

Note technique n° 4

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 :	Analyse des résultats des simulations du modèle macroscopique
Auteur principal :	Alexandre NICOLAS
Revu par :	
N° version :	1.0
Date de rédaction :	15 mai. 19

TABLE DES MATIERES

1	Calage du modèle.....	2
2	Comparaison des temps de parcours observés et simulés.....	3
2.1	Emergence de la congestion	3
2.2	Itinéraire d'Aubagne à Marseille	5
2.3	Itinéraire d'Aubagne à la Penne sur Huveaune.....	6
3	Etude de scénarios hypothétiques	8
3.1	Augmentation des temps de parcours à vide	9
3.2	Réduction de la capacité.....	9
3.3	Hausse de la demande	9
3.4	Résultats des simulations.....	10

La présente note s'attache à l'analyse des résultats des simulations du modèle macroscopique de simulation dynamique (modèle de *Lighthill-Whitham-Richards* de Ke Han et al. (2019) complété par un traitement des jonctions entre arcs avec une discipline FIFO), afin d'évaluer la validité de cette approche.

Le modèle de réseau utilisé pour l'axe A50-A501 a été créé selon la méthode présentée dans la note technique NT02, tandis que la matrice dynamique de demande a été obtenue par une adaptation de la méthode de Fratar¹, qui a recours aux données empiriques de temps de parcours (FCD) ainsi qu'aux mesures de débit SIREDO.

1 Calage du modèle

Les modèles macroscopiques ne requièrent l'étalonnage que d'un nombre réduit de paramètres. En l'occurrence,

- Le rapport de pentes du diagramme fondamental (supposé triangulaire dans le modèle), c'est-à-dire le quotient entre la dérivée du débit par rapport à la densité en régime fluide et en régime congestionné, a été directement déduit des mesures de débit SIREDO
- Les taux de départs et itinéraires empruntés sont directement issus de la matrice de demande dynamique (cf supra)
- Les longueurs et temps de parcours à vide des arcs sont fixées.

En somme, le seul paramètre que nous nous sommes permis d'ajuster pour mieux reproduire les données empiriques est la capacité maximale des arcs. De fait, nos choix de valeurs initiaux, estimés à partir des mesures SIREDO, conduisaient bien à l'émergence de congestion sur des tronçons spécifiques aux heures de pointe du matin, mais cette congestion simulée était plus faible que celle observée sur le terrain, en termes d'allongement des temps de parcours (*cf diaporama projeté à la consultation publique du 30 avril*). Au-delà de l'imprécision dans l'estimation empirique du pic de capacité, cet écart est vraisemblablement dû :

- A la supposition d'une pente constante dans la partie fluide du diagramme fondamental
- A la supposition d'un débit à capacité dans le régime congestionné dans le modèle de Ke HAN, alors qu'en réalité le débit s'affaïsse à forte densité.

Pour caler le modèle, nous avons donc révisé à la baisse les capacités des arcs. Néanmoins, il est bon d'avoir à l'esprit que l'ordre de grandeur a bien été conservé : il s'agit de réductions de capacités inférieures à 15%, sauf pour le court tronçon monovoie de l'A501 juste en amont du convergent, pour lequel la capacité (qui avait été estimée bon an mal an) a été réduite de quelque 30%. Ces changements dans les capacités, quand ils affectent des arcs proches de la saturation, ont des effets très sensibles sur les temps de parcours.

¹ Cf page 42 du diaporama « 20190426_C709_DIRMed_presentation_v2.0_petite_taille ».

