

Programme d'agglomération Lausanne-Morges

AFTPU

Fourniture d'indicateurs pour alimenter l'analyse multicritères en vue du choix de la variante pour la desserte nord

**Rapport final
par Jean-Pierre Leyvraz**

Juin 2010

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Le programme Emme | 3 |
| 3 | La demande 203x | 4 |
| 3.1 | La demande « tous modes » 203x | 4 |
| 3.2 | Sa répartition modale | 5 |
| 4 | Les variantes d'offre comparées | 5 |
| 4.1 | Les lignes codées par variante..... | 5 |
| 4.2 | Sites propres TC | 5 |
| 4.3 | Les effets sur le réseau routier..... | 6 |
| 5 | Les indicateurs fournis à partir d'Emme | 6 |
| 5.1 | Indicateurs globaux | 6 |
| 5.2 | Temps pour certains déplacements | 7 |
| 5.3 | Charges des lignes et du réseau routier | 7 |
| 6 | Conclusion..... | 8 |
| 7 | Bibliographie | 8 |

1 Introduction

Les études menées en 2006 et 2007 pour définir un réseau d'axes forts de transports publics urbains (AFTPU) dans l'agglomération Lausanne-Morges (cf. [3]) n'ont pas permis de trancher la question de la desserte du nord de Lausanne. Un complément d'étude a été demandé à ce sujet afin de comparer quelques variantes sur la base d'une analyse multicritères.

Certains critères envisagés portent sur les coûts ou la faisabilité des diverses variantes.

D'autres critères portent en revanche sur l'impact de la variante choisie tant pour les usagers que pour la société en général. Ces critères-là sont complexes à évaluer car ils font intervenir les interactions entre les réseaux routier et de transport public et les personnes qui les utilisent. Pour traiter de ces interactions, la région Lausanne-Morges dispose d'un modèle informatique, à savoir une banque de données associée au programme Emme de planification des transports. Ce programme permet, à partir de données sur la demande de transport et sur les réseaux à disposition, de simuler les déplacements effectués et d'en tirer des résultats quant aux temps de parcours, aux volumes de trafic routier ou aux charges des lignes.

L'EPFL a donc été mandatée pour simuler le fonctionnement des diverses variantes sur la base de la demande 203x¹ à l'heure de pointe du matin (7 à 8) afin d'en tirer les indicateurs demandés.

Pour ce faire, elle a reçu du Service de la Mobilité de l'Etat de Vaud les pronostics de population et d'emplois pour 203x, des *tl* la définition des lignes prévues dans les diverses variantes et du Service des Routes et de la Mobilité de la Commune de Lausanne la description des aménagements prévus pour le réseau routier. Elle en a tiré et a ensuite fourni les indicateurs demandés qu'elle a fournis au bureau CITEC chargé de l'analyse multicritères.

2 Le programme Emme

Ce programme de planification des transports a été développé par [INRO, Montréal](#) pour estimer à l'avance les effets de modifications dans des réseaux de transport ou dans la demande. Il permet donc de comparer des variantes entre elles ou par rapport à un état antérieur. Il se base sur une simulation des déplacements réalisés soit en transport en commun (TC), avec évidemment quelques recours à la marche à pied, soit en transport individuel motorisé (TIM)² et peut même être utilisé pour modéliser le choix entre ces 2 modes de transport.

Le périmètre de l'étude et ses environs sont découpés en zones et la demande est agrégée sous forme de matrice origine-destination (O-D) donnant pour chaque paire de zones le nombre de déplacements de la première à la seconde.

¹ L'année 203x est en fait une année fictive qui correspond à l'état dans lequel les projets d'extension des communes programmés pour 2020 hors zones stratégiques ou pour 2030 dans les zones stratégiques auront été réalisés.

² Voiture, moto, etc.

Le plan simplifié de la ville est modélisé par un graphe constitué de nœuds, appelés nœuds réguliers, et d'arcs, appelés liens réguliers. Aux nœuds réguliers s'ajoutent les centroïdes, nœuds fictifs représentant le territoire de toute une zone et aux liens réguliers s'ajoutent les connecteurs, liens fictifs raccordant un centroïde à un nœud régulier voisin ; un centroïde peut être raccordé à plusieurs nœuds réguliers. On peut ainsi représenter le trajet d'une personne de son origine à sa destination par une suite de liens commençant et finissant par un connecteur. Les liens sont dotés de divers attributs, dont leur longueur et la liste des modes d'utilisation permis (ouverts aux usagers des TIM, à ceux des TC et / ou aux piétons).

