

Modèle Multimodal Régional rhônalpin de déplacements de voyageurs

Journée d'échanges sur la modélisation multimodale

Champs-sur-Marne, 31-05-2018

Aurélie Bousquet – Cerema Centre-Est
Lionel Collombier – SNCF Réseaux



LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS

TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY



Plan de la présentation

1. Gouvernance et organisation mises en place
2. Principes de modélisation
3. Domaine de pertinence du modèle

1. Gouvernance et organisation mises en place



LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS

TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY



Organisation mise en place pour l'élaboration



Maîtrise
d'ouvrage



Partenariat scientifique et technique



Subvention

EDR (2012-2015)
Enquête Déplacements Régionale

MMR
Modèle Multimodal Régional

EPD (2015)
Enquête de Préférences Déclarées

Planning de l'ensemble des opérations

Juillet 2010

Étude exploratoire : benchmark
des enquêtes régionales
et des modèles régionaux

Janvier à Septembre 2012

Préparation EDR

Septembre 2012 à Avril 2015

Terrain EDR



Mai 2015 à fin 2016

Analyses EDR

De début 2013 à mi-2015

Étude exploratoire MMR / EPD



De 2014 à 2017

Thèse sur le choix modal



De début 2010 à 2013

Terrain enquêtes « photos »



Début 2015

Terrain EPD



De mi-2015 à mi-2018

Élaboration MMR



De 2014 à 2016



Collecte données MMR (offre, comptages...)

De mi-2018 à fin 2018

Tests MMR



LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS

TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY



Spécifications du modèle

Construire un outil d'aide à la décision pour :

- la planification des services de transports ferroviaires et routiers ;
- la planification des projets d'infrastructures routières et ferroviaires ;
- l'évaluation des impacts des mesures de décongestion des axes routiers en faveur des transports collectifs ;
- les démarches de planification des transports et d'aménagement durable des territoires ;

... avec une analyse centrée sur les réseaux de transport à portée départementale ou régionale,

... en s'appuyant sur les données de l'EDR, des enquêtes photos et d'une enquête de préférences déclarées.

=> un modèle à 4 étapes désagrégé à l'échelle régionale implémenté sous Cube.

Organisation mise en place pour la gestion

Objectif global : garder un modèle unique et une cohérence des études réalisées à partir du modèle ;

- Charte d'utilisation en cours d'écriture :
 - Définition des composantes du modèle (Structure, Base de données, etc.) ;
 - Précision du domaine de pertinence du modèle ;
 - Précision des documents de référence accompagnant le modèle ;
 - Conditions d'utilisation des scénarios de référence et de la base de données du modèle ;
 - Conseils pour l'utilisation du modèle et précautions pour l'interprétation des sorties ;
 - Modalités de partage des résultats d'études et de capitalisation des modifications apportées au modèle.

Co-propriété du modèle entre Etat (DREAL), Région, Cerema (signataires d'une convention de gestion) ;

Définition de deux types d'utilisateurs :

- Utilisateur ponctuel : autorisé à utiliser le modèle pour une étude spécifique ;
- Utilisateur à long terme : autorisé à utiliser le modèle pour une période déterminée et autant d'études qu'il le souhaite.

2. Principes de modélisation

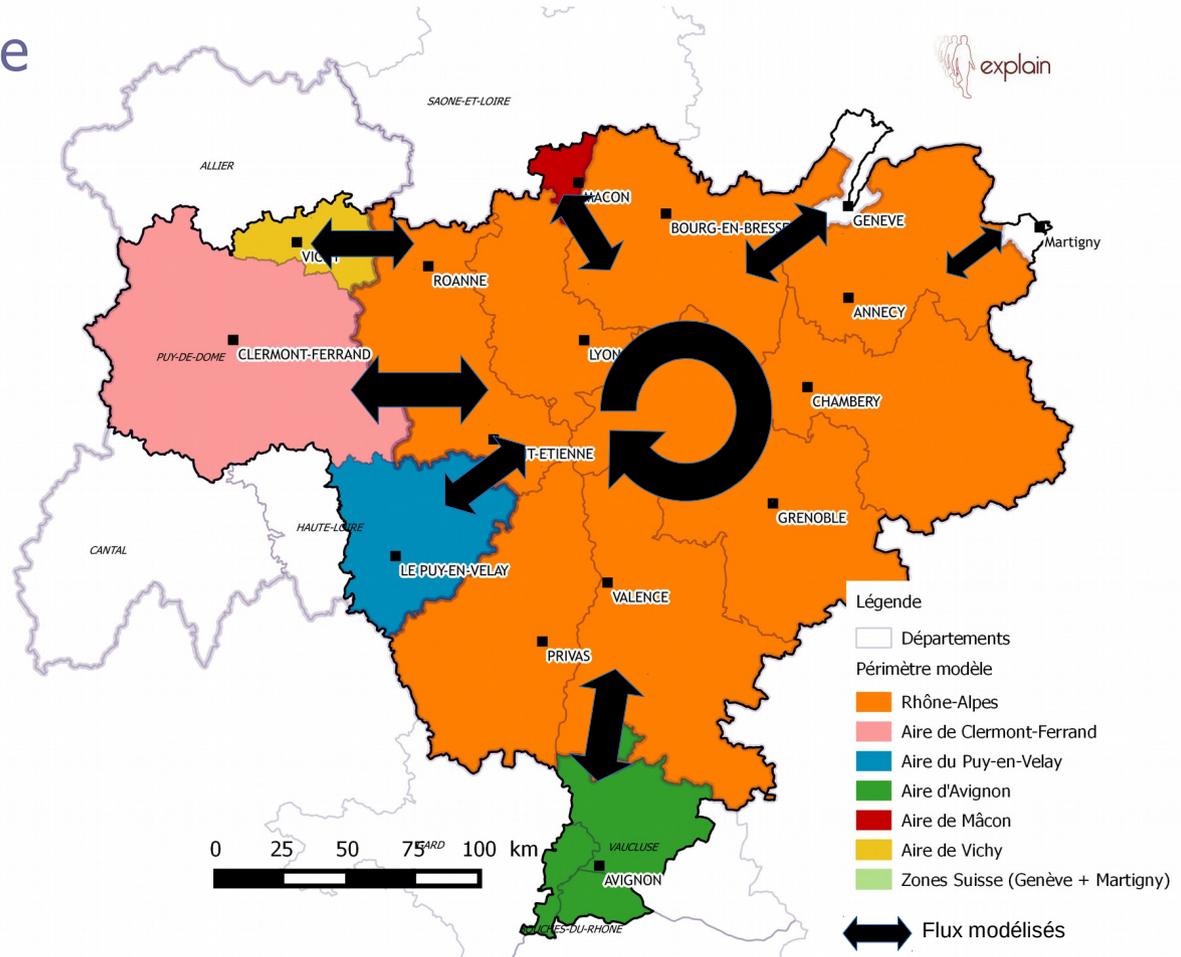
Périmètre

Périmètre interne : modèle de demande désagrégé

- Ex-région Rhône-Alpes ;

