

L'objectif de ce travail est de comparer différents modèles d'affectation. On se propose d'abord de comparer les résultats obtenus avec les différents modèles. Ensuite, il s'agit de comparer les méthodes et leurs algorithmes, en observant la qualité de la convergence grâce à des critères.

## A. Comparaison des méthodes utilisées pour les affectations tout-ou-rien, multi-chemins et avec contrainte de capacité

### a. Modèles sans contraintes de capacité

#### i. Rapport charge/capacité

On étudie tout d'abord les modèles sans contraintes de capacité, plus simples, afin d'observer la qualité des résultats obtenus et de pouvoir les comparer aux modèles plus complexes prenant en compte les congestions. On compare d'abord les résultats obtenus lors du calcul du rapport Charge/Capacité pour chaque type de modèle.

Rapport Charge/Capacité	Maximum observé	Nombre de résultats supérieurs à 2
Tout-ou-rien	8,646666667	12
Dial	9,003333333	20
Burrell	4,373333333	17

Les valeurs sont bien trop importantes dans tous les cas. Par exemple, le maximum observé pour le modèle Tout-ou-rien montre que sur un lien, la charge affectée est 8 fois supérieure à la capacité. Il faudrait 8heures pour écouler le trafic ! Le fait que ces modèles ne prennent pas en compte la congestion pose problème. On le voit bien ici.

#### ii. Résultats obtenus avec AVCAP

Ensuite, il s'agit de regrouper des données plus globales sur le réseau. On utilise pour cela le logiciel Cube et l'onglet Boite à Outils, puis on utilise la boîte AVCAP. On prend comme valeur d'entrée de la boîte AVCAP les réseaux 2, 4 et 6 pour les méthodes dans capacité et les valeurs d'entrée adjacentes à MHWAY 7, 9 et 11 pour les méthodes avec prise en compte de la capacité. On a pris soin de

modifier le champ de volume : 1 pour la méthode tout ou rien, 2 pour la méthode Burrell et 3 pour les autres méthodes.

Les valeurs de sortie permettent d'analyser :

- Le « total network distance », longueur totale du réseau, qui présente peu d'intérêt
- Le « total véhicule distance », i.e. le nombre de véhicules.kilomètres parcourus sur le réseau à l'heure de pointe
- Le « total vehicule travel time », à savoir le temps total passé par les usagers dans leurs véhicules. Ces deux derniers indicateurs sont très représentatifs du fonctionnement du réseau et nous intéresse tout particulièrement.

Ces valeurs dépendent logiquement de l'affectation. En effet, le choix du plus court chemin implique un chemin court qui lui-même implique une valeur moindre du nombre de véh.km. En revanche à l'équilibre, les chemins sont plus longs ce qui augmente le nombre de véh.km. On peut ainsi comparer les émissions de nuisance.

Méthode d'affectation	Tout ou rien	Burrell	Dial
<b>Total Vh - distance</b>	2667155.4	2749479.9	3019849.9
<b>Total Vh - travel time</b>	119112.HRS 20 MINS	111396.HRS 42 MINS	137697.HRS 6 MINS

La méthode tout ou rien part du principe que l'utilisateur connaît parfaitement le réseau et choisit systématiquement le chemin le plus court. Comme il ne tient pas compte de la capacité, chaque véhicule peut emprunter le chemin le plus court sans se soucier des congestions. Par conséquent, il est logique d'observer une distance globale plus faible pour cette méthode. Les deux autres itinéraires utilisent quand à eux une approche probabiliste, dont le but est d'affecter les véhicules sur chaque itinéraire en fonction d'une loi de probabilité préétablie.

En résumé, les méthodes probabilistes fournissent des résultats guère plus pertinents que la méthode déterministe très simplifiée de tout ou rien. En effet, bien qu'elles prennent en compte l'affectation multi chemin, elles oublient de s'intéresser aux restrictions de capacité et par suite aux phénomènes de congestion, qui sont à la base de l'affectation du trafic. Ainsi, nous étudieront par la suite des méthodes prenant en compte les congestions qui devraient être bien plus réalistes et pertinentes.

