

152

**PR8.4**

**Qué**

Construction de l'axe McConnell-Laramée  
entre l'autoroute 50  
et le chemin de la Montagne  
Hull

6211-06-0a1

**Ministère  
des Transports**

**AXE McCONNELL - LARAMÉE  
CONTRAT N° 6600-72-GA01**

**Étude de faisabilité de carrefours giratoires**

**Rapport final**


15 juin 2000



**Beauchemin - Beaton - Lapointe Inc.**

DOCUMENT : Rapport d'étude final  
DESCRIPTION : Rapport d'étude de faisabilité de carrefours giratoires sur l'axe  
McConnell-Laramée  
PROJET : MTQ 111570  
DATE : 15 juin 2000  
CODIFICATION : MTQ-111570-10260-RE-001, Rév. 03

---

PRÉPARÉ PAR :  10.06.2000  
Jordan Belovski, ingénieur

AVEC LA COLLABORATION DE : Jean Hamaoui, ingénieur  
Robert McNeil, technicien senior  
Sylvie Corbeil, économiste  
Johanne Rivest, ingénieure  
Marc Lafortune, ingénieur  
Richard Roulx, ingénieur stagiaire  
Georges Jacquemart, ingénieur (BFJ)

VÉRIFIÉ PAR :  19-06-2000  
Jean Hamaoui, ingénieur

APPROUVÉ PAR :  7/16/00  
Johanne Rivest, ingénieure

---

DISTRIBUTION :

Normand Chevalier, MTQ	25 copies
- Ministère de l'Environnement du Québec	15 copies
- Transports Canada	6 copies
- Ministère des Transports du Québec	4 copies
Paul Sanscartier, BBL	1 copie
Georges Jacquemart, BFJ	1 copie
Équipe de travail, BBL	2 copies
Dossier	1 original et 1 copie

Table des matières

	INTRODUCTION .....	1
1.0	CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	2
1.1	CONTEXTE .....	2
1.2	OBJECTIFS .....	2
1.3	LIMITES DE LA PRÉSENTE ÉTUDE.....	2
2.0	CIRCULATION .....	3
2.1	MÉTHODOLOGIE.....	3
	2.1.1 Débits de circulation.....	3
	2.1.2 Optimisation de l'option avec carrefours giratoires .....	3
	2.1.3 Optimisation de l'option avec feux de circulation .....	4
	2.1.4 Comparaison des deux options .....	4
2.2	HYPOTHÈSES .....	5
2.3	ANALYSE.....	8
	2.3.1 Débits de circulation.....	8
	2.3.2 Optimisation du concept des carrefours giratoires.....	8
	2.3.3 Optimisation de l'option avec feux de circulation .....	15
	2.3.4 Comparaison entre les options : carrefours giratoires et feux de circulation.....	15
	2.3.5 Camionnage.....	20
2.4	SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE LA CIRCULATION .....	20
3.0	SÉCURITÉ DES USAGERS .....	22
3.1	AUTOMOBILISTES .....	22
3.2	PIÉTONS.....	24
	3.2.1 Handicapés physiques et visuels.....	28
3.3	CYCLISTES.....	29
3.4	DISTANCE DE VISIBILITÉ .....	30
4.0	CONCEPTS GÉOMÉTRIQUES .....	33
5.0	CRITÈRES DE JUSTIFICATION DES CARREFOURS GIRATOIRES .....	36
5.1	ÉVALUATION DES CRITÈRES DE JUSTIFICATION .....	36
5.2	AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES CARREFOURS GIRATOIRES .....	40
6.0	ANALYSE AVANTAGES/COÛTS DES OPTIONS GIRATOIRES ET FEUX DE CIRCULATION .....	42
6.1	MÉTHODOLOGIE.....	42
	6.1.1 Analyse avantages/coûts .....	42
	6.1.2 Paramètres de base.....	42
6.2	LES COÛTS DES OPTIONS .....	42
	6.2.1 Le coût en capital.....	42
	6.2.2 Coûts d'entretien .....	43
6.3	LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES DES OPTIONS .....	43
	6.3.1 Les gains de temps.....	43
	6.3.2 Les gains de sécurité pour les usagers de la route.....	44
	6.3.3 Sécurité des piétons.....	45
	6.3.4 Consommation de carburant .....	45
6.4	RÉSULTATS DE L'ANALYSE AVANTAGES/COÛTS .....	45
7.0	CRITÈRES DE COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION .....	46
7.1	MÉTHODOLOGIE.....	46
7.2	ÉVALUATION DES CRITÈRES .....	47
	7.2.1 Capacité.....	48
	7.2.2 Sécurité des usagers .....	51
	7.2.3 Perception.....	52
	7.2.4 Environnement.....	53
	7.2.5 Aménagement.....	54
	7.2.6 Coûts de construction et d'entretien .....	55
7.3	RÉSULTATS DE L'ANALYSE COMPARATIVE .....	56
8.0	COMMENTAIRES D'UN EXPERT EXTERNE.....	57
9.0	CONCLUSION.....	60

Liste des tableaux

---

2.1	ANALYSE DE LA GÉOMÉTRIE EN FONCTION DES DÉBITS DE CIRCULATION.....	12
2.2	ANALYSE DE LA GÉOMÉTRIE EN FONCTION DES DÉBITS DE CIRCULATION.....	13
2.3	COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION.....	14
3.1.1	NOMBRE D'ACCIDENTS MOYEN ANNUEL.....	23
3.2.1	TAUX D'ACCIDENTS AVEC PIÉTONS EN ANGLETERRE.....	24
3.2.2	NOMBRE DE PIÉTONS/HEURE TRAVERSANT L'AXE McCONNELL - LARAMÉE.....	26
3.4.1	DISTANCE DE VISIBILITÉ D'ARRÊT PAR RAPPORT AUX VITESSES DE CIRCULATION.....	30
5.1.1	ÉVALUATION DES CRITÈRES DE JUSTIFICATION D'UN CARREFOUR GIRATOIRE.....	37
6.3.2.1	NOMBRE D'ACCIDENTS MOYEN ANNUEL.....	44
6.3.2.2	COÛTS DES ACCIDENTS MOYENS ANNUELS.....	44
7.2.1	ÉVALUATION DES CRITÈRES DE COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION.....	47

Liste des figures

---

2.1	DÉBITS DE CIRCULATION (4 % VÉHICULES LOURDS) - HEURE DE POINTE DU MATIN (AM).....	6
2.2	DÉBITS DE CIRCULATION (4 % VÉHICULES LOURDS) - HEURE DE POINTE DU SOIR (PM).....	7
2.3	CODIFICATION DES NŒUDS DU RÉSEAU TSIS POUR L'OPTION AVEC FEUX DE CIRCULATION..	18
2.4	CODIFICATION DES NŒUDS DU RÉSEAU TSIS POUR L'OPTION AVEC CARREFOURS GIRATOIRES.....	19
3.1	POINTS DE CONFLIT AUX CARREFOURS GIRATOIRES ET FEUX DE CIRCULATION.....	22
3.2	DISTANCE DE VISIBILITÉ D'ARRÊT À L'APPROCHE EST DU CARREFOUR SAINT-JOSEPH.....	32
4.1	CONCEPT GÉOMÉTRIQUE D'IMPLANTATION DES CARREFOURS GIRATOIRES.....	34
4.2	CONCEPT GÉOMÉTRIQUE D'IMPLANTATION DES INTERSECTIONS AVEC FEUX DE CIRCULATION.....	35

Liste des annexes

---

A	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CIRCULATION DU LOGICIEL SIDRA
B	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE CIRCULATION DU LOGICIEL TSIS
C	BIBLIOGRAPHIE

## INTRODUCTION

La présente étude constituait lors de son édition préliminaire en janvier 2000, la première activité de l'avant-projet définitif du prolongement de l'axe McConnell-Laramée, tel que décrit au programme de travail déposé en juillet 1999 et révisé en novembre 1999. Le ministère des Transports du Québec a demandé cette analyse afin d'évaluer, dans un premier temps, la faisabilité d'aménager des carrefours giratoires sur l'axe McConnell-Laramée, dans le secteur urbain situé entre l'autoroute 50 et le chemin du Lac-des-Fées. Les intersections ciblées sont celles au croisement du boulevard Saint-Joseph, de la rue Demontigny et de la rue Labelle. Le cas échéant, l'analyse visait à évaluer si l'option des carrefours giratoires était préférable à celle des carrefours avec feux de circulation.

Aujourd'hui, l'édition finale du présent rapport d'étude représente la mise à jour de certains éléments du concept en fonction de l'évolution du projet et des commentaires recueillis à la rencontre publique tenue le 15 mai 2000. Les ajustements touchent principalement l'établissement du nombre de voies requises à l'horizon 2011, ainsi que le renforcement des mesures de sécurité pour les piétons.

Après une brève mise en contexte, une description des objectifs et des limites de la présente étude, le document fait état successivement des éléments suivants :

- l'analyse de la circulation permettant d'évaluer la capacité des giratoires et d'élaborer les concepts géométriques;
- l'analyse de la sécurité des usagers incluant celle des piétons et des cyclistes;
- les concepts géométriques préliminaires d'aménagement;
- les critères d'évaluation et de justification des giratoires;
- la comparaison des critères de sélection entre l'option des giratoires et celle des feux de circulation;
- l'analyse économique des options retenues;
- l'avis d'un expert externe en aménagement de carrefours giratoires;
- les conclusions et recommandations.

Monsieur Georges Jacquemart, PE, AICP, de la firme de consultants BFJ inc. de l'état de New York, connu pour sa grande expérience dans l'aménagement de carrefours giratoires, a fourni son appui dans la réalisation de la présente étude (édition préliminaire de janvier 2000). Une section faisant état de ses commentaires y est présentée.

1.0 **CONTEXTE ET OBJECTIFS**  
1.1 **CONTEXTE**

L'axe McConnell-Laramée représente un lien routier important dans l'axe est-ouest de la région de l'Outaouais. Le tronçon à l'étude, d'une longueur d'environ un kilomètre, a fait l'objet de plusieurs études et de différents concepts. L'option d'autoroute encaissée a été retenue durant de nombreuses années, mais l'analyse de la valeur<sup>1</sup>, effectuée à l'hiver 1998-1999 par le ministère des Transports du Québec, a mené ce dernier à conclure qu'un boulevard urbain en surface peut répondre aux besoins à moyen terme (2011). Un boulevard urbain paysager sera donc aménagé dans le secteur urbain de l'axe McConnell-Laramée.

Considérant un tel concept routier, le Ministère voit dans les carrefours giratoires un moyen de mettre en valeur cet axe important de la ville de Hull.

1.2 **OBJECTIFS**

Les objectifs de la présente étude sont les suivants :

- vérifier si l'aménagement de carrefours giratoires, dans l'axe à l'étude, répond aux critères d'implantation reconnus;
- établir un concept géométrique préliminaire de façon à vérifier l'adéquation de l'emprise actuelle pour ce type d'aménagement;
- identifier les avantages et inconvénients des carrefours giratoires par rapport à des carrefours conventionnels;
- dresser les conclusions et les recommandations, afin de permettre au Ministère de faire un choix quant au type de carrefours à planter.

1.3 **LIMITES DE LA PRÉSENTE ÉTUDE**

Le but de la présente étude est de vérifier la faisabilité d'aménager des carrefours giratoires et non de faire un concept détaillé de ceux-ci : les éléments de signalisation, de marquage, d'éclairage et d'aménagement paysager n'y sont donc pas traités.

Les aménagements proposés dans le présent rapport sont préliminaires et peuvent être sujets à certaines modifications lors de l'étape de conception détaillée. Les concepts resteront cependant les mêmes.

---

<sup>1</sup> Voir annexe D, no 9.  
BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC. / MTQ 111570-10260-RE-001, Rév. 03  
15 juin 2000

2.0 **CIRCULATION**  
2.1 **MÉTHODOLOGIE**  
2.1.1 **Débits de circulation**

L'analyse est faite pour les périodes de pointe du matin et du soir d'un jour ouvrable, prévues à l'horizon 2011. Les débits de circulation sont tirés de l'étude de circulation menée par BBL et Roche-Deluc<sup>2</sup> en avril 1999 et des comptages sur l'ensemble du territoire à l'étude, effectués au mois de novembre 1999 (voir figures 2.1 et 2.2).

Les données de circulation pour les intersections Demontigny et Labelle sont basées sur les comptages réalisés en novembre 1999 et réaffectés pour tenir compte du raccordement de l'axe McConnell-Laramée. Ces derniers sont ensuite factorisés afin de refléter les prévisions de circulation pour un horizon de dix ans (2011) tel que prévu dans l'étude BBL / Roche-Deluc. Cela nous permet d'analyser et de simuler intégralement le trafic sur l'ensemble du tronçon à l'étude.

2.1.2 **Optimisation de l'option avec carrefours giratoires**

Dans le cadre de l'élaboration du concept d'aménagement du lien avec carrefours giratoires nous procédons, dans un premier temps, à l'optimisation des dimensions des carrefours Laramée / Saint-Joseph et Saint-Joseph / Montcalm, afin d'en évaluer les niveaux de service. Il a été convenu d'intégrer le carrefour Saint-Joseph / Montcalm à l'analyse, car la simulation effectuée à l'aide du logiciel TSIS démontre qu'avec un concept de feux de circulation à cet endroit, des files d'attente de l'ordre de 8 à 9 véhicules se forment aux heures de pointe en direction sud. Compte tenu de la courte distance (35 m) entre les intersections Laramée / Saint-Joseph et Saint-Joseph / Montcalm, ces files d'attente peuvent condamner à elles seules l'aménagement du carrefour giratoire à Laramée / Saint-Joseph.

Nous concevons par la suite une géométrie en fonction des débits provenant de l'étude de circulation menée par BBL et Roche-Deluc<sup>3</sup> en avril 1999 et des comptages effectués en novembre 1999 sur l'ensemble du territoire à l'étude. Dans le but d'optimiser cette géométrie, une analyse de capacité est effectuée pour le carrefour Laramée/Saint-Joseph, à l'aide du logiciel SIDRA, pour différents rayons de l'anneau. Une fois le rayon choisi, il est appliqué aux carrefours giratoires à Demontigny et Labelle, afin de pouvoir vérifier leur capacité. Contrairement aux intersections avec feux de circulation, la capacité d'ensemble d'un carrefour giratoire ne représente pas, au niveau des logiciels,

---

<sup>2</sup> Voir annexe D, no 10.

<sup>3</sup> Voir annexe D, no 10.

un seul paramètre caractéristique. Considérant la priorité à l'anneau, le giratoire est donc comparé à une succession de carrefours en «T». Ainsi, pour vérifier s'il répond à la demande de trafic, nous devons évaluer la capacité de chaque approche séparément. L'expérience démontre que la capacité d'un giratoire n'est pas facile à évaluer, étant donné le nombre élevé de paramètres non quantifiables, tels que :

- les habitudes locales des usagers;
- l'arrivée ou non des véhicules en peloton;
- le comportement différent durant les jours ouvrables et la fin de semaine.

### 2.1.3 Optimisation de l'option avec feux de circulation

Dans l'étude de circulation BBL / Roche-Deluc, une optimisation opérationnelle du réseau dans l'axe McConnell-Laramée a également été effectuée afin de valider la faisabilité de l'intersection Laramée / Saint-Joseph avec feux de circulation. Cette étude comprenait l'optimisation de la géométrie ainsi que celle du phasage et du minutage de l'intersection. Notre étude vise, à priori, l'optimisation du concept avec feux de circulation, dans sa totalité.

Dans un premier temps, nous développons un phasage et nous optimisons le minutage ainsi que la synchronisation des feux, incluant le carrefour de la bretelle «C» de l'autoroute 50 et ceux de Demontigny, Labelle et Montcalm. Les calculs sont effectués à l'aide du logiciel d'optimisation TRANSYT-7F. Les résultats servent de base pour une analyse globale du tracé à l'étude de type microsimulation avec des feux synchronisés.

### 2.1.4 Comparaison des deux options

La séquence des trois carrefours giratoires sur l'axe McConnell-Laramée est comparée à celle des intersections avec feux de circulation, à l'aide des indicateurs de performance des logiciels utilisés.

Une simulation effectuée pour chacun des deux concepts d'aménagement, à l'aide du logiciel TSIS, nous permet d'évaluer adéquatement la capacité, la fluidité et les pertes de temps attribuables à la congestion. Les deux simulations nous donnent également une appréciation dynamique de l'écoulement de la circulation sur le réseau routier.

## 2.2 HYPOTHÈSES

L'évaluation porte sur un seul type d'aménagement giratoire, analysé avec différentes largeurs d'entrée et différents rayons pour l'îlot central.

Un facteur d'heure de pointe de 1,0 a été utilisé pour comparer les résultats avec ceux de l'intersection avec feux de circulation, ayant exactement les mêmes débits.

Une analyse avec un facteur d'heure de pointe moyen de 0,90 a aussi été considérée afin d'identifier les problèmes qui peuvent apparaître pour une période de temps de 15 minutes durant l'heure de pointe. Ce facteur nous permet aussi d'obtenir des résultats plus proches de ceux calculés par le logiciel TSIS, qui se base sur la présence de créneaux aléatoires entre les véhicules, afin de simuler la réalité.

Le degré de saturation des voies d'entrée utilisé est de 0,85. Ce degré est recommandé par le concepteur du logiciel car il s'avère être le plus représentatif pour ce type d'aménagement.

Considérant que la distance entre les intersections Saint-Joseph / Montcalm et Laramée / Saint-Joseph est très courte, les files d'attente sur Saint-Joseph, en direction nord et en direction sud font partie des critères d'évaluation.

La distance de 300 mètres entre l'intersection à Saint-Joseph et la bretelle «C» sur McConnell-Laramée n'influence pas la capacité du carrefour giratoire prévue à Saint-Joseph, mais a un impact sur la fluidité.

La présente analyse comprend un taux de camionnage de 5% pour les deux options.

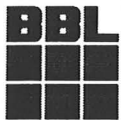
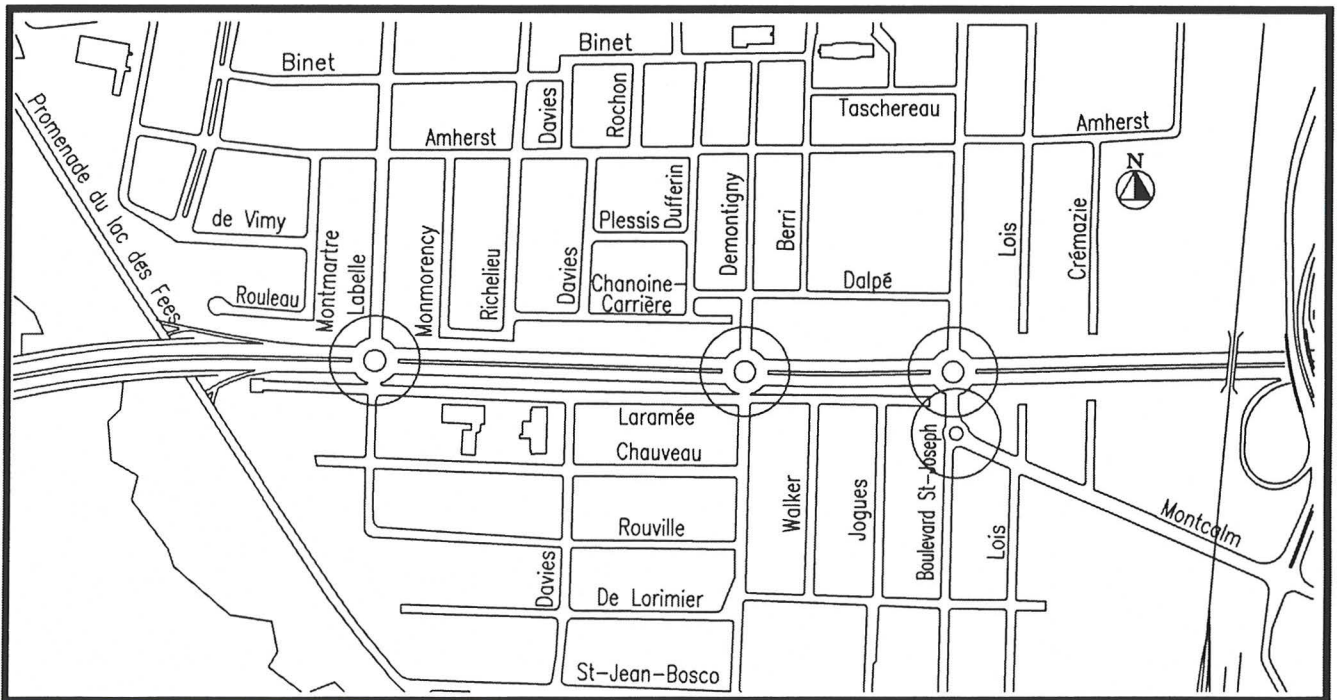
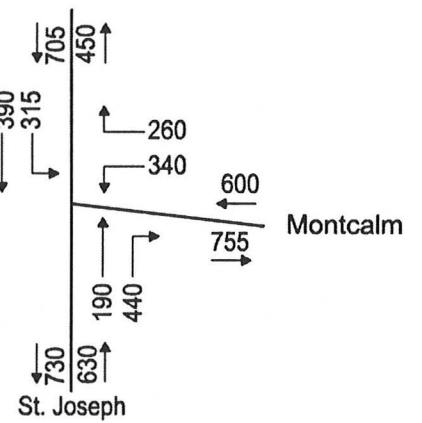
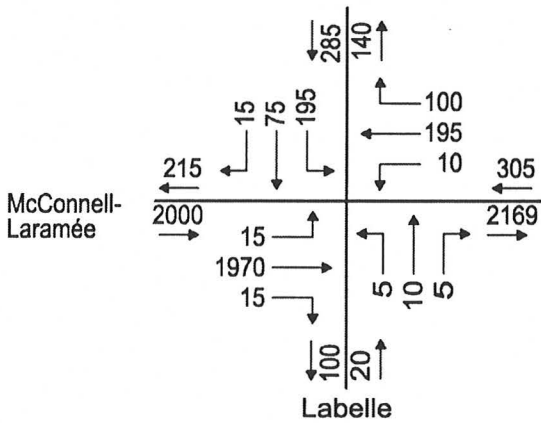
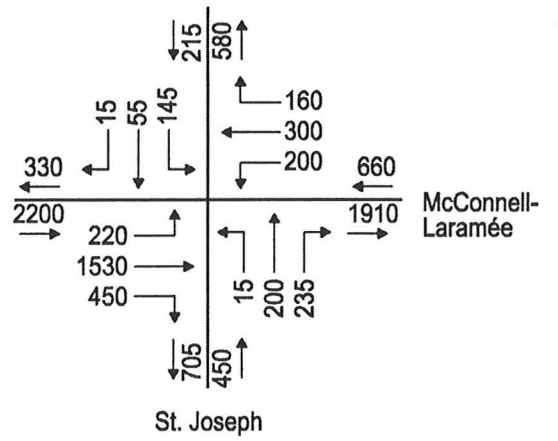
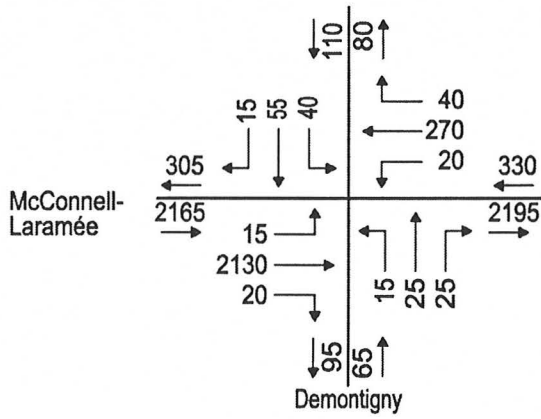
L'hypothèse de cinq autobus à l'heure est posée pour l'horizon 2011. Les arrêts sont prévus à l'ouest des carrefours Saint-Joseph et Demontigny ainsi qu'à l'est du carrefour Labelle pour les deux options (giratoires et feux de circulation).

