

# Modélisation de la demande de transport

## 6A

### Génération des déplacements

Fabien Laurent  
ENPC / LVMT

---

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Plan

- Introduction
- Localisation et zonage
- Les activités dans le territoire
- Modèles zonaux de génération
- Modèles catégoriels
- Observer les activités
- Application au fret

---

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Définition du territoire

- Espace domestiqué par l'homme, souvent restreint à une aire administrative, économique ou sociale, ou culturelle, ou religieuse
  - Par extension : pour espèce vivante, animale ou végétale
- Occupation du territoire
  - Activités humaines, infrastructures
  - Espèces naturelles : faune, flore
  - Milieux naturels : eau, air, sol
  - Et toutes leurs interactions

---

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Objectif

- Décrire l'occupation du territoire
- Expliquer (partiellement) l'occupation par les activités socio-économiques
- Conséquences pour les flux de déplacement émis et reçus localement
- Impacts locaux sur l'environnement

---

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

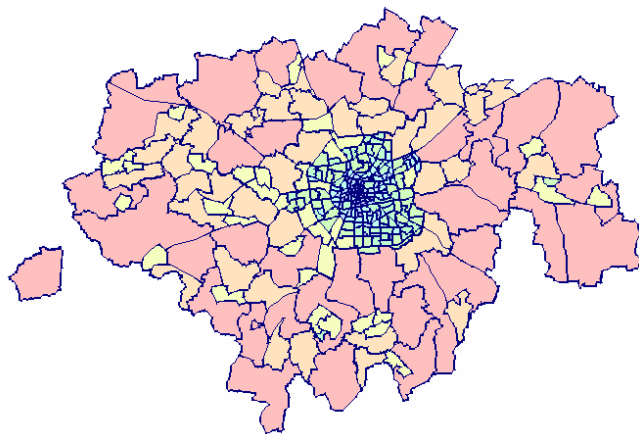
## Localisation et zonage

- À un instant donné, **position** d'un être vivant, d'un objet
- Description cartographique :
  - Coordonnées dans référentiel géographique
  - Ex. coordonnées X-Y, latitude-longitude
- Discrétisation : le zonage
  - Ex. pays, régions
  - Notion de **zone** : ensemble de lieux, avec continuité et aussi une certaine cohésion relativement à l'extérieur

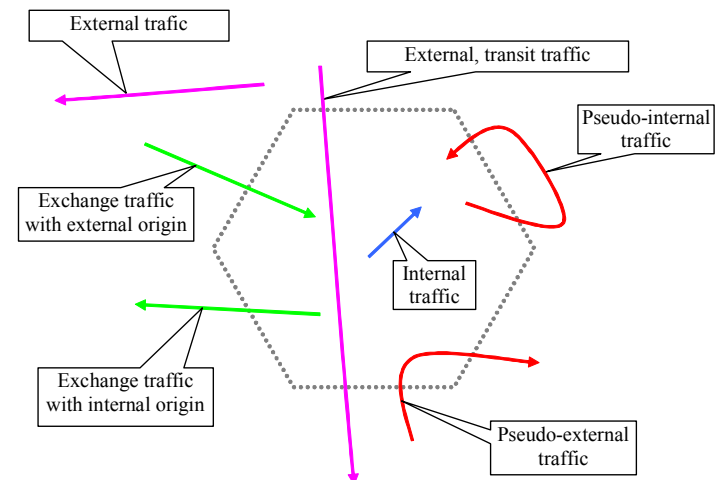
## Zonage pour les déplacements

- Périmètre fonctionnel
  - Englobant les territoires des impacts principaux
  - Englobant les moyens de transport « à aménager » ou « concernés »
  - Avec une majorité de Dt en interne ou en échange
- Zones internes
  - Centroïde : centre de masse
  - Trajets terminaux « mineurs » face au trajet principal
- Zones hors périmètre
  - Sur cordon ; ou grandes zones
- Hiérarchie de zonages : imbrication

