

Habitat et urbanisme durables: les formes urbaines

Jean-Pierre TRAISNEL
CNRS

La production de la ville durable : une question complexe

- Nécessité d'associer efficacité énergétique, gestes quotidiens (comportements individuels) et **modes de vie** (organisation de la civilisation urbaine);
- Dans un contexte de coût énergétique et environnemental élevé des **formes urbaines** (périurbanisation dominante)
- Avec un effet de centrifugation des ménages à faible revenu
- Face à une demande forte de maison individuelle (placard, terrasse/jardin, véranda, *garage*), à proximité des TC (transports en commun)
- Et une sensibilisation croissante des ménages aux thématiques environnementales

Plan

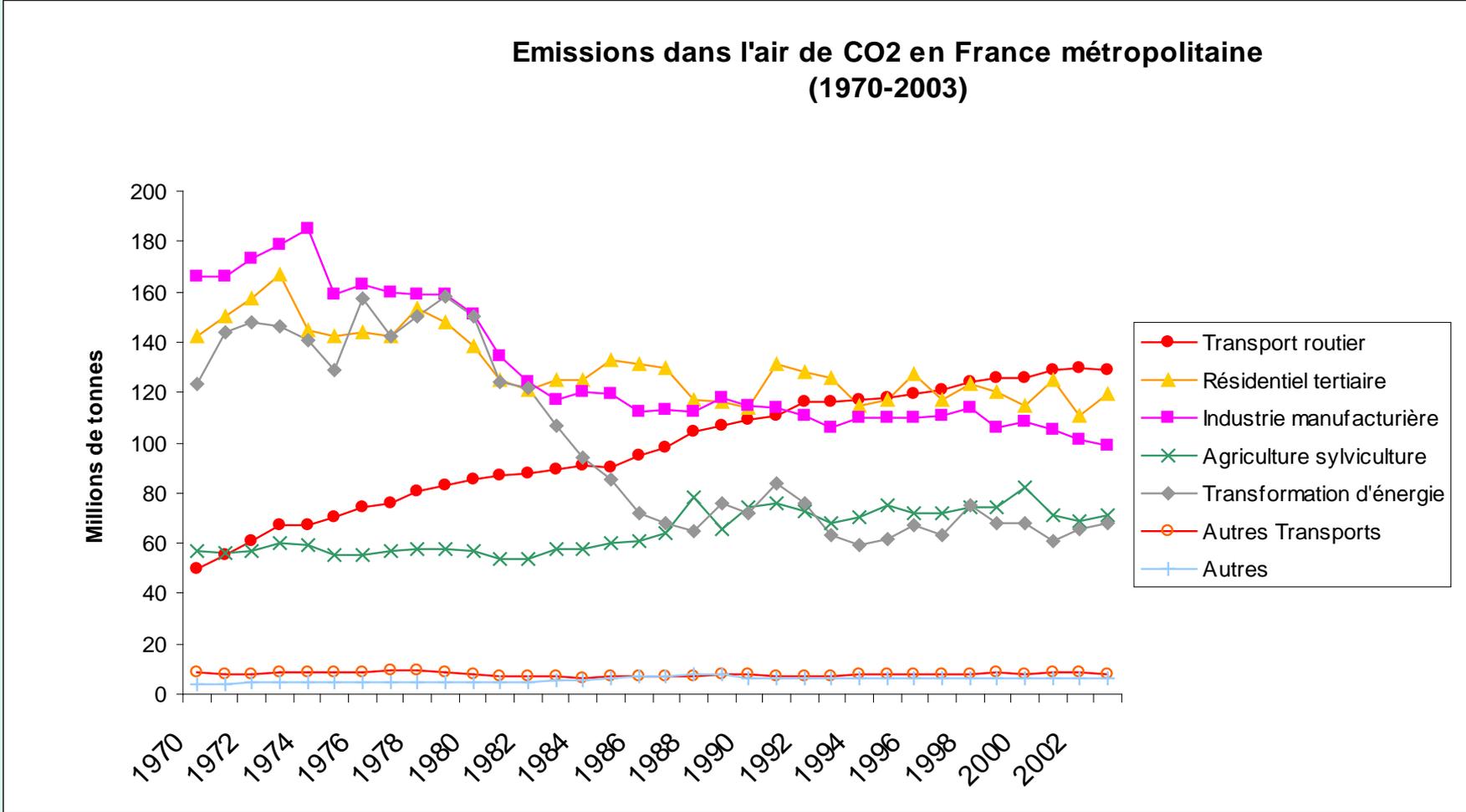
- 1. Les enjeux, état des lieux habitat-transports
- 2. Urbanisme et environnement, une approche systémique
- 3. Prospective énergétique du secteur du bâtiment
- 4. Perspectives: scénarios « écoquartiers » en densification des tissus existants

1. Les enjeux, état des lieux habitat- transports

- Enjeux énergétiques et climatiques (émissions de CO₂)
- Dynamique urbaine et étalement
- La question de la densité et des distances parcourues

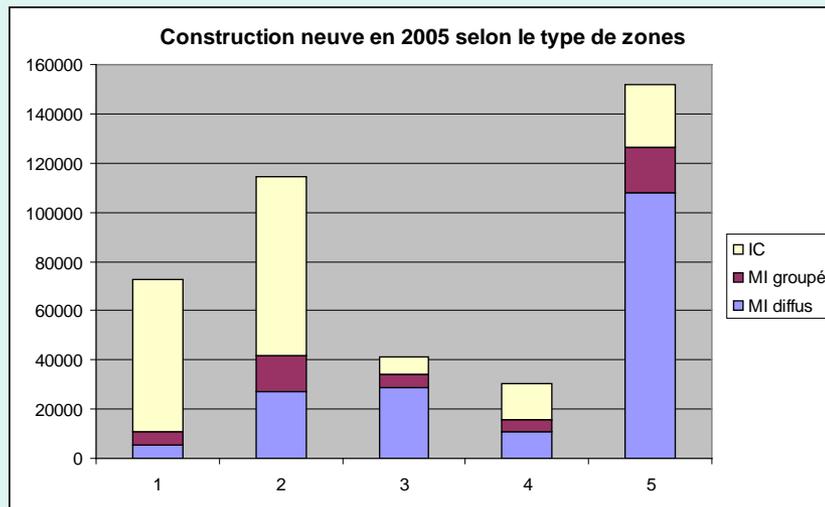
Les enjeux énergétiques et climatiques

Progression des émissions liées au transport routier de 1970 à 2002 : +150%, soit un taux de croissance annuel moyen de près de 3%.



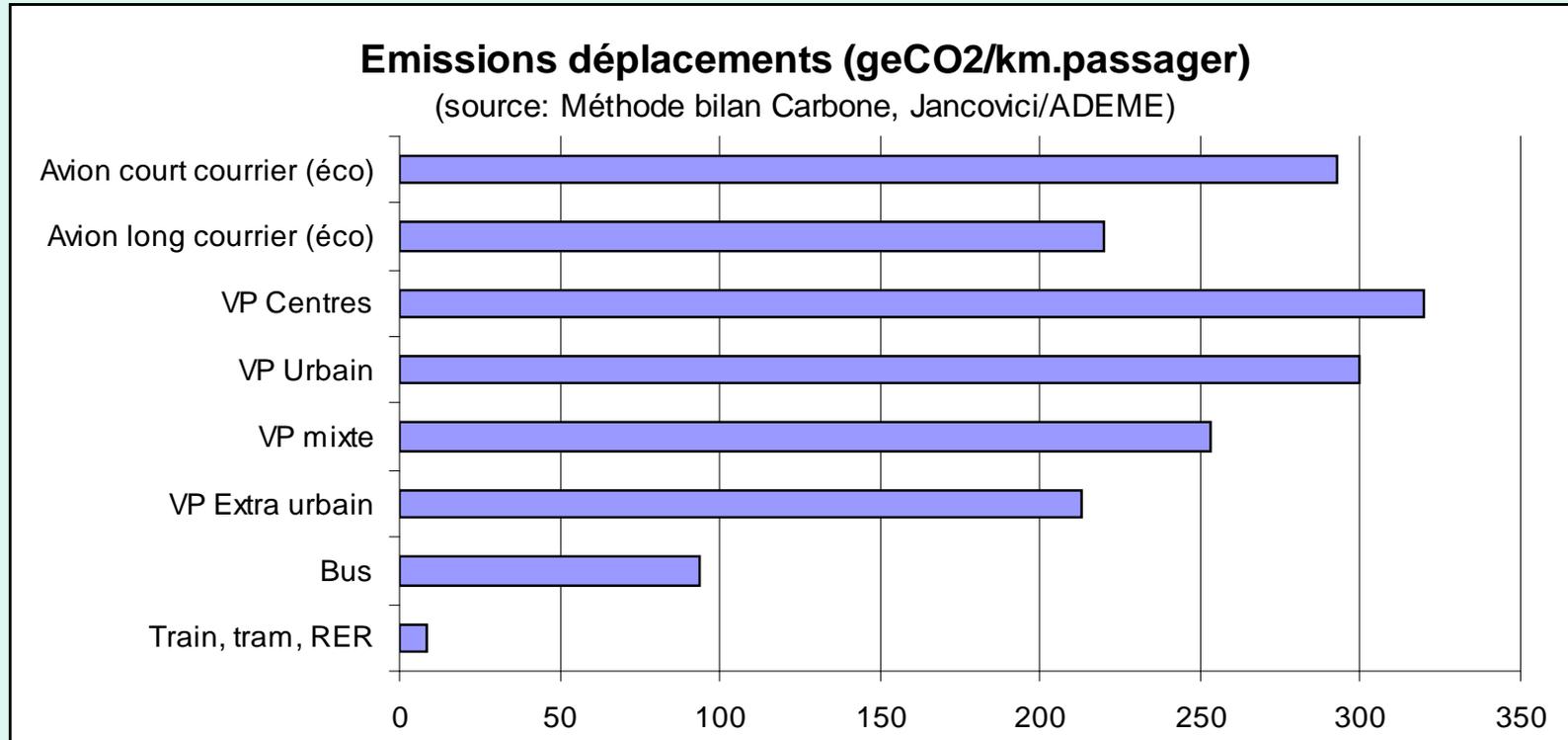
Une dynamique urbaine favorisant le couple maison individuelle + automobile (étalement urbain)

- 2005: 410.000 logements mis en chantier, dont 108.000 MI en rural et en diffus (soit 26%), ce qui contribue à la déconcentration de l'habitat
 - En dix ans (de 1995 à 2005), alors que la population a crû de 4%, les terres urbanisées se sont étendues de + 17%, soit quatre fois plus vite ; elles ont doublé depuis 1945.
 - Les routes et parkings occupent 3% du territoire (artificialisation: 60.000 ha/an)
- (Source: *Manifeste pour les paysages, à l'initiative de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels et la Fédération Nationale des SAFER*, Janvier 2006).



- Zone 1, Aire urbaine (unités de plus de 30.000 hab, ville centre) ;
Zone 2 : Aire urbaine, périphérie ;
Zone 3 : Rurbain, communes non urbaines dt plus de 40% des résidents actifs travaillent en zones 1 ou 2 ;
Zone 4 : Agglomérations secondaires (entre 2500 et 30000 habitants)
Zone 5 : Espace rural.

Des modes de déplacements éloignés de la neutralité carbone...



VP : pour une personne/véhicule, y compris 10,9 geC/km d'ACV.