Dans l'établissement des temps d'attente aux heures de pointe, il est considéré que les feux pour piétons seront actionnés à une fréquence de 2 minutes pour une durée de 14 secondes dont 10 secondes de traversée, signal « Marchez », et 4 secondes de feu jaune<sup>4</sup>.

Afin d'assurer la meilleure continuité conceptuelle possible sur l'axe routier tels que l'aménagement, la perception, la fluidité, etc., il a été convenu que la présente étude ne prévoit pas l'analyse d'options intermédiaires entre les deux concepts soit, une alternance de feux de circulation et de carrefours giratoires.

---

<sup>4</sup> Le cycle total est de 138 secondes. 120 secondes de feu vert pour la circulation automobile, 4 secondes de feu jaune, 10 secondes pour le feu piétons et 4 secondes de feu jaune.  
BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC. / MTQ 111570-10260-RE-001, Rév. 03  
15 juin 2000

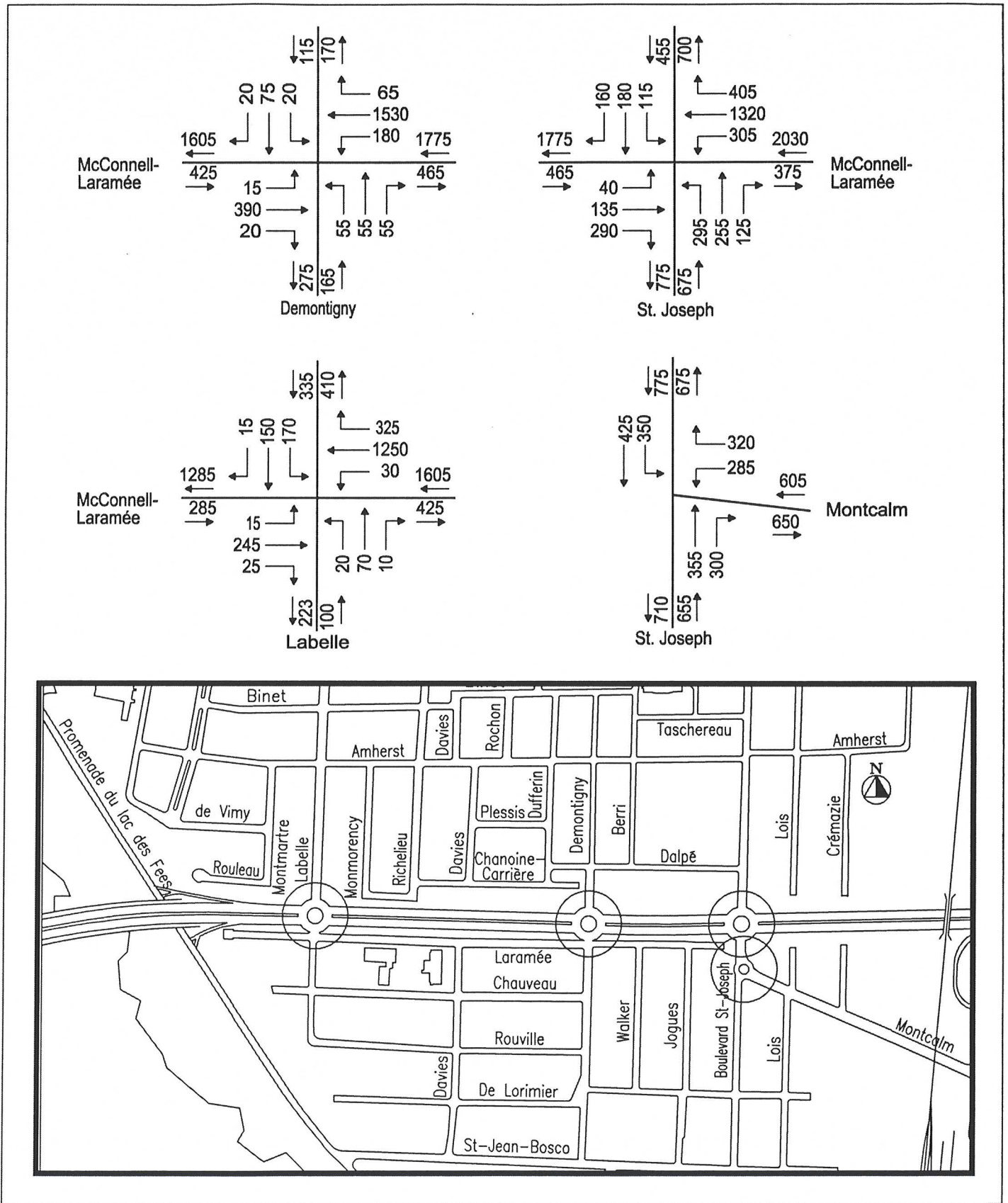


**AXE McCONNELL - LARAMÉE**  
**SECTEUR URBAIN**

Étude de faisabilité de carrefours giratoires - Horizon 2011

Débits de circulation (4% de véhicules lourds) - Heure de pointe du matin (AM)

Figure 2-1



**BBL**  
**AXE McCONNELL - LARAMÉE**  
**SECTEUR URBAIN**  
 Étude de faisabilité de carrefours giratoires - Horizon 2011  
 Débits de circulation (4% de véhicules lourds) - Heure de pointe du soir (PM) Figure 2-2

## 2.3 ANALYSE

### 2.3.1 Débits de circulation

Les figures 2.1 et 2.2 illustrent respectivement les débits de circulation prévus pour l'heure de pointe du matin et du soir sur le tracé à l'étude pour l'horizon 2011. On note la pendularité de la circulation sur l'axe principal, vers l'est le matin et en direction inverse le soir. Soutenons que les débits ont été rebalancés pour inclure le camionnage sur le boulevard projeté.

Le boulevard Saint-Joseph étant une artère très achalandée, on s'aperçoit que ses volumes sont nettement supérieurs à ceux des deux autres rues parallèles, soit Demontigny et Labelle.

### 2.3.2 Optimisation du concept des carrefours giratoires

Dans un premier temps, on procède à l'optimisation du carrefour giratoire proposé à l'intersection des boulevards McConnell-Laramée et Saint-Joseph. Le type de giratoire analysé possède un rayon intérieur (rayon de l'îlot central) de 12 mètres et un rayon extérieur variable. Le rayon de l'îlot central est dicté en grande partie par les largeurs de l'anneau et des entrées et par le besoin de maintenir une déflexion adéquate à travers le giratoire.

Un rayon de 12 mètres est le minimum acceptable pour un carrefour giratoire de l'importance des carrefours de l'axe McConnell-Laramée. Une bande franchissable de 4,5 mètres de large comprise à l'intérieur de ces 12 mètres est prévue pour permettre le camionnage sur le boulevard.

L'évaluation de l'axe principal porte sur des options ayant deux et trois voies par approche en direction est-ouest et respectivement deux et trois voies dans l'anneau. D'autres options avec des rayons de 15 mètres et de 20 mètres ont également été analysées, mais comme l'amélioration sur la capacité n'est pas significative, ces options n'ont pas été retenues (voir annexe A, figures 9 à 16 pour l'heure de pointe du matin et 9' à 16' pour l'heure de pointe du soir). Afin d'augmenter la capacité des giratoires, nous avons également analysé des options avec des évasions aux entrées. Une synthèse des cinq options les plus intéressantes est présentée au tableau 2.1. Ce tableau présente les résultats des analyses de capacité des giratoires, menées avec le logiciel SIDRA, en comparaison avec l'intersection avec feux de circulation (option 1), analysée à l'aide du logiciel TSIS. Il est à noter qu'on s'est servi de deux différents logiciels afin de tirer le maximum de précision en utilisant leurs points forts : SIDRA possède un module distinct pour les giratoires qui n'existe pas dans TSIS mais analyse les carrefours (feux et giratoires) individuellement, tandis que TSIS peut simuler une chaîne d'intersections synchronisées, ce qui permet d'évaluer leur capacité en utilisant une certaine bande verte. Dû aux différences des niveaux de service calculés par le logiciel SIDRA et ceux déterminés d'après la méthode

du «Highway Capacity Manual», une ligne illustrant les niveaux de service des carrefours giratoires d'après la méthode HCM a également été ajoutée au tableau synthèse pour fins de comparaison. Le tableau présenté ci-dessous démontre les plages des délais pour chaque niveau de service en fonction de la méthode utilisée.

### NIVEAUX DE SERVICE

Niveau de service	Délai (secondes/véhicule HCM)	Délai (secondes/véhicule SIDRA)
A	≤ 5,0	≤ 6,5
B	> 5,0 et ≤ 15,0	> 6,5 et ≤ 19,5
C	> 15,0 et ≤ 25,0	> 19,5 et ≤ 32,5
D	> 25,0 et ≤ 40,0	> 32,5 et ≤ 52,0
E	> 40,0 et ≤ 60,0	> 52,0 et ≤ 78,0
F	> 60,0	> 78,0

En comparant les résultats présentés au tableau 2.1, nous pouvons facilement constater qu'avec deux voies par direction et deux voies dans l'anneau (options 2, 3 et 4), il existe toujours au moins une approche avec un niveau de service «F». Ceci s'explique par l'écart élevé entre les débits des différentes entrées du giratoire. On note également une différence significative des délais entre les options 2 et 3 (57,3 s/véh. vs 176,1 s/véh. le matin et 61,8 s/véh. vs 133,6 s/véh. le soir). Ces différences proviennent du facteur heure de pointe. Cela signifie que les débits à cet endroit sont à la limite pratique de la capacité d'un giratoire et qu'une légère augmentation peut causer des embouteillages à certaines approches. Pour cette raison, à part l'option 2, seules les options avec un facteur d'heure de pointe de 0.90 sont présentées au tableau 2.1.

L'option 4 représente une variante améliorée de l'option 3 (des évasions sont prévues pour les directions est et ouest). On remarque que les délais sur Saint-Joseph sont encore plus prononcés, ce qui s'explique par le fait qu'avec les évasions sur le boulevard Laramée, les créneaux disponibles pour les approches secondaires ont considérablement diminué. Des options avec des évasions sur toutes les directions ont également été simulées, mais les résultats démontrent qu'il n'y a pas d'augmentation de capacité significative et que la rue Montcalm demeure toujours bloquée.

L'option 5 est une option à deux voies par direction aux approches, des évasions aux quatre approches et trois voies dans l'anneau pour une largeur totale de 14 mètres. Dans ce cas, le niveau de service atteint est «C». On peut constater que le matin, l'intersection à Montcalm n'est plus bloquée et que le soir, le délai sur Saint-Joseph en direction sud est de l'ordre de 29 secondes, ce qui est tout à fait acceptable.

L'option 6 a été analysée afin d'évaluer la possibilité d'élargissement au moment où le seuil de capacité de l'option 5 est atteint et en même temps d'en connaître sa capacité résiduelle. Cette option est similaire à l'option 5, à l'exception des trois voies de circulation en direction est-ouest et des voies continues de virage à droite sur Saint-Joseph en directions nord et sud. Le niveau de service du carrefour giratoire est «B» pour l'heure de pointe du matin et «C» le soir. Cela signifie que nous sommes loin d'atteindre le seuil de saturation de ce carrefour en 2011 et que sa capacité résiduelle nous permettra d'accommoder des débits beaucoup plus élevés avant d'atteindre un niveau de service «D» ou «E». Suivant cette analyse des carrefours giratoires, on retient l'option 5 comme étant la plus performante afin de la comparer à l'option avec feux de circulation.

Donc, en consultant les résultats de l'analyse de l'option 1 et de l'option 5 présentées au tableau 2.1, on remarque qu'avec l'option 5 les délais totaux pour l'intersection sont beaucoup moins élevés (de l'ordre de 13 secondes comparées à 33 à 44 secondes) et qu'en conséquence, on obtient un meilleur niveau de service (« B » comparé à « D »). Les calculs de capacité pour les deux options ont été effectués avec 5 % de véhicules lourds sur l'axe principal et 2 % sur Saint-Joseph.

Afin d'accommoder l'uniformité et la fluidité tout au long de l'axe McConnell-Laramée, les dimensions nécessaires pour les giratoires sont tirées de l'analyse du carrefour Laramée / Saint-Joseph et sont implantées également aux carrefours Demontigny et Labelle. De plus, les courtes distances entre les trois carrefours ne nous permettraient pas d'aménager des transitions convenables si nous décidions d'implanter des giratoires de différentes dimensions.

Pour ces deux autres carrefours giratoires (Demontigny et Labelle), un aménagement géométrique, selon l'option 5 du tableau 2.1 mais sans évasions aux approches sud, est jugé convenable. La synthèse des résultats de l'analyse est présentée au tableau 2.3. En examinant ces résultats, on constate que pour les heures de pointe avec deux voies par direction, on atteint un niveau de service «B». Aux approches, le niveau de service «D» ainsi que les délais les plus importants sont pour la direction nord à Demontigny, à l'heure de pointe du matin. Ceci s'explique également par l'écart des débits, les volumes élevés en direction est et le manque de créneaux pour les véhicules de l'approche sud.

Les résultats de l'analyse de 24 types d'aménagement pour le carrefour à Saint-Joseph et ceux de l'analyse des carrefours à Demontigny et Labelle pour les pointes du matin et du soir sont présentés à l'annexe A. Une synthèse de ces mêmes résultats est présentée aux tableaux 2.1, 2.2 et 2.3.

En ce qui a trait au carrefour giratoire Saint-Joseph / Montcalm, un rayon de 7 mètres de l'îlot central ainsi qu'une largeur de 8 mètres de l'anneau de circulation ont été retenus pour fins de calcul<sup>5</sup>. L'approche nord est prévue avec

---

<sup>5</sup> Le concept géométrique est fait avec 7,5 mètres de rayon, mais le logiciel ne permet pas l'introduction de dimension de l'ordre du demi-mètre.

deux voies de circulation entrantes et sortantes du giratoire tandis que les approches est et sud ont une voie dans chaque direction. Les résultats de l'analyse de cette intersection avec feux de circulation, issus de l'étude BBL / Roche-Deluc et de l'analyse d'un aménagement giratoire, sont présentés au tableau 2.2.

TABLEAU 2.1  
 ANALYSE DE LA GÉOMÉTRIE EN FONCTION DES DÉBITS DE CIRCULATION AVEC CAMIONS À L'HORIZON 2011  
 AU CARREFOUR McCONNELL / LARAMÉE / SAINT-JOSEPH

Approche	OPTION 1				OPTION 2				OPTION 3				OPTION 4				OPTION 5				OPTION 6			
	Intersection à feux de circulation				Giratoire (R=12m; dir.E/O 2voies; anneau - 2voies; PHF=1.0)				Giratoire (R=12m; dir.E/O 2voies; anneau - 2voies; PHF=0.90)				Giratoire (R=12m; dir.E/O 2voies avec évation; anneau - 2voies; PHF=0.90)				Giratoire (R=12m; dir.E/O 2voies+évation; dir.N/S 2voies+évation; anneau - 3voies; PHF=0.90)				Giratoire (R=12m; dir.E/O 3voies+évation; dir.N/S 2voies+vir.à dr.continu; anneau-3voies; PHF=0.90)			
	McConnell/Laramée		St-Joseph		McConnell/Laramée		St-Joseph		McConnell/Laramée		St-Joseph		McConnell/Laramée		St-Joseph		McConnell/Laramée		St-Joseph		McConnell/Laramée		St-Joseph	
	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud
Période de pointe du matin					Figure 1 / 2				Figure 3 / 4				Figure 7 / 8				Figure 19 / 20				Figure 27 / 28			
Débits (véh.)	2200	660	450	215	2200	660	450	215	2200	660	450	215	2200	660	450	215	2200	660	450	215	2200	660	450	215
Nombre de voies	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+e	2+e	2	2	2+e	2+e	2+e	2+e	3+e	3+e	2+vir.à dr.	2+vir.à dr.
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente	14	11	8	6	24	2	17	1	60	2	35	1	44	2	52	1	8	2	6	1	4	1	2	1
Délais (s./véh.)	36,2	38,5	39,6	40,3	0,9	0,0	57,3	0,1	20,1	0,0	176,1	0,1	41,9	11,5	483,2	11,6	9,6	11,5	29,1	7,9	9,2	9,5	8,4	7,8
Niveau de service par approche - Sidra					B	A	F	A	D	A	F	A	C	A	F	A	A	A	C	A	A	A	A	A
Niveau de service par approche - HCM	D	D	D	E	A	A	E	A	C	A	F	A	E	B	F	B	B	B	D	B	B	B	B	B
Niveau de service de l'intersection	D				C				E				F				C				B			
Délais totaux (véh.-h)	22,1	7,1	5,0	2,4	0,6	0,0	7,2	0,0	12,3	0,0	22,0	0,0	25,6	2,1	60,4	0,7	5,9	2,1	3,6	0,5	5,6	1,7	1,1	0,5
Délais totaux intersection (véh.-h)	36,5				7,7				34,3				88,8				12,1				8,9			
Blocage du carrefour Montcalm/St-Joseph	OUI				OUI				OUI				OUI				NON				NON			
Période de pointe du soir					Figure 1' / 2'				Figure 3' / 4'				Figure 7' / 8'				Figure 19' / 20'				Figure 27' / 28'			
Débits (véh.)	465	2030	675	455	465	2030	675	455	465	2030	675	455	465	2030	675	455	465	2030	675	455	465	2030	675	455
Nombre de voies	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2+e	2+e	2	2	2+e	2+e	2+e	2+e	3+e	3+e	2+vir.à dr.	2+vir.à dr.
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente	12	14	11	10	2	49	2	19	2	95	3	25	2	76	2	33	3	10	2	6	2	4	2	5
Délais (s./véh.)	68,5	30,6	14,4	39,1	14,2	61,8	9,9	101,3	14,4	133,6	9,8	134,2	13,2	97,4	10,0	203,5	10,6	12,8	6,7	28,7	9,8	10,1	6,7	23,7
Niveau de service par approche					A	D	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	A	A	D	A	A	A	B
Niveau de service par approche - HCM	F	D	B	D	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	F	B	B	B	D	B	B	B	C
Niveau de service de l'intersection	D				D				F				E				C				C			
Délais totaux (véh.-h)	8,8	17,3	2,7	4,9	1,8	34,8	1,9	12,8	1,9	75,3	1,8	17,0	1,7	54,9	1,9	25,7	1,4	7,2	1,3	3,6	1,3	5,7	1,3	3,0
Délais totaux intersection (véh.-h)	33,7				51,3				96,0				84,2				13,5				11,2			
Blocage du carrefour Montcalm/St-Joseph	OUI				NON				NON				NON				NON				NON			

Note: e=évation  
 vir.à dr.=virage à droite

**TABLEAU 2.2**  
 ANALYSE DE LA GÉOMÉTRIE EN FONCTION DES DÉBITS DE CIRCULATION  
 avec camions à l'horizon 2011 au carrefour Montcalm / Saint-Joseph

Approche	Intersection à feux de circulation			Giratoire (R=7 m; approche nord 2 voies; anneau – 2 voies)			
	Montcalm / Saint-Joseph			Montcalm / Saint-Joseph			
	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	
<b>Période de pointe du matin</b>							
					Figure 25 / 26		
Débits	(véh.)	600	630	705	600	630	705
Nombre de voies		2	2	2	1	1	2
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente		13	11	9	4	11	3
Délais	(s/véh.)	36,7	18,5	15,2	7,2	11,9	10,1
Niveau de service Par approche – SIDRA					A	B	A
Niveau de service par approche – HCM		D	C	B	B	B	B
Niveau de service de l'intersection		D			B		
Délais totaux	(véh.-h)	6,1	3,2	3,0	1,2	2,1	2,0
Délais totaux Intersection	(véh.-h)	12,3			5,3		
Blocage du carrefour Laramée/Saint-Joseph		OUI			NON		
<b>Période de pointe du soir</b>							
					Figure 25/26'		
Débits	(véh.)	605	655	775	605	655	775
Nombre de voies		5	3	2	1	1	2
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente		9	12	7	9	11	3
Délais	(s/véh.)	24,2	27,0	30,9	11,1	11,4	9,9
Niveau de service Par approche					A	A	A
Niveau de service par approche – HCM		C	D	D	B	B	B
Niveau de service de l'intersection		D			B		
Délais totaux	(véh.-h)	13,6	5,0	3,9	6,3	2,1	1,2
Délais totaux Intersection	(véh.-h)	22,6			9,6		
Blocage du carrefour Laramée/Saint-Joseph		NON			NON		

