

ETHEL

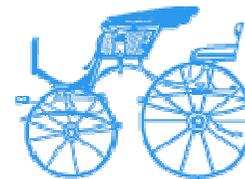
Energie, Transport, Habitat, Environnement, Localisations



Séminaire final
15 mars 2010

15.03.10

LET





ETHEL II - Energie Transports Habitat Environnement Localisations - Phase II.

Charles RAUX (coordinateur du projet), Jesús González-Feliu,
Frédéric Henriot, Jean-Louis ROUTHIER, Florence Toilier,
Laboratoire d'Economie des Transports, UMR 5593 CNRS.

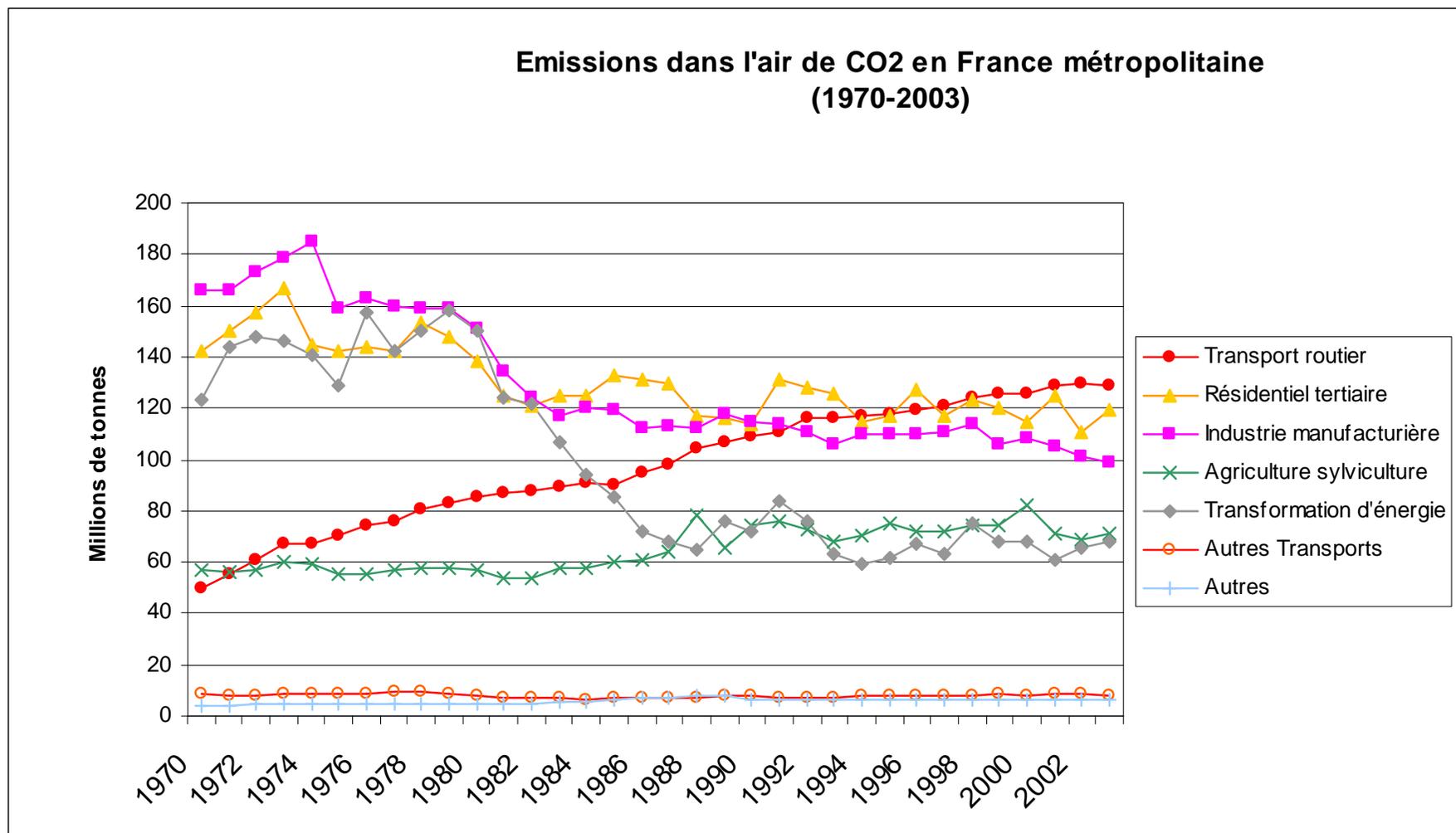
Jean-Pierre TRAISNEL (coordinateur du projet), Mindjid Maïzia,,
AUS-LTMU, Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, UMR
7136 CNRS.



Deux équipes : LET et LTMU

- ⌘ Laboratoire d'Economie des Transports
(CNRS-UMR 5593, Université Lyon 2, ENTPE)
 - ✉ Charles Raux, Jean-Louis Routhier, Jésus Gonzales-Feliu
 - ✉ email : charles.raux@let.ish-lyon.cnrs.fr
- ⌘ Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines
(CNRS-UMR 7136, IFU, Université Paris 8)
 - ✉ Jean-Pierre Traisnel, Mindjid Maïzia
 - ✉ email : jean-pierre.traisnel@univ-paris8.fr

Le contexte



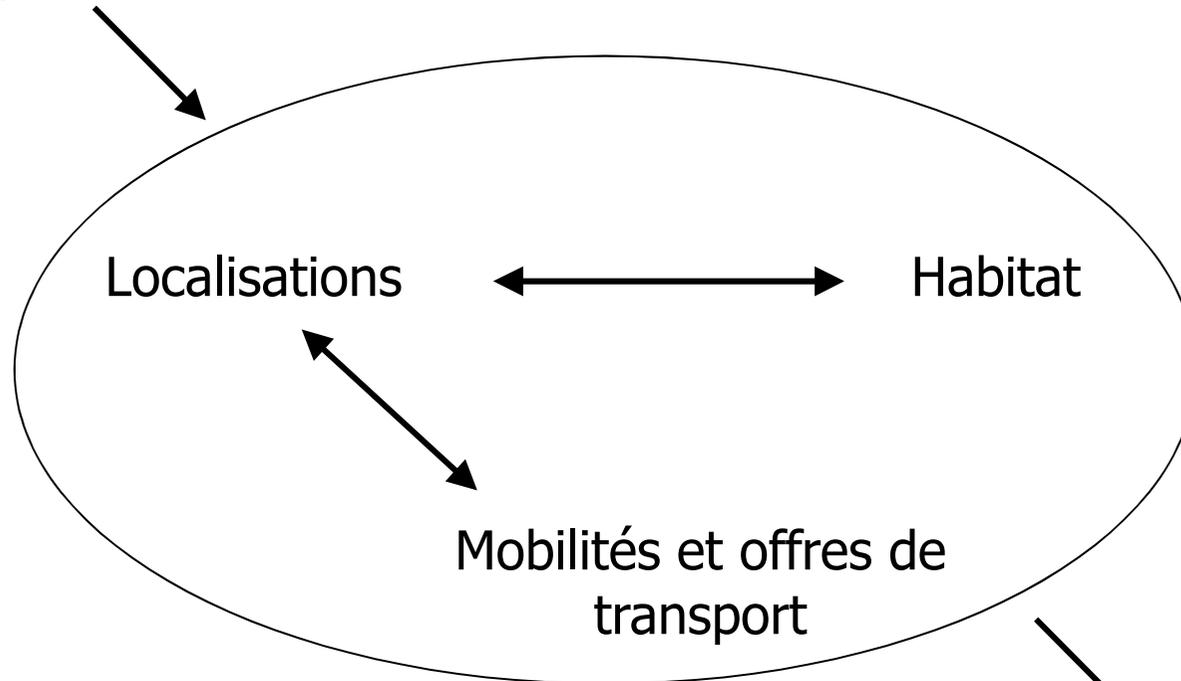
source CITEPA (2005)

Les objectifs

- ⌘ mieux maîtriser le lien entre transports, localisations et type d'habitat
- ⌘ simuler les conséquences d'hypothèses sociétales, économiques et technologiques sur la consommation d'énergie et les émissions de CO2
- ⌘ marges de manœuvre, leviers pour la politique publique ?
- ⌘ champ : transports de personne, résidences principales, horizon 2030 (Ethel-I)
approfondissement résidences principales
transports de marchandises en ville (Ethel II)

