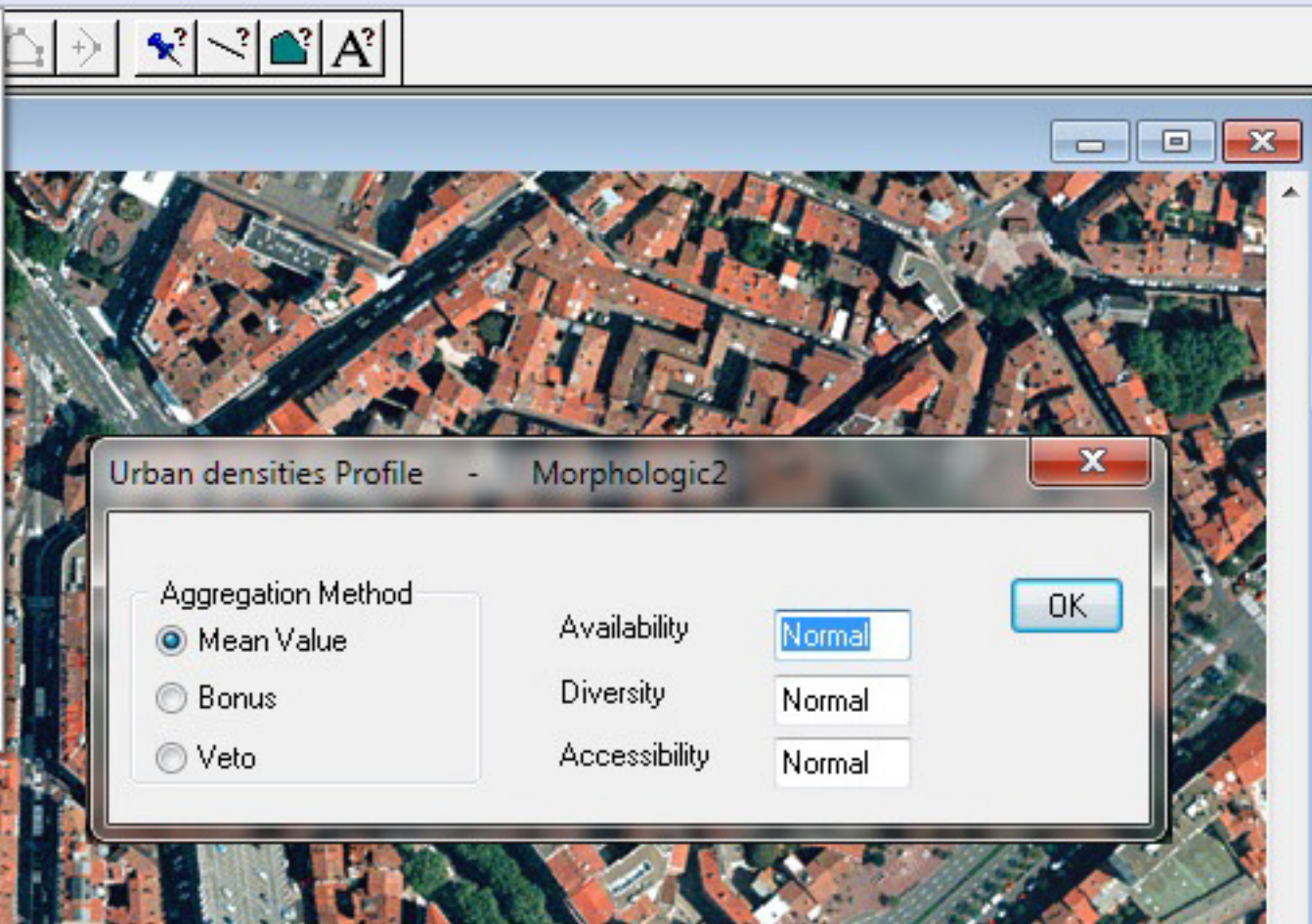


**8 unités en immeubles collectifs**  
(rez-de-chaussé + sous-sol)

<b>Emprise au sol</b>	<b>100 %</b>	<b>70 %</b>	<b>34 %</b>
<b>Surface d'enveloppe</b>	<b>100 %</b>	<b>74 %</b>	<b>35 %</b>
<b>Énergie de chauffage</b>	<b>100 %</b>	<b>89 %</b>	<b>68 %</b>
<b>Coût de construction</b>	<b>100 %</b>	<b>87 %</b>	<b>58 %</b>



- Ground Floor Availability
- Building Compactness
- Vegetation Availability
- Aspect Ratio
- Floor Area Ratio
- Rugosity
- Building height
- Building Density
- Parcel Density
- Public open space access
- Intersection Density
- Public Transportation access



- Availability
  - Ground Floor Availability
  - Built Floor Availability
  - Built Facade
  - Vegetation Availability
  - Sky View Availability
  - Amenities Availability
  - Availability Indicators
- Diversity
  - Site Coverage
  - Building Diversity
  - Open Space
  - Spatial Diversity
  - Social Mix
  - Street Network Diversity
  - Functionality
  - Diversity Indicators
- Accessibility
  - Centrality Index
  - Green Public Space Accessibility
  - Street Network Connectivity
  - Mass Transit Accessibility
  - Amenities Access Index
  - Accessibility Indicators

- Density Profile
  - Indicators aggregation
  - Density Profile

Urban Densities - Availability - Morphologic2

Urban Densities - Diversity - Morphologic2

	Value	Reference	Grade
Floor Area Ratio			
Site Coverage			
Building Rugosity			
Horizontal Porosity			
Spatial Diversity			
Social Mix			
Street Network Diversity			
Functional Mix			

	Value	Reference
Urban Compactness	0.81	2
Green Public Space Accessibility	1149	200
Street Network Connectivity	0.34	2
Street Network Connexity	33	50
Mass Transit Accessibility	855	300
Amenities Access Index	124	100

Multicriteria aggregation

	Value	Reference	Grade	Weighting	
Ground Floor Availability	41.1	15	Good	1	Availability
Built Floor Availability	41.4	35	Norm	1	
Building Compactness	5.07	10	Good	1	
Vegetation Availability	0	50	Worst	1	
Aspect Ratio	0.99	1	Norm	1	
Urban Amenities Availability	3.15	5	Norm	1	
Floor Area Ratio	1.865	2	Norm	1	Diversity
Site Coverage	0.505	0.35	Good	1	
Building Rugosity	9.3	5	Good	1	
Horizontal Porosity	0.411	0.35	Norm	1	
Spatial Diversity	0.539	0.25	Exc	1	
Social Mix	4.6	2	Good	1	
Street Network Diversity	0.52	0.2	Exc	1	Accessibility
Functional Mix	3.92	2	Good	1	
Urban Compactness	0.81	2	Good	1	
Green Public Space Accessibility	1149	200	Worst	1	
Street Network Connectivity	0.34	2	Bad	1	
Street Network Connexity	33	50	Bad	1	
Mass Transit Accessibility	855	300	Worst	1	
Amenities Access Index	124	100	Norm	1	

Main

Mo2

# 1) LA MORPHOLOGIE URBAINE

## Morphologie réticulaire : les densités urbaines



F f g Y U i ' X Y g ' f i Y g ' X U b g " Y E i U f h j Y f ' G h 9 h j Y b b Y { ' H c i ` c i g Y`

### Théorie des graphes :

Longueur des brins

Densité de rues, d'intersections

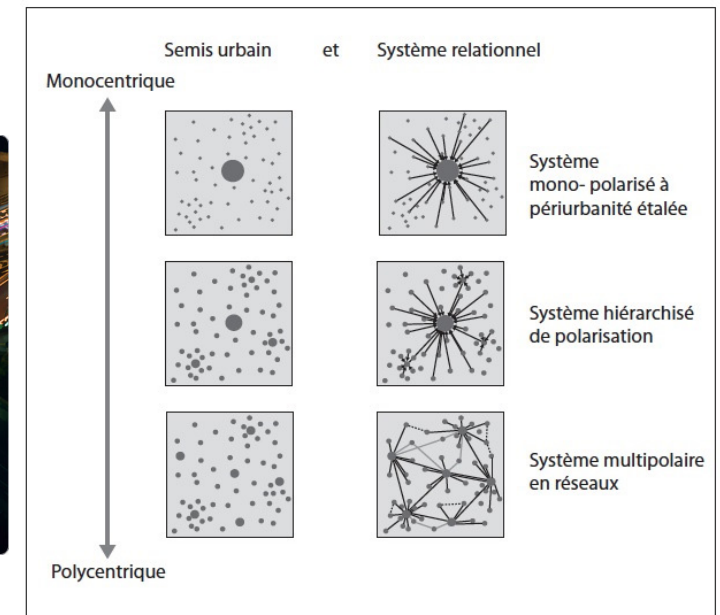
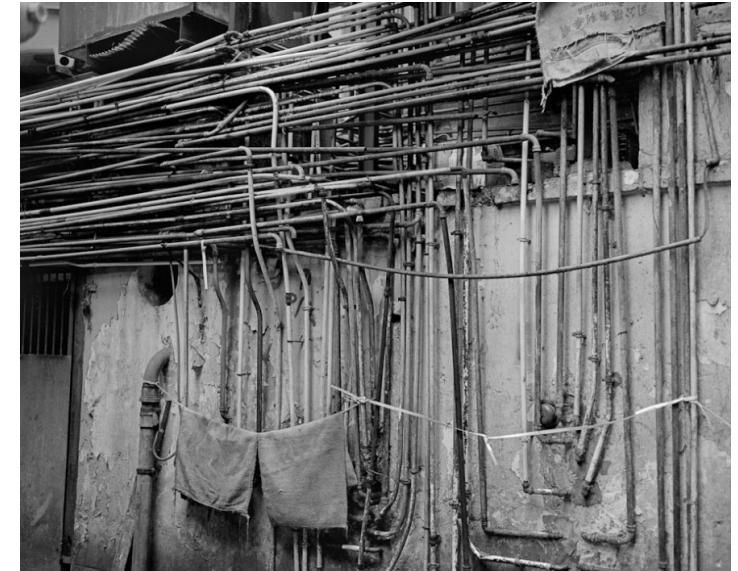
Sinuosité

Connectivité

Convexité

Nombre cyclomatique

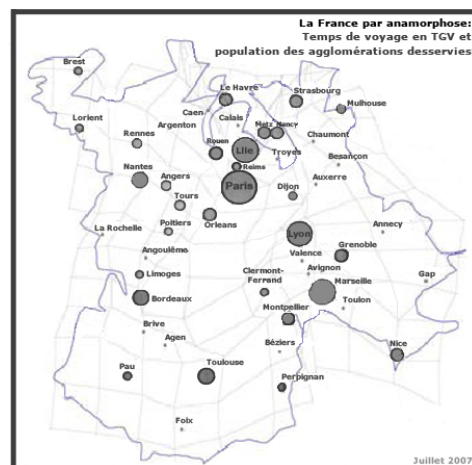
Algorithme du postier chinois





Ville hypermoderne : contraction du temps (avec la généralisation du mouvement) et dilatation de l'espace.