Pour modéliser les déplacements en TIM, on donne également le nombre de voies des tronçons, ainsi que des fonctions permettant, pour chaque catégorie de route, de calculer le temps de parcours en fonction du volume de trafic horaire. On indique également les mouvements permis ou interdits dans les carrefours complexes.

Pour les déplacements TC, on donne le tracé des lignes, qui circulent sur des liens réguliers ouverts aux TC, leurs arrêts devant forcément se trouver à des nœuds. Les temps de parcours inter-arrêts peuvent être donnés soit directement, soit indirectement par le biais de vitesses de parcours. On donne également la cadence de la ligne et on spécifie une vitesse de marche à pied pour les usagers des TC dans leurs trajets hors véhicule³.

En ce qui concerne la façon dont les usagers des TIM se rendent à leur destination, les hypothèses d'EMME/2 sont extrêmement simples : chaque conducteur prend l'itinéraire (ou l'un des itinéraires) qui minimisent la durée totale de son trajet.

Pour les usagers des TC, la situation est plus complexe pour 2 raisons. Premièrement, leur déplacement se compose d'opérations de nature différente (marche à pied, attente, accès à la ligne, trajet en véhicule) dont certaines sont plus mal ressenties que d'autres ; on pondère donc différemment le temps selon les opérations. Deuxièmement, comme on n'a donné que la cadence des lignes et non pas leur horaire, le choix comporte un élément aléatoire : deux usagers de même destination peuvent, au même arrêt, emprunter des lignes différentes (en général parallèles), ceci pour exprimer le fait qu'ils ne sont pas arrivés au même moment à l'arrêt et que donc la première ligne intéressante qui s'est présentée n'était pas forcément la même.

Ce programme est décrit de façon plus détaillée dans [1]. La brochure indique également les choix spécifiques aux applications lausannoises effectués dans la banque de données pour l'état 2005 (par exemple les fonctions pour définir les temps de parcours TIM ou les poids donnés aux temps des diverses opérations effectuées par les usagers des TC). Ces choix sont encore, dans les grandes lignes, ceux qui ont été effectués dans l'étude actuelle.

3 La demande 203x

Dans la présente étude, la détermination de la demande 203x a été effectuée selon un processus expliqué en détail dans [2], que l'on se contentera de résumer ici.

3.1 La demande « tous modes » 203x

³ En fait dans le cas de Lausanne, cette vitesse ne se base pas sur des longueurs réelles, mais sur des longueurs effort tenant compte des dénivellations.

Grosso modo, on est parti de la matrice de demande (TC+TIM) établie pour 2005 dans [1]. Connaissant les estimations des nombres d'habitants et d'emplois fournies par le service de la Mobilité de l'Etat de Vaud, tant pour 2005 que pour 203x, on a admis que les rapports entre nombre de déplacements commençant en une zone⁴ et population de la zone était le même en 203x qu'en 2005. On a fait une hypothèse analogue pour les rapports entre nombre de déplacements se terminant en une zone et nombre d'emplois dans la zone. Ces hypothèses ont permis, en utilisant la méthode dite de Furness ou Fratar, de constituer une matrice O-D (TC+TIM) pour l'heure de pointe du matin en 203x, indépendamment de la variante considérée.

3.2 Sa répartition modale

Quant à la répartition de cette demande entre TIM et TC, elle se fait variante par variante et paire O-D par paire O-D selon une fonction mentionnée en [2], basée sur la comparaison du temps de parcours en TIM et des temps des diverses opérations en cas d'utilisation des TC. Le résultat de cette répartition modale dépend donc de la variante considérée et ne peut être calculé qu'une fois la variante totalement définie.

4 Les variantes d'offre comparées

4.1 Les lignes codées par variante

On a pris en considération les variantes N1, N2, N5 et *m3* pour les comparer tant entre elles qu'avec une variante de référence sans axes forts, très proche de celle utilisée dans la précédente étude [3] sur les axes forts.