TABLEAU 2.3  
 TABLEAU DE COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION À L'HORIZON 2011  
 SUR LE TRONÇON McCONNELL-LARAMÉE (AVEC 5 % DE CAMIONS ET DEUX VOIES PAR DIRECTION)

Intersection	Intersections avec feux de circulation												Carrefours giratoires											
	St-Joseph				Demontigny				Labelle				St-Joseph				Demontigny				Labelle			
	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud	Direction est	Direction ouest	Direction nord	Direction sud
<i>Période de pointe du matin</i>	Option 1												Option 5											
	Résultats TSIS				Résultats TSIS				Résultats TSIS				Résultats Sidra				Résultats Sidra				Résultats Sidra			
Débits (véh./h)	2200	660	450	215	2165	330	88	110	2000	305		285	2200	660	450	215	2165	330	65	110	2000	305	20	285
Nombre de voies	4	4	3	2	4	4	2	2	4	4		2	2+e	2+e	2+e	2+e	2	2	2+e	2	2	2	1+e	2
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente	14	11	8	6	12	4	7	3	17	7		8	8	2	6	1	9	1	3	1	10	1	1	1
Délais (s./véh.)	36,2	38,5	39,6	40,3	17,3	8,3	54,7	52,5	17,4	14,2		52,2	9,6	11,5	29,1	7,9	6,7	5,8	45,2	6,8	13,7	5,1	35,9	5,8
Niveau de service par approche - Sidra													A	A	C	A	A	A	D	A	A	A	C	A
Niveau de service par approche - HCM	D	D	D	E	C	B	E	E	C	B		E	B	B	D	B	B	B	E	B	B	B	D	B
Délais des mouvements tout droit sur l'axe principal	29,9	29,8			18,7	7,8			18,0	12,7			11,5	9,7			6,7	5,8			13,7	5,8		
Niveau de service de l'intersection	D				C				C				B				B				B			
Délais totaux (véh.-h)	22,1	7,1	5,0	2,4	10,4	0,8	1,3	1,6	9,7	1,2	0,0	4,1	5,9	2,1	3,6	0,5	4,0	0,5	0,8	0,2	7,6	0,4	0,2	0,5
Délais totaux intersection (véh.-h)	37,3				18,9				20,3				12,3				7,5				12,0			
Vitesse moyenne / temps de parcours en direction est sur l'axe principal (km/h) / (min/véh.)					23,98 / 2' 30"												34,92 / 1' 41"							
Vitesse moyenne / temps de parcours en direction ouest sur l'axe principal (km/h) / (min/véh.)					25,10 / 2' 23"																32,03 / 1' 51"			
<i>Période de pointe du soir</i>	Option 1												Option 5											
	Résultats TSIS				Résultats TSIS				Résultats TSIS				Résultats Sidra				Résultats Sidra				Résultats Sidra			
Débits (véh.)	465	2030	675	455	415	1775	265	115	285	1660		335	465	2030	675	455	425	1775	165	115	285	1605	100	335
Nombre de voies	4	4	3	2	4	4	2	2	4	4		2	2+e	2+e	2+e	2+e	2	2	2+e	2	2	2	1+e	2
Nombre maximum d'automobiles en file d'attente	12	14	11	10	8	12	6	3	3	10		7	3	10	2	6	2	6	1	1	1	3	1	2
Délais (s./véh.)	68,5	30,6	14,4	39,1	30,0	13,4	38,6	40,8	13,5	14,1		35,5	10,3	12,8	6,7	28,1	7,0	6,5	7,0	19,3	12,0	5,8	5,6	11,4
Niveau de service par approche - Sidra													A	A	A	D	A	A	A	B	A	A	A	B
Niveau de service par approche - HCM	F	D	B	D	D	B	D	E	B	B	A	D	B	B	B	D	B	B	B	C	B	B	B	B
Délais des mouvements tout droit sur l'axe principal	65	25,3			28,8	13,3			13,1	12,9			11,4	12,8			6,9	7,1			5,5	10,1		
Niveau de service de l'intersection	D				B				E				B				A				A			
Délais totaux (véh.-h)	8,8	17,3	2,7	4,9	3,5	6,6	2,8	1,3	1,1	6,5	0,0	3,3	1,3	7,2	1,3	3,6	0,8	3,2	0,3	0,6	1,0	2,6	0,2	1,1
Délais totaux intersection (véh.-h)	33,7				14,2				10,9				13,4				5,0				4,8			
Vitesse moyenne / temps de parcours en direction est sur l'axe principal (km/h) / (min/véh.)					20,12 / 2' 59"												28,16 / 2' 08"							
Vitesse moyenne / temps de parcours en direction ouest sur l'axe principal (km/h) / (min/véh.)					27,36 / 2' 11"																35,24 / 1' 42"			

Note: e=évasion  
 vir. à dr.=virage à droite

L'analyse effectuée au carrefour Saint-Joseph / Montcalm, et présentée au tableau 2.2, démontre clairement une efficacité supérieure de l'aménagement giratoire, comparé à celui de l'intersection avec feux de circulation. Les délais induits par l'aménagement giratoire sont de l'ordre de deux à trois fois moins élevés que ceux avec feux de circulation, même si l'on prévoit une seule voie pour les approches est et sud. Cela signifie que nous sommes loin d'atteindre le seuil de saturation de ce carrefour et que la capacité résiduelle nous permettra, aussi bien qu'au giratoire à Laramée / Saint-Joseph, d'accommoder des débits beaucoup plus élevés avant d'atteindre un niveau de service «D».

### 2.3.3 Optimisation de l'option avec feux de circulation

Dans le cas de l'option avec feux de circulation, le logiciel TRANSYT-7F a calculé les longueurs des cycles à partir de différents paramètres, reliés aux délais et aux arrêts à chaque intersection. Les calculs sont effectués pour l'horizon 2011. Le cycle proposé est de 135 secondes le matin et de 115 secondes le soir. Par la suite, le logiciel calcule le décalage des feux pour créer une bande verte pour accommoder surtout les débits de pointe.

En mobilisant les résultats de l'analyse TRANSYT-7F, une microsimulation est effectuée à l'aide du logiciel TSIS. La figure 2.3 montre la codification du réseau TSIS. Comme dans le cas des giratoires, la simulation est faite pour l'heure de pointe du matin et du soir. Les résultats détaillés de la simulation sont présentés à l'annexe B. Une synthèse de ces résultats est également présentée au tableau 2.3 afin de permettre la comparaison entre les deux options.

### 2.3.4 Comparaison entre les options : carrefours giratoires et feux de circulation

#### 2.3.4.1 Niveau de service

Les figures 2.3 et 2.4 présentent la codification du réseau TSIS des options analysées. La simulation a été effectuée pour les heures de pointe du matin et du soir. Grâce à la visualisation du déplacement des véhicules sur le réseau, nous pouvons observer la fluidité, les files d'attente et les pertes de temps. Outre la visualisation, les résultats de la simulation nous offrent également plusieurs paramètres qui peuvent être utilisés pour la comparaison des deux options. En utilisant une approche conservatrice, on a comparé les niveaux de service des carrefours giratoires, adaptés à HCM, à ceux des intersections avec feux de circulation. Il est à noter cependant que les niveaux de service de SIDRA sont nettement supérieurs à ceux d'après HCM.

Ainsi, à l'examen des délais et des niveaux de service présentés au tableau 2.3, on observe, pour l'option avec feux de circulation, que plusieurs approches atteignent un niveau de service «E» et même «F» à l'horizon 2011 et ce, particulièrement pour les rues transversales. Ceci s'explique par l'écart des débits, la nécessité d'accommoder une bande verte assez large pour la direction de la pointe et finalement, pour entraîner une réduction des délais totaux aux intersections à l'étude. Les résultats détaillés de cette analyse sont présentés à l'annexe B.

Pour l'option avec carrefours giratoires, les délais subits aux approches sont en général deux à trois fois moins élevés que ceux induits par l'option avec feux de circulation. Le seul niveau de service «E» est celui de l'approche nord de Demontigny, mais on doit par contre mentionner qu'avec 45 secondes de délai, ce niveau de service est situé au début de la plage établie par HCM soit entre 40 et 60 secondes (voir tableau 2.4). Donc, cela ne nuit pas au bon fonctionnement de l'axe principal, où le niveau de service des approches est/ouest est «B» et les délais sont de l'ordre de 5 à 14 secondes.

#### 2.3.4.2 *Vitesse et temps de parcours*

Les paramètres les plus représentatifs pour la fluidité des deux options s'avèrent être la vitesse moyenne et le temps de parcours. Les résultats détaillés de la simulation, présentés également au tableau 2.3, nous permettent de mettre en évidence la performance relative de chacune des deux options. Ils nous démontrent que, pour une distance prédéterminée de 1 km sur le tronçon à l'étude, le temps de parcours pour l'option avec des giratoires est de l'ordre de 30 et de 50 secondes moins élevées que celui de l'option avec feux de circulation et ce, respectivement pour les heures de pointe du matin et du soir. Conséquemment, l'avantage du temps de parcours de l'option avec carrefours giratoires sera encore plus élevé pendant les heures creuses.

Afin de pouvoir améliorer le temps de parcours et de diminuer les délais aux approches des intersections de l'option avec feux de circulation, une optimisation du phasage et de la synchronisation des feux a été effectuée à l'aide des logiciels TRANSYT-7F et TSIS. Toutefois, même si la synchronisation a atteint son fonctionnement optimal, les délais encourus aux feux rouges demeurent encore assez importants, rendant l'aménagement avec carrefours giratoires plus avantageux.

#### 2.3.4.3 *Voie réservée pour le transport en commun*

Selon les règles de l'art, le concept de carrefours giratoires exclut toute priorité aux autobus dans la gestion des flux de circulation. Cette attestation s'appuie sur le principe même du fonctionnement des giratoires, qui donne priorité seulement aux véhicules circulant dans l'anneau.

Dans le cadre du présent projet, la simulation de la circulation à l'horizon 2011, réalisée avec les logiciels SIDRA et TSIS, démontre que le temps d'attente pour le transport en commun sans l'implantation d'une voie réservée est de l'ordre de 9,5 à 13 secondes au carrefour Saint-Joseph<sup>6</sup> et de 6 à 13 secondes à Demontigny et Labelle. Avec voie réservée, les délais sont de l'ordre de 5 à 9 secondes à Demontigny et Labelle, alors qu'à Saint-Joseph, étant donné que la voie réservée doit être interrompue à environ 30 mètres de la ligne de « Cédez », les autobus ont les mêmes délais que la circulation régulière, soit 9 à 13

---

<sup>6</sup> Les données sont fournies seulement pour le carrefour Saint-Joseph car c'est celui qui supporte le plus de trafic.  
BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC. / MTQ 111570-10260-RE-001, Rév. 03  
15 juin 2000

secondes. Puisque dans le cas de Demontigny et Labelle la différence est négligeable et que dans le cas de Saint-Joseph le niveau de service est situé au début de la plage du niveau « B », il est convenu de réaliser le projet sans voie réservée et d'intégrer le transport en commun aux deux voies de circulation régulières.

L'implantation d'une voie réservée est habituellement exigée quand les niveaux de service aux approches ou sur les voies de circulation atteignent les niveaux « E » à « F » et quand tous les autres moyens d'amélioration de la capacité sont épuisés. Dans le cas particulier de ce projet, une voie réservée devra être rajoutée lorsque les débits de circulation atteindront un volume de l'ordre de 34 700 véhicules par jour moyen annuel (DJMA). Avec un taux de croissance hypothétique de 2 % après l'an 2011, ces débits doivent être atteints dans une période de 11 ans, c'est-à-dire à l'horizon 2022. Rappelons qu'à l'horizon 2011, le DJMA sera de l'ordre de 28 000 véhicules par jour.

À titre d'information, la faisabilité de l'implantation d'une voie réservée a été vérifiée dans le cadre d'un autre projet. En effet, des dispositions d'aménagement d'une voie réservée pour autobus sur McConnell-Laramée peuvent être mises en place. Pour le carrefour à Saint-Joseph, la création d'une telle voie jusqu'au giratoire diminuerait la capacité globale du carrefour. Dans ce cas, nous pourrions comparer la capacité disponible à celle de l'option 4 du tableau 2.1. Cependant, la création de la voie réservée jusqu'à une trentaine de mètres en amont de la ligne de « Cédez » du giratoire serait moins favorable au transport en commun, mais offrirait l'avantage de n'occasionner presque aucune perte de capacité au carrefour.

Étant donné qu'à Demontigny et Labelle la capacité maximale des carrefours ne sera probablement jamais atteinte, il est possible que la voie réservée soit aménagée jusqu'à la ligne de « Cédez » de ces carrefours. Cette configuration qui utilise la réserve de capacité des aménagements giratoires favorise le transport en commun et permet aux piétons de traverser la voie en rive ayant un taux d'occupation très faible.

Pour l'option avec feux de circulation, la présence des baies de virage à droite rend plus difficile l'implantation d'une voie réservée jusqu'à la ligne d'arrêt. À moins d'accepter une configuration différente de celle qui est présentée dans les normes du Ministère, la voie réservée doit être interrompue à chaque intersection afin de permettre aux véhicules de la traverser et de s'engager dans la voie de virage à droite. Donc, l'aménagement de feux prioritaires pour le transport en commun ainsi que l'utilisation de la voie réservée paraissent moins efficaces puisque la zone située immédiatement avant la ligne d'arrêt sera utilisée par tous les usagers et ce, surtout durant les heures de pointe.

FIGURE 2.3  
 CODIFICATION DES NŒUDS DU RÉSEAU TSIS POUR L'OPTION AVEC FEUX DE CIRCULATION  
 SUR LE TRONÇON McCONNELL-LARAMÉE

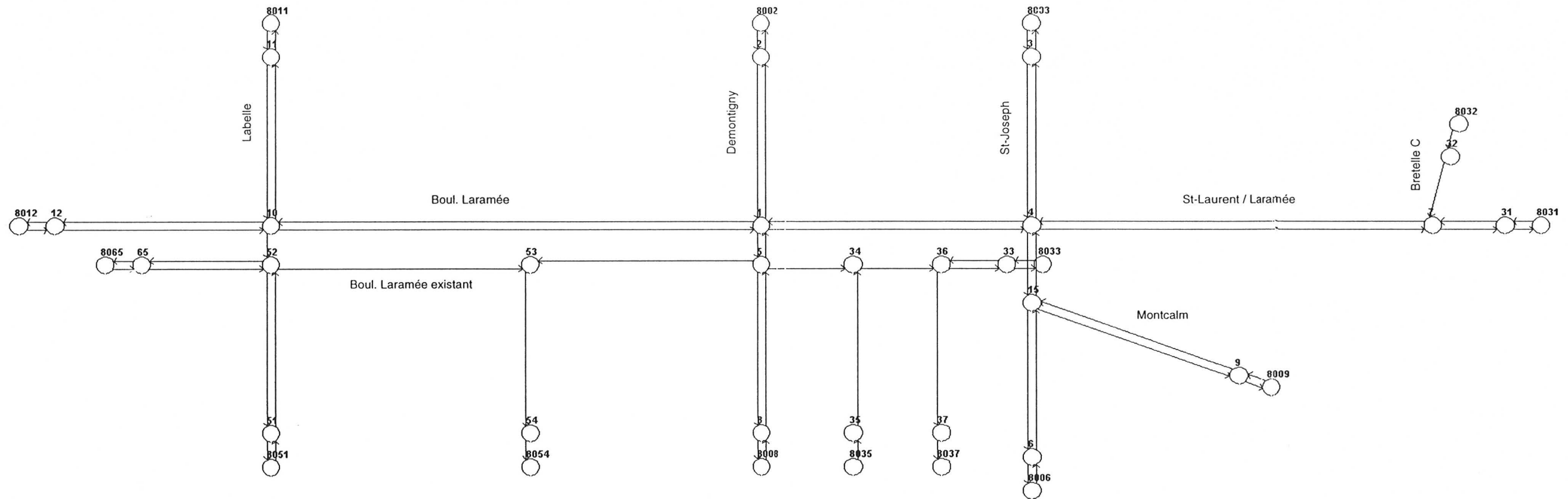
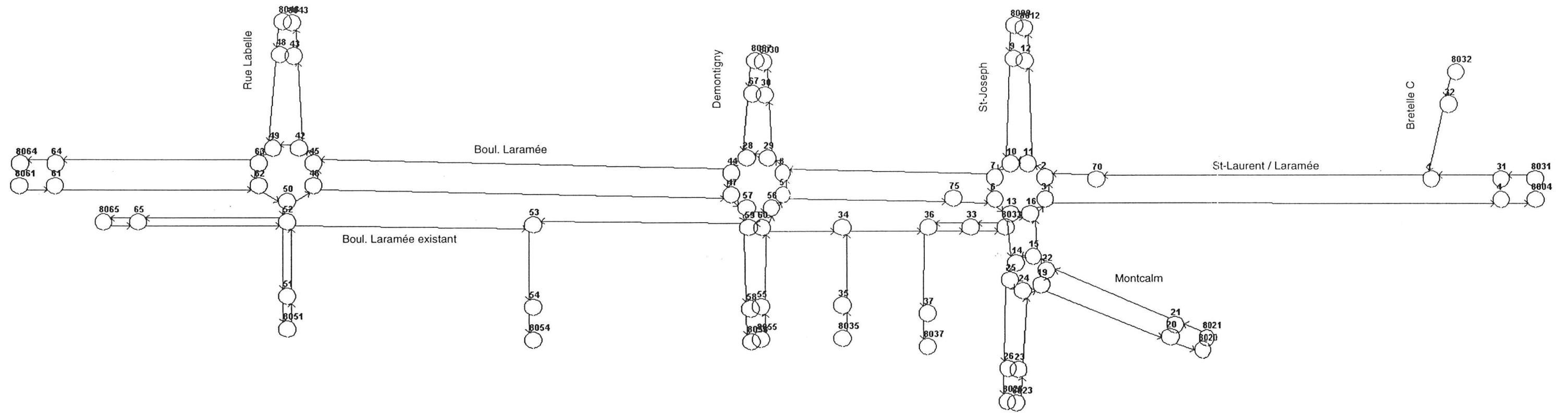


FIGURE 2.4  
 CODIFICATION DES NŒUDS DU RÉSEAU TGIS POUR L'OPTION AVEC CARREFOURS GIRATOIRES  
 SUR LE TRONÇON McCONNELL-LARAMÉE



### 2.3.5 Camionnage

Il est important de souligner que le projet initial prévoyait l'aménagement d'un boulevard urbain sans circulation lourde. Cependant, les anciennes études démontrent que même si le camionnage était permis, le pourcentage demeurerait relativement faible car les analyses couvrent les heures de pointe que les camionneurs tentent généralement d'éviter. Selon nos analyses, 40 % des camions circulant présentement sur Saint-Raymond préféreront l'axe McConnell-Laramée. Cela représentera une augmentation des débits de l'ordre de 4 %. Toutefois, à la suite des simulations de bruit pour différents scénarios de camionnage ainsi qu'aux faibles impacts sur la circulation, il a été proposé de permettre le camionnage sur l'axe McConnell-Laramée.

Les observations de plusieurs carrefours giratoires en Europe et aux États-Unis démontrent que ce type d'aménagement n'est pas un obstacle pour la circulation lourde. Suivant notre approche conservatrice, les analyses effectuées à l'aide des logiciels utilisés ont tenu compte d'un pourcentage de camions légèrement supérieur à celui prévu sur le tracé à l'étude soit 5 %.

## 2.4 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DE LA CIRCULATION

Les résultats de l'analyse de circulation démontrent qu'en fonction des débits d'un horizon de 10 ans (2011), l'implantation des trois carrefours giratoires sur l'axe McConnell-Laramée, ainsi qu'à Saint-Joseph / Montcalm, apportera une amélioration au niveau des délais et du niveau de service, comparativement à des intersections avec feux de circulation. L'analyse globale du tracé à l'étude de type microsimulation incluant le carrefour de la bretelle «C» de l'autoroute 50, démontre également que l'aménagement avec des giratoires est dans son ensemble plus efficace que celui avec des feux de circulation.

Les délais induits par les giratoires sont environ deux à trois fois moins élevés par rapport à ceux induits par les intersections avec feux de circulation pendant les heures de pointe et ce, malgré le fonctionnement de feux pour piétons. Pendant les heures creuses, les giratoires auront des avantages encore plus saillants. Donc, pour cette période de la journée, la différence entre les deux options n'est aucunement négligeable.

Dans l'horizon d'étude (2011), l'implantation de carrefours giratoires permet d'intégrer le transport en commun aux deux voies de circulation régulière, sans pénaliser le temps d'attente du transport en commun. Pour les feux de circulation, la situation est légèrement plus pénalisante, mais pas de façon significative. L'analyse démontre cependant que pour un besoin futur justifié, il serait possible d'implanter une voie réservée pour transport en commun, tant pour l'option avec carrefours giratoires qu'avec feux de circulation. Cependant, jusqu'à ce que la nécessité d'une voie réservée soit justifiée (au-delà de l'horizon 2011), deux voies de circulation par direction répondent au besoin en circulation.

