

Du jour typique unimodal à la semaine typique multimodale

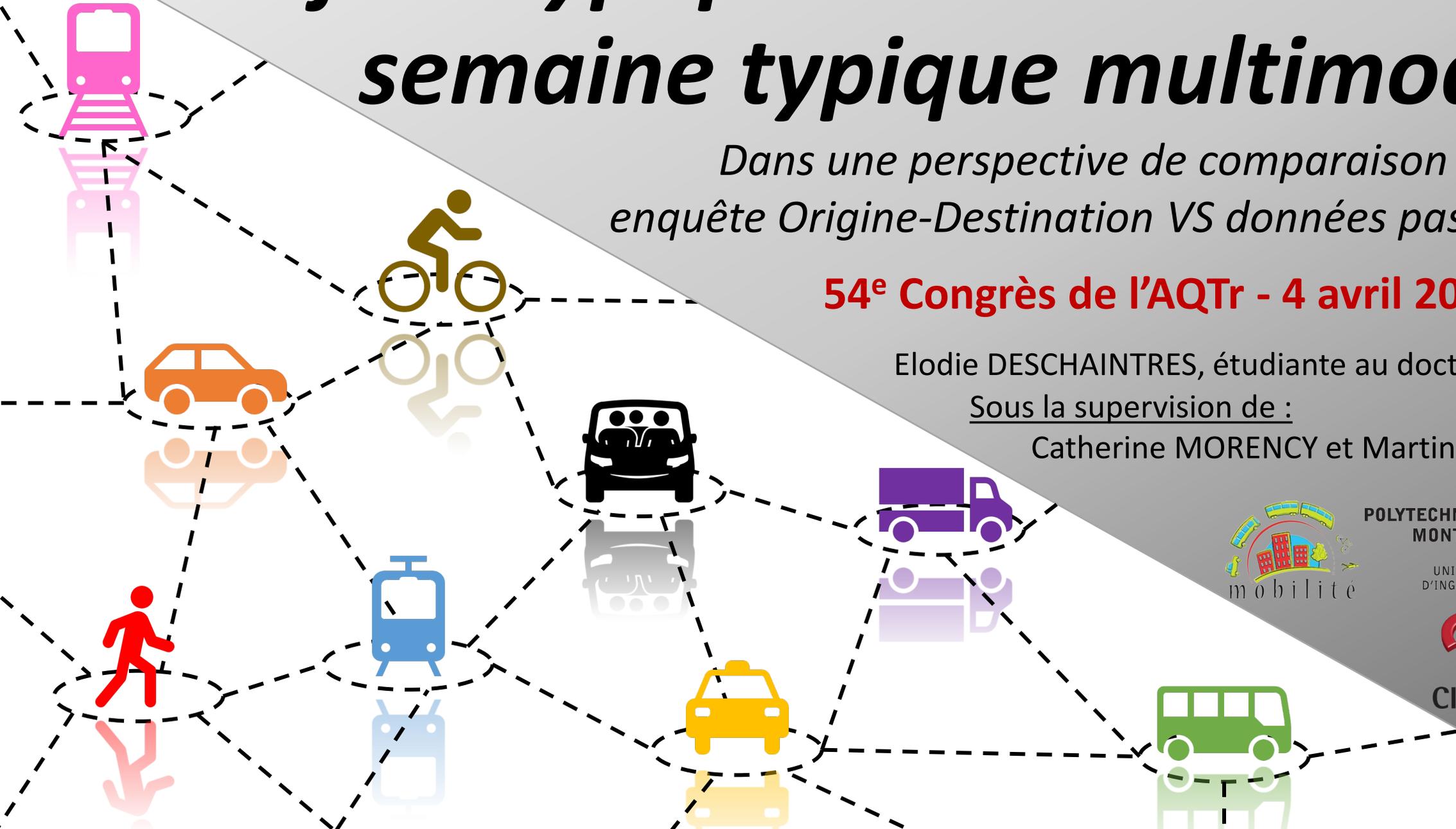
*Dans une perspective de comparaison
enquête Origine-Destination VS données passives*

54^e Congrès de l'AQTr - 4 avril 2019

Elodie DESCHAIRES, étudiante au doctorat

Sous la supervision de :

Catherine MORENCY et Martin TRÉPANIÉ



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIEURIE



CIRRELT

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Mise en contexte
- Description des données
- Questions et objectifs
- Méthodologie
- Analyse de premiers résultats
- Conclusion et perspectives futures



**Enquête OD
VS
Données passives**

MISE EN CONTEXTE

- **Multimodalité croissante :**
 - ➔ Une tendance souhaitée et souhaitable !
- Pourtant, en pratique :
 - **Analyse** indépendante de chaque mode de transport
 - **Modélisation** unimodale ou bimodale et prévisions basées sur un jour moyen de semaine \neq variabilité de la demande
 - ➔ Mauvaise compréhension des interactions entre les modes
- **Manque de données multimodales et longitudinales :**
 - il n'existe pas de base de données unique décrivant l'utilisation continue de tous les modes de transport
 - ➔ Solution: INTÉGRATION de plusieurs bases de données



LEDEVOIR.COM

La mobilité de demain sera **multimodale** ou ne sera pas

Le système MaaS intègre tous les modes de transport, publics et privés,...



“Thereby, multimodal mobility—a concept that uses a variety of different transport modes for travel—will increase.”

“In 2030, customers will use a variety of complementary mobility options, whereby the use of private motorized vehicles will be substituted by mobility services to a significant degree.”

(Spickermann et al., 2014)

DE GROS DÉFIS À SURMONTER...

DONNÉES UTILISÉES

Type	Enquête OD	Données passives
Données disponibles	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2008 (semaine et fin de semaine) ➤ 2013 (semaine uniquement) 	Origines des déplacements de 2016 pour : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Métro (STM) ➤ Taxi (Taxi Diamond) ➤ Vélopartage (BIXI) ➤ Autopartage basé station (Communauto) ➤ Véhicules en libre service (Auto-mobile et Car2Go)
Zone	Grande Région de Montréal	Zone de desserte A11 des taxis (voir carte)
Période	4 mois d'automne ➔ 2008 : du mardi 02/09 au vendredi 19/12 (108 jours) ➔ 2013 : du mardi 03/09 au vendredi 20/12 (78 jours) ➔ 2016 : du mardi 06/09 au vendredi 23/12 (108 jours) Sans le lundi de l'Action de Grâce	