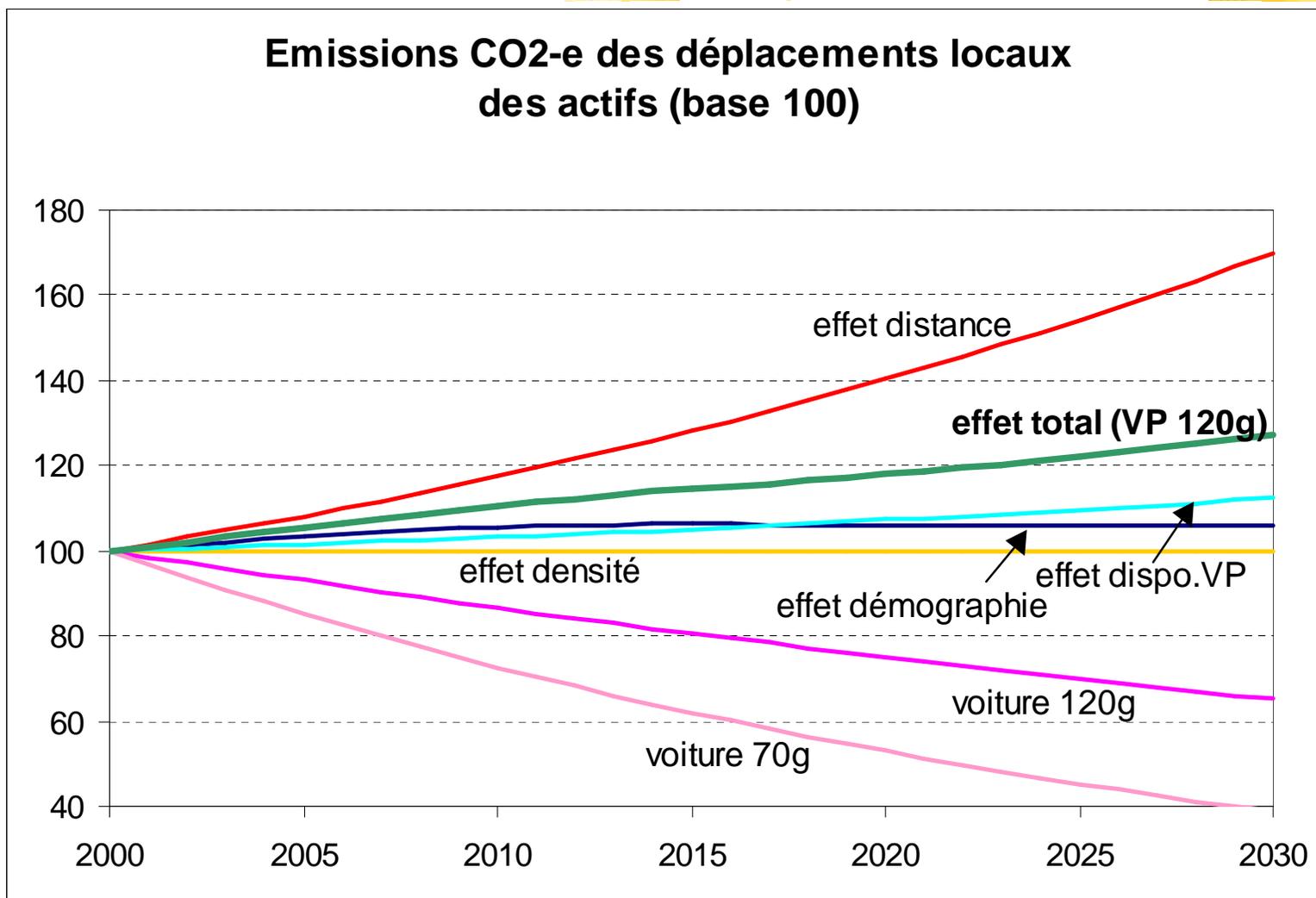
La démarche

Exogènes :
tendances lourdes,
clivages, leviers

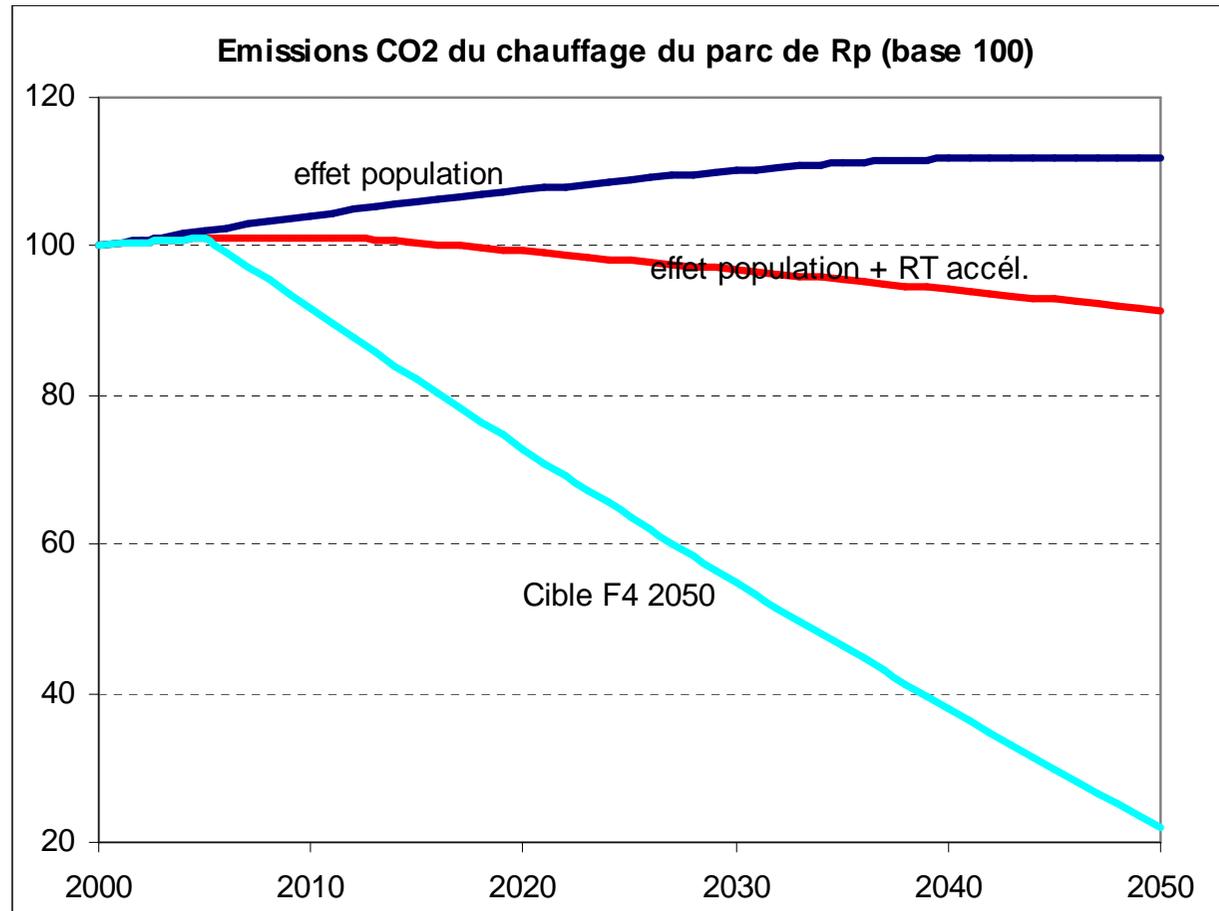


Indicateurs

ETHEL : transports



ETHEL : habitat

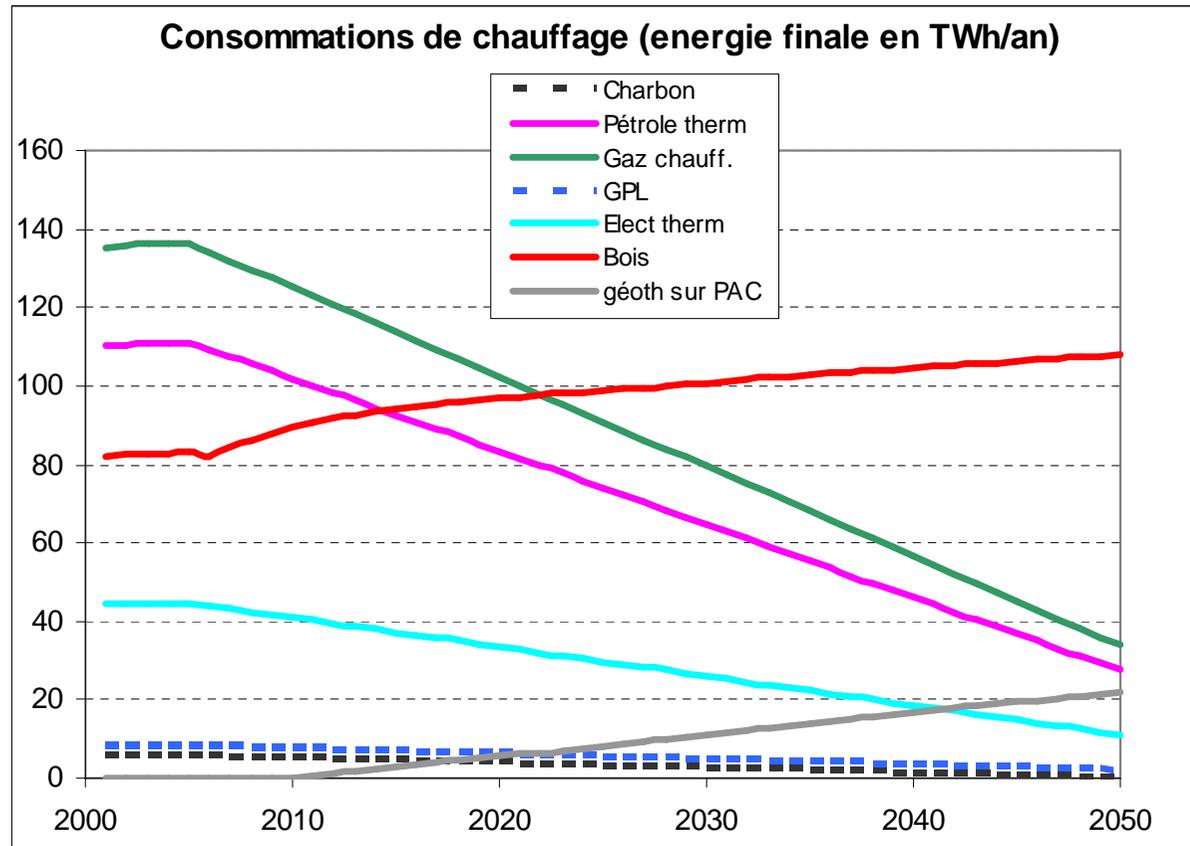


Effet démographique:
neuf à RT2000, parts de
marché énergie
inchangées

**Effet population + RT
accélérée :** neuf à 15
kWh_{ef}/m² dès 2020, parts
de marché énergie
inchangées

**Effet RT accélérée +
réhab:** en 2050,
neuf à 30 kWh_{ef}/m² en
moyenne, stock à - 50%
(430.000 logts/an)
(MI à 95 kWh_{ef}/m²/an)
(IC à 83 kWh_{ef}/m²/an)