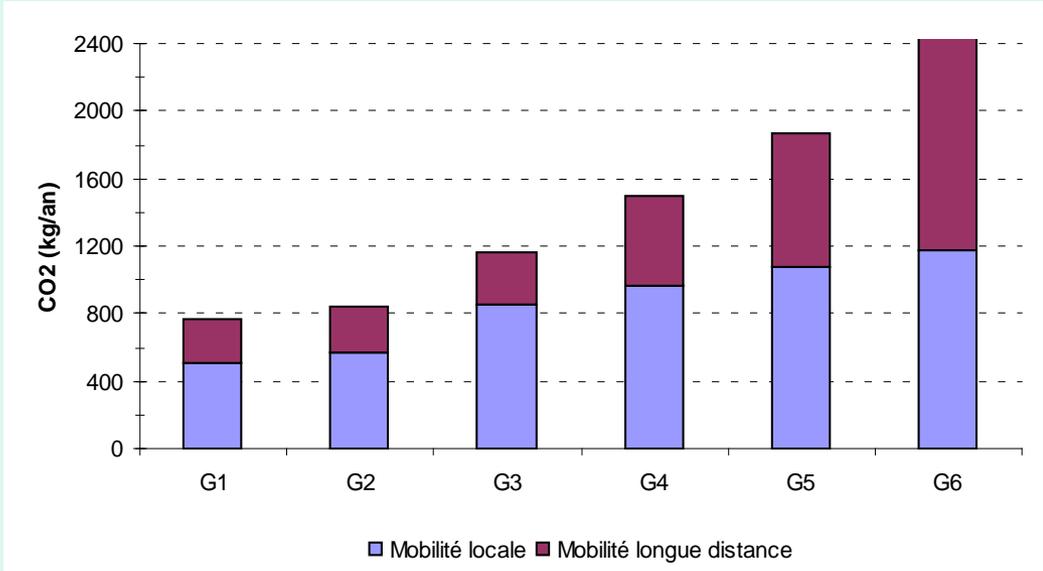
Aérien : facteur 2 pour le forçage radiatif, mais sans ACV avion + aéroports

Bus : équivalent au covoiturage (4 personnes/VP)

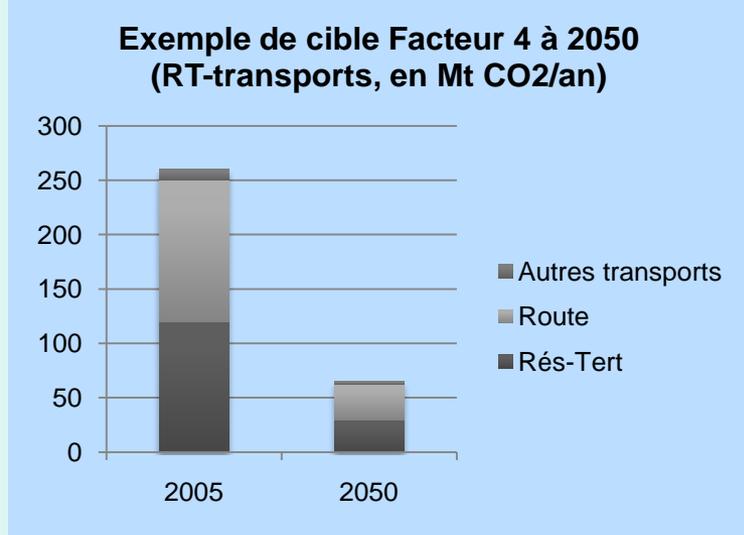
Réseau régional rail : valeurs supérieures dans documents ADEME (moyenne 65 gCO2/km.passager)

La controverse: faut-il opposer centre - périphérie en termes de mobilité locale?

Double effet du revenu et de la localisation (i.e. de déterminants spatiaux appréhendés par les densités et types de tissus) dans l'explication des kilométrages parcourus, de la motorisation et des consommations de carburant.

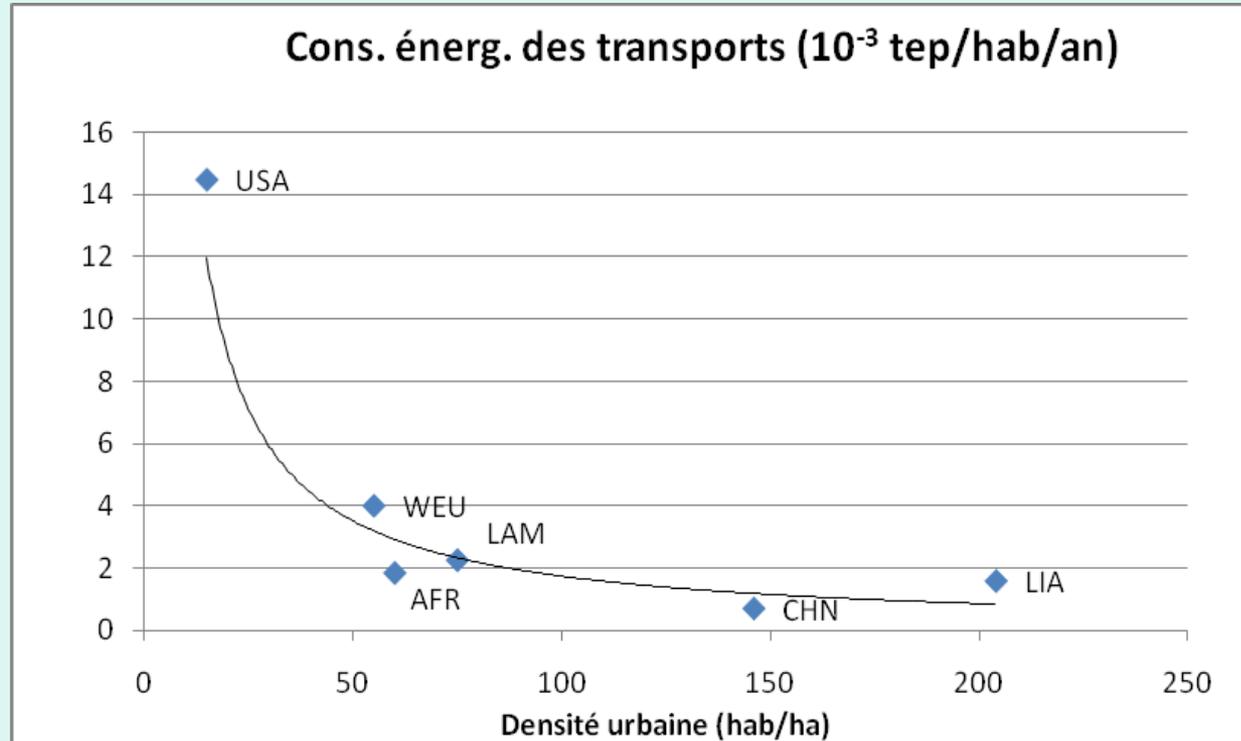


Emissions mobilité globale selon le revenu (par sextile), données 1994:
Croissance très forte de la mobilité longue distance ((LET, ETHEL)



Face à la cible Facteur 4; quelles possibilités de compensation? (efforts sur le bâtiment *versus* efforts sur la mobilité courte distance / longue distance)

Corrélation consommation énergétique des transports et densité urbaine

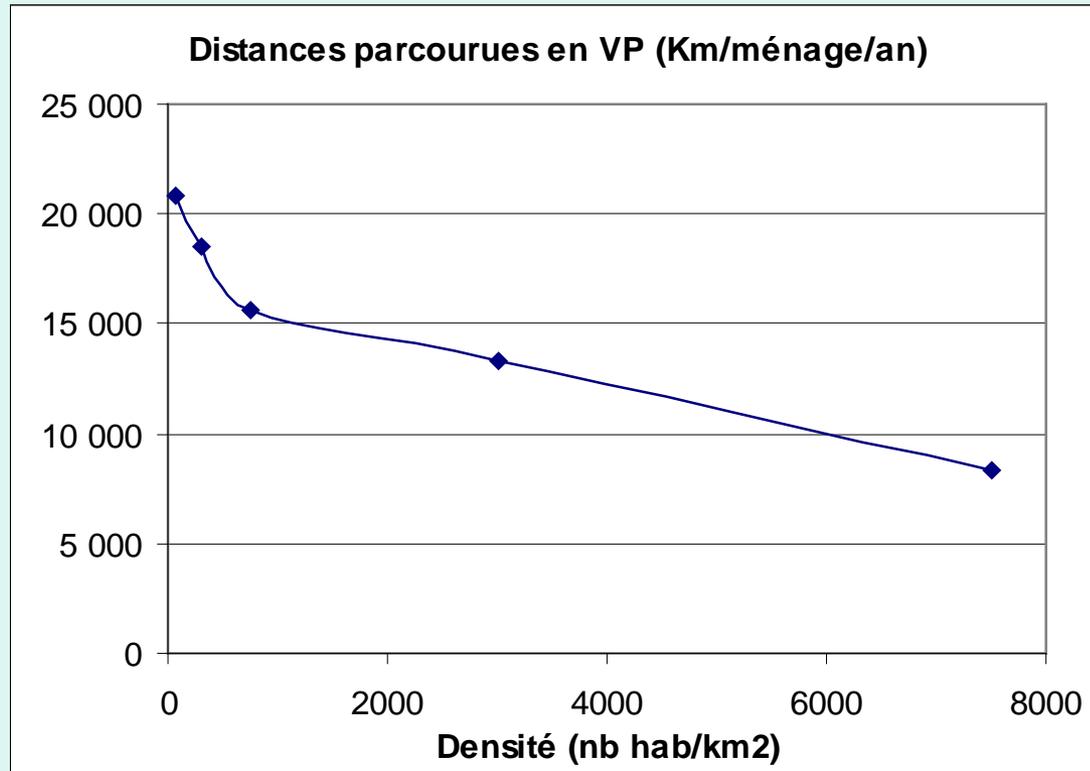


Courbe établie d'après Kenworthy, 2003, par grande zone géographique (données 1995).

USA: Etats-Unis; WEU: Western Europe ; AFR : Africa ; LAM : Latin America ;
LIA : Low Income Asia ; CHN : Chine.

Cf. Travaux de P-N Giraud et B. Lefevre

Les distances parcourues en VP varient de 1 à 3 en fonction de la localisation

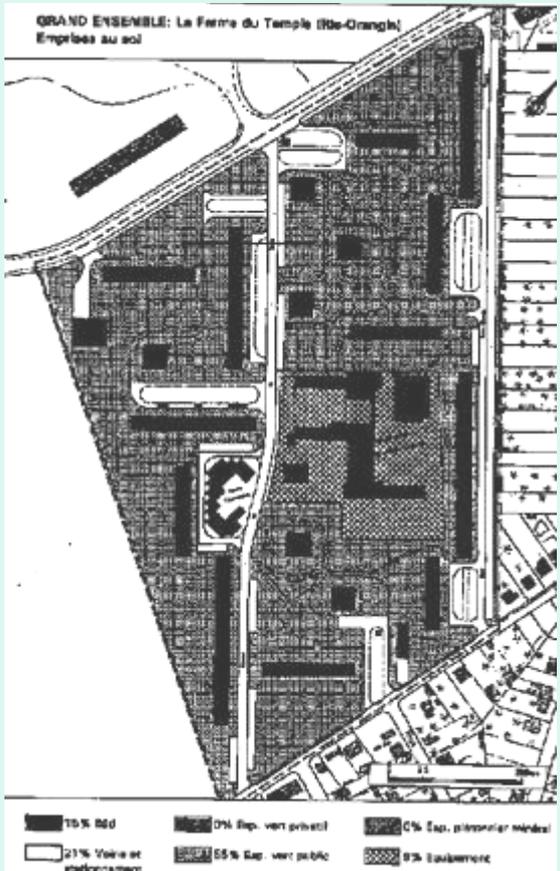


Source : L. Hivert, *Le parc automobile des ménages*, Enquête Parcauto 1998, (2000, cité par le LET, recherche ETHEL)

2. Urbanisme et environnement, une approche systémique

- Avantages de la continuité de la forme urbaine :
 - Performance du bâti (contiguïté)
 - Possibilité de mutualisation des besoins et de la production énergétiques (réseau de chaleur et cogénération, PV couplés au réseau);
 - Desserte TC et déplacements doux
 - Diversité fonctionnelle (logements + activités)
 - Circuits courts: accessibilité aux services et emplois
 - Préservation de l'activité agricole (cf. AMAP)
 - Réduction de l'imperméabilisation des sols
 - Continuité des espaces verts (trames vertes et bleues, corridors de biodiversité)

Comparaison de 3 morphologies urbaines



Ville centre : Paris post-haussmannien (1900)