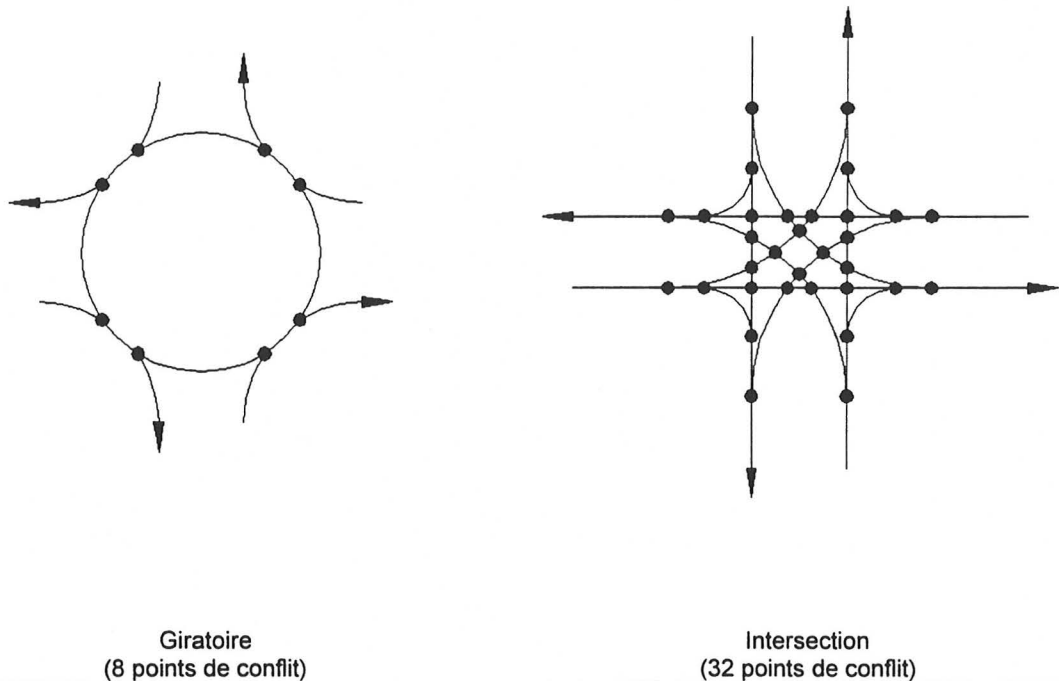
Finalement, en tenant compte de la circulation lourde prévue sur le boulevard McConnell-Laramée, une évaluation a été faite avec un taux de camionnage de 5 % afin d'en évaluer les impacts sur l'efficacité des deux options. Les résultats montrent que l'impact sur les concepts routiers est négligeable. L'impact sonore est évalué dans le cadre d'une étude distincte.

3.0  
3.1

**SÉCURITÉ DES USAGERS  
AUTOMOBILISTES**

De manière générale, l'expérience vécue en Europe et plus récemment aux États-Unis, démontre qu'aux intersections où des feux de circulation étaient remplacés par un carrefour giratoire, les taux d'accidents avaient diminué de façon significative. Ceci s'explique principalement par la réduction du nombre de conflit tel qu'illustré à la figure 3.1. Ce constat porte cependant sur des carrefours giratoires de petite taille et il est reconnu que le gain en sécurité diminue au fur et à mesure de l'augmentation de la taille du giratoire.

**FIGURE 3.1**  
POINTS DE CONFLIT AUX CARREFOURS GIRATOIRES ET FEUX DE CIRCULATION



Dans le cadre de la présente étude, nous avons pu recueillir des données sur des accidents survenus à des carrefours giratoires et à des feux de circulation possédant des caractéristiques similaires et accueillant des débits semblables à ceux des options retenues.

Entre autres, une récente étude américaine<sup>7</sup>, portant sur les carrefours giratoires de l'échangeur Vail au Colorado, a établi la moyenne des accidents de chacun des carrefours pour la période de 1995 à 1997. Ces giratoires sont de taille et de nature similaires aux giratoires prévus sur l'axe McConnell-Laramée. En effet, ces carrefours :

- supportent de forts débits de véhicules de transit;
- comportent plus d'une voie dans l'anneau;
- sont localisés dans une zone climatique similaire.

Les giratoires de l'échangeur Vail ne sont toutefois pas situés dans un milieu urbain, on n'y retrouve donc pas de trafic piétonnier ou de cyclistes comme c'est le cas pour le projet à l'étude. La sécurité des piétons et des cyclistes sera discutée dans la prochaine section.

Les données concernant l'option des feux de circulation ont, quant à elles, été obtenues de l'analyse des données d'accidents de 1994 à 1998 à l'intersection des boulevards Saint-Joseph / Saint-Raymond à Hull. Cette intersection est similaire à l'intersection Saint-Joseph / Laramée que nous étudions présentement. En effet :

- elle supporte de forts débits de véhicules de transit;
- on y retrouve des baies de virage à gauche et à droite et de nombreuses voies à chaque approche;
- elle est située dans un secteur commercial;
- la circulation de véhicules lourds sera permise.

TABLEAU 3.1.1  
NOMBRE D'ACCIDENTS MOYEN ANNUEL

Type de carrefours	Nombre d'accidents			
	Mortels	Avec blessés	Matériels	TOTAL
Giratoires <sup>1</sup>	0,06	3,94	11,30	15,30
Feux de circulation <sup>2</sup>	0,20	4,40	25,80	30,40

1 Georges JACQUEMART et autres, *Synthesis of Highway Practice 264 – Modern Roundabout Practice in the United States*, Washington (D.C.), Transportation research board, 1998, pp 25-26.

2 Données fournies par la ville de Hull, rapport des accidents à l'intersection des boulevards Saint-Joseph et Saint-Raymond de 1994 à 1998.

Pour les deux types de carrefour, les données ci-dessus incluent tous les types d'accidents possibles, à l'exception de ceux impliquant des piétons ou des cyclistes.

<sup>7</sup> Voir annexe D, no 8.

Puisque les carrefours prévus sur l'axe McConnell-Laramée ne sont pas similaires en tout point avec ceux utilisés comme base de comparaison (pourcentage de camions moins important par rapport à Saint-Raymond, avec piétons par rapport à Vail), il y a lieu de relativiser, sans l'annuler, l'écart observé entre les deux concepts. Les observations précédentes vont dans le même sens que les statistiques. Plus spécifiquement, une étude australienne<sup>8</sup> démontre que le concept des giratoires comporte un net avantage sur le nombre d'accidents graves et mortels.

### 3.2 PIÉTONS

Les études et analyses réalisées au sujet des carrefours giratoires démontrent que ceux-ci opèrent efficacement en milieu urbain où des mouvements piétonniers importants sont présents et ce, sans risque significatif pour la sécurité de ces derniers.

Entre autres, une étude britannique (référence tableau 3.2.1) s'est penchée sur le gain en sécurité pour les piétons attribuable à la mise en place de carrefours giratoires comparativement à celle des feux de circulation. Les résultats sont présentés au tableau 3.2.1.

TABLEAU 3.2.1  
TAUX D'ACCIDENTS AVEC PIÉTONS EN ANGLETERRE

Type de carrefour	Accident avec piéton / 10 <sup>6</sup> véhicules
Mini-giratoire	0.31
Giratoire	0.45
Giratoire avec évasion <sup>1</sup>	0.33
Feux de circulation	0.67

1 Giratoire où l'approche est élargie d'une demie à une voie dans le but d'améliorer la capacité. Le giratoire à Saint-Joseph correspond à ce type de configuration.

Source : « Crashes at Four-Arm Roundabouts » Transport and Research Road Laboratory, TTRL Report No. 1120, United Kingdom, 1984.

Les résultats de cette étude font ressortir un certain gain pour les carrefours giratoires par rapport aux feux de circulation. Ces résultats se retrouvent également dans une étude britannique qui établit une amélioration de l'ordre de 40% lorsque les intersections conventionnelles sont remplacées par des carrefours giratoires. Pour les piétons, le risque d'être impliqué dans une collision est moins élevé aux giratoires puisque ceux-ci doivent se préoccuper des mouvements provenant d'une seule direction, que les véhicules circulent à une vitesse réduite et que la visibilité entre conducteurs et piétons est meilleure.

<sup>8</sup> Voir annexe D, no 8.

Les statistiques de la ville de New York indiquent qu'environ 30 % des accidents mortels impliquant des piétons surviennent lorsque ceux-ci traversent légalement la rue au signal «Marchez». Les feux de circulation peuvent donc induire une fausse perception de sécurité chez les piétons.

Tel que mentionné au paragraphe traitant de la sécurité des automobilistes, le gain en sécurité aux carrefours giratoires diminue avec l'augmentation de la dimension de celui-ci. Nous assumons donc, pour le présent projet (qui comprend des giratoires de grande dimension), que le gain en sécurité de ceux-ci par rapport aux intersections avec feux de circulation sera légèrement plus faible que celui observé dans l'étude britannique, puisque cette dernière couvrait des carrefours et des intersections de toutes dimensions. Le gain pour les carrefours giratoires reste cependant significatif.

Dans la présente analyse, il y a toutefois lieu de tenir compte de la perception défavorable en matière de sécurité qu'ont les usagers envers les carrefours giratoires. Celle-ci s'explique principalement par le fait que les piétons ne se sentent pas protégés lors de leur traversée, même si la priorité leur est accordée (traverse de piétons de type zèbre).

À la lumière des comptages effectués par la ville de Hull au mois de juin 1999 (présentés au tableau 3.2.2 de la page suivante), nous constatons que le nombre de piétons qui traversent l'axe principal est relativement faible. La majorité des mouvements dans les directions nord et sud sont concentrés le long de l'axe Saint-Joseph. Les comptages nous démontrent également que le principal groupe de mouvements répétitifs est le trafic pendulaire (domicile - travail (ou école) - domicile) avec un pourcentage élevé pour les adultes et très faible pour les enfants de moins que 12 ans.

Cette clientèle est à court de temps et cherche à raccourcir les distances et les détours souvent au détriment de la sécurité. Pour cette raison, des allées et des aménagements spécifiques sont prévus afin de diriger les piétons aux endroits où ils pourront traverser la chaussée aux passages qui leur sont réservés. Pour être attrayants, les aménagements suivent, dans la mesure du possible, les cheminements naturels des piétons, tout en les éloignant en même temps du bord de pavage et de la circulation automobile. Pour pouvoir renforcer l'utilisation de ces itinéraires, les arrêts du transport en commun sont également prévus à proximité des traverses.

**TABLEAU 3.2.2**  
 NOMBRE DE PIÉTONS/HEURE TRAVERSANT L'AXE McCONNELL-LARAMÉE

	Saint-Joseph	Demontigny	Davies	Labelle
<b>Pointe AM</b>				
Vers le nord	27	9	2	4
Vers le sud	25	8	14	6
<b>Pointe PM</b>				
Vers le nord	47	27	12	14
Vers le sud	41	8	9	2

Source : comptage des piétons réalisé en juin 1999 par la ville de Hull.

Les principales causes d'accidents sont, de manière non limitative, le manque d'attention et les vitesses non adaptées. À 60 km/h, un conducteur peut difficilement apercevoir un piéton qui se trouve au bord de la chaussée à 15 mètres devant lui, tandis qu'à 30 km/h, le champ de vision est beaucoup plus large et lui permet facilement de réagir au piéton s'engageant sur la chaussée. Voilà pourquoi cette étude tient compte de certains types d'aménagements dans le but d'imposer le respect de la vitesse affichée et d'inciter les automobilistes à ralentir. Un problème de vision et de perception peut également survenir en cas de circulation dense, telles les prévisions sur l'axe McConnell-Laramée aux heures de pointe. Cela se manifeste au moment où l'automobiliste se concentre sur les autres véhicules et porte peu d'attention aux abords de la rue.

On peut facilement déduire que les endroits les plus vulnérables seront les traverses piétonnes. C'est dans cet esprit qu'il est proposé de rendre ces points très visibles afin de mettre les automobilistes en situation de prudence et d'assurer la diminution de la vitesse dans des limites acceptables. Les aménagements suivants sont proposés :

- **Feux pour piétons avec bouton poussoir**

Cet aménagement est généralement prévu lorsque la fréquentation piétonne est très importante, ce qui n'est pas le cas de l'axe McConnell-Laramée. Toutefois, dû à la nouveauté des giratoires dans la région, des feux pour piétons sont proposés sur un des côtés de traversée de chaque carrefour, soit à l'est et au nord de Saint-Joseph, Demontigny et Labelle et à l'est et au sud de Montcalm. La présence de ce dispositif réduit également de façon significative le nombre de traversées hors passage. Pour le bon fonctionnement des giratoires, les éléments suivants ont été pris en considération :

- La traversée du boulevard se fera en deux étapes, en utilisant la bande médiane ( $\pm 4,2$  m) comme refuge. Une phase verte de 9 secondes est prévue pour la traversée de chaque étape, selon une vitesse de marche moyenne de 0,8 m/s (3 km/h), incluant la variation en fonction de l'âge, l'aptitude et les motifs de déplacement. Un dispositif particulier, triplant le temps de traversée pour les personnes avec handicap physique est prévu.

- Un temps d'attente minimum sera utilisé entre le moment où le système est actionné et l'apparition du feu vert. Toutefois une attente de l'ordre de 100 secondes est prévue pour un deuxième appel consécutif à la fin du temps vert. Cela permettra aux véhicules dans la file d'attente de s'y dégager et de ne pas compromettre le fonctionnement du carrefour giratoire.
- L'implantation d'un feu sonore à tous les feux pour piétons est prévue afin de permettre aux personnes non voyantes de traverser en sécurité.
- L'emplacement des traverses sans feux, en plus des guidages particuliers au sol, est à une distance de 15 mètres de la ligne de « Cédez » afin d'accommoder le stockage de deux véhicules jusqu'à l'anneau et de réduire également la longueur des traverses. Cependant, là où des feux pour piétons sont prévus, les traverses seront placées à 25 mètres de la ligne de « Cédez ». Cette distance a été établie à l'aide du logiciel TSIS, dont la simulation, pour les heures de pointe, démontre une accumulation de quatre véhicules par voie dans la file d'attente, à la sortie des giratoires.

- **Largeur du passage piéton**

La largeur dépend généralement du nombre de piétons devant traverser à l'heure de pointe. Cependant, même si ce nombre est peu élevé, une largeur de 3 mètres est prévue afin de les sécuriser. Dans le terre-plein, une surlargeur (dans l'axe du boulevard) est prévue afin de permettre la rencontre de deux fauteuils roulants.

- **Élimination des obstructions de visibilité**

Les aires d'attente à proximité des traverses sont dégagées jusqu'à une hauteur d'au moins 2,5 mètres afin d'assurer une bonne visibilité mutuelle entre les piétons (incluant les personnes en fauteuil roulant) et les automobilistes, approchant le passage.

- **Éclairage des passages piétons**

Cet aménagement permet de diminuer le risque d'accidents de nuit, quand les piétons et les signaux sont moins visibles et les vitesses de circulation plus élevées. Un système équipé de lampe de couleur différente de celle utilisée pour l'éclairage de la rue, placé en surplomb du passage pour piéton lui envoie un bandeau de lumière limité à la surface du passage. Le flux dirigé n'éclaire que le passage protégé et permet ainsi, de distinguer davantage les piétons qui, souvent la nuit, apparaissent en silhouette sombre. La transition des couleurs accentue également le contraste du marquage horizontal. Ce système permet d'augmenter la visibilité du piéton lorsque celui-ci emprunte le passage.

- **Revêtement des passages piétons**

Cet aménagement permet d'accentuer la perception des automobilistes en ce qui concerne la priorité des piétons. Cependant, les matériaux les plus adaptés pour le traitement de surface résistent mal au passage des véhicules. Les solutions demeurent souvent un compromis entre le revêtement qui apporte le maximum de confort aux passants, sans toutefois nuire aux autres usagers.

Un autre point considéré dans cette analyse est l'approche est du carrefour Saint-Joseph / Laramée. Bien que la pente de cette approche soit prononcée (6 %), la sécurité des piétons est assurée. En effet, tel qu'indiqué la figure 3.2, la distance de visibilité d'arrêt pour une vitesse de 40 km/h est de 67,8 mètres en direction ouest et de 60,8 mètres en direction est, ce qui répond aux normes du Ministère.

- **Élimination de traverses piétonnières sur l'axe principal**

Cette mesure permet de diminuer certains conflits et de prévenir les accidents potentiels. Le point le plus critique en termes de sécurité se situe sur le côté ouest du carrefour Laramée / Labelle puisque à cet endroit les véhicules arriveront du secteur du parc de la Gatineau où la vitesse sera de l'ordre de 100 km/h. En tenant compte du faible achalandage piétonnier à ce carrefour (10 à 15 piétons maximum par heure), la traverse du côté ouest à l'intersection Labelle a été enlevée.

- **Passerelle aérienne pour piétons**

Plusieurs commentaires formulés à la suite de la rencontre publique tenue le 15 mai 2000 concernaient la traversée du boulevard à la hauteur de la rue Davies. Il est apparu que cette traverse est fréquemment utilisée et se révèle être l'axe privilégié par les adolescents, les enfants, les garderies et par quelques personnes âgées. Une passerelle aérienne traversant le boulevard au droit de la rue Davies s'est avérée la solution la plus intéressante tant au niveau de la sécurité des piétons que de la fluidité de la circulation sur le boulevard.

### 3.2.1 **Handicapés physiques et visuels**

Il a été établi que plusieurs personnes handicapées physiquement ou visuellement résident le long du futur boulevard. Des aménagements spécifiques pour eux sont prévus pour faciliter et sécuriser leurs déplacements dans le secteur, avec direction privilégiée de déplacement vers le 200, Montcalm.

Les systèmes de feux pour piétons sont proposés avec un cycle plus long pour les personnes avec handicap physique. Un dispositif particulier, accessible aux gens en fauteuils roulants, permet d'actionner un cycle trois fois plus long que la normale.

De plus, chaque feu pour piéton est muni de signal sonore directionnel, installé de part et d'autre des traverses de même qu'au terre-plein. Ils fonctionnent en alternance pour que le signal aval émis oriente vraiment les handicapés visuels vers le signal amont. Des espaces dégagés au centre du terre-plein permettent le croisement de deux fauteuils roulants.

Trois autres systèmes de feux pour personnes aux handicaps physiques et visuels sont prévus au nord de l'axe McConnell-Laramée pour traverser les rues Saint-Joseph, Demontigny et Labelle. Ces systèmes ont été prévus loin des intersections pour faciliter la perception de la provenance des véhicules et de la localisation des trottoirs par les non-voyants.

De nombreuses rayures longitudinales, creuses et rapprochées, peuvent également être créées le long des traverses pour faciliter le guidage des non-voyants.

**En résumé**, les études disponibles, bien que limitées, permettent de prévoir un gain en sécurité pour les piétons aux giratoires ou tout au moins, une sécurité équivalente à celle des intersections avec feux de circulation, étant donné la taille des carrefours proposés. Cependant, la perception que se font les usagers, en terme de sécurité, est présumée défavorable à l'aménagement des carrefours giratoires. Considérant cela, il est proposé d'aménager des infrastructures qui améliorent la sécurité des piétons, sans nuire à la fluidité de l'axe, principalement par l'installation de feux de signalisation pour piétons avec bouton poussoir et par l'aménagement d'ouvrages qui permettront de guider naturellement les piétons vers des traverses plus sécuritaires.

### 3.3 CYCLISTES

Dans notre concept, la piste cyclable est située en retrait de la route. Les cyclistes n'ont donc pas à emprunter l'anneau du giratoire, l'endroit où ils sont le plus vulnérables. De plus, l'aménagement des pistes cyclables permet d'effectuer la traversée de l'axe principal à partir de la traverse prévue pour les piétons. Ainsi, la sécurité des cyclistes n'est pas mise en cause à l'intérieur du concept présenté.

### 3.4 DISTANCE DE VISIBILITÉ

Trois critères de distance de visibilité ont été appliqués afin de permettre l'évaluation de mesures nécessaires pour augmenter la sécurité des carrefours giratoires, soit :

a) Distance de visibilité d'arrêt aux approches

Ce critère est obligatoire et la distance dépend de la vitesse du véhicule prioritaire. Le tableau 3.4.1, tiré du guide de conception australien<sup>9</sup>, indique les différentes distances de visibilité nécessaires par rapport aux vitesses d'approche. Aux approches de l'axe principal, une vitesse de 40 km/h est prévue, tandis qu'aux approches des rues secondaires, cette vitesse est de 30 km/h. Ainsi, la distance de visibilité d'arrêt disponible de 40 mètres pour les carrefours Saint-Joseph, Demontigny et Labelle est jugée adéquate.

**TABLEAU 3.4.1**  
DISTANCE DE VISIBILITÉ D'ARRÊT PAR RAPPORT AUX VITESSES DE CIRCULATION

Vitesse d'approche (km/h)	Distances de visibilité d'arrêt (mètres)
40	30
50	40
60	55
70	70
80	105
90	130
100	160
110	190
120	230

Source : AusRoads.

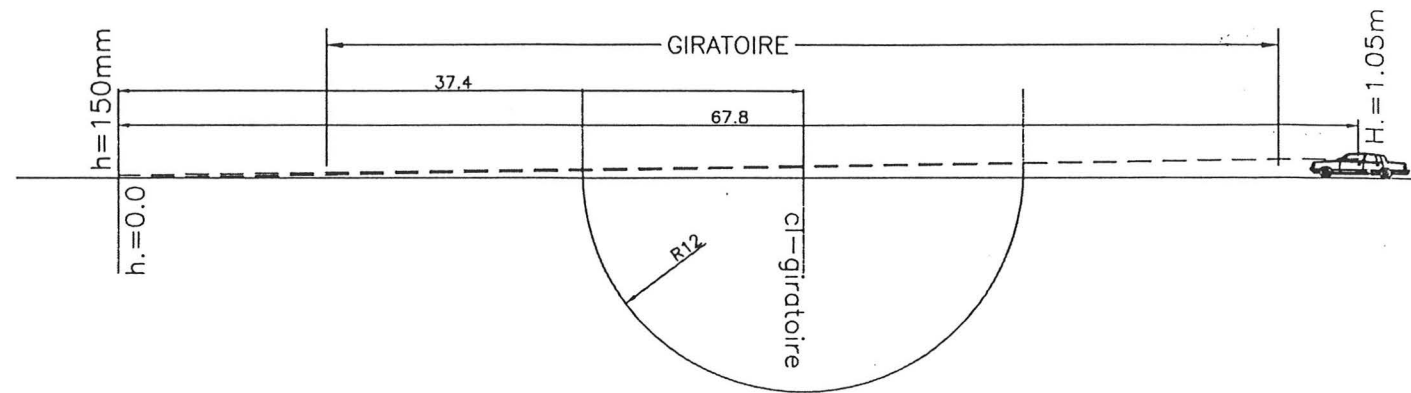
b) Distance de visibilité de perception des créneaux

Cette distance permet au conducteur d'avoir une vision adéquate du trafic qui circule dans l'anneau à partir de l'approche située du côté droit, permettant au conducteur de détecter des créneaux acceptables de l'ordre de 4 à 5 secondes. La distance nécessaire pour satisfaire à ce critère est de 70 mètres pour un créneau de 5 secondes sur les artères et de 35 mètres pour un créneau de 5 secondes sur les rues secondaires. Tous les carrefours dans le cadre de ce projet répondent à ce critère.