ETHEL : habitat



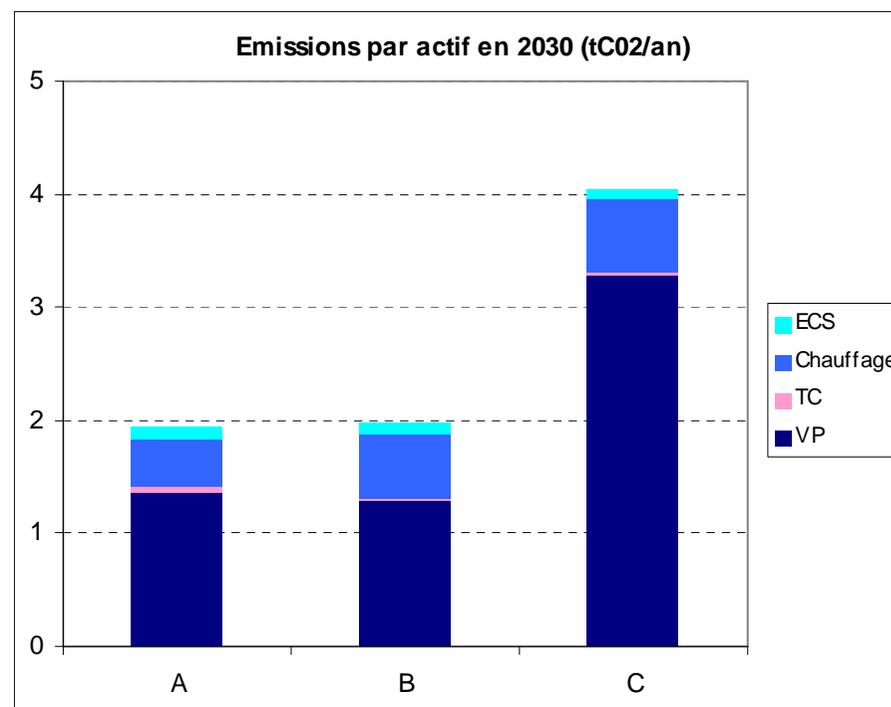
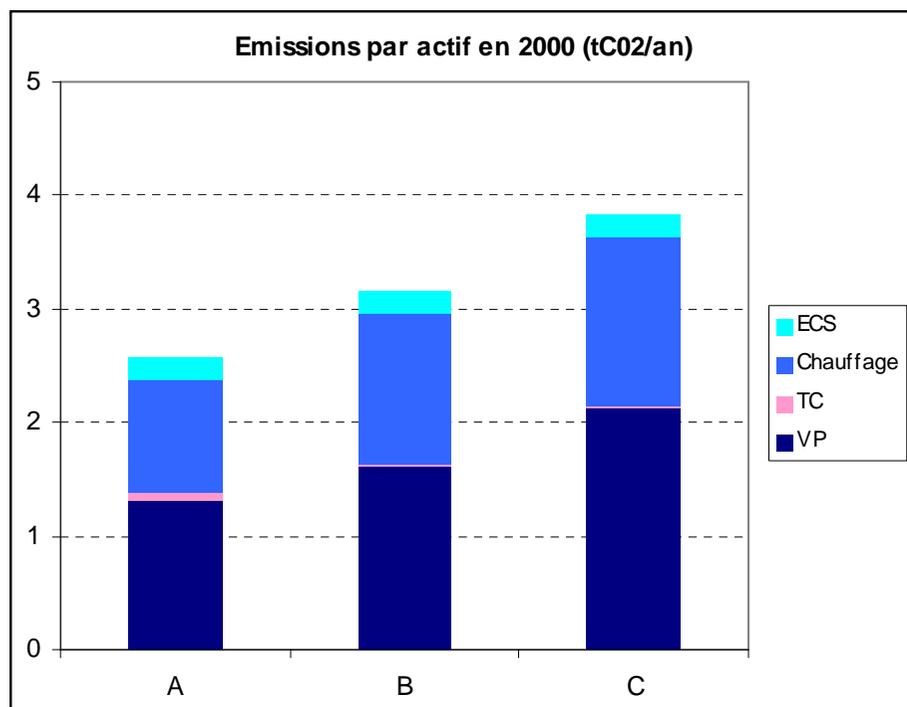
Neuf : RT2005-2050
accélérée

Stock : facteur 2 sur la
consommation moyenne,
réhabilitation de 420.000
logements/an

Facteur 4 sur les
énergies carbonées,
électrique à 100% PAC
en 2050

Plusieurs scénarios possibles vers le facteur 4

Illustration



A: communes centrales et denses

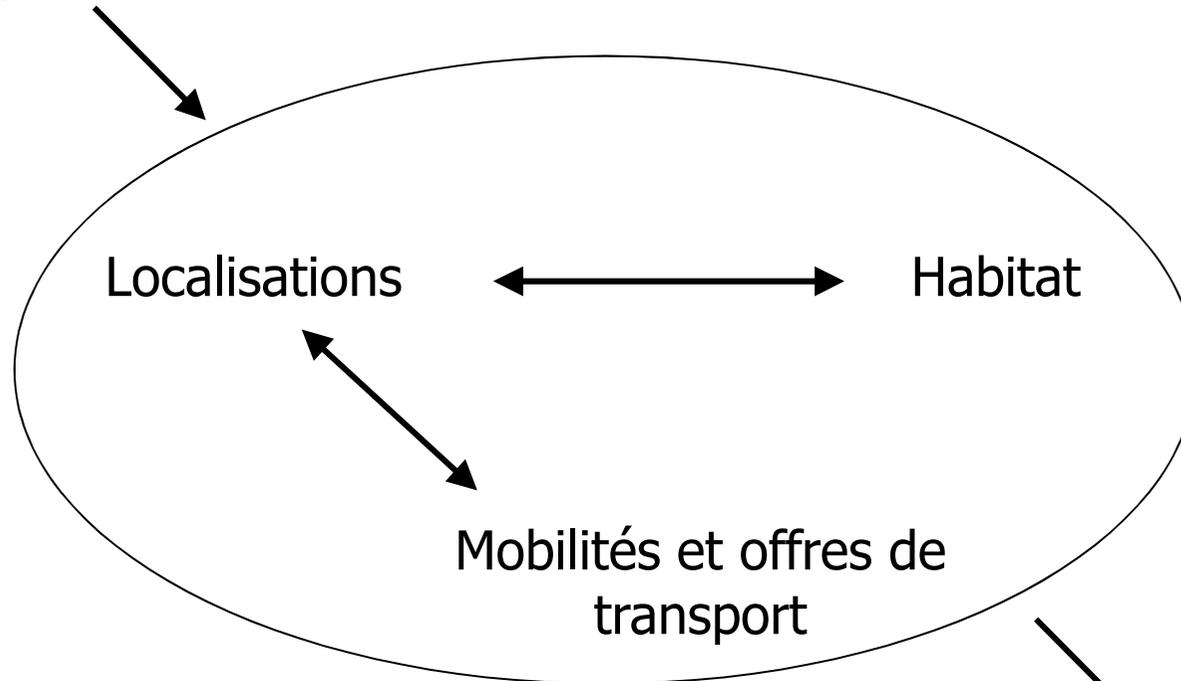
B: zones périphériques peu ou moyennement denses

C: zones rurales ou périurbaines, très peu denses

en 2030 : VP à 120
gCO2/km, chauffage à 140
gCO2/kWh, ECS à 50% ENR

La démarche

Exogènes :
tendances lourdes,
clivages, leviers



Indicateurs

Tâche A : le transport de marchandises en ville

- Introduction
- A1 : Évolutions des structures d'activité d'une agglomération : l'exemple de Lyon
- A2-A3 : Modéliser la demande de transport de biens de consommation finale
 - Caractérisation des mouvements logistiques (FRETURB)
 - Caractérisation des mouvements dus au consommateur final (modélisation des déplacements d'achats)
 - Approche globale
 - Scénarios et résultats des simulations
- Conclusions et poursuite de la démarche

Introduction

- Champ du Transport de Marchandises en Ville
 - 1/4 circulation en agglomération urbaine
 - Deux composantes du fret urbain : Echanges inter-établissements / Déplacements d'achats des ménages

Composantes du transport motorisé Marseille (1995)	% des Km UVP (*)	% Consommation d'énergie (Tep)
Livraisons, enlèvements, y compris les flux de gestion urbaine (VP, VUL, PL)	11%	14%
Déplacements d'achats motorisés (VP)	11%	10%
Autres déplacements (VP)	78%	76%

(issu de : LET et alii 2002)

- **Commerce de détail** : interface entre ces deux composantes.

Évolutions des structures d'activité d'une agglomération : l'exemple de l'agglomération de Lyon

