

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 :	C0709
Maître d'ouvrage :	DIRMed
Titre du document :	Mise en place d'une rétroaction des conditions de circulation sur la demande
Auteur principal :	Alexandre NICOLAS
Revu par :	
N° version :	0.1
Date de rédaction :	3 juin. 19

TABLE DES MATIERES

1	Méthode	2
1.1	Courbe de demande.....	2
1.2	Courbe d'offre	3
1.3	Méthode de point fixe.....	3
2	Mise en œuvre	4
2.1	Projet d'aménagement	4
2.2	Résultats des simulations.....	5
2.3	Améliorations envisagées.....	6

La maxime de trafic en vogue de longue date aux Etats-Unis, selon laquelle on ne peut remédier à la congestion par la construction de nouvelles routes (« *you can't build your way out of congestion* »), souligne l'importance de tenir compte du trafic induit pour évaluer les projets d'aménagement. En effet, l'amélioration des conditions de service générée, dans un premier temps, par la réalisation d'un aménagement routier (avec, par exemple, l'élargissement d'une route) entraîne une augmentation du trafic sur l'axe considéré, qui dégrade les gains initiaux. Malheureusement, ce mécanisme est rarement pris en compte dans les modèles développés pour le compte des gestionnaires routiers, ce qui nuit à leur pouvoir prédictif.

Dans la présente note, nous esquissons et mettons en œuvre une méthode pragmatique pour intégrer cet effet de rétroaction au modèle, sur la base d'un exemple minimaliste. Dans le cadre, limité, de l'AMO confiée à Explain, il ne s'agira pas d'évaluer dans le détail un projet d'aménagement avec prise en compte du trafic induit, mais plutôt de montrer la possibilité, en pratique, d'une telle prise en compte au sein d'un modèle macroscopique dynamique

1 Méthode

1.1 Courbe de demande

L'idée de base à l'origine de la rétroaction des conditions de circulation est que, si le niveau de service augmente, alors le coût généralisé du déplacement sera réduit et la demande de transport augmentera en conséquence. La demande D varie donc avec le niveau de service, et, en particulier, avec le temps de parcours τ . Ces variations sont représentées par la courbe de demande illustrée en [figure 1](#), dont se déduit une élasticité au temps de parcours :

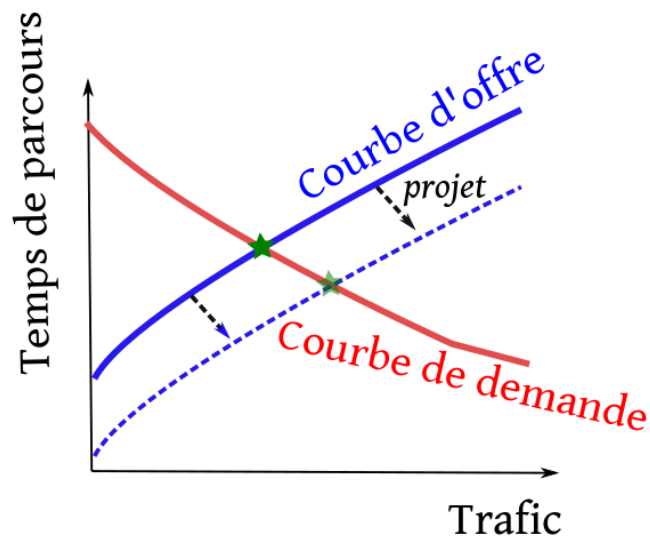
$$e = \frac{d \ln D}{d \ln \tau} \quad (1)$$

En principe, e peut avoir des dépendances paramétriques (par exemple, varier avec τ), mais nous supposons ici sa valeur constante, si bien que

$$D(\tau) \propto \tau^e \quad (2)$$

Pour l'exemple que nous étudierons, nous retiendrons une estimation assez conservatrice de la valeur de e , sur la base de la revue bibliographique « L'induction du trafic - Revue bibliographique » (Collection « Les Rapports », Sétra, 2012), à savoir $e = -0.35$. Il n'y aura aucun obstacle à l'exploration de valeurs plus importantes (en valeur absolue) lors d'études concrètes.

Figure 1 : Courbes d'offre et de demande reliant le trafic au temps de parcours



1.2 Courbe d'offre

En dehors de la demande, l'offre est aussi reliée au temps de parcours. Plus précisément, une infrastructure routière donnée supporte des déplacements dont la durée dépend du trafic, avec un fort allongement quand le trafic, élevé, produit de la congestion.

L'état d'équilibre du trafic (observé) se situe donc à l'intersection des courbes d'offre et de demande, schématisée par une étoile verte sur la [figure 1](#). Or, la réalisation d'aménagements routiers modifie la courbe d'offre, ce qui aboutit à un nouvel équilibre, dans lequel la demande a été affectée : les nouvelles conditions de circulation ont rétroagi sur la demande.

