




# Modèle de déplacements sans enquête de mobilité locale

Expérimentation et premiers enseignements

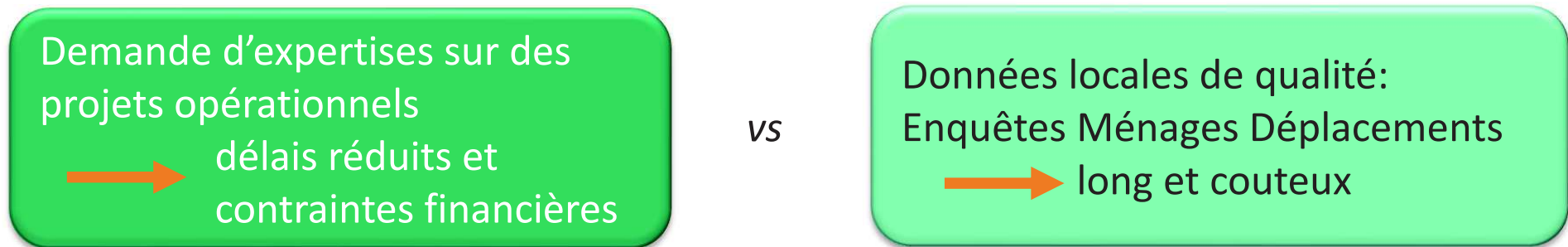
 **Cerema Méditerranée**  
Marlène BOURGEOIS  
Chargée d'affaire modélisation  
et évaluation socio-économique  
Xavier CERE  
Olivier TROULLIoud

---

# Modèle de déplacements et données nécessaires

Modèle: outil complexe d'évaluation et d'aide à la décision des projets d'infrastructures de transports et des politiques publiques

En France: tradition du modèle à 4 étapes utilisé par les agglomérations de taille importante et utilisant les données issues des Enquêtes Ménages Déplacements



→ **Comment orienter les décisions lorsqu'on ne dispose pas d'une enquête de mobilité sur le territoire ?**

# En utilisant les enquêtes réalisées ailleurs ?

→ Proposition et expérimentation d'une **méthode simplifiée de modélisation de la demande**

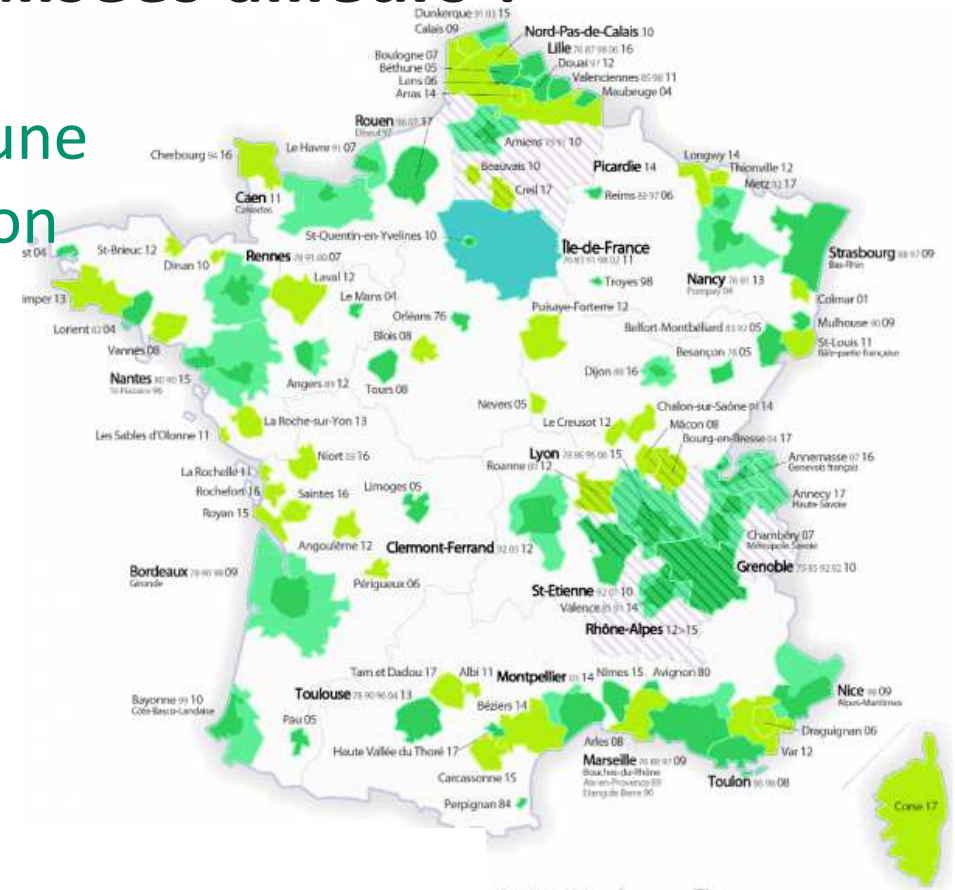
Base unifiée des enquêtes mobilités déplacements (EMD/EDVM /EMC<sup>2</sup>)