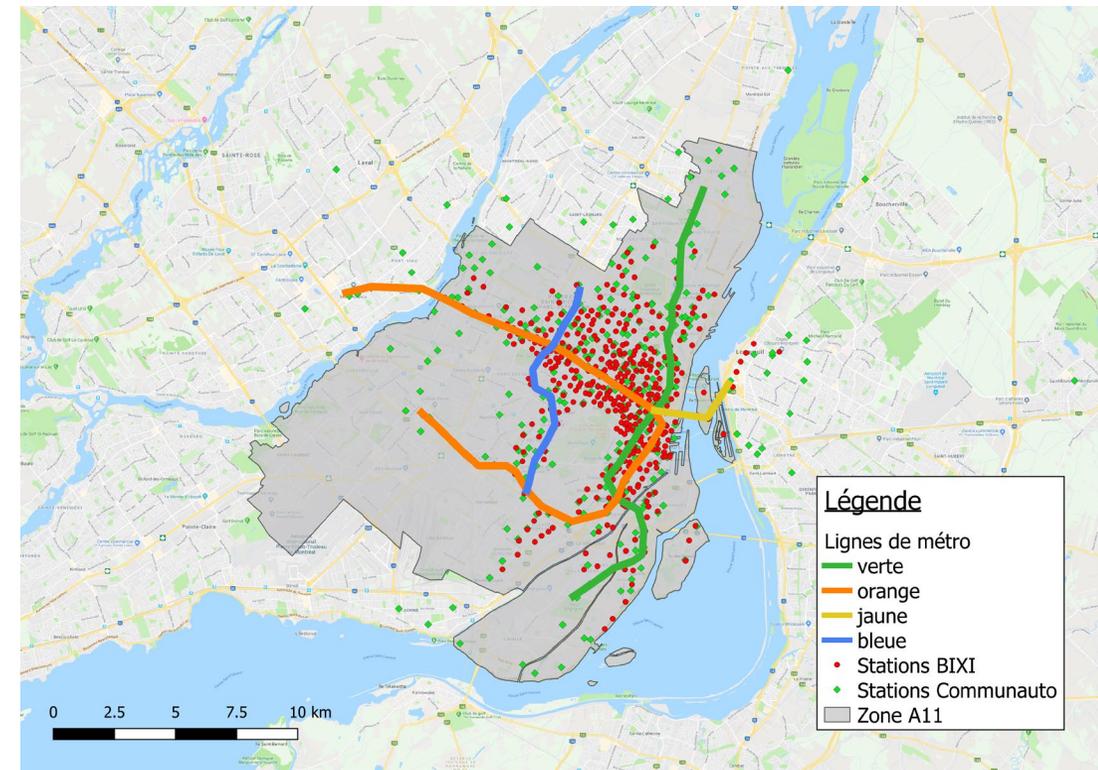
Enquête OD

Transversalité
Population

VS

Flux passifs

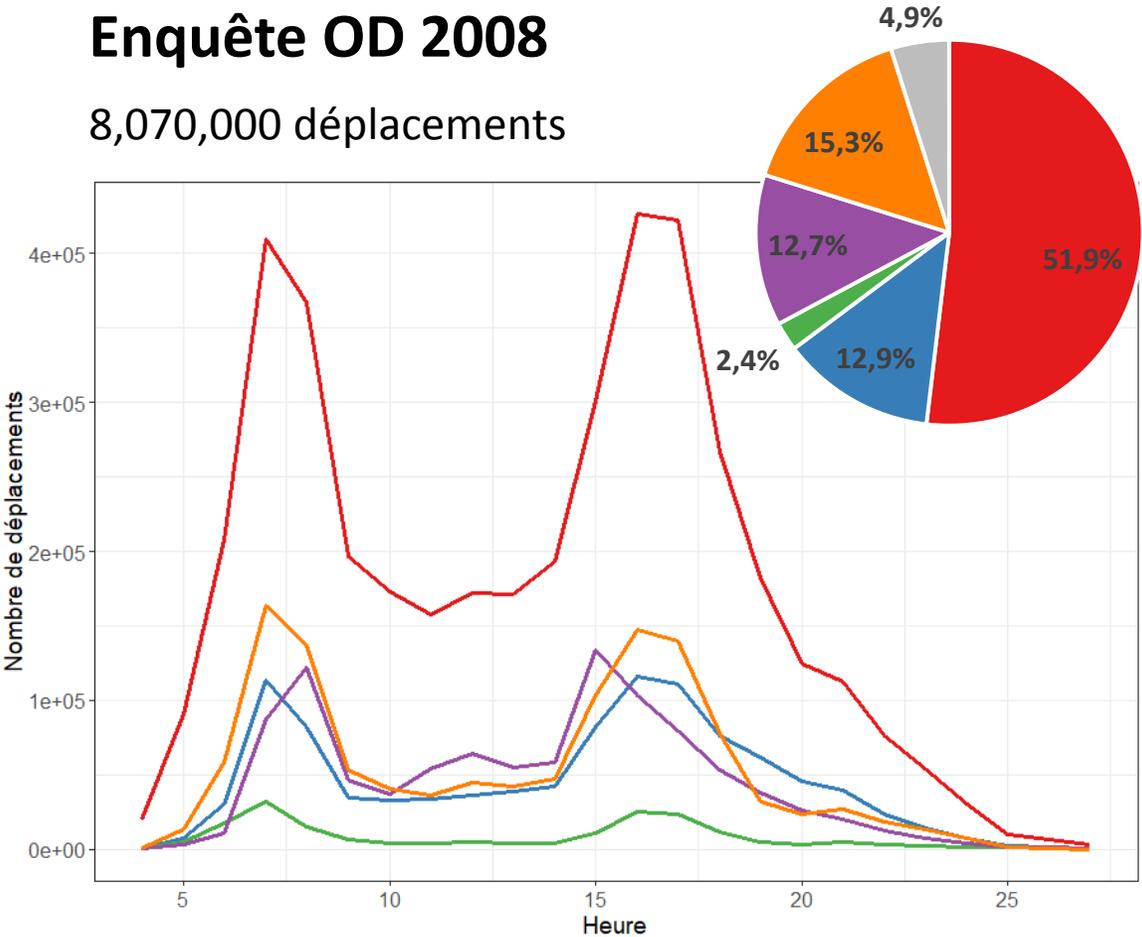
Longitudinalité
Échantillon



JOUR MOYEN DE SEMAINE

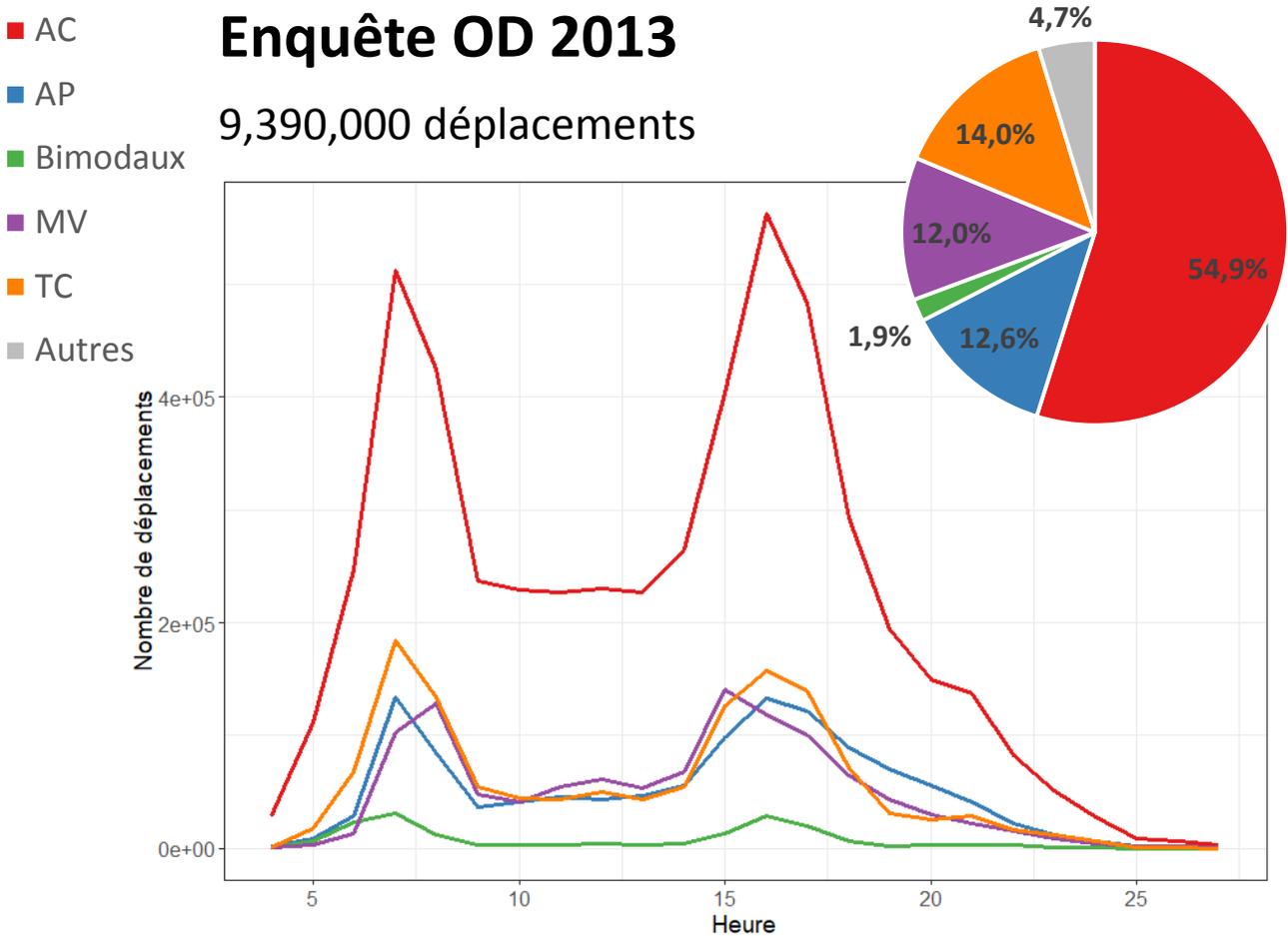
Enquête OD 2008

8,070,000 déplacements



Enquête OD 2013

9,390,000 déplacements



QUESTIONS

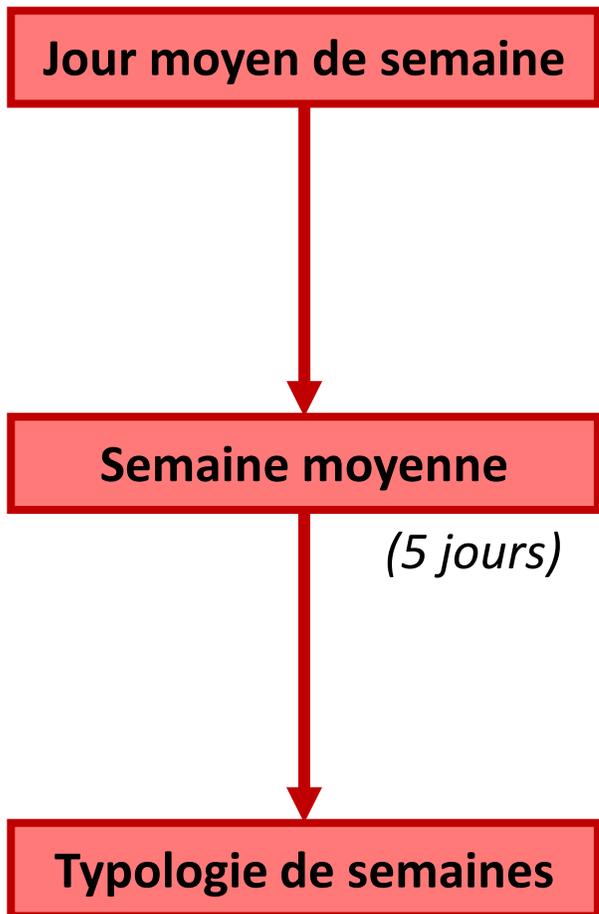
- Ce jour moyen est-il représentatif de toute la semaine ? tout l'automne ? toute l'année ?
- Comment prédire ce qu'il se passe entre deux enquêtes ?
- Les données passives peuvent-elles permettre de combler le « trou » entre deux enquêtes ? Bien que ces données soient incomplètes, peut-on les utiliser pour estimer la mobilité globale ?
- Comment mieux anticiper les grands changements de la mobilité ?



