

Note technique n° 6

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 :	Codification du réseau : données et méthodologie
Auteur principal :	Nicolas MONY, Alexandre NICOLAS
Revu par :	Nicolas MONY, Alexandre NICOLAS
N° version :	1.0
Date de rédaction :	22 mai. 19

TABLE DES MATIERES

1	Introduction	3
2	Méthodologie de construction du modèle de réseau.....	3
2.1	Construction de la base SIG de départ	4
2.2	Consolidation de la base SIG : confrontation aux autres données géographiques.....	5
2.3	Finalisation du modèle de réseau : ajustements manuels.....	5
2.4	Synthèses : principales recommandations quant à la codification du réseau	7
3	Base de données de réseau résultante	7
3.1	Structure de base de données du réseau obtenu	7
3.2	Conversion au format des données d'entrée de MATLAB	9
4	Perspectives et amélioration du modèle de réseau.....	9

1 Introduction

La création d'un modèle de réseau suppose la définition d'un certain nombre de nœuds, qui seront reliés par des arcs. Deux tentations antagonistes s'affrontent dans ce cadre. D'un côté, le souci de simplicité dans la description invite à réduire au minimum le nombre de nœuds, pour optimiser l'efficacité numérique de l'algorithme et offrir une vision épurée des flux. D'autre part, la volonté d'adhérer à la réalité au plus près pousse à multiplier les nœuds, pour rendre compte des variations des chaussées et des flux le long de l'axe et permettre un meilleur ajustement aux données empiriques.

L'objectif de cette note est de récapituler les recommandations méthodologiques sur la codification du modèle de réseau issues des travaux réalisés sur l'exemple de l'axe A50/A501. La note aborde plus particulièrement les éléments suivants :

- Méthodologie de construction du réseau : méthode, données sources, base de données résultante
- Recommandations et bonnes pratiques

2 Méthodologie de construction du modèle de réseau

La méthodologie de construction du modèle de réseau dépend largement du modèle de simulation du trafic adopté. Comme les modèles microscopiques dynamiques et macroscopiques statiques sont déjà largement documentés, on se placera dans le cadre de la construction d'un réseau pour un modèle macroscopique dynamique du type de celui mis en place sur l'axe A50/A501.

Dans ce cadre, le modèle de réseau doit contenir les informations suivantes, outre la topologie du graphe :

- Capacité
- Longueur
- Temps de parcours à vide. Cette dernière variable peut également être représentée sous la forme d'une longueur et d'une vitesse à vide, ce qui est plus facilement interprétable dans l'optique d'un audit du réseau

Afin d'obtenir une représentation du réseau contenant ces informations, deux approches peuvent être envisagées :

- Construire manuellement le réseau, à l'image de ce qui est couramment fait dans les modèles de micro-simulation du trafic
- Construire « automatiquement » le réseau à partir de bases de données géographiques existantes, approche plus souvent utilisée dans les modèles macroscopiques statiques.

L'intérêt des deux méthodes est notamment à discuter en fonction de l'étendue et la complexité du réseau à codifier. En effet, dans le cadre d'une codification manuelle, le réseau possède d'emblée la finesse et la structure voulue. Néanmoins, dessiner le réseau et remplir les attributs de chaque arc peut se révéler fastidieux et chronophage pour un réseau de grande ampleur. A contrario, le travail sur une base de données SIG fourni directement une topologie et plusieurs attributs qui peuvent servir à dériver les 3 caractéristiques principales voulues.

L'exemple du convergeant A50/A501 nous a montré qu'une approche hybride était particulièrement adapté dans le cadre d'une simulation macroscopique dynamique du trafic, puisque de manière générale, les réseaux à modéliser n'auront pas l'étendue de ceux des modèles macroscopiques statiques tout en étant plus étendus que ceux des modèles microscopiques.

Les différentes étapes de construction du modèle de réseau sont donc détaillées ci-dessous.

2.1 Construction de la base SIG de départ

Pour des réseaux de complexité comparable à celle du convergeant A50/A501, il s'est avéré particulièrement intéressant de partir d'une base de données SIG existante plutôt que de construire manuellement l'ossature de réseau de base.

La base choisie a été la base Route 500 de l'IGN qui recense l'intégralité du réseau structurant sur la France.