Extensions : modèle de demande agrégé simplifié :

- Mâcon,
- Genève,
- Martigny,
- Clermont-Ferrand,
- Vichy,
- Le Puy-en-Velay,
- Avignon.



Zonage

Principes généraux à respecter :

- Zones de tirage de l'EDR ;
- Limites départementales ;
- Périmètres de modèles d'agglomérations ;
- Respect des coupures physiques (relief, cours d'eau) ;
- Zones de chalandise théoriques (temps VP de 20 min) et réelles (communes se rabattant sur la gare dans l'enquête-photo) ;
- Une gare par zone maxi ;
- Regroupement des zones peu peuplées (moins de 1000 hab) ;
- Redécoupage des communes des gares identifiées comme « Grands pôles d'échanges » ou « Pôles de rabattement » par la Région.

Résultats :

- Quelques exceptions pour trouver des compromis entre ces règles.
- Zonage majoritairement compatible avec le découpage en IRIS 2011 (redécoupage d'IRIS pour permettre de séparer les gares) ;

Macro-zonages utilisés pour le calage

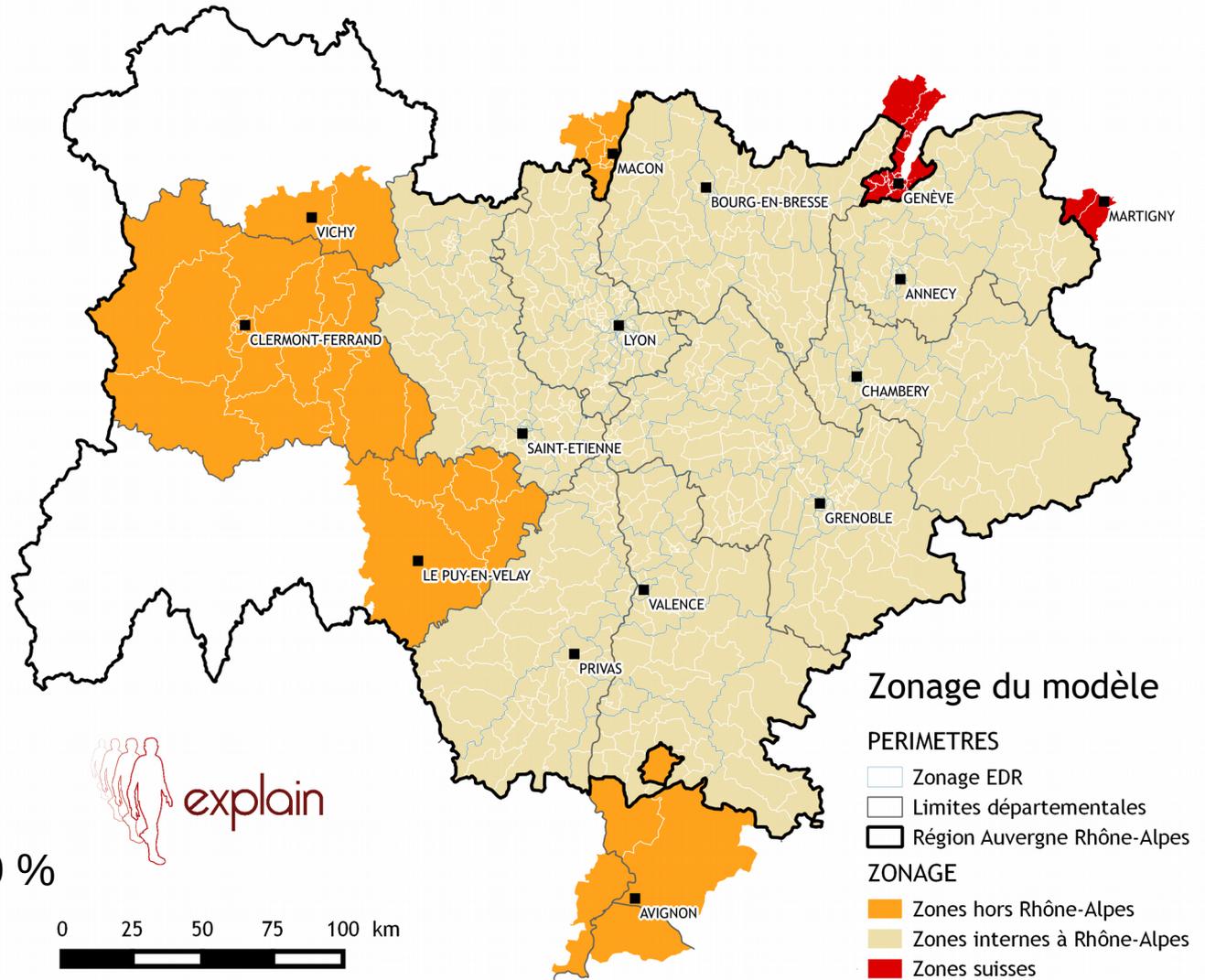
- 77 zones de tirage de l'EDR ;
- Zonage D21 utilisé pour caler la distribution.

Zonage

857 zones dans le périmètre :

- 793 zones internes
- 44 zones dans les extensions en France
- 20 zones en Suisse

59 injecteurs de trafics externes.