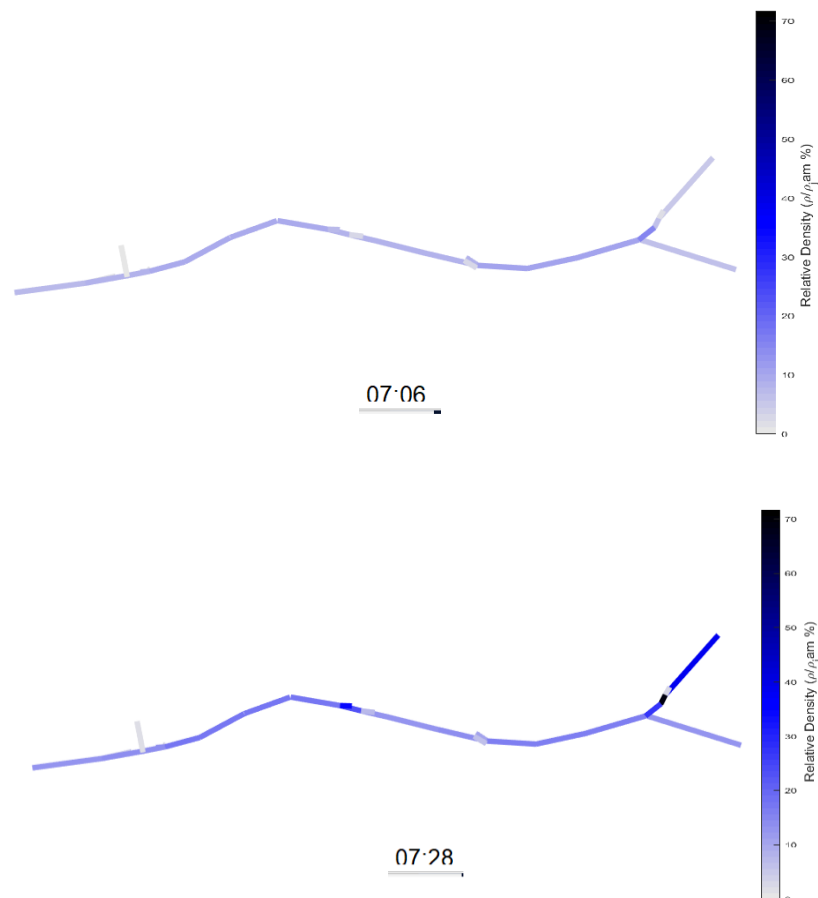
2 Comparaison des temps de parcours observés et simulés

Le trafic (quantifié par des débits) étant une donnée d'entrée du problème (à la fraction près des véhicules n'atteignant pas leur destination dans la période considérée), cette variable ne peut servir de pierre de touche à la qualité du modèle. La comparaison portera donc sur les temps de parcours.

2.1 Emergence de la congestion

L'algorithme de Ke HAN permet de visualiser l'évolution des densités sur les arcs modélisés au fil de la simulation, comme illustré en [figure 1](#). On voit que la congestion émerge sur l'A501 en amont du convergent, avant de se propager encore plus en amont puis de gagner l'aval du convergent et d'apparaître, de manière concomitante, au niveau de la Valentine. Malgré un décalage horaire, ce scénario d'émergence de la congestion est tout à fait conforme aux observations empiriques ([figure 2](#) et [diaporama pages 9 à 26](#)).

Figure 1 : Evolution de la densité (relative à la densité maximale sur l'arc) sur les arcs du réseau modélisé entre 7h06 et 9h14.



