



ENSMP - CERNA

Soutenabilité environnementale des villes émergentes

Le couple "Transport – Usages des Sols" au coeur des dynamiques urbaines

Benoit Lefèvre
Doctorant CERNA - ENSMP
lefevre@ensmp.fr

Présentation des travaux de thèses
ADEME , 16 Janvier 2007



- I. L'urbanisation soutenable au Sud
- II. Le couple "Transport-Urbanisme" au coeur de la durabilité environnementale urbaine
- III. Présentation du cas d'étude : Bangalore, Inde
- IV. Application de TRANUS-SETU
- V. Conclusions



***Massive***

+2 milliards d'urbains dans le Sud dans les 30 prochaines années

Rapide

Pour croître de 1 à 8 millions, Londres a mis 130 années, Bangkok 45, Dhaka 37, Séoul 25 années

Favorable aux pauvres

Si la ville "fonctionne" aussi pour les pauvres

Dangereuse pour l'environnement

Pollution locale et changement climatique dus aux consommations énergétiques des bâtiments et des transports

Urgent de s'en occuper

Du fait des temps de vie des infrastructures et de la résilience des structures urbaines



L'urbanisation **soutenable** au Sud exige:

- Sécurité foncière et fourniture de services essentiels à un prix accessible aux pauvres. Faire que la ville: “fonctionne pour les pauvres”: eau, assainissement, énergie, transport
- **Infléchir fortement la courbe tendancielle des émissions urbaines de CO2 des bâtiments mais surtout du transport**



Deux sources majeures de consommation énergétique urbaines:

- Secteur Bâtiments:

- Solutions connues.
- Comment favoriser leur pénétration du marché de l'industrie et du bâtiment?

- Secteur Transports:

- déjà une source d'émission majeure et avec la croissance la plus forte
- tendances alarmantes vers la "ville automobile"
- heureusement des structures urbaines favorables (Asie): il s'agit plus de conserver l'existant et de lutter contre l'étalement que de restructurer les anciennes cités