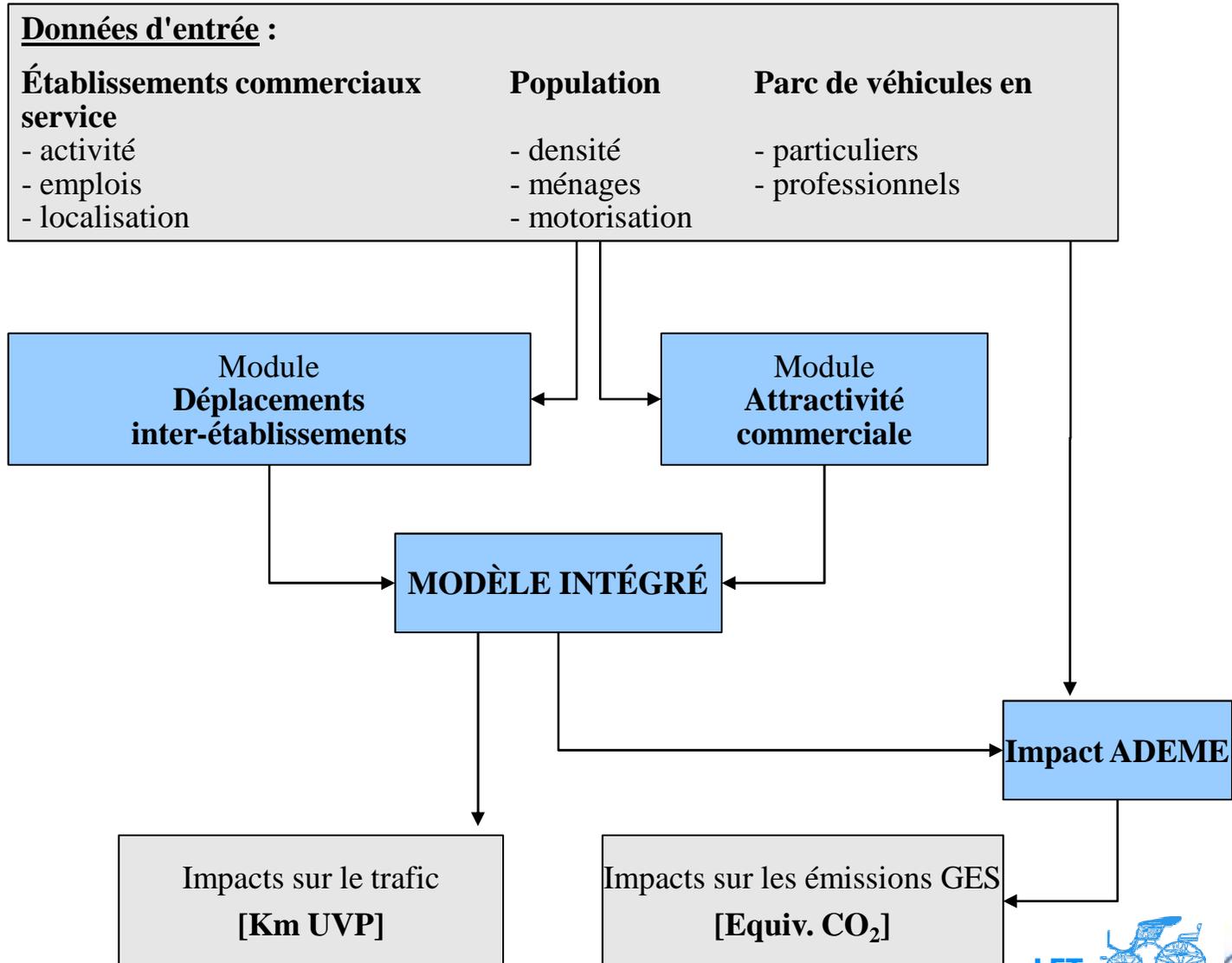
Activités	Nombre d'établissements 1999	Evolution Etabts (%) 82-99	Emploi 1999	Evolution Emploi (%) 82-99
Agriculture	1 553	202%	3 090	122%
Artisanat et services	24 288	44%	96 578	90%
Industrie	8 396	- 11%	132 054	-25%
Commerce de gros	5 172	61%	37 960	65%
Grande distribution	178	110%	13 134	83%
Petit commerce	16 517	- 24%	73 548	4%
Bureaux	26 797	22%	281 524	18%
Entrepôts	656	- 66%	14 006	4%
Total	83 557	11%	651 894	12%

Évolutions des structures d'activité d'une agglomération : l'exemple de l'agglomération de Lyon

Activité / Couronne	Centre	C1	C2	Agglo Lyon
Agriculture	-29%	137%	174%	122%
Artisanat-services	77%	106%	116%	90%
Industrie	-61%	-13%	58%	-25%
Commerce de gros	1%	87%	273%	65%
Grande distribution	30%	74%	1068%	83%
Petit commerce	-8%	18%	52%	4%
Tertiaire de bureau	2%	54%	159%	18%
Entrepôts-transport	-74%	3%	196%	4%
Emploi total	-7%	26%	105%	12%

Evolution de l'emploi entre 1982 et 1999

Démarche de simulation



Scenarios extremes famille 1 : « Urbanisme commercial »

⌘ Hypothèses

- Base de données d 'entrée : Bordeaux, 1995.
- Données transposables à l'application à Lyon, car comportements désagrégés à l'établissement.
- Tableaux d 'équivalence entre le petit commerce, la grande surface et la très grande surface en termes de comportement d 'approvisionnement.

Scénarios extrêmes

famille 1 : « Urbanisme commercial »

- **Scénarios et démarche de simulation**
- Scénario 1a : maintien des très grandes surfaces existantes, création des nouvelles dans les mêmes zones (hypothèse de localisation optimale des hypermarchés et très grandes surfaces spécialisées)
- Scénario 1b : dissémination du petit commerce proportionnellement à la population
- Dans les deux cas les nouveaux établissements créés ont le profil moyen (nombre d'emplois, volume d'activité) des établissements préexistants, selon la typologie suivante:
 - 15 types de commerces de détail
 - une à cinq sous-strates sur la taille d'établissement

Scenarios extremes famille 2 : « Vente à distance »

■ Hypothèses

- Données d 'entrée (livraisons à domicile) : Alligier, 2007
- Données mesurées sur Lyon et agrégées par catégorie d 'espace urbain
- Hypermarchés du scénario 1a transformés en plate-forme de distribution finale
- Demande et fréquence pour les ménages par zone ; résolution d'un problème d'affectation

Scenarios extremes famille 2 : « Vente à distance »

- **Scénarios et démarche de simulation**
- Scénario 2a : livraison à domicile généralisée à l'ensemble de tous les ménages de l'aire urbaine
- Scénario 2b : toutes les marchandises sont livrées à proximité par un système de distribution de type « Point-Relais »
- Mutualisation générale de ces services (pas de concurrence)

Scénarios extrêmes :

Estimations des gains en km-UVP* et CO₂

		Km-UVP distribution des commerces	Km-UVP approvisionne ment ménages	Km-UVP totaux	Tonnes Equiv. CO2 totaux
0	Référence Lyon 2006	2,7 MkmUVP / semaine	26,0 MkmUVP / semaine	28,7 MkmUVP / semaine	6 150 tonnes par semaine
1a	Tout Hypermarché	-87%	-3%	-11%	-16%
1b	Tout Petit Commerce	+90%	-83%	-67%	-56%
2a	Tout Livraison à Domicile	-87%	-85%	-85%	-86%
2b	Tout Points Relais	-87%	-95%	-93%	-92%

Km-UVP : 1 VUL = 1,5 VP ; 1 Camion porteur = 2 VP ; 1 articulé = 2,5 VP

proximité progressifs non mutualisés

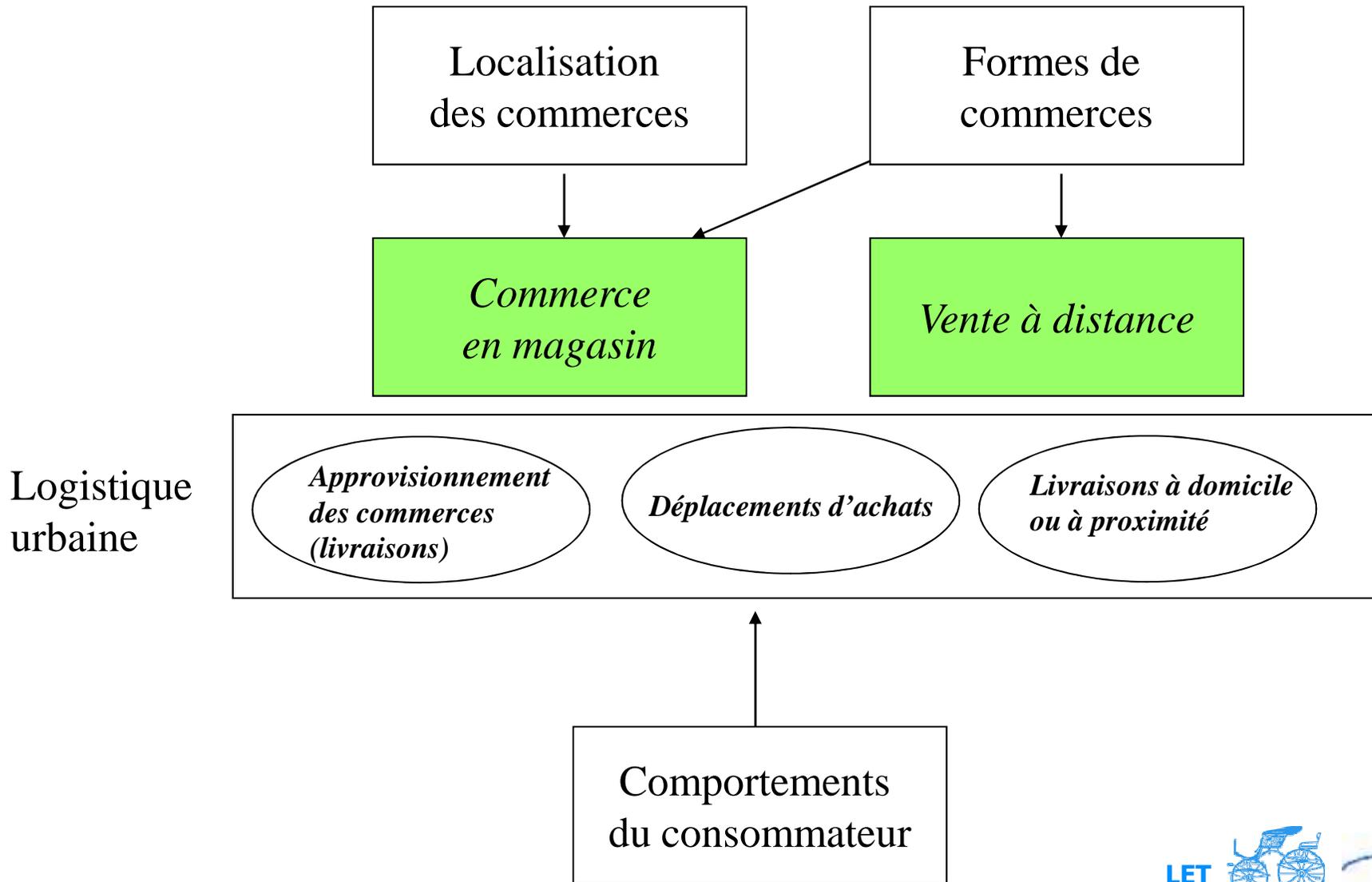
Scénario		Aval Livraison	Aval Achats	Total
0		0	25955939	25955939
LAD	10%	4%	-10%	-6%
	20%	8%	-20%	-12%
	30%	13%	-31%	-18%
	40%	17%	-42%	-25%
	50%	21%	-52%	-31%
	60%	25%	-63%	-38%
	70%	29%	-74%	-44%
	80%	33%	-84%	-51%
	90%	38%	-95%	-57%
	100%	40%	-100%	-60%
PR	10%	2%	-8%	-6%
	20%	4%	-17%	-13%
	30%	6%	-26%	-20%
	40%	7%	-34%	-27%
	50%	9%	-43%	-34%
	60%	11%	-52%	-41%
	70%	13%	-61%	-48%
	80%	15%	-70%	-55%
	90%	17%	-79%	-62%
	100%	18%	-82%	-65%

