SIMUTEC

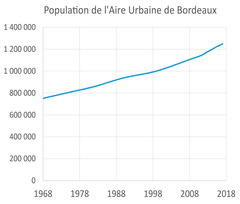
SImulation MUltisectorielle des effets systémiques pour l'accompagnement des collectivités territoriales dans leur Transition ECologique

Seghir ZERGUINI, Simon GORECKI, Nathalie GAUSSIER

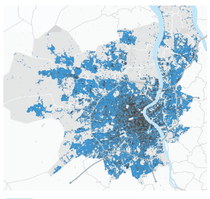
Contact : seghir.zerguini@u-bordeaux.fr

SIMUTEC est une plateforme de modélisation et de simulation visant à évaluer les effets intersectoriels de différentes politiques publiques (transport, logement, aménagement, ...) sur le triptyque climat/air/énergie à l'échelle des territoires urbains. Cette plateforme s'inscrit dans une démarche prospective d'aide à la décision, pour rendre compte et discuter des « trajectoires » possibles des territoires du point de vue de critères de durabilité et d'inégalités spatiales, à partir du choix d'une politique publique et au regard de ses effets systémiques intersectoriels. SIMUTEC fonctionne à l'échelle d'une agglomération. La plateforme est composée de 3 modules : 1/ MUST-B modèle simulant l'interaction de la population au travers de ses choix résidentiels avec les choix de localisation des emplois, mais aussi avec différents modes de transport pour satisfaire les mobilités quotidiennes. 2/ M-CLIMATE, couplé à MUST-B, permet de déterminer les quantités d'énergie consommée, de polluants atmosphériques et de GES émis par les différents secteurs caractérisant le métabolisme urbain comme les mobilités quotidiennes, l'habitat, les services/réseaux urbains et les activités économiques/commerciales. M-3D est l'interface graphique 3D qui permet de visualiser les résultats produits par MUST-B (formes urbaines, localisation des ménages/emplois, flux des déplacements, congestion, prix immobiliers, ...) et par M-CLIMATE (énergie consommée, polluants émis, GES, inégalités territoriales/sociales, artificialisation des sols, ...).

Contexte : attractivité, étalement, pression immobilière



Augmentation de la population dans le temps
↗ +1%/an



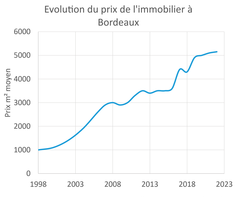
Source : AUrba 2020

Etalement de l'agglomération bordelaise



Source : INSEE 2013

Aire Urbaine de Bordeaux (AUB)
6ème en population
2ème en occupation de l'espace



Source : MeilleursAgents et données publiques (Notaires, INSEE)

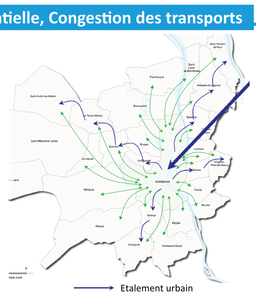
Augmentation du prix de l'immobilier
↗ +7,5%/an (plus forte progression en France)

Conséquences : Relocalisation résidentielle, Congestion des transports

- Augmentation du prix de l'immobilier
  - Evincement des ménages (relocalisation)
  - Etalement urbain (⟶)
- Emplois et services restent dans le centre urbain
  - Le centre reste la zone d'attractivité principale
  - Flux de déplacements pendulaires (⟷)
- Augmentation de la congestion aux heures de pointe
  - Bordeaux : 3ème ville la plus congestionnée

Rang France	Ville	Niveau de congestion
1	Paris	39 %
2	Marseille	34 %
3	Bordeaux	32 %
4	Grenoble	32 %
5	Nice	31 %
6	Lyon	30 %
7	Toulon	28 %

Source : TomTom 2019



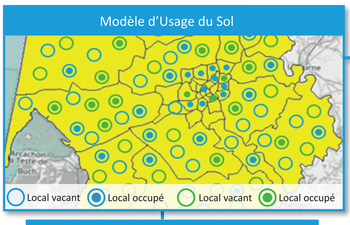
Enjeux et prospective

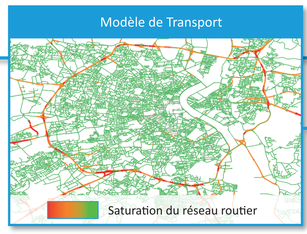
❑ **Rendre compte d'une problématique complexe :**
- articulée sur des questions interdépendantes : emprise foncière des activités et des logements, mobilités, transition écologique et économique
- capable d'identifier les « trajectoires » possibles des territoires en fonction des effets intersectoriels systémiques des politiques publiques.