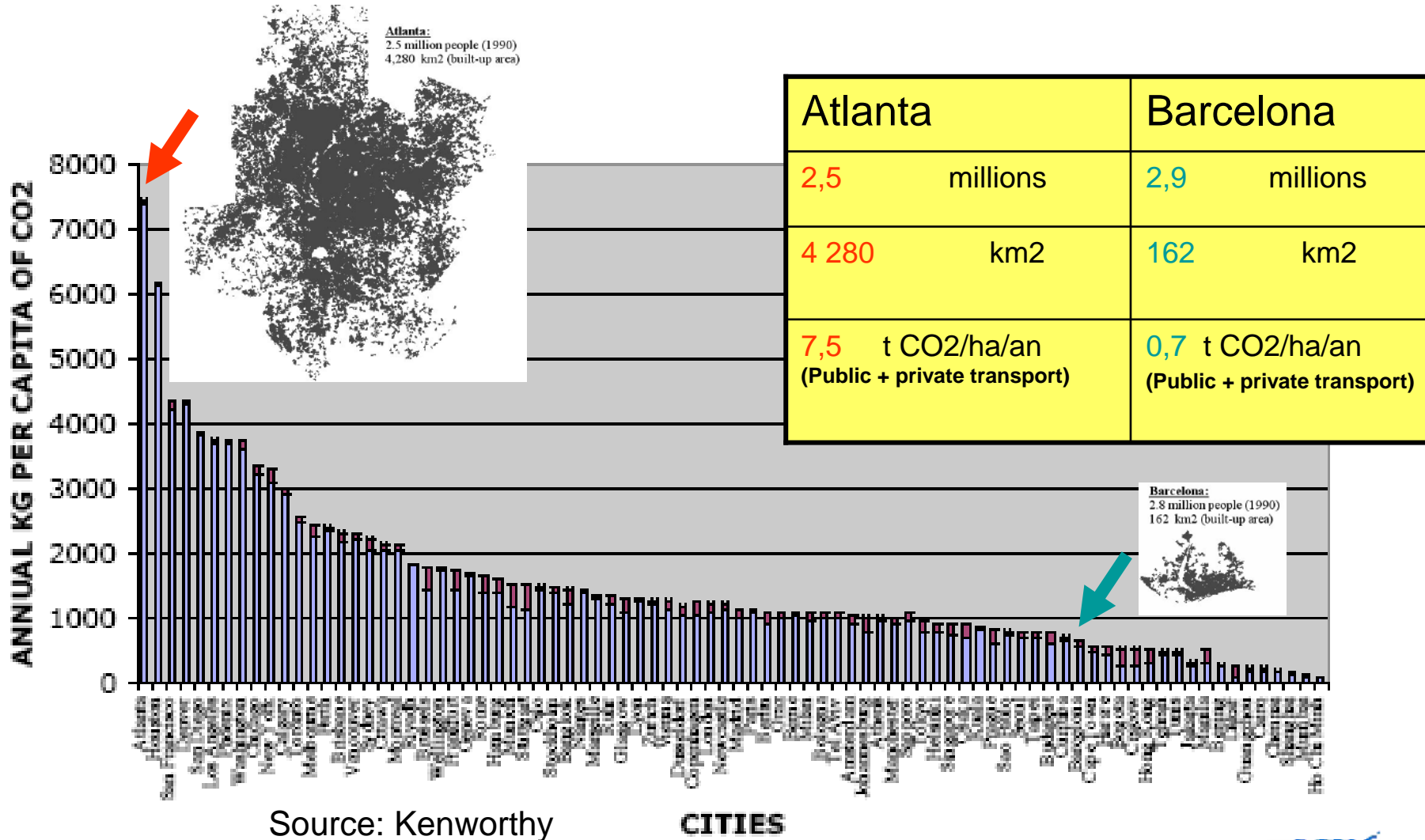
→ beaucoup plus complexe

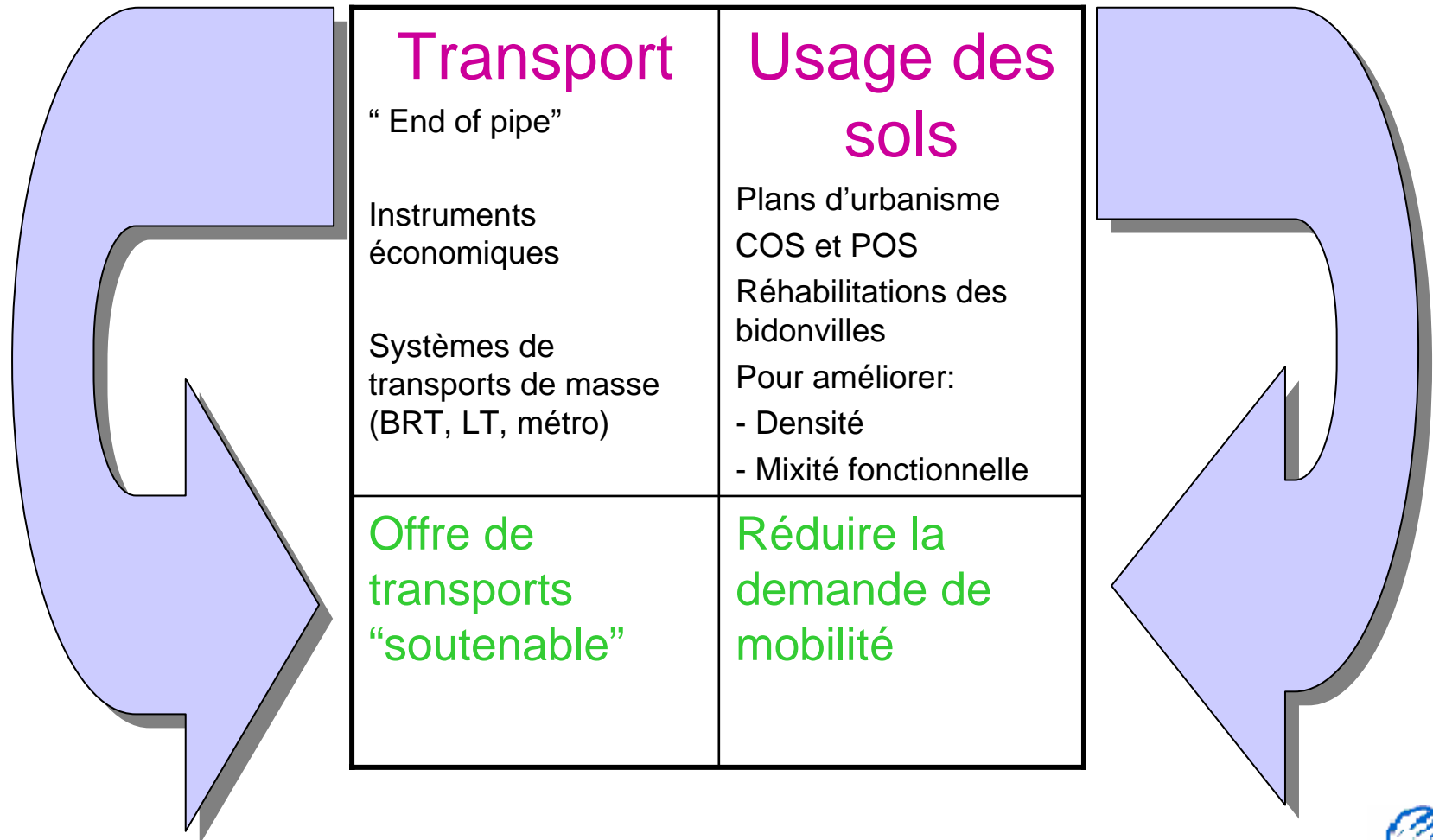
- car interactions Transport – Usage des Sols