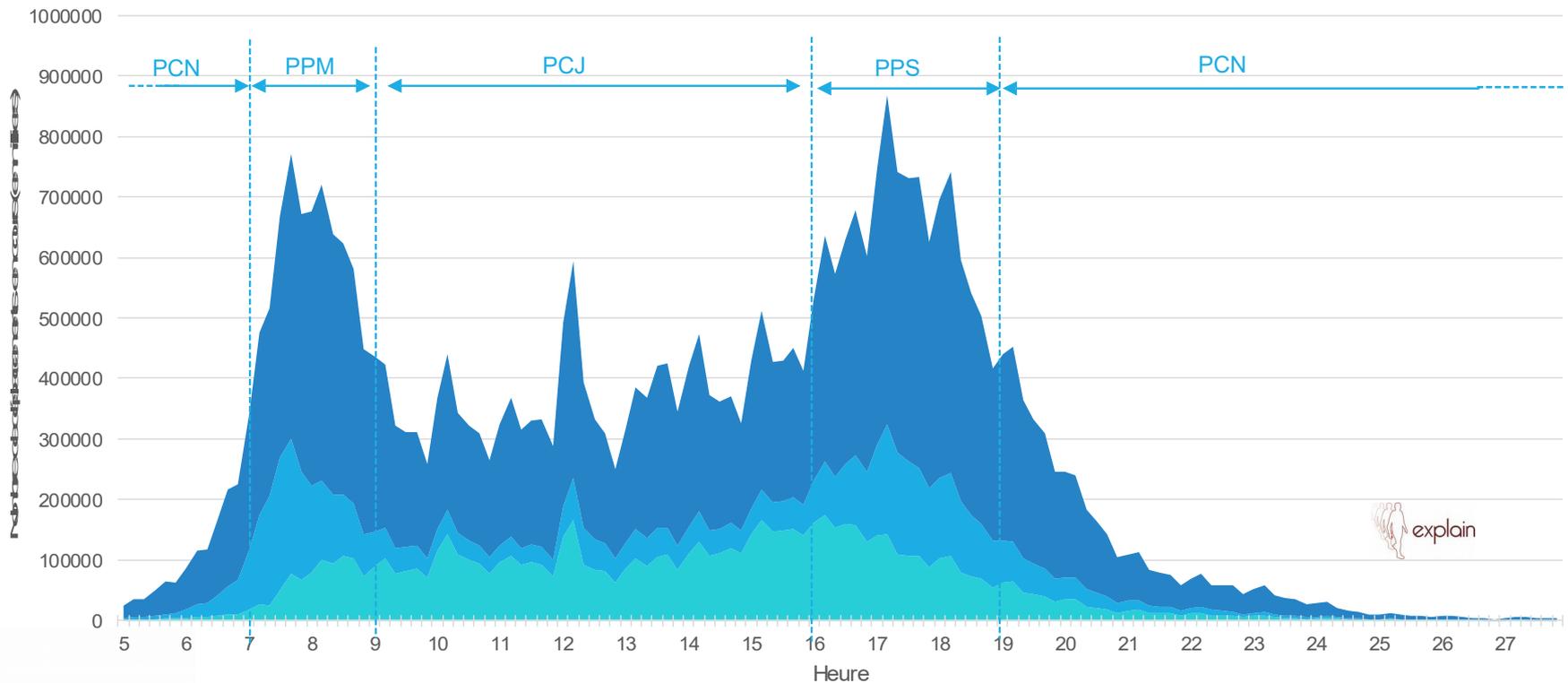
Flux internes aux zones = 50 %

Périodes

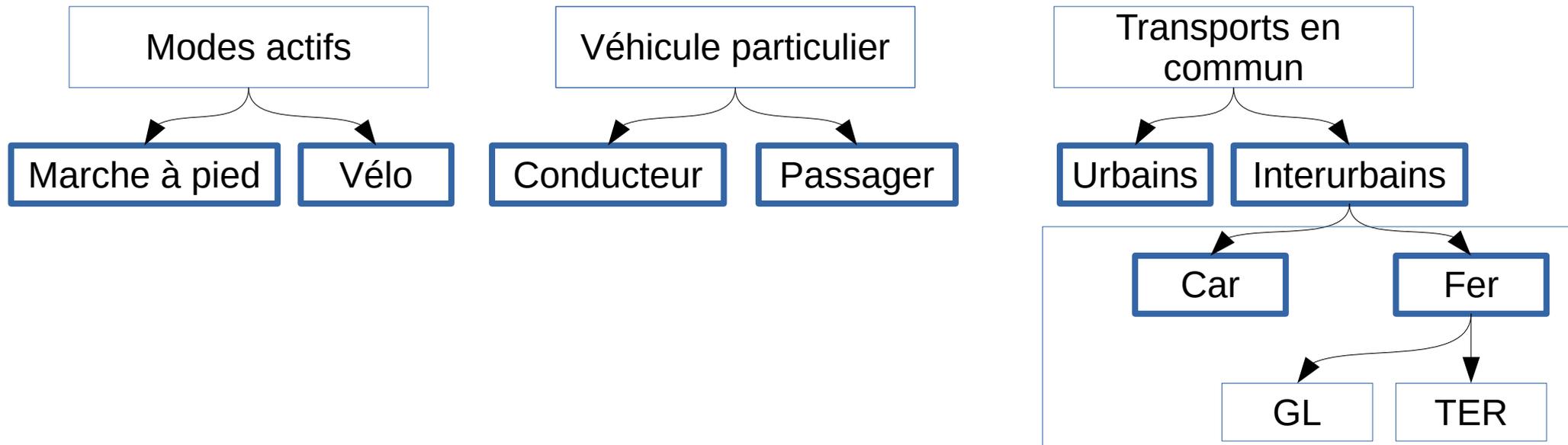
Calage sur un jour ouvrable de base d'hiver de 2014, 4 périodes horaires distinguées :

- PPM (7-9h) : période de pointe du matin (18 %)
- PCJ (9-16h) : période creuse de la journée
- PPS (16-19h) : période de pointe du soir (29 %)
- PCN (19-7h) : période creuse de la nuit

Déplacements en cours par type de mode de transport



Modes de transports



Choix a posteriori dans la chaîne de modélisation
=> pas d'influence sur le choix modal du passage d'un type d'offre à un autre.