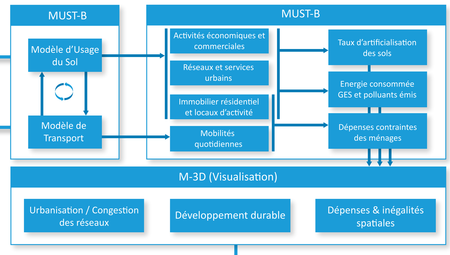
❑ **Nécessitant une approche multidisciplinaire pour caractériser les mécanismes de :**
- formation des prix de l'immobilier et du foncier
- localisation des ménages, des emplois et services
- consommation des surfaces foncières constructibles
- fonctionnement des réseaux et transport collectif et individuel
- émissions de gaz à effet de serre et polluants de l'air

❑ **Et permettant de rendre compte et d'aider à la décision sur :**
- les choix de transition, de politique publique et les trajectoires possibles associées des territoires
- les outils de planification (PCAET, ...) et l'ensemble des interactions sectorielles

SIMUTEC









Deux types d'agents en concurrence

Ménages
- Taille [1-5]
- CSP [+/-]
- Taille logement [1-5]
- Type logement [Privé/Social]
- Zone [1-42]
- Utilité (bien être)

Maximiser l'utilité

Marchés de l'immobilier et du foncier

Etablissements d'emplois
- Taille [3-750]
- Activité
- Zone [1-42]
- Utilité (profit)

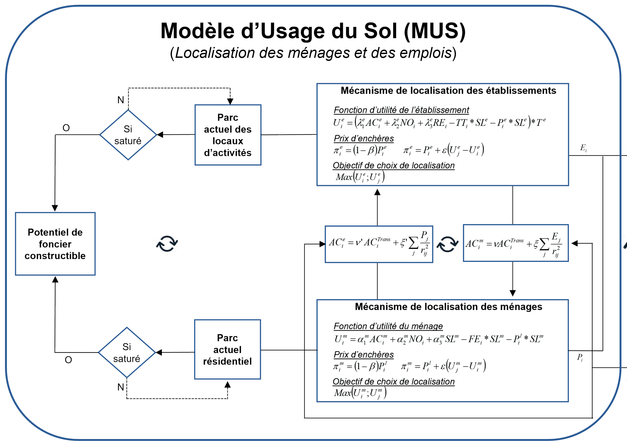
$$U_i^m = \underbrace{\alpha_1^m AC_i^m}_{\text{Accessibilité aux emplois}} + \underbrace{\alpha_2^m NO_i}_{\text{Notoriété}} + \underbrace{\alpha_3^m SL^m}_{\text{Surface}} - \underbrace{FE_i * SL^m}_{\text{Facture énergétique}} - \underbrace{P_i^l * SL^m}_{\text{Prix de l'immobilier résidentiel}}$$

$$U_i^e = (\underbrace{\lambda_1^e AC_i^e}_{\text{Accessibilité aux salariés}} + \underbrace{\lambda_2^e NO_i}_{\text{Notoriété}} + \underbrace{\lambda_3^e RE_i}_{\text{Effet d'agglomération}} - \underbrace{TT_i * SL^e}_{\text{Taxes}} - \underbrace{P_i^e * SL^e}_{\text{Prix de l'immobilier tertiaire}}) * T^e$$

MUST-B

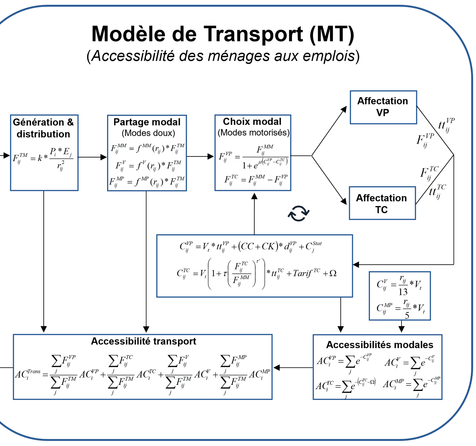
Modèle d'Usage du Sol (MUS)