Existe-t-il des trajectoires de croissance durable pour les villes actuelles?



II. La soutenabilité : Atlanta ou Barcelone ?





Boom économique: «Asian Silicon Valley»

Boom démographique:

Taux de croissance annuel : 81-91: +3,52% ; 91-2001 : +3,25%

Boom spatial: 1983: 200km²; 1990: 284 Km²; 2005: 540 Km² (+5,4% par an)

Structuration tendancielle alarmante:

- Emplois restent majoritairement concentrés en centre ville → extension urbaine qui augmente les distances domicile-travail.
- Développement en aire résidentielle peu dense et loin des zones d'emplois → basé sur l'usage d'un transport individuel, voiture ou deux roues
- Ce qui en retour encourage ce mode d'expansion urbaine.
- → **cercle vicieux dangereux**



Boom de la motorisation:

Nombre de véhicule 1991-2005: 680.000 → 2.207.000 = +200%.
Population= +3,25% /an, Véhicules = +10,8% / an

Menace d'engorgement:

Réseau routier: structure en étoile qui converge vers le centre de la ville.
Le trafic centre-périphérie et le trafic de transit (périphérie-périphérie) se concentrent sur une dizaine d'axes

Capacité faible : 10 à 15% de l'espace urbain

Développement lent: + 11% en six ans

Qualité pauvre : moins de 20% des routes asphaltées



Existe-t-il une fenêtre de durabilité dans la dynamique de croissance d'une ville émergente comme Bangalore ? Comment l'atteindre?

Pour répondre à cette question

Nous avons:

1. Étudié les modèles opérationnels de simulation des dynamiques urbaines
2. Sélectionné TRANUS comme étant le plus à même de répondre à la question
3. Complété TRANUS par un module: SETU (Signature Energétique des Transports Urbains) qui traduit directement une trajectoire urbaine en CO₂ émis par les transports
4. Appliqué Tranus-SETU à Bangalore



TRANUS-SETU, est un modèle intégré “ Transport–Usage des sols” qui permet de:

→ Simuler (25 – 30 ans) les évolutions du système urbain sous différents scénarii d'action sur:

- Le système de transport:

investissements dans les infrastructures
politiques de prix

- Le système d'Usages des Sols

terrain urbanisable
règlementation: POS, COS
fiscalité foncière

→ Évaluer les effets des politiques de transport et d'usages des sols au niveau:

- de l'organisation spatiale: localisation des activités et ménages, étalement urbain, ...
- du trafic: par mode, opérateur, origine - destination
- économique: prix foncier, utilité de différentes populations, ...
- financier: taux de recouvrement des coûts d'opération, ...
- environnemental: consommation énergétique, émissions de CO₂, ...



TRANUS =

- Développé par T. de la Barra, logiciel en accès libre
- Modèle intégré Transport–Usage des sols :
 - le + appliqué: 30 applications en: Amériques Nord/Sud et Europe.
 - le + validé: EPA, WB, SYSTRA, ...

