

Note technique n°7

Titre de l'étude :	AMO contrôle de la congestion sur le réseau structurant de l'agglomération Aix-Marseille
N° de projet :	C0730
Maître d'ouvrage :	DIRMed
Titre du document :	Note méthodologique sur la création de matrices dynamiques de demande modèle de trafic
Auteur principal :	Alexandre NICOLAS
Revu par :	Nicolas Mony
N° version :	0.1
Date de rédaction :	13 juin. 19

TABLE DES MATIERES

1	Méthode de Fratar dynamique	2
2	Méthode de répartition dynamique des débits	3
3	Résultats	5
4	En pratique	6

La nature dynamique de l'algorithme de simulation macroscopique proposé par Ke Han et al. (2019) et exploité pour modéliser l'axe Marseille-Aubagne requiert des matrices dynamiques de demande comme données d'entrée. Ces matrices indiquent, pour chaque intervalle de temps et chaque itinéraire (succession d'arcs parcourus) considérés, le nombre de voitures qui partent sur la plage considérée.

La présente note expose, de manière didactique, les deux méthodes mises en œuvre par Explain pour reconstituer de telles matrices dynamiques à partir des données de trafic disponibles, c'est-à-dire :

- Des comptages SIREDO en pleine voie
- Des comptages aux bretelles
- Des temps de parcours FCD sur des tronçons du réseau.

1 Méthode de Fratar dynamique

La méthode de Fratar s'appuie sur les flux émis ou attirés à chaque nœud d'entrée ou de sortie du réseau.

Plus précisément, elle prend en entrée les débits issus des entrées et aux sorties du réseau par tranche de 6 minutes. Notons que certains des débits manquants peuvent être déduits des débits connus. Par exemple, si l'on connaît les comptages SIREDO qui donnent les débits en pleine voie juste avant et juste après une bretelle de sortie, les débits sur cette dernière sont obtenus en soustrayant au débit de pleine voie avant la sortie celui après la sortie. A partir de là, on extrait des taux de départ aux différents points d'origine du réseau et des taux d'arrivée aux différents points de destination pour chaque intervalle de temps (de 6 minutes, par exemple).

Il s'agit ensuite de trouver une distribution dynamique de flux par itinéraire qui permette de reproduire ces taux de départ et d'arrivée, en tenant compte du temps de parcours à l'heure considérée. Pour ce faire, l'heure de départ est décalée arc après arc, de nœud en nœud, en fonction des temps FCD à l'instant où l'arc est parcouru (en interpolant entre les mesures disponibles), jusqu'à la destination.

Comme illustré en [figure 1](#), On procède ensuite itérativement en optimisant alternativement les distributions de débit (i) aux origines et (ii) aux destinations, jusqu'à obtenir une structure de matrice respectant les contraintes de taux de départ aux origines et taux d'arrivée aux destinations.

Cette méthode a l'avantage d'être facile à mettre en œuvre et d'assurer une cohérence quant au volume de trajets injectés dans le réseau, par construction. En revanche, elle requiert une connaissance a priori des courbes de débit de toutes les entrées-sorties et ignore les possibilités d'itinéraires alternatifs.

Figure 1 : Schéma illustrant le principe de la méthode de Fratar pour reconstituer les matrices dynamiques

		A50						...	Débits entrants
		6h00	6h06	6h12	6h18	6h24	
A501	6h00		x11	x12				...	
	6h06			x21	x22			...	
	6h12				x31	x32		...	
	...								
...	...								
Débits sortants									

2 Méthode de répartition dynamique des débits

La seconde méthode proposée :

- Construit l'ensemble des itinéraires possibles entre un ensemble prédéfini de points d'origines et un ensemble prédéfini de points d'arrivées
- Suit les débits par arc tout au long de chaque itinéraire et les répartit entre itinéraires.

Plus précisément, elle prend en entrée le tableur Excel décrivant le réseau ainsi que les données de mesures (fichiers CSV). Pour chaque heure de départ et chaque itinéraire, on considère les débits par arc rencontrés par un véhicule parti à cette heure, au fil de son parcours, en tenant compte des délais subis (à l'aide des temps de parcours FCD).

Pour les arcs qui sont empruntés par un et un seul des itinéraires construits, le débit rencontré est supérieur ou égal au flux sur cet itinéraire.