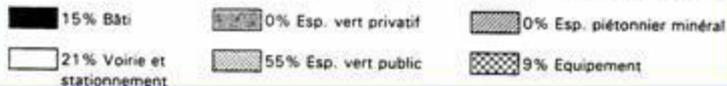
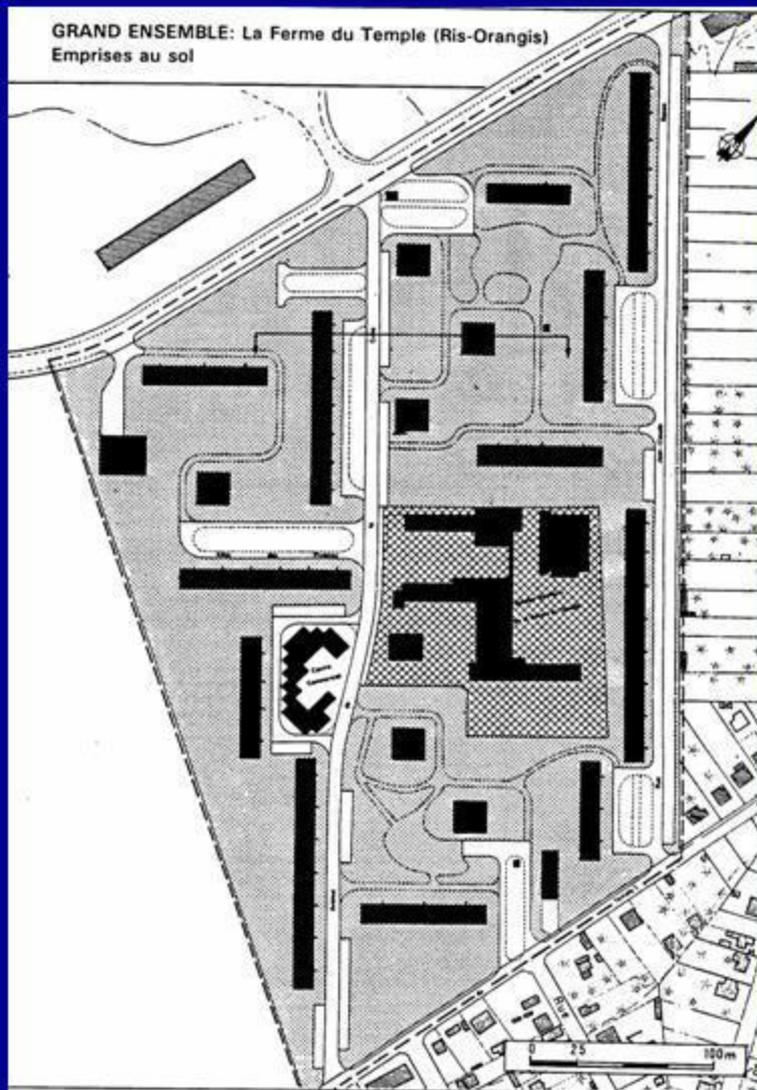
Immeuble parisien, 1900

	Paris (Montholon, 9 ^{ème} ar)
Surface totale (m ²)	120.310
dont	
bâti	55%
voirie et stationnement	19%
place/espaces verts/jardins	3%
trottoirs/espaces piétonniers	9%
cours intérieures	8%
équipements	6%
C.O.S brut	3,2
Surface de voirie et de stationnement (m ² / habitant)	2,54 (+ parc souterrain)
Taux de motorisation (par ménage)	0,52

Banlieue : grand ensemble (1960)

GRAND ENSEMBLE: La Ferme du Temple (Ris-Orangis)

Emprises au sol

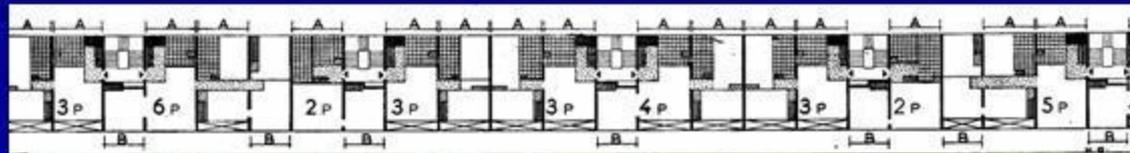


Le programme
d'un grand ensemble
résidentiel,
un logement
collectif de base
à des appartements
en plus pour
améliorer la place
habitable en créant
une nouvelle
habitation.

La base des
conditions d'entrée
devait respecter
les contraintes.
Elle se posait
en un mur d'enceinte
qui reprenait la base
en tout de fond.
C'est là qu'il fallait
répondre au site,
à l'usage logement
en le soulignant
par des balcons.



Immeuble collectif, 1960



		Grand ensemble (Ris Orangis, Essonne)
Surface totale (m ²)		131.000
dont	bâti	15%
	voirie et stationnement	21%
	place/espaces verts/jardins	51%
	trottoirs/espaces piétonniers	4%
	cours intérieures	0%
	équipements	9%
C.O.S brut		0,63
Surface de voirie et de stationnement (m ² / habitant)		10,64
Taux de motorisation (par ménage)		0,83

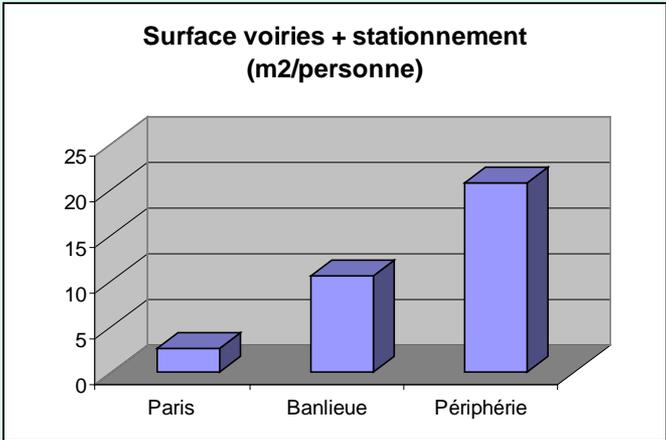
Périphérie urbaine : pavillonnaire (1980-1990)



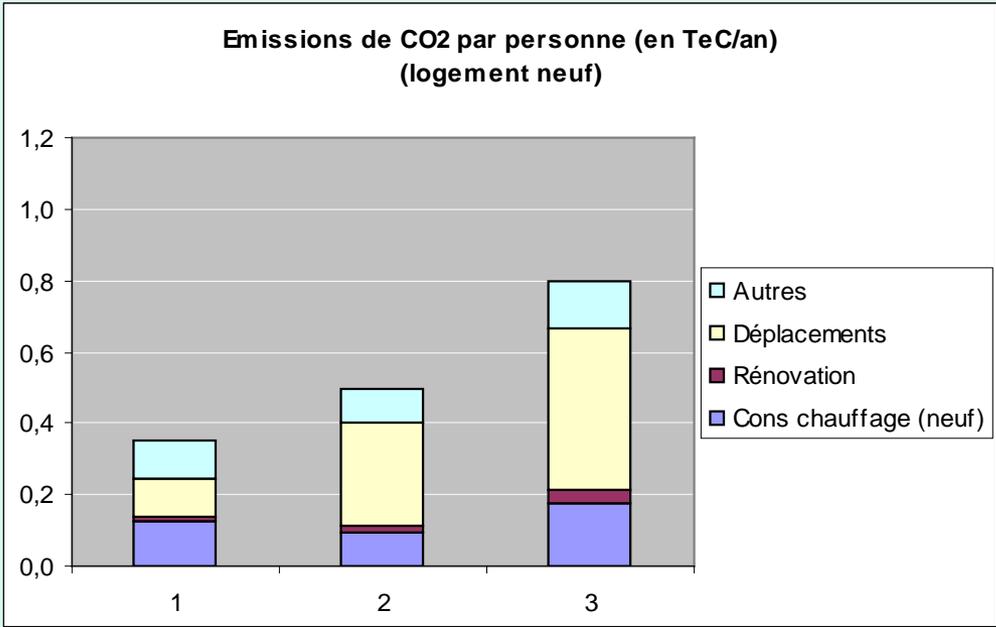
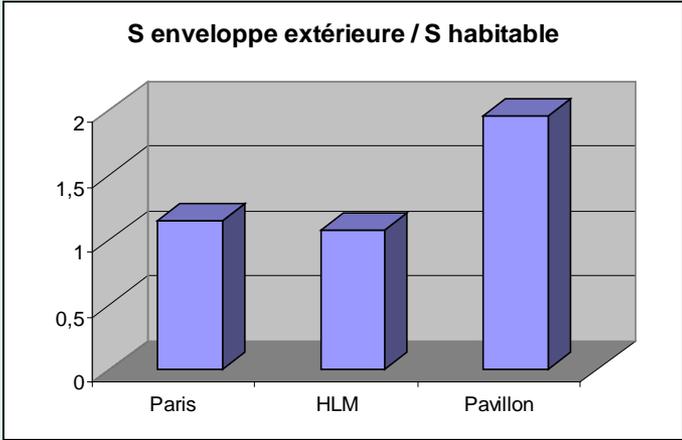
Maison individuelle, 1990

	Pavillonnaire (Sénart, Essonne)
Surface totale (m ²)	95.700
dont	19%
bâti	8%
voirie et stationnement	71%
place/espaces verts/jardins	2%
trottoirs/espaces piétonniers	-
cours intérieures	-
équipements	
C.O.S brut	0,23
Surface de voirie et de stationnement (m ² / habitant)	20,86
Taux de motorisation (par ménage)	1,10

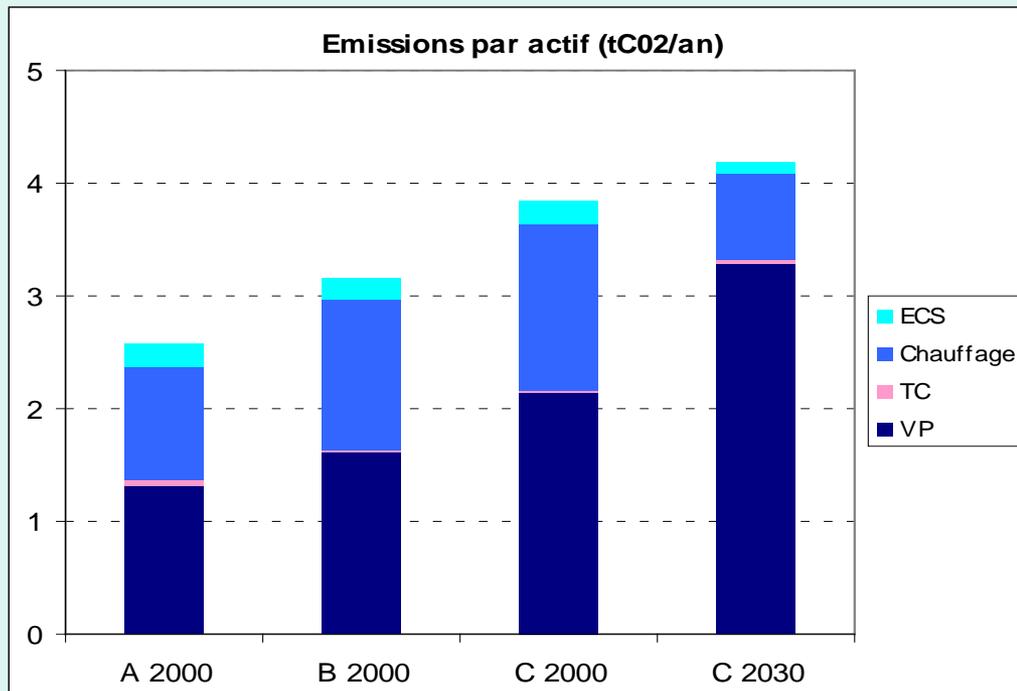
Comparaisons, 3 formes urbaines



- Région IdF:
1. Paris (immeuble urbain)
 2. Banlieue (grand ensemble)
 3. Périphérie (pavillonnaire)



Bilan énergie-CO2 habitat – transports (ETHEL)



A: communes centrales et denses
B: zones périphériques peu ou moyennement denses
C: zones rurales ou périurbaines, très peu denses