## Exemple de zonage (agglomération de Rennes)



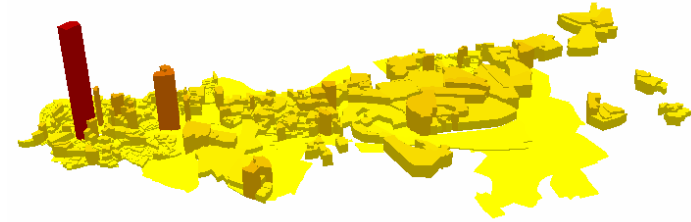
## Zones et mouvements



## Activités et localisation

- Activités : par motif / type
  - Domicile (résidence)
  - Production économique
  - Services
  - Loisirs
- Localisation : par zone
  - Dénombrement des activités par type ?

## Densité de population à Marne la Vallée



- Carte prismatique
  - la hauteur est proportionnelle à la densité
  - donc le volume d'une zone mesure sa population

## Modèles zonaux de génération

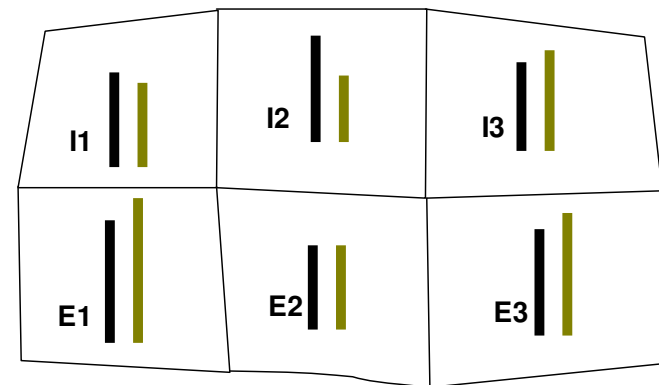
- Résultats du modèle
  - Zone  $z$  et par motif O-D  $m$
  - **Émissions** : nombre de déplacements émis  $E_{zm}$
  - **Réceptions** : nombre de déplacements reçus  $R_{zm}$
- Inputs (données en entrée)
  - Variables  $X_{zk}$  pour les **caractères** des zones (notamment les **nombre d'activités** par zone, par motif d'activité  $m$ )

- Principe :  $E$  ou  $R = F(X)$

Emission de zone  $z$  pour motif  $m$  :  $E_{zm} = \sum_k \theta_{mk} X_{zk}$

Réception de zone  $z$  pour motif  $m$  :  $R_{zm} = \sum_k \alpha_{mk} X_{zk}$

## Émissions et réceptions



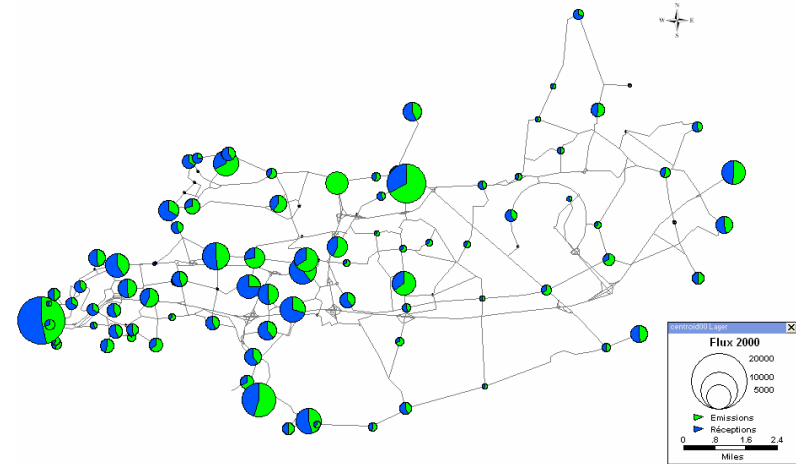
## Cas des voyageurs

- Variables pour les inputs
  - Nombre d'habitants  $H_z$
  - Nombre d'emplois  $P_z$
  - Surfaces de commerces...
- Exemple du motif domicile-travail en urbain
  - Émissions  $E_z \sim 0.4 H_z$  nb d'habitants
  - Réceptions  $R_z \sim 1-2 P_z$  nb d'emplois