Figure 1 : Finesse du réseau Route 500 autour de Marseille



Cette base de données a apporté les informations suivantes :

- Géométrie du réseau
- Longueur « réelle » des tronçons.
- Nombre de chaussées et nombre de voies
- Type de route et nom de la route

L'élément le plus important issu d'une base SIG plutôt que d'un dessin manuel est l'obtention de la longueur relativement précise de la géométrie de l'arc. La longueur d'un arc est un élément structurant du modèle LWR puisqu'elle conditionne notamment le temps de parcours et la capacité de stockage d'un arc.

A ce stade, le traitement de la base SIG consiste en un travail de filtrage pour éliminer les éléments de réseau superflus et en un calcul de capacité et vitesses à vide selon des règles automatiques en fonction des attributs du réseau.

2.2 Consolidation de la base SIG : confrontation aux autres données géographiques

Pour plus de simplicité dans la suite des études, le réseau SIG a ensuite été confronté aux tronçons de référence définis pour la collecte des temps de parcours. Cela a conduit à un découpage supplémentaire des arcs du réseau de sorte que chaque tronçon de référence de temps de parcours corresponde à un nombre entier d'arcs. Cette opération ayant été faite dans SIG, cela a permis un calcul des nouvelles longueurs respectant la géométrie.

Le lien ainsi facilité entre modèle de réseau et données de temps de parcours s'est révélé particulièrement utile dans le travail de modélisation dans le calcul de la matrice dynamique (obtention plus facile des temps de parcours par itinéraires).

2.3 Finalisation du modèle de réseau : ajustements manuels

La dernière étape de construction du modèle de réseau a consisté une vérification et un ajustement manuel du réseau en fonction de différentes sources annexes, dont notamment :

- Observations Google Street View
- Exploitation des données SIREDO

L'observation par relevé « terrain », via Google Street View dans notre cas, permet notamment

- de vérifier les vitesses légales de circulation sur les différents tronçons routiers,

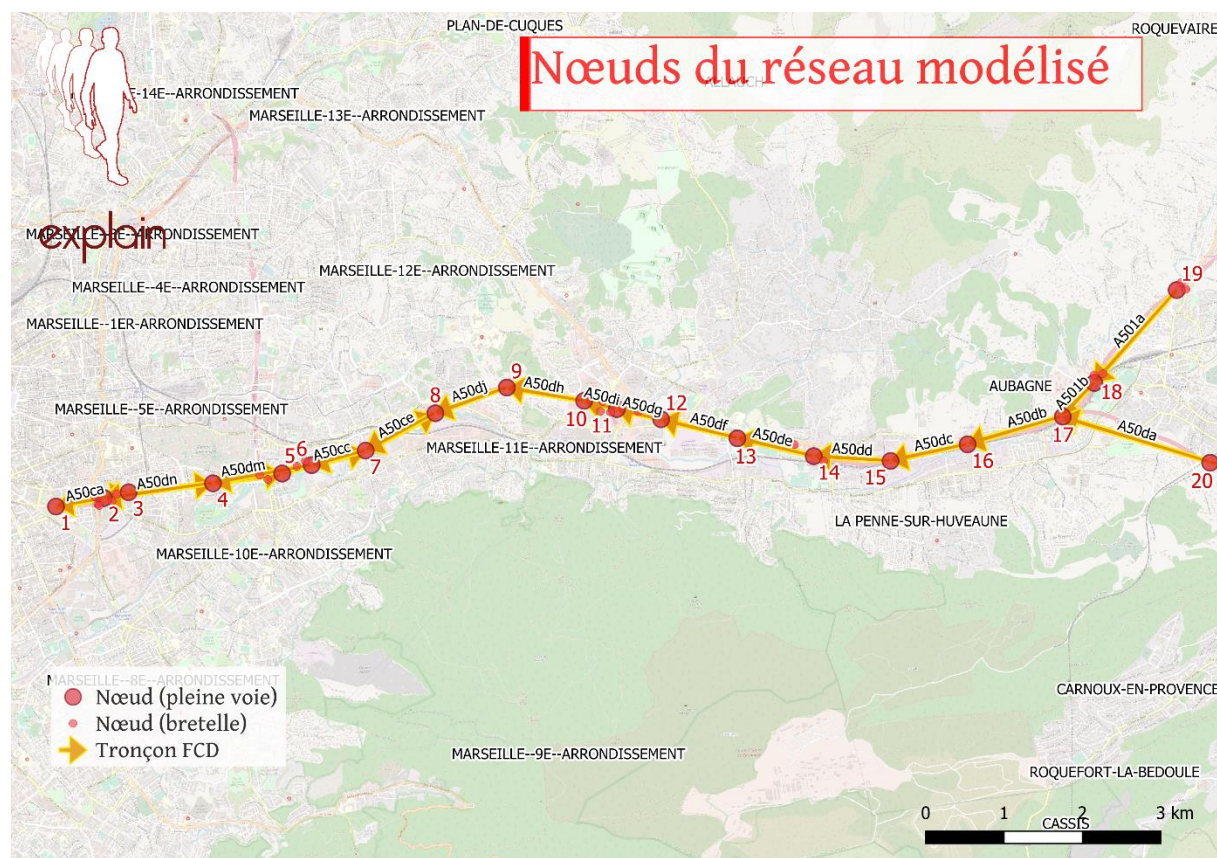
- de confirmer le nombre de voies, non renseignés par la base Route 500 pour les routes à deux chaussées par exemple
- de vérifier la véracité des intersections entre arcs.