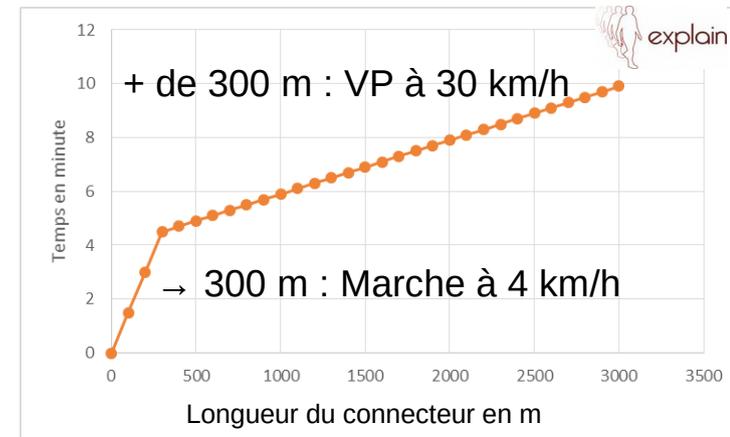
Réseau routier

Basé sur Route500 de l'IGN, enrichi ;
 Pour la Suisse : réseau du modèle de Genève ;
 Courbes débit-vitesse BPR2.

Indice de pression sur le stationnement à 4 niveaux :

- Etabli « à dire d'expert » en fonction :
 - Du tarif,
 - Du volume de l'offre,
- Intégré au choix de mode et au choix de destination, pas dans les connecteurs :
 - Associé à un malus d'inconfort ajouté au tarif du stationnement ;
 - Sensibilité différente selon le motif.

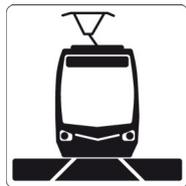
Type hiérarchique	Milieu	Nombre de voies	Capacité en UVP/h
Autoroute	SO	4	7200
Autoroute	SO	3	5400
Autoroute	SO	2	3600
Principale	Urbain	5	4200
Principale	Urbain	4	3500
Principale	Urbain	3	2600
Principale	Urbain	2	1800
Principale	Urbain	1	900
Principale	Non urbain	3	4200
Principale	Non urbain	2	2800
Principale	Non urbain	1	1400
Secondaire	Urbain	2	1600
Secondaire	Urbain	1	800
Secondaire	Non urbain	2	2200
Secondaire	Non urbain	1	1100
Tertiaire	Urbain	2	1000
Tertiaire	Urbain	1	500
Tertiaire	Non urbain	2	800
Tertiaire	Non urbain	1	400



Réseaux de transport collectif

Uniquement les lignes régulières (pas de transport scolaire, de TAD, de lignes touristiques), internes ou en échange avec RA

~ 45 réseaux



+ de 600 lignes

Réseau fer exhaustif (121 lignes)

Réseaux cars interurbains simplifiés (SNCF, Région et Départements, 309 lignes)

- Un arrêt par zone et par ligne ou groupe de lignes ;
- Reconstitution de 90 % des voyages et des veh.km par réseau.

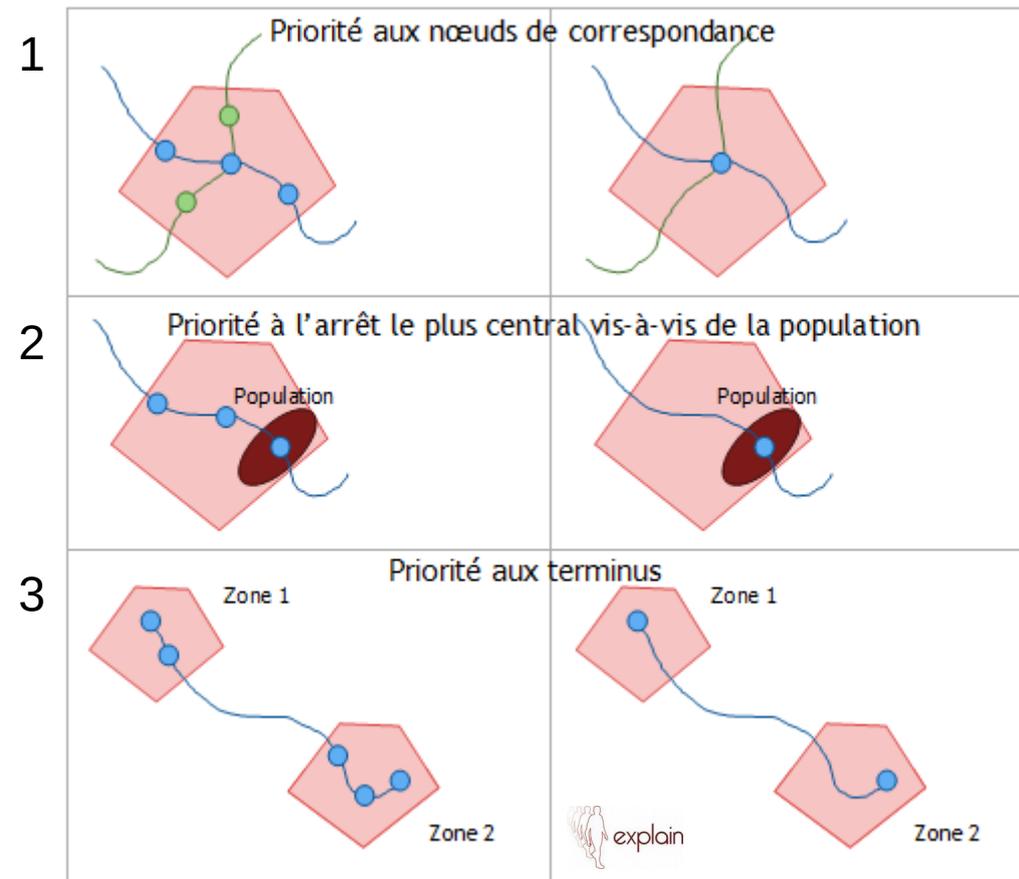
Réseaux urbains simplifiés (178 lignes)

- Réseaux ayant au moins 50 000 voyages/an (28) ;
- Conservation de tous les modes lourds (métro, tram) ;
- Un arrêt par zone et par ligne ou groupe de lignes ;
- Conservation des lignes desservant un arrêt interurbain, s'il reste au moins deux arrêts suite aux simplifications
- Reconstitution de 75 % des voyages par réseau.

