

Note technique n° 1

Titre de l'étude :	Assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'organisation et la définition des moyens de modéliser la congestion du réseau structurant de l'agglomération de Marseille
N° de projet :	C0709
Maître d'ouvrage :	DIRMED
Titre du document :	Proposition du programme de travail pour l'itération 1
Auteur principal :	NXM
Revu par :	LXG
N° version :	1.0
Date de rédaction :	5 févr. 19

1 Introduction

La DIRMED, gestionnaire du réseau national couvrant plusieurs VRU de l'agglomération d'Aix-Marseille, s'engage dans l'élaboration d'un schéma directeur d'agglomération de gestion de trafic (SADGT).

Afin de définir et évaluer les solutions les plus efficaces pour améliorer les conditions de circulation, la DIRMED souhaite se doter d'un outil de modélisation capable de restituer le phénomène complexe de génération et de propagation de la congestion. Un tel outil n'est actuellement pas disponible à l'échelle adéquate : les modèles de trafic existants, de type macroscopiques et statiques et par ailleurs non maîtrisés par la DIRMED, ne permettent pas de traduire de manière dynamique la congestion. Par ailleurs, les quelques modèles de simulation microscopique développés localement se limite à des périmètres trop restreints.

Parce que la problématique est complexe, en amont de la création d'un tel modèle, la DIRMED souhaite se doter d'une AMO capable de préciser la méthodologie adéquate pour répondre à ce besoin.

Ce travail constitue ainsi un préalable à la création d'un tel modèle et doit contribuer à défricher le champ méthodologique de la conception d'une telle démarche. Il s'agit donc d'un travail exploratoire ; en ce sens, il apparaît plus pertinent que les tâches soient redéfinies au fur et à mesure de l'avancée des réflexions . C'est pourquoi nous proposons

une démarche itérative dont le e présent document précise le contenu et le calendrier de la première étape.

2 Positionnement général du problème à modéliser

2.1 Le problème du Dynamic Network Loading (DNL)

Dans le cadre du SADGT, la DIRMED souhaite être en mesure d'évaluer l'impact de mesures d'accompagnements de la congestion sur le réseau structurant de l'agglomération. Avant tout phénomène de reports sur d'autres itinéraires, modes ou périodes, il convient d'être en mesure d'étudier l'impact de ces mesures sur l'écoulement même du trafic au sein du réseau routier. Au sein d'une affectation dynamique du trafic, c'est la résolution du problème du DNL qui permet de déterminer la charge du réseau et de calculer les temps de parcours sur les itinéraires.

La première étape de travail devra donc porter sur une première approche méthodologique de la résolution de l'étape du DNL.

2.2 Approche bibliographique : différentes méthodes de résolution du DNL

Les algorithmes de charge dynamique du réseau routier peuvent se classer en quatre types, certains étant microscopique, d'autres macroscopiques :

- Les modèles basés sur la **mécanique des fluides** : il s'agit de modèles macroscopiques, continus. L'une des applications les plus connues est de Lighthill, Whitham et Richards (modèle LWR) qui lie le débit et la densité.
- Les modèles dits de la **voiture suiveuse** : il s'agit ici plutôt de modèles microscopiques décrivant la trajectoire des véhicules dans l'espace et le temps en fonction de la trajectoire du véhicule précédant. Le comportement des conducteurs est représenté plus explicitement.
- Les modèles à **automates cellulaires** : il s'agit de modèles microscopiques, avec débit, temps et espace discrétisés. Ce type de modèle permet facilement un traitement stochastique du DNL. Un des algorithmes par automate cellulaire les plus diffusés est celui de Nagel et Shreckenberg, mais plusieurs raffinements y ont été ajoutés depuis.
- Les modèles de **files d'attente** : il s'agit de modèles inspirés des files d'attente au niveau de serveurs informatiques pour traiter l'arrivée et le passage de véhicules sur les arcs et les nœuds du réseau dans une logique FIFO (First In First Out).

Il existe donc une variété d'approche permet de traiter la charge dynamique du réseau. Chaque approche a des avantages, comme la rapidité d'exécution dans le cadre d'approche plus macroscopique, un nombre de paramètres réduits qui permet un calibrage effectif, un cadre conceptuel simple qui permet un codage et une implémentation simple, ou des inconvénients, comme de potentiels problèmes de granularité dans le cas de modèles

discrets, des temps de calcul trop longs, l'absence de solution numérique claire, la sous-estimation de phénomènes fins (comme les changements de files) qui ont un impact réel dans des réseaux très congestionnés.