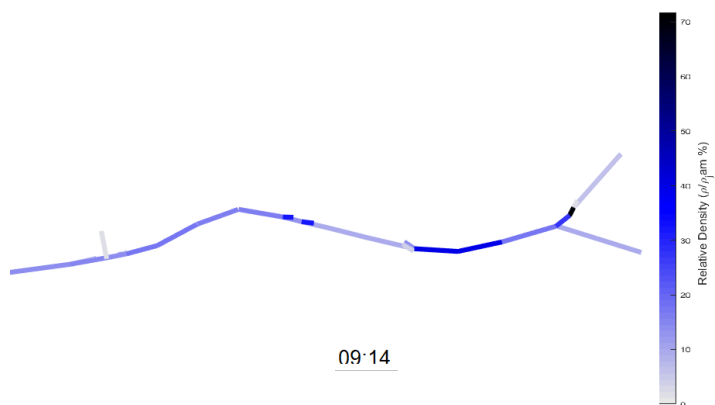
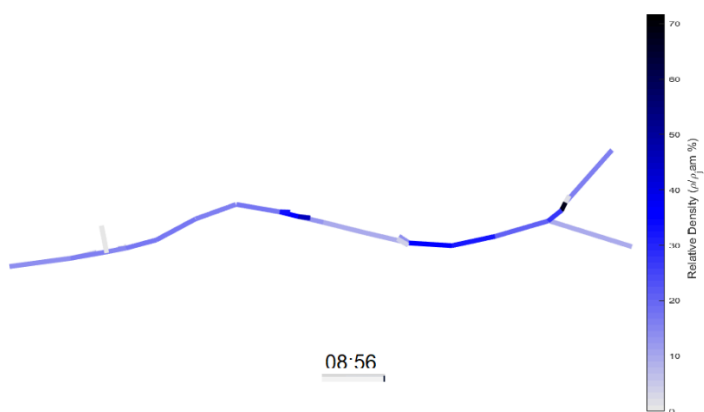
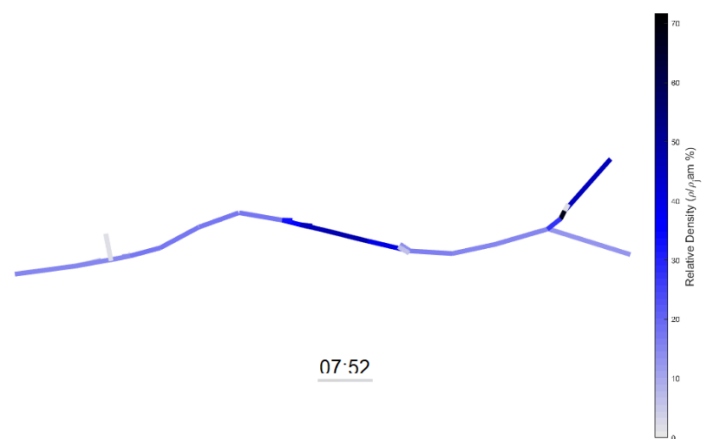
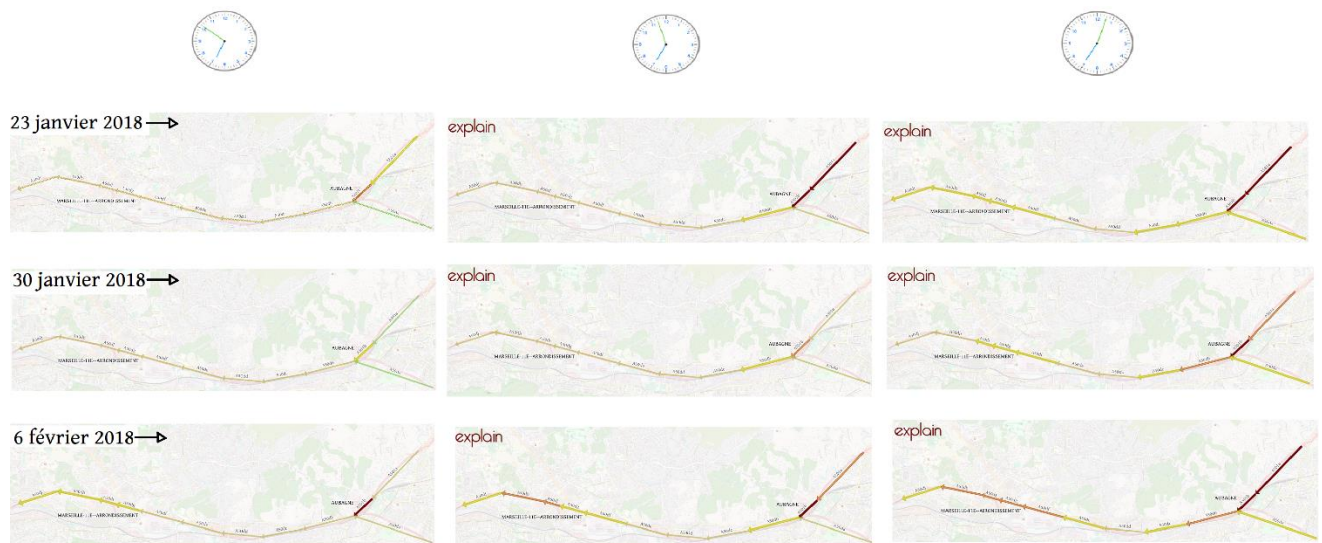
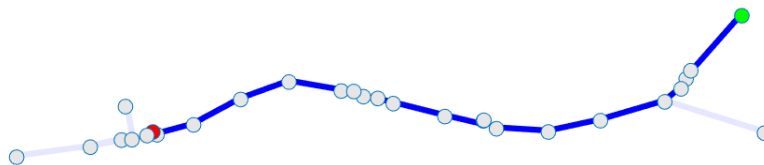