OBJECTIFS

- Évaluer la pertinence du **jour moyen** (versus de la **semaine moyenne**) face aux variations de l'achalandage
- Explorer la **complémentarité** (ou pas ?) des enquêtes OD et des données passives → Construire des **indicateurs** et développer des **méthodes** permettant de mettre en correspondance ces deux sources de données
- Mesurer des **corrélations d'usage** entre les **modes de transport**
- Proposer un modèle de **prévision multimodale et longitudinale** de la demande (notamment afin de combler le « trou » entre deux enquêtes OD)

MÉTHODOLOGIE



1) Construction de « courbes enveloppes de la mobilité »

« Expansion » des enquêtes OD

Traitement et filtrage des données passives



Courbes enveloppe de la mobilité (total et par mode)

2) Calcul d'indicateurs de comparaison

Comparaisons :

- jour moyen VS semaine moyenne VS variabilité réelle
- enquête OD 2008 VS enquête OD 2013 VS données passives
- mode de transport VS autre mode de transport

3) Typologie de semaines

- Construction de vecteurs *type de données x mode x semaine* : distribution horaire des déplacements par jour et intensité quotidienne normalisée
- Algorithme de **segmentation sur les 3 bases de données en même temps**
- Analyses : types de semaine par base de données/mode/semaine



1) Courbes enveloppes de la mobilité

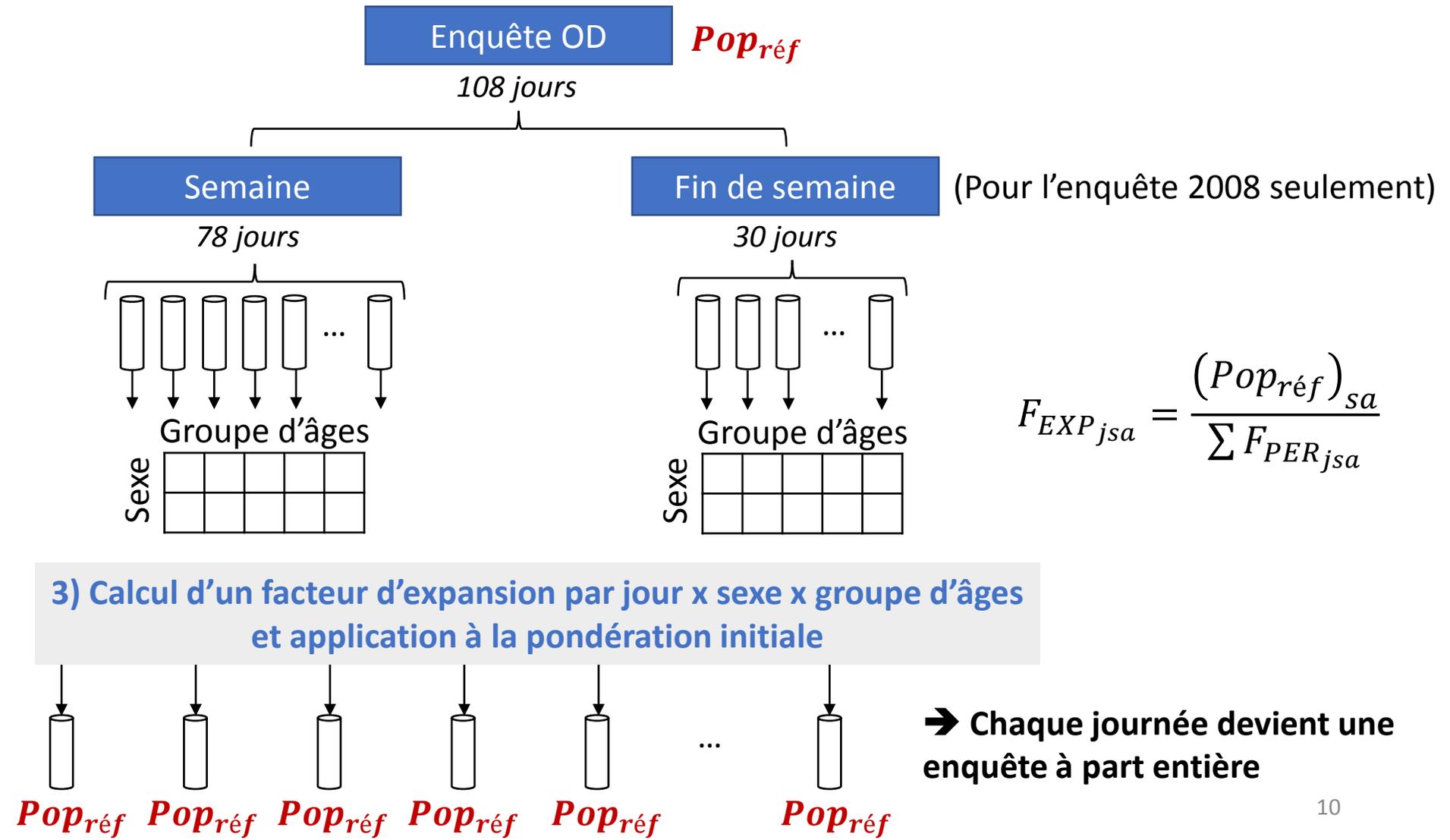
« EXPANSION » DE L'ENQUÊTE OD

Schéma et méthode inspirés de Verreault & Morency (2011)

1) Segmentation de la population par jour d'enquête

2) Segmentation par strate sexe x groupe d'âges

- 0-14 ans
- 15-24 ans
- 25-39 ans
- 40-64 ans
- 65 ans et +



« EXPANSION » DE L'ENQUÊTE OD

$$F_{CORR_i} = F_{PER_i} * F_{EXP_{jsa}}$$

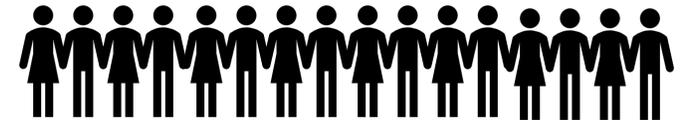
Facteur personne corrigé Facteur personne initial Facteur d'expansion journalier

i = individu
j = jour
s = sexe
a = groupe d'âges →

0-14 ans
15-24 ans
25-39 ans
40-64 ans
65 ans et +

Pour chaque jour *j* et chaque strate sexe x groupe d'âges :

$$F_{EXP_{jsa}} = \frac{(Pop_{réf})_{sa}}{\sum F_{PER_{jsa}}}$$



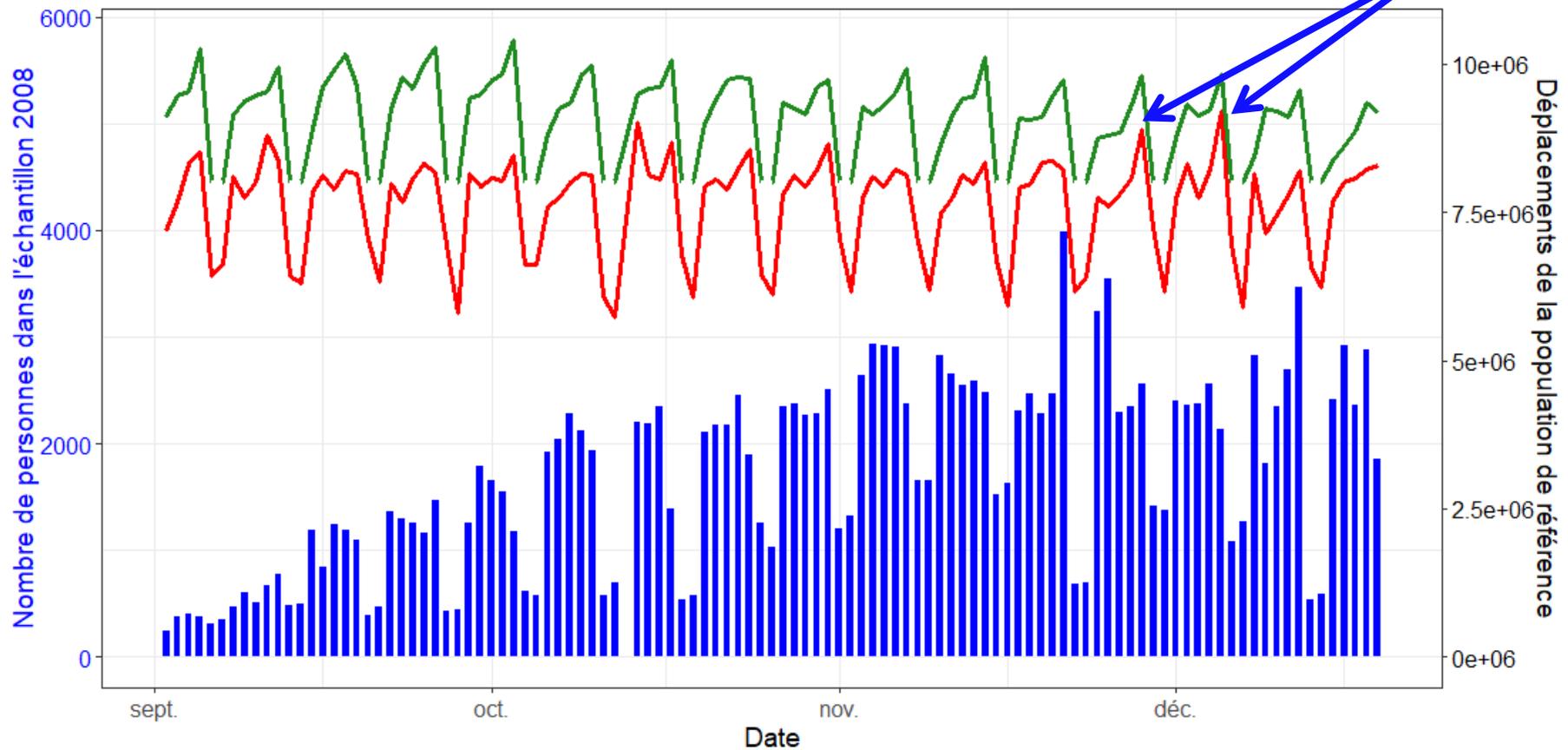
Population de référence 2008 :
3,940,000