(Localisation des ménages et des emplois)



Modèle de Transport (MT)

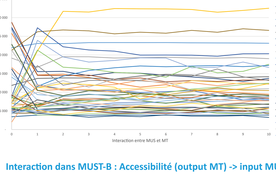
(Accessibilité des ménages aux emplois)



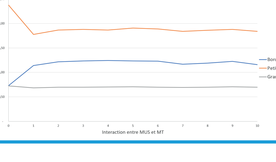
Quelques résultats

Situation de référence	Consommation d'énergie (TWh /an)	Emission de CO2 (Million de tonnes /an)	Emissions de polluants atmosphériques (Tonnes /an)				
			Nox	CO	HC	Sox	PM
Mobilités quotidiennes	**2,8**	**0,8**	**1284**	**4576**	**464**		**192**
Domicile - Travail	*1,21*	*0,32*	*546*	*1947*	*198*		*82*
Autres motifs	*1,63*	*0,43*	*738*	*2629*	*267*		*110*
Bâtiment	**9,4**	**1,4**					
Résidentiel	*5,66*	*0,89*					
Activités	*3,77*	*0,53*					
Génie Urbain	**0,4**	**0,1**	**393**			**1,39**	**9**
Eclairage public	*0,08*	*0,00*					
Assainissement	*0,05*	*0,01*					
Eaux potable	*0,09*	*0,01*					
Déchets ménagers	*0,16*	*0,04*	*393*			*1,39*	*9*
Commerce	**2,1**	**0,2**	**197**			**0,69**	**5**
Commerces	*1,66*	*0,18*					
Restauration & Hôtellerie	*0,11*	*0,01*					
Etablissements sportifs & Loisirs	*0,21*	*0,02*					
Fret urbain	*0,08*	*0,02*	*197*			*0,69*	*5*
Total de l'aire urbaine	**14,7**	**2,5**	**1874**	**4576**	**464**	**2,08**	**206**

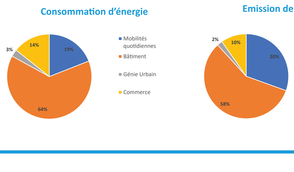
Interaction dans MUST-B par zone : Emplois (output MUS) -> input MT



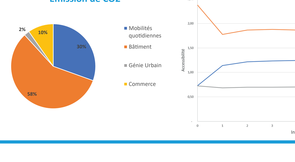
Interaction dans MUST-B : Accessibilité (output MT) -> input MUS



Consommation d'énergie



Emission de CO2



Originalité & perspectives

❑ **L'interdisciplinarité dans la conception et le développement de SIMUTEC**
- Une caractéristique originale et déterminante pour simuler le métabolisme urbain
- L'association de chercheurs pluridisciplinaires (économie, urbanisme, géographie, aménagement, transport, informatique) permet d'intégrer dans la plateforme les spécificités du fonctionnement de différents secteurs (mobilité, logement/bâtiment, génie urbain, ...).
- Et de rendre compte et d'analyser les interdépendances entre secteurs pour aider à la décision en matière de politiques publiques au regard de critères de durabilité et d'inégalités socio spatiales.

❑ **La modélisation et la simulation basées sur les agents ont permis :**
- D'appréhender la complexité de la ville à partir des comportements individuels,
- De mettre en lumière des phénomènes émergents difficilement accessibles par intuition ou par calcul analytique.
- De construire et de simuler des scénarios pour nourrir la réflexion des collectivités territoriales sur l'impact des actions qu'elles souhaitent mettre en place et des trajectoires territoriales associées

❑ **Perspectives :**
- Souligner les enjeux du défi de la transition écologique pour les collectivités dans leurs documents de planification, leurs choix de politiques publiques
- Intégration de nouveaux enjeux sur les territoires urbains tels que les crises sanitaires de type COVID-19