200 enquêtes entre 1976-2017  
 1/3 territoire (43% communes et 74% de la population)

Travaux antérieurs au Cerema

- Stabilité des grands indicateurs de mobilité entre territoires comparables
- Détermination des principaux déterminants de la mobilité



France métropolitaine

**Type d'Enquêtes Déplacements standard Certu**

- Enquête Ménages Déplacements « EMD » ou autre enquête locale réalisée uniquement en face à face
- Enquête Déplacements Grands Territoires « EDGT »
- Enquête Déplacements Villes Moyennes « EDVM » ou autre enquête locale réalisée uniquement par téléphone
- Enquête Globale Transport « EGT » (Ile-de-France)
- Enquête Déplacements de Portée Régionale

**Nom et date des Enquêtes Déplacements standard Certu**

- Nom de la ville-centre de l'enquête
- Date(s) de(s) enquête(s) précédente(s)
- Date de l'enquête la plus récente sur ce territoire
- Ancienne ED englobée dans une ED plus grande
- Nom original de l'enquête ou nom de département
- Population couverte par l'ED supérieure à 500 000 habitants

Source : [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Source - Enquêtes Déplacements standard Certu, réalisation - Cerema Nord-Picardie

# Expérimentation en cours

## Agglomération d'Avignon

### Contexte général

- Ancienne Enquête Ménage Déplacement 1980
- Population :
  - Unité Urbaine\* Avignon: 453k hab. (330 km<sup>2</sup>)
  - Modèle Grand Avignon: 279k hab. (578 km<sup>2</sup>)
- Tout-voiture et pauvreté des réseaux de transport en commun



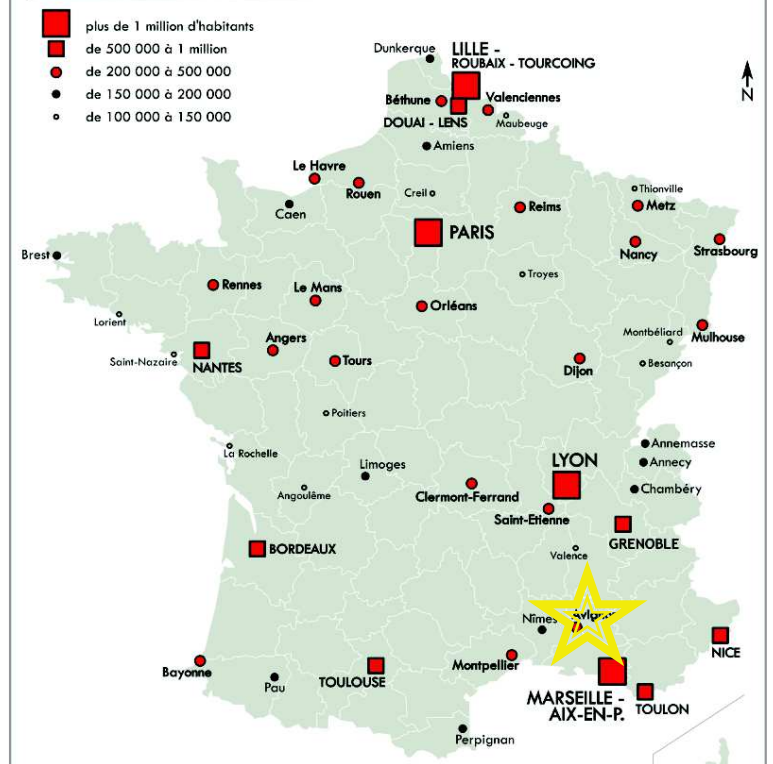
Source: Insee, Parts modales des actifs >15ans motif Domicile-Travail, RP2015