Population de référence 2013 :
4,288,000

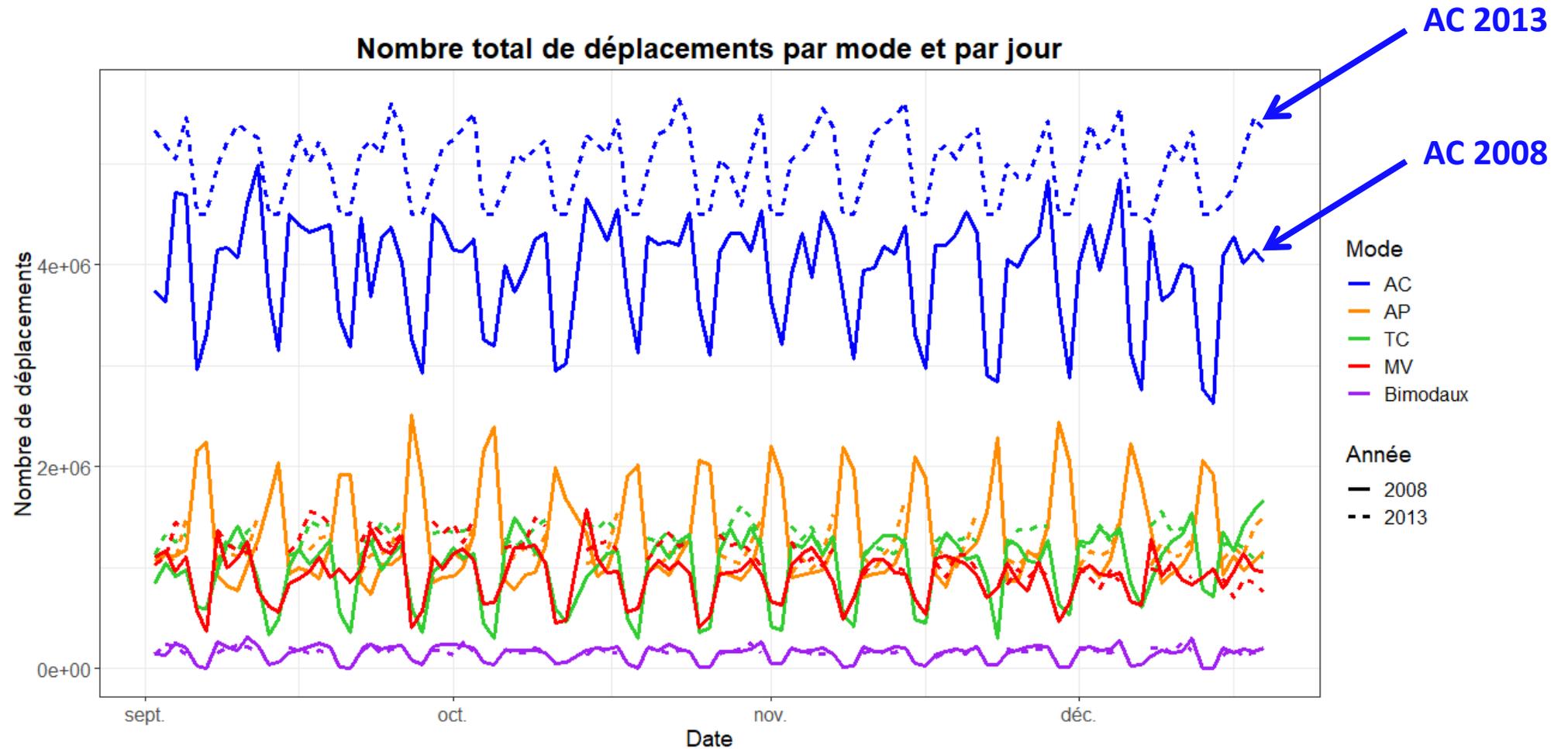
COURBE ENVELOPPE DE LA MOBILITÉ – ENQUÊTE OD

Nombre total de déplacements par jour durant toute la période d'enquête

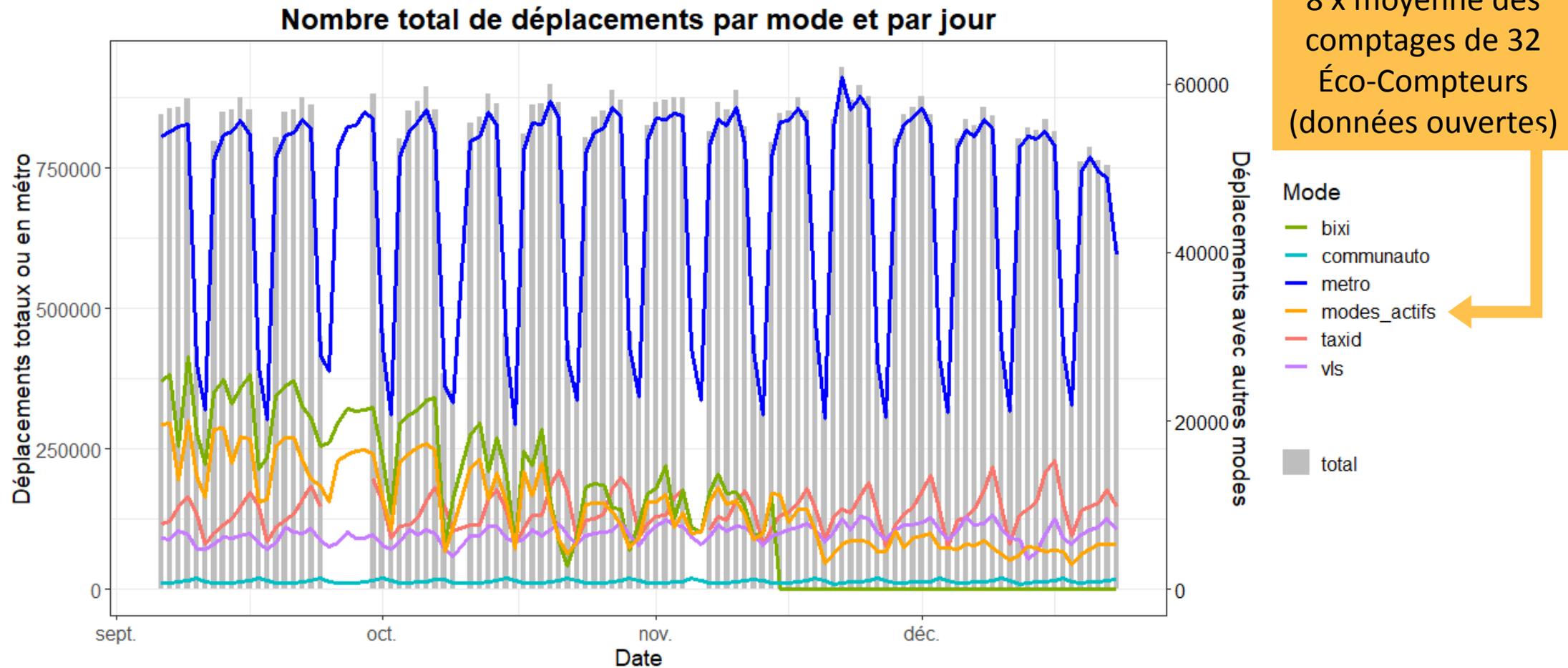
Courbes pondérées : — 2008 — 2013



COURBE ENVELOPPE DE LA MOBILITÉ – ENQUÊTE OD



COURBE ENVELOPPE DE LA MOBILITÉ – DONNÉES PASSIVES





2) Indicateurs de comparaison

INDICATEURS DE COMPARAISON : DÉFINITION

Basés sur le nombre de déplacements par jour, pour les jours de semaine uniquement :

- **Proportion de valeurs extrêmes :**

Proportion de jours avec un nombre de déplacements à l'extérieur du 5^{ème} et du 95^{ème} percentiles