Répartition des actifs en 2000 : 8 millions en A, 8,1 millions en B, 10,5 millions en C

Hypothèses VP en 2030 :

Moyenne d'émission du parc automobile à 120 g CO2/km

Hypothèses logement :

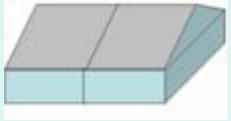
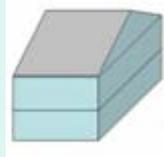
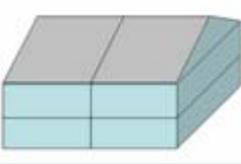
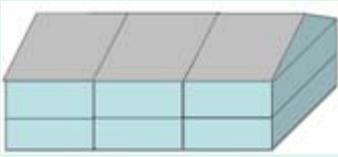
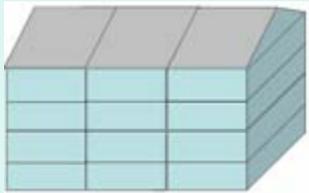
- En 2000: Consommations et surfaces moyennes du parc (selon répartition MI / IC)
- En 2030: Gain de 50% sur la consommation chauffage + ECS, mais augmentation de la surface habitable

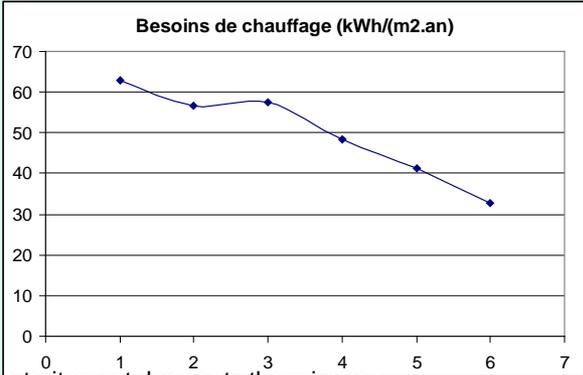
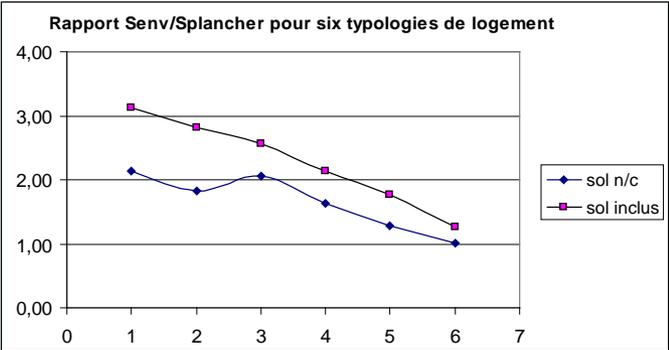
Les circuits courts

L'EXEMPLE DE L'APPROVISIONNEMENT DES MENAGES (par semaine, calcul de l'impact pour 200 ménages, source: ADEME)

	Distances parcourues	Occupation spatiale	CO2 (kg)	Polluants (kg)	Bruit (nb voitures)
SCENARIO 1 : MAGASIN DE PROXIMITE	Poids lourd: 10km Ménages: 5 x 6kg sur 500m	760 m2.h	12,6	0,3	10
SCENARIO 2 : HYPERMARCHÉ DE PERIPHERIE	Ménages: 1 x 30kg sur 10 km	12300 m2.h (quelle mutualisation?)	773	29	200
SCENARIO 3 : LIVRAISON A DOMICILE ET COMMANDE PAR INTERNET	PVU: 8 clients livrés x 30 kg	1305 m2.h	60	2,2	35

La maison de ville: le meilleur rapport S enveloppe / S plancher

<p>1. Maison isolée $Se/Sp = 3,10$</p> 	<p>2. Maisons jumelées $Se/Sp = 2,90$</p> 	<p>3. Maison en R+1 $Se/Sp = 2,55$</p> 
<p>4. Maisons jumelées en R+1 $Se/Sp = 2,10$</p> 	<p>5. Maisons en bande en R+1 (10 maisons de ville) $Se/Sp = 1,80$</p> 	<p>6. Duplex superposés en R+3 (10 maisons de ville) $Se/Sp = 1,25$</p> 



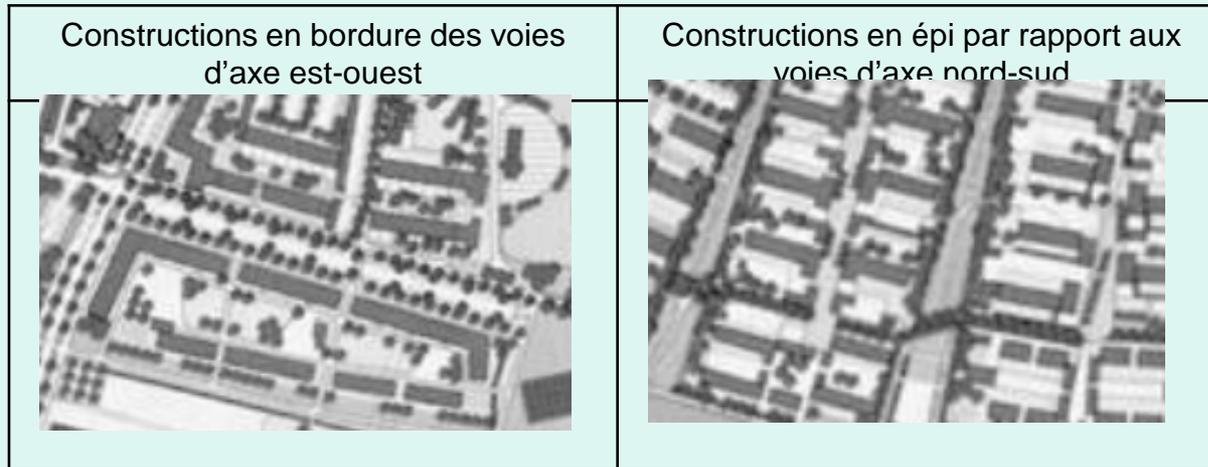
Parois verticales : 12 cm d'isolant, $U = 0,315 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, isolation par l'extérieur avec traitement des ponts thermiques ;
 Toiture : 20 cm d'isolant, $U = 0,170 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
 Sol sur terre plein : $U = 0,240 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
 Vitrage : $U = 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
 Répartition des vitrages: 50% sud, 50% nord, sur la base de Svitr/Shab = 0,30 ;
 Taux de renouvellement d'air : 0,6 vol/h.



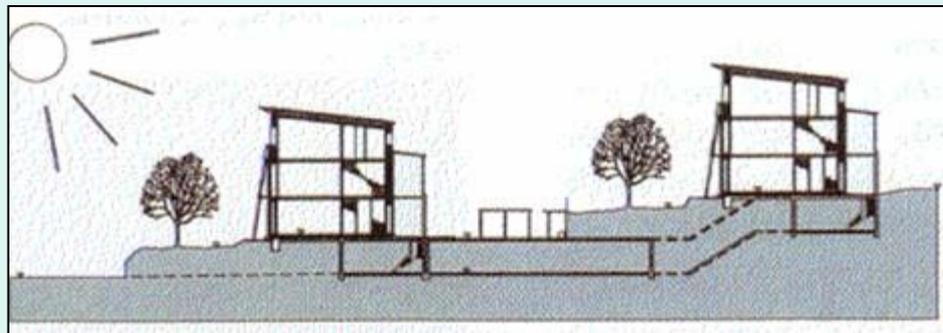
Borneo Sporenburg = reinterpretation of the single-house form for a high-density area (average 100 dwellings per hectare). A residential brief of 2500 dwellings was set for this zone, dictating a high density of housing, despite the predominant market demand for a suburban self-contained house. The development demonstrates that family housing is not incompatible with dense urban areas.



Les tissus urbains orientés: formes urbaines est-ouest



Quartier de Viikki, Helsinki, Finlande : Orientation solaire, distances entre bâtiments optimisées pour favoriser le recours à l'énergie solaire passive. Source : D. Gauzin Müller, *L'architecture écologique*, Ed. Le Moniteur.



Quartier solaire Sonnenfeld à Ulm.

Les tissus urbains orientés: Formes urbaines nord-sud et exploitation des skylines

Aménagement du RAQUET (Douai)
SEURA, architectes urbanistes (2008)



Quartier Vauban, Fribourg



Les formes urbaines continues: les mises en réseaux



ZAC Pajol : éco quartier pilote en 2013
Projet de réhabilitation des friches ferroviaires de la SNCF situées au cœur du quartier La Chapelle.

Concertation entre élus, associations et habitants

Projet social : mixité urbaine (travailleurs, collégiens, sportifs, étudiants...)

Réalisation d'**équipements publics** culturels et sportifs de proximité: collège, centre sportif et antenne jeunes, (Brizac Gonzales Architects,) pôle d'entreprises avec bureaux et commerces (Agence LIN - Finn Geipel et Guilia Andi).

Halle Pajol = ombrelle sur un jardin surplombant une auberge de jeunesse, une bibliothèque, une salle de spectacles et des locaux d'activités (Françoise-Hélène Jourda, architecte)

3 500 m² de panneaux solaires photovoltaïques installés en toiture (première **centrale solaire PV** de centre ville en France) + 300 m² sur le gymnase. 300 m² de panneaux solaires thermiques sur la halle et le collège (50% de l'ECS des logements de fonctions du collège et de l'auberge de jeunesse).

Les formes urbaines continues: les mises en réseaux



Septembre 2010

ZAC Pajol : éco quartier pilote en 2013
Projet de réhabilitation des friches
ferroviaires de la SNCF situées au cœur du
quartier La Chapelle.

Travaux de déconstruction : réduction des déchets

Utilisation du bois (façade, structure et plancher)

Granulat de chanvre utilisé pour l'isolation

Revêtements de sols en linoléum

Gestion de l'eau : récupération des eaux pluviales et des eaux usées, 1 740 m² de toitures végétalisées sur le collège et le pôle d'entreprises.

Bâtiments très performants en **énergie** (chauffage, ECS, ventilation et éclairage).

Réintroduction de la biodiversité (nouvelles espèces végétales favorisant l'implantation et la reproduction d'espèces animales): gestion de l'éclairage nocturne des parcs !

La transition énergétique des territoires. Réseaux intelligents en production décentralisée et quartiers BEPOS

Cf. ADEME: *Feuille de route sur les réseaux et systèmes électriques intelligents intégrant les énergies renouvelables*, Décembre 2009.

1er enjeu : - 20% d'émissions anthropiques de GES à 2020 et Facteur 4 à 2050;

2ème enjeu : EnR à 23% de la consommation finale à l'horizon 2020

3ème enjeu : Qualité de fourniture d'électricité et de sécurité du système électrique (équilibre offre – demande)

4ème enjeu : La prise en compte des questions sociales (ex : précarité énergétique, égalité d'accès à l'électricité) en lien avec la fourniture d'électricité.

Principes: mutualisation entre secteurs (habitat, tertiaire, commerces, etc.) et réduction des besoins de stockage local.

Délestage de certains usages pour réduire la courbe de charge (signal chez l'utilisateur).