### Contexte de la demande d'étude

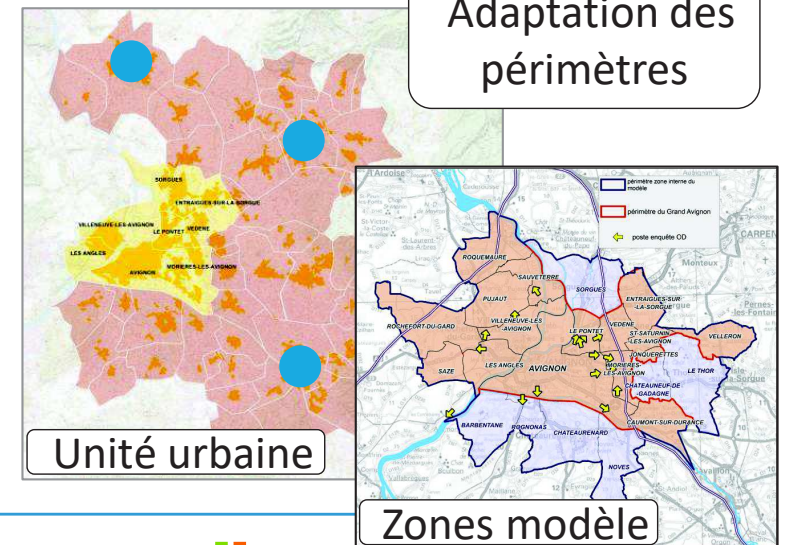
- Partenariat agglomération du Grand Avignon – Cerema
- Reconstitution d'une demande multimodale pour modélisation véhicule uniquement
- Plan de Déplacements Urbains, Projets d'extension urbains, Contournement routier, Tramway et Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), ...

## Principales agglomérations françaises

Unités urbaines de plus de 100 000 habitants (INSEE, 2013)



Source: Insee, RP2013



\*Unité urbaine : territoire défini par la continuité du bâti et le nombre d'habitants

# Sélection des enquêtes de référence

## 1<sup>re</sup> étape de pré-sélection des enquêtes

- Ancienneté de l'enquête
- Ressemblances macro des Unités Urbaines (population et fonctionnement du territoire)

## 2<sup>e</sup> étape de pré-sélection

Caractéristiques des Enquêtes	Caractéristiques des Unités Urbaines	Fonctionnement du territoire
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date de réalisation</li> <li>• Type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Population</li> <li>• Densité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localisation géographique</li> <li>• Contraintes géographiques</li> </ul>

## 3<sup>e</sup> étape de sélection

Caractéristiques sociodémographiques détaillées	Attractivité du territoire	Caractéristiques socioéconomiques détaillées	Indicateurs d'offre TC
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Part classes d'âge (0-14 ans / 14-65 ans / +65 ans)</li> <li>• Taille des ménages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice de concentration d'emploi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Part des actifs occupés</li> <li>• Parts des cadres dans les actifs occupés</li> <li>• Part des employés/ouvriers dans les actifs occupés</li> <li>• Part des ménages fiscaux imposés</li> <li>• Part des étudiants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nb de km parcourues / habitant</li> <li>• Nb de voyages / habitant</li> <li>• Nb de voyages / km</li> <li>• Services proposés</li> </ul>