Courbe réelle

- **Résidus relatifs :** $(Y_i - Y_{moy}) / Y_i$

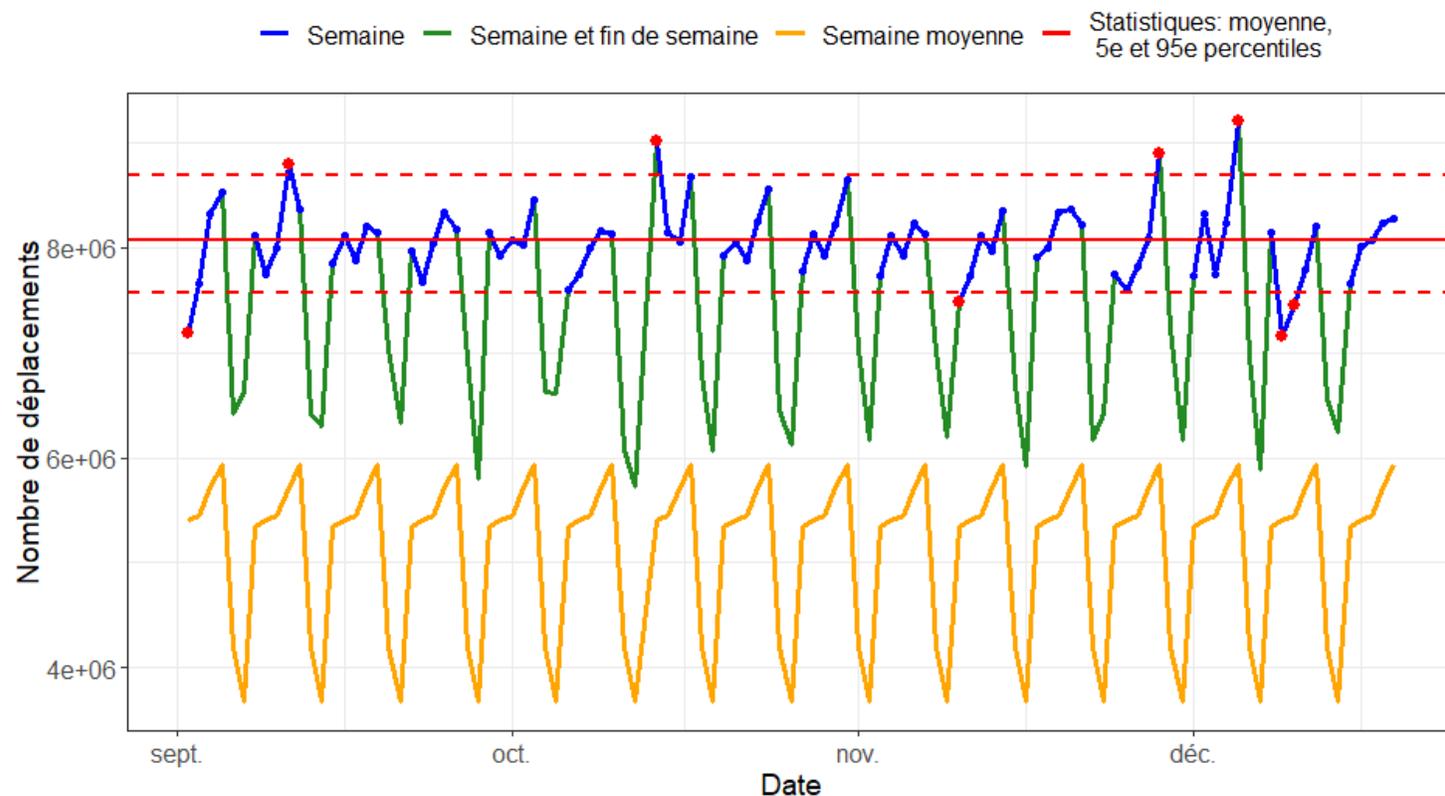
↑ Jour ou semaine moy.

- **Coefficient de variations :** Dispersion autour du jour moyen

- **Corrélation :** Similitude entre la courbe réelle et la semaine moyenne répétée

- **Autocorrélation** de la même courbe avec des décalages multiples de 5 (5 jours/sem)

Nombre total de déplacements par jour d'après l'enquête OD 2008



Séries temporelles et traitement du signal

Similitude ↓ ou variabilité ↑



INDICATEURS DE COMPARAISON : RÉSULTATS

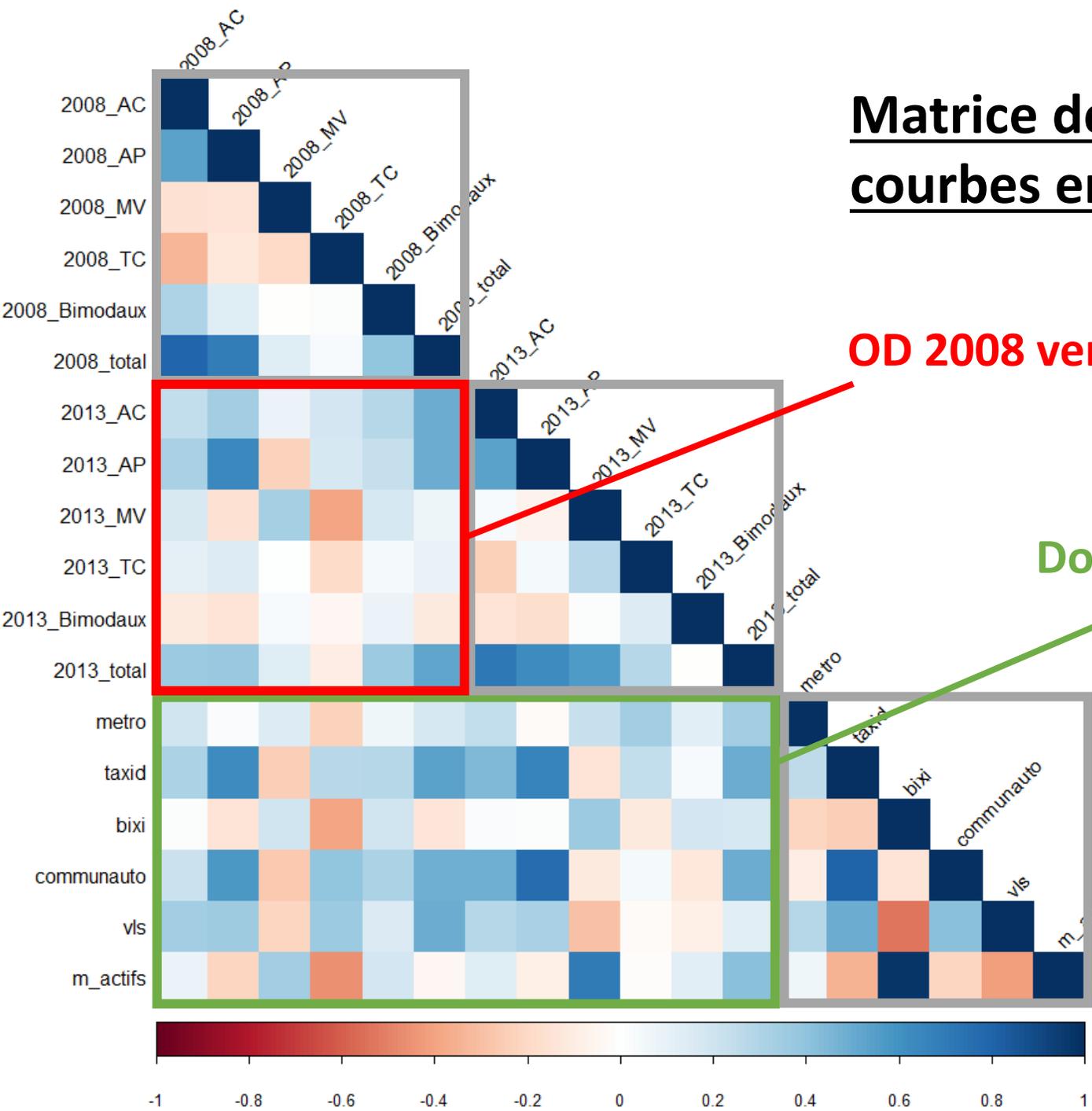
		INDICATEURS			
		<i>Valeurs extrêmes</i>	<i>JOUR MOYEN</i>	<i>SEMAINE MOYENNE</i>	<i>VARIABILITÉ HEBDO</i>
BASE DE DONNÉES	MODES				
ENQUÊTE OD 2008	AC	10,3%			
	AP	10,3%			
	MV	10,3%			
	TC	10,3%			
	Bimodaux	10,3%			
	Total	10,3%			
ENQUÊTE OD 2013	AC	10,3%			
	AP	10,3%			
	MV	10,3%			
	TC	10,3%			
	Bimodaux	10,3%			
	Total	10,3%			
DONNÉES PASSIVES	Métro	10,3%			
	Taxi	10,8%			
	BIXI	12,2%			
	Communauto	10,3%			
	VLS	10,3%			
	Modes actifs	10,3%			