- Un modèle qui articule:

Un module de localisation des activités et ménages, simulation du marché foncier

+ Un module de choix multimodal de transport

+ Une interface graphique

+ Des modules d'évaluation

- Transparent, complet, flexible mais difficile à prendre en main
Une “boîte claire” mais beaucoup de données exogènes



TRANUS = modèle économique probabiliste basé sur:

- Analyse économique classique du comportement des acteurs:

Ménages: Minimisent Coût de (transport + logement)

Entreprises: Minimisent Coût de production


- Compétition économique pour la localisation dans l'espace → génération des prix fonciers

- Interaction spatiale entre les activités et la population → génération d'une demande de transport





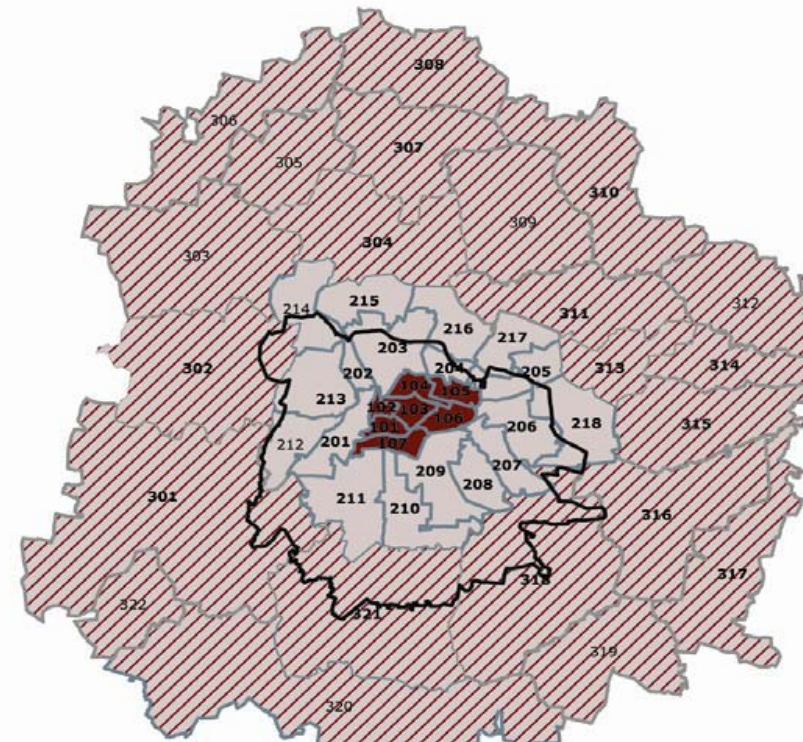
IV. Application de TRANUS-SETU à Bangalore. Scenarii

BAU	Metro+
<ul style="list-style-type: none">-Construction de 2 Ring Roads: Inner (3 à 5 Km du centre ville) et Periphéral (18 à 20 Km)-Interventions sur points critiques du réseau routier-Urbanisation spontanée-Prolongement des lignes de bus-Taux de motorisation croissant	<ul style="list-style-type: none">-2 lignes de métro-Densification du centre et de la 1^{ère} couronne-Endiguement de l'étalement urbain-Taxe sur les carburants-Parking payant au centre et 1^{ère} couronne 

IV. Application de TRANUS-SETU à Bangalore. Scenarii

- **Division de l'agglomération:**
 - 7 zones centrales : zones 100
 - 19 zones péricentrales: zones 200
 - 22 zones périphériques: zones 300
- **Activités basiques:**
 - Industries traditionnelles
 - Industries des Technologies de l'Information
 - Administrations
- **Activités induites:**
 - Services Commerciaux
 - Services d'éducation
- **Sols**
 - Résidentiel
 - Mixte
 - Industriel
- **Population:** 5 categories de revenu
- **Transport:**
 - Public: bus / rickshaw
 - Privé: voiture / moto / marche
- **Réseau routier:**
 - 1547 segments / 8949 combinaisons de chemins
 - 5 categories: arterial / sub-arterial / main road / ring road / connect road

RCDP 2015 Bangalore Forty Seven Planning Districts



Scenario Metro+ : métro + urbanisme de densification + politique de prix.