## Vérification des grands indicateurs de mobilité

Indicateurs de mobilité
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nb de déplacements par personne, par mode</li> <li>• Taux de motorisation</li> <li>• Durée des déplacements</li> <li>• Taux de mobilité par classe de population, par motif</li> <li>• Distribution des déplacements par classe de distance</li> </ul>

Base unifiée :  
≈200 enquêtes

23 enquêtes  
présélectionnées

8 enquêtes  
présélectionnées

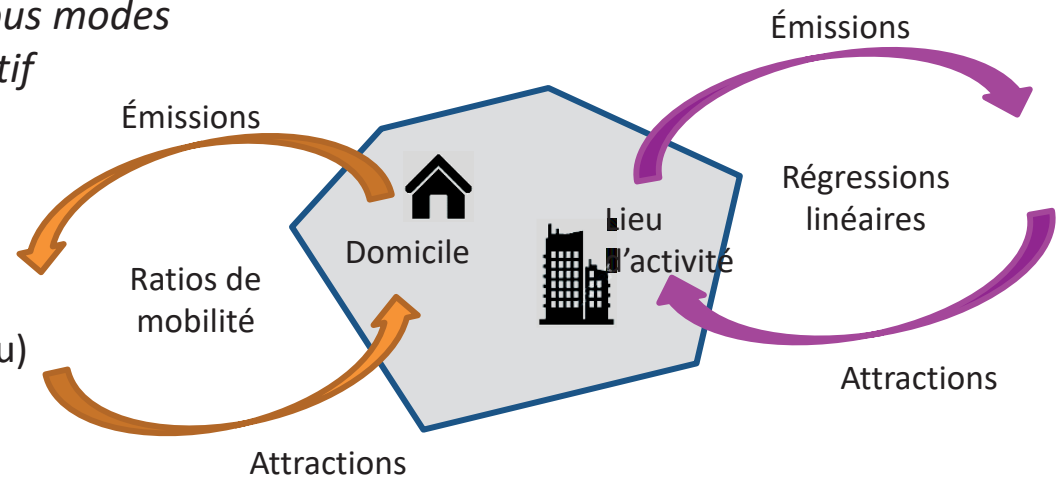
Adaptation  
des périmètres

Valence 2014  
Nîmes 2015

2 enquêtes  
sélectionnées

# Modèle 4 étapes: Génération des déplacements

Reconstituer les volumes de déplacements tous modes générés par chaque zone et pour chaque motif



## Approche par ratios de mobilité (base: individu)

- Segmentation des individus à partir de 3 variables issues du recensement (fichier individus)

Occupation principale	Motorisation du ménage	Taille des ménages
Actifs	OUI	< 3
Scolaires	NON	3 et +
Étudiants		
Retraités		
Autres		

- Regroupement en 8 groupes afin d'obtenir des échantillons suffisants, en veillant à maximiser les différences de mobilité entre les groupes et à les minimiser à l'intérieur des groupes
- Distinction par motifs (x5)

## Approche par régression linéaire

(base: secteur de tirage)

- Variables explicatives des régressions linéaires

Motif	Variables explicatives
Travail ↔ Domicile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplois</li> </ul>
Étude ↔ Domicile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effectifs scolaires</li> </ul>
Achat ↔ Domicile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplois commerciaux</li> <li>Emplois commerciaux aux centres commerciaux</li> </ul>
Autres ↔ Domicile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplois</li> <li>Emplois tertiaires</li> <li>Effectifs scolaires</li> </ul>
Secondaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emplois commerciaux</li> <li>Emplois tertiaires</li> <li>Effectifs scolaires</li> </ul>