Septembre 2010



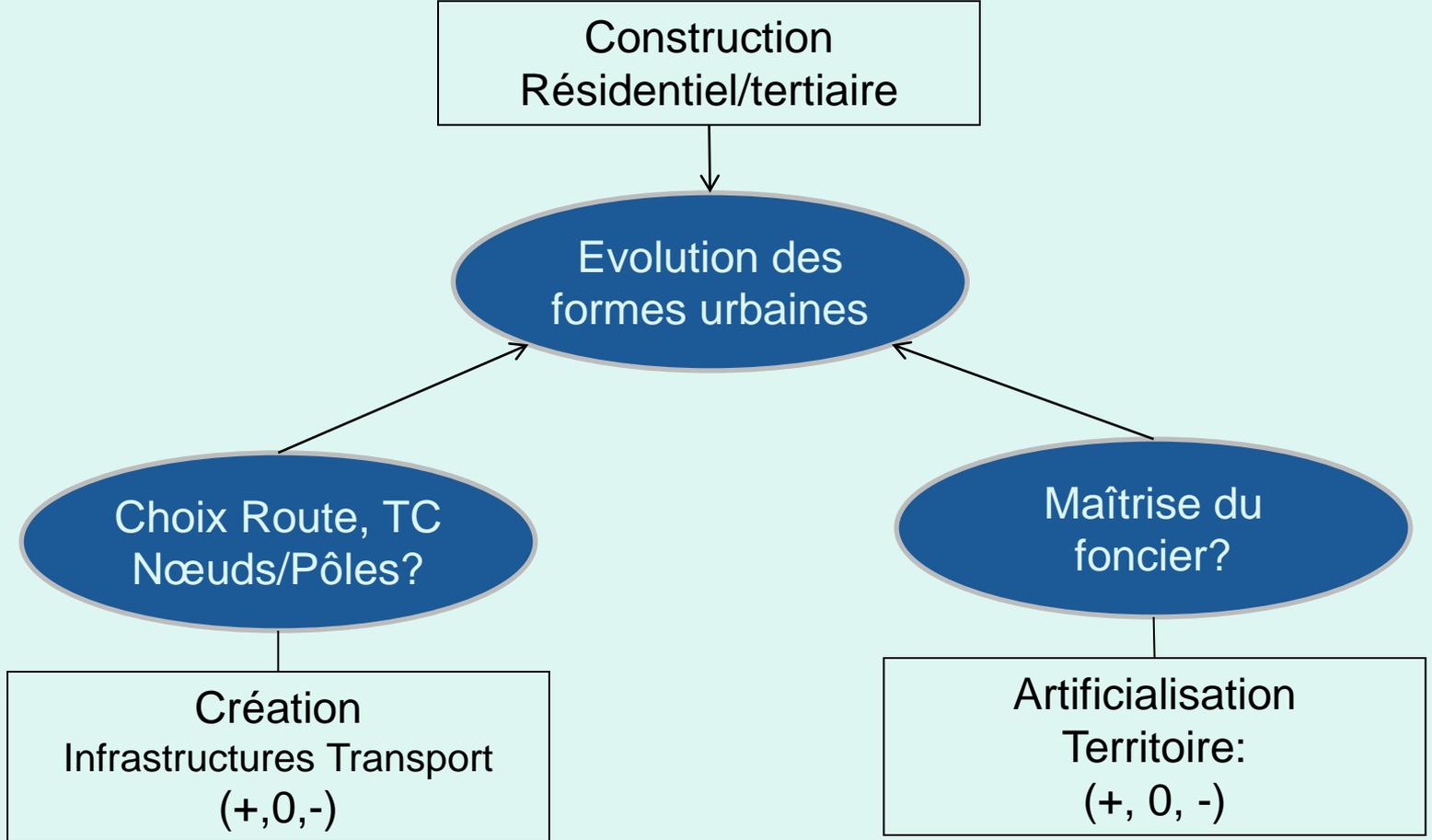
JP Traisnel

25

3. Prospective énergétique du secteur résidentiel-tertiaire

- Prospective des besoins de logements / activités
- Scénarios énergétiques à 2050

**La dynamique des modèles à 2050:
Territoire/infrastructure/bâtiment**

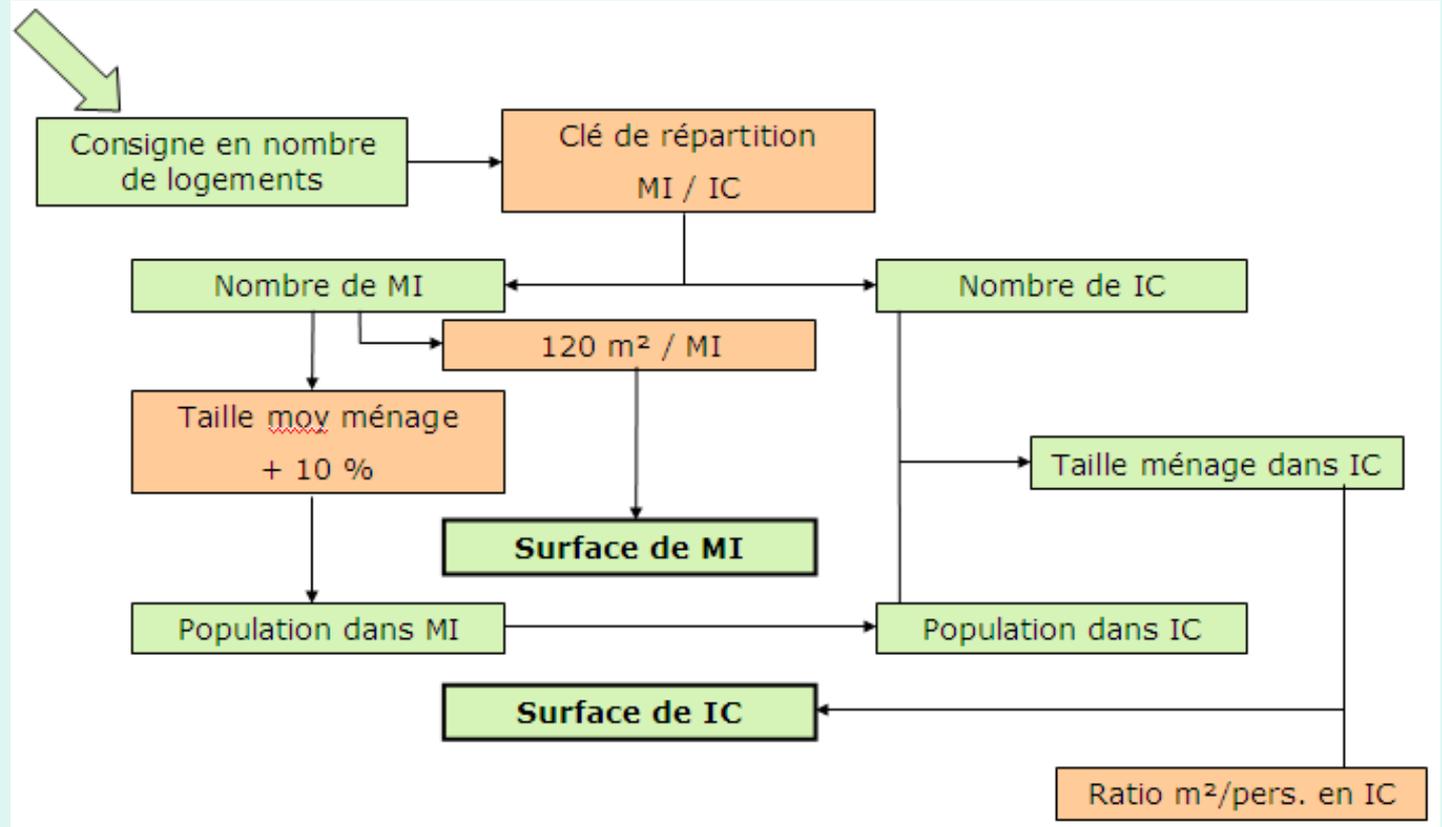


Des stratégies d'aménagement à artificialisation et réseau routier « constants »

Renouvellement urbain par la construction

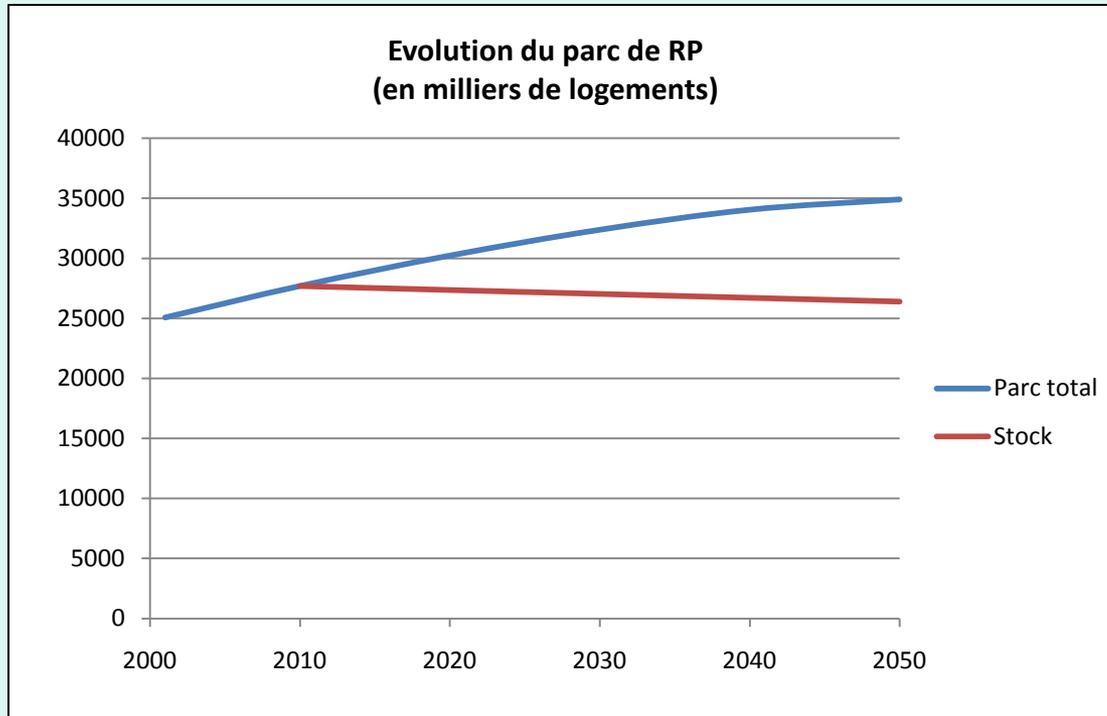
- Etat des lieux résidences principales :
 - Le rythme de renouvellement du parc de résidences principales est faible (taux de sortie de l'ordre de 0,1% par an), mais son taux d'entrée (par construction neuve) est d'environ 1% par an (croissance)
 - La croissance reste vive en MI, diffus, peu dense et rural
- Etat des lieux Tertiaire:
 - Le rythme de renouvellement du parc est un peu plus élevé (taux de sortie de l'ordre de 0,5% par an), avec un taux d'entrée de l'ordre de 1,5 à 3 %
- Conséquences:
 - Le parc de logements 2050 est déjà construit à 75% en 2010, et les BEPOS...
 - Le parc tertiaire 2050 est déjà construit à 60% en 2010
 - **Mais attention aux disparités territoriales (bassins de vie en croissance forte vs bassins en déclin)**
- Choix de scénarios : ville étalée, ville dense, pôles secondaires, etc.

Modèle dynamique de parc RP

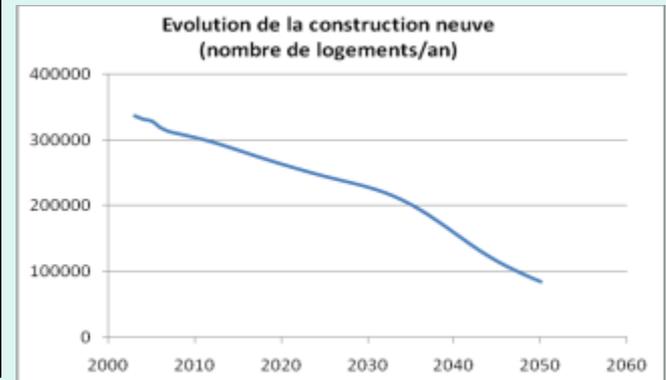


- Besoins de logements = croissance du nombre de ménages
- Détermination d'un taux de sortie (destruction et changement d'affectation)
- Constructions neuves = accroissement du Nb de ménages + sorties

Prospective tendancielle du nombre de logements à 2050



Taille du ménage:
cf. A. Jacquot, *Des ménages toujours plus petits, Projection de ménages pour la France métropolitaine à l'horizon 2030*, Insee Première N° 1106 - Octobre 2006.