Réseaux de transport collectif

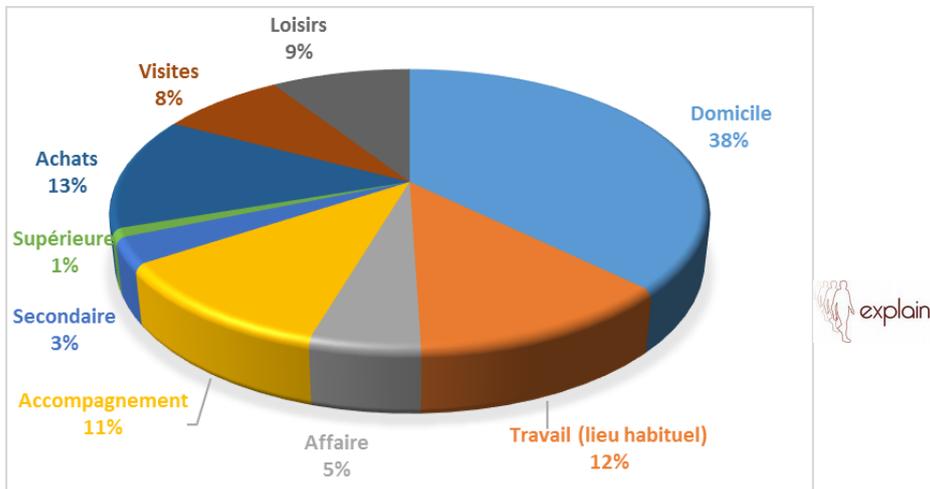
Simplification des lignes, des arrêts, puis des missions :

- Conservation des lignes par achalandage décroissant ;
- Suppression des lignes internes aux zones ;
- Simplification des arrêts ;
- Moyenne de tous les temps de parcours des missions regroupées suite à la simplification des arrêts (regroupement à l'intérieur de la même ligne uniquement).

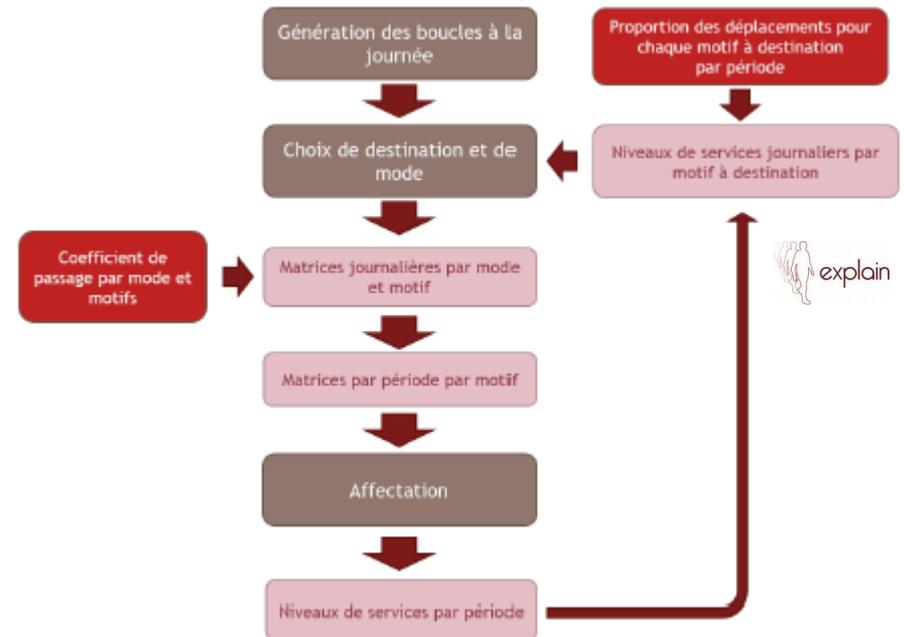


Motifs et structure de modélisation interne

Regroupement des 36 motifs de l'EDR en 9 motifs ;



Prise en compte des variations de l'offre au cours de la journée par une pondération des niveaux de service par motif et par période.



MOTIF	PPM	PPS	PCJ	PCN
Domicile	0.047	0.395	0.375	0.183
Travail	0.465	0.036	0.337	0.162
Affaire	0.303	0.094	0.509	0.095
Accompagnement	0.308	0.328	0.289	0.075
Ecole	0.691	0.008	0.253	0.048
Université	0.517	0.021	0.383	0.079
Achats	0.092	0.252	0.619	0.037
Visites	0.084	0.256	0.554	0.106
Loisirs	0.050	0.227	0.548	0.175