Figure 2 : Evolution des temps de parcours FCD sur les tronçons de l'axe A50-A501 sur des mardis successifs



2.2 Itinéraire d'Aubagne à Marseille

Pour une analyse plus quantitative, nous considérons maintenant les temps de parcours correspondant au trajet « long » de l'A501 à Aubagne jusqu'à Marseille, schématisé ci-dessous :

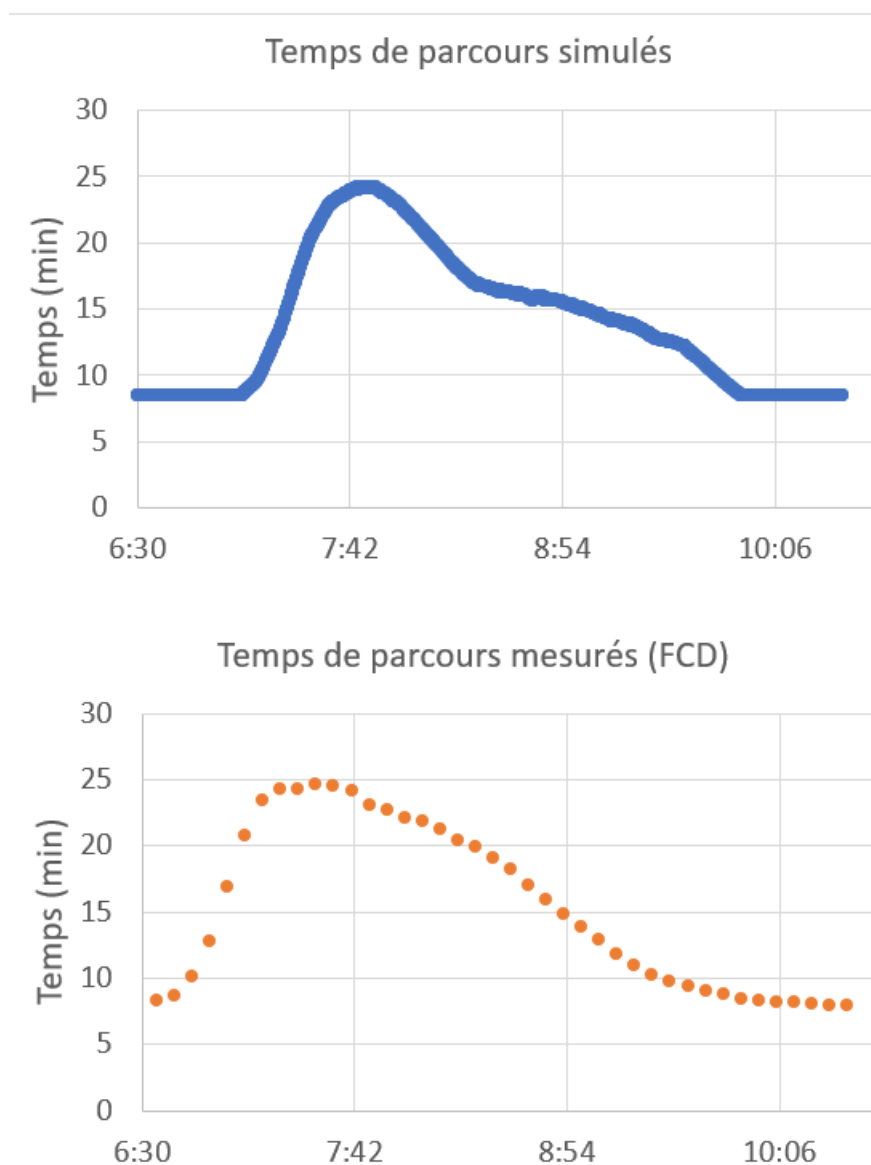


La comparaison de l'évolution des temps de parcours autour de la période de pointe du matin entre les résultats des simulations et les données empiriques, présentée en [figure 3](#), atteste qu'une fois ajustées les capacités, le modèle reproduit quantitativement des propriétés du trafic. En effet, non seulement

- les temps de parcours en période creuse (au tout début et à la toute fin de la période considérée) sont en excellent accord entre les deux sources, autour de 8 minutes,
- mais, en plus,
- Les pics des deux courbes (qui se produit aux alentours de 7h30) sont également très proches, autour de 25 minutes,
- La forme des courbes d'évolution des temps de parcours est similaire entre les deux sources, avec une montée abrupte en début de période et une décroissance plus lente après l'hyperpointe.