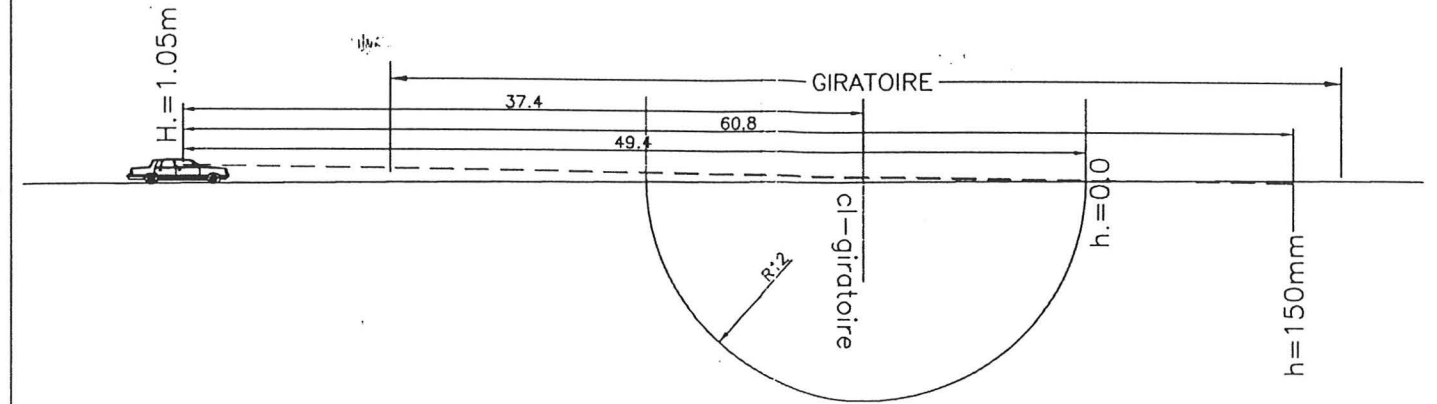
<sup>9</sup> Voir annexe D, no1.

c) Distance de visibilité d'observation

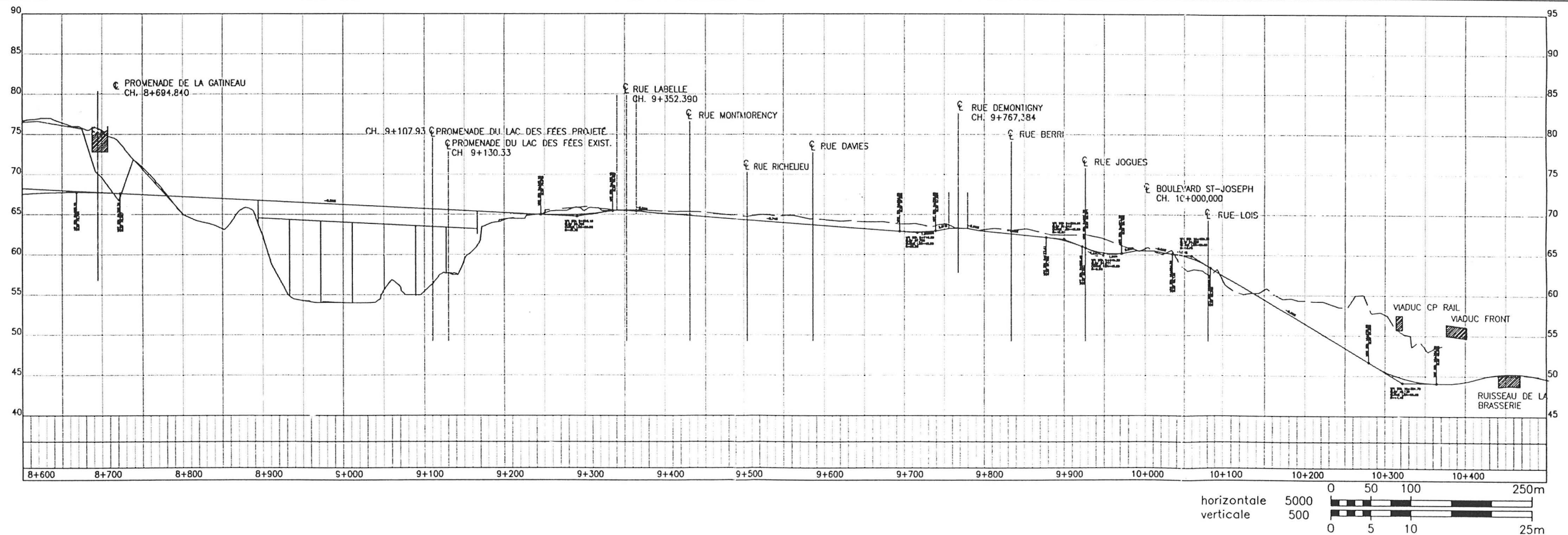
Ce critère assure une distance de visibilité qui permet au conducteur d'apercevoir les autres véhicules qui entrent dans le giratoire avant qu'ils n'atteignent la ligne de céder le passage. Il est souhaitable, mais non obligatoire, de répondre à ce critère. Comme cela apparaît souvent dans des zones urbaines, tel l'axe McConnell-Laramée, plusieurs bâtiments obstruent le champ de visibilité.



DISTANCE DE VISIBILITÉ  
AU CARREFOUR ST-JOSEPH  
VOIE NORD



DISTANCE DE VISIBILITÉ  
AU CARREFOUR ST-JOSEPH  
VOIE SUD



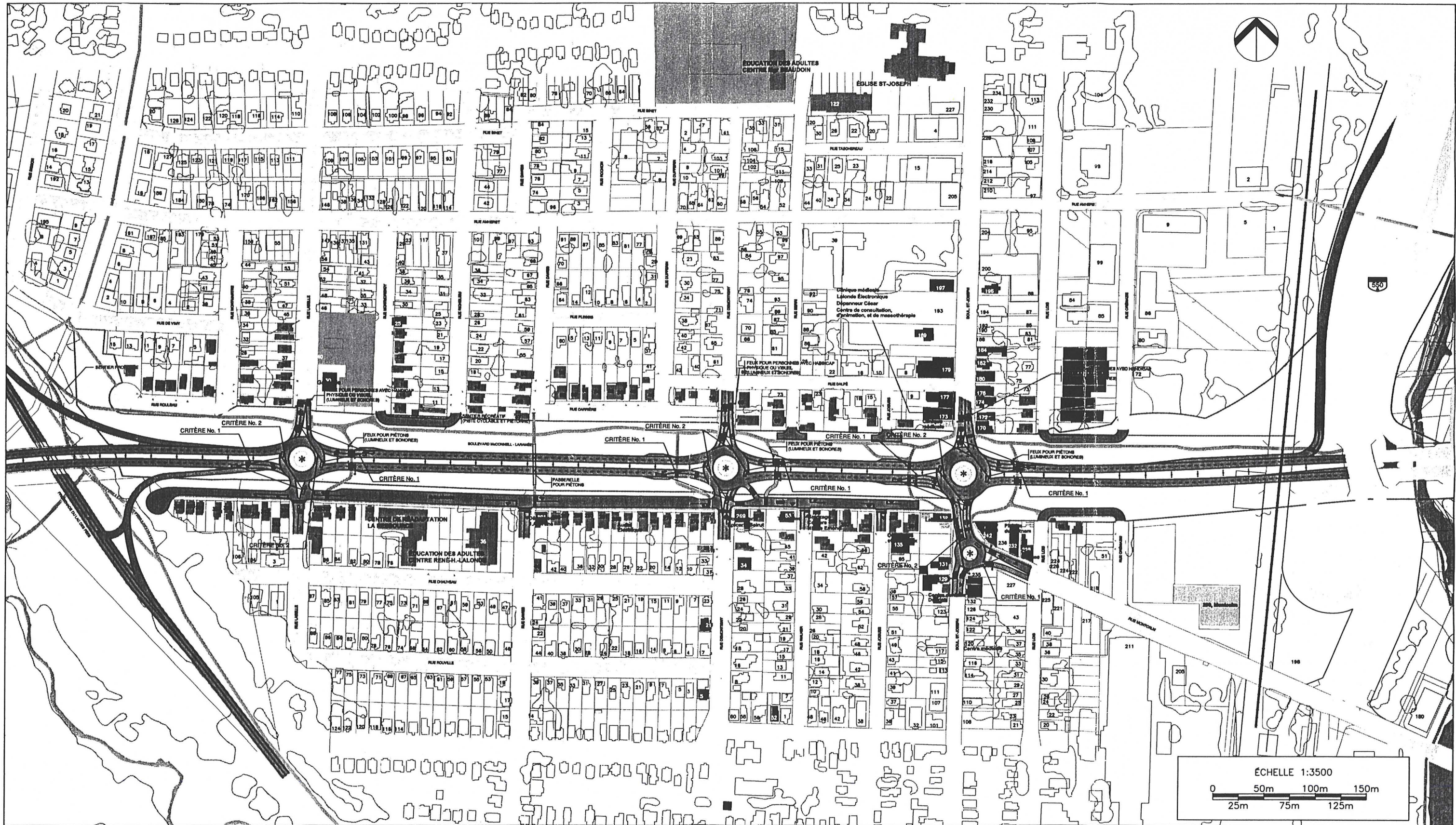
**BBL** AXE McCONNELL - LARAMÉE  
 SECTEUR URBAIN  
 Distance de visibilité d'arrêt à l'approche est du carrefour St-Joseph  
 Figure 3.2

#### 4.0 CONCEPTS GÉOMÉTRIQUES

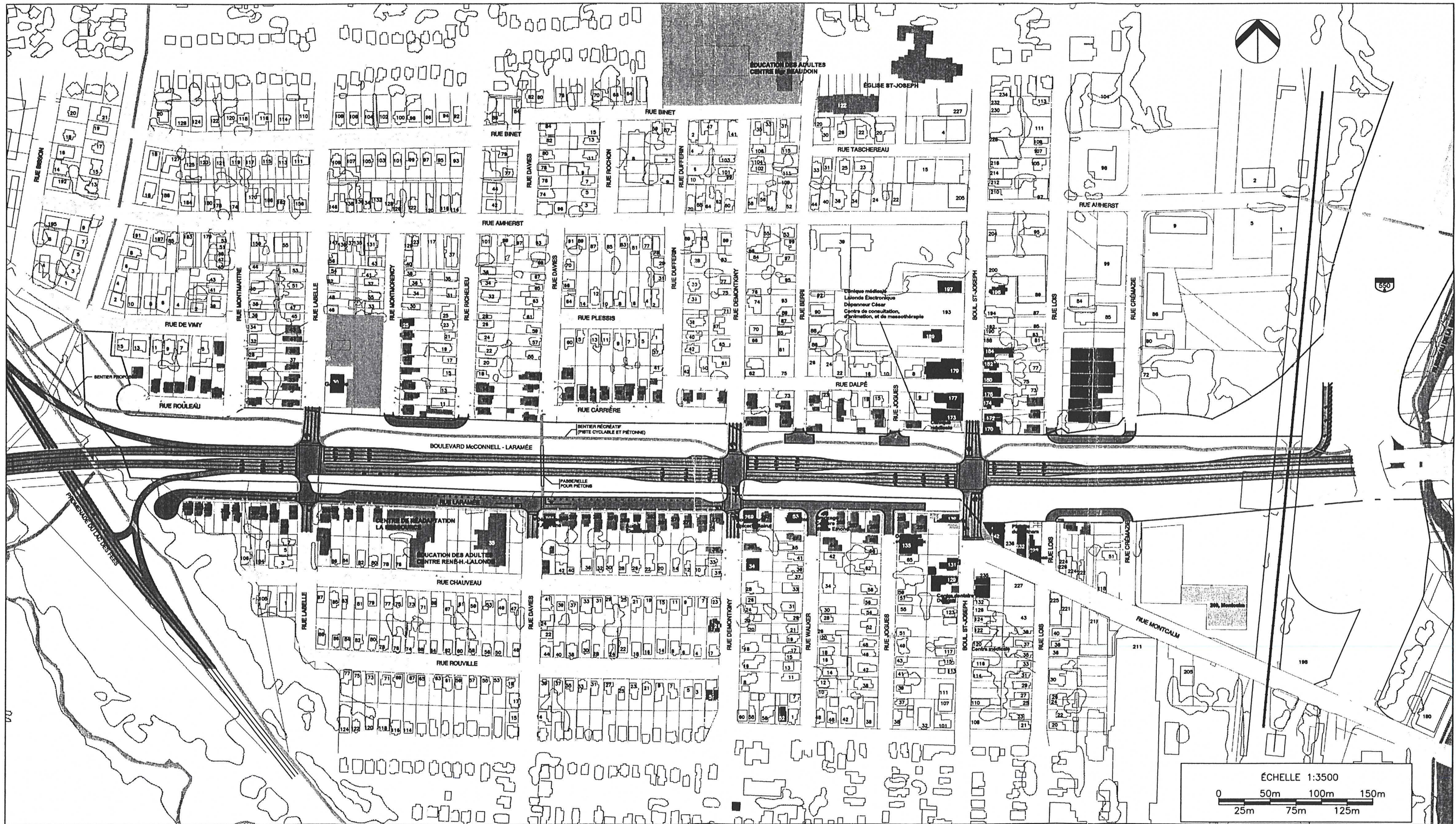
Nous présentons, à la figure 4.1, le concept de l'option avec carrefours giratoires qui répond le mieux aux analyses traitées précédemment et, à la figure 4.2, l'option avec feux de circulation utilisée pour la comparaison des deux types d'aménagement.

Les principaux éléments qui se dégagent du concept des giratoires sont les suivants :

1. L'emprise actuelle permet l'implantation de carrefours giratoires aux quatre intersections (conditionnelle aux critères établis aux paragraphes précédents).
2. Des aménagements préférentiels peuvent être réalisés afin d'accroître la sécurité des piétons. En effet, certaines traverses pour piétons seront signalisées par feu de circulation avec bouton poussoir auquel sont jumelés des dispositifs sonores et de temps prolongé. Une passerelle est également prévue au droit de la rue Davies. De plus, les trottoirs et les aménagements paysagers peuvent être construits de façon à guider naturellement les piétons vers les traverses.
3. La sécurité des cyclistes peut être assurée en aménageant une piste cyclable le long de l'axe routier principal, mais à l'extérieur de la chaussée, évitant que les cyclistes circulent dans les giratoires. La traverse de l'axe principal par les cyclistes peut être combinée à la traverse signalée pour piétons proposée précédemment.
4. La configuration, ainsi que les accès aux «voies de service» du côté sud ont des rayons de l'ordre de 5 mètres, nécessitant des itinéraires particuliers afin de permettre l'accès aux véhicules autorisés (véhicules d'urgence et d'entretien, autobus scolaires, etc.). Cependant, l'accessibilité est assurée à partir de toutes les directions.
5. La visibilité d'observation est, pour la majorité des carrefours, gênée par des bâtiments. Toutefois, selon les dernières analyses à travers le monde, ce manque de visibilité apparaît être favorable à l'implantation des giratoires.




**AXE McCONNELL - LARAMÉE**  
**SECTEUR URBAIN**  
 Concept géométrique d'implantation des carrefours giratoires  
 Figure 4.1




**AXE McCONNELL - LARAMÉE**  
**SECTEUR URBAIN**  
 Concept géométrique d'implantation des  
 intersections avec feux de circulation

Figure 4.2

5.0  
5.1

## CRITÈRES DE JUSTIFICATION DES CARREFOURS GIRATOIRES

### ÉVALUATION DES CRITÈRES DE JUSTIFICATION

Ce chapitre vise à évaluer les critères de justification propres aux carrefours giratoires. Ils sont tirés de différents guides, en l'occurrence :

- le guide de conception de giratoires de l'état de Floride<sup>10</sup>;
- le guide de conception de giratoires de l'état de Maryland<sup>11</sup>;
- le guide australien de conception de giratoires<sup>12</sup>;
- le bulletin d'information pour la conception de giratoires numéro 80 de l'état de Californie, CALTRANS<sup>13</sup>.

Nous dressons, au tableau 5.1, l'évaluation des critères justifiant ou non l'implantation de carrefours giratoires dans le contexte du projet concerné. Un «oui» signifie que le critère est rencontré et à l'opposé, un «non» signifie qu'il ne l'est pas.

Les critères défavorables ne signifient pas nécessairement que l'implantation de carrefours giratoires est impossible, mais plutôt que des aménagements particuliers s'imposent.

---

10 Voir annexe D, no 2.

11 Voir annexe D, no 3.

12 Voir annexe D, no 1.

13 Voir annexe D, no 11.

**TABLEAU 5.1.1**  
**ÉVALUATION DES CRITÈRES DE JUSTIFICATION D'UN CARREFOUR GIRATOIRE**  
**pour chaque intersection**

Critères de justification	Saint-Laurent /		
	Saint-Joseph	Demontigny	Labelle
1 Modération de la circulation	oui	oui	oui
2 Réduction des temps et des files d'attente	oui	oui	oui
3 Accroissement de la capacité des carrefours	oui	oui	oui
4 Emprise raisonnable	oui	oui	oui
5 Distance de visibilité d'arrêt adéquate	oui	oui	oui
6 Distance de visibilité des créneaux	oui	oui	oui
7 Distance de visibilité d'observation	non*	non*	non*
8 Flexibilité d'itinéraire	oui	oui	oui
9 Simplification d'un lieu spécifique urbain	oui	oui	oui
10 Identification d'un lieu spécifique urbain	oui	oui	oui
11 Débits de circulation < 5000 véhicules/heure	oui	oui	oui
12 Diminution de l'émission sonore	oui	oui	oui
13 Proximité d'intersections adjacentes	oui	n/a	n/a
14 Faible écart des débits aux différentes approches	non**	non**	non**
15 Topographie peu accidentée	oui	oui	oui
16 Faible activité cycliste	oui	oui	oui
17 Volume de piétons peu élevé	non	oui	oui
18 Sans complications géométriques	oui	non**	non**
19 Régulation de la circulation	non**	non**	non**
20 Pas de chaîne d'intersections avec des feux synchronisés	oui	oui	oui

\* *non (à la suite de l'approche conservatrice, même si ce critère est considéré déjà favorable)*

\*\* *non (mais pas critique)*

**En résumé,** la majorité des critères de justification sont rencontrés. Ceux qui ne le sont pas, ne sont pas critiques, ou bien des mesures de mitigation sont applicables. Cette analyse permet de conclure que l'aménagement de carrefours giratoires est possible dans l'axe McConnell-Laramée.

Nous décrivons ci-après chacun des critères évalués.

1. Modération de la circulation : l'aménagement de carrefours giratoires favorise la réduction de vitesse, du fait que les conducteurs sont soumis à la perte de priorité et à une trajectoire imposant une réduction de la vitesse.
2. Réduction des temps et files d'attente : ce critère est atteint en raison d'une utilisation continue du carrefour.
3. Accroissement de la capacité des carrefours : il y a accroissement de la capacité grâce à la perte de priorité, la simplification des points de conflits et la vitesse réduite autorisant des créneaux convenables entre les véhicules franchissant le carrefour.
4. Emprise raisonnable : tel que mentionné à la section 4.0 «Concept géométrique», ce critère est rencontré.
5. Distance de visibilité d'arrêt adéquate : le concept permet une distance de visibilité acceptable tel que justifié au tableau 3.3 b).
6. Distance de visibilité de perception des créneaux : ce critère est rencontré tel que mentionné au paragraphe 3.3 c).
7. Distance de visibilité d'observation : le concept procure un champ de vision qui permet la reconnaissance des conflits les plus critiques (paragraphe 3.3.3).
8. Flexibilité d'itinéraire : le concept offre la possibilité d'effectuer un demi-tour et de revenir sur ses pas en cas d'erreur ou de fermeture de branches pour des travaux de réfection.
9. Simplification de la signalisation verticale : face à la présence des feux de circulation et d'autres équipements de signalisation lumineuse, le giratoire peut permettre une signalisation beaucoup plus simple et aisément compréhensible.
10. Identification d'un lieu spécifique urbain : le concept de giratoire permet d'attribuer une qualité urbanistique à titre d'entrée de localité ou à titre de transition entre des tissus urbains différents.
11. Débits de circulation : de manière générale selon CALTRANS, les débits doivent être inférieurs à 5 000 véhicules/heure, ce qui est rencontré.