Chaque couleur 1 heure.



L'image de la ville européenne traditionnelle fait référence qui sait ne pas rompre avec son territoire, où le maillage des ressources permet la proximité des fonctions, où l'espace public assure toutes ses fonctions sans être envahi par les flux et les TC assurent la mobilité de tous, qui se renouvelle sans empiéter sur ses marges rurales.

Ville compacte, ville à portée de main, reconstruction de la ville sur elle-même, recherche de la mixité sociale et fonctionnelle, place aux modes doux et au partage de la voirie, cohérence entre urbanisme et transport (public) => Villes durables car solution de choix pour réduire la dépendance pétrolière et les émissions des GES, face aux stratégies assurantielles individuelles visant à l'accession aux marges de la ville.

Découplage entre activité économique, pétrole et GES par :

- ville des courtes distances, à portée de main, compacte (densité métrique, continuité du bâti), polycentrique, ville cohérente (panier d'emplois et de services à X minutes du lieu de résidence)
- orientation vers modes de transport doux ou TC ;
- baisse des émissions de chaque système de transport (par technique, exploitation des réseaux- lutte contre congestion, incitation à vitesses optimales- ou augmentation des taux d'occupation des véhicules.

Budget Energie Transport Newman et Kenworthy 1989, puis Budget Energie, environnement des déplacements.

Mais dérives importantes : déplacements longue distance pour habitants des centres villes plus importants que ceux des périphéries. Barbecue de fond de jardin contre tourisme aérien.



# RÉDUCTION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DANS LES TRANSPORTS.

Contexte : Densité, **Mobilité**

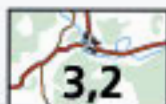
Réduire la mobilité

- 1) *Densité*
- 2) *Taille des villes*
- 3) *Forme des villes*
- 4) *Modèle urbanisme multipolaire*

Des transports économes en énergie

- 5) *Modes de Transport*
- 6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

## Nombre de déplacements par personne et par jour



-7%

dont ...à pied



0,7



-36%

...en vélo



0,1



-41%

...en transport public



0,3



+1%

...en voiture et  
2 roues motorisées



2,1



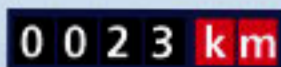
+23%

## Nombre de déplacements de moins de deux kilomètres



-31%

## Distance parcourue par jour



+32%

dont ...en voiture (km)



19



+49%

## Durée quotidienne des déplacements



0%

## Vitesse porte à porte des déplacements (km/h)



+32%

dont ...en voiture (km/h)



35



+18%

...en transport public (km/h)



19



+6%

...en vélo (km/h)



10



0%

*Déplacements de jour de semaine à moins de 80 km du domicile par personne de 6 ans et plus*

Evolution 1990- 2005

Tableau 6 : Taux de minéralisation des trois ensembles urbains

	Paris (Montholon, 9 <sup>e</sup> arrondissement)	Grand ensemble (Ris Orangis, Essonne)	Pavillonnaire (Parc de Sénart, Essonne)
C.O.S brut	3,2	0,63	0,23
Surface de voirie et de stationnement (m <sup>2</sup> / habitant)	2,54	10,64	20,86
Taux de motorisation par ménage (données 1995)	0,52	0,83	1,10

Données Paris : A.P.U.R,

Données Ris Orangis et Parc de Sénart : V. Fouchier, EPEVRY.

Source : V. Fouchier, *Les mesures de la densité. Application à l'Île-de-France et aux villes nouvelles*, EPEVRY, septembre 1995.

## Réduire la mobilité

*1) Densité*

*2) Taille des villes*

*3) Forme des villes*

*4) Modèle urbanisme multipolaire*

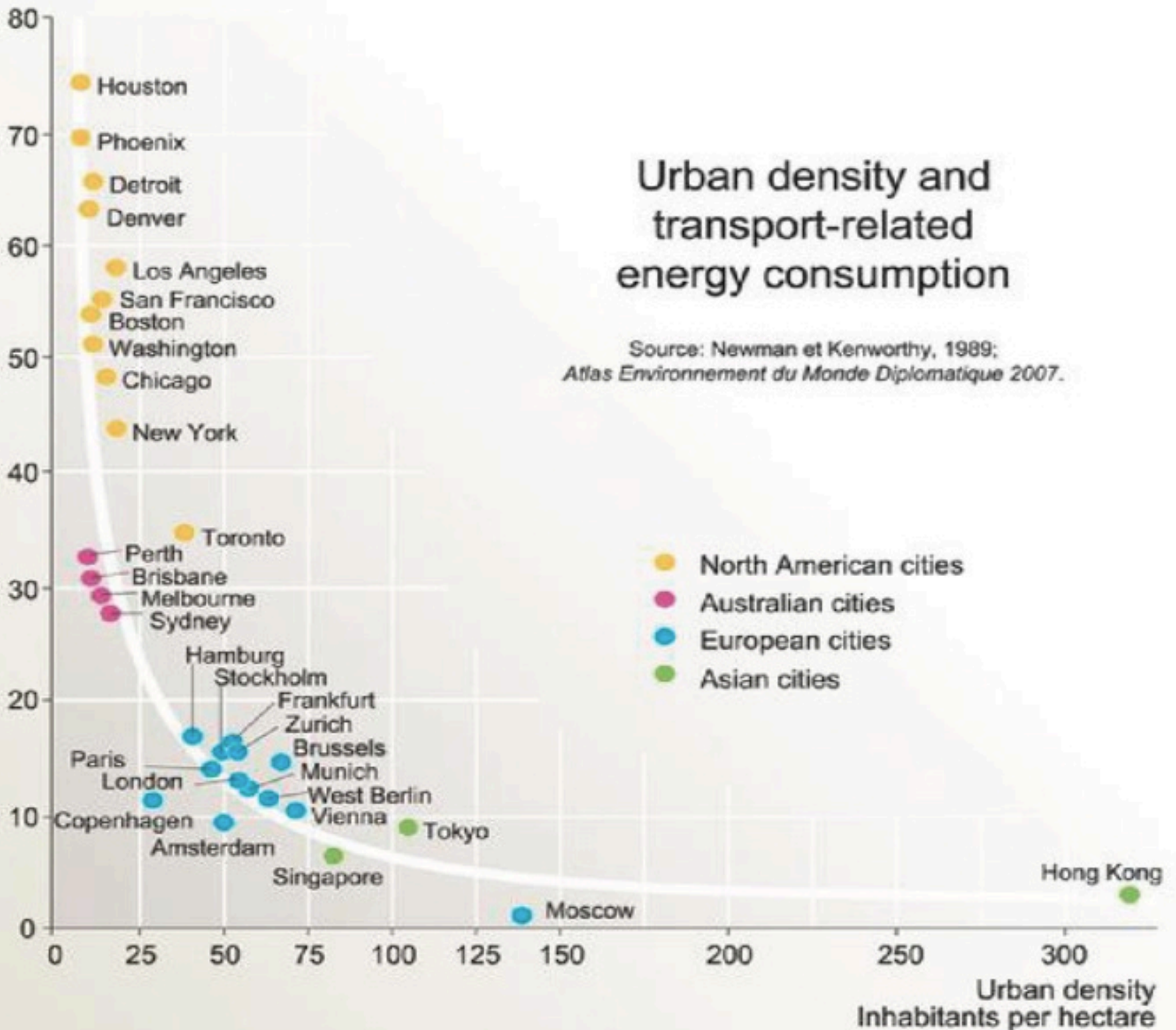
Des transports économes en énergie

*5) Modes de Transport*

*6) Technologies de l'Information et de la Communication*



Transport-related energy consumption  
Gigajoules per capita per year



Évolution de la densité urbaine et de l'usage des transports				
Métropoles	américaines	australiennes	européennes	asiatiques
Densités urbaines globales (habitants+emplois / ha)				
1970	25	22	102	260
1990	23	18	82	235
Évolution 70-90	-8 %	-18%	-20 %	-3 %
Distance domicile travail (km)				
1980	13	12	8,1	
1990	15	12,6	10	
Évolution 80-90	+15 %	+5 %	+23 %	
Usage de l'automobile (km/an/pers)				
1980	8.800	5.800	3.500	900
1990	10.900	6.500	4.500	1.500
Évolution 80-90	+24 %	+12 %	+29 %	+67 %

Aires métropolitaines à faible densité prédominance quasi absolue de l'automobile.

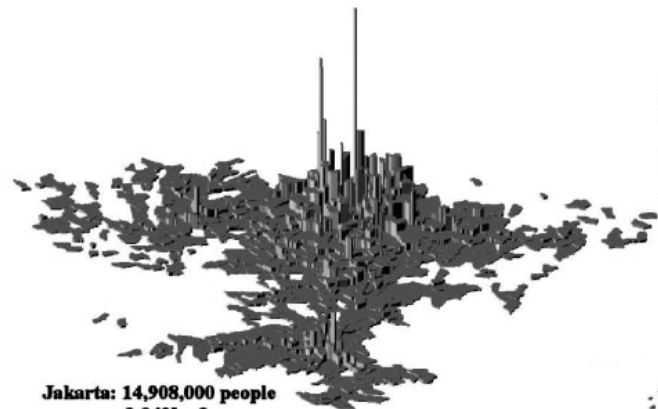
Métropoles à fortes densité répartition tri modale équilibrée et avantage pour TC.

Mais critiques liées à l'analyse de la densité moyenne seule => obsession de la densité (Breheny) : non prise en compte de la distribution spatiale des activités et des ménages...

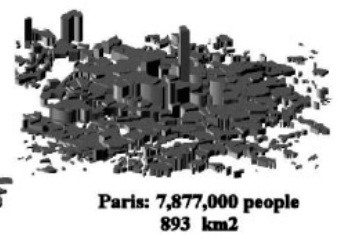
Bertaud : la manière dont sont distribués les populations, l'emploi et les déplacements au sein de l'air urbaine sont bien plus importants que densité. Deux paramètres critiques : la distribution spatiale de la population, la distribution spatiale des déplacements effectués par les personnes quand elles vont de leur domicile vers activités productives ou sociales.