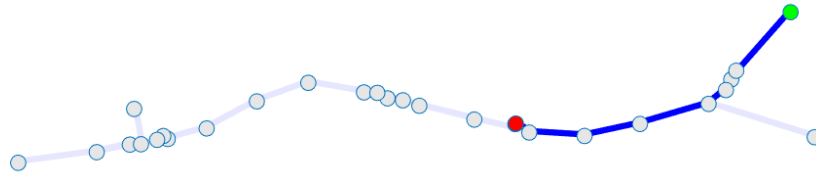
En revanche, on doit constater un décalage temporel perceptible, de quelque 20 minutes, dans l'émergence de la congestion, sans doute lié à l'évaluation des matrices dynamiques de demande.

Figure 3 : Temps de parcours issus des simulations (*haut*) et des mesures empiriques FCD (*bas*) pour l'itinéraire « long » d'Aubagne à Marseille



2.3 Itinéraire d'Aubagne à la Penne sur Huveaune

Est maintenant considéré un trajet plus court, d'Aubagne à la Penne sur Huveaune :



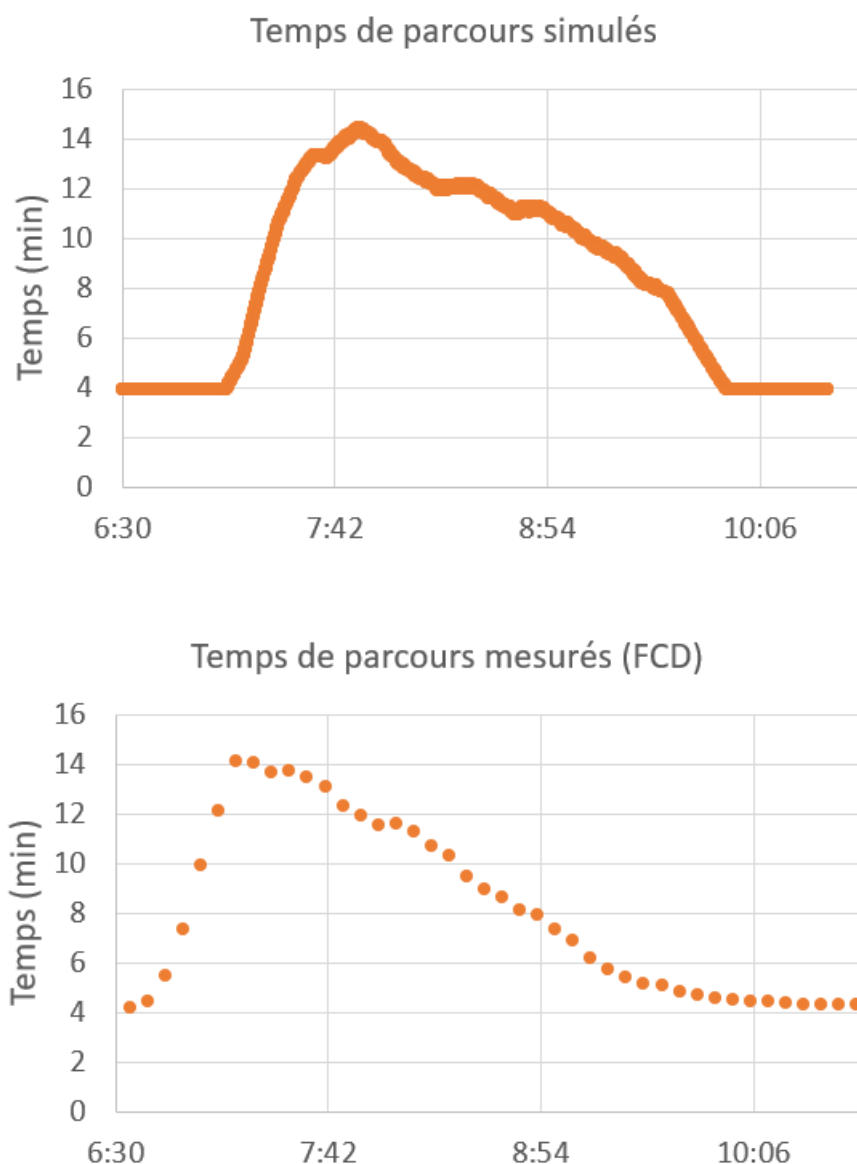
Comme dans l'exemple précédent, on observe, sur la [figure 4](#), que

- les temps de parcours à vide (4 minutes), et
- les pointes de temps de parcours (14 minutes)

sont quantitativement bien décrits par le modèle. La forme générale de l'évolution sur la période est également assez bien capturée.