Les différences entre les 4 variantes d'axes forts portent principalement sur la façon dont ces axes desservent le nord de Lausanne, ainsi que sur quelques lignes de bus complémentaires à ces axes ou fortement liées à eux. Par conséquent, l'effort de codage a porté avant tout sur les axes forts eux-mêmes et les lignes proches de celles exploitées actuellement par les *tl*. On n'a pas fait d'effort pour mettre à jour les réseaux CFF et MBC qui ont donc été codés de la même façon que dans les études précédentes. On peut du reste imaginer qu'une actualisation de ces lignes n'aurait pas modifié significativement les termes de la comparaison entre les variantes étudiées.

La définition exacte de ces variantes a subi des modifications en cours d'étude. Mais pour savoir quelle « version » de chaque variante a été étudiée, on peut consulter l'annexe 1 qui donne la description et la cadence des lignes *tl* ou assimilables telles qu'elles ont été codées.

4.2 Sites propres TC

La ligne *m3* a été intégralement mise en site propre. Les lignes de tram ont aussi été dotées d'un site propre, mais moins performant. D'autres sites propres ont également été codés entre Prélaz-les-Roses et St-François, entre Bré et Montétan, entre Béthusy et Pont de Chailly, entre Pully Clergère et Lutry, ainsi qu'entre Tunnel et Bellevaux, même en dehors des variantes N1 et N2. Ces sites propres ne concernent pas la variante de référence sans axes forts.

⁴ Ou d'un regroupement de zones selon le cas

Les vitesses de parcours suivantes ont été admises sur ces sites propres :

- 21 km/h pour le *m3*
- 18 km/h pour les trams en surface (sauf place de l'Europe-Marronniers à 15 km/h)
- 17 km/h pour les trams souterrains
- 15 km/h pour les tronçons bus aménagés en site propre.

Une ligne de bus empruntant un tronçon parcouru par un tram (par exemple entre Galicien et Prélaz-les-Roses) bénéficie des mêmes conditions que celui-ci.

En dehors des sites propres mentionnés ci-dessus, on a utilisé pour chaque ligne les temps à l'horaire de lignes effectuant actuellement le même parcours, ou sinon des temps construits par analogie⁵.

Pour mieux visualiser tous ces sites propres, on peut consulter l'annexe 2.

4.3 Les effets sur le réseau routier

Les variantes avec axes forts impliquent également des effets sur le réseau routier afin de dégager l'espace nécessaire aux TC. Dans ces 4 variantes, le trafic de transit est interdit sur la rue des Terreaux, la place Bel-Air et le Grand-Pont, ainsi que sur la rue de Genève entre la rue de la Vigie et le giratoire de la place de l'Europe. Le tourner-à-gauche du pont Chauderon sur l'avenue Jules Gonin l'est aussi. En compensation une trémie est créée depuis la rue de la Vigie aux alentours de la station du *m1* jusqu'à l'intersection des avenues Jules Gonin et Jean-Jacques Mercier.

De plus, partout ailleurs où figure un des sites propres définis plus haut, la capacité du réseau routier correspondant est diminuée de moitié et la fonction de la route est également dégradée d'un cran, une route principale étant alors censée se comporter comme une route secondaire et une route secondaire comme une route de desserte.

5 Les indicateurs fournis à partir d'Emme

5.1 Indicateurs globaux

On désirait connaître pour chaque variante le temps total de déplacement (marche et attente comprises) de tous les usagers des TC. Toutefois, formulé tel quel, ce critère pouvait porter à ambiguïté : si ce temps total est faible pour une variante, est-ce un point négatif, signifiant que les personnes sont peu nombreuses à choisir les transports publics ou un point positif, indiquant que ceux-ci leur permettent d'arriver rapidement à leur destination ?

Le premier élément était facile à isoler. Il suffisait d'appliquer la fonction de répartition modale définie en [2] et de compter le nombre de déplacements TC obtenus. Il faut noter que cet indicateur ne tient pas seulement compte des conditions de déplacement en TC, mais aussi de celles en TIM, qui peuvent être péjorées par l'introduction des sites propres.

⁵ Même pour des lignes comme le LEB ou les métros, on a pris les temps à l'horaire plutôt que des estimations de vitesse, ces temps à l'horaire incluant déjà le fait que ces lignes sont en site propre.

Pour isoler le second élément, il faut appliquer le calcul du temps de parcours total au même ensemble de personnes, quelle que soit la variante. C'est ce qui a été fait : on a chaque fois considéré l'ensemble de la demande (TC + TIM) 203x, en faisant donc comme si ces personnes utilisaient toutes les TC.

Les valeurs de ces 2 indicateurs globaux pour chaque variante sont données dans l'annexe 3.