**b. Avec contraintes**

*i. Rapport charge/capacité*

On se propose à présent d'étudier les méthodes déterministe et probabiliste prenant en compte les congestions. Le choix de l'utilisateur dépend toujours du coût représenté par chaque arc, mais ce coût évolue à présent en fonction du débit entrant et de la capacité de chaque arc. Le modèle devient donc dynamique.

Rapport Charge/Capacité	Maximum observé	Nombre de résultats supérieurs à 2
<b>A l'équilibre</b>	2,27875	3
<b>Par tranche</b>	3,46	7
<b>Méthode des volumes moyens</b>	2,88333333	6

Les résultats obtenus sont beaucoup plus réalistes que ceux obtenus avec les modèles précédents. Ces modèles prennent en compte les phénomènes de congestion, ainsi les déplacements sont affectés de façon plus vraisemblable. Le rapport charge/capacité reste cependant toujours supérieur à 2. On imagine aisément que cela correspond aux embouteillages rencontrés lors des heures de pointe sur les axes très fréquentés.

*ii. Résultats obtenus avec AVCAP*

L'analyse avec l'outil AVCAP des trois méthodes d'affectation avec contrainte de capacité que sont l'affectation à l'équilibre, l'affectation par tranche et la méthode des volumes moyens nous donne les résultats ci-dessous :

Méthode d'affectation	Affectation à l'équilibre	Affectation par tranche	Méthode des volumes moyens
<b>Total Vh - distance</b>	2694032.0	2692230.7	2723655.0
<b>Total Vh - travel time</b>	100104hrs 15 MINS	102351hrs 44 MINS	100759.HRS 17 MINS

On remarque ici que bien que les résultats de véhicule – distance soient assez proches pour les trois méthodes, celle des volumes moyens fournit un nombre de veh.km plus élevé. Par contre, cette dernière méthode fournit un temps de parcours global légèrement plus faible que les autres. A nouveau, les trois valeurs sont très proches.

En conclusion, nous retiendrons qu'il est préférable d'utiliser ce second type de méthode pour traiter de l'affectation en heure de pointe. En effet, ces deux périodes (matin et soir) présentent les congestions maximales et nécessitent d'être traitées avec ces méthodes plus précises et réalistes. Néanmoins, pour une étude dont l'horaire est en dehors de ces pics de trafic, nous pourrions utiliser les méthodes « multi chemin », voire la méthode tout ou rien, par souci de simplicité. Ces méthodes devraient donner des résultats tout à fait similaires aux méthodes plus évoluées.

## **B. L'équilibre**

On va chercher ici à définir les critères de convergence pour les deux méthodes d'affectation à l'équilibre : affectation à l'équilibre (MVHWAY7) et affectation par la méthode des volumes moyens (MVHWAY11). Pour cela on peut jouer sur les valeurs de ces critères dans la boîte d'édition du fichier de contrôle de la fonction LOOP.

On dispose de quatre critères de convergence pour ces méthodes d'affectation à l'équilibre :

- Delta qui représente le surcoût payé par l'utilisateur par rapport au coût le plus faible qui correspond au plus court chemin. Cet indicateur ne permet pas de juger de la stabilité de la convergence. Ainsi, trois autres indicateurs permettent de combler cette lacune.
- AAD qui représente le nombre de déplacements changés en une itération. Il permet notamment d'analyser la stabilité de la convergence, ainsi que RAAD qui représente le pourcentage de déplacements changés en une itération.
- FLOW qui indique le pourcentage de liens dont le volume évolue de plus 5 % entre deux itérations. Il permet aussi de savoir si la convergence est stable.