# Modèle 4 étapes: Distribution des déplacements

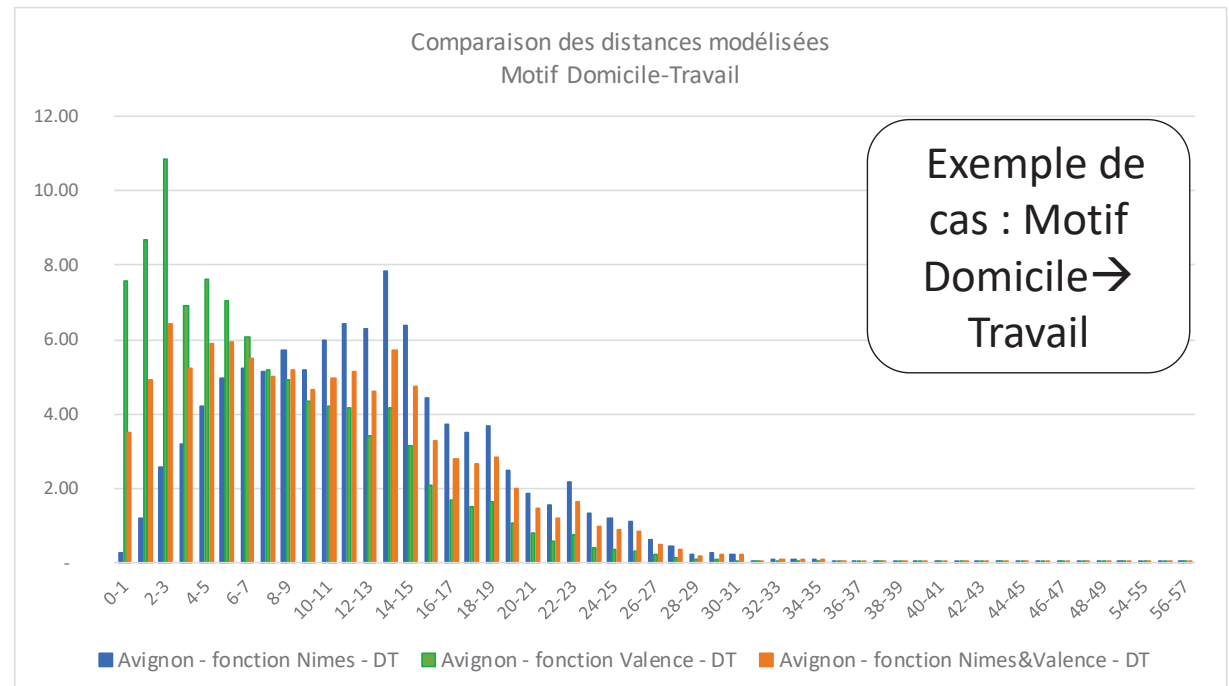
Reconstituer la distribution spatiale des déplacements entre zones, pour tous les modes et pour chaque motif

## Estimation du modèle de distribution gravitaire (base: zones fines)

- Calibration des fonctions de résistance  $f(d_{ij})$  pour chaque motif ( $d_{ij}$ =distance réseau à vide)
- Calcul du modèle gravitaire pour chaque fonction de résistance
- Choix de la fonction de résistance et des paramètres associés et test du  $\chi^2$
- Application du modèle gravitaire, par motif pour la fonction de résistance choisie (sur l'agglomération d'Avignon)

! **Transférabilité spatiale:**  
• **attention à l'automatisation de cette étape**

! **Vérification essentielle avec les navetteurs\* INSEE et parts modales**



# Modèle 4 étapes: Choix modal

*Reconstituer les parts modales des déplacements distribués, pour chaque motif*

## Calcul d'une régression logistique basée sur les variables

(base: déplacement):

- Indicateur zonal indiquant la typologie des zones d'origine et de destination
- Indicateur d'offre en transport en commun
- Distance du déplacement (log)
- Motorisés / Non motorisé
- Motif (5)

$$P(Y = j) = \frac{\exp(\alpha_j + x^t \delta_j)}{1 + \sum_{k=1}^{J-1} \exp(\alpha_k + x^t \delta_k)}$$

- **Description de l'offre existante sur 3 territoires: tâche complexe et fastidieuse**  
**=> Utilisation d'une grille modale ou d'un petit modèle logit multinomial**