12. Diminution de l'émission sonore : la basse vitesse de circulation permet une conduite moins agressive, sans freinage brutal. Elle permet également une réduction de la consommation de carburant et une diminution des émissions polluantes. Les freinages, arrêts et accélérations sont réduites fortement, surtout durant les périodes creuses.
13. Proximité d'intersections adjacentes : Ce critère vise les intersections Saint-Joseph / Saint-Laurent et Saint-Joseph / Montcalm. L'aménagement de carrefours giratoires à ces deux intersections augmente la fluidité par le fait qu'il n'y ait pas d'arrêt comme avec des feux de circulation. Ce concept augmente ainsi la capacité des carrefours et diminue considérablement les files d'attente par rapport à l'aménagement de feu de circulation. Il est important que les deux carrefours soient aménagés avec des giratoires (dans l'éventualité où cette option est choisie). Un carrefour avec feux à Montcalm et avec giratoire à Saint-Joseph n'offrirait pas d'avantage puisque les files d'attentes causées par le feu de circulation nuirait au fonctionnement du giratoire à Saint-Joseph.
14. Écart des débits aux différentes approches : ce critère démontre une situation qui nuit à la capacité des carrefours giratoires. Les débits tout droit sur le boulevard Saint-Laurent représentent environ 80% du volume total à Saint-Joseph et 90% à Demontigny et Labelle. D'après les guides utilisés, cet écart est jugé insatisfaisant pour ce type d'aménagement. Toutefois, l'optimisation de la géométrie nous donne un niveau de service acceptable. Le fait que ce critère ne soit pas rencontré n'est pas critique.
15. Topographie accidentée : ce critère s'adresse aux endroits qui ne permettent pas l'aménagement d'une plate-forme annulaire avec des dévers acceptables. Ce critère est rencontré même dans le cas de l'axe McConnell-Laramée où la pente est relativement accentuée à l'approche est du carrefour Saint-Laurent / Saint-Joseph. Tel que démontré au paragraphe 3.3 les distances de visibilité sont toutes rencontrées.
16. Faible activités cyclistes : les études démontrent que les cyclistes sont les usagers les plus vulnérables d'un carrefour giratoire. Dans le cadre du présent projet, la piste cyclable est aménagée à l'extérieur de la chaussée et les cyclistes n'ont pas à traverser les carrefours. Ce critère est donc rencontré.

17. Volume de piétons peu élevé : les volumes de piétons plus élevés nécessitent des aménagements particuliers pour assurer leur protection et sécurité. Il est à noter que les entrées et les sorties des giratoires à trois voies et plus diminuent la sécurité des piétons, même si les passages sont marqués à une distance de 15 à 25 mètres avant la ligne de « Cédez ». Ce critère n'est donc pas rencontré, mais tel que discuté au paragraphe 3.2, des aménagements préférentiels seront réalisés afin de limiter le risque pour les piétons.
18. Sans complications géométriques : le concept illustré sur la figure 4.1 nous démontre que, suite à l'aménagement des giratoires, les rayons d'accès à la rue Laramée, au sud, pour les intersections Demontigny et Labelle, sont faibles (de l'ordre de 5 m), ce qui signifie que les camions de déneigement et certains véhicules d'urgence doivent choisir un itinéraire particulier pour y accéder. Ce critère n'est donc pas rencontré pour les intersections Demontigny et Labelle. La situation n'est cependant pas critique puisque des routes alternatives sont possibles.
19. Régulation de la circulation : les approches des carrefours giratoires ayant le même niveau de priorité ne permettent pas d'encourager ou de dissuader une des directions de la circulation. Ainsi, on ne peut pas accorder une priorité spécifique à certains véhicules, tels que police, ambulances ou pompiers, ce qui est possible avec un feu de circulation. Cette situation n'est cependant pas critique car tous les accès sont possibles, les temps d'attente sont très courts et il est facile de dégager les carrefours pour assurer la priorité aux véhicules d'urgence.
20. Pas de chaîne d'intersections avec des feux synchronisés : ce critère est présentement rencontré puisque aucune chaîne d'intersection synchronisée n'est présente dans le secteur à l'étude. Toutefois, les analyses de l'option avec feux de circulation ont été effectuées avec une synchronisation des feux.

## 5.2 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES CARREFOURS GIRATOIRES

À la lumière de l'analyse de ces critères de justification, les avantages et inconvénients des carrefours giratoires dans le cadre du projet de l'axe McConnell-Laramée sont les suivants :

### Avantages

- Réduction de la vitesse dans l'axe principal.
- Réduction des files d'attente.
- Accroissement de la capacité.

- Emprise suffisante (élément également rencontré avec des carrefours avec feux).
- Flexibilité d'itinéraire (possibilité de demi-tour).
- Simplification de la signalisation verticale.
- Diminution de l'émission sonore.
- Fort attrait sur le plan urbanistique à titre d'identification du milieu.

### **Inconvénients**

- Distance de visibilité gênée par certains bâtiments (peut être considérée comme avantage).
- Écart des débits aux différentes approches (non critique car il y a possibilité de maintenir une bonne fluidité dans toutes les directions grâce à des voies supplémentaires).
- Perception de l'aspect sécurité par les piétons.

## 6.0 ANALYSE AVANTAGES/COÛTS DES OPTIONS GIRATOIRES ET FEUX DE CIRCULATION

### 6.1 MÉTHODOLOGIE

#### 6.1.1 Analyse avantages/coûts

L'analyse avantages/coûts constitue un cadre formel reconnu et utilisé couramment pour structurer et analyser l'information pertinente à l'évaluation de projets d'infrastructure. Elle permet d'évaluer les bénéfices et les coûts de projets concurrents et de donner une réponse quant à la rentabilité sociale reliée à la mise en œuvre de différentes solutions envisagées.

C'est ainsi que les coûts et les bénéfices des deux options retenues, soit la solution avec carrefours giratoires et celle avec feux de circulation seront comparées sur la durée de la période d'analyse, afin de dégager la solution dont la valeur actualisée nette sera la plus élevée.

#### 6.1.2 Paramètres de base

Compte tenu de l'horizon temporel adopté dans les analyses précédentes, la période retenue pour l'analyse économique est, elle aussi, fixée à 11 ans, soit de l'an 2000 à l'an 2011.

Le taux d'actualisation reflète le rendement social collectif. Jusqu'à récemment, le Conseil du Trésor, le ministère des Transports du Québec et Transports Canada utilisaient un taux réel de 10% pour effectuer les analyses économiques des projets. Cependant, compte tenu de l'ouverture de notre économie, de la mondialisation des marchés et de la plus grande mobilité des capitaux, l'utilisation d'un taux plus faible est préférable. Le ministère des Transports du Québec utilise un taux de 7% et celui de l'Ontario, un taux de 6%. Pour les fins de la présente analyse, nous retenons un taux de 7%. Ce taux est utilisé pour ramener le flux net de bénéfices sur la période d'analyse en une valeur actualisée exprimée en dollars de 2000.

## 6.2 LES COÛTS DES OPTIONS

### 6.2.1 Le coût en capital

L'analyse de la valeur effectuée au mois de juin 1999, évaluait les coûts en capital de l'option avec feux de circulation à 5 880 000 \$ pour la partie du projet située entre la promenade du Lac-des-Fées et l'autoroute 50.

Le coût en capital de l'option avec carrefours giratoires sera du même ordre de grandeur. En effet, bien qu'il y ait des économies importantes liées à l'absence de feux de circulation, des frais additionnels doivent être déboursés pour les

bordures et l'aménagement requis à chacun des carrefours giratoires, ainsi que pour la destruction des installations existantes à l'intersection Saint-Joseph / Montcalm. Il appert que cette option serait d'environ 150 000 \$ plus basse que celle des feux de circulation. Cette différence est considérée pour les fins de l'analyse économique comme étant négligeable.

## 6.2.2 Coûts d'entretien

Les coûts d'entretien comprennent les coûts reliés à l'équipement mis en place, au déneigement et à l'entretien des différents aménagements paysagers. Encore une fois, bien que les coûts d'entretien des feux de circulation ne soient pas applicables à l'option des carrefours giratoires et donc constituent une économie, des coûts additionnels devront être défrayés pour l'entretien des aménagements paysagers des carrefours giratoires. La différence de coûts est négligeable et ne sera pas retenue dans le cadre de la présente analyse.

De la même façon, quel que soit le concept retenu, les coûts reliés à l'entretien de la chaussée demeurent les mêmes et ne sont donc pas inclus dans l'analyse.

## 6.3 LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES DES OPTIONS

### 6.3.1 Les gains de temps

Les économies de temps de déplacement constituent habituellement le principal avantage des projets d'infrastructures routières. En effet, le temps de déplacement représente, du point de vue économique, un coût pour l'utilisateur puisque ce temps ne peut être consacré à des activités productives et rémunérées. Ce type de bénéfice est particulièrement important pour des projets routiers visant à réduire la congestion aux heures de pointe en milieu urbain, puisque les usagers enregistrent alors un gain de temps significatif qu'ils pourront allouer à des activités productives.

Les calculs effectués pour déterminer les temps de parcours des deux options à l'étude, en période de pointe du matin et du soir (à l'horizon 2011) indiquent que la mise en place de carrefours giratoires entraînerait des gains de temps variant de 30 à 90 secondes sur le tronçon routier considéré. Ce gain de temps est jugé faible et non significatif économiquement pour les usagers de la route et ne sera donc pas considéré aux fins de la présente analyse.

### 6.3.2 Les gains de sécurité pour les usagers de la route

La mise en œuvre de l'un ou l'autre des scénarios de transition aura un effet sur le nombre d'accidents potentiels. Il importe, pour les fins de l'analyse économique, d'estimer quantitativement et de la manière la plus précise possible, les avantages en terme de sécurité d'une option par rapport à l'autre.

À partir des données sur le nombre d'accidents moyen annuel établies au paragraphe 3.1 de la présente étude, il est possible d'évaluer le coût social attaché à celles-ci. Les valeurs du chapitre 3.1 sont reprises au tableau suivant.

**TABLEAU 6.3.2.1**  
 NOMBRE D'ACCIDENTS MOYEN ANNUEL

Type de carrefour	Nombre d'accidents			
	Mortels	Avec blessés	Matériels	TOTAL
Giratoire <sup>1</sup>	0,06	3,94	11,30	15,30
Avec feux de circulation <sup>2</sup>	0,20	4,40	25,80	30,40

<sup>1</sup> Georges JACQUEMART et autres, *Synthesis of Highway Practice 264 – Modern Roundabout Practice in the United States*, Washington (D.C.), Transportation research board, 1998, pp 25-26.

<sup>2</sup> Données fournies par la ville de Hull, rapport des accidents à l'intersection des boulevards Saint-Joseph et Saint-Raymond de 1994 à 1998.

Le service d'actuariat de la Société d'assurance automobile du Québec évalue le coût social associé à chaque type d'accident. Selon les dernières données compilées (1994) par la SAAQ<sup>14</sup>, ces coûts sont les suivants :

➤ Accidents impliquant une mortalité :	362 650 \$
➤ Accidents avec blessures :	18 060 \$
➤ Accidents avec dommages matériels seulement :	6 736 \$

Ces valeurs sont retenues pour les fins de l'analyse économique et ont été appliquées aux nombres d'accidents indiqués au tableau précédent. Les résultats sont présentés au tableau 6.3.2.2.

**TABLEAU 6.3.2.2**  
 COÛTS DES ACCIDENTS MOYENS ANNUELS

Type de carrefour	Nombre d'accidents			
	Mortels	Avec blessés	Matériels	TOTAL
Giratoire	21 759 \$	71 156 \$	76 117 \$	169 032 \$
Avec feux de circulation	72 530 \$	79 464 \$	173 789 \$	325 783 \$

<sup>14</sup> Voir annexe D, no 12.

Le différentiel de coûts entre l'option avec feux de circulation et celle avec carrefours giratoires est donc de 157 000 \$ en faveur de cette dernière. Cette valeur est retenue pour toute la durée de la période d'analyse.

### 6.3.3 Sécurité des piétons

Comme il a déjà été mentionné à la section 3.2 «Sécurité des piétons», les données disponibles démontrent un gain en sécurité pour les piétons aux carrefours giratoires. Ce gain est cependant difficilement quantifiable compte tenu la faible quantité des données disponibles. Nous adoptons donc une approche conservatrice et attribuons un coût équivalent pour les deux options.

### 6.3.4 Consommation de carburant

Les deux options retenues impliquent la même longueur de parcours. La consommation de carburant ne variera donc qu'en fonction de la vitesse de déplacement et du nombre de décélération et d'accélération des véhicules impliqués par les deux options. Il appert que l'option avec carrefours giratoires impliquera une consommation d'essence moindre que celle avec feux de circulation. Le gain est cependant difficilement quantifiable. Nous optons donc pour une approche conservatrice et attribuons un coût équivalent pour les deux options.

## 6.4 RÉSULTATS DE L'ANALYSE AVANTAGES/COÛTS

La différence dans les coûts en capital et d'entretien, de même que dans les gains en temps, en consommation d'essence et au niveau de la sécurité des piétons est non significative entre les deux options. Il ne reste donc, comme élément discriminant, que l'impact des deux options sur la sécurité des usagers de la route. Le différentiel à ce niveau est évalué à 157 000 \$ par année en faveur de l'option des carrefours giratoires. Compte tenu du taux d'actualisation (7%) et de la durée de la période d'analyse retenue (11 ans), cet avantage se traduit par un bénéfice additionnel net actualisé (dollars 2000) de 1 335 000 \$ par rapport à l'option des feux de circulation.

## 7.0 CRITÈRES DE COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION

Ce chapitre vise à faire l'évaluation comparative entre les deux options à l'étude, soit celle avec carrefours giratoires et celle avec feux de circulation, afin de recommander celle qui offre le plus d'avantages dans le cas spécifique de l'axe McConnell-Laramée.

### 7.1 MÉTHODOLOGIE

La méthode d'évaluation choisie pour l'analyse comparative des options se veut simple. Elle est basée sur une série de critères établis par le consultant et approuvée par le Ministère, à laquelle est attribuée une pondération qui correspond à l'importance que revêt chacun de ces critères par rapport aux autres. L'option totalisant le plus haut pointage est celle qui répond le mieux aux critères établis et qui offre le plus d'avantages.

Les critères retenus sont regroupés en six catégories pour lesquelles la pondération suivante est attribuée, soit :

Catégorie de critères	Pondération attribuée
1. Capacité	30 points
2. Sécurité des usagers	20 points
3. Perception de sécurité	10 points
4. Environnement	15 points
5. Aménagement	15 points
6. Coûts	10 points

Dans la majorité des cas, les critères sont quantifiables et c'est sur cette base que leur évaluation est faite. Cependant, certains critères ne peuvent être quantifiés et peuvent seulement être qualifiés, tels la perception de la sécurité par les piétons et l'aménagement. Pour ces cas, la qualification se fait selon trois ordonnances d'impact, soit «favorable», «défavorable» et «neutre». Les impacts favorables se voient accorder le maximum des points, les impacts défavorables ne reçoivent aucun point, tandis que les impacts neutres reçoivent la moitié des points.

## 7.2 ÉVALUATION DES CRITÈRES

Le résultat de l'évaluation de chaque critère est présenté au tableau 7.2.1.

**TABLEAU 7.2.1**  
 ÉVALUATION DES CRITÈRES DE COMPARAISON ENTRE LES CARREFOURS GIRATOIRES  
 ET CEUX AVEC FEUX DE CIRCULATION

	Critères	Carrefours Giratoires			Feux de circulation	
		Pondération maximale	Pondération accordée	Valeur	Pondération accordée	Valeur
<b>1.</b>	<b>Capacité</b>	<b>30 pts</b>	<b>24 pts</b>		<b>4 pts</b>	
	1.1 Niveau de service	4 pts	4 pts	B	2 pts	C/D
	1.2 Délais axe principal	4 pts	4 pts	14 sec	0 pts	30 à 68 sec
	1.3 Délais rues transversales	3 pts	1 pts	37 sec	0 pts	49 sec
	1.4 Files d'attente	4 pts	2 pts	6 à 10 véh	0 pts	14 à 17 véh
	1.5 Temps de parcours axe principal	6 pts	6 pts	2 min	2 pts	3 min
	1.6 Niveau de service pour autobus	2 pts	2 pts	Délais 10 à 14 sec	0 pts	Délais 30 à 65 sec
	1.7 Réduction de vitesse	3 pts	3 pts	Favorable	0 pts	Défavorable
	1.8 Effet interactif entre intersections adjacentes	2 pts	2 pts	≤ 6 véhicules	0 pts	> 6 véhicules
<b>2.</b>	<b>Sécurité des usagers</b>	<b>20 pts</b>	<b>15 pts</b>		<b>10 pts</b>	
	2.1 Coûts reliés aux accidents	10 pts	10 pts	169 K\$/an	5 pts	326 K\$/an
	2.2 Sécurité des piétons	5 pts	2,5 pts	Équivalent	2,5 pts	Équivalent
	2.3 Sécurité des cyclistes	5 pts	2,5 pts	Neutre	2,5 pts	Neutre
<b>3.</b>	<b>Perception de sécurité</b>	<b>10 pts</b>	<b>0 pts</b>	Défavorable	<b>10 pts</b>	Favorable
<b>4.</b>	<b>Environnement</b>	<b>15 pts</b>	<b>13 pts</b>		<b>6 pts</b>	
	4.1 Émission de polluants	6 pts	4 pts	Neutre	3 pts	Neutre
	4.2 Émission sonore (Hauteur d'écran requise)	9 pts	9 pts	0 à 3,5 m (moy. 2,5 m)	3 pts	0 à 4 m (moy. 3,5 m)
<b>5.</b>	<b>Aménagement</b>	<b>15 pts</b>	<b>15 pts</b>		<b>4 pts</b>	
	5.1 Identification du lieu	8 pts	8 pts	Favorable	4 pts	Neutre
	5.2 Esthétique	7 pts	7 pts	Favorable	0 pts	Défavorable
<b>6.</b>	<b>Coûts de construction et d'entretien</b>	<b>10 pts</b>	<b>5 pts</b>		<b>5 pts</b>	
	6.1 Coûts de construction	6 pts	3 pts	-150 K (neutre)	3 pts	Neutre
	6.2 Coût d'entretien (équipements, déneigement, paysage, etc.)	4 pts	2 pts	Neutre	2 pts	Neutre
	<b>TOTAL DE LA PONDÉRATION ATTRIBUÉE</b>	<b>100 pts</b>	<b>72 pts</b>		<b>39 pts</b>	

Le résultat du tableau 7.2.1 nous montre l'avantage de l'option des carrefours giratoires par rapport à celle des intersections avec feux de circulation.

Nous décrivons ci-après chacun des critères évalués.

## 7.2.1 Capacité

Cette catégorie de critère nous permet de vérifier jusqu'à quel point les deux options peuvent répondre à la demande prévue à l'horizon de planification. À cet égard, on évalue les deux options pour un horizon de 10 ans (2011) selon les huit (8) critères suivants :

### 7.2.1.1 Niveau de service

Ce critère fait référence aux délais totaux et au ratio débits/capacité des intersections. Il nous donne une appréciation de la facilité de circulation pour chaque type de carrefour, soit ceux avec giratoires et ceux avec feux de circulation. Les notes sont accordées selon le principe suivant :

- Dans les cas où le niveau de service atteint est «E», nous n'accordons aucun point, tandis que la note maximale est accordée à l'option qui offre un niveau de service «C» ou mieux. Pour les autres niveaux de service, la pondération se fait au prorata de la position du niveau de service entre ceux de «C» et «E».

Les deux options (giratoires et feux de circulation) comprennent trois carrefours sur l'axe principal et la différence se présente surtout au carrefour avec la rue Saint-Joseph, où le niveau de service pour l'option avec feu de circulation est «D» et pour l'option giratoire est «B». La note maximale de 4 points est accordée à l'option avec carrefours giratoires et la note partielle de 2 points est accordée à l'option avec feux de circulation puisque le niveau de service se situe entre «C» et «E».

### 7.2.1.2 Délais axe principal

Ce critère compare le temps additionnel que les conducteurs doivent passer sur le tracé par rapport au temps nécessaire pour parcourir le même tracé sans arrêt. La pondération utilisée suit le même principe que pour le critère précédent, soit :

- Pour un délai de 40<sup>15</sup> secondes et plus par véhicule, nous n'accordons pas de point, tandis que pour un délai de 25 secondes par véhicule et moins, la note maximale est accordée, soit 4 points. Pour les valeurs intermédiaires, la pondération s'établit au prorata entre 40 et 25 secondes.

---

<sup>15</sup> Les délais choisis correspondent aux plages des différents niveaux de service.  
BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC. / MTQ 111570-10260-RE-001, Rév. 03  
15 juin 2000

À des fins de comparaison, nous utilisons les délais les plus élevés entre l'heure de pointe du matin et celle du soir. Tel qu'indiqué au tableau 2.3, les délais du matin sont utilisés pour l'axe principal. Dans le corridor, ces délais sont de l'ordre de 65 secondes pour l'option avec feux de circulation. Selon le critère établi, la note de 0 point lui est donc accordée. Puisque les délais pour l'option avec carrefours giratoires sont de l'ordre de 14 secondes, dû à l'utilisation continue du carrefour, la note maximale de 4 points lui est attribuée.

#### 7.2.1.3 *Délais rues transversales*

Ce critère est similaire au précédant, à l'exception qu'il s'adresse aux rues transversales. Le principe de pondération est également le même, à la différence près que la note maximale attribuable est établie à 3 points.

Selon les résultats du tableau 2.3, les délais sur les rues transversales sont de l'ordre de 50 secondes pour l'option avec feux de circulation et de 37 secondes pour l'option avec carrefours giratoires. Pour l'option avec feux, le pointage est de 0 puisque le délai est de plus de 10 secondes. Pour les giratoires, on accorde un pointage de 1.

#### 7.2.1.4 *Files d'attente*

Les files d'attente peuvent être considérées comme une mesure représentative pour la fluidité de la circulation. Les points sont attribués comme suit :

- La note de 4 points est accordée dans le cas où la file d'attente maximale par voie, dans la direction de pointe, ne dépasse pas la longueur d'une baie de virage standard de 45 mètres, soit 6 véhicules. Dans le cas où la file d'attente serait de l'ordre de 15 véhicules et plus, ce qui représente un nombre où les voitures souvent ne peuvent pas dégager l'intersection dans une seule phase, la note de zéro est accordée. Pour les files d'attente de l'ordre de 8, 10 et 12 véhicules nous accordons respectivement 3, 2 et 1 points.

Tel qu'indiqué au tableau 2.3, pour l'heure de pointe du matin, une file d'attente de 17 véhicules est établie à l'intersection Labelle en direction est avec l'option feux de circulation. Pour l'heure de pointe du soir à Saint-Joseph, la file d'attente maximale est de 14 véhicules avec coordination des feux avec l'intersection de la bretelle «C». Pour ce critère, l'option avec feux de circulation se voit accorder la note de zéro.