### **a. Affectation à l'équilibre**

On obtient le détail des valeurs des critères à chaque itération (voir ci-après) dans le rapport exécutif.

Affectation à l'équilibre

SUMMARY OF CONVERGENCE FOR LOOP Boucle

Iter	Delta	AAD	RAAD	%FLOW
1 :	16.30494 %	406.0830	0.2868290	46.06742 %
2 :	1.701262 %	175.3356	8.5191861E-02	37.64045 %
3 :	0.7813999 %	73.63383	3.7384375E-02	21.34831 %
4 :	0.5226570 %	26.06321	1.9835296E-02	6.179775 %
5 :	0.4267308 %	135.0668	6.9591254E-02	33.70787 %
6 :	0.7264738 %	34.29729	1.367683	10.11236 %
7 :	0.1747152 %	26.78672	1.4477924E-02	6.741573 %
8 :	0.1384820 %	6.049898	5.6950454E-03	1.123596 %
9 :	7.5944726E-02%	16.47964	1.1077964E-02	5.056180 %
10 :	7.4417731E-02%	3.186625	2.7131968E-03	1.123596 %
11 :	3.5708097E-02%	5.592792	3.4843156E-03	1.685393 %
12 :	4.4144681E-02%	2.947039	2.0151722E-03	0.5617978 %
13 :	3.4244477E-02%	2.007724	1.7187705E-03	0.5617978 %
14 :	3.5277973E-02%	11.84386	7.6980130E-03	2.247191 %
15 :	7.7847718E-02%	3.813190	2.9829110E-03	1.123596 %
16 :	2.3369900E-02%	3.584158	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
17 :	2.6896756E-02%	1.647739	1.3172793E-03	0.5617978 %
18 :	2.0743137E-02%	7.366982	4.8152050E-03	1.123596 %
19 :	5.4928439E-02%	2.667858	2.1049077E-03	1.123596 %
20 :	1.9028181E-02%	1.142474	8.5407118E-04	0.5617978 %
21 :	1.7507898E-02%	6.321840	4.0634822E-03	1.123596 %
22 :	4.4285249E-02%	2.056994	1.5935002E-03	1.123596 %
23 :	1.2792751E-02%	4.681719	2.8052682E-03	1.123596 %
24 :	3.8813230E-02%	1.545235	1.3263190E-03	1.123596 %
25 :	1.1965045E-02%	4.512032	2.9984637E-03	1.123596 %
26 :	4.4541146E-02%	1.761845	1.5358951E-03	1.123596 %
27 :	1.0288432E-02%	2.555782	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
28 :	1.6749154E-02%	0.7823606	6.9071241E-04	0.5617978 %
29 :	1.1988314E-02%	0.6248654	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
30 :	1.0764454E-02%	3.636348	2.4169637E-03	1.123596 %
31 :	2.9994086E-02%	1.340052	1.1165493E-03	0.5617978 %
32 :	1.0981011E-02%	3.803420	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
33 :	2.7968063E-02%	1.176355	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
34 :	8.3950981E-03%	0.4446268	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
35 :	9.3247563E-03%	1.344315	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
36 :	8.9887900E-03%	1.904333	0.0000000E+00	0.0000000E+00%
37 :	1.1619732E-02%	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00%

Avec delta fixé à 0.05 on a une convergence stable à partir de la 32<sup>ème</sup> itération. En effet, à partir de celle-ci, les coefficients RAAD et FLOW sont nuls. Cependant, il n'est pas nécessaire d'effectuer autant d'itérations. On remarque qu'à partir d'une quinzaine d'itérations, le delta est faible et relativement stable (de l'ordre de  $10^{-2}$ ), le RAAD est aussi faible (de l'ordre de  $10^{-3}$  jusqu'à s'annuler à partir de la 32<sup>ème</sup> itération), le FLOW est inférieur à 1(jusqu'à s'annuler à la 32<sup>ème</sup> itération) ce qui

nous semble correct, et enfin le AAD varie entre 1 et 7. Finalement, on opte pour les valeurs cibles suivantes :