Analyse d'un objet 3D : XY ville, Z densité de population (habitant+emploi)





**Jakarta: 14,908,000 people**  
2,942 km<sup>2</sup>



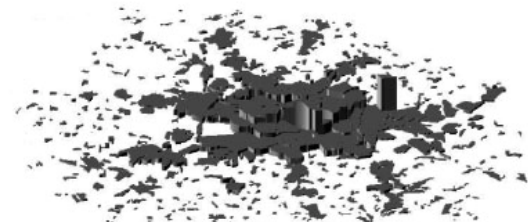
**Paris: 7,877,000 people**  
893 km<sup>2</sup>



**Moscow: 8,543,000 people**  
470 km<sup>2</sup>



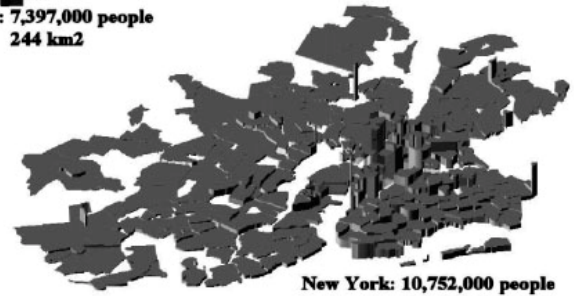
**Shanghai: 7,397,000 people**  
244 km<sup>2</sup>



**Berlin: 4,212,000 people**  
1,176 km<sup>2</sup>

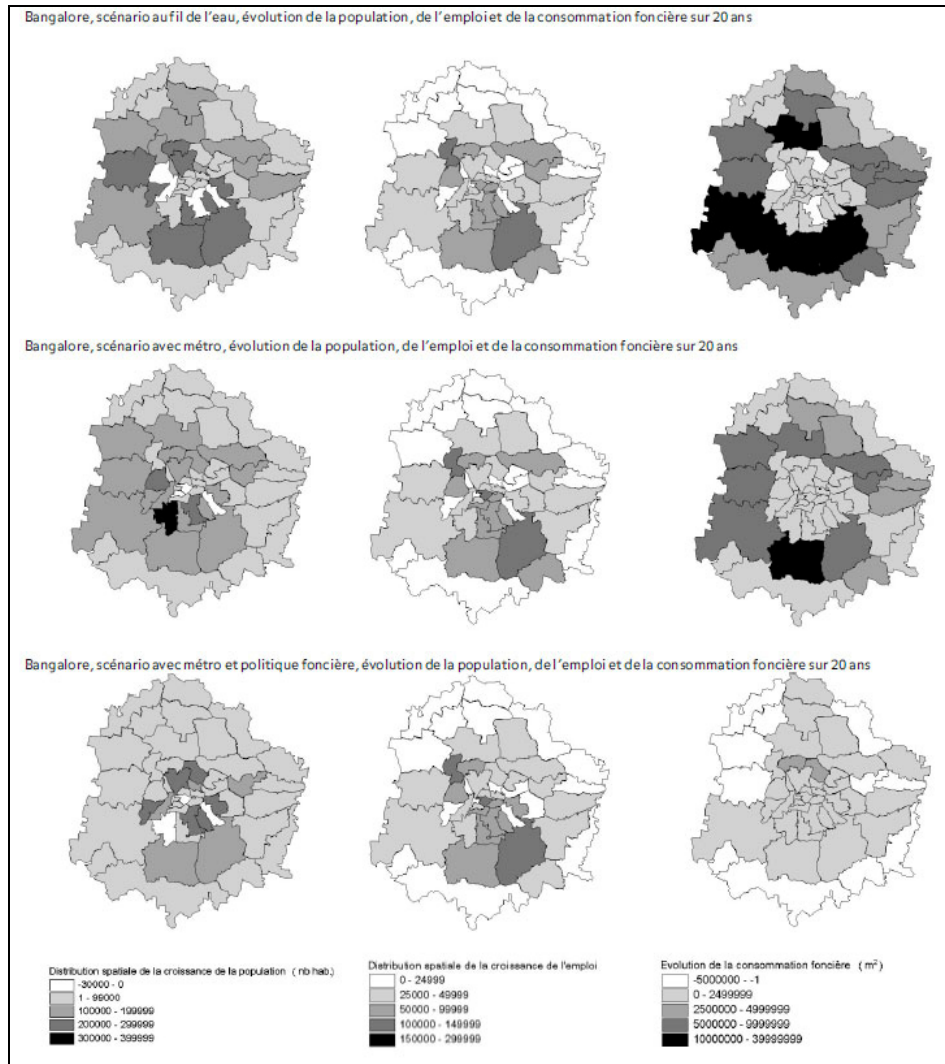


**London: 6,626,000 people**  
1,062 km<sup>2</sup>

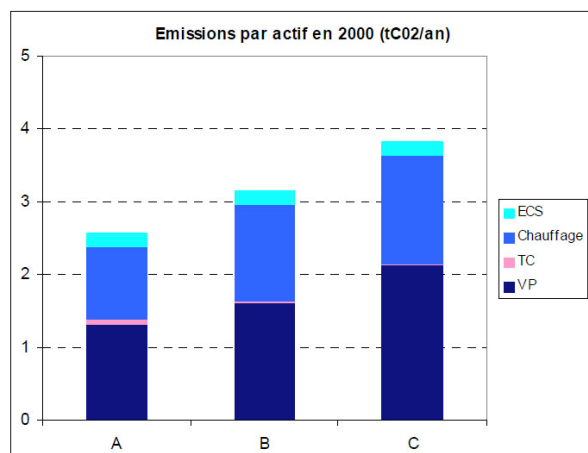


**New York: 10,752,000 people**  
2,674 km<sup>2</sup>





Comparaison scénario BAU « business as usual », avec scénario Métro et Métro+



Scénario A : centre d'agglomération dense à moins de 10 kms du centre,

Scénario B : communes périphériques moyennement denses

Scénario C : zones rurales ou communes peu denses.

Trois paramètres croissent du centre à la périphérie : la surface habitable, les distances totales parcourues et la part modale de la voiture particulière.

Un effort sur le bâti de 60kWh/m2/an (RT2005-> Label Habitat Passif) annihilé par 20km par jour de VP utilisée 340j/an à 180gCo2/km (moyenne parc français)

Poids de la mobilité longue distance fortement croissant avec le revenu.

#### Pistes d'action dans les transports :

- amélioration des techniques existantes (carburants de synthèse, véhicules hybrides...),
- services TC performants (dans zones périurbaines pas d'autres alternatives à voiture, et voiture avec 3 passagers équivalente à bus -80g Co2 / passager-km=> minibus, taxi collectif, covoiturage...),
- actions sur comportement des usagers (signal prix par taxe carbone – CCE Contribution Climat energie à 32 € la tonne puis 15 €-> 4 c/litre à la pompe -, mécanisme de quotas).

## Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

3) *Forme des villes*

4) *Modèle urbanisme multipolaire*

## Des transports économes en énergie

5) *Modes de Transport*

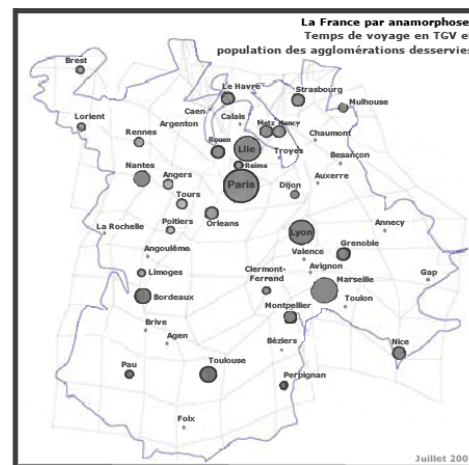
6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

<b>Londres</b>	<b>Ville &gt; 25 000</b>	<b>Petite Ville &gt;3 000</b>	<b>Rural &lt;3 000</b>	<b>Moyenne</b>
<b>249</b>	<b>234</b>	<b>308</b>	<b>384</b>	<b>269</b>

*Consommation énergétique par personne et par semaine (MJ), d'après Banister, 1991*

Ville hypermoderne : contraction du temps (avec la généralisation du mouvement) et dilatation de l'espace.

Chaque couleur 1 heure.



L

Mais dérives importantes : déplacements longue distance pour habitants des centres villes plus importants que ceux des périphéries. Barbecue de fond de jardin contre tourisme aérien.

## Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

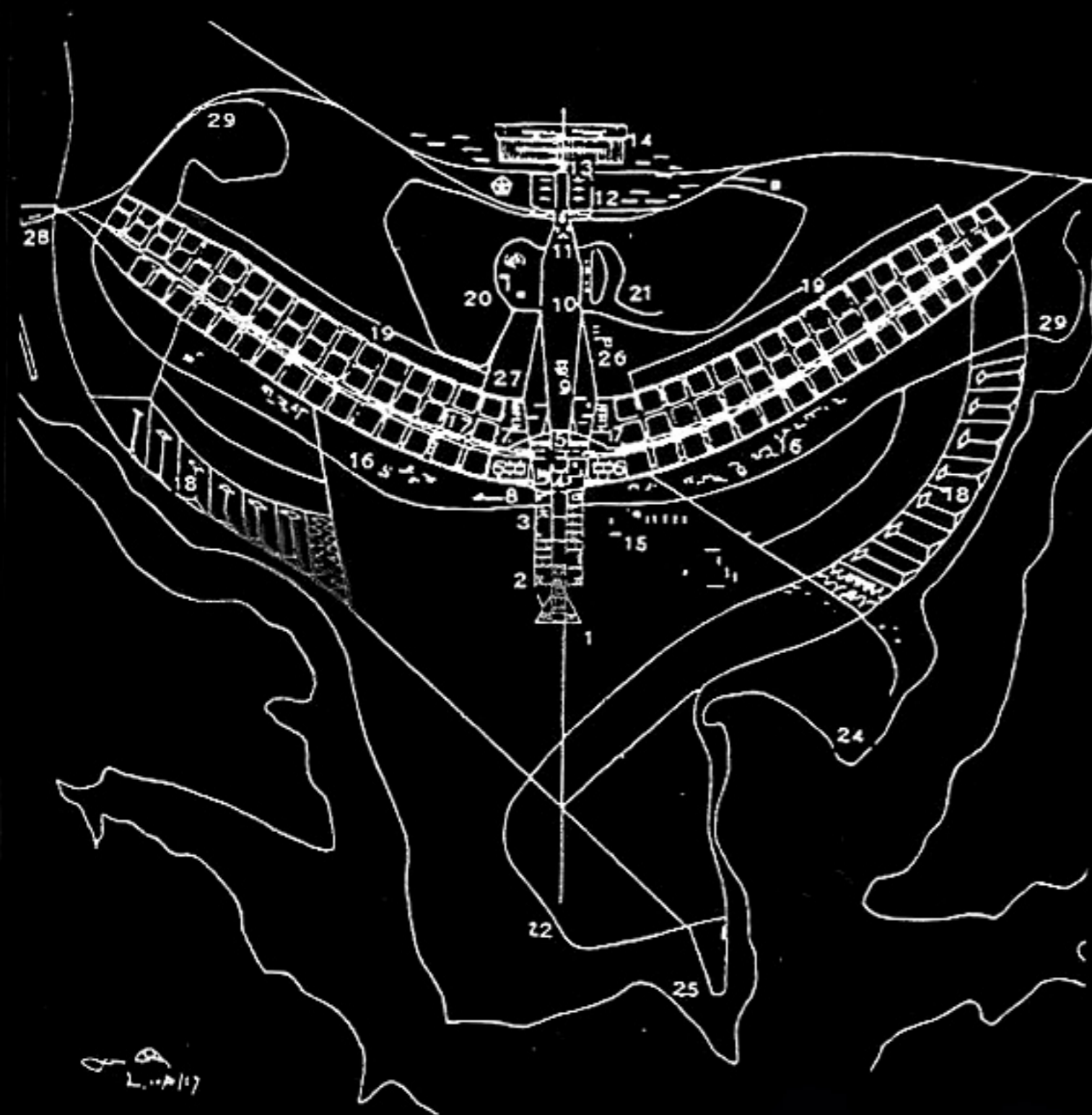
3) *Forme des villes*

4) *Modèle urbanisme multipolaire*

## Des transports économes en énergie

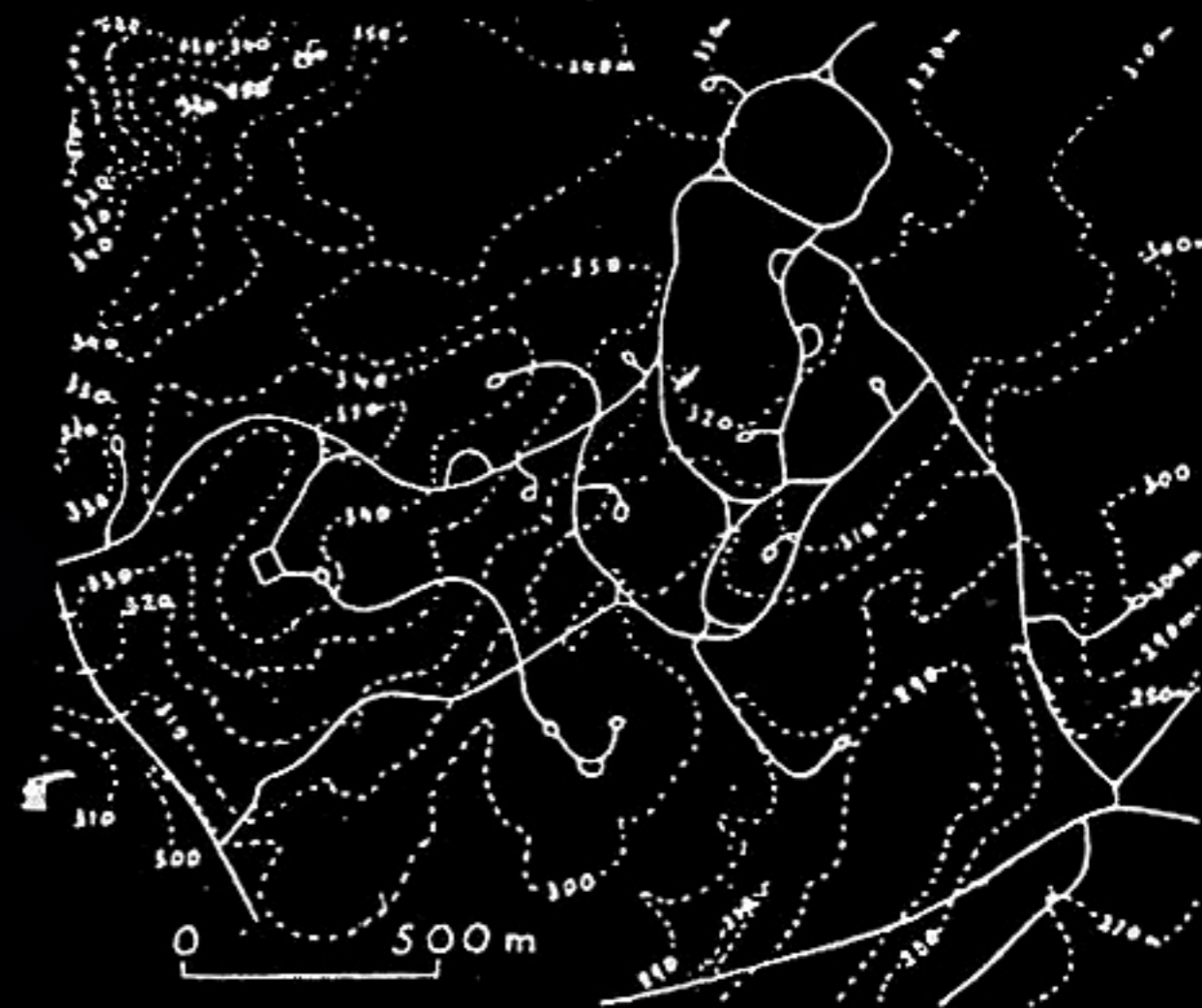
5) *Modes de Transport*

6) *Technologies de l'Information et de la Communication*



BRASILIA.

Plan de Lucio Costa, 1956. Plan symbolique



- NORRIS (1935).

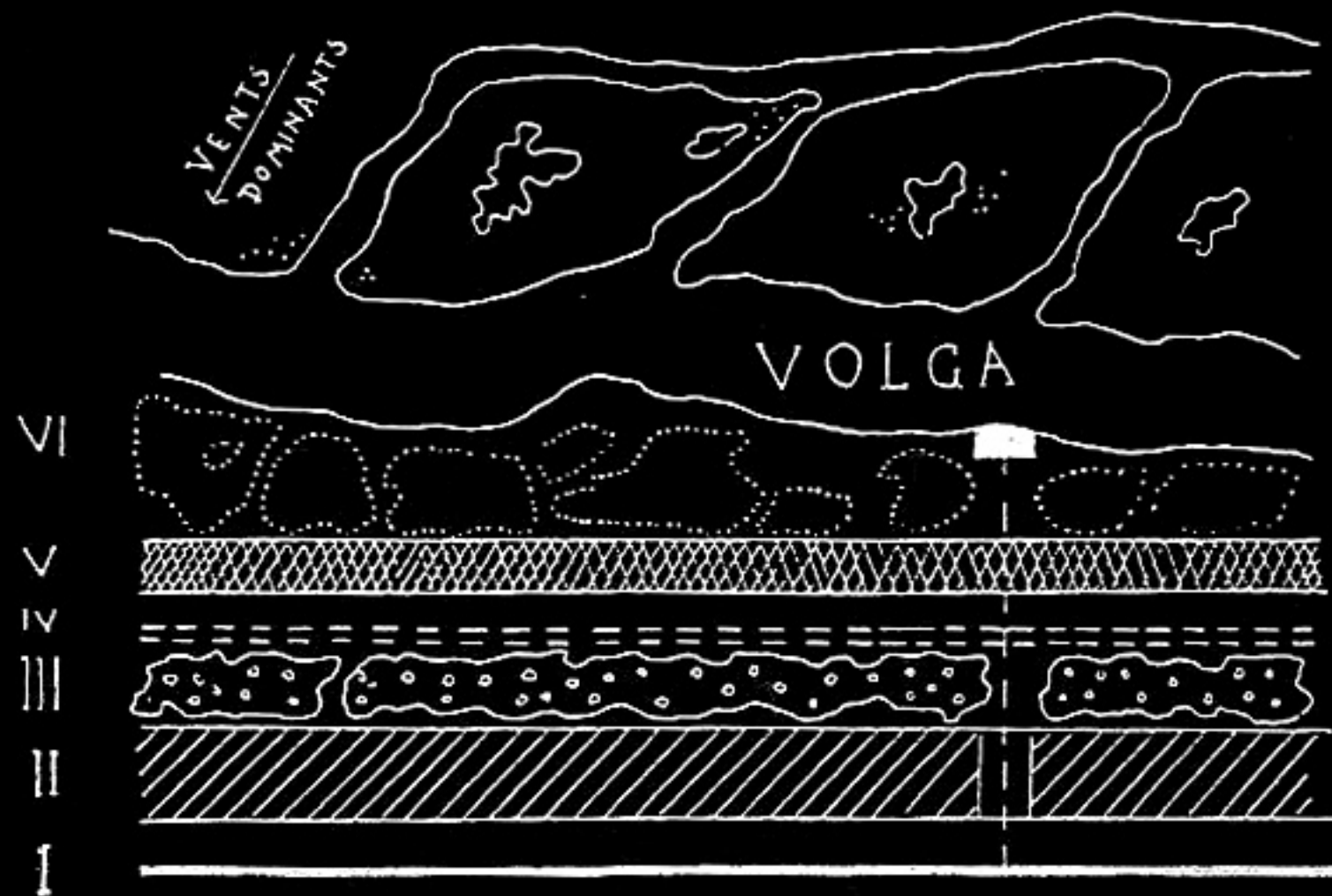
Une des villes nouvelles créées pour l'aménagement de la vallée du Tennessee. Plan souple.





CANBERRA.