En revanche, comme précédemment, un décalage temporel est visible dans l'émergence de la congestion, plus précoce dans la réalité que dans les simulations.

Figure 4 : Temps de parcours issus des simulations (*haut*) et des mesures empiriques *saune*

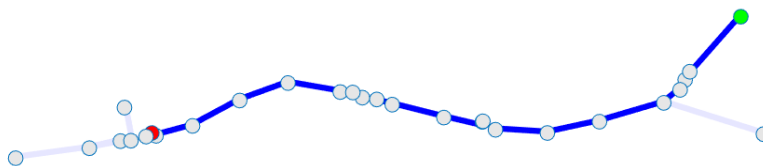


3 Etude de scénarios hypothétiques

Dans la triple perspective de

- Mieux comprendre l'influence des divers paramètres du modèle
- Déterminer les paramètres qu'il conviendra de faire fluctuer pour rendre compte de la variabilité des temps de parcours
- Estimer l'effet de divers aménagements envisageables

nous étudions dans cette section l'effet de la modification de paramètres caractéristiques du réseau ou de la demande sur les temps de parcours pour l'itinéraire « long » :



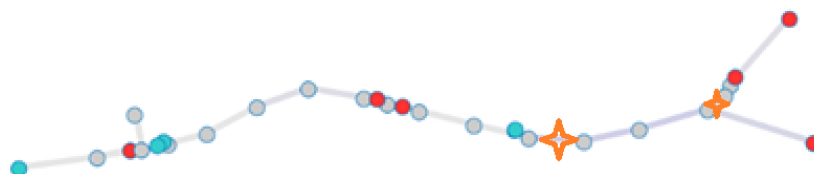
3.1 Augmentation des temps de parcours à vide

Une des conséquences (mais pas la seule) d'une réduction de la vitesse est d'augmenter le temps de parcours à vide. Parmi les scénarios envisagés, nous considérons donc une augmentation de 10% des temps de parcours à vide de tous les arcs.

3.2 Réduction de la capacité

La fermeture (ou réservation à usage exclusif) d'une voie de circulation réduit la capacité des arcs associés. Nous simulons donc, pour en étudier l'effet, une réduction de 10% de la capacité de deux arcs très chargés en période de pointe du matin, à savoir le tronçon mono-voie de l'A501 juste en amont du convergent et un arc de pleine voie au niveau de Saint-Menet. Ces arcs sont indiqués sur la [figure 5](#).

Figure 5 : Arcs dont la capacité a été réduite de 10% (étoiles orange).



3.3 Hausse de la demande

La variation de la demande, soit du fait de l'évolution démographique et socio-économique au fil de l'eau, soit du fait de l'induction liée à des aménagements capacitaires, est bien entendu un aspect dont la prise en compte est cruciale. Nous étudions ici l'effet d'une hausse de 10% de la demande sur l'ensemble des trajets O-D.

3.4 Résultats des simulations

L'effet des modifications susmentionnées sur les temps de parcours pendant la période de pointe du matin est illustrée en [figure 6](#).

Conformément aux attentes, l'augmentation des temps de parcours à vide ne cause qu'une légère augmentation, peu ou prou constante, des temps de parcours sur l'ensemble de la période. En revanche, la baisse de capacité et l'augmentation de la demande paraissent causer une saturation du réseau, au point que les départs en grand nombre autour de 7h30 ne sont pas à destination à 8h mais, accumulés sur le réseau, maintiennent la situation de congestion jusqu'à la fin de la période. Des tests complémentaires montrent que l'évolution des temps de parcours est, dans certains cas, très sensible à de faibles variations de capacités, mais que cela dépend fortement de la localisation des arcs affectés par cette baisse de capacité.

Figure 6 : Evolutions des temps de parcours simulés dans les scénarios envisagés.