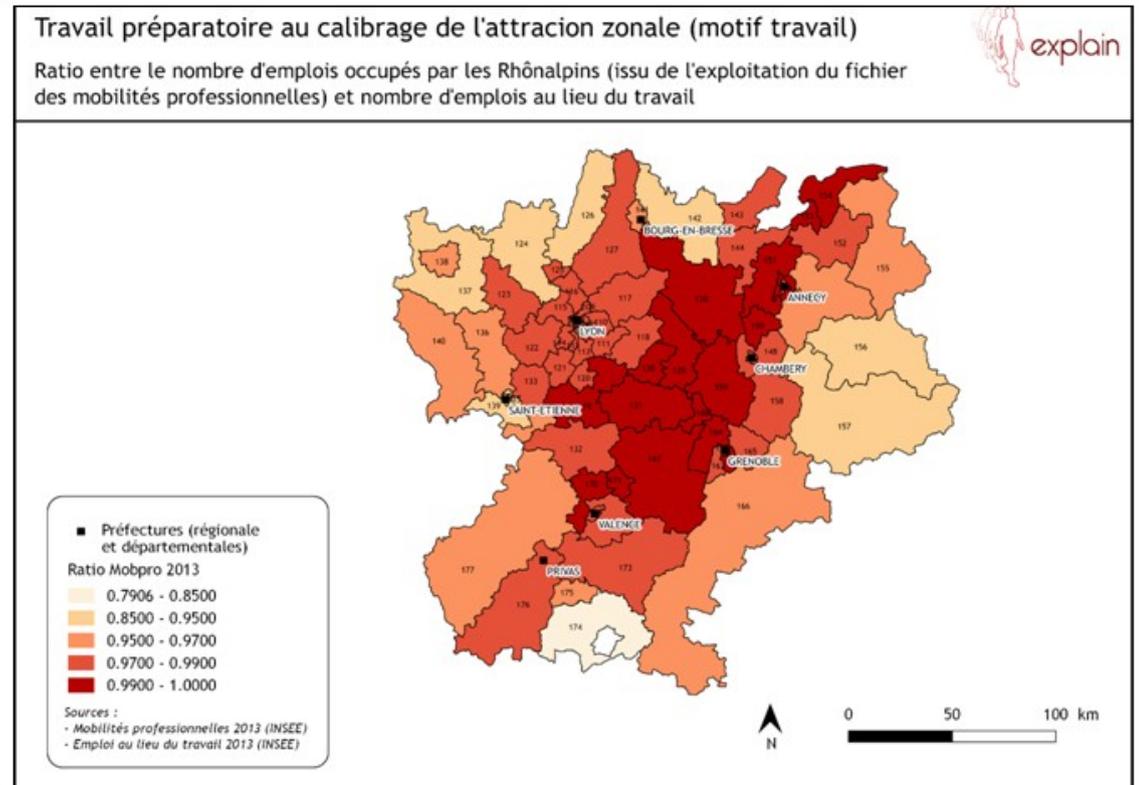
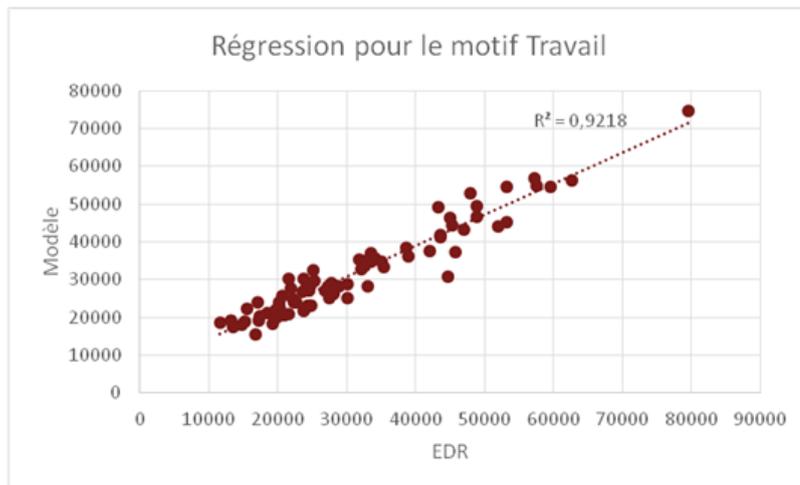
Modèle de génération

Modèle classique d'émissions/attractions des zones : régression linéaire

- Exemple pour le motif travail

- Utilisation de l'emploi occupé par des Rhônalpins ;

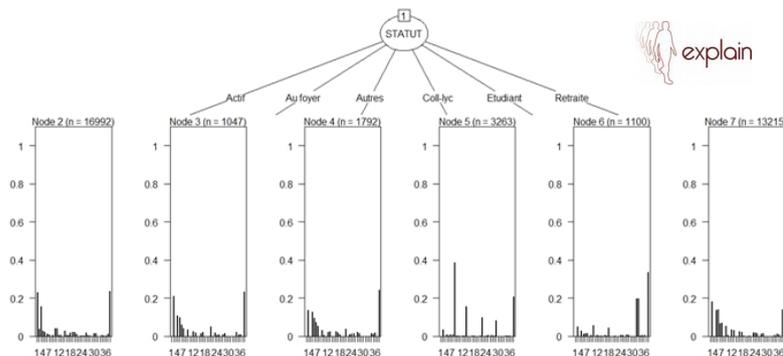
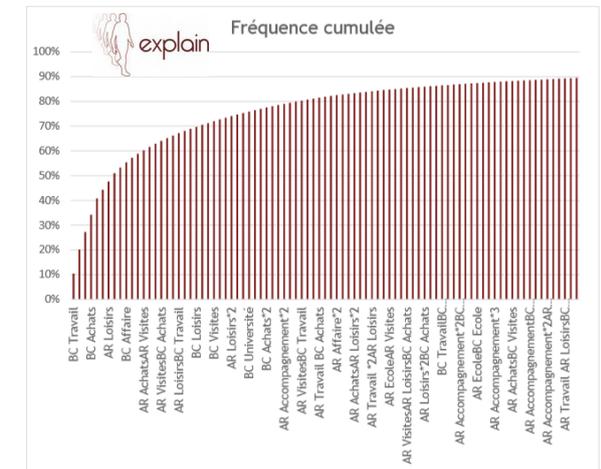
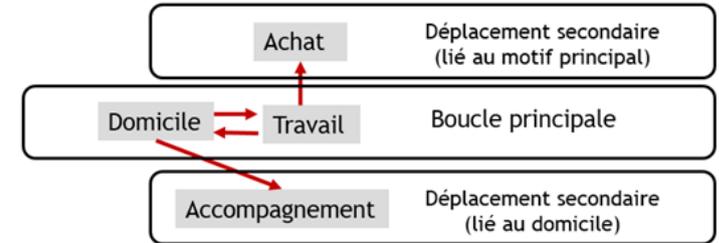
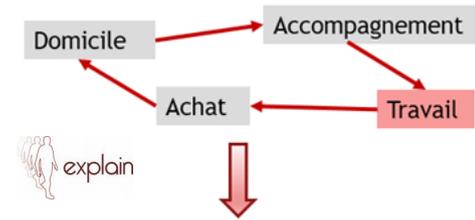
- Ratio $R = \frac{\text{emploi occupé par les Rhônalpins}}{\text{emploi au lieu du travail}}$ supposé constant en projection.