L'option avec carrefours giratoires engendre des files d'attente de l'ordre de 6 et 10 véhicules par voie à l'heure de pointe du matin et de 7 et 10 véhicules le soir. Donc, une note partielle de 2 points est accordée pour cette option.

#### 7.2.1.5 *Temps de parcours sur l'axe principal*

Ce critère vise à évaluer, pour l'ensemble des véhicules, le temps utilisé pour traverser le tronçon à l'étude d'une longueur de 1 km, en incluant tous les délais d'arrêt en minutes par véhicule. Le temps de parcours est le critère qui nous donne la meilleure appréciation de la fluidité de la circulation. La pondération est établie comme suit :

- L'option ayant le temps de parcours moyen le moins élevé se voit accorder la note maximale de 6 points. Pour l'autre option, la note est accordée selon la différence, soit 4 points si le temps est de 25% plus élevé, 2 points dans le cas où il est 50% plus élevé et zéro point si plus de 50%.

Selon le tableau 2.3, l'option avec carrefours giratoires nous offre un temps de parcours entre 1 minute 40 secondes et 2.0 minutes par direction, ce qui est moins élevé que celui de l'option avec feux de circulation. Alors, pour un temps de parcours moyen de 2 minutes, la note maximale de 6 points est accordée à l'option avec carrefours giratoires et comme le temps de parcours de l'option avec feux de circulation est de l'ordre de 3 minutes, soit 50% plus élevé, la note partielle de 2 points lui est accordée.

#### 7.2.1.6 *Niveau de service pour autobus*

Ce critère nous donne une indication du niveau de service pouvant être offert au transport en commun dans les limites du tronçon à l'étude, sans voie réservée.

Pour ce critère les points sont accordés comme suit :

- Pour les délais de 25 secondes et plus, pour les mouvements tout droit, ce qui correspond à un niveau de service «D», aucun point n'est accordé, tandis que pour un délai de 15 secondes par véhicule et moins, qui correspond à un niveau de service «B», la note maximale de 2 points est accordée. Pour les valeurs intermédiaires, la pondération est établie au prorata de la plage des niveaux de service «B», «C» et «D».

Dans le cas de l'option avec feux de circulation pour les mouvements tout droit (tel qu'indiqué au tableau 2.3), le transport en commun doit subir des délais maximaux variant de 10 à 14 secondes à 30 à 65 secondes. Avec les giratoires, les délais maximums varient entre 10 à 14 secondes. La note maximale de 2 points est donc accordée à l'option avec carrefours giratoires et aucun point n'est accordé à l'option avec feux de circulation.

#### 7.2.1.7 *Réduction de vitesse*

Ce critère nous donne une appréciation de la vitesse de roulement sur le tronçon à l'étude pour chaque option. Il est largement connu que les panneaux de limite

de vitesse eux-mêmes ne suffisent pas à faire respecter la loi. Souvent, des mesures préférentielles ou encore une présence policière est obligatoire. Pour caractériser ce critère, la pondération suivante est établie :

- L'option qui permet une facilité d'imposer une réduction de la vitesse pratiquée se voit attribuer la note maximale de 3 points et aucun point n'est accordé à l'option qui ne peut offrir une telle possibilité.

Les carrefours giratoires imposent aux usagers une trajectoire curviligne et une perte de priorité, même sur l'axe principal, qui forcent les conducteurs à réduire leur vitesse pour pouvoir traverser les carrefours. La note maximale de 3 points est accordée à cette option. L'option avec feux de circulation n'offre aucun moyen d'imposer une réduction de la vitesse lorsque les feux sont au vert. Ainsi, aucun point ne lui est accordé.

#### 7.2.1.8 *Effet interactif entre intersections adjacentes*

Ce critère concerne la proximité des intersections Saint-Joseph / Saint-Laurent et Saint-Joseph / Montcalm. La distance approximative de moins de 35 mètres entre elles permet une accumulation des files d'attente de l'ordre de 6 à 7 véhicules sans déranger les mouvements transversaux. La pondération est établie de la façon suivante :

- L'option qui offre un bon fonctionnement pour les deux carrefours se voit accorder la note maximale de 2 points. Dans le cas contraire, aucun point n'est accordé.

Selon les résultats présentés aux tableaux 2.1, 2.2 et 2.3, l'option avec carrefours giratoires génère des files d'attente de l'ordre de 6 véhicules pour les directions nord et sud, tandis que l'option avec feux de circulation génère 11 véhicules pour ces mêmes directions. Ceci signifie qu'aux moins deux véhicules doivent rester dans les limites de l'intersection. La note maximale de 2 points est donc accordée aux giratoires et aucun point n'est donné à l'option avec feux de circulation.

### 7.2.2 **Sécurité des usagers**

#### 7.2.2.1 *Coûts reliés aux accidents*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options représente le coût minimum relié aux accidents. Les résultats sont tirés de la section 6.0 «Analyse avantages/coûts des options giratoires et feux de circulation». Les notes sont accordées selon le principe suivant :

- l'option ayant le coût annuel le plus bas se voit accorder la cote maximale de 10 points. Pour l'autre option, la note est accordée selon la différence, soit 7.5 si la différence est de 25% plus élevée que l'option la plus basse, 5 si la différence est de 75% plus élevée, 2.5 si la différence est de 125% plus élevée et 0 si la différence est supérieure à 200%.

Il ressort de l'analyse que l'implantation de carrefours avec feux de circulation représente un coût social additionnel de 1.3 millions de dollars actualisés, comparativement à l'implantation de carrefours giratoires. Le coût annuel des accidents est de l'ordre de 169 032 \$ pour l'option avec carrefours giratoires et de 325 783 \$ pour l'option avec feux de circulation.

La note de 10 est donc accordée au concept des carrefours giratoires, puisque celui-ci représente l'option la moins onéreuse. Nous accordons la note de 5 au concept avec feux de circulation, puisqu'il représente un coût annuel de plus de 75% supérieur à l'option avec carrefours giratoires.

#### 7.2.2.2 *Sécurité des piétons*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options offre le plus de sécurité aux piétons. Les résultats sont tirés de la section 3.2 «Sécurité des piétons». Les notes sont accordées selon les données statistiques disponibles.

Tel que mentionné auparavant, il appert que la sécurité des piétons est améliorée lors de l'implantation de giratoires. Cependant, puisque le gain est difficilement quantifiable, et puisque des traverses munies de feux pour piétons sont également prévues dans le concept des carrefours giratoires, nous adoptons une approche conservatrice et considérons les deux concepts comme étant équivalents.

La note de 2.5 est accordée aux deux concepts.

#### 7.2.2.3 *Sécurité des cyclistes*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options offre le plus de sécurité aux cyclistes. Les résultats sont tirés de la section 3.3 «Sécurité des cyclistes».

Tel que mentionné auparavant, puisque dans les deux cas la piste cyclable est située en retrait de la route et que les aménagements des traverses piétonnes serviront également aux cyclistes, nous considérons que les impacts sont neutres dans les deux cas et attribuons la note de 2.5 aux deux concepts.

### 7.2.3 **Perception**

Ce critère vise à évaluer la perception de la sécurité qu'offrent les intersections aux piétons.

D'usage, les piétons perçoivent les carrefours giratoires comme étant moins sécuritaires que les feux de circulation.

Malgré le fait que l'ajout de traverses pour piétons protégées par feux rend la perception de sécurité plus grande pour les piétons, la note maximale est accordée aux intersections avec feux de circulation, puisqu'ils sont perçus comme les plus sécuritaires par les usagers.

Quant aux carrefours giratoires, nous leur accordons la note de zéro, puisque la perception du milieu est, malgré tout, négative durant un certain temps.

#### 7.2.4 Environnement

##### 7.2.4.1 Émission de polluants

Ce critère vise à évaluer laquelle des options permet de minimiser l'émission de polluants engendrée par les véhicules sur l'axe.

Tel que mentionné au paragraphe 6.3.4 «Consommation de carburant», l'option avec carrefours giratoires représente un gain pour l'environnement en comparaison avec l'option avec feux de circulation.

Ainsi, la note de neutralité de 3 points est appliquée à l'option avec feux de circulation et la note de 4 points est accordée à l'option avec carrefours giratoires, afin de signifier le gain.

##### 7.2.4.2 Émissions sonores (Hauteur d'écran requise)

Ce critère vise à évaluer laquelle des options génère le moins d'impacts sonores.

Les différentes simulations de bruit effectuées pour les deux options ont permis de déterminer des hauteurs d'écrans pour différents scénarios. Avec une répartition du camionnage entre les boulevards Saint-Raymond (60 %) et McConnell-Laramée (45 %), il est évalué que des écrans d'une hauteur moyenne de 2,5 mètres sont requis pour l'option avec carrefours giratoires, tandis que des écrans d'une hauteur moyenne de 3,5 mètres sont nécessaires pour l'option avec feux de circulation<sup>16</sup>. Dans le cas des carrefours giratoires, les écrans seraient majoritairement sous forme de talus. Avec l'option avec feux de circulation, des murets seraient nécessaires.

---

<sup>16</sup> Beauchemin-Beaton-Lapointe, Rapport d'analyse du bruit et de l'aménagement paysager, 15 juin 2000.  
BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE INC. / MTQ 111570-10260-RE-001, Rév. 03  
15 juin 2000

Les notes sont accordées selon le principe suivant :

- L'option ayant la hauteur de mur la moins élevée se voit accorder la note maximale de 9 points. Pour l'autre option, la note est accordée selon l'impact de l'écart, soit :
  - 6 points si l'augmentation de la hauteur des murs se situe entre 0,1 et 0,9 mètre;
  - 3 points si l'augmentation de la hauteur des murs se situe entre 1,0 et 1,9 mètre et;
  - 0 point si l'augmentation est supérieure à 2 mètres.

La note de 9 points est donc accordée à l'option avec carrefours giratoires et la note de 3 points est accordée à l'option avec feux de circulation.

## 7.2.5 Aménagement

### 7.2.5.1 Identification du lieu

Ce critère vise à évaluer laquelle des options permet le mieux de marquer la transition entre les différents milieux traversés et l'identification de ceux-ci, soit l'identification d'un milieu urbain, d'un milieu autoroutier, d'un lieu d'affaires ou commercial, etc.

L'option «giratoires» offre un grand potentiel à ce niveau par sa géométrie spatiale imposante. L'îlot central peut facilement être aménagé de façon à marquer une transition nette entre le secteur autoroutier du parc et la zone urbaine. Il peut également identifier plus spécifiquement la vocation commerciale de la zone urbaine. La note maximale de 8 points lui est donc accordée puisque les carrefours giratoires sont favorables à ce critère.

L'option «feux de circulation» étant plus modeste et standardisée comme infrastructure, elle limite la possibilité d'innover ou d'apporter des solutions originales. Lorsque les feux sont au rouge, le marquage de la transition entre deux milieux se fait relativement bien. Cependant, lorsque le feu est au vert, la transition n'est pas renforcée par l'intersection. La note de 4 points lui est donc accordée puisque l'option avec feux de circulation est plutôt neutre à l'identification du lieu.

#### 7.2.5.2 *Esthétique*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options offre le meilleur avantage au niveau de l'esthétique, c'est-à-dire :

- l'originalité;
- la qualité du mobilier urbain;
- l'impact visuel de l'aménagement.

Pour les giratoires, l'îlot central peut être aménagé de façon à donner un caractère distinct à chaque intersection et à améliorer l'aspect visuel de l'environnement. La note maximale de 7 points lui est donc accordée.

Pour les intersections avec feux de circulation, la présence de fûts et de potences représente d'avantage un obstacle visuel qu'un attrait architectural. Aucun point ne lui est accordé.

#### 7.2.6 **Coûts de construction et d'entretien**

##### 7.2.6.1 *Coûts de construction*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options offre le coût de construction le plus bas. Les valeurs quantifiables indiquées au tableau 7.2.1 sont tirées de l'analyse de la section 6.0 «Analyse avantages/coûts des options giratoires et feux de circulation».

La différence du coût de construction entre les deux options étant seulement de 150 000 \$ sur 5 880 000 \$ (moins de 3 %), la note de neutralité, soit 3 points, est attribuée aux deux options.

##### 7.2.6.2 *Coûts d'entretien*

Ce critère vise à évaluer laquelle des options offre le coût d'entretien le moins élevé. Les coûts d'entretien comprennent les coûts reliés à l'équipement mis en place, au déneigement et à l'entretien des aménagements paysagers.

Ces coûts sont considérés équivalents pour les deux concepts. Les coûts reliés à l'équipement pour le concept avec feux de circulation sont similaires aux coûts supplémentaires d'entretien des aménagements paysagers du concept avec giratoires. Quant aux coûts de déneigement, ils sont les mêmes pour les deux types d'intersection. La note de neutralité, soit 3 points est attribuée aux deux options.

### 7.3 RÉSULTATS DE L'ANALYSE COMPARATIVE

La présente analyse des critères comparatifs montre le net avantage qu'offre l'option des carrefours giratoires par rapport à celle des feux de circulation, les notes de 72 points et de 39 points étant attribuées respectivement à chacune d'elles.

Les éléments suivants qui mettent particulièrement l'option des carrefours giratoires en valeur sont les suivants :

Au niveau de la circulation :

- L'amélioration du niveau de service aux carrefours étudiés.
- La réduction des délais et du temps de parcours le long de l'axe principal.
- La réduction des files d'attente, particulièrement aux carrefours Laramée / Saint-Joseph et Saint-Joseph / Montcalm.
- Le niveau de service pour autobus.

Au niveau de la sécurité des usagers :

- Une diminution des accidents se traduisant par un bénéfice net actualisé de 1 335 000 \$ par rapport à l'option avec feux de circulation.
- Une amélioration de la sécurité des piétons, malgré une perception initiale peu favorable.

Au niveau de l'environnement :

- Une réduction de la hauteur moyenne des écrans de 3,5 mètres à 2,5 mètres et l'élimination des écrans sur la majeure partie du côté sud du boulevard pour l'option avec carrefours giratoires.

Au niveau de l'aménagement :

- Un atout significatif pour l'identification et l'esthétique du lieu.

L'option des feux de circulation se démarque par la perception qu'elle procure au niveau de la sécurité des piétons. Souvent, les piétons perçoivent à tort qu'ils ne sont pas en sécurité dans des giratoires, bien que les statistiques d'accidents démontrent une plus grande sécurité pour les piétons avec ce type d'aménagement, comparativement à celui avec feux de circulation. Tel que mentionné à la section 3.0 «Sécurité des usagers», la mise en œuvre de moyens, ainsi que d'infrastructures préférentielles permettent d'optimiser la sécurité des piétons et surtout d'améliorer la perception qu'en ont les usagers.

## 8.0 COMMENTAIRES D'UN EXPERT EXTERNE

Le présent chapitre présente les commentaires de monsieur Georges Jacquemart, PE, AICP, de la firme de consultants BFJ inc, de l'état de New York. Monsieur Jacquemart, connu pour sa grande expérience dans l'aménagement de carrefours giratoires, a fourni son appui dans la réalisation du présent rapport.

«Pour formuler mon opinion au sujet de ce projet, j'ai passé en revue les premières versions de ce rapport de faisabilité, j'ai analysé les cartes et photos du quartier et nous avons également testé la performance des giratoires en utilisant le logiciel «RODEL». Nous voulions utiliser un deuxième logiciel pour vérifier la performance et aussi pour voir si la géométrie pouvait être optimisée. Les sections suivantes résument mes conclusions :

### **Convenance de l'option avec carrefours giratoires pour l'axe McConnell-Laramée**

Pour cet axe, il y a trois facteurs propres au corridor McConnell-Laramée qui favorisent la solution des giratoires :

- 1) La distance entre les carrefours Saint-Joseph / Montcalm et Saint-Joseph / Saint-Laurent : Un des avantages des giratoires par rapport aux croisements avec feux lumineux est que les longueurs des files d'attente sont beaucoup plus faibles. La distance entre les deux croisements est moins de 40 m, ce qui rend la solution des feux lumineux très difficile.
- 2) Changement de caractère de la route : Un des buts de ce projet est de créer un projet de boulevard dans le quartier en question au lieu d'une route à caractère autoroutier. Les giratoires produisent cette transition de façon sécuritaire et élégante. Ils sont très efficaces pour diminuer les vitesses.
- 3) Le caractère résidentiel du quartier : À cause de leur bonne performance environnementale les giratoires permettent une meilleure intégration et une plus grande harmonie dans le quartier. Les giratoires ont des avantages par rapport aux croisements à feux du point de vue des impacts esthétiques, de bruits et de la pollution de l'air.

En plus des facteurs locaux, il y a les facteurs de fluidité et de sécurité qui donnent un net avantage aux giratoires, comme le montre ce rapport. À cause de la réduction de vitesse et la simplification des conflits dans les giratoires les taux d'accidents et la sévérité des accidents sont moindres que pour des croisements à feux. Les giratoires ont également des temps d'attente beaucoup plus faibles ce qui améliore la fluidité, surtout pendant les heures creuses.

## **Convenance de l'option de croisement avec feux de circulation pour l'axe McConnell / Laramée**

Deux facteurs locaux peuvent avantager la solution de croisements à feux :

- 1) La perception de sécurité des piétons : Le fait que nous nous trouvions dans un corridor résidentiel rend la traversée des piétons importante bien que les statistiques d'accidents en provenance d'Europe démontrent une plus grande sécurité pour les piétons dans les giratoires que dans les croisements à feux. Souvent les piétons ne perçoivent pas qu'ils sont en sécurité dans les giratoires. Pour ce projet, on devra rechercher des solutions qui maximisent la sécurité et surtout la perception de sécurité des piétons.
  
- 2) Le fort déséquilibre de charges entre l'axe principal et les rues transversales : D'habitude on n'aime pas arrêter ou ralentir 95% du trafic pour donner un créneau à 5% du trafic. Pour les grands déséquilibres de charges la performance du point de vue des temps d'attente peut être moindre pour les giratoires que pour les croisements à feux. Dans le présent cas, l'analyse des performances montre que les giratoires produisent moins de délais pour tout le trafic que les croisements à feux. En plus, il faut se rappeler que l'un des buts spécifiques du projet est de casser la vitesse sur l'axe principal.

### **Optimisation du concept avec carrefours giratoires**

*Il est à noter que le commentaire suivant a été formulé pour le concept préliminaire de janvier 2000, soit un boulevard à 3 voies par direction, dont une réservée au transport en commun. Le concept final est un boulevard à 2 voies par direction sans voie réservée.*

La revue de ce projet, y inclus l'analyse avec le logiciel RODEL, nous a amenés aux conclusions que les giratoires représentent une bonne solution pour cet axe et que la solution giratoire peut encore être optimisée du point de vue des coûts et de la sécurité. En comparaison avec les croisements à feux, les giratoires permettent une capacité élevée sans devoir élargir excessivement les routes. Dans ce cas, il me semble qu'un projet avec deux voies par direction sera beaucoup plus économique que le projet avec trois voies par direction, et aura une très bonne performance pour tous les modes de transport. Certaines approches devront avoir trois voies d'entrée. Il n'est pas certain que les voies réservées aux autobus soient justifiées, étant donné les fréquences des autobus. En plus, avec les temps d'attente très courts aux giratoires, la solution giratoire nullifie tout avantage des voies pour autobus. Il faut mentionner également que n'importe quelle voie réservée peut affecter le fonctionnement optimal des giratoires. Il semble que d'autres investissements d'aménagements pour autobus pourraient amener plus d'avantages pour les usagers des transports en commun.

Dans la prochaine étape du projet, il faudra rechercher la largeur optimale pour toutes les sections de route en vue d'optimiser la fluidité et la sécurité. Il faudra également vérifier les déflexions de trajectoires pour toutes les entrées.

### **Conclusions de l'expert externe**

«Depuis plus de 10 ans, les giratoires ont trouvé un essor formidable dans pratiquement tous les pays d'Europe. Leur grand succès est dû principalement à leur sécurité accrue dans tous les environnements, à leur excellente capacité et fluidité et aux avantages esthétiques et environnementaux. Aux États-Unis, il y a maintenant une cinquantaine de giratoires «modernes» (modern roundabouts), surtout dans les états du Maryland, de la Floride, du Vermont, du Colorado, de la Californie et de l'Oregon. Plusieurs états ont développé leur propre guide pour giratoires et le gouvernement fédéral américain (Federal Highway Administration) est dans la phase finale de la préparation d'un guide fédéral pour giratoires.

L'élément le plus sensible est la perception de sécurité des piétons. Il faudra optimiser le projet en ce regard et présenter des solutions sensibles aux résidents. L'option où les piétons traversent trois voies d'approche (et peut-être dans certains cas deux voies d'approche) et puis deux voies de départ est préférable à l'option des feux où les piétons doivent traverser sept ou huit voies. Il est important de mentionner que la solution avec les giratoires imposera également des temps d'attente plus courts pour les piétons.

En fin de compte, même si l'axe McConnell-Laramée ne représente pas l'application la plus facile pour les premiers giratoires au Québec – il ne représenterait pas l'application la plus facile non plus pour un croisement à feux – c'est néanmoins une application excellente. Les giratoires permettront un fonctionnement très fluide et très sûr pour tous les moyens de transports et tous les usagers et ils s'intégreront très bien dans le quartier.»

## 9.0

### CONCLUSION

Le but de la présente étude était d'évaluer la faisabilité d'aménager des carrefours giratoires sur l'axe McConnell-Laramée, dans le secteur situé entre l'autoroute 50 et le chemin du Lac-des-Fées. Le cas échéant, l'analyse visait par la suite à évaluer si l'option des carrefours giratoires est préférable à celle des carrefours avec feux de circulation.