Matrice de corrélation entre toutes les courbes enveloppes de mobilité

OD 2008 versus OD 2013

Données passives versus enquêtes OD

Mode versus autre mode de la même année

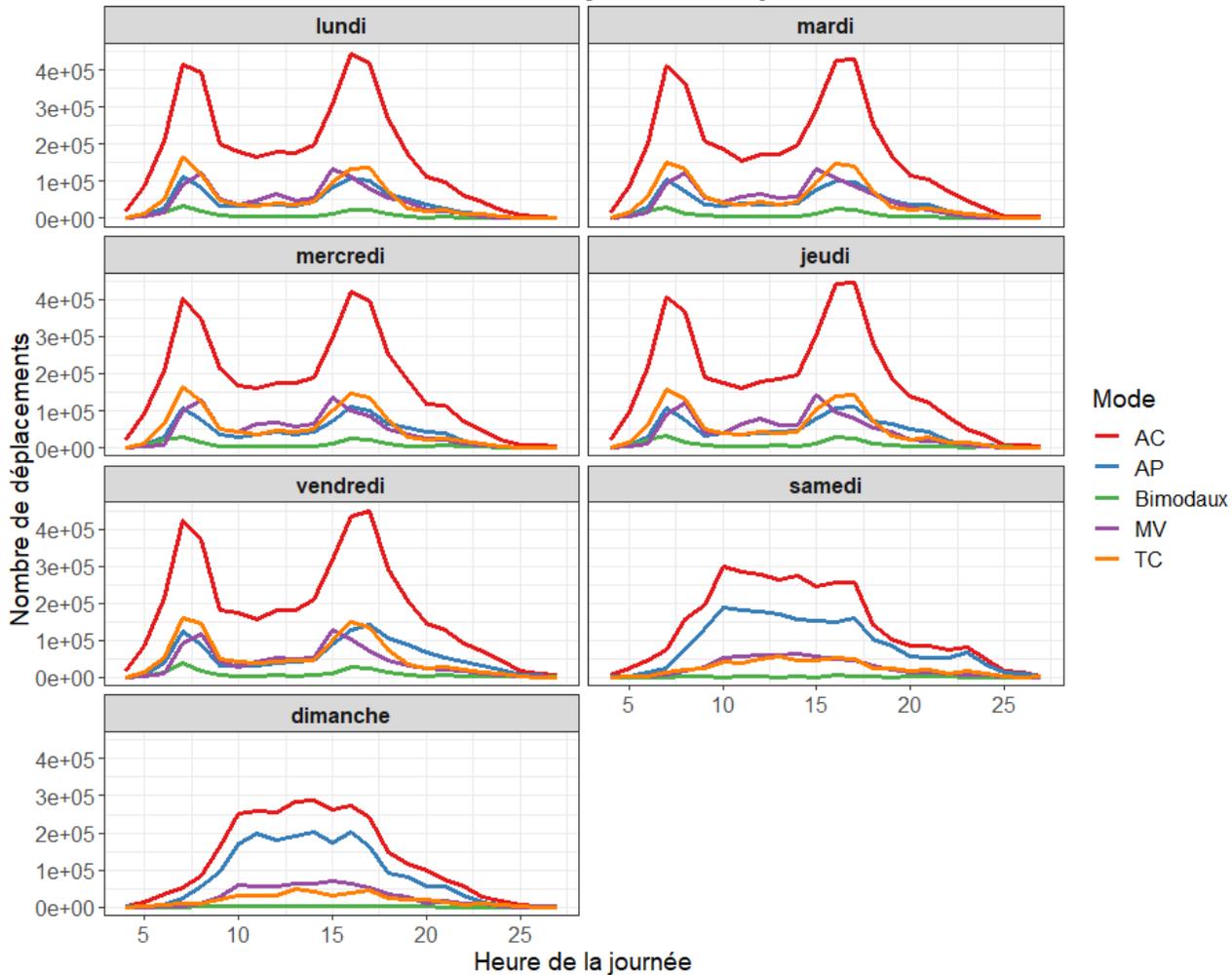




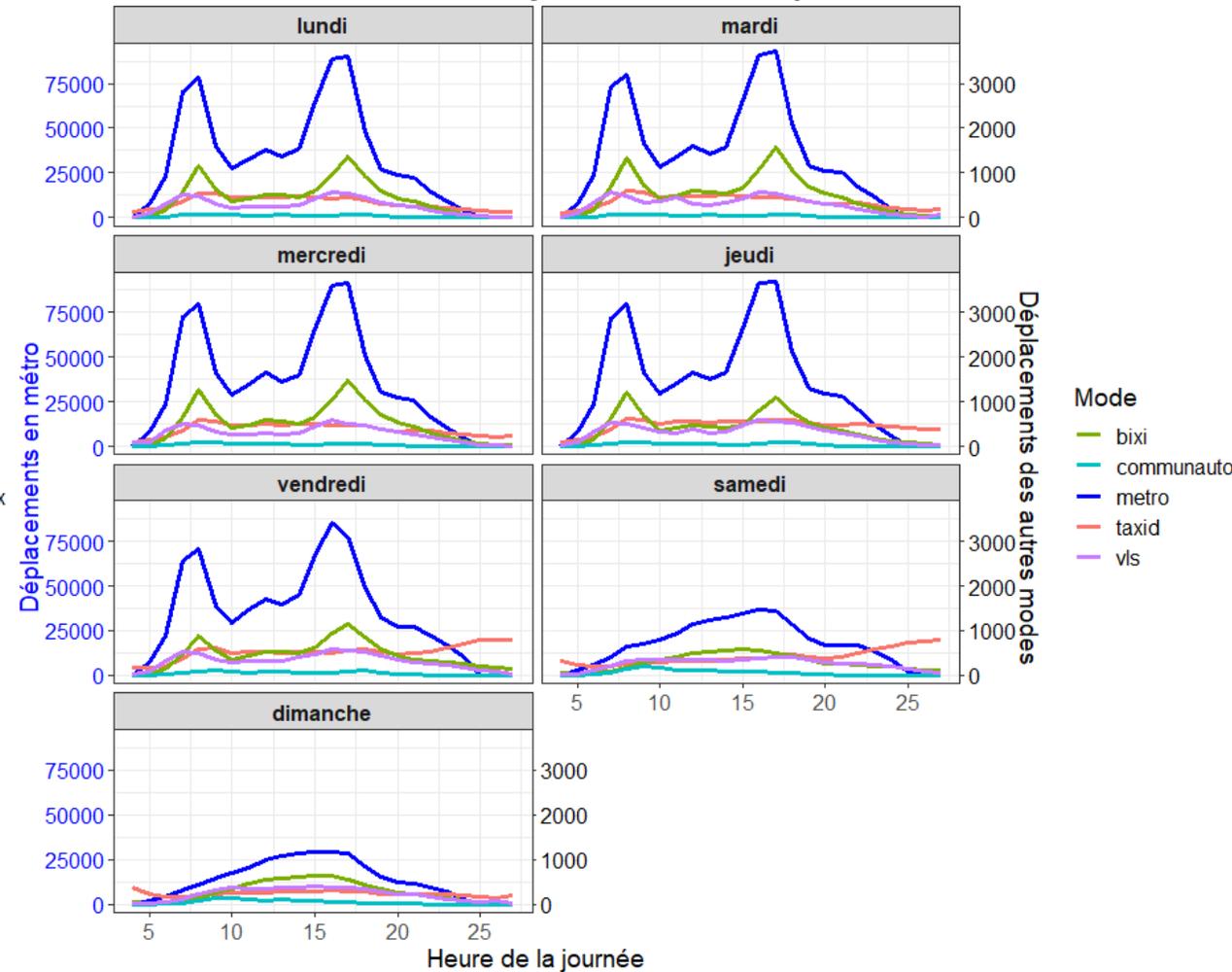
3) Typologie de semaines

SEMAINE MOYENNE

Semaine multimodale moyenne - Enquête OD 2008



Semaine multimodale moyenne - Données passives



TPOLOGIE DE SEMAINES : MÉTHODOLOGIE

OD 2008, OD 2013 ou données passives

1 vecteur par type de données x mode x semaine :



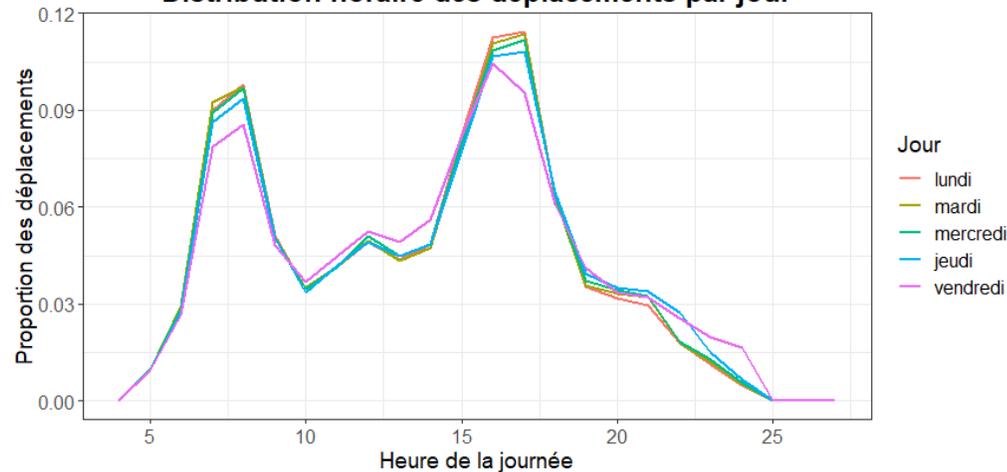
5 jours x (24 +1) =
125 variables

% de déplacements par heure
de 4h00 à 28h00

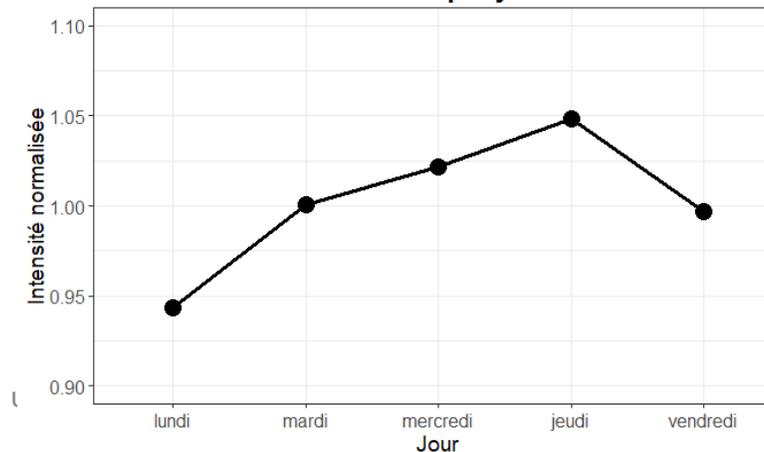
Intensité normalisée par année x mode (division par le nombre
moyen quotidien de déplacements sur toute la période d'automne)

EXEMPLE: données passives, mode « métro », semaine 40

Distribution horaire des déplacements par jour



Intensité par jour



TPOLOGIE DE SEMAINES : MÉTHODOLOGIE

OD 2008, OD 2013 ou données passives

1 vecteur par type de données x mode x semaine :