# Vérification d'application sur le modèle du Grand Avignon (1/2)

Comparaison EMD  
Nîmes & Valence

## Génération des déplacements

% déplacements / motif		
Motif	EMD Nîmes & Valence	Avignon
Domicile ↔ Travail	16.9%	16.9%
Domicile ↔ Étude	12.3%	12.0%
Domicile ↔ Achat	15.1%	15.8%
Domicile ↔ Autre	36.5%	36.8%
Secondaire	19.2%	18.5%

## Choix modal

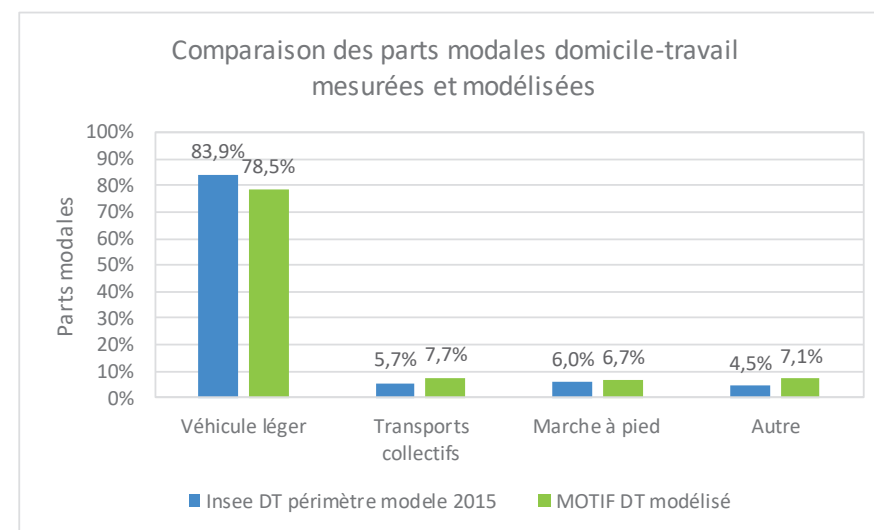
% déplacement / mode / tous motifs		
Mode	EMD Nîmes & Valence	Avignon
Véhicule léger	65,9%	66,8%
Transports collectifs	8,1%	9,7%
Marche à pied	22,2%	20,0%
Autre	3,8%	3,6%

## Distribution des déplacements

Comparaison  
données territoriales

Comparaison migrations alternantes INSEE et déplacements domicile-travail modélisés					
Commune Domicile	Commune Travail	Navettes* INSEE		Modélisation DT	
Avignon	Avignon	20 491	28%	14 248	24%
Chateaufort	Chateaufort	2 692	4%	1 366	2%
Comparaison migrations alternantes INSEE et déplacements domicile-étude modélisés					
Commune Domicile	Commune Travail	Navettes* INSEE		Modélisation DT	
Le Pontet	Avignon	18 620	40%	15 324	35%
Villeneuve-les-Avignon	Sorgues	2 368	5%	2 690	6%
Sorgues	Le Pontet	1 981	4%	1 291	3%
Vedene	Chateaufort	1 786	4%	1 993	5%
Morieres-les-Avignon	Vedene	1 413	3%	1 213	3%
Villeneuve-les-Avignon	Villeneuve-les-Avignon	1 385	3%	1 327	3%
Les Angles	Le Thor	1 127	2%	1 029	2%
Chateaufort	Le Pontet	1 028	2%	1 292	3%
Vedene	Rochefort-du-Gard	877	2%	763	2%
Reste du périmètre	Morieres-les-Avignon	840	2%	701	2%
Total	Sorgues	811	2%	279	1%
	Vedene	744	2%	447	1%
Reste du périmètre du modèle GA		13 688	29%	14 906	34%
Total		46 668	100%	43 255	100%