Km-UVP : 1 VUL = 1,5 VP ; 1 Camion porteur = 2 VP ; 1 articulé = 2,5 VP

Conclusions et prolongements

- Scénarios extrêmes pour identifier les limites et les potentiels de la démarche
- Unité km-UVP : permet une évaluation globale harmonisée de l'occupation de la voirie
- Evaluation énergétique et environnementale : estimation en Tep et en CO2
- Seuls les deux derniers maillons de la chaîne sont considérés : la partie amont du commerce de détail (ou des dépôts pour la vente à distance), la partie aval (déplacements d'achat des ménages ou mouvements de livraison)
- Prolongements :
 - Scénarios mixtes et évolutifs
 - Estimations de population et développement urbain en 2050 pour simulations de scénarios de facteur 4

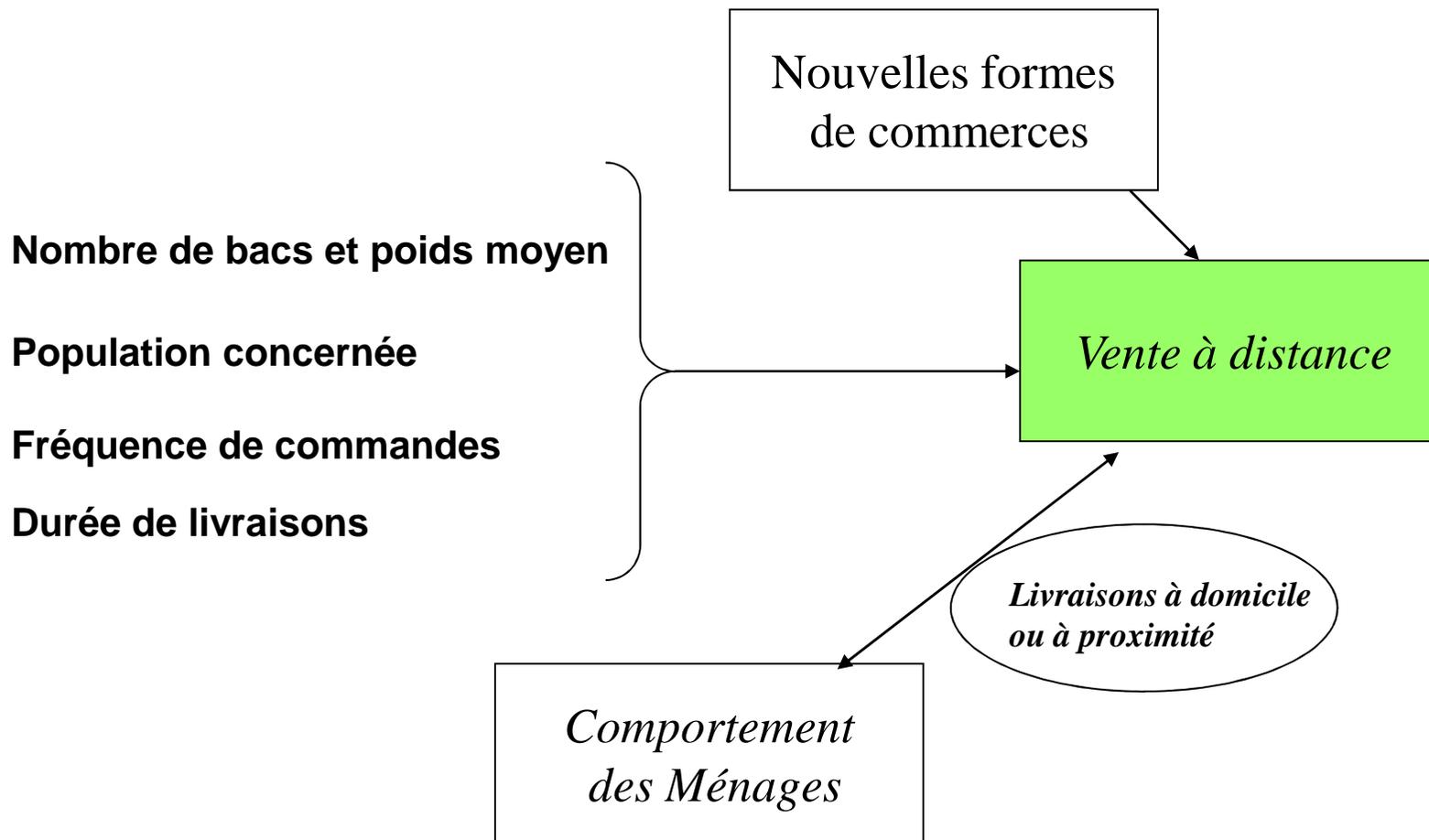
Ethel II A : Modéliser les interactions entre urbanisme commercial, logistique urbaine et déplacements d'achat ?



⌘ Activité A2 : Simuler la demande de transport de biens de consommation finale



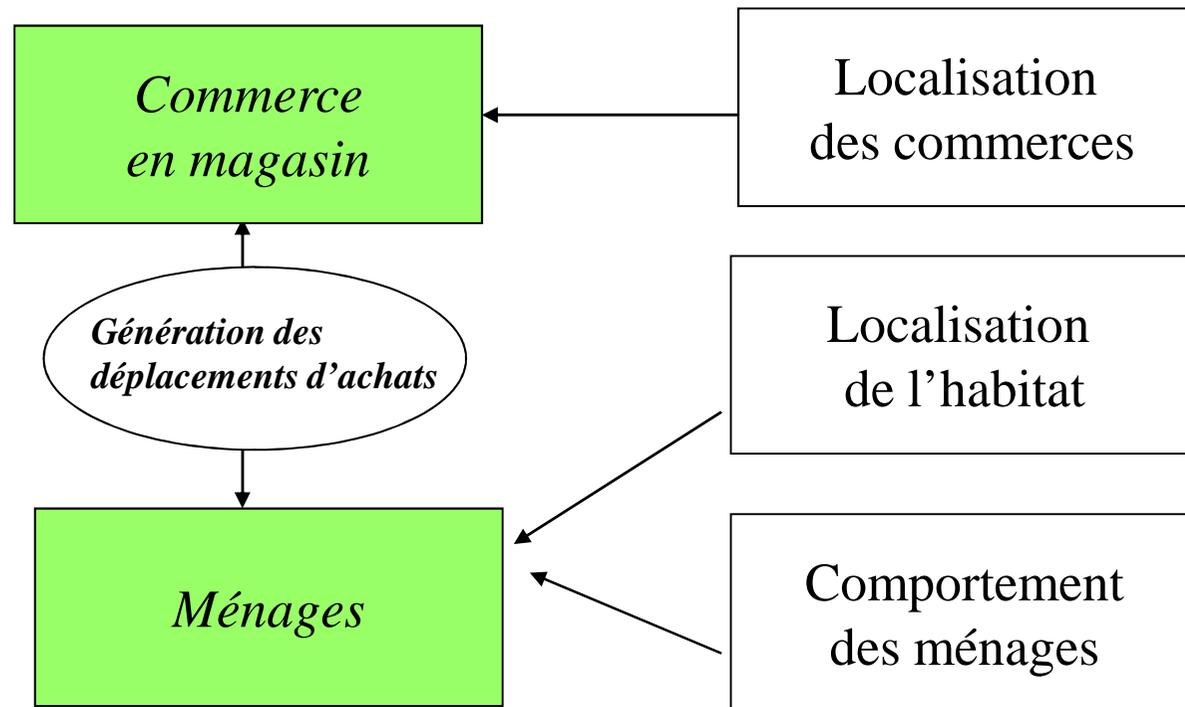
⌘ A2 – 2 Simuler la vente à distance



Dessiner les grandes tendances à l'horizon 2030

Activité A2 : Simuler la demande de transport de biens de consommation finale

A2 – 3 Les sources d'information sur les comportement d'achat des ménages



Mesurer les flux d'achat motorisés à l'horizon 2030

Tâche B : le secteur résidentiel

Trois tâches identifiées

- ⌘ B1. Modèle de dynamique du parc se conformant aux recommandations du Grenelle (logements neufs)
- ⌘ B2. Développement de modules d'analyse morphologique du parc de logements, permettant d'explorer les gisements solaires (thermique et photovoltaïque)
- ⌘ B3. Développement de scénarios énergétiques (consommations totales du parc de logements et émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage et à l'ECS)

Tâche B : le secteur résidentiel

Objectif de prospective « Facteur 4 »

- ⌘ Evaluer le potentiel maximal des différentes solutions énergétiques retenues en 2050, pour un seul chemin de réhabilitation du parc de RP

- ⌘ Trois leviers identifiés:
 - ⌘ la réduction des besoins de chauffage (demande),
 - ⌘ le recours à des équipements énergétiques plus performants (efficacité),
 - ⌘ le choix d'énergies moins carbonées (substitution).