Scénario des deux premières lignes de métro de Bangalore, articulées à des politiques volontaristes de densification urbaine et de lutte contre l'usage des véhicules particuliers

a) des politiques d'urbanisme : densification du centre et de la première couronne, endiguement de l'étalement urbain dans la couronne périphérique.

→ *centre ville* (les zones 100') : la totalité des terrains vacants sont mis à dispositions des développeur urbains sous forme de sols mixtes – qui permet de plus grande densité. Les terrains industriels sont progressivement (5% par an) convertis en sols mixtes.

→ *première couronne* (les zones 200') : la totalité des terrains vacants sont mis à dispositions

→ *deuxième couronne* (les zones 300') : Aucune nouvelle terre n'est autorisée à l'urbanisation. Les terrains résidentiels sont progressivement convertis en sols industriels

b) le programme d'investissement dans les infrastructures de transport : construction des deux lignes de métro. L'investissement total sur les 20 années de simulation est de 1089 milliards dollars USA.

c) et les politiques de prix : lutte contre l'usage des véhicules particuliers.

Facteurs de pénalisation affectant la désutilité de l'automobile et de la moto sont maintenus constants.

Coûts d'opération des véhicules particuliers: taxe de 100% sur les carburants.

Coût de parking est appliqué dans le centre ville et la première couronne, respectivement l'équivalent de 30 et 15 minutes de la valeur moyenne du temps des quintiles IV et V.



Dans le scénario : **méTRO + urbanisme de densification + politique de prix,**

par rapport au scénario BAU « au fil de l'eau » où des infrastructures routières accompagnent le développement de l'automobile, « Ringroads and flyovers » :

En 20 ans :

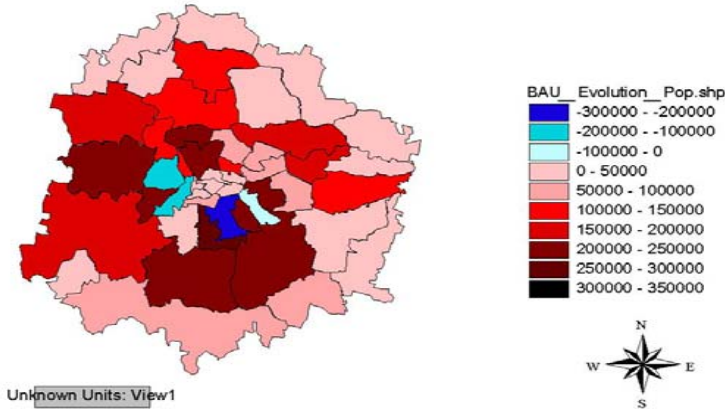
	BAU	Metro+
Population	10.226.015 hab / +66%	10.226.015 hab / +66%
Emploi total	+66%	+66%
Emissions CO2	+ 70%	+ 9%

Il existe donc des politiques praticables qui donnent des résultats significatifs