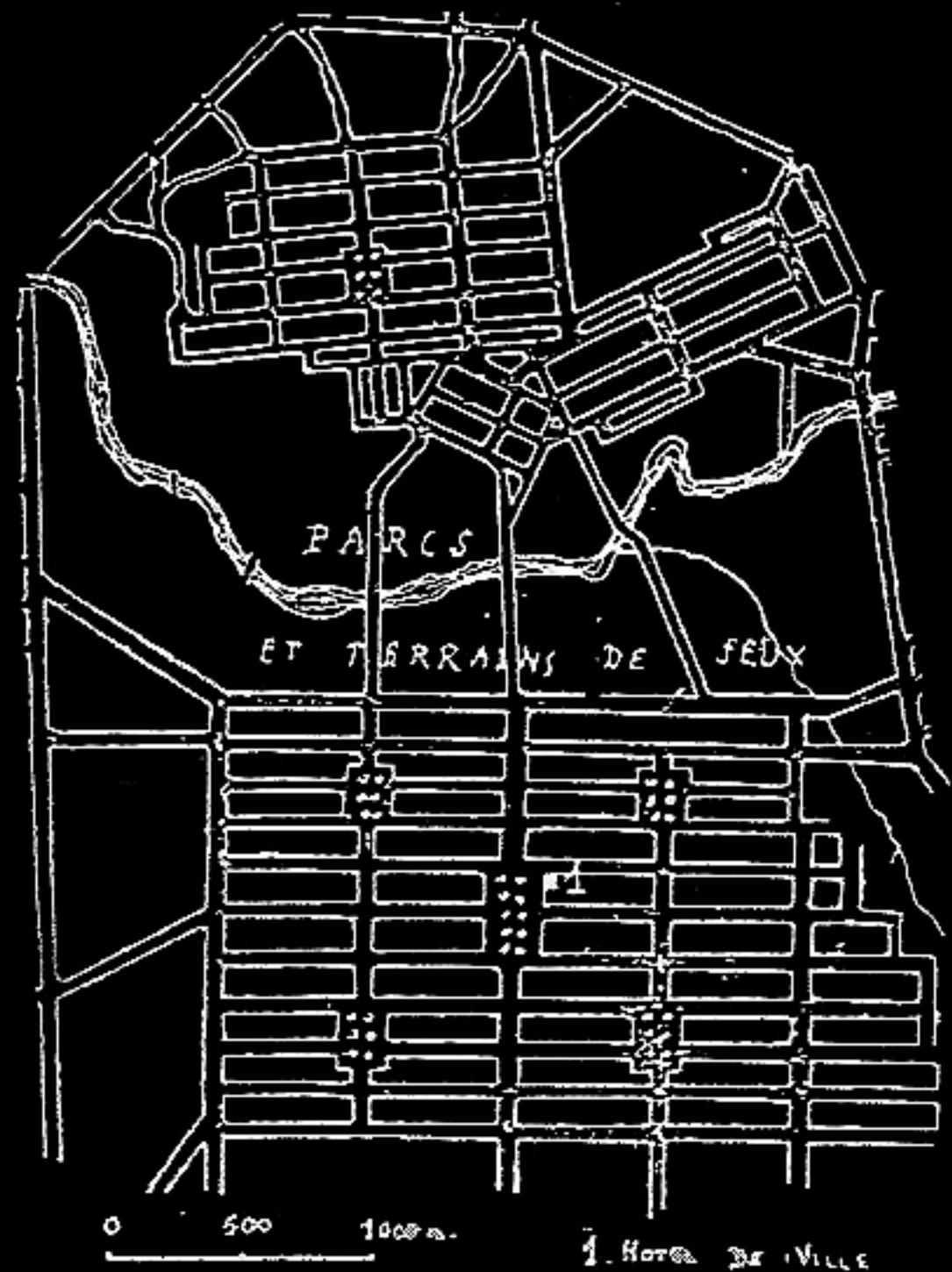
Plan de Griffiths, primé en 1911.  
Plan formé d'une série d'éléments radio-concentriques.



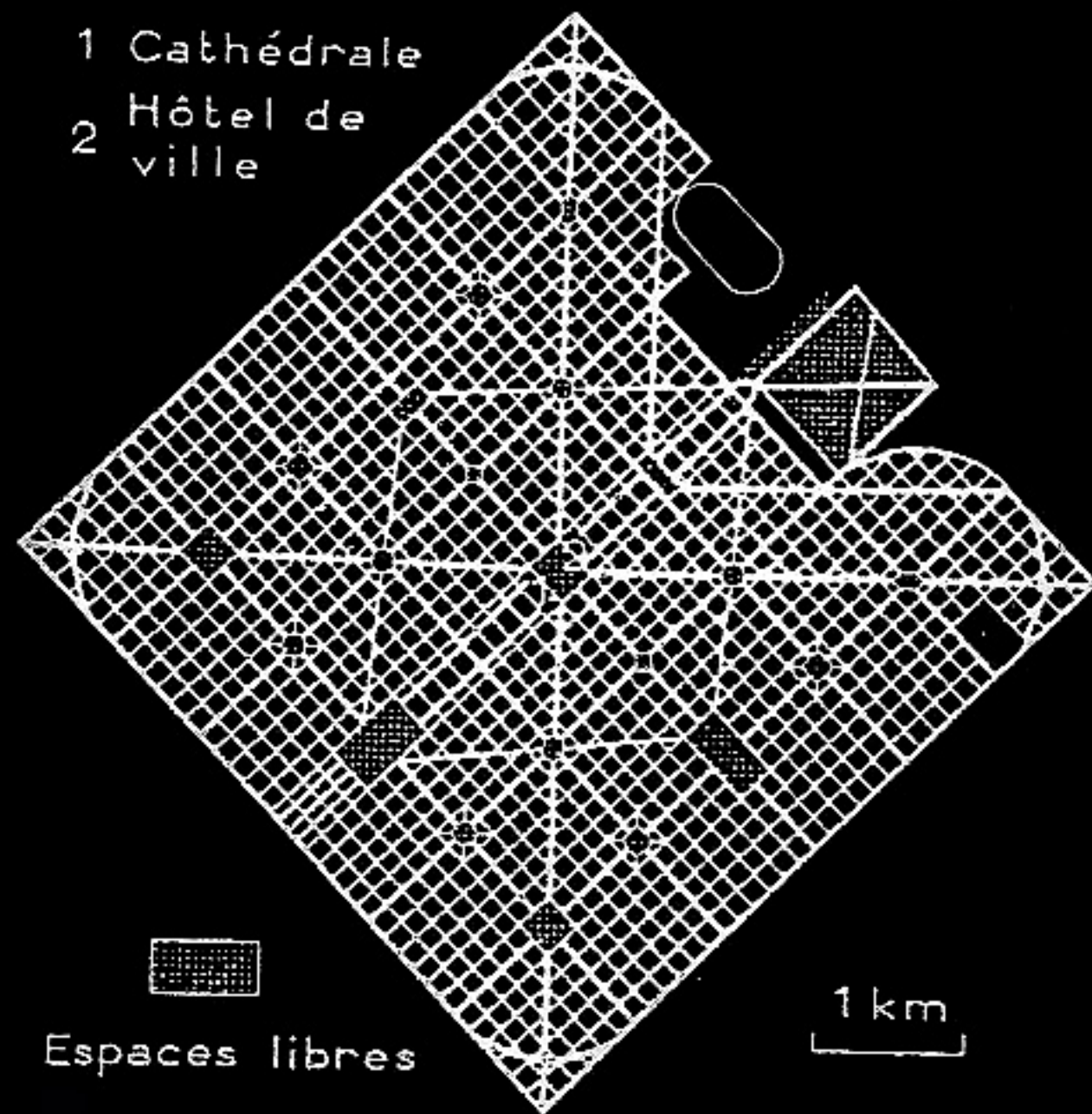
STALINGRAD.

Coupe d'une cité linéaire composée d'une série d'éléments parallèles s'allongeant sur cinquante kilomètres.

I. Chemin de fer. — II. Usines. — III. Zone verte. — IV. Passage. — V. Habitations. — VI. Parcs.

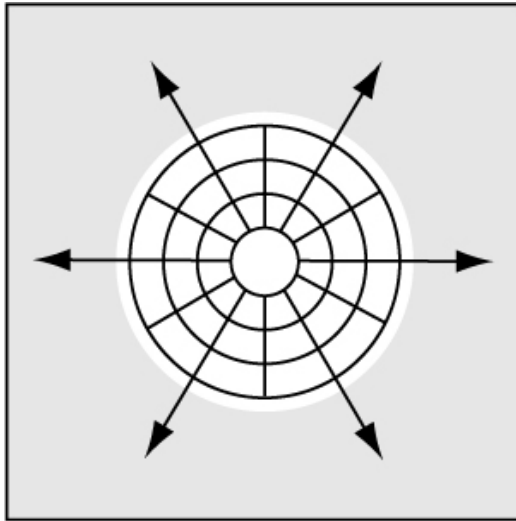


ADÉLAIDE (1837).

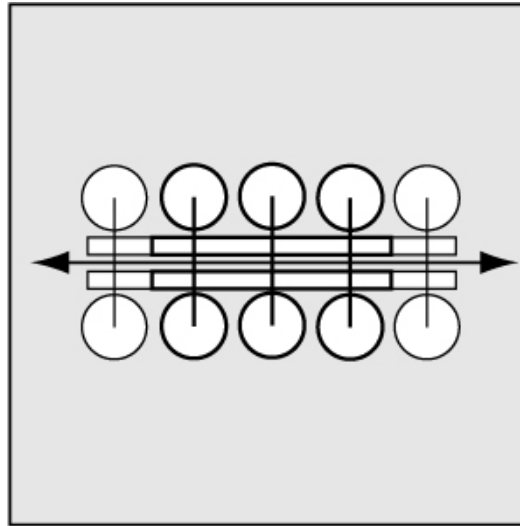


LA PLATA.

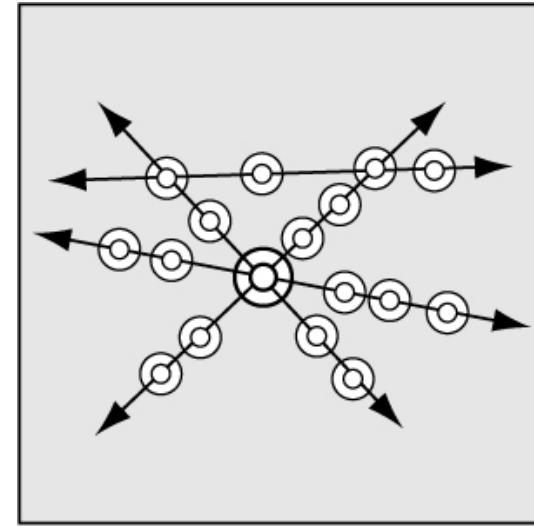
Type de quadrillage avec diagonales.