Tâche B : le secteur résidentiel

Situation énergétique en 2005

Répartition des consommations énergétiques dans le parc de résidences principales en 2005 (en TWh, énergie finale)

Sources : DGEMP 2003 et calage EDF / GDF SUEZ à partir des données CEREN

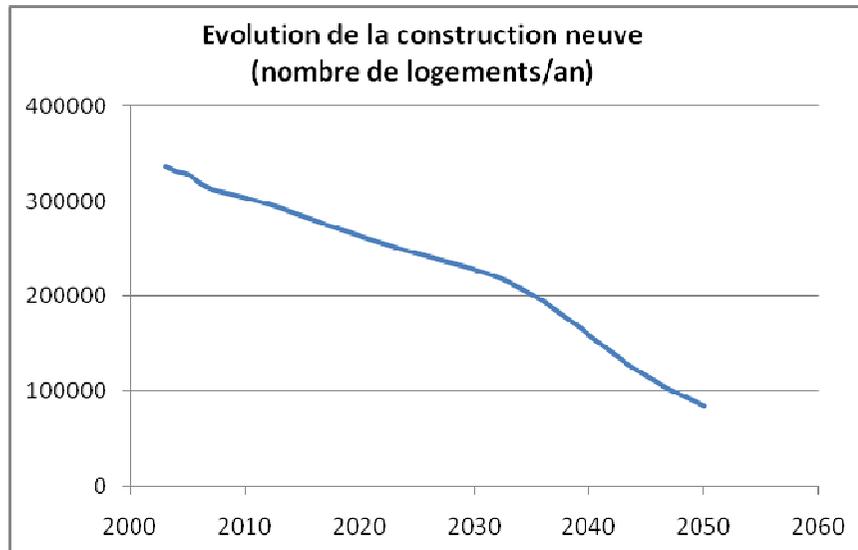
Postes \ Energies	Charbon	Fioul	GPL	Gaz	Elec.	Bois	EnR	Total	(en %)
Chauffage	3,00	93,20	9,10	151,8	34,8	87,90	3,90	383,70	70,4%
ECS (eau chaude)	0,4	11,40	2,30	19,8	19,5		0,2	53,60	9,8%
Cuisson			9,80	12,8	11,1			33,70	6,2%
Elec. spécifique					73,7			73,70	13,5%
Total	3,40	104,60	21,20	184,40	139,10	87,90	4,10	544,70	100%

B1: Modèle de dynamique du parc

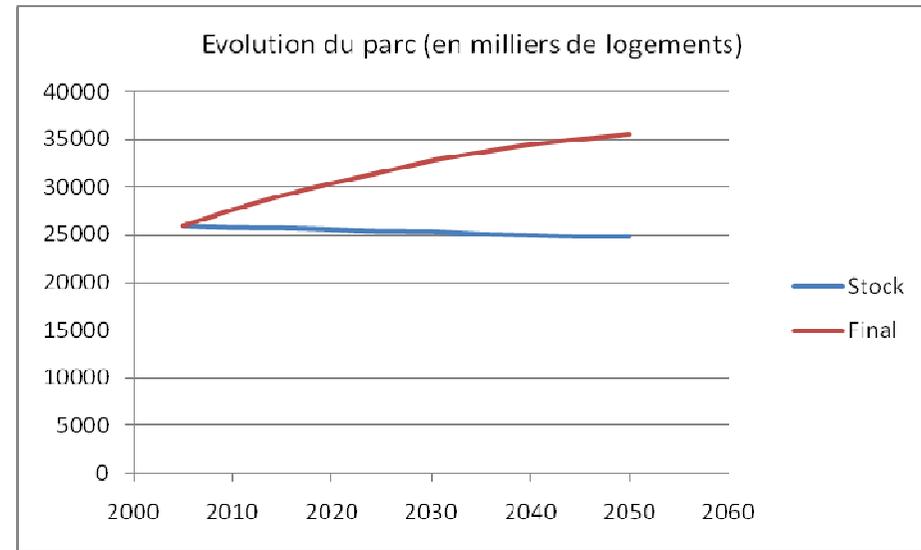
- ⌘ Introductions de règles liées à l'urbain dans les scénarios « logement neuf » et « réhabilitation »:
 - ☒ Neuf, cf. ComOp 9 : hors besoins propre à l'activité rurale, pas de MI ni IC en tissu discontinu (possibilité de développement de réseaux de chaleur)
 - ☒ Neuf et réhabilitation, scénarios énergétiques :
 - ☒ Energie bois exclue en MI en tissu urbain ;
 - ☒ Energie bois proposée en IC-CCC en centre dense sous forme de réseaux de chaleur.

MI: maison individuelle ; IC : logement en immeuble collectif
CCC : chauffage central collectif

Le parc de logements en 2050



Projections de constructions de logements neufs à 2050



Evolution du parc de résidences principales de 2005 à 2050

Hypothèses

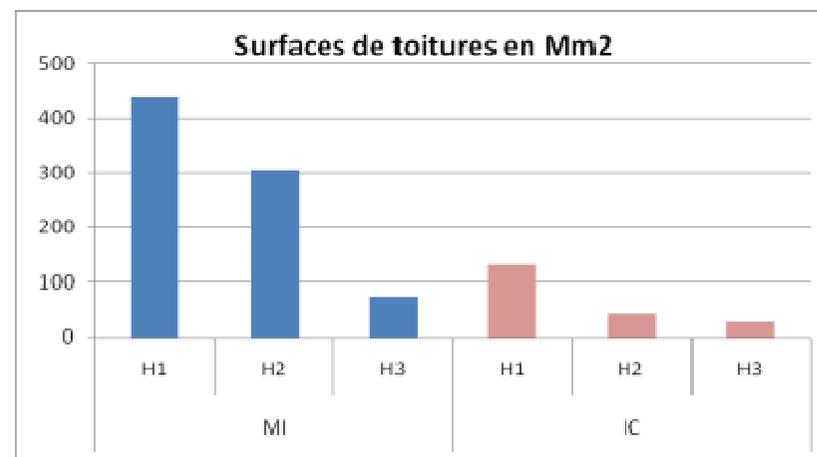
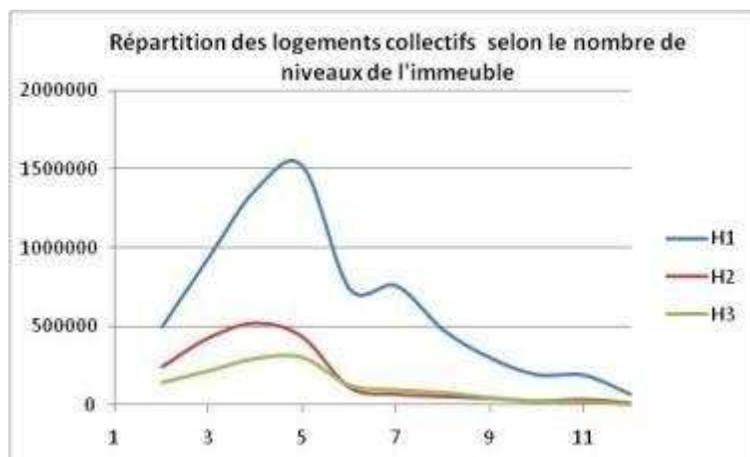
Taux de sortie maintenu à 0,12% du parc existant (30.000 logements/an en 2005)
Répartition dans le neuf (MI / IC) maintenue dans chaque région, par prolongement des tendances 1990-2004.

Parc estimé en 2050

30% des logements en 2050 auront été construits dans l'intervalle 2005-2050
6 millions de logements à énergie positive seront construits dans l'intervalle 2020-2050, (de 15 à 20% du parc total de 2050)
Augmentation des surfaces habitables par personne (de 38,5 m² à 45 m², soit + 17%),

B2: Estimation des gisements solaires (toitures)

	Parc existant (avant 2005)	Parc neuf (2005-2050)
S toitures solarisables (Mm ²)	155 (taux de 15%)	140 (taux de 40%)
S toitures pour ECS (Mm ²)	13,5	15
Prod. Solaire ECS (TWh ef)	5	5,5
Prod. Solaire PV (TWh ef)	19	17



(Estimation basée sur le calcul de l'emprise au sol)

(chauffage et eau chaude sanitaire)

⌘ Neuf, cf. PLG1

- ☒ 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 hors EnR)

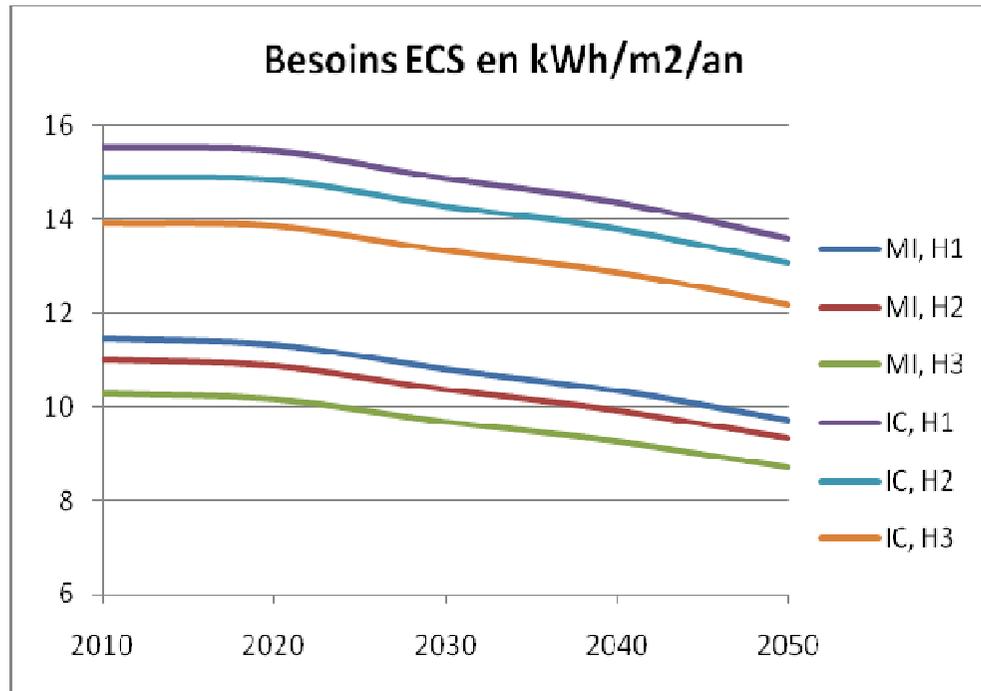
⌘ Réhabilitation du parc antérieur à 2005

- ☒ Facteur 2 moyen sur les besoins de chauffage en 40 ans
- ☒ Renouvellement des équipements Chauffage + ECS en deux cycles de 20 ans