Hypothèses :

Taux de sorties du parc de 0,12% par an (environ 30.000 logements) ;

Nombre de logements = Population/ Taille du ménage (scénario B prolongé à 2050)

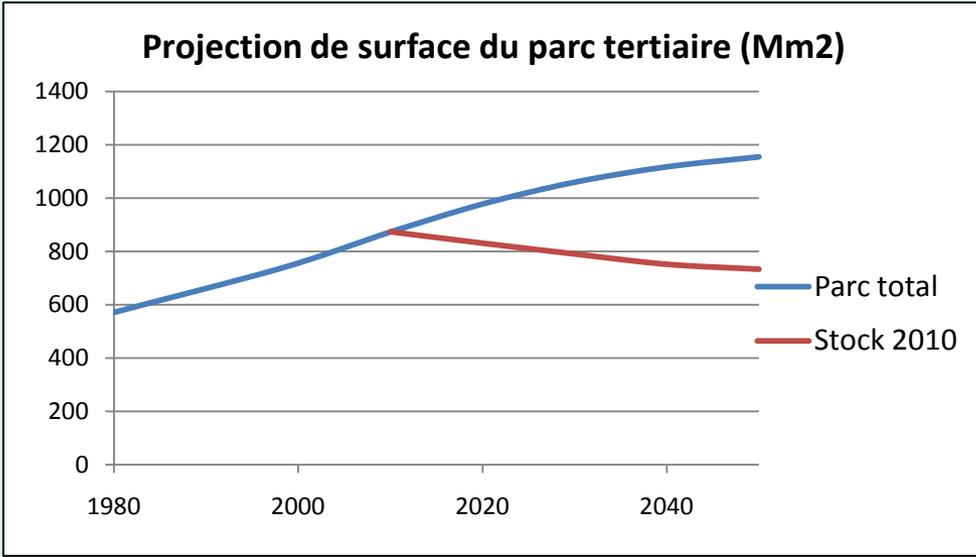
Part du neuf construit dans l'intervalle 2012-2050 en 2050 : 25 % du parc de 2050 (en BBC...)

Logements en BEPOS construits dans l'intervalle 2020-2050 : 5,6 millions de logements, soit 16% du parc en 2050

Prospective tendancielle tertiaire

Le tertiaire et le résidentiel représentent respectivement 1/3 et 2/3 des surfaces du secteur RT (% maintenu entre 2008 et 2050).

60% du parc tertiaire de 2050 est déjà construit en 2008.



Total Tertiaire	1980	1998	2008
Mm2	572	736	850

Valeurs 1980/1998: cf. M. GIRAULT, *Le parc immobilier du secteur tertiaire, NOTES DE SYNTHÈSE DU SES, 2001 MARS-AVRIL*
Valeur 2008: cf. Plan bâtiment Grenelle
Valeurs 2010-2050: projections sur la base d'un taux d'entrée et d'un taux de sortie

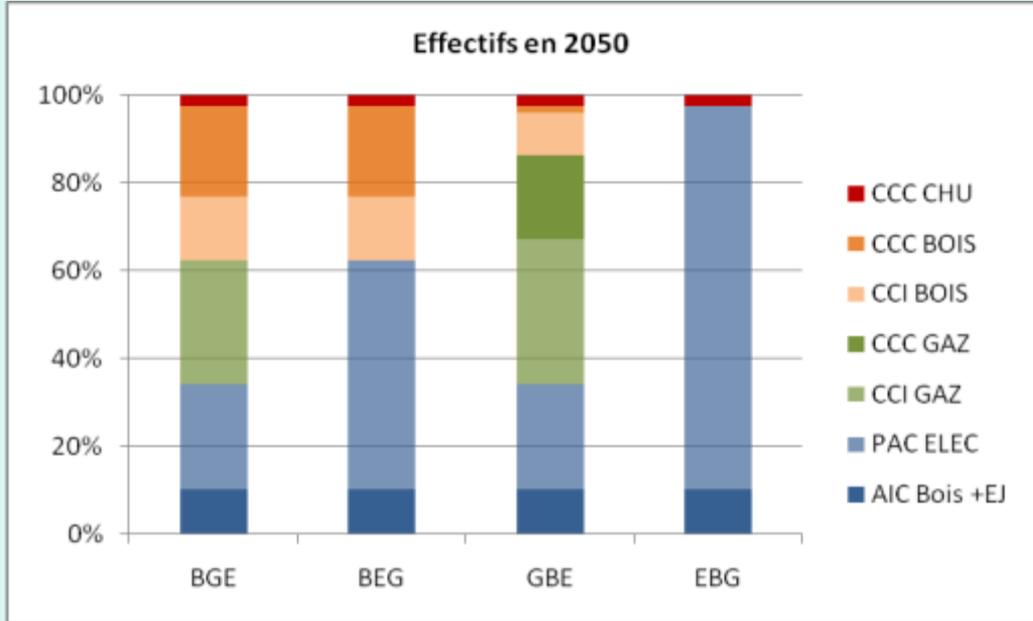
Taux d'entrée = Flux annuel de construction neuve/parc total, accordé au flux de construction neuve de logements * 1,65 (calage 2000-2008)

Taux de sortie = Flux annuel de destruction ou désaffectation (0,5% puis 0,25% après 2040)

Cibles « facteur 4 » (chauffage et eau chaude sanitaire)

- Neuf, cf. PLG2
 - BBC dès 2012 (50 kWhep/m² SHON en moyenne, chauffage + eau chaude + climatisation + ventilation + éclairage + auxiliaires, soit 5 postes de la RT)
 - BEPOS dès 2020 (compensation annuelle des 5 postes par PV, éolien, cogénération bois, etc.)
- Réhabilitation du parc antérieur à 2005
 - Facteur 2 moyen sur les besoins de chauffage en 40 ans
 - Renouvellement des équipements Chauffage + ECS en deux cycles de 20 ans
- Technologies privilégiées
 - Chaudières bois et réseaux de chaleur
 - PAC électriques
 - Cogénération gaz
 - *Solaire thermique pour l'ECS et compensation PV en BEPOS*

Effectifs de logements en 2050 selon les 4 scénarios

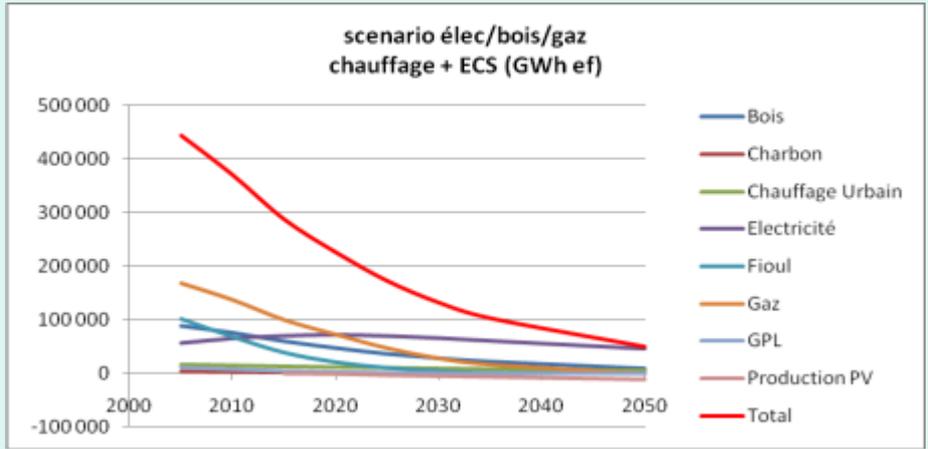
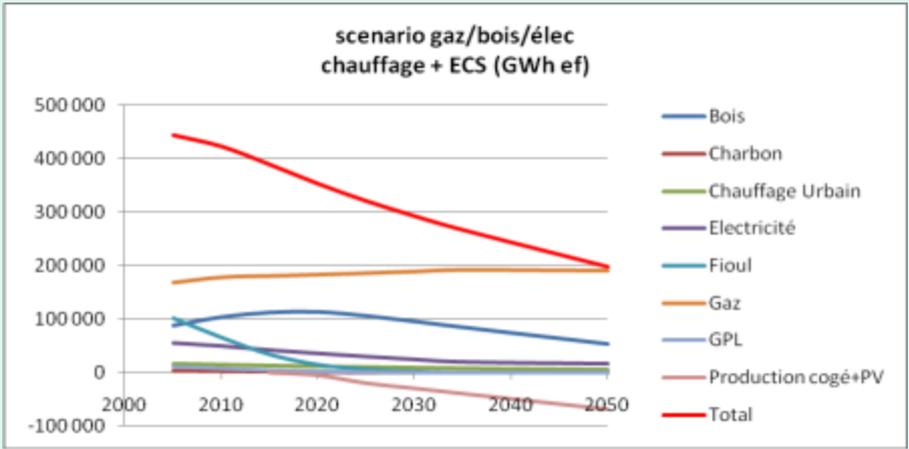
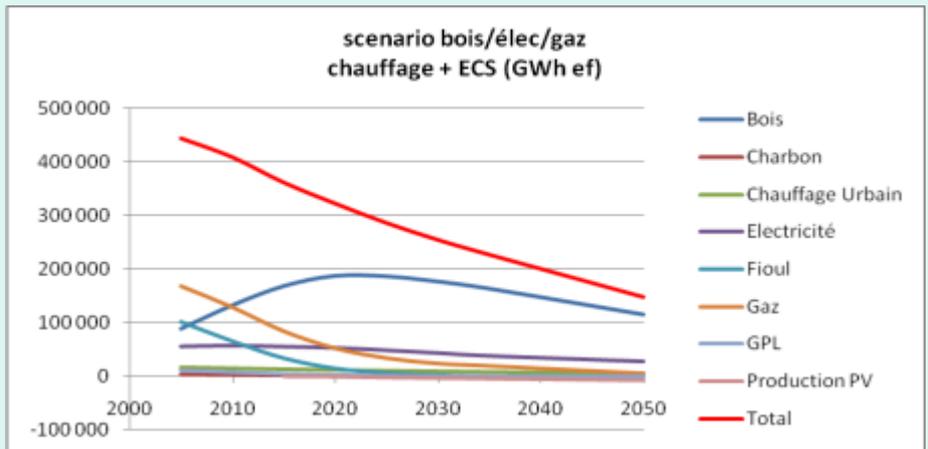
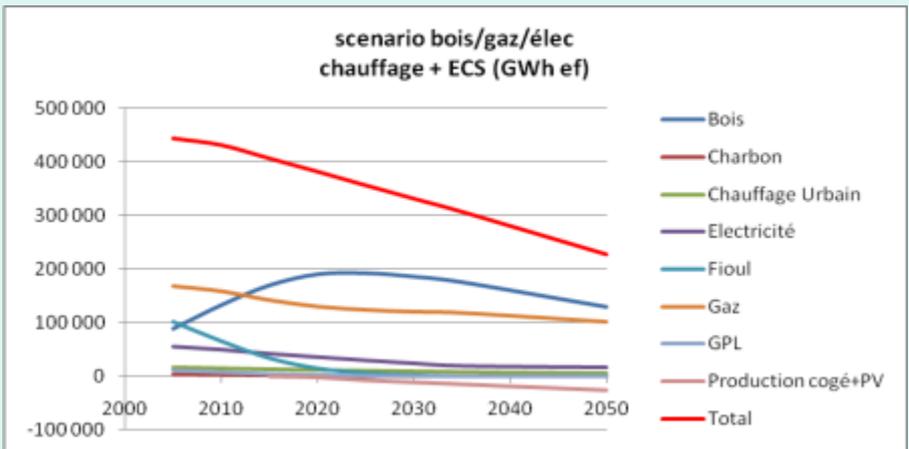


BGE (BOIS/GAZ/ELEC)
BEG (BOIS/ELEC/GAZ)
GBE (GAZ/BOIS/ELEC)
EBG (ELEC/BOIS/GAZ)

Répartition des effectifs de résidences principales selon les énergies de chauffage, pour les quatre scénarios

Note: la consommation énergétique des logements en AIC (appareils indépendants de chauffage) est assurée par le bois à 60% pour le chauffage et à 20% pour la production d'eau chaude sanitaire, le solde étant assuré par effet Joule