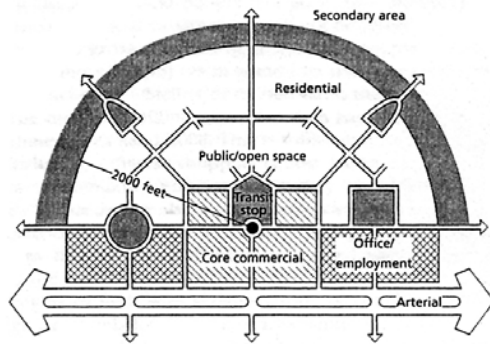
VILLE RADIALE



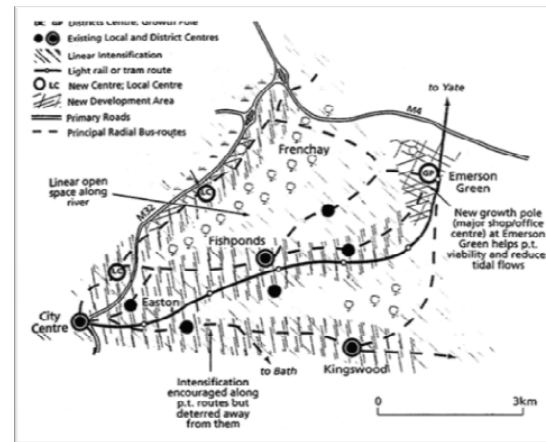
VILLE LINEAIRE



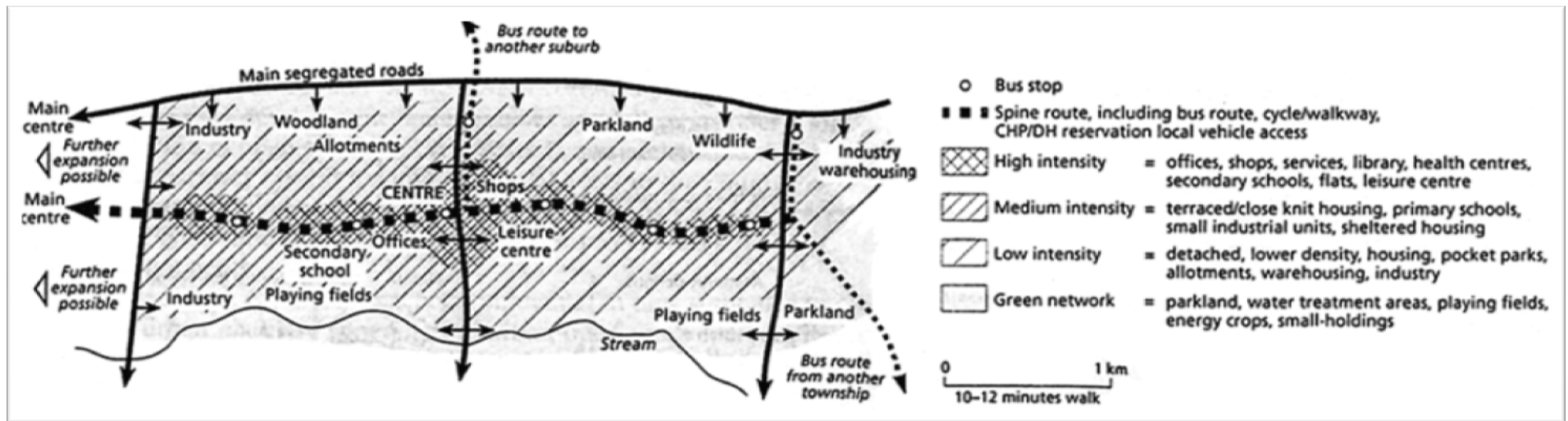
VILLE POLYCENTRIQUE



QUARTIER CONCENTRIQUE



DENSIFICATION EN DOIGT DE GANT



EXEMPLE DE DENSIFICATION URBAINE AUTOUR D'UN AXE DE TRANSPORT

## Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

3) *Forme des villes*

4) *Modèle urbanisme multipolaire*

## Des transports économes en énergie

5) *Modes de Transport*

6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

Temps de transport moyen par individu (Zahavi en 1957) globalement identique quelque soit la taille et le niveau de développement de l'agglomération : une par jour qu'on se déplace à pied dans les villages africains ou en voiture dans les villes américaines.

⇒ Définir la limite de la ville par une dimension temporelle. Limites de la ville dépendent des vitesses praticables selon les systèmes de transport. Systèmes plus rapides, ville plus étale.

Part du budget des ménages attribuée aux déplacements fixe (environ 10%- Zahavi en 1980) , donc si revenu en augmentation sous effet de la croissance économique, croissance des dépenses de transport.

Trois indicateurs :

- La densité humaine (population + emplois),
- La mixité fonctionnelle (diversité des activités) difficilement mesurable sauf par gradient de densité à la périphérie qui permet de définir le poids du centre et indirectement la mixité des activités,
- Le design urbain (normes architecturales et urbanistiques qui visent à harmoniser le mobile et l'immobile au sein de l'espace urbain : forte influence sur la gestion des flux) : approché par coefficient d'occupation des sols.

Trois formes de villes pour trois modes de transport : ville piétonne (et des modes doux), ville des TC, et ville de la voiture particulière :

La ville piétonne, jusqu'au XIX<sup>e</sup>

$v=5\text{km/h}$ , 150 à 700 hab/Ha, gradient de densité fort, mixité de l'usage des sols, rues étroites.

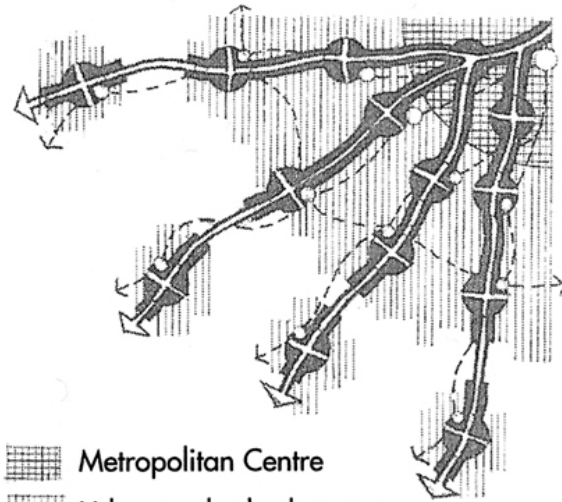
La ville des TC apparue entre 1860 et 1940 (rail urbain et bicyclette)







$V=10\text{-}20\text{km/h}$ , 50 à 100 hab/Ha, zones résidentielles et d'activités échelonnées le long des voies, gradient de densité plus faible, activités polarisées dans des centres secondaires.

La ville automobile, après seconde guerre mondiale, généralisation de la motorisation individuelle et l'investissement dans les infrastructures,

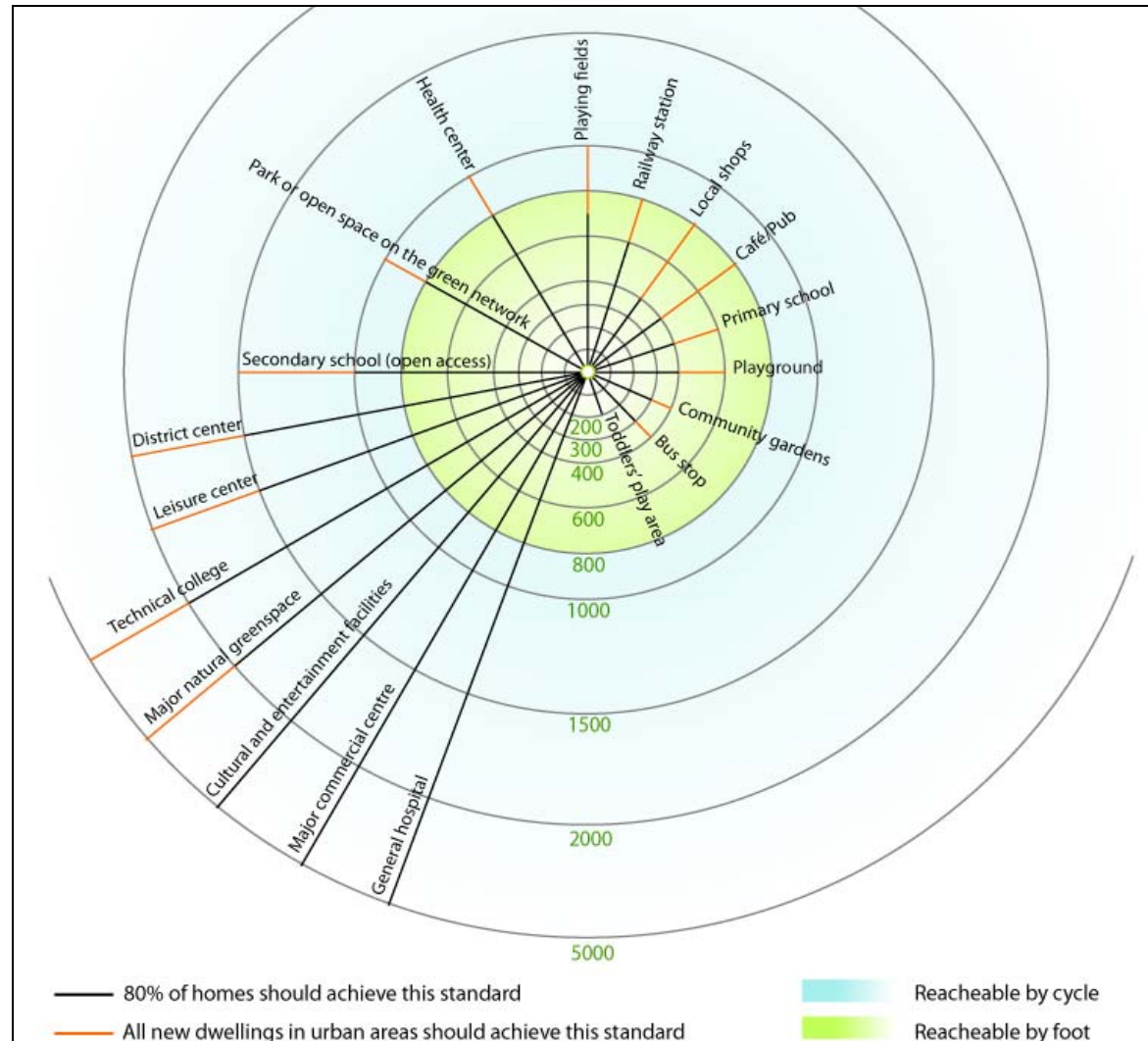
$V= 30\text{à }50\text{ km/h}$ , 10 à 20 hab/Ha, Etalement dans rayon de 50kms, très peu de mixité, forte ségrégation des activités dans l'espace ne permettant l'utilisation des modes les plus lents. TC marginalisés destinés à population pauvre, enfants, personnes âgées.