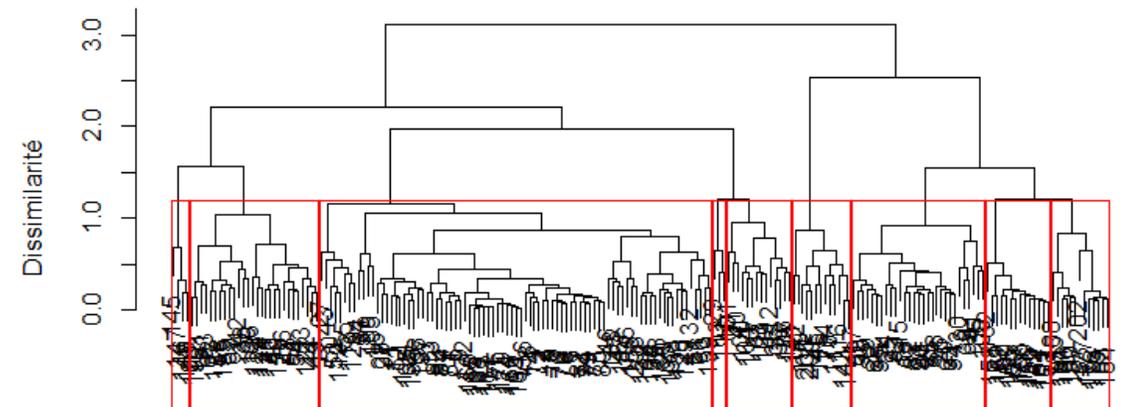


5 jours x (24 +1) =
125 variables

% de déplacements par heure
de 4h00 à 28h00

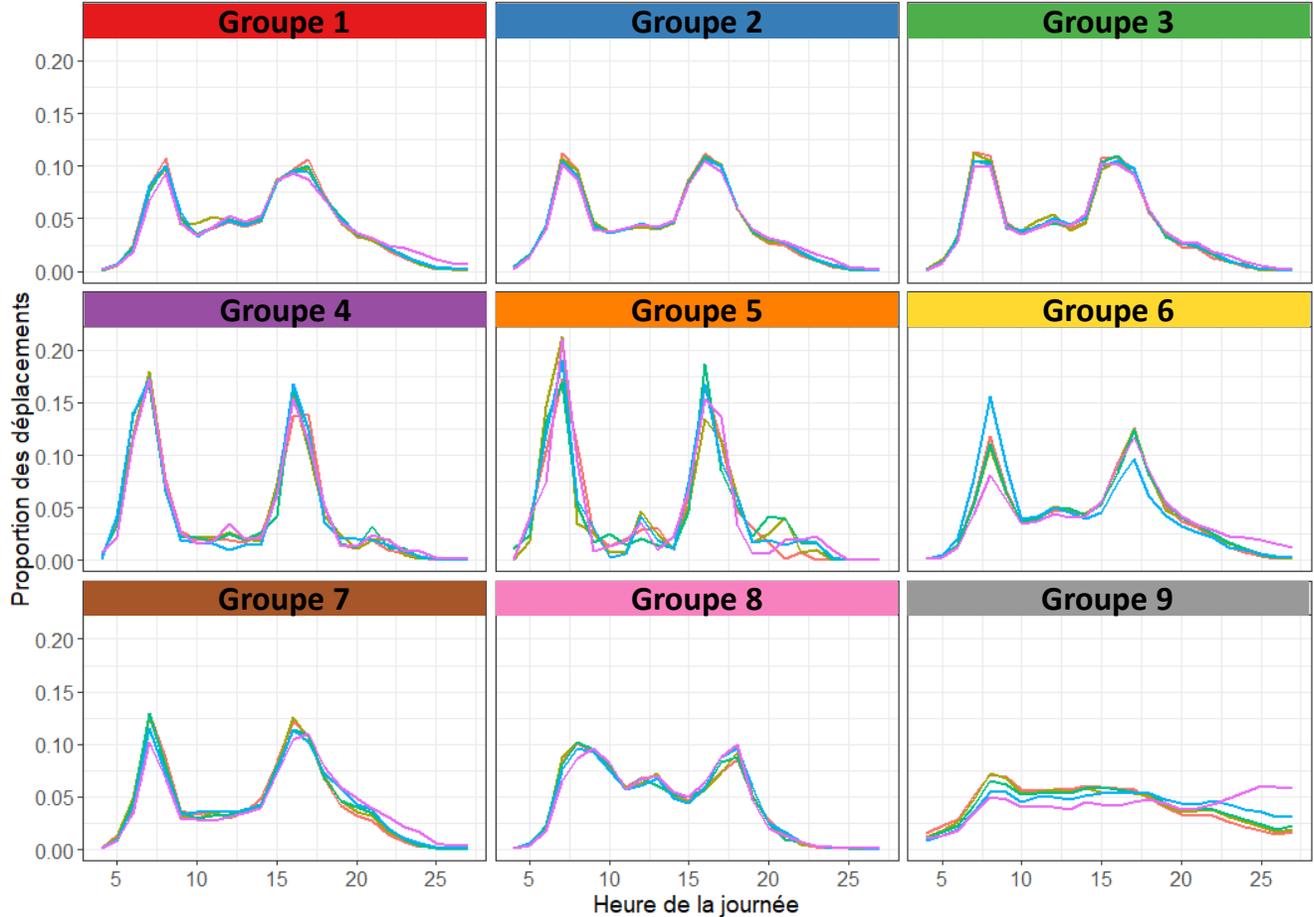
Intensité normalisée par année x mode (division par le nombre
moyen quotidien de déplacements sur toute la période)

- Application d'une méthode de classification ascendante hiérarchique (CAH) : algorithme de Ward
- Dendrogramme : 9 groupes



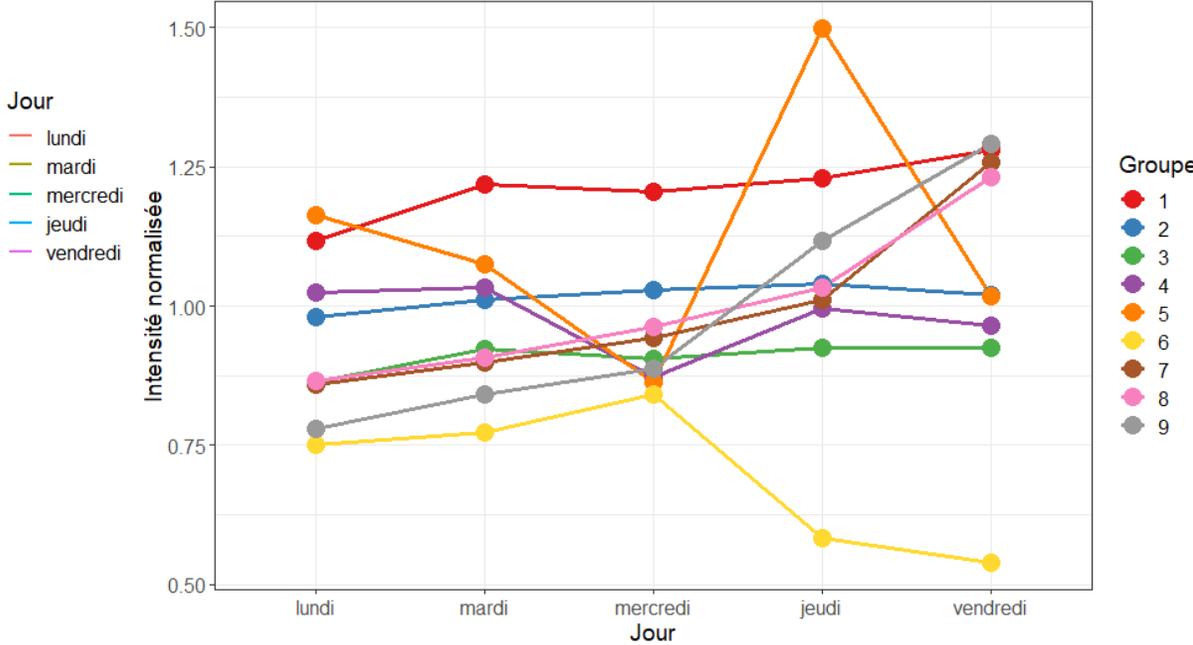
TYPLOGIE DE SEMAINES : RÉSULTATS

Centres : distribution horaire moyenne des déplacements par jour



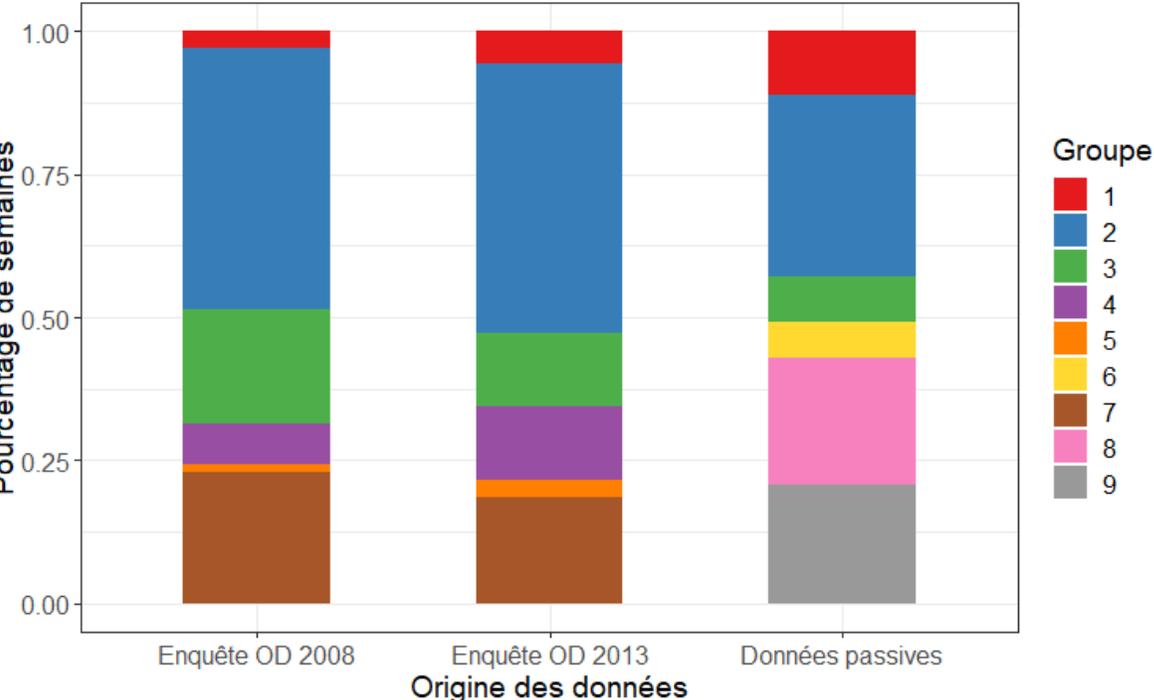
Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%	6,4%	41,9%	13,8%	6,9%	1,5%	2,0%	14,3%	6,9%	6,4%