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Émissions / réceptions à Marne la Vallée, HPS



Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Cas du fret

- Résultats
  - Par type de produit
  - En volume, en masse
- Principales variables en input
  - surface commerciale
  - surface logistique
  - chiffre d'affaire par type d'entreprise
  - nombre d'employés par type d'entreprise

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Modèles catégoriels

- Principes
  - Individus statistiques : personne ou ménage ou emploi
  - Rattacher les Dt aux individus
  - Catégories d'individus  $u$
  - Zones  $z$  privilégiées
  - Motifs  $m$

## Formulation d'un modèle catégoriel

- Inputs
  - $\rho_m(u)$  taux d'émission d'un individu de classe  $u$  au motif  $m$
  - $S_z(u)$  taille du segment  $u$  en zone  $z$
- Résultats
  - émission par zone, motif et classe
$$E_{mz}(u) = \rho_m(u) \cdot S_z(u)$$
  - émission par zone et par motif
$$E_{mz} = \sum_{u \in U} E_{mz}(u)$$
- *Interprétation relativement au modèle zonal*
  - *Interprétation désagrégée des coefficients*

## Prédiction des variables exogènes

- Estimation d'un modèle par catégorie
  - estimer statistiquement les taux d'émission
  - Déterminer une "bonne" segmentation (analyse de variance)
- Modèles démographiques
  - Etapes dans le cycle de vie (personne ou ménage) :
  - naissance des enfants
  - le plus jeune enfant en âge de scolarité
  - départ d'un enfant, pour vivre dans un autre foyer
  - les enfants ont quitté le foyer, mais parents pas encore retraités
  - tous les membres du ménage sont retraités

## Observer les activités

### Cas des ménages

- Le recensement : exhaustif
  - Caractères sociaux
  - Domicile, lieu de travail
- Enquêtes « emploi du temps »
- Enquêtes-ménages de Dt
  - Niveau national : ENT voyageurs
  - Niveau urbain : enquête-ménages d'agglomération

## L'Enquête Globale de Transport de Voyageurs en Ile de France

- 11 000 ménages
  - Composition familiale
- 25 000 personnes
  - Âge, sexe, CSP, emploi
  - Motorisation, abonnement TC, 2 roues
- 80 000 déplacements
  - Accomplis la veille du jour d'enquête
  - Lieux à 300 m près ; Horaires, motifs
  - Mode + détail du moyen ; stationnement éventuel
- 17 000 automobiles
  - Carburant, puissance, stationnement nocturne

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Applications des enquêtes-ménages

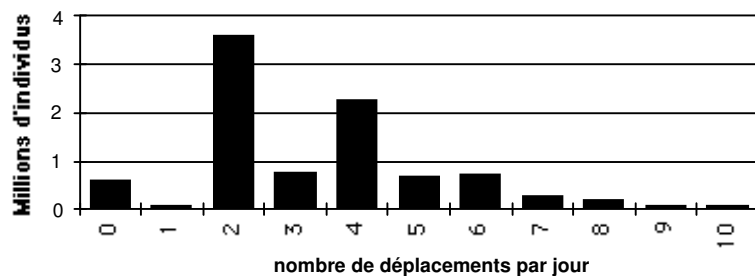
- Mobilité par zone de résidence, par tranche d'âge, par CSP
- Influence de la motorisation, de la distance aux TC
- Émissions et réceptions, par grandes zones, par motifs