5.2 Temps pour certains déplacements

En plus du temps total de déplacement en TC, toutes personnes confondues, on demandait également les temps de parcours TC pour 30 trajets particuliers (par exemple le trajet de l'arrêt Flon à l'arrêt Casernes), comparés d'une variante à l'autre. On demandait également le nombre de personnes concernées par chacun de ces 30 trajets afin de pondérer l'importance relative des informations obtenues.

L'objectif a dû être reformulé autrement. En effet personne ne se rend d'un arrêt à un autre arrêt. Les gens se rendent d'une zone origine à une zone destination. Si l'on change le réseau, ils vont continuer à se rendre de la même origine à la même destination, mais ne vont plus forcément monter au même arrêt initial ou descendre au même arrêt final. Par conséquent, au lieu de traiter le trajet de l'arrêt Flon à l'arrêt Casernes, on a décidé de traiter le déplacement de la zone 21011 contenant le Flon à la zone 21503 contenant les Casernes. Ce changement présente l'avantage d'inclure également les temps de marche et d'attente, souvent plus déterminants pour l'usager que le temps en véhicule.

Il était demandé de traiter 6 origines (Flon, St-François, Bessières supérieur, Bessières inférieur, Gare et Chauderon) et 5 destinations (Blécherette, Casernes, Beaulieu, Pontaise et Borde). L'annexe graphique 5 montre les zones choisies pour représenter chacune de ces origines ou destinations, avec pour chaque zone le centroïde, autrement dit le point considéré comme représentatif de la zone. Quant à l'annexe 4, elle donne pour chacune de ces 30 paires O-D le temps de déplacement d'une personne selon la variante.

Quant à obtenir le nombre de personnes concernées par exemple par les conditions du déplacement Flon-Casernes afin de donner un poids à cette information, c'est une opération à laquelle on a renoncé. En effet, ce nombre est de toute façon beaucoup plus élevé que celui des seules personnes se rendant de la zone 21011 à la zone 21503, mais il diffère selon les variantes et sa définition serait assez floue.

5.3 Charges des lignes et du réseau routier

On demandait également les charges des lignes, notamment des axes forts, afin de juger par exemple si telle variante allait alléger la charge du m^2 ou au contraire l'aggraver. Les informations, qui découlent directement de l'affectation de la matrice TC 203x sur le réseau TC, sont données sous forme de diagrammes de charge dans l'annexe 8. Les éléments clés (nombre de passagers sur les axes forts et nombre de voyageurs présents sur le tronçon le plus chargé) sont donnés dans l'annexe 7.

On désirait également avoir une idée du trafic automobile sur l'axe Flon-Tunnel-Borde-Casernes. Cette information est fournie dans l'annexe 9 sous forme d'un diagramme de charges routières, obtenu à partir d'une affectation de la matrice TIM 203x sur le réseau routier.

6 Conclusion

L'étude de l'EPFL a fourni en premier lieu un codage des variantes $m3$, N1, N2 et N5 ainsi que de la variante de référence sans axes forts. La banque de données contenant ce codage est à disposition des propriétaires des données Emme sur l'agglomération Lausanne-Morges (Commune de Lausanne, Service de la Mobilité et Service des Routes de l'Etat de Vaud, *tl* et Lausanne Région).

En second lieu l'EPFL a extrait de cette banque de données des indicateurs en vue de la comparaison des variantes. Elle a effectué avec succès des pointages visant à vérifier la vraisemblance des valeurs obtenues et surtout de leurs différences d'une variante à l'autre. Ces résultats ont été transmis à CITEC en vue de l'analyse multicritères des variantes. La transmission a été accompagnée d'explications sur la signification de ces valeurs et d'une discussion sur l'interprétation des résultats obtenus.

7 Bibliographie

- [1] Leyvraz, J., Mattenberger, P., and Robert-Grandpierre, A. (2006), [Mise à jour majeure de la modélisation EMME2 de l'agglomération Lausanne-Morges.](#)
- [2] Bierlaire, M., Leyvraz, J., Paulus, P., and Robin, T. (2007). [Montage d'une matrice multimodale 2020 avec le modèle EMME/2 de l'agglomération Lausanne-Morges](#)
- [3] [Projet d'agglomération Lausanne-Morges \(PALM\), Pour un développement équilibré à l'horizon 2020, Rapport final](#), décembre 2007