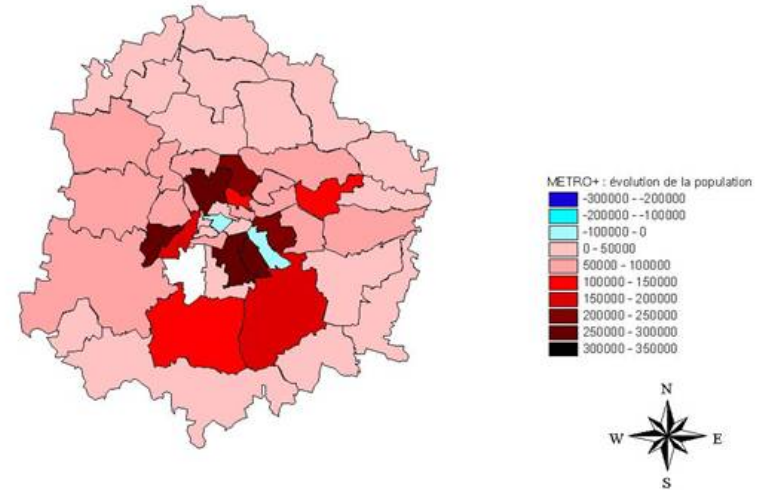


IV. Application de Transus-SETU à Bangalore. Résultats

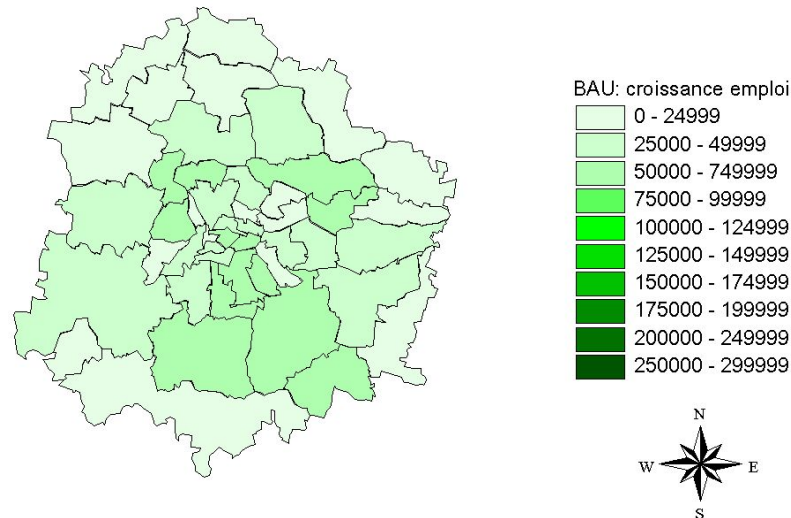
Evolution de la population - scénario BAU



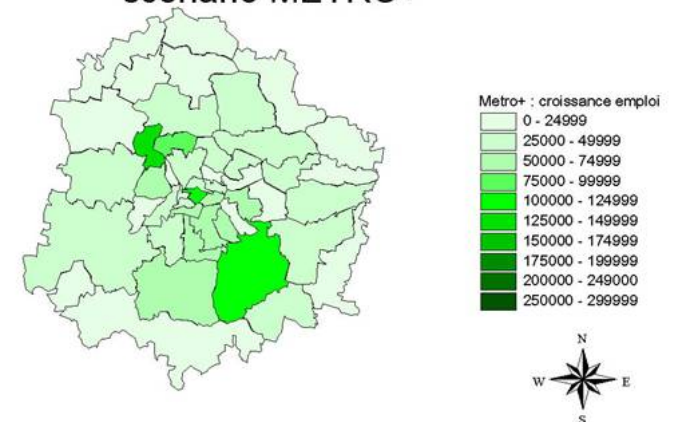
Evolution de la population - scénario METRO+



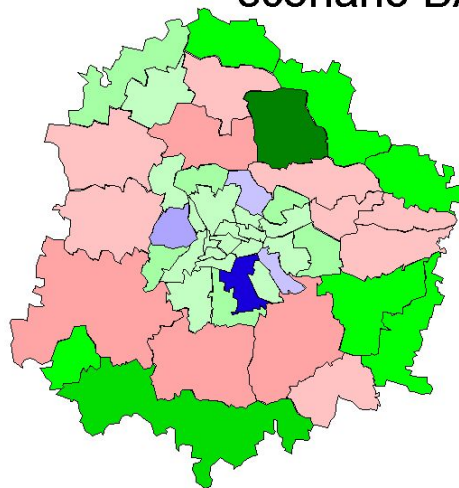
Evolution distribution spatiale des emplois
scénario BAU



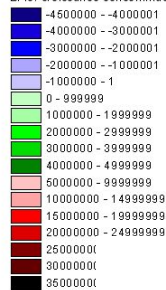
Evolution de la distribution des emplois
scénario METRO+



Evolution de la consommation foncière scénario BAU

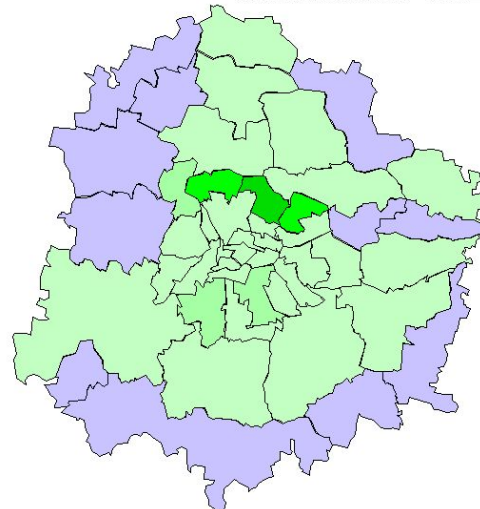


BAU: croissance consommation foncière

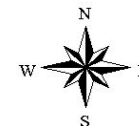
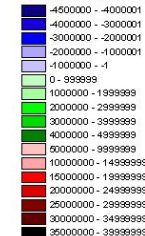