Pour les arcs partagés entre plusieurs itinéraires (comme les arcs centraux sur la [figure 2](#)), en revanche, cette borne supérieure est trop grossière. Il faut répartir les débits rencontrés entre les différents itinéraires. Cette répartition est effectuée au *pro rata* des approximations de flux pour chaque itinéraire, en affinant l'approximation au fur et à mesure des itérations : on commence avec une approximation grossière des flux, constante sur la période, et, au fil des itérations et des répartitions des débits, cette approximation s'affinera, jusqu'à converger. A la fin de chaque itération, le flux par itinéraire (pour chaque heure de départ) est pris égal au minimum des débits propres le long des arcs empruntés.

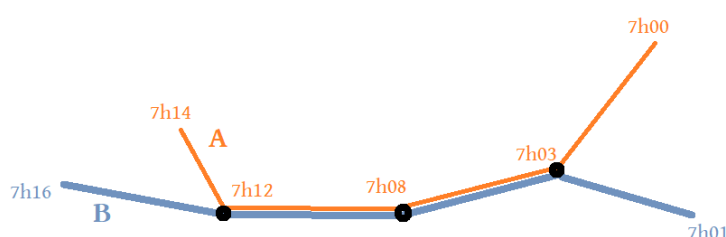
Si l'idée de répartir les débits entre itinéraires fait sens dans un réseau fluide, dans un réseau saturé la présence de goulets d'étranglements fait que le débit sur les arcs limitants est inférieur à la somme des flux de demande sur les itinéraires passant par cet arc. Par conséquent, nous appliquons la méthode avant l'apparition de congestion sur le réseau et, une fois apparue la congestion, nous supposons que le poids relatif des itinéraires au départ d'une même origine est le même qu'avant la congestion ; nous nous contentons alors de redresser les flux en période congestionnée à l'aide des débits mesurés sur les premiers arcs de chaque itinéraire (i.e., les arcs qui précèdent les goulets d'étranglement et ne sont pas congestionnés).

Cette méthode a l'avantage

- d'intégrer la possibilité d'itinéraires concurrents entre une même origine et une même destination (ces deux itinéraires n'emprunteront pas les mêmes arcs et ne rencontreront donc pas les mêmes débits)
- de ne pas nécessiter absolument la connaissance de débits à toutes les entrées / sorties du réseau.

En revanche, la reproduction du volume global de déplacements n'est pas garantie par construction et appelle à la vigilance du modélisateur : l'ensemble des flux doit être redressé par un coefficient constant pour aboutir au volume global de déplacements attendus.

Figure 2 : Schéma de deux chemins (« itinéraires ») partageant deux arcs.



3 Résultats

L'application de ces méthodes sur l'axe A50/A501 entre Aubagne et Marseille en période de pointe du matin a souligné l'importance d'une description dynamique du trafic ; le volume total de déplacements évolue fortement au cours de la période ([figure 3](#)) et la structure de la matrice est également modifiée : l'évolution des flux sur une OD particulière ([figure 4](#)) ne suit pas la même courbe que l'évolution globale des déplacements.

Figure 3 : Flux obtenus sur l'axe A50/A501 entre Aubagne et Marseille avec la méthode de Fratar