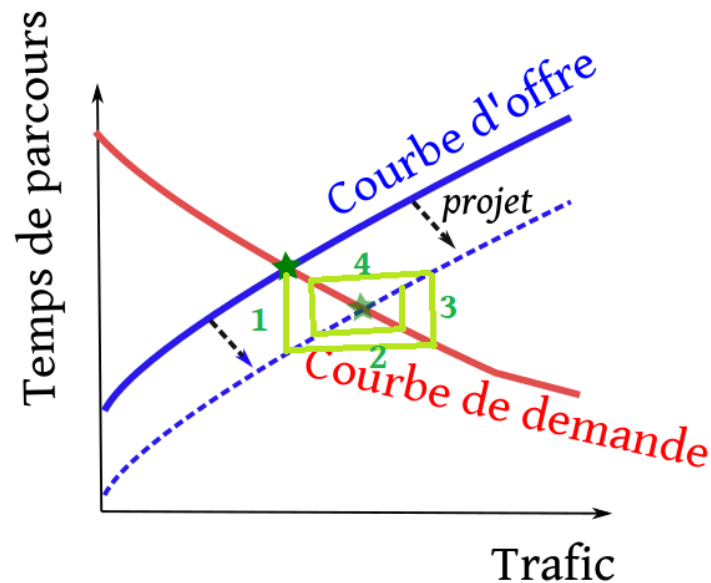
1.3 Méthode de point fixe

Pour localiser le nouvel équilibre après modification de l'offre¹, nous appliquons la méthode de point fixe schématisée sur la [figure 2](#) : en partant de l'ancien équilibre, les temps de parcours correspondant à la demande actuelle (avant projet) sont réestimés, par simulation dynamique, après la réalisation du projet (1). Le nouveau temps de parcours obtenu correspond à un nouveau volume de demande (2), donné par l'équation d'élasticité de la

¹ Il est également possible d'envisager une évolution naturelle de la courbe de demande, liée à l'accroissement de la population. Par exemple, si l'on suppose que la **proportion** de personnes enclines à emprunter la voiture pour un niveau de service donné est constante, alors la courbe de demande sera simplement dilatée par le facteur de croissance de la population.

demande (2). En poursuivant l'itération, le trafic lié à cette nouvelle demande donne, après aménagement, de nouveaux temps de parcours (3), etc. Après un certain nombre d'itérations, le trafic et le temps de parcours associé convergent vers le nouvel équilibre.

Figure 2 : Méthode du point fixe pour aboutir au nouvel équilibre



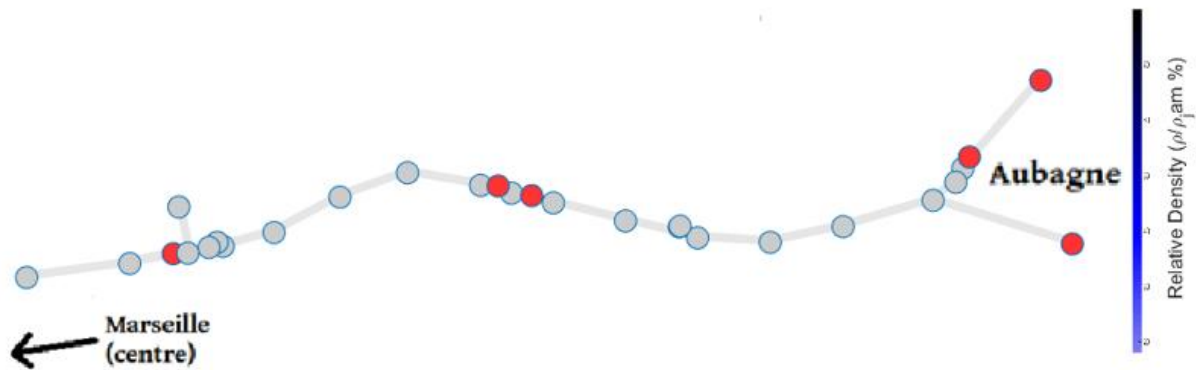
2 Mise en œuvre

Cette section esquisse une première mise en œuvre de l'intégration de la rétroaction sur la demande dans les simulations.

2.1 Projet d'aménagement

Est considéré un projet d'aménagements capacitaires qui conduit à une augmentation de 10% de la capacité d'une demi-douzaine d'arcs limitants du réseau A50/A501 représenté sur la [figure 3](#).

Figure 3 : Arcs du réseau modélisé



2.2 Résultats des simulations

Les figures 4 et 5 illustrent l'évolution de la demande et des temps de parcours pour un trajet OD entre Aubagne et Marseille, au fil des itérations de la méthode du point fixe. Manifestement, des oscillations apparaissent, comme on pouvait s'y attendre avec le schéma de la figure 2. Cependant, ces oscillations s'amortissent au fil des itérations si bien que, en eût-on conduit davantage, on aurait observé une convergence vers un nouvel état d'équilibre. (Quoique les simulations soient courtes, inférieures à la minute, comme notre objectif était de montrer la validité de la méthode plutôt que d'obtenir un résultat précis relativement au nouvel équilibre, nous n'avons procédé qu'à quelques itérations.)

