

Proposition de communication pour les  
**2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)**  
Montréal, 11-13 juin 2019

**Titre : Construire un modèle de déplacements sans enquête de mobilité locale – cas de l’agglomération d’Évreux**

**Auteur(s) :**

Duy-Hung HA, chargé d’affaires en modélisation des déplacements, Cerema Normandie Centre, [duy-hung.ha@cerema.fr](mailto:duy-hung.ha@cerema.fr)

Christelle MARCHESSE, chargée d’études en modélisation des déplacements, Cerema Normandie Centre, [christelle.marchesse@cerema.fr](mailto:christelle.marchesse@cerema.fr)

Michaël SAVARY, chef du groupe modélisation des déplacements, Cerema Normandie Centre, [michael.savary@cerema.fr](mailto:michael.savary@cerema.fr)

**Mots-clés :**

*modélisation à quatre étapes, modélisation de la demande, modèle normatif, enquêtes de mobilité et déplacements, transférabilité des modèles*

**Résumé :**

Le modèle de déplacements statique à quatre étapes est l’un des plus connus et utilisés en France. La conception et l’utilisation de ce type de modèle nécessite la disposition de nombreuses données socio-économiques et de déplacements sur le périmètre à modéliser. En revanche, la procédure d’acquisition et/ou de recueil de ces données est souvent longue et coûteuse ce qui conduit les modélisateurs à chercher éventuellement des approches alternatives pour les collectivités, en particulier celles de petite et moyenne taille ne possédant pas d’enquêtes sur leur territoire. D’un côté, plusieurs collectivités expriment des besoins pour avoir des outils d’aide à la décision en matière des déplacements, car évaluer la politique de mobilité et de transport est une tâche à la fois indispensable et complexe. De l’autre, plusieurs projets opérationnels ont émergé avec des contraintes de délais ne permettant pas donc de recourir à des processus classiques. Face à ce constat, le Cerema propose une approche intermédiaire combinant une approche normative, qui est généralement plus simple à implémenter, et une approche plus structurée et rigoureuse à l’instar du modèle classique de la demande.

En possédant une base unifiée des enquêtes de mobilité et déplacements depuis 1976, la méthode engagée par le Cerema s’appuie au préalable sur une sélection des agglomérations semblables à l’agglomération étudiée. Le cas d’étude dans ce présent article est l’agglomération d’Évreux dont le besoin de conception d’un modèle de déplacements s’inscrit dans le cadre du projet de la déviation Sud-Ouest porté par la DREAL Normandie. Le modèle élaboré servira à prévoir la répartition des flux sur le réseau de l’agglomération et de disposer de données actualisées permettant la mise à jour de l’évaluation des impacts de ce projet.

Tout d’abord, la sélection des agglomérations semblables à l’agglomération étudiée se fait par une analyse multicritère. Cette analyse comporte différents critères allant de caractères généraux aux caractères spécifiques liés à la mobilité. Trois agglomérations sont retenues comme référence pour Évreux : Chalon-sur-Saône, La Roche-sur-Yon et Niort. Vient ensuite la modélisation statique à quatre étapes dont la première étape – la génération – permet d’estimer le volume global des flux générés par chacune des zones du zonage choisi. Pour modéliser la génération de déplacements, neuf motifs orientés sont distingués en se basant sur les données des enquêtes EMD des trois agglomérations de référence précitées : entre

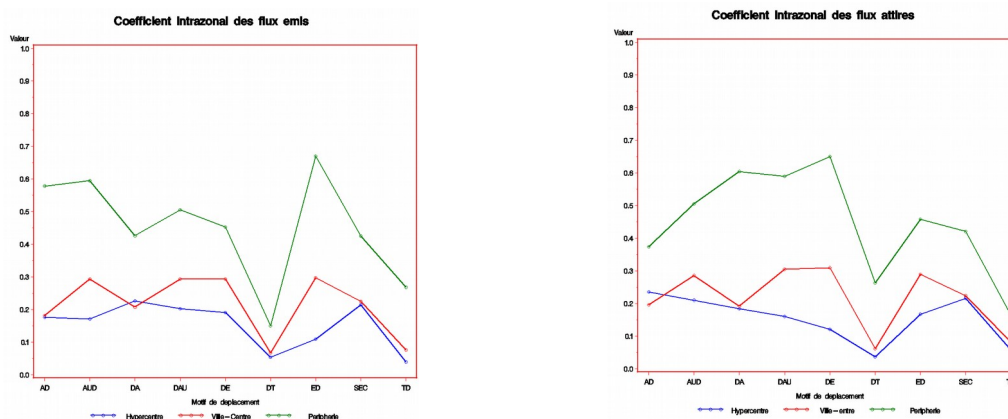
domicile (D) et lieu de travail (T), entre domicile (D) et lieu d'étude (E), entre domicile (D) et lieu d'achat (A), entre domicile (D) et d'autres lieux (AU), et le dernier concernant les déplacements secondaires (SEC). Plusieurs variables socio-économiques sont calculées et agrégées au niveau des zones de tirage ; leurs valeurs sont tirées des données issues des enquêtes des trois agglomérations de référence sur la population, le nombre d'actifs, les effectifs scolaires aux différents niveaux, le nombre d'emplois de différents types (commercial, tertiaire, ou autre), etc. Les modèles de génération retenus sont les suivants :