W

Evolution de la consommation foncière scénario METRO+



Metro: croissance consommation foncière (m2)



IV. Application de Transus-SETU à Bangalore. Résultats

Scénario	Mobilité* (nb de déplacements tot)	Distance moy (Km)*	Temps moy (H décimale)*	Part modal Tt privé	consoE
Année de base	664.553	12,66	1,13	45%	853.151
BAU	+65%	13,66	1,27	43%	+70%
METRO+	+59%	12,19	1,23	23%	+9%

* Seuls les déplacements inter-zones sont pris en compte. Les déplacements intra-zones ne sont pas comptabilisés dans les calculs de mobilité, temps moyen et distance moyenne.



1. Des tendances alarmantes
2. Beaucoup d'initiatives intéressantes (BRT de Bogota, intégration Transport - Usages des sols à Curitiba, CNG à Delhi, NMT à Séoul, ...)
3. Il reste beaucoup de difficultés: institutionnelles et politiques
4. Peu d'incitations des municipalités
5. « *Where there is a will there is a way* »
6. Il existe toujours un besoin de recherche notamment sur les interactions Transport – Usages des sols, pour améliorer un:

Outil de prospective urbaine et de suivi-évaluation des politiques urbaines, dynamique et territorialisé , donnant une capacité analytique des relations entre les paramètres déterminant les consommations énergétiques...



www.modelistica.com

www.wspgroup.fi/lt/propolis/index.htm

www.cerna.ensmp.fr/CVs/Lefevre.html

- Giraud, Lefèvre, 2006 « *Les défis énergétiques de la croissance urbaine au sud. Le couple «Transport – Urbanisme» au cœur des dynamiques urbaines* », in AFD/IDDRI, « Regards sur la Terre », Presses de la Fondation Nationale des Sciences Politiques, Paris, octobre 2006

- Giraud, Lefèvre, 2006, « Signature Énergétique des Transports Urbains, un outil de suivi-évaluation de la durabilité des dynamiques urbaines. Application à Bangalore, Inde », Rapport final pour le programme D2RT-MEDD / PUCA, Politiques Territoriales et Développement Durable

Tomas de la Barra, 1995, Integrated land use and Transport modelling, decisions chains and hierarchies, Cambridge University Press

MERCI



Échelle d'application de TRANUS: quartier, agglomération, région, ...
Division de l'aire d'étude en zones consistantes (30 à 300 zones)

Inputs nécessaires pour faire une simulation:

A l'échelle de la ville:

Définition des macro-scenarios de développement urbain: croissance des exportations, de la population, du nombre de ménages ou de l'emploi total

A l'échelle de la zone:

Situation initiale:

Sols: type, prix, densité ← **SIG**

Population: par catégories socio-économiques

Activités économiques: emploi par type

Réseau de transport : voirie, infrastructure, opérations

Scenarios de Transport / Usage des sols :

Politiques de transport : metro, BRT, interdiction des voitures, park-and-ride, taxes

Politiques d'urbanisme : terrain urbanisable, POS, COS



Scénario 1 Business As Usual reproduisant

Scénario 2 “tout route” : investissement massif dans le réseau routier.

Deux scenarii d'investissement dans des systèmes de transport de masse, non intégré à des politiques d'urbanisme :