Centres : intensité moyenne par jour

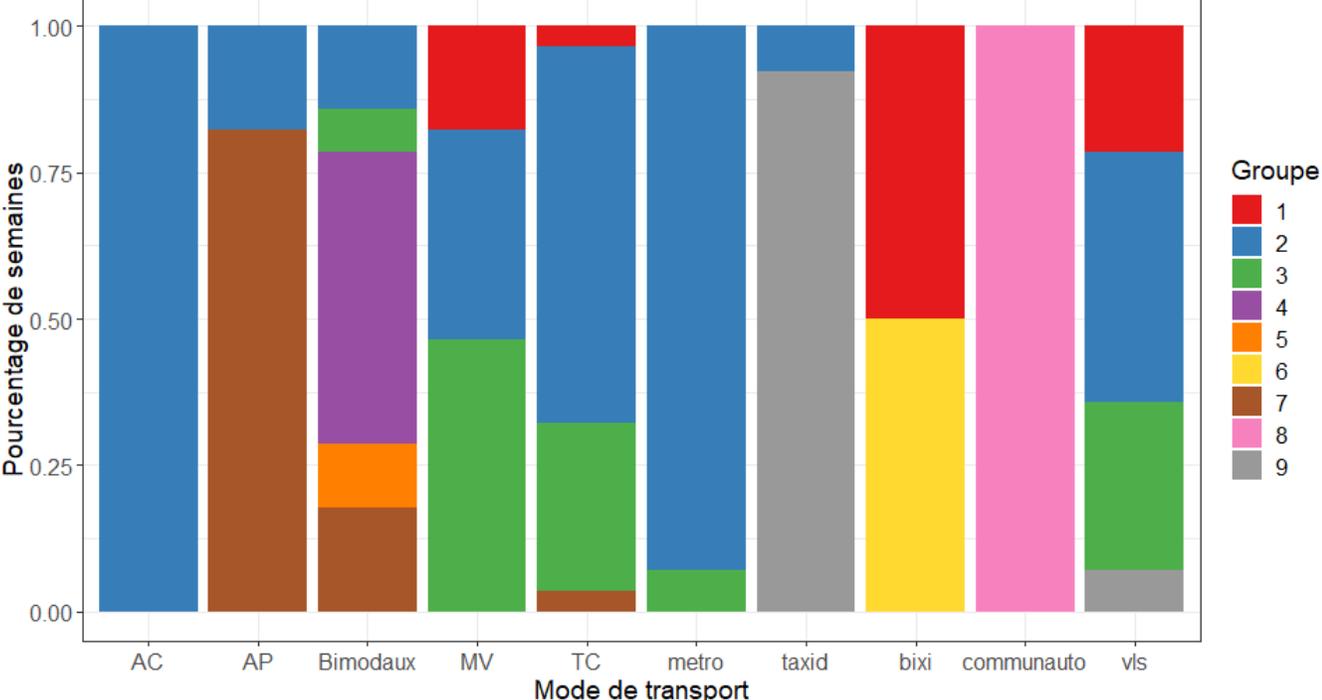


TYPLOGIE DE SEMAINES : RÉSULTATS

Distribution des semaines de chaque type de données

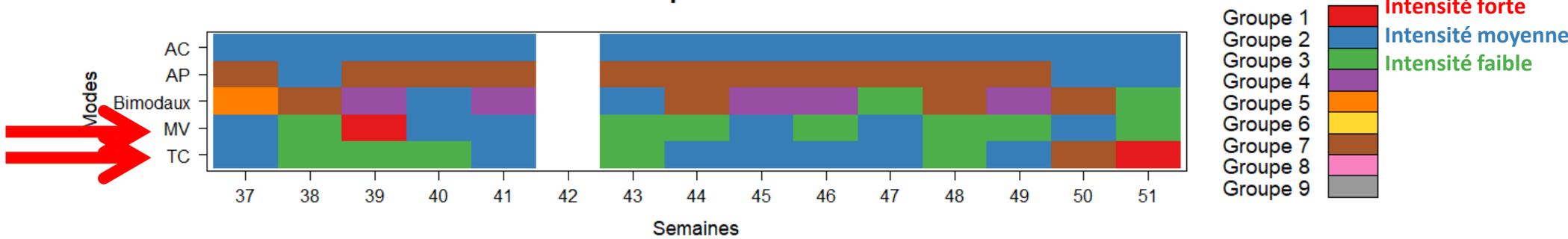


Distribution des semaines de chaque mode

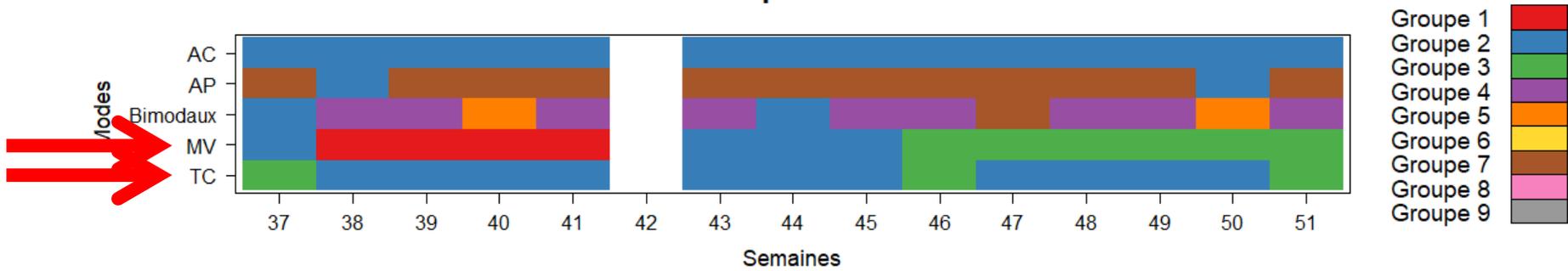


TYPLOGIE DE SEMAINES : RÉSULTATS

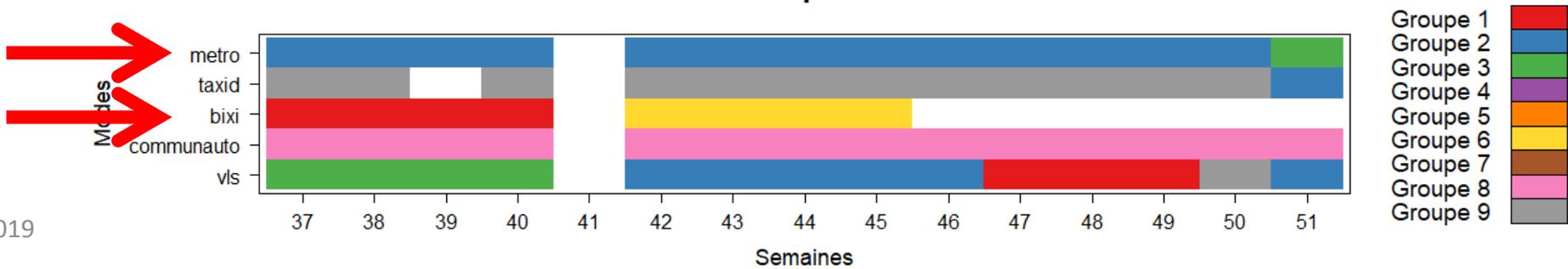
Enquête OD 2008



Enquête OD 2013



Données passives 2016



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion

- Jour moyen → semaine moyenne, mais celle-ci ne suffit encore pas à décrire la variabilité réelle de l'achalandage
- Possible complémentarité entre enquête OD et données passives : quelques premières pistes à explorer plus en profondeur

À venir

- Calcul de « ratios » entre enquête OD et données passives
- Estimation d'autres indicateurs utilisés en traitement du signal
- Analyse de la période 2013 → 2018 (période inter-enquêtes)
- Modélisation longitudinale multiniveau (temps niché dans des unités spatiales ou dans des modes)

RÉFÉRENCES

Enquête Origine-Destination 2008 de la région de Montréal

Enquête Origine-Destination 2013 de la région de Montréal, version 13.2e

Spickermann, A., Grienitz, V., & von der Gracht, H. A. (2014). Heading towards a multimodal city of the future? Multi-stakeholder scenarios for urban mobility. *Technological Forecasting And Social Change*, 89, 201-221. doi:10.1016/j.techfore.2013.08.036

Verreault, H., & Morency, C. (2011). Transcending the Typical Weekday with Large-Scale Single-Day Survey Samples. *Transportation Research Record*(2230), 38-47. doi:10.3141/2230-05

Merci de votre attention !



QUESTIONS ?