Modèle de génération

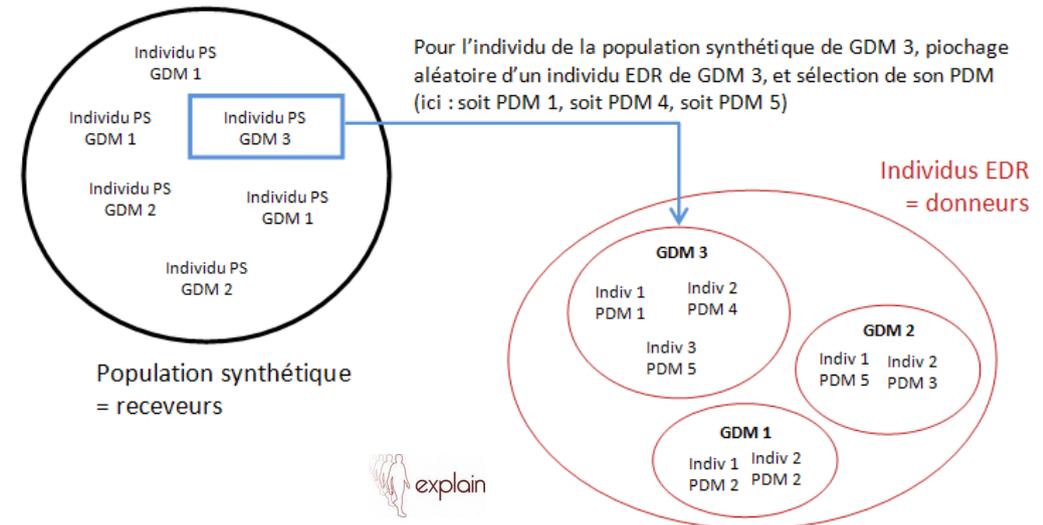
Génération des boucles de déplacements

- Construction d'une « population synthétique » à partir des données détaillées du recensement de l'INSEE, caractérisée par : composition du ménage, niveau de motorisation, statut, âge, sexe, quotité de travail, densité de la zone de résidence ;
- Simplification des boucles de l'EDR ;
- Définition de 38 profils (+1 pour « autres ») de mobilité correspondant aux boucles simplifiées réalisées dans une journée et représentant 80 % des déplacements dans l'EDR ;
- Algorithme CHAID de segmentation de la population en 61 groupes de mobilité ayant des comportements similaires en termes de boucles simplifiées.



Modèle de génération

Application du modèle : principe de « piochage » aléatoire des individus donneurs de l'EDR pour attribution de leur comportement à un individu de la population synthétique ;



Avantages de cette méthode :

- Pas de calage ;
- Permet de produire des données désagrégées (à l'individu) sur lesquelles on peut appliquer des modèles désagrégés de choix de destination et de choix de mode, sans biais d'agrégation (variables socio-démographiques disponibles par individu) ;
- Permet de prendre en compte plus de variables socio-démographiques que la plupart des autres méthodes :
 - Variables les plus explicatives des profils de mobilité ;
 - Variables que l'on souhaite introduire ensuite dans les modèles de choix de destination/choix de mode ;
 - Variable le plus susceptibles d'évoluer dans le futur, pour rendre compte de l'évolution des structures socio-démographiques (vieillesse, diminution de la taille des ménages, généralisation de l'accès à la voiture des femmes âgées, démotorisation des jeunes...).

Modèle de choix de destination et de mode

Modèle de choix discrets :

- Pas d'échantillonnage des alternatives (puissance de calcul des machines actuelles suffisante) ;
- Modèle de type « LOGIT hiérarchique »
 - Variables explicatives :
 - Caractéristique de l'OD et des niveaux de service : distance, temps, pression de stationnement, confort, prix, fréquence, nombre de correspondances, régularité ;
 - Motif à la destination ;
 - Caractéristiques zonales : densité, présence d'un arrêt de bus, d'un mode lourd ;
 - Caractéristiques individuelles : sexe, motorisation.
 - Calibrages successifs :
 - Choix car/train et TER/GL ;
 - Choix de mode / de destination.
 - Application conjointe mode/destination.

Autres flux internes

Traitement des « extensions » par un modèle agrégé simplifié :

- Sur la base de l'ENTD, des données « domicile-travail » et « domicile-études » du recensement de l'INSEE ;
- Modèle gravitaire (agrégé) pour la distribution ;
- Hypothèses de répartition modale simplifiées.

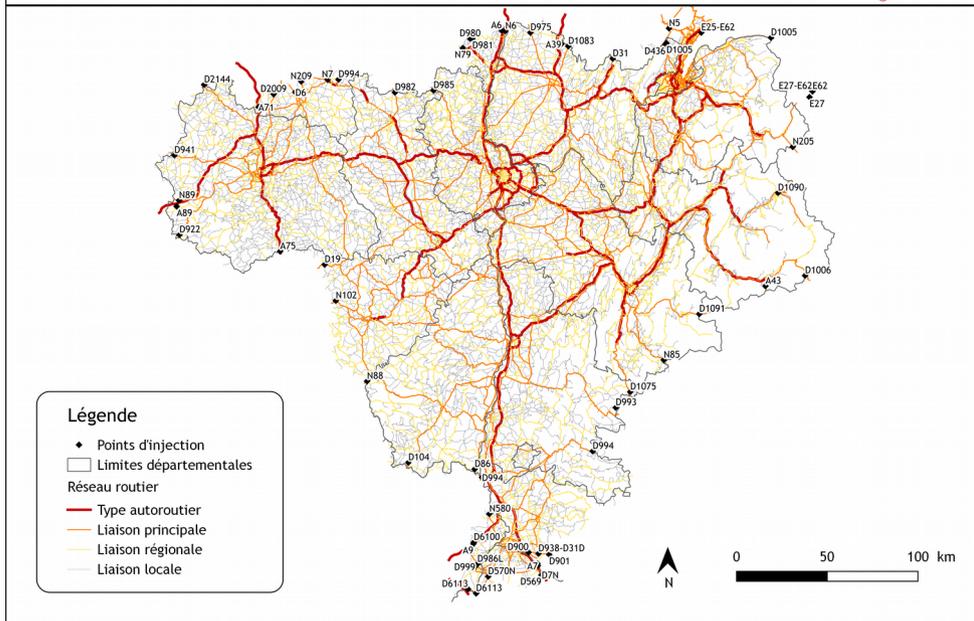
Flux PL internes à Rhône-Alpes :

- Base SITRAM commune à commune, recalage et correction prévus sur les enquêtes OD routières.