- Delta=0.05
- AAD=7

### b. Affectation par les volumes moyens

De même que pour l'autre modèle, le rapport exécutif nous donne le détail des itérations effectuées par le programme :

```

Affectation par la méthode des volumes moyens
SUMMARY OF CONVERGENCE FOR LOOP Boucle

```

Iter	Delta	AAD	RAAD	%FLOW
1 :	16.30494 %	334.5723	0.2363188	44.94382 %
2 :	2.064661 %	87.07189	4.1273198E-02	32.58427 %
3 :	0.8149087 %	46.32359	2.4743873E-02	17.97753 %
4 :	0.4584451 %	34.11045	1.6705538E-02	8.426966 %
5 :	0.3041074 %	20.32947	1.0988509E-02	3.370787 %
6 :	0.2118819 %	15.10764	8.2113371E-03	2.247191 %
7 :	0.2322221 %	19.73720	1.6942677E-02	5.056180 %
8 :	0.2660949 %	11.88751	6.7400090E-03	2.247191 %
9 :	0.1893122 %	8.536498	4.9579414E-03	1.123596 %
10 :	0.1490382 %	10.38644	5.1124936E-03	1.123596 %
11 :	0.1268462 %	7.241233	4.3191809E-03	1.685393 %
12 :	0.1050673 %	7.981878	4.522327E-03	1.685393 %
13 :	9.8830188E-02 %	7.807908	6.0194869E-03	1.123596 %
14 :	0.1141612 %	6.802076	5.4528604E-03	1.123596 %
15 :	0.1100036 %	5.683523	3.1938295E-03	1.123596 %
16 :	9.5174932E-02 %	5.727559	2.8904368E-03	1.123596 %
17 :	8.3257463E-02 %	5.913742	3.3063479E-03	1.685393 %
18 :	7.4992340E-02 %	3.995996	2.4769103E-03	1.123596 %
19 :	6.4283574E-02 %	4.110132	0.0000000E+00	0.0000000E+00 %
20 :	6.7039165E-02 %	4.253728	3.4527622E-03	0.5617978 %
21 :	7.0163644E-02 %	4.099480	3.5026886E-03	0.5617978 %
22 :	6.9962500E-02 %	4.613137	0.0000000E+00	0.0000000E+00 %
23 :	6.2245529E-02 %	3.043834	0.0000000E+00	0.0000000E+00 %
24 :	5.6404193E-02 %	3.961554	0.0000000E+00	0.0000000E+00 %
25 :	5.0258350E-02 %	2.759292	0.0000000E+00	0.0000000E+00 %
26 :	4.8357801E-02 %	3.189812	2.6148231E-03	0.5617978 %

Avec cette méthode, le nombre d'itérations est inférieur à celui observé précédemment. On a une très bonne stabilité à partir de l'itération 19. En effet, on a alors le critère FLOW qui varie entre 0 et 0.5 et le critère RAAD qui varie entre 0 et 0.03. Ceci traduit une convergence très stable. Le delta varie d'ailleurs très peu, il reste de l'ordre de  $6 \cdot 10^{-2}$ . Enfin, le critère AAD oscille entre 3 et 4. Dans la

mesure où on peut obtenir un si bonne convergence avec un nombre d'itérations raisonnable, on choisit de garder les valeurs cibles suivantes :

- Delta=0.07
- AAD=4

**CONCLUSION :**

On a pu, avec ce travail, étudier les différents modèles d'affectation et comparer les résultats, ainsi que la qualité des méthodes, notamment grâce aux critères de convergence. Les méthodes qui prennent en compte la capacité nous semblent plus réalistes et donc plus utiles pour travailler sur les réseaux de transport. De plus, on arrive, avec les modèles d'affectation à l'équilibre, à des convergences satisfaisantes.