## Choix modal



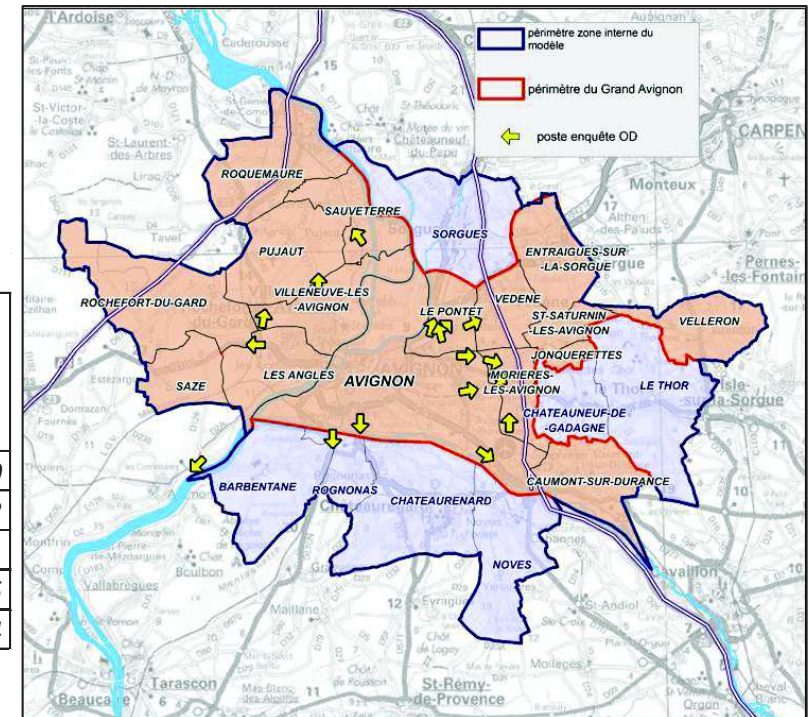
# Vérification d'application sur le modèle du Grand Avignon (2/2)

## Affectation

### Comparaison enquête OD routière

Heure de pointe du matin - sens enquêté Avignon vers Extérieur

Nb véhicules affectés		Reconstitution demande interne	Enquête OD routière	différence	GEH	GEH
<b>TOTAL</b>		<b>1 724</b>	<b>1 775</b>	<b>97%</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
<b>Coupure</b>	<b>Nord</b>	<b>880</b>	<b>1 131</b>	<b>78%</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
	<b>Sud</b>	<b>465</b>	<b>330</b>	<b>141%</b>	<b>7</b>	<b>12</b>
	<b>Ouest</b>	<b>193</b>	<b>153</b>	<b>126%</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
	<b>Est</b>	<b>195</b>	<b>162</b>	<b>121%</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>C</b>	<b>Ouest</b>	<b>560</b>	<b>679</b>	<b>83%</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
	<b>Est</b>	<b>467</b>	<b>546</b>	<b>85%</b>	<b>4</b>	<b>12</b>



## Indicateurs de calage du modèle

Heure de pointe du matin

GEH	Nb comptages	% comptages	% comptages
<= 5	56	61%	61%
<= 10	86	93%	
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>95%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

# Conclusion

Les **données locales sur la mobilité** sont des sources précieuses et indispensables pour alimenter et maintenir des modèles de déplacement mais

⇒ Processus long et onéreux

⇒ Impossibilité d'avoir des enquêtes sur tout le territoire

Les **agglomérations** ont de plus en plus **besoin opérationnel d'outils adaptés** pour appréhender la mobilité.

Le Cerema propose donc d'**expérimenter la construction de modèles simplifiés** à partir de l'exploitation rigoureuse de données de mobilité issues de territoires de référence avec pour objectif de réduire les coûts et écourter les délais lors de l'établissement des modèles opérationnels.

Les premiers résultats sur l'expérimentation à Avignon nous permettent d'entrevoir des possibilités intéressantes même si la fiabilité de ce type de modèles est difficile à évaluer a priori en raison de l'impossibilité de caler chaque étape séparément.



L'expertise publique pour la  
**transition écologique et la  
cohésion des territoires**

**Merci  
de votre attention**

**Cerema Méditerranée**

Marlène BOURGEOIS

marlene.bourgeois@cerema.fr

Tél.: +33(0)4 42 24 77 32