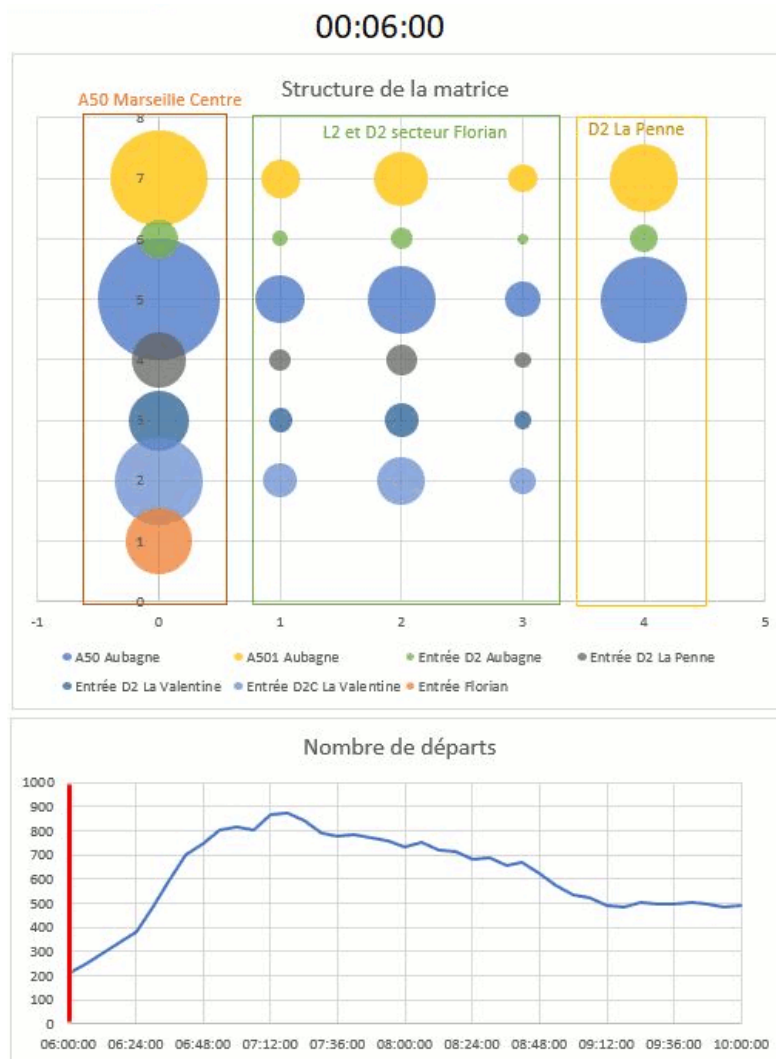
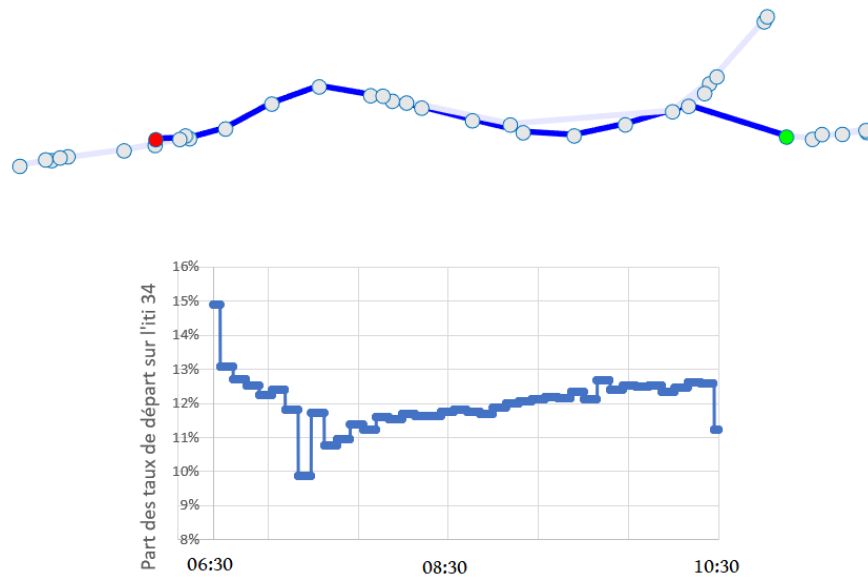


Figure 4 : Evolution temporelle des flux sur l'itinéraire représenté en haut de la figure, déduite de la méthode de répartition des débits.



4 En pratique

Pour finir, nous donnons quelques indications pratiques pour l'utilisation de chacune des méthodes :

- Méthode de Fratar : adapter la feuille de calcul Excel "CalculMatriceDynamique_Fratar.xlsx" en modifiant notamment les origines et destinations ainsi que les taux de départ / arrivée associés.
- Méthode de répartition des débits : exécuter le script Python "calage_dynamique.py", après avoir modifié les noms des fichiers contenant la description du réseau (Excel) et les données de trafic (CSV). Le fichier texte (par exemple, "codage_MATLAB.txt") généré par le script contient :
 - la liste des chemins, à copier-coller dans le fichier MATLAB "save_Marseille_paths.m"
 - les matrices de taux de départ associés, à copier-coller dans "save_Marseille_dep.m" (pour les taux de départ).