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## EGT 1991-1992

- Répartition des individus selon le nombre de Dt effectués dans la journée



Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## EGT 1991-1992 : motifs

Motif destination	1983-84	1991-92
Domicile	40%	39%
Travail	15%	14%
Affaires Professionnel.	5%	5%
Achats	10%	9,5%
Affaires personnelles	8%	10%
Etudes	8%	8%
Accompagnement	3,8%	4,0%
Visites	3,6%	4,0%
Repas à l'extérieur, Loisirs, Sorties	7,0%	6,3%

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## EGT 1991-1992 : modes

MODE	COURT	MOYEN	LONG	Total
TC lourd	0%	15%	35%	14%
TC léger	1%	13%	4%	6%
Taxi	0%	1%	1%	0%
VP conducteur	16%	43%	48%	33%
VP passager	7%	15%	11%	10%
2 Roues	1%	3%	1%	2%
Autres	0%	0%	1%	0%
Marche	74%	10%	0%	34%
Ensemble	40%	31%	27%	100%

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## EGT 1991-92 : modes / motifs

MOTIF	Marche	TC	TAXI	VPC	VPP	2R	autre
domicile	36%	20%	0%	31%	10%	2%	0%
travail	17%	31%	0%	45%	5%	2%	0%
aff.prof.	10%	18%	1%	61%	6%	2%	3%
privé habituel	48%	11%	0%	26%	13%	2%	0%
privé ponctuel	35%	17%	0%	34%	12%	1%	0%
accompagne-ment	28%	3%	0%	61%	7%	0%	0%
étude	51%	29%	0%	2%	14%	3%	0%
total	34%	20%	0%	33%	10%	2%	0%

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Observer les activités

### Cas des entreprises

- Comptabilité nationale : localisation par siège social
- Localisation des établissements
- Enquête SITRAM pour les flux de chargement

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## Observation des véhicules de transport

- Fichier des cartes grises
  - Véhicules particuliers et utilitaires
  - Plaque d'immatriculation
  - Mais véhicules étrangers ? Transit international ?
- Enquête Parc Auto
  - Réalisée annuellement par l'INRETS pour l'ADEME
  - Sur un échantillon de véhicules particuliers
  - Description du ménage, du véhicule, des utilisateurs, des parcours annuels

Modélisation de la demande de transport

Génération des déplacements

## La génération des flux de fret

- Niveau agrégé
  - Volumes émis par les zones d'origine
  - Volumes reçus par les zones de destination
- Niveau désagrégé par acteur
  - Par entreprise, par nature de produit
  - Proportionnel au nb d'employés ?
- Niveaux intermédiaires d'agrégation
  - Par zones, natures, périodes
  - Par acteur, par groupes d'acteurs

## Rattacher les flux aux acteurs

- Le mouvement : un véhicule, un parcours, une période
  - Trace sur le réseau de transport
- L'envoi
  - Un chargement : nature / type ; conditionnement ; caractères de poids, volume etc
  - Un expéditeur / chargeur, une origine, un horaire de chargement
  - Un destinataire, une destination, un horaire de déchargement
  - Un transporteur qui achemine : éventuel groupage ; horaires de départ, d'arrivée

## Rattacher les flux aux lieux

- Niveau de l'envoi porte-à-porte
  - Zone d'origine : localisation du chargeur
    - => Zone de production
  - Zone de destination : localisation du destinataire
    - => Zone de consommation
- Niveau du mouvement de véhicule
  - Zone d'origine : début du mouvement
  - Zone de destination : fin du mouvement, sans transfert intermédiaire
- Flux entre les zones P/C et O/D
  - Agrégation des envois de divers acteurs
  - Agréger les volumes des envois ?
  - Agréger les mouvements des véhicules ?
  - **Relation spatiale entre les P/C et les O/D ?**

## Place pour la logistique

- Conditionnement : comme axe de désagrégation
- Processus de production industrielle
  - Arborescence d'élaboration d'un produit
- Processus de service du transport
  - Tournées, groupage
  - Stockage