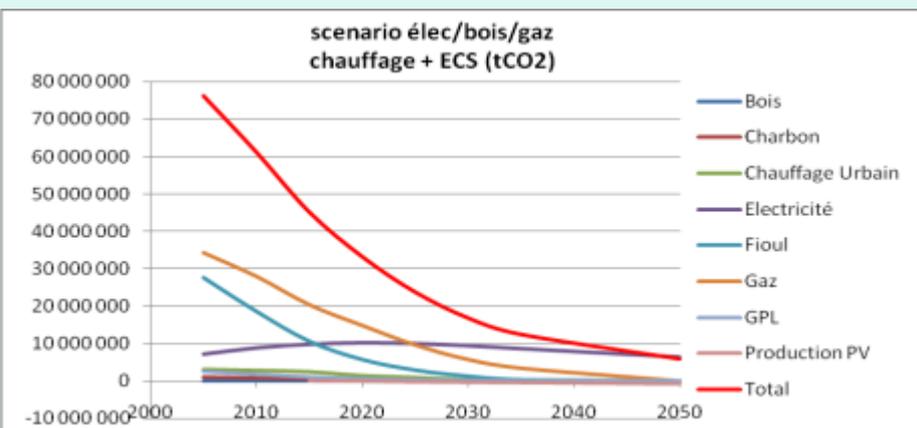
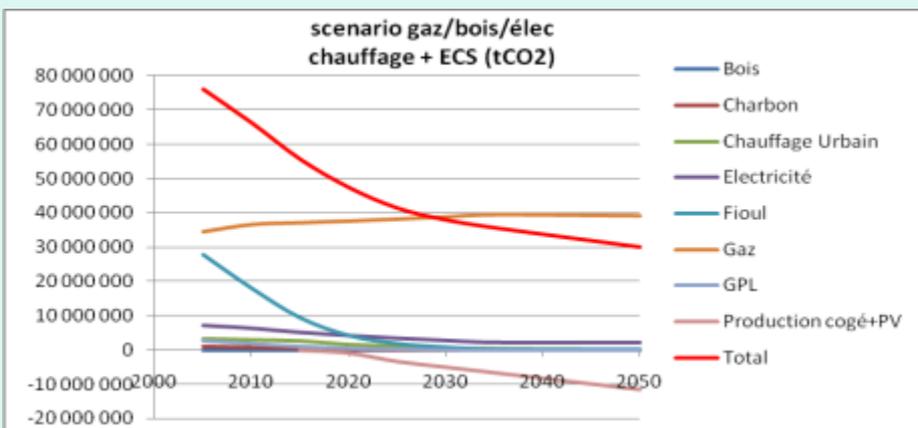
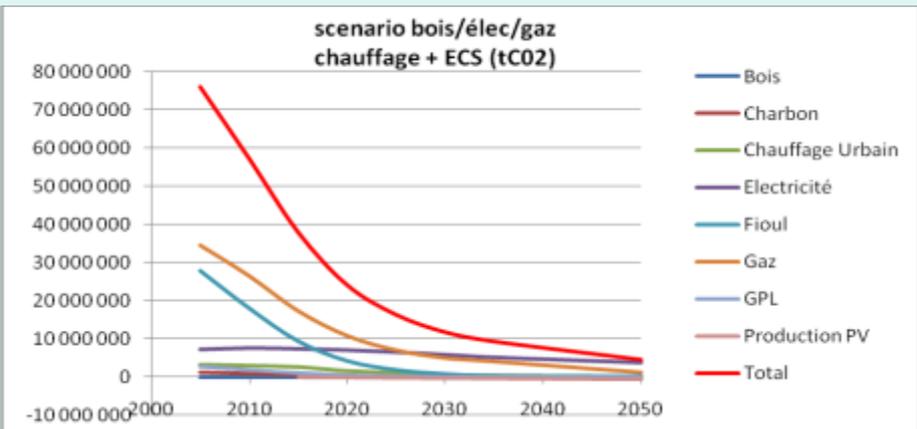
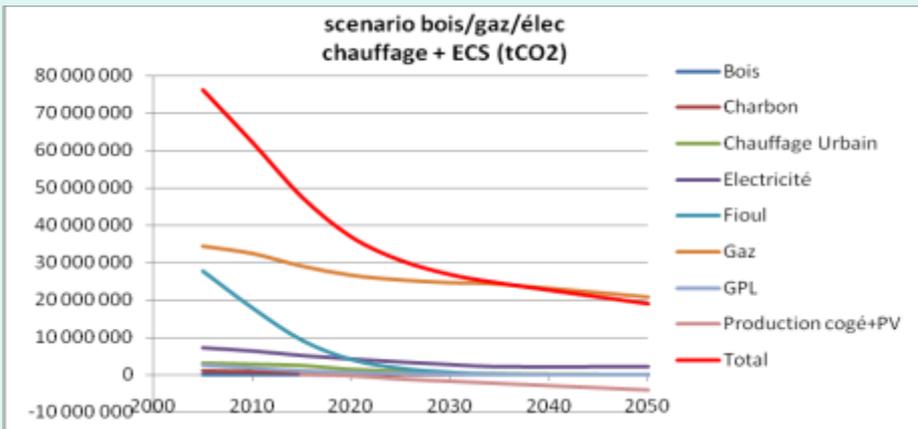
Résultats en énergie finale pour les 4 scénarios



Facteur de réduction 2005/2050	BGE: 2	BEG: 3,0	GBE: 2,3	EBG: 8,8
--------------------------------	--------	----------	----------	----------

Résultats en émissions de CO₂ pour les 4 scénarios

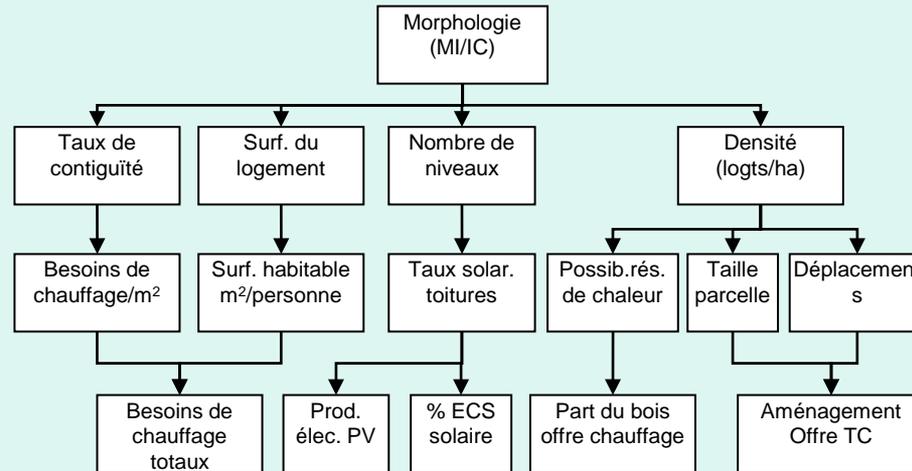
Pour l'électricité, les contenus CO2 adoptent les valeurs de la note ADEME EDF de 2005 (respectivement 40, 70 et 180 gCO₂/kWh électrique pour l'ECS, la production PV, le chauffage et la cogénération).



Facteur de réduction 2005/2050	BGE: 4	BEG: 16,7	GBE: 2,5	EBG: 12,8
--------------------------------	--------	-----------	----------	-----------

4. Perspectives

Poursuite de l'analyse morphologique, notamment pour l'étude des densités de logements et des possibilités de développement de réseaux de chaleur et de desserte par TC

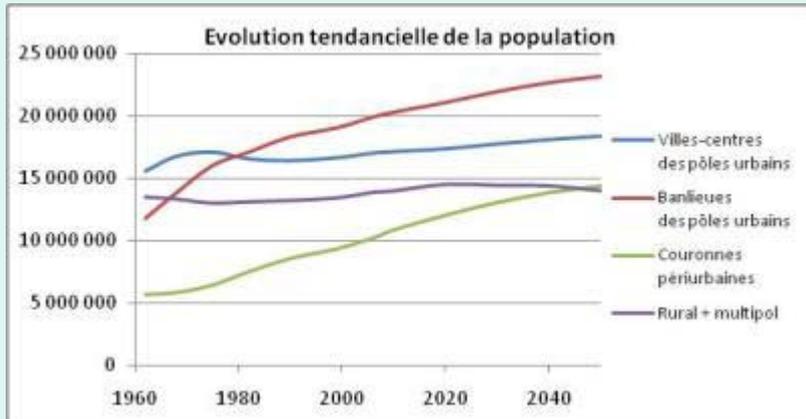


Production de scénarios contrastés de développement urbain visant la ville

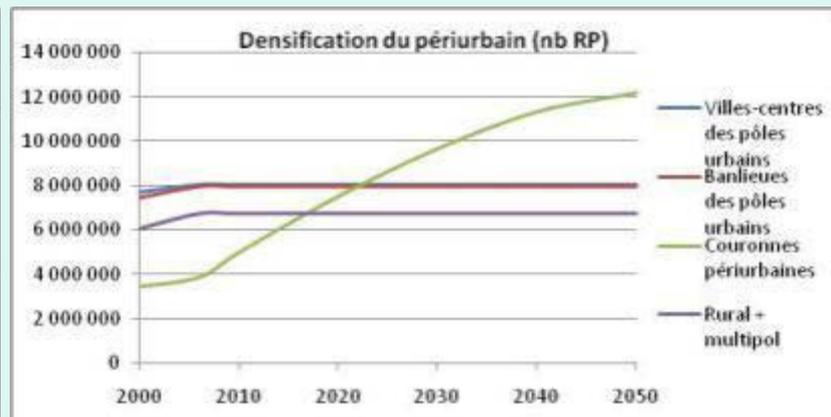
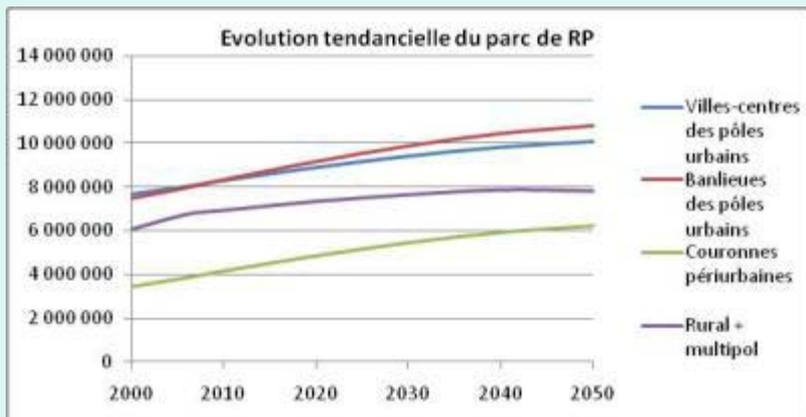
« post-carbone »

- densification des pôles existants par reconversion des friches, en « resserrement urbain » ;
- mutation des premières couronnes, par démolition des ensembles de maisons individuelles au profit de formes urbaines plus denses ;
- évolution du périurbain, par densification sans démolition.