Politique d'usage des sols pour diminuer la consommation d'espace et d'énergie. La ré-urbanisation : augmentation de l'intensité des activités urbaines au sein de l'aire urbaine actuelle.



-  Metropolitan Centre
-  Urban and suburban areas
-  Walkable communities 800m around town centres
-  Higher density along road links
-  Rail links
-  Transport interchange

EXTENSION POLYCENTRIQUE HYBRIDE



Suggestions de distances pour accéder aux différents services locaux

Source Sustainable communities



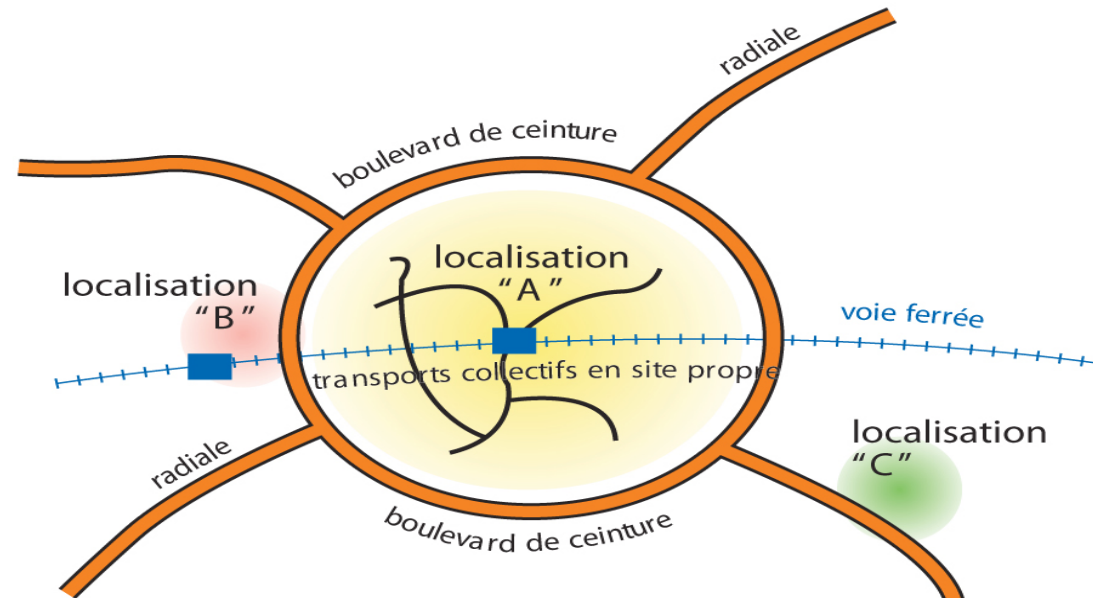
## Hiérarchisation de l'accessibilité au territoire et profil de mobilité des entreprises (NL)

**Sites A:** sites très accessibles grâce aux transports publics. Ils sont généralement situés à proximité des gares ou des nœuds de transports publics importants et tendent à se trouver dans les centres;

**Sites B:** sites «intermédiaires» combinant une bonne desserte automobile avec une bonne desserte en transports publics;

**Sites C:** sites à très bonne desserte par la route, c'est-à-dire situés à proximité de jonctions d'autoroute, souvent situés à la périphérie des centres;

	Type A	Type B	Type C
Intensité d'emploi	Forte	Moyenne	Faible
Dépendance à l'automobile pour les déplacements professionnels	Faible	Moyenne	Forte
Densité de visiteurs	Forte	Moyenne	Faible
Dépendance au transport routier de marchandises	Faible	Moyenne	Forte
Exemples d'entreprise	Bureaux, services, équipements collectifs	Manufactures, hôpitaux	Industrie, transport



## Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

3) *Forme des villes*

4) *Modèle urbanisme multipolaire*

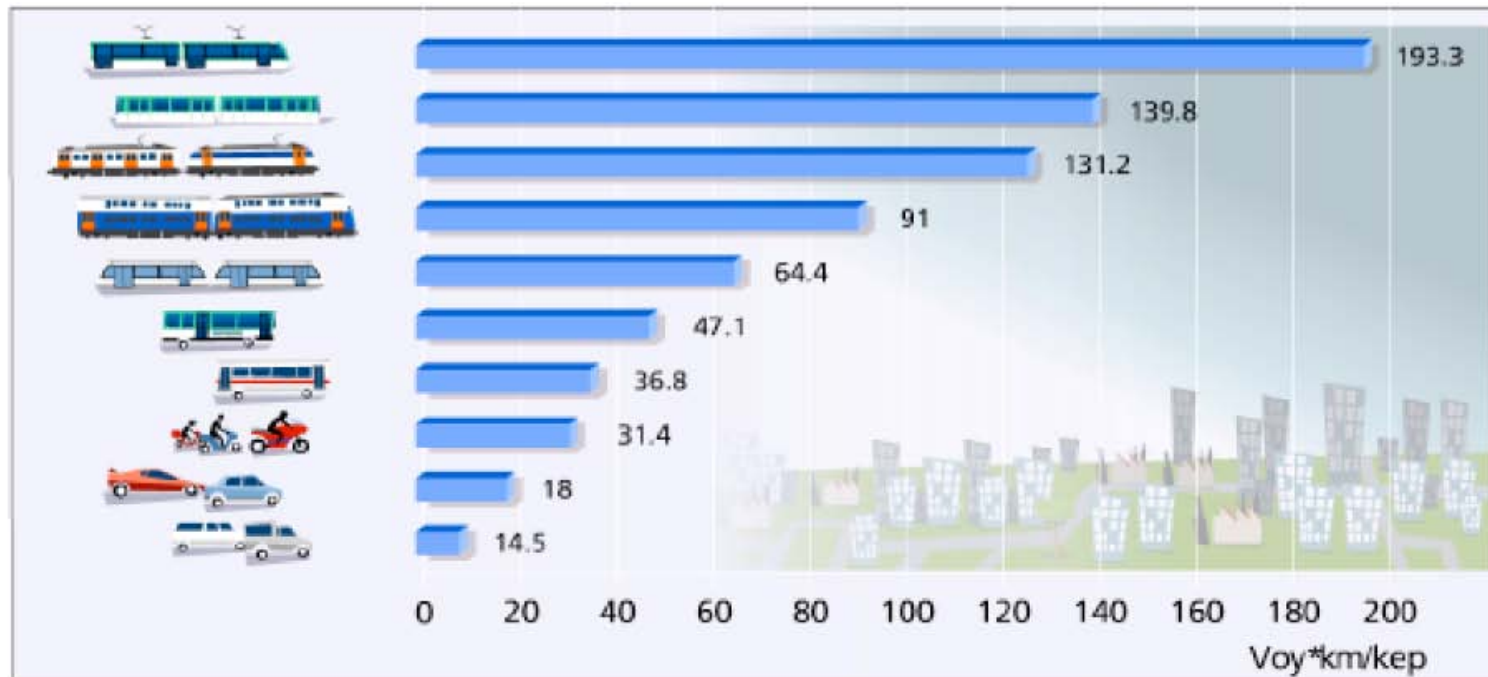
## Des transports économes en énergie

5) *Modes de Transport*

6) *Technologies de l'Information et de la Communication*

# Efficacités énergétiques :

transport urbain de voyageurs

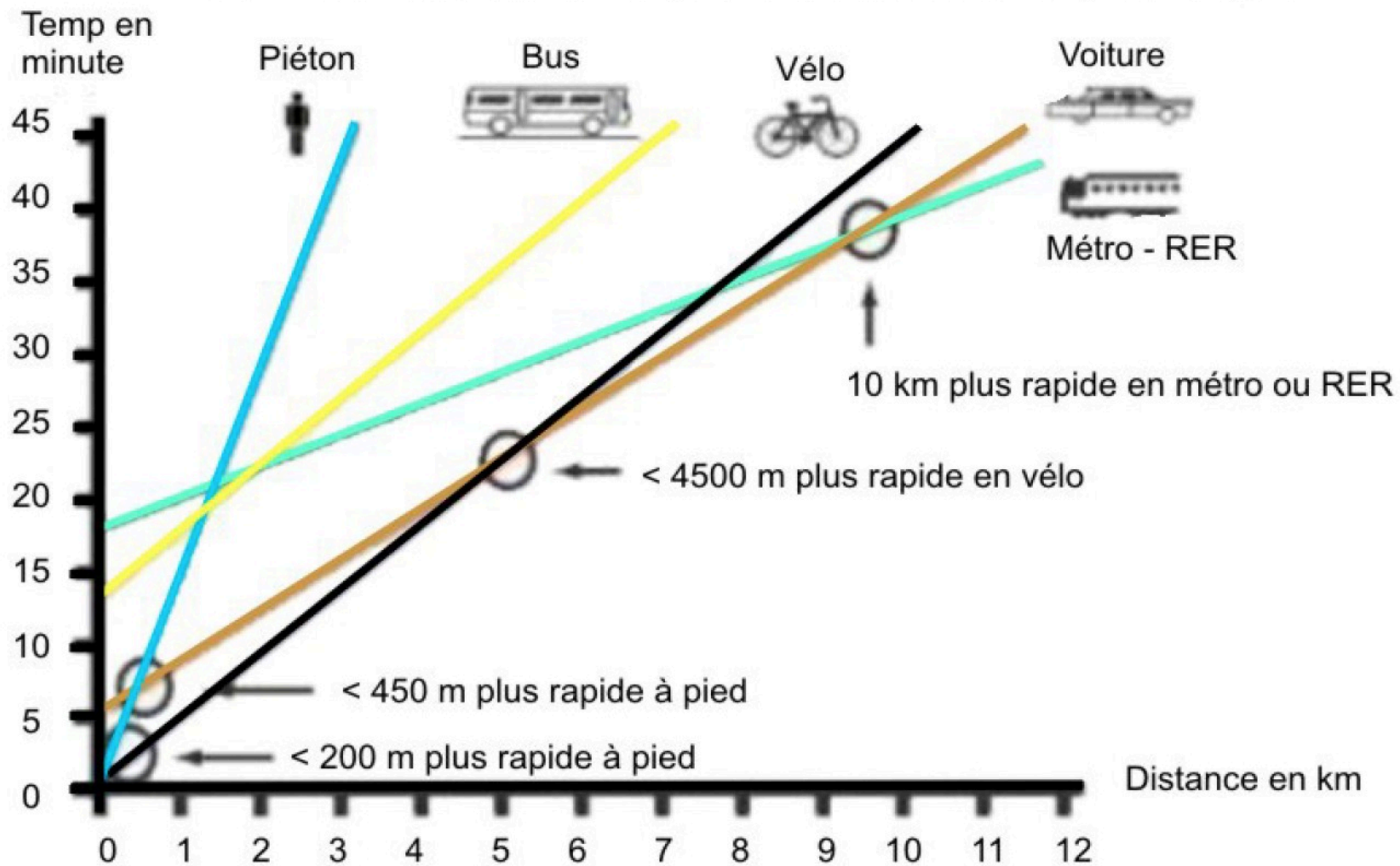


Bilan de l'efficacité énergétique par type de transport.