Flux externes (échange et transit)

Points d'injection

Emplacement des points d'injection du modèle régional



Flux longue distance utilisant le TER en Rhône-Alpes :

- Obtenus à partir de données Région sur le pourcentage de correspondances impliquant une liaison TER-TGV :
- Sur 3 gares : Lyon Part-Dieu, Valence TGV et Chambéry.

Flux PL externes :

- Désagrégation de la base SITRAM de département à département => de Zone d'Emploi à Zone d'Emploi, proportionnellement à l'emploi industriel des zones concernées ;
- Base Eurostat de région à région.

Flux VL externes :

- A partir du modèle national MODEV ;

Points d'injection du trafic :

- 58 points correspondant à des infrastructures codées dans MODEV ;

Modèle d'affectation

Pré-affectations routières sans contrainte de capacité, à la journée, avec une répartition a posteriori par période :

- Flux internes PL : 10 valeurs du temps différentes (de 9 €/h à 55 €/h),
- Flux des extensions, d'échange et de transit : une seule valeur du temps.

Affectation des flux des Rhônalpins :

- Affectation par période avec contraintes de capacité ;
- Equilibre de Wardrop ;
- 5 valeurs du temps différentes (de 8 €/h à 29 €/h).

Affectation TC :

- Affectation multi-chemins basée sur un modèle de Kirchoff :
 - Une matrice TCU seuls ;
 - Une matrice Car (obligatoire) + TCU ;
 - Une matrice Fer (obligatoire) + Car + TCU ;
- Définition des itinéraires plausibles avec un critère de temps non-pondéré :
 - limitation du nombre de correspondances et du temps par rapport au trajet le plus court.
- Calcul du coût généralisé de chaque itinéraire plausible et affectation sur ces itinéraires.

Grands principes des scénarios de référence

Scénarios d'offre :

- Un scénario 2030 - : coups partis
- Un scénario 2030+ : volontariste
- Un scénario 2040

Pas de situation actualisée à 2017-2018 car collecte de données lourde à mettre en place et peu d'évolutions de l'offre ;

Scénario de demande :

- Projection de populations sur la base d'une prolongation de tendance linéaire 2008-2013 à la commune, maintien des répartitions infracommunales ;
- Correction à l'échelle des secteurs de tirage, en pyramide des âges et en volume sur la base d'un scénario INSEE issu du modèle Omphale ;
- On suppose que l'emploi évolue comme la population active ;
- On suppose que les effectifs dans les établissements d'enseignement évoluent comme les classes d'âges correspondantes.

=> Enjeu fort de partage des hypothèses avec les modèles d'agglomération

3. Domaine de pertinence du modèle

Ce que le modèle permet...

Modèle pertinent pour évaluer les effets sur les fréquentations des réseaux de transports de portée départementale et régionale de modifications :

- de l'offre de transport :
 - Politiques de desserte, fréquences, temps de parcours des transports collectifs (fer ou car), matériel roulant (places assises), ponctualité,
 - Nouvelle voirie, modification de la capacité ou de la vitesse libre d'une voirie existante,
- de la demande de déplacements :
 - Modification du volume ou de la structure de la population d'une zone, du nombre d'emplois, de places de lycée, université...

A condition de :

- vérifier que les scénarios testés respectent une cohérence entre les emplois, les effectifs scolaires et la population prévus ;
- vérifier la compatibilité de la finesse du zonage avec le projet à tester (pas de modélisation des déplacements intra-zones) ;
- préférer des analyses de différences entre scénarios que des analyses en valeurs absolues ;
- vérifier la sensibilité du modèle à ces différents paramètres (tests en cours).

Ce que le modèle ne permet pas...

Sur la segmentation de la population :

- Pas d'analyse possible des déplacements de la seule population étudiante
 - Difficulté liée à la population enquêtée qui ne prend pas en compte les étudiants en résidence universitaire ;
 - Correction des écarts observés au calage par application d'une pondération systématique associée aux étudiants dans la population synthétique ;

Sur l'analyse des parts modales et des charges sur les réseaux :

- Pas d'analyse des charges sur les réseaux urbains car :
 - Ils sont largement simplifiés et ne représentent que le réseau structurant se rabattant sur les gares ou les points d'arrêt d'intérêt interurbains ;
 - Ils n'ont pas fait l'objet d'un calage en charge.
 - Pas d'analyse de la concurrence TGV/TER ;
 - Pas d'analyse de l'effet sur le choix modal du passage d'une offre train à une offre car avec la même desserte et les même temps de parcours ;
 - Pas d'analyse des flux internes aux agglomérations même ceux empruntant le réseau interurbain, car :
 - Mauvaise fiabilité des enquêtes-photos sur les flux courte-distance ;
 - 50 % de déplacements intrazonaux, donc non-modélisés.
- => pour ces analyses, revenir aux modèles urbains.

Ce que le modèle ne permet pas...

Prise en compte de phénomènes d'écoulement du trafic et de remontées de files d'attente => modèles dynamiques ;

Prise en compte des modifications de comportements (changements de mentalités, etc.) ou de ruptures fortes dans les politiques d'aménagement ou de mobilité ;

Prise en compte de l'évolution du coût des carburants ;

Prise en compte de l'induction de trafic pure ;

Prise en compte de l'évolution du PIB sur les flux internes ;

Modélisation de l'interaction transports-urbanisme => modèles LUTI.

Merci de votre attention !

Contacts :

Région Auvergne-Rhône-Alpes
anne.fournier@auvergnerhonealpes.eu

DREAL Auvergne-Rhône-Alpes
Pierre.Ullern@developpement-durable.gouv.fr

Cerema Centre-Est : Pierre-Antoine Laharotte
pierre-antoine.laharotte@cerema.fr



LABORATOIRE
AMÉNAGEMENT
ÉCONOMIE
TRANSPORTS

TRANSPORT
URBAN PLANNING
ECONOMICS
LABORATORY