Une revue de littérature devra donc permettre de dégager pour chaque solution son **degré d'adaptation** à la problématique du réseau de l'agglomération d'Aix-Marseille selon les critères suivants :

- Existence d'une solution de résolution (algorithme ou heuristique) sur un réseau de la taille du réseau considéré
- Efficacité des temps de calculs
- Facilité de mise en place (de codage notamment)
- Prise en compte ou non des principaux phénomènes générateurs de congestion
- Prise en compte des nœuds ou capacité à intégrer un modèle d'intersection complémentaire.
- Nombre de paramètres à estimer et facilité d'estimation de ces paramètres.
- Besoin en données de calibrage et comparaison par rapport aux données disponibles
- Diffusion parmi des solutions open-source ou sous licence existantes
- Informations tirées du modèle
- Capacité à prendre en compte des phénomènes aléatoires
- Capacité à être intégrée dans le cadre plus large du Dynamic Traffic Assignment (DTA).

Idéalement, la revue de littérature fera émerger deux approches contrastées (micro / macro par exemple) dont on pourra comparer par la suite leurs intérêts relatifs.

Sans présager du résultat de l'analyse bibliographique, il semble que les deux approches LWR et par automates cellulaires se détachent par l'abondance de la littérature les concernant. Ce sont deux approches méthodologiques assez contrastées, par la différence d'échelle de départ et par l'opposition univers continu / discret. Néanmoins, le modèle LWR possède également une solution approchée par transmission cellulaire (modèle CMT), ce qui offre un lien intéressant entre les deux approches.

Enfin, une première prise de contact bibliographique avec ces algorithmes de DNL permet de constater qu'ils se basent tous, d'une manière ou d'une autre, sur la détermination du **diagramme fondamental** des tronçons du réseau routier. L'une des premières tâches du travail de modélisation de la congestion consistera donc à construire un réseau routier dont les tronçons seront caractérisés par leur diagramme fondamental.

3 Méthodologie de construction du réseau

3.1 Périmètre de test de l'approche méthodologique

Il ne s'agit pas à ce stade de modéliser et codifier l'intégralité du réseau structurant du territoire, mais de définir un cahier des charges méthodologique pour la modélisation de ce réseau. Pour rendre plus concret les explorations méthodologiques, on se basera, en première instance, sur le traitement de deux axes :

- Les routes D113, A7 et A51 de Vitrolles vers Marseille
- Les routes A50 et A501 d'Aubagne vers Marseille

3.2 Définition d'une méthode de codification du réseau

Les différents algorithmes de DNL utilisent tous des tronçons routiers globalement homogènes et dont on connaît le diagramme fondamental que ce soit pour déterminer directement les grandeurs caractéristiques (vitesse à vide, capacité, etc.) ou pour le calibrage.

La première itération d'exploration devra donc permettre de mettre au point une méthode de **sectionnement du réseau routier** en tronçons de caractéristiques physiques et de diagrammes fondamentaux homogènes.

Pour cela, un premier **inventaire** des données de comptages (SIREDO par exemple) et de données FCD sera réalisé afin de voir si l'ensemble du réseau est couvert, notamment les points critiques congestionnés, ou si un traitement statistique fiable peut être réalisé pour inférer les caractéristiques de tronçons non couverts. Par exemple, des méthodes de **classification** pourront être envisagées pour associer caractéristiques d'écoulement (capacité, vitesses, etc.) à des caractéristiques physiques disponibles pour tous les tronçons.

L'inventaire devra également traiter la question de l'hétérogénéité des sources, notamment temporelle, et confirmer que le réseau n'a pas évolué depuis l'obtention des données.

4 Récapitulatif : programme de travail pour la première itération de la recherche de méthode de représentation de la congestion du réseau d'Aix-Marseille

Il nous semble qu'à ce stade, le travail doit d'abord permettre d'identifier le cadre méthodologique de travail et de déterminer la ou les algorithmes de DNL les plus pertinents.

En parallèle, le traitement du réseau peut être commencé car il constitue une base commune à quasiment toutes les méthodes de DNL et que c'est un prérequis important si l'on veut pouvoir tester les algorithmes sur des cas non fictifs.

Enfin, le **système d'échange collaboratif** sera mis en place pour suivre les premières productions et bénéficier d'un travail plus efficace avec la DIRMED. On partira a priori sur la création d'un « Repository » sur **Github** qui permet d'échanger en direct entre les partenaires du projet, de réaliser le contrôle qualité et de garder la mémoire des modifications et évolution des travaux.

En résumé, les tâches à effectuer pour cette première itération sont les suivantes :

- Revue de littérature et comparaison des algorithmes de DNL
- Identification des solutions les plus adaptées, recherche de solutions logicielles les implémentant ou construction d'une solution *ad hoc*.
- Inventaire des données de trafic disponible dans l'optique de déterminer les principales caractéristiques des tronçons du réseau. Mise au point d'une première base de données des éléments de trafics.
- Etablissement d'une méthodologie de construction du réseau routier dans l'optique d'être intégré dans les algorithmes DNL choisis et de pouvoir les calibrer. Mise au point d'une première base de données des tronçons
- Mise en place de la plateforme d'échange et de capitalisation des travaux.

Un premier échange sur la partie bibliographie méthodologie générale peut être prévu en fin de semaine 7, début de semaine 8 et le retour sur la méthodologie de traitement du réseau en fin de semaine 9.