Source Ademe

# Temp de déplacement

## Différent modes de transport en zone urbaine "porte à porte"



Source: J. Whitelegg. *Transport for a Sustainable Future - Case for Europe*

## Classement des moyens de Déplacement selon le critère du couple distances-temps "raisonnable"

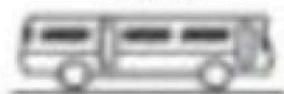
Piéton



Vélo



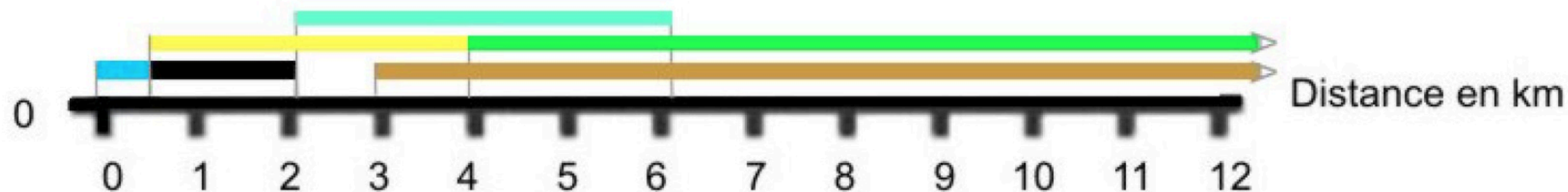
Bus



Métro - RER



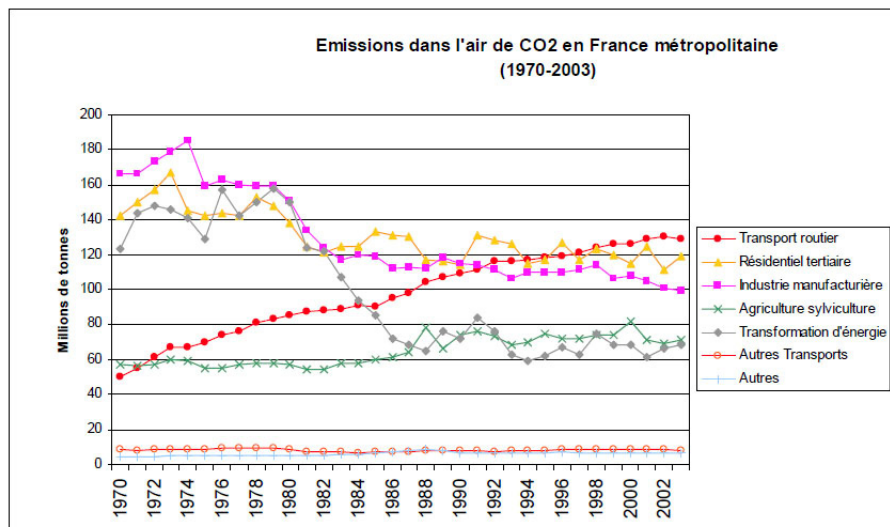
Voiture



Articulation de la localisation des activités et des logements avec le système de déplacements, variable d'ajustement pour une société plus neutre en carbone.  
 Comparaison des différentes formes urbaines et de leur capacité à contribuer aux besoins énergétiques par la solarisation des toitures.  
 Rôle central des collectivités pour une gestion appropriée de l'énergie, de l'eau et des déchets.

Dans le parc résidentiel existant, une maison individuelle consomme de 10% à 50% plus pour le chauffage qu'un logement en immeuble collectif par unité de surface habitable.

Impact des déplacements générés par le choix de la localisation est préoccupant. Entre 1970 et 2003, industrie -37%, de la transformation de l'énergie (-43%), du résidentiel-tertiaire (-22,5%), transports +150%.



Pourquoi ? Distances totales parcourues en VP ont augmenté de 45% en 15 ans de 1988 à 2003.

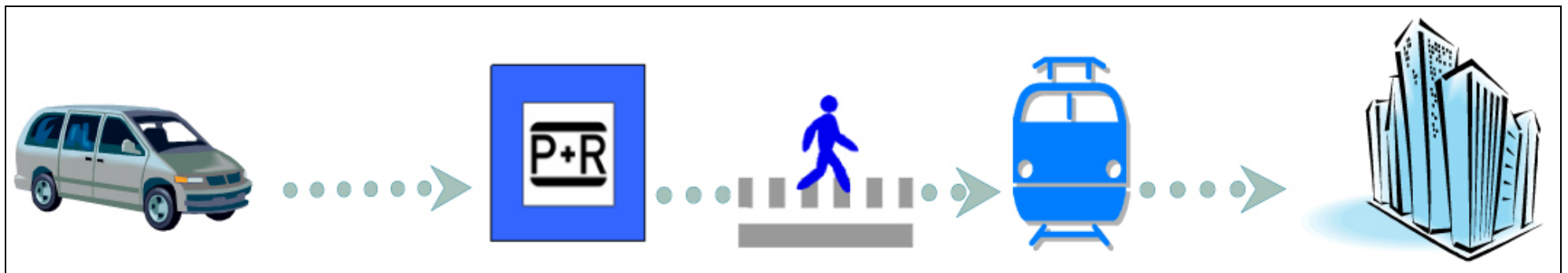


Illustration des changements de modes de transports lors d'un déplacement

Source CERTU

## Réduire la mobilité

1) *Densité*

2) *Taille des villes*

3) *Forme des villes*

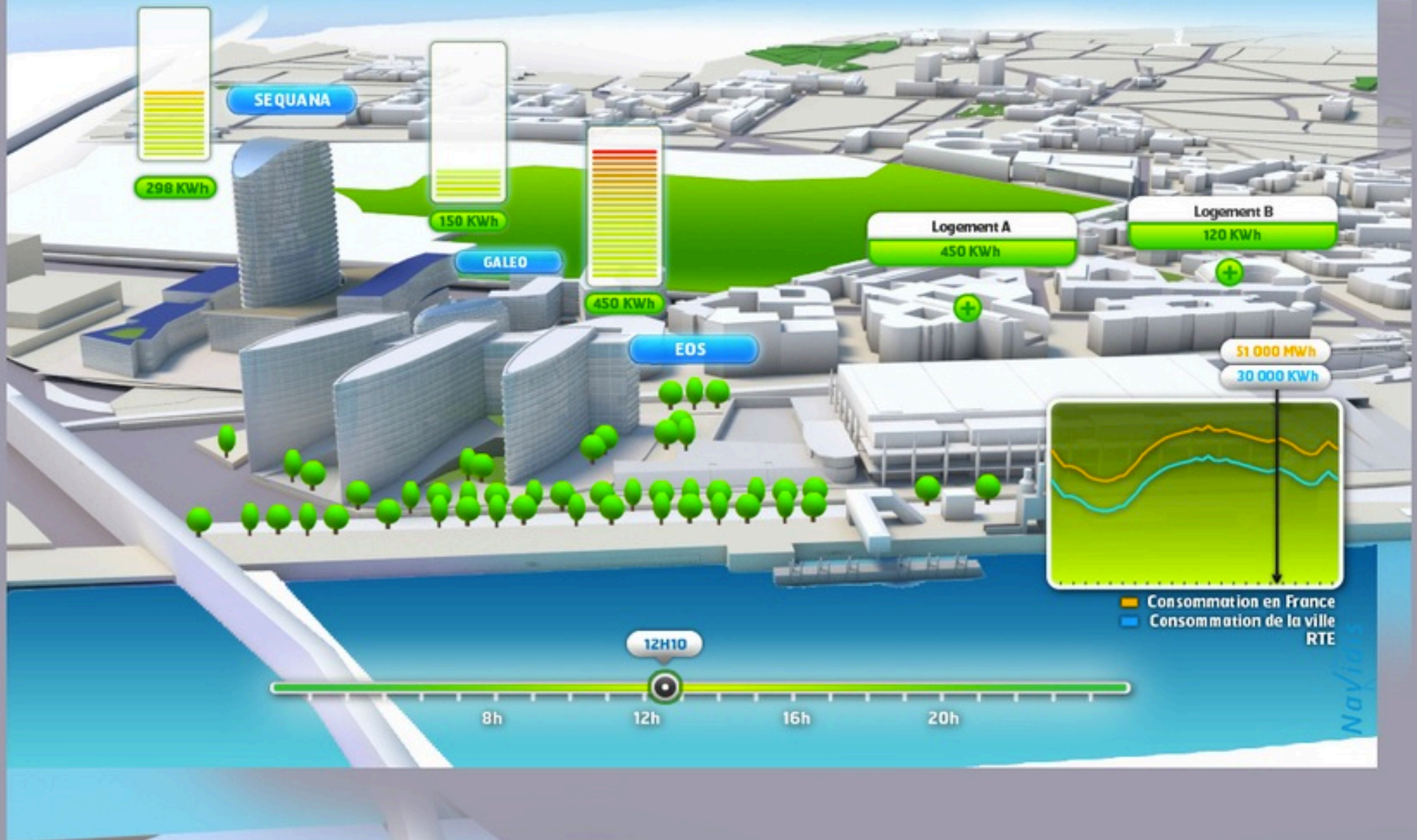
4) *Modèle urbanisme multipolaire*

## Des transports économes en énergie

5) *Modes de Transport*

6) *Technologies de l'Information et de la Communication*





© DR  
IssyGrid  
Localisé sur le quartier Seine Ouest à Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine), IssyGrid est l'un des premiers sites pilotes français d'optimisation énergétique à l'échelle d'une ville. Le projet englobe des immeubles résidentiels et tertiaires.