Perspectives



Valeurs 1962-2006 : INSEE PREMIERE, N 1240 - JUIN 2009, La croissance périurbaine depuis 45 ans. Extension et densification ; Répartition de la construction neuve sur la base 1999-2003 (cf. Notes de synthèse du SESP N 160, Août à décembre 2005) 2010-2050: Poursuite de la croissance de la population en banlieue (+ 14%) et en Périurbain (+ 32,5%) ; Tassement des villes centres (+7%) et du rural+multipolaire



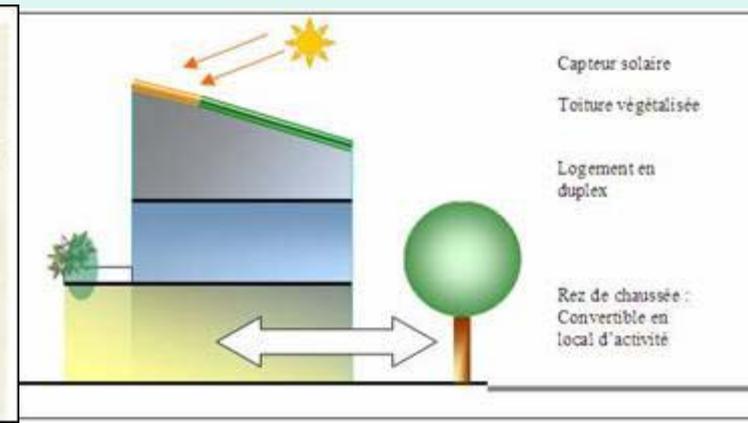
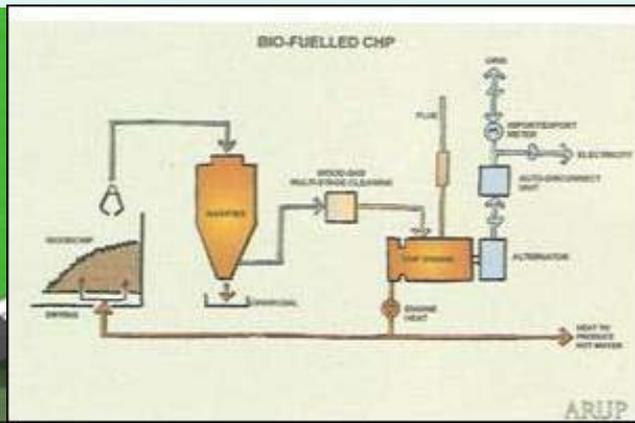
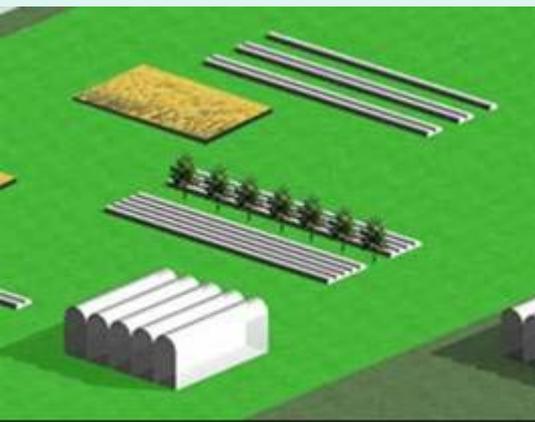
Tendanciel 2050: 36% de la population et 35% des RP en périurbain et en rural

Les villes centres doivent accueillir au total 1,8 Millions de nouveaux logements (2010-2050)

Densification du périurbain (par affectation totale des RP neuves de 2010 à 2050): + 7,2 millions de nouveaux logements (2010-2050),

Une grille programmatique d'écoquartier : approche intégrée eau, énergie, déchets, agriculture, paysage...

1. Favoriser les déplacements doux
2. Développer les techniques alternatives de traitement des eaux pluviales
3. Générer une utilisation modérée du foncier (en termes de densités) et proposer une **diversité typologique** des logements, cf. démarche SOHO
4. Intégrer des espaces naturels (jardins ou maraîchages, cultures énergétiques) et favoriser les « circuits courts ».
5. Affirmer le traitement « HQE » des espaces publics (confort, gestion)
6. Concevoir des aménagements extérieurs pour faciliter le tri et la collecte sélective des **déchets**
7. Diversifier les **sources d'énergies renouvelables** (Solaire, bois, géothermie)
8. Adopter la démarche HQE dans les Cahiers des charges des **constructions**



Les systèmes intégrés eau/énergie/déchets

Hammarby Sjöstad (Stockholm) :

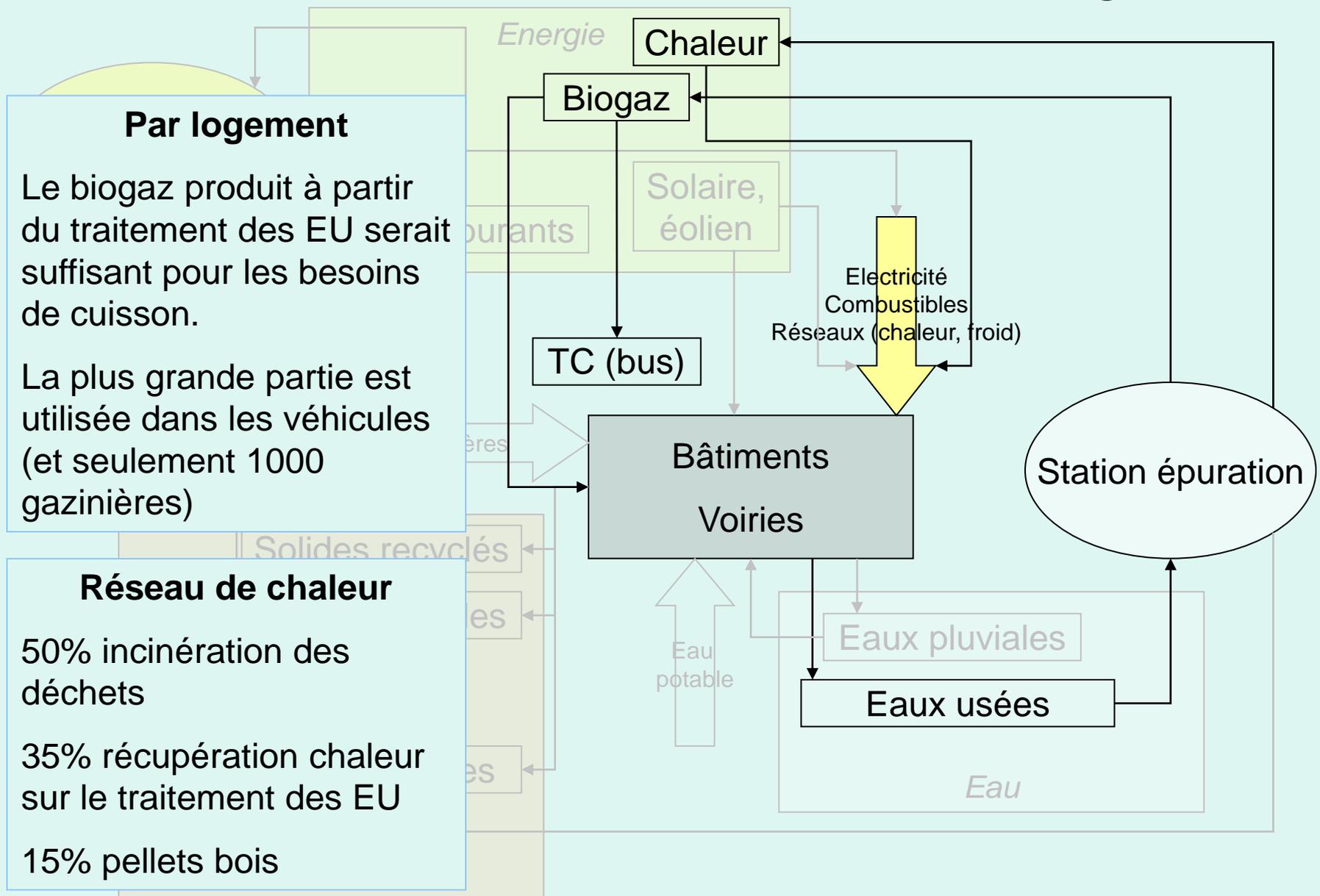
- ❑ 10.000 logements + 10.000 emplois sur 150 ha (+ 50 ha de lacs)
- ❑ Facteur 2 sur l'ensemble des impacts environnementaux des bâtiments et des transports (eau, énergie, déchets, nuisances, etc.)



Mots clés de la planification urbaine

Multifonctionnalité
Reconversion des sols artificialisés
Dialogue
Soutenabilité
Urbanité

Métabolisme urbain: eau, énergie, déchets

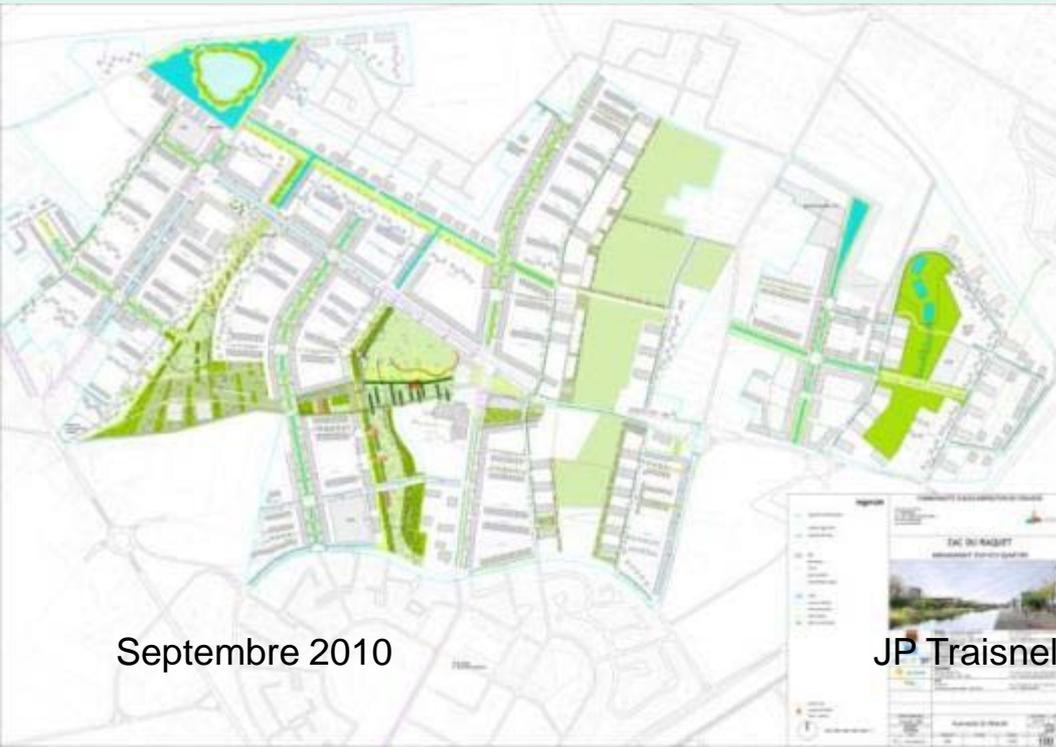




Quelques questions vives dans l'aménagement:

- Articulations entre trames (bleue, verte, grise, rouge)
- Gestion des espaces verts et circuits courts (agriculture urbaine, jardins partagés)
- Diversité fonctionnelle et mixité sociale

Trames vertes/bleues, Le Raquet (SEURA, 2009)



Septembre 2010

JP Traisnel

Urban Farming, Detroit (Libération, 9 juin 2009)



42

Moindre consommation énergétique, réduction CO2

Logement
(confort thermique)

Continuité des formes
urbaines
Réseaux
EnR (solaire, bois)

Déplacements
quotidiens

Proximité, modes doux
Desserte par les TC

Alimentation

Maraîchage biologique
Du producteur au
consommateur

Meilleure gestion du territoire
Gestion des EP : Equilibre gris/végétal



Des villes et collectivités qui innovent

- Boulder, Colorado: taxe carbone
- Detroit: reconversion de parcs en agriculture urbaine
- Flint: Réduction de l'étalement urbain
- Amsterdam: smart work center
- Plans Climat Energie territoriaux (PCET), cf. Energie-cités (production décentralisée, cf. également projet « smart grid »)
- Concept Masdar City: cours intérieures/microclimat (ombre, ventilation)
- Etc.

Masdar Institute Street View



Urban Farming, Detroit



Concept Smart Work Center



Sources bibliographiques

- Publications du CLIP: *Habitat et développement durable*, cf. www.iddri.org/iddri/telecharge/cahier-du-clip/clip_13.pdf)
- Habitat-transport : recherche ETHEL, cf. travaux en cours: <http://ethel.ish-lyon.cnrs.fr/Travaux.htm>
- *Les annales de la recherche urbaine : La ville dans la transition énergétique*, n° 103, septembre 2007, PUCA.
- ONERC (Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique), *Changement climatique, Coûts des impacts et pistes d'adaptation*, La Documentation française, 2009.
- Rapports du Grenelle de l'environnement et rapports des COMOP.
- Réseau SDEM/SCET, *Tendances Aménagement*, Juillet 2008, n°11.