Motif	Émission de déplacements par zone i	Attraction de déplacements par zone j
DT	$E_i = 0,279 * Pop, R^2 = 0,96$	$A_j = 0,584 * Emp, R^2 = 0,92$
TD	$E_i = 0,732 * Emp_T, R^2 = 0,88$	$A_j = 0,241 * Pop, R^2 = 0,97$
DE	$E_i = 2,632 * Sec, R^2 = 0,93$	$A_j = 0,108 * Pop + 2,918 * Etd, R^2 = 0,85$
ED	$E_i = 0,082 * Pop + 2,380 * Etd, R^2 = 0,83$	$A_j = 1,796 * Sec + 0,638 * Etd, R^2 = 0,93$
DA	$E_i = 0,176 * Pop + 0,154 * Emp_T, R^2 = 0,95$	$A_j = 3,491 * Emp_C, R^2 = 0,88$
AD	$E_i = 4,711 * Emp_C, R^2 = 0,89$	$A_j = 0,240 * Pop + 0,188 * Emp_T, R^2 = 0,98$
DAU	$E_i = 0,396 * Pop, R^2 = 0,96$	$A_j = 0,247 * Pop + 0,448 * Emp_T, R^2 = 0,95$
AUD	$E_i = 0,250 * Pop + 0,472 * Emp_T, R^2 = 0,93$	$A_j = 0,330 * Pop + 0,116 * Emp, R^2 = 0,97$
SEC	$E_i = 0,161 * Pop + 1,912 * Emp_T, R^2 = 0,95$	$A_j = 0,152 * Pop + 1,1948 * Emp_T, R^2 = 0,95$

*Les modèles de génération retenus issus des données de trois agglomérations de référence pour Évreux*

Les modèles de génération sélectionnés pour Évreux ont de bonnes capacités explicatives avec dans la majorité des cas le coefficient de détermination  $R^2$  supérieur à 0,85. Les déterminants retenus sont à la fois statistiquement significatifs au risque de 5 % et « intuitivement » explicatifs. De surcroît, tous les modèles choisis sont spécifiés par au maximum deux déterminants, ce qui les rend également des bons modèles prédictifs.

Les flux émis et attirés modélisés dans les modèles de génération obtenus incluent des flux intrazonaux. Pour cette raison, calculer la part de ces flux est nécessaire avant que l'étape de distribution soit commencée. La figure suivante présente les valeurs de la part des flux intrazonaux calculées pour l'émission et l'attraction selon les motifs de déplacement et selon les types de zone.



*Les coefficients intrazonaux selon le motif de déplacement et le type de zone*

Par ailleurs, les coefficients horaires permettant de décliner les flux journaliers aux flux horaires pour les périodes de pointe le matin et le soir sont également calculés et analysés. Ils sont distingués selon les motifs et les types de zones.

La distribution et le choix modal constituent les deuxième et troisième étapes du modèle à quatre étapes. Ils correspondent aux choix de destination et de mode des déplacements dans la séquence de choix de l'individu. Deux types de distance constituant la matrice d'impédance de distribution sont testés : le premier se base sur la distance à vol d'oiseau et le deuxième sur la distance calculée à partir du réseau routier. Deux types de fonction d'impédance sont également examinés : formule exponentielle et formule de puissance inverse. Une analyse de sensibilité des coefficients estimés sont ensuite présentés pour justifier le choix des coefficients appliqués au cas d'Évreux. Le choix modal se fait par une grille de répartition des modes en prenant en compte les réseaux de bus des agglomérations de référence et d'Évreux.

Enfin, une enquête cordon a été réalisée en septembre 2017 permettant de compléter les matrices de demande sur le périmètre de l'agglomération Évreux. Dans un premier temps, les résultats d'affectation fournissent des premiers éléments pour la comparaison entre la modélisation « simplifiée » réalisée et les données de comptage observées. Ensuite, des renseignements complémentaires seront tirés dès qu'une enquête de mobilités et déplacements plus précise sera disponible sur l'agglomération d'Évreux.

#### **Conclusion :**

En résumé, face à des contraintes multiples, ainsi qu'aux besoins des collectivités locales en matière de modélisation des déplacements, le Cerema propose une expérimentation innovante en se basant sur la construction des modèles simplifiés à partir des exploitations rigoureuses des sources de données disponibles. Cette approche a pour objectif de réduire les coûts et d'écourter les délais lors de l'établissement des modèles opérationnels. À la phase d'étude, cette approche dite « dégradée » répond en partie au besoin de réduction des délais et des coûts pour établir un outil. Le niveau de fiabilité et de sensibilité du modèle reste à tester en confrontant les résultats obtenus avec les observations ultérieurement disponibles pour l'agglomération d'Évreux.

#### **Référence :**

BONNEL P., 2001, *Prévision de la demande de transport, Rapport HDR à l'ENTPE*  
CERTU, 2003, *Modélisation des déplacements urbains de voyageurs*, Guides des pratiques  
CERTU, 2008, *L'enquête ménages déplacements « standard Certu »*, Guide méthodologique  
CEREMA, 2018, *Géographie et historique des enquêtes ménages-déplacements*,  
<https://www.cerema.fr/fr/activites/mobilite-transport/connaissance-modelisation-evaluation-mobilite/observation-analyse-mobilite/enquetes-mobilite-emc2>  
HASIAK F., MERLE N., 2009, *Modélisation dans les villes moyennes*, Édition CETE Nord Picardie  
ORTUZAR J.D., et WILLUMSEN L.G., 2011, *Modeling Transport*, John Wiley & Son. Ltd  
POULLAIN N., FOLLIN J., GAULIER H., 2012, *L'aire urbaine d'Évreux : éléments de diagnostic territorial*, Dossier d'AVAIL  
SETRA 2010a, *Calage et validation des modèles de trafic*, Techniques appliquées à l'affectation routière interurbaine