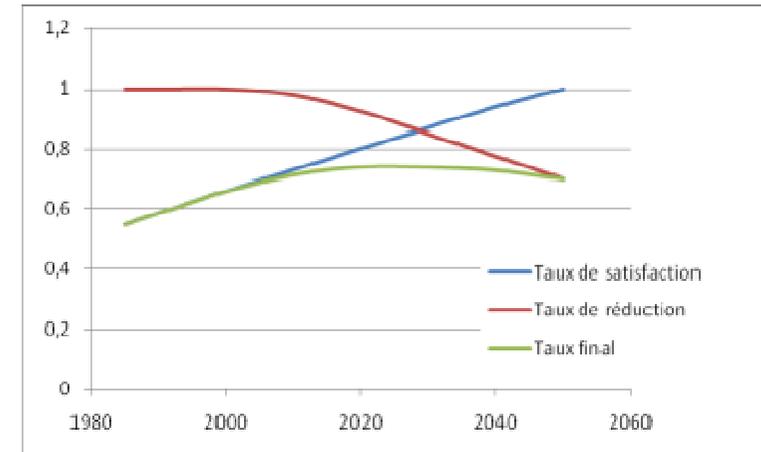
⌘ Technologies privilégiées

- ☒ Chaudières bois et réseaux de chaleur
- ☒ PAC électriques
- ☒ Cogénération gaz
- ☒ Solaire thermique pour l'ECS et compensation PV en BEPOS

B3: Evolution des besoins en ECS



En MI (maison individuelle), les besoins par m² sont plus faibles (plus de m² par personne)

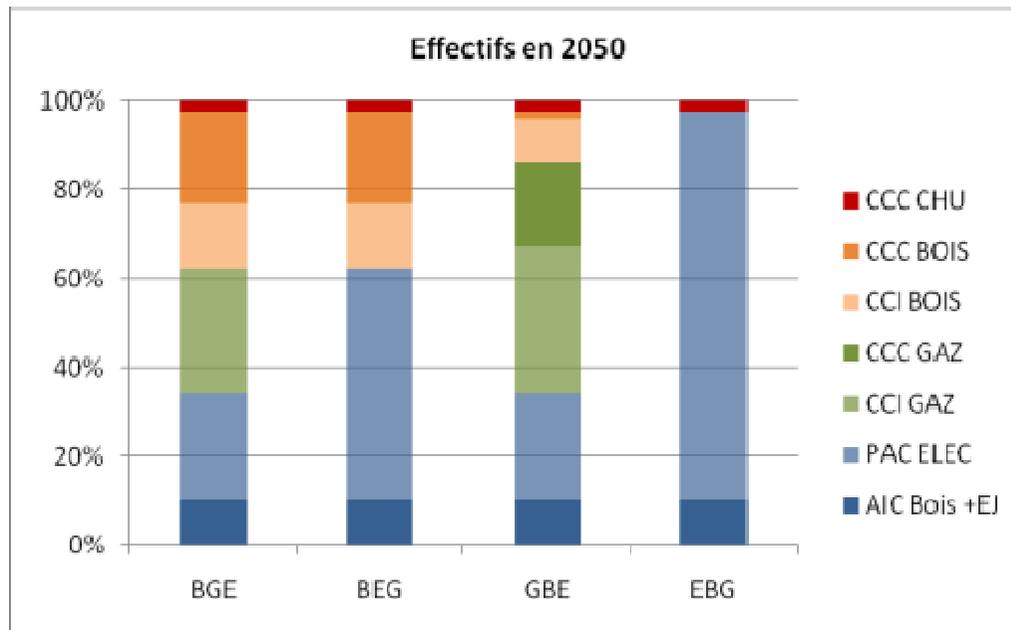


Taux appliqués aux besoins énergétiques conventionnels de production d'ECS :

- taux de satisfaction des besoins théoriques croissant de 0,65 à 1
- taux de réduction (par économie d'eau) décroissant de 1 à 0,7
- taux final stabilisé à environ 0,75

La contribution du solaire thermique, estimée à 50% des besoins en ECS, est appliquée à 100% des RP dans le neuf et à 30% des RP du parc existant.

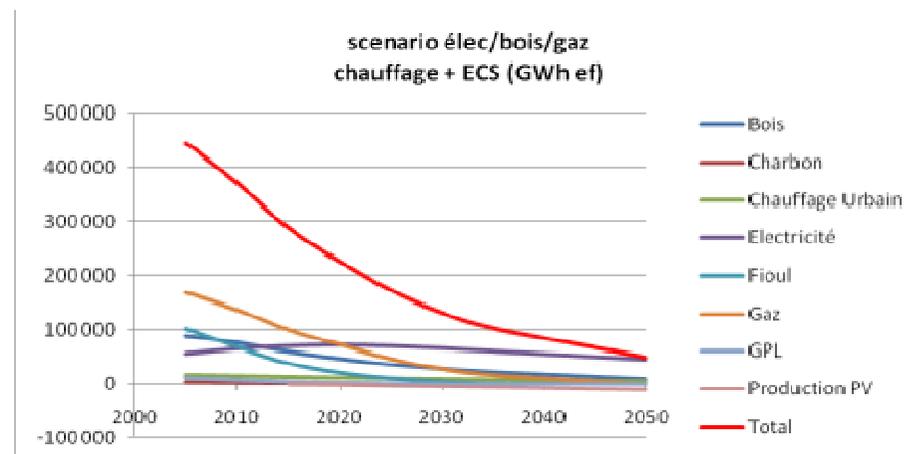
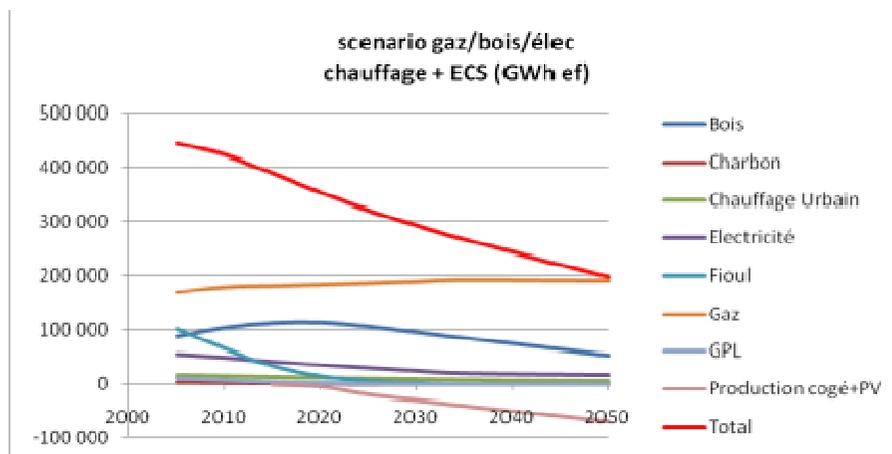
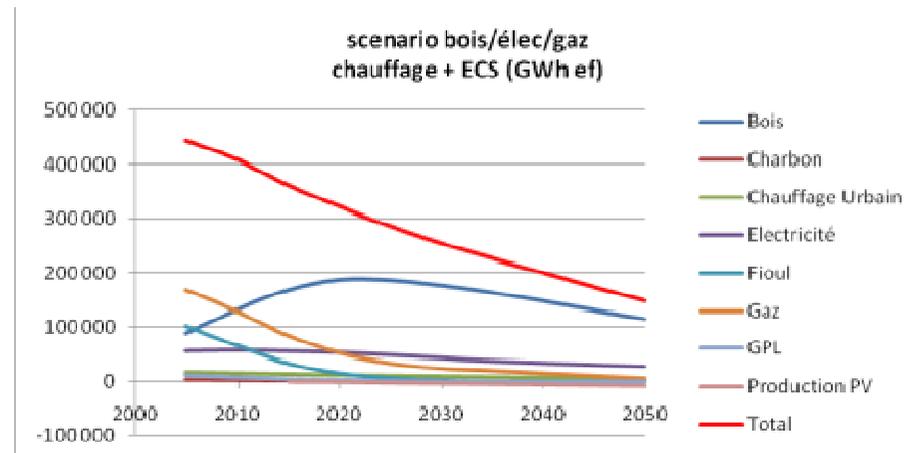
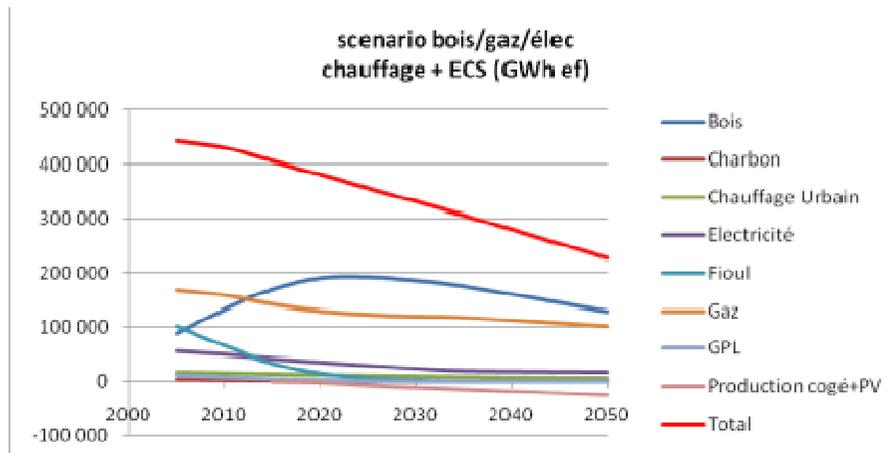
B3: Effectifs de logements en 2050 selon les 4 scénarios