Scénario 3 construction de deux lignes de métro

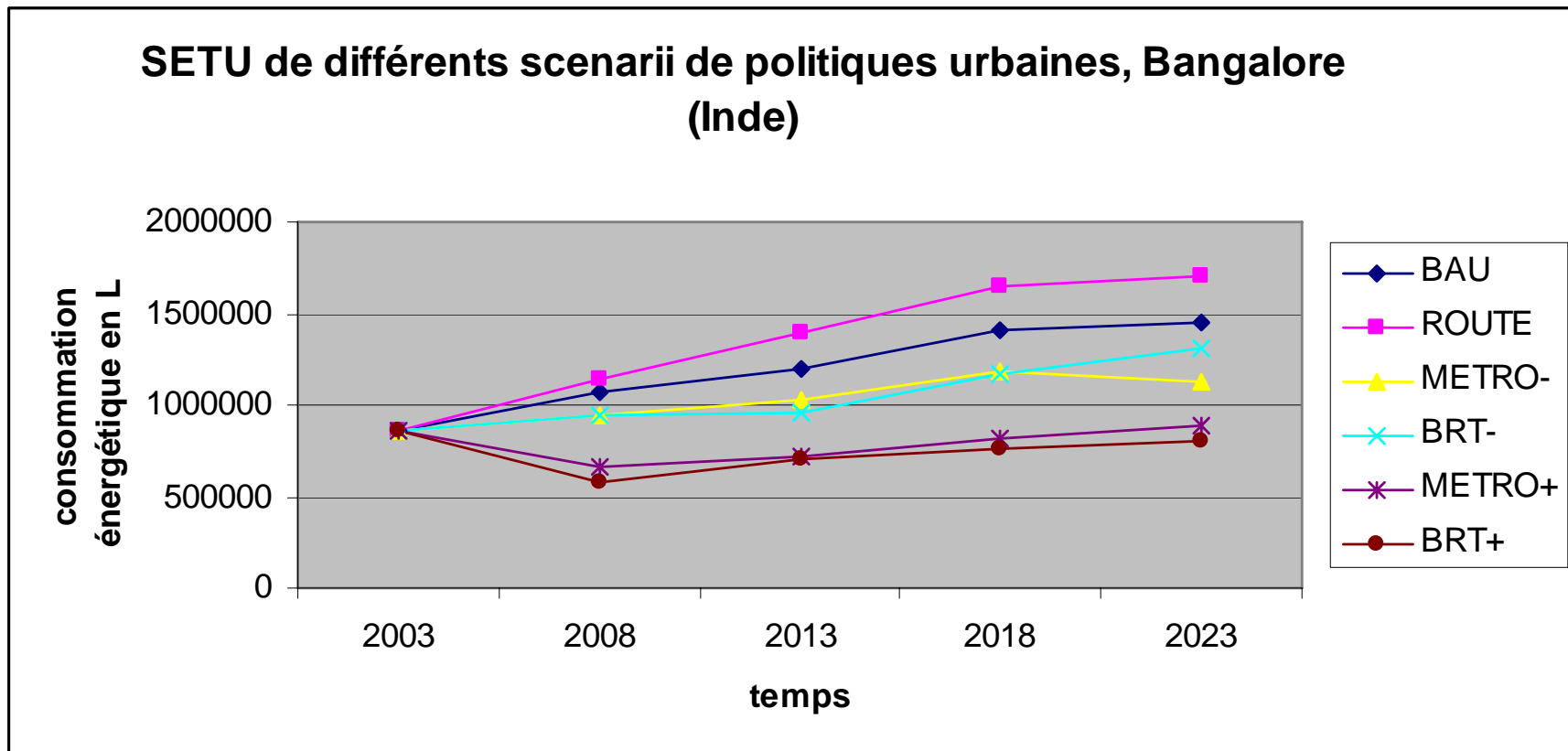
Scénario 4 construction d'un réseau dense de lignes Bus Rapide Transit

Deux scenarii de politiques intégrées “transport – urbanisme”

Scénario 5 construction des deux lignes de métro + politique de densification (récupération des espaces vacants et endiguement de l'étalement urbain) + politique de prix incitant à l'usage des transports en commun.

Scénario 6 construction d'un réseau de lignes de Bus Rapid Transit + orientation du développement urbain vers les zones desservies par le BRT + politique de prix incitant à l'usage des transports en commun.





Scénario	Mobilité* (nb de déplacements tot)	Distance moy (Km)*	Temps moy (H décimale)*	Part modal Tt privé	Emissions CO2 (Kg/hab/j)
Année de base	664.553	12,66	1,13	45%	1,45
1) BAU	+65%	13,66	1,27	43%	+70%
2) Route	+68%	13,79	0,94	50%	+99%
3) Métro-	+61%	13,08	1,63	36%	+51%
4) BRT-	+51%	14,82	1,30	35%	+54%
5) Métro+	+59%	12,19	1,23	23%	+9%
6) BRT+	+48%	14,68	1,66	12%	-6%