A titre d'exemple, l'observation terrain a notamment permis de mettre en évidence la réduction à une voie de l'A501 dans ces derniers mètres et donc de découper l'arc correspondant en deux arcs aux caractéristiques différentes.

Enfin, le travail d'exploitation des données de trafic ayant avancé en parallèle, le traitement des données de comptage SIREDO aux 6 minutes permettent de caractériser plus finement les capacités et les vitesses à vide venant ainsi nuancer les règles d'attribution automatiques établies jusqu'à présent.

A l'issue de ces différentes opérations, le modèle de réseau est suffisamment complet pour pouvoir servir de base au modèle de simulation de trafic. La figure ci-dessous présente le réseau obtenu pour étudier le convergeant A50/A501.

Figure 2 : Nœuds principaux du réseau créé et coïncidence avec les tronçons FCD; des nœuds secondaires, au niveau des bretelles, sont aussi présents).



2.4 Synthèses : principales recommandations quant à la codification du réseau

Vues les reprises importantes réalisées manuellement à l'issue du premier traitement automatique, il est légitime de s'interroger sur la pertinence de la première étape qui se base sur une base de données géographique tierce plutôt que sur une codification manuelle intégrale. L'attribut « longueur » des arcs ayant une importance au moins équivalente à celle de la capacité et des vitesses, partir d'une base de données géographiques comme Route 500 permet au moins de disposer d'un premier élément de travail disposant de longueurs réalistes et en accord avec la géométrie plutôt que calculées à vol d'oiseau. Un traitement purement manuel demanderait donc à contrario de mesurer manuellement toutes ces distances sur des cartes, ce qui peut se révéler particulièrement chronophage lorsque la taille des réseaux augmente.

La méthodologie présentée ci-dessus semble donc être assez efficace pour produire un modèle de réseau adapté à la simulation du trafic. Pour rappel les étapes méthodologiques préconisées sont les suivantes :

- Import d'une base géographique du réseau permettant d'obtenir nativement ou par calcul sur la géométrie une bonne représentation des distances
- Enrichissement de la base de données selon des règles d'attribution automatiques
- Mise en cohérence de cette base de données avec d'autres sources de données géographiques liées au réseau, comme les temps de parcours par exemple
- Ajustements et corrections « manuels » du modèle de réseau afin de coller au mieux à la réalité observées.

3 Base de données de réseau résultante

3.1 Structure de base de données du réseau obtenu

Le réseau créé est décrit par un tableur Excel, avec une feuille détaillant les coordonnées des nœuds et une feuille dédiée aux arcs. Tout autre support de base de données (tables CSV, tables SQL,...) peut évidemment convenir.

La table des nœuds doit contenir obligatoirement les attributs suivants :

- Identifiant du nœud
- Coordonnées (X et Y) dans un système de coordonnées projetées (type RGF 93)

D'autres attributs peuvent être présents de manière optionnelle. La base de nœuds produite dans le cas de l'A50/A501 comprend par exemple l'attribut NUM8ROUTE qui donne le nom de l'axe routier auquel appartient le nœud.