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

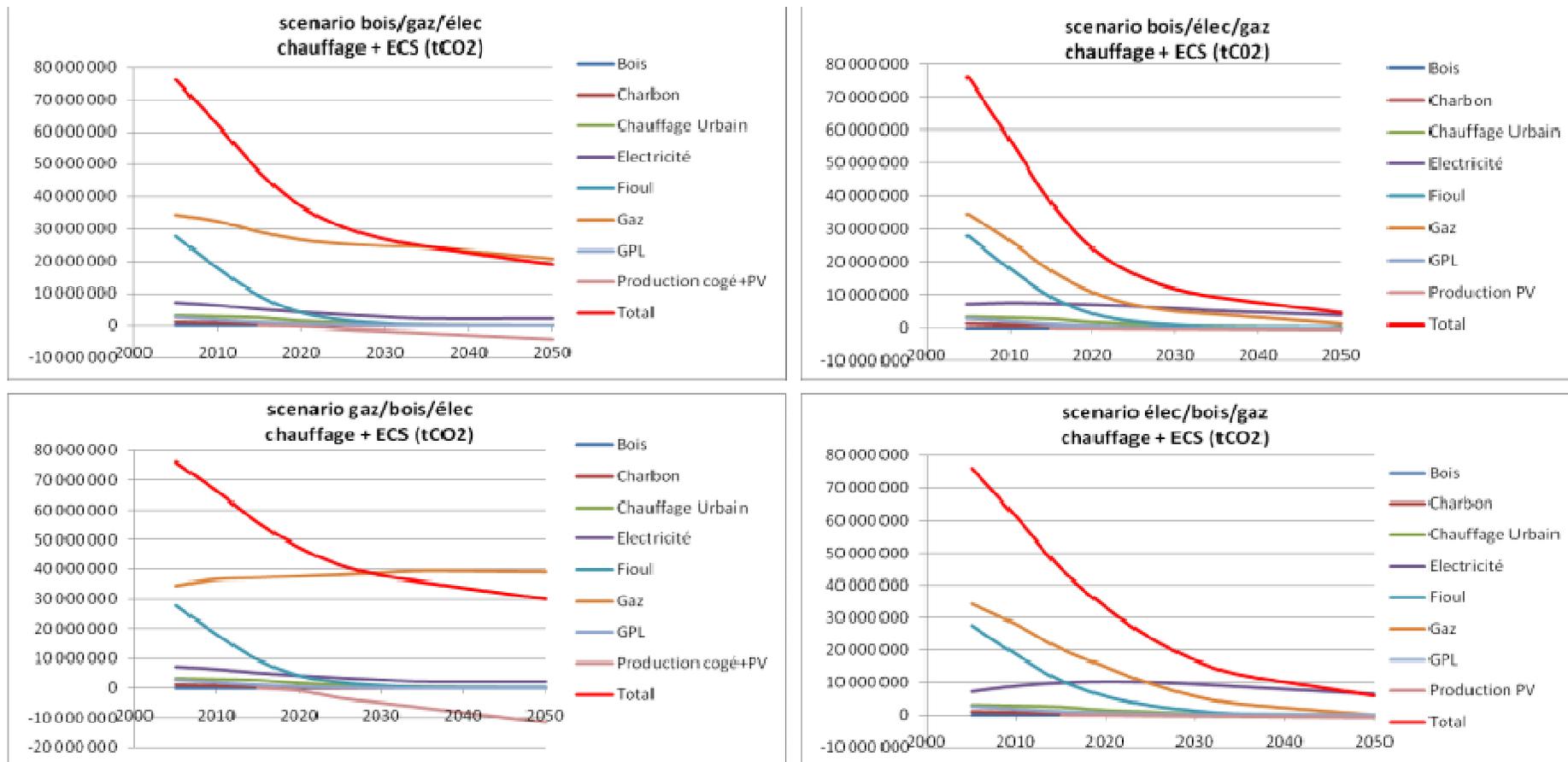
Répartition des effectifs de résidences principales selon les énergies de chauffage, pour les quatre scénarios

B3: Résultats en énergie finale pour les 4 scénarios



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

B3: Résultats en émissions de CO2 pour les 4 scénarios



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

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).

Scénario Bois / Gaz / Electricité

Fort développement de la filière bois-énergie:

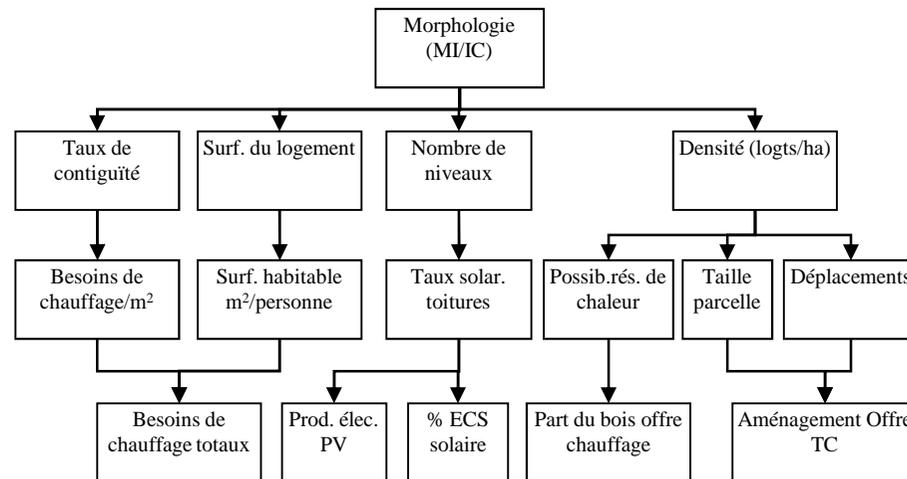
5,2 Millions de MI (CCI) et 7,4 Millions de IC (CCC) en 2050 + AIC + Chauffage urbain
2005 reconverti à la biomasse (80% + 20% appoint gaz)

Facteur 4 envisageable par un effort de 2 moyen en énergie finale (chauffage + ECS) et
2 par la substitution (bois)

Question du point de passage pour la ressource bois à 2020-2030, à 180 TWh contre 64
TWh en 2005.

Perspectives

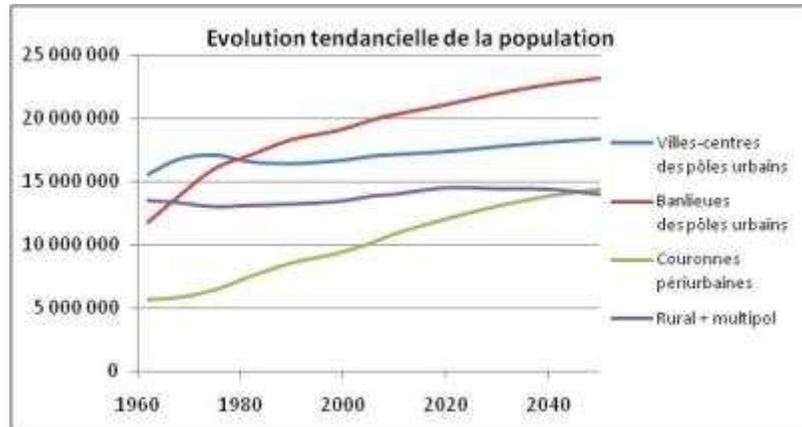
Poursuite de l'analyse morphologique, notamment pour l'étude des densités de logements et des possibilités de développement de réseaux de chaleur et de desserte par TC



Production de scénarios contrastés de développement urbain visant la ville
« post-carbone »

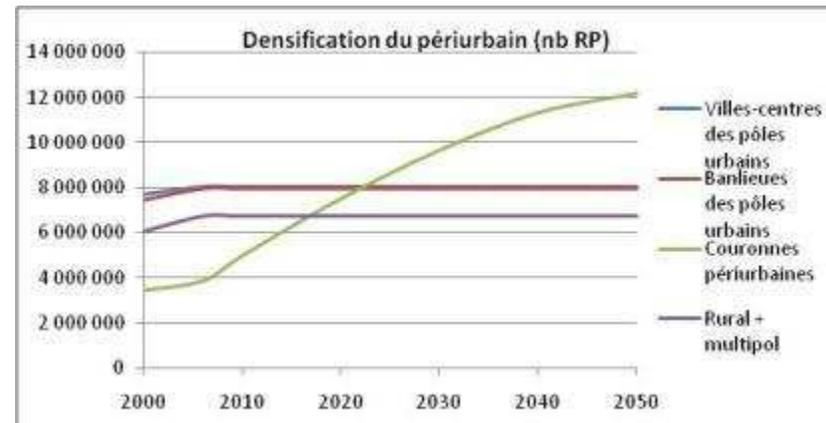
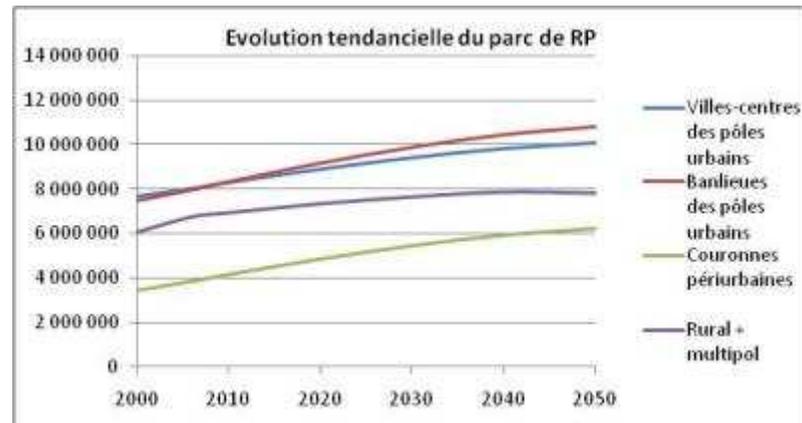
- densification des pôles existants par reconversion des friches, en « resserrement urbain » ;
- mutation des premières couronnes, par démolition des ensembles de maisons individuelles au profit de formes urbaines plus denses ;
- évolution du périurbain, par densification sans démolition.

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



Tendancieriel 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),

Conclusions

- ⌘ Evolution du parc dans une perspective « post carbone » et d'adaptation au changement climatique :
 - ☒ Evolution possible des modes d'habiter (exemple, cohabitation-colocation, corrélation cycle de vie / typologie d'habitat)
 - ☒ Renouvellement du parc accéléré pour certains segments (zones inondables? Périphérie peu dense?)
- ⌘ Dynamiques urbaines à 2050
 - ☒ Les moyennes nationales effacent les dynamiques très différenciées des bassins de vie
 - ☒ Nécessité d'intégrer le tertiaire (diversité fonctionnelle, mais aussi évolution de la séparation habitat-travail)
- ⌘ Exercices « facteur 4 »
 - ☒ Pour l'habitat, sensibilité des résultats au contenu CO2 du kWh électrique