Figure 4 : Evolution de la demande de transport sur une OD Aubagne-Marseille au fil des itérations

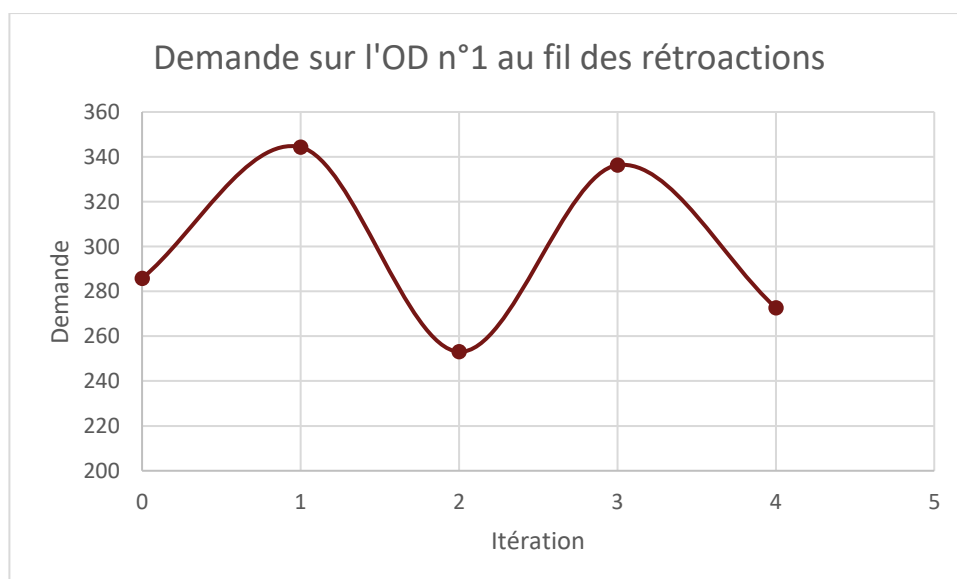
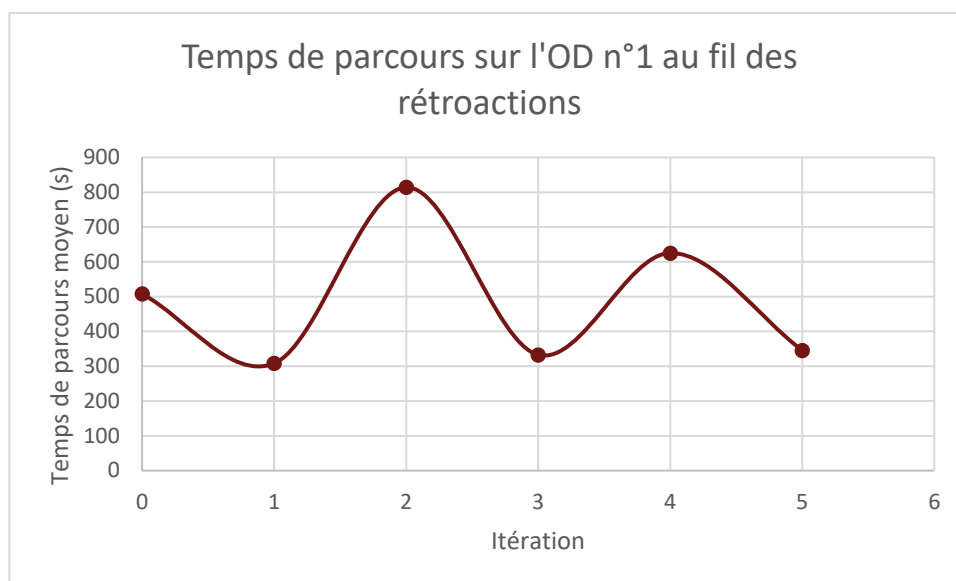


Figure 5 : Evolution du temps de parcours moyen sur une OD Aubagne-Marseille au fil des itérations



2.3 Améliorations envisagées

L'exemple minimaliste de mise en œuvre précédent illustre la viabilité de la méthode proposée pour estimer la rétroaction de la demande sur l'offre. Pour des études plus concrètes, il sera nécessaire d'aller au-delà du caractère minimaliste de la présente note en procédant à une série d'améliorations (qui ne présentent pas de problème conceptuel ni technique) :

- Procéder à davantage d'itérations pour obtenir une meilleure convergence
- Procéder à une affectation dynamique (*Dynamic User Equilibrium*) entre les itérations pour optimiser les itinéraires et heures de départ par véhicule et ainsi homogénéiser les temps de parcours par OD. Cela permettrait de mieux décrire le phénomène de « triple convergence » du trafic induit (concentration sur des mêmes horaires, des mêmes itinéraires et le même mode en cas d'augmentation capacitaire)
- Tester la sensibilité à la valeur retenue pour l'élasticité en explorant notamment des valeurs plus élevées de l'élasticité e (en valeur absolue).