La table des arcs doit contenir obligatoirement les attributs :

- Son identifiant (dans l'exemple présenté ici, il a été choisi de manière à coïncider avec le nom court du tronçon FCD associé, s'il y en a) (« Nom_court »)
- Le nœud d'origine de l'arc orienté (« Nstart »)
- Le nœud de destination de l'arc orienté (« Nend »)
- La vitesse maximale autorisée (« VITESSE ») en km/h
- Le temps de parcours à vide de l'arc (« FFT ») en s
- La capacité (« Capacity ») en véh/s
- La longueur en m

Le réseau produit dans le cas exemple de l'A50/A501 contient également les attributs suivants :

- La route d'appartenance (« NUM_ROUTE »)
- Le sens (« Sens ») vers l'Est ou l'Ouest
- Le nombre de voies (« VOIES »)
- Les dénominations des postes de comptage aux bretelles inclus dans l'arc, le cas échéant (« Postes_comptage »)
- Les points de comptage SIREDO présents sur l'arc, le cas échéant (« SIREDO »)

Figure 3 : Tableau Excel répertoriant les caractéristiques des nœuds

ID	NUM_ROUTE	X	Y
1	A50	894302.021	6245561.922
2	A50	894914.801	6245670.492
3	A50	895229.471	6245744.099
4	A50	896307.816	6245858.190
5	A50	897191.101	6245983.323
6	A50	897568.338	6246090.053

Figure 4 : Tableur Excel répertoriant les caractéristiques des arcs (orientés) du réseau modélisé.

Lien_no	Nom_court	NUM_ROUTE	SENS	Nstart	Nend	VITESSE	FFT	Capacité	longueur	Postes_comptage	SIREDO
1	A501b1	A501	O	18	175	90	10.77	1.10	269.2		
2	A501a	A501	O	19	18	90	64.48	1.10	1612.1		M4I,M4m,M4n,M4o
102	A50_S1	D8N	E	2	25	50	14.40	0.80	200	46	
3	A502b	A502	E	21	22	90	22.87	1.10	571.7		
4	A502a	A502	E	20	21	90	22.29	1.10	557.3		
104	A50_S3	D8N	O	3	28	50	14.40	0.80	200	50	
5	A502c	A502	E	22	23	90	18.67	1.10	466.8		
6	A50cb	A50	E	3	4	90	43.28	1.65	1082.1		M3B,M3C,M3D

3.2 Conversion au format des données d'entrée de MATLAB

Un script Python (et de petites routines MATLAB) a été écrit pour convertir les données du tableur Excel au format des données d'entrée du programme MATLAB de Ke Han et al. Le script est disponible sur le Github du projet : <https://github.com/nicolasmony/CongestionAixMarseille>

Ainsi, si la structure de base de données produites correspond à celle mise en place jusqu'à présent, il suffira de modifier le tableur pour obtenir la traduction de ces changements dans le réseau lu par MATLAB, dont la manipulation directe est moins aisée. Le script Python lit le tableur Excel et produit en sortie

- Une matrice contenant les coordonnées des nœuds du réseau (les étiquettes des nœuds sont les numéros de lignes : 1 pour la première ligne, etc.)
- Une matrice contenant les caractéristiques des arcs (les étiquettes des nœuds sont les numéros de lignes : 1 pour la première ligne, etc.)
- Une matrice contenant les itinéraires possibles
- Une matrice donnant les flux de départ en fonction de l'heure pour chacun des itinéraires.

Les itinéraires possibles ont été produits par une exploration par récurrence du graphe orienté du réseau, avec interdiction d'emprunter deux fois le même arc pour un même itinéraire (pour éviter les boucles).

4 Perspectives et amélioration du modèle de réseau

Le travail mené jusqu'à présent a permis de produire un modèle de réseau avec une description assez précises des arcs. La représentation des nœuds et du comportement attendu aux nœuds est encore assez sommaire, faisant écho au traitement des nœuds selon des règles génériques dans l'algorithme de Ke Han.

Une amélioration notable du modèle consisterait à enrichir la description des nœuds en parallèle de l'amélioration du modèle de jonction. Les attributs suivants pourraient être amenés à être introduits :

- Type de jonction
- Priorités entre différents arcs entrants
- Proportions de la capacité aval par arc en amont
- Mouvements interdits
- ...