Puisque la première partie de l'étude est concluante, une analyse comparative a été faite entre les deux options, suivant des concepts dont le niveau de précision est similaire. Les résultats de cette analyse montrent le net avantage qu'offrent les carrefours giratoires par rapport aux feux de circulation. Ceux-ci ayant obtenu respectivement la pondération de 72 points et de 39 points. Les éléments qui mettent l'option des giratoires en valeur sont les suivants :

#### ***Au niveau de la circulation***

- L'amélioration du niveau de service aux carrefours étudiés.
- La réduction des délais et du temps de parcours le long de l'axe principal.
- La réduction des files d'attentes, particulièrement aux carrefours Laramée / Saint-Joseph et Saint-Joseph / Montcalm.
- L'élimination de la voie réservée (2 voies de circulation par direction).

#### ***Au niveau de la sécurité des usagers***

- Une diminution des accidents se traduisant par un bénéfice net actualisé de 1 335 000 \$ par rapport à l'option avec feux de circulation.
- Une amélioration de la sécurité des piétons, malgré que la perception en soit autrement.

#### ***Au niveau de l'environnement***

- Une réduction de la hauteur moyenne des écrans de 3,5 mètres à 2,5 mètres et l'élimination des écrans sur la majeure partie du côté sud du boulevard pour l'option avec carrefours giratoires.

#### ***Au niveau de l'aménagement***

- Un atout significatif pour l'identification et l'esthétique du lieu.

L'option des feux de circulation se démarque par la perception qu'elle procure au niveau de la sécurité des piétons. Souvent, les piétons perçoivent à tort qu'ils ne sont pas en sécurité dans des giratoires, bien que les statistiques d'accidents démontrent une plus grande sécurité pour les piétons avec ce type d'aménagement comparativement à celui avec feux de circulation. Tel que

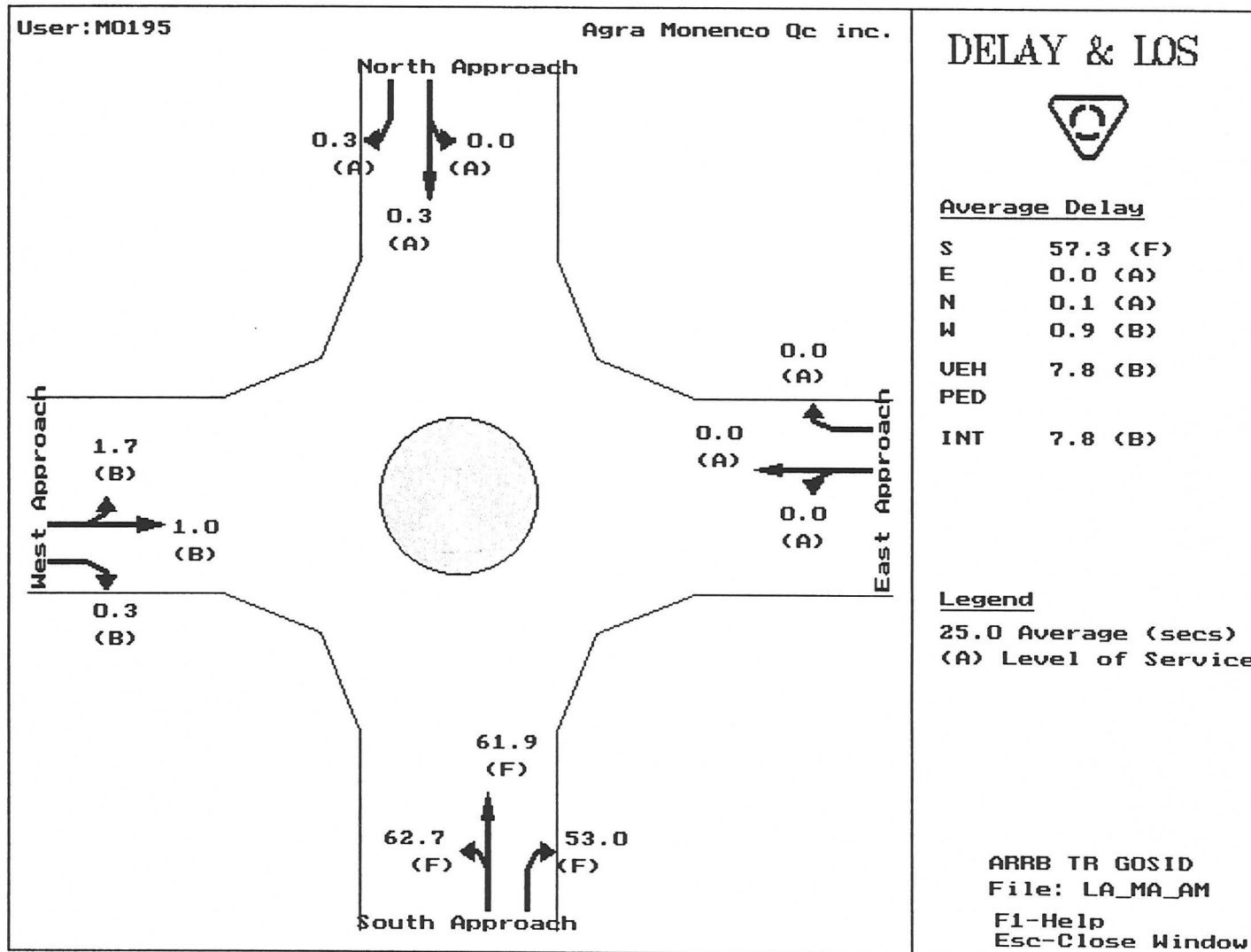
mentionné dans le présent rapport, la mise en œuvre de moyens, ainsi que d'infrastructures préférentielles permettent d'optimiser la sécurité des piétons et surtout d'améliorer la perception qu'en ont les usagers.

Monsieur Georges Jacquemart, PE, AICP, de la firme de consultants BFJ inc. de l'état de New York, dont les services ont été retenus pour commenter la présente étude, conclut que «même si l'axe McConnell-Laramée ne représente pas l'application la plus facile pour les premiers giratoires au Québec – il ne représenterait pas non plus l'application la plus facile pour un croisement à feu – c'est néanmoins une application excellente. Les giratoires permettront un fonctionnement très fluide et très sécuritaire pour tous les moyens de transport et tous les usagers et ils s'intégreront très bien dans le quartier.»

De plus, celui-ci souligne que «depuis plus de 10 ans les giratoires ont trouvé un essor formidable dans pratiquement tous les pays d'Europe»... «Aux États-Unis, il y a maintenant une cinquantaine de giratoires «moderne», surtout dans les États du Maryland, de la Floride, du Vermont, du Colorado, de la Californie et de l'Oregon.»

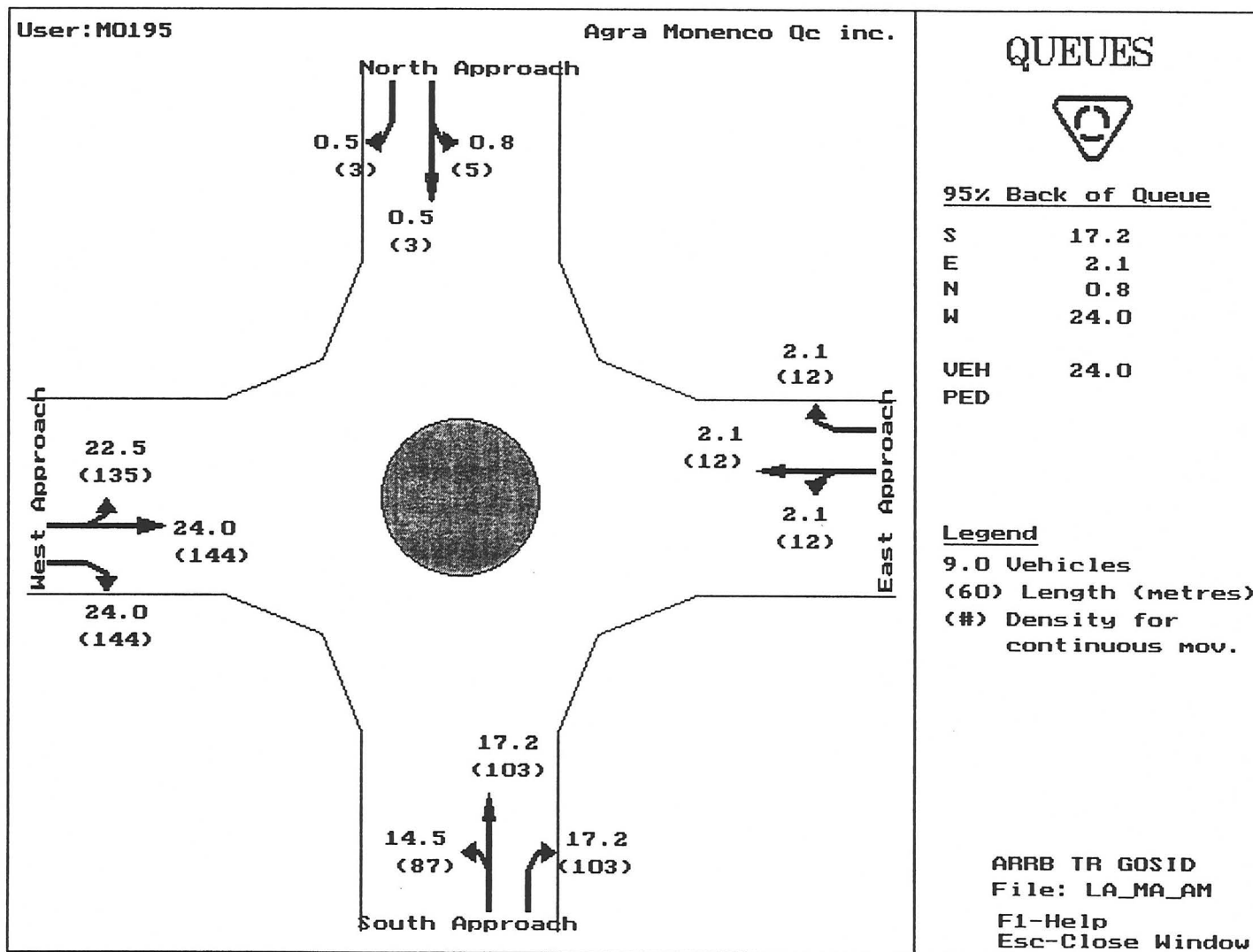
Considérant les résultats de la présente étude, nous recommandons au ministère des Transports du Québec de réaliser l'axe McConnell-Laramée selon le concept avec carrefours giratoires et 2 voies de circulation par direction. La sécurité des piétons, et principalement la perception entourant celle-ci, peut être renforcée par la mise en œuvre, entre autres, d'un plan de communication auprès de la population, ainsi que par des aménagements préférentiels permettant de guider les piétons vers des traverses sécuritaires, ainsi que des feux pour piétons avec bouton poussoir jumelé d'un signal sonore et d'appel de feux prolongés pour les personnes handicapées.

**ANNEXE A**  
RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE  
CIRCULATION DU LOGICIEL SIDRA



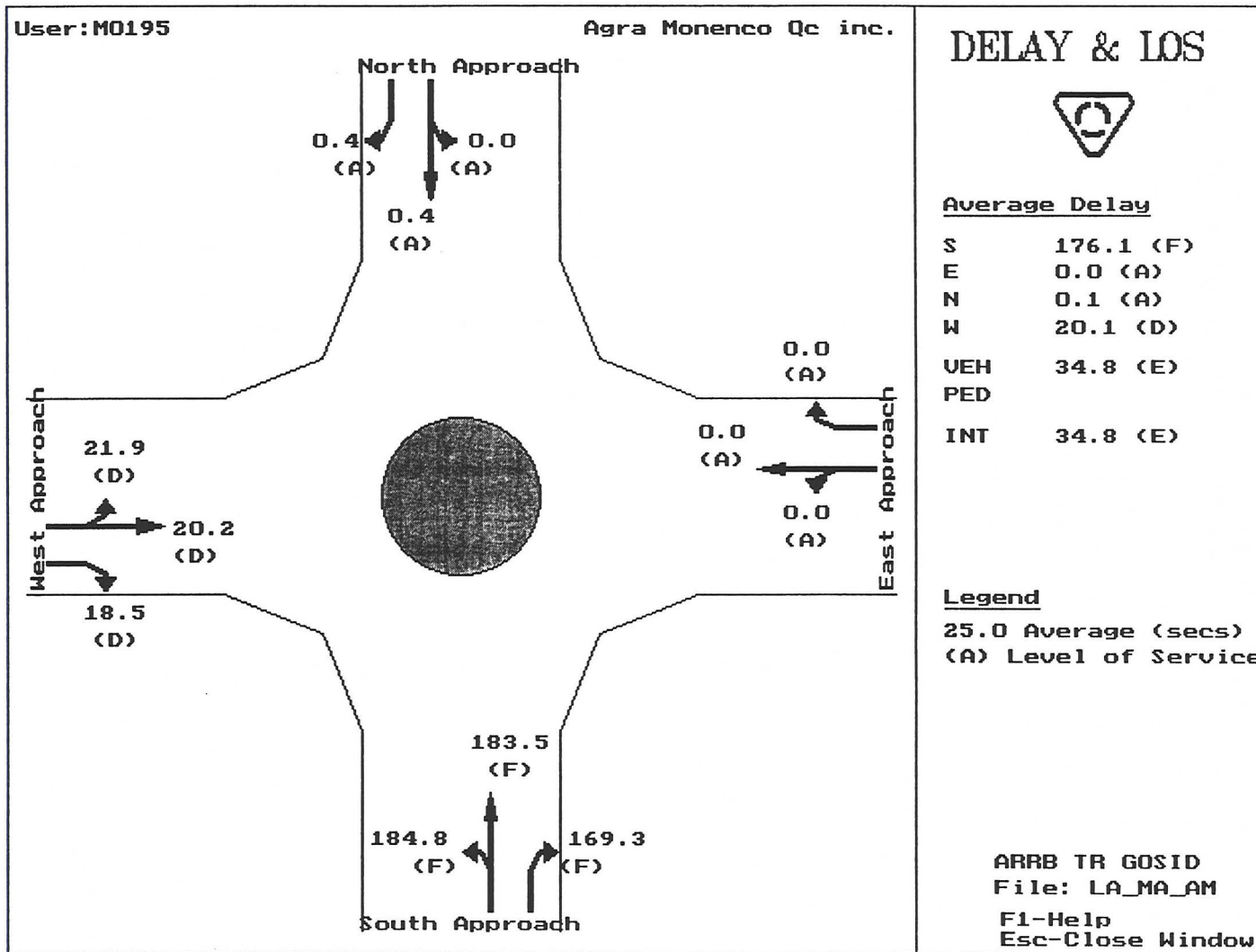
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
 PHF = 100

**FIGURE 1**



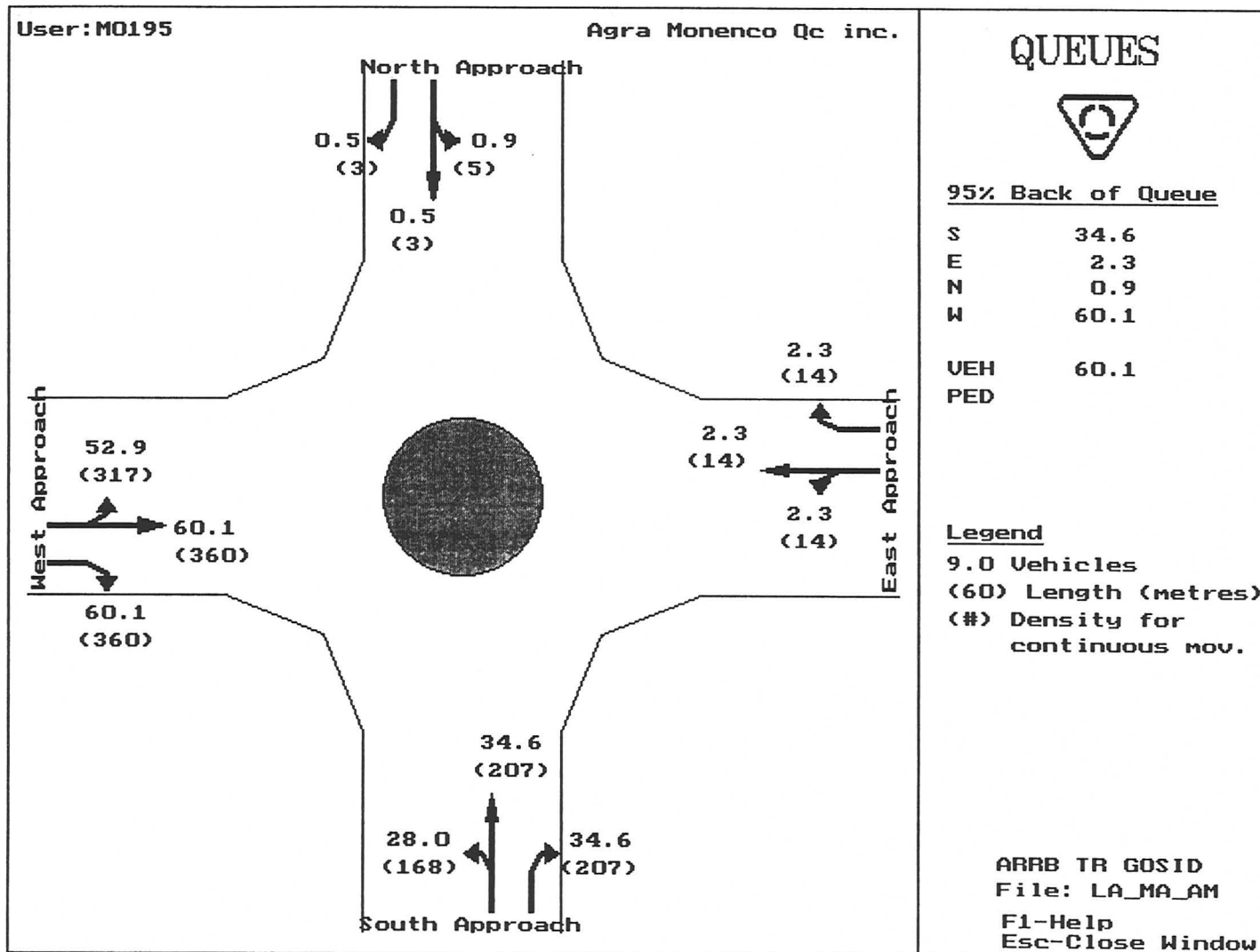
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**FILLE D'ATTENTE**  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
PHF = 100

**FIGURE 2**



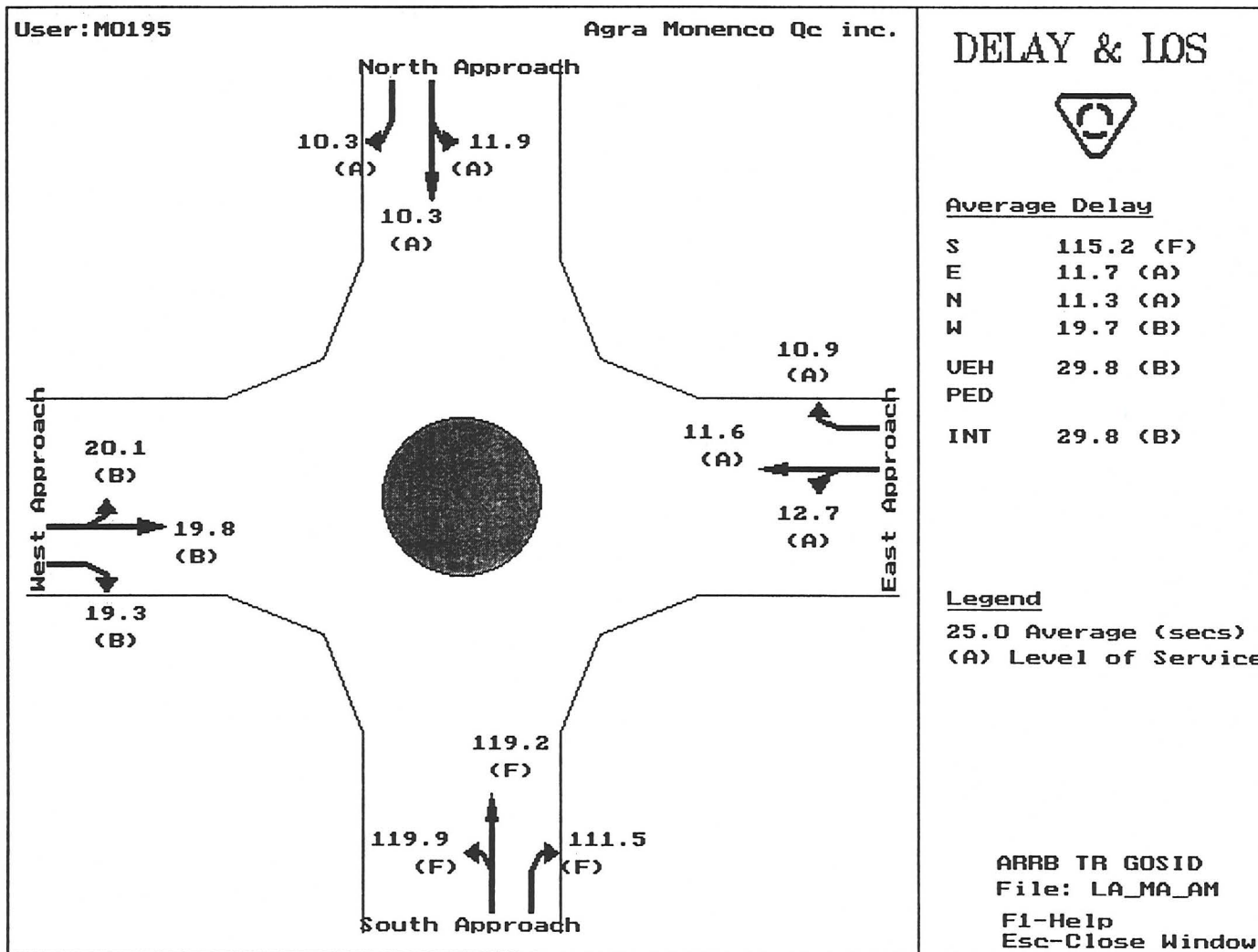
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
 PHF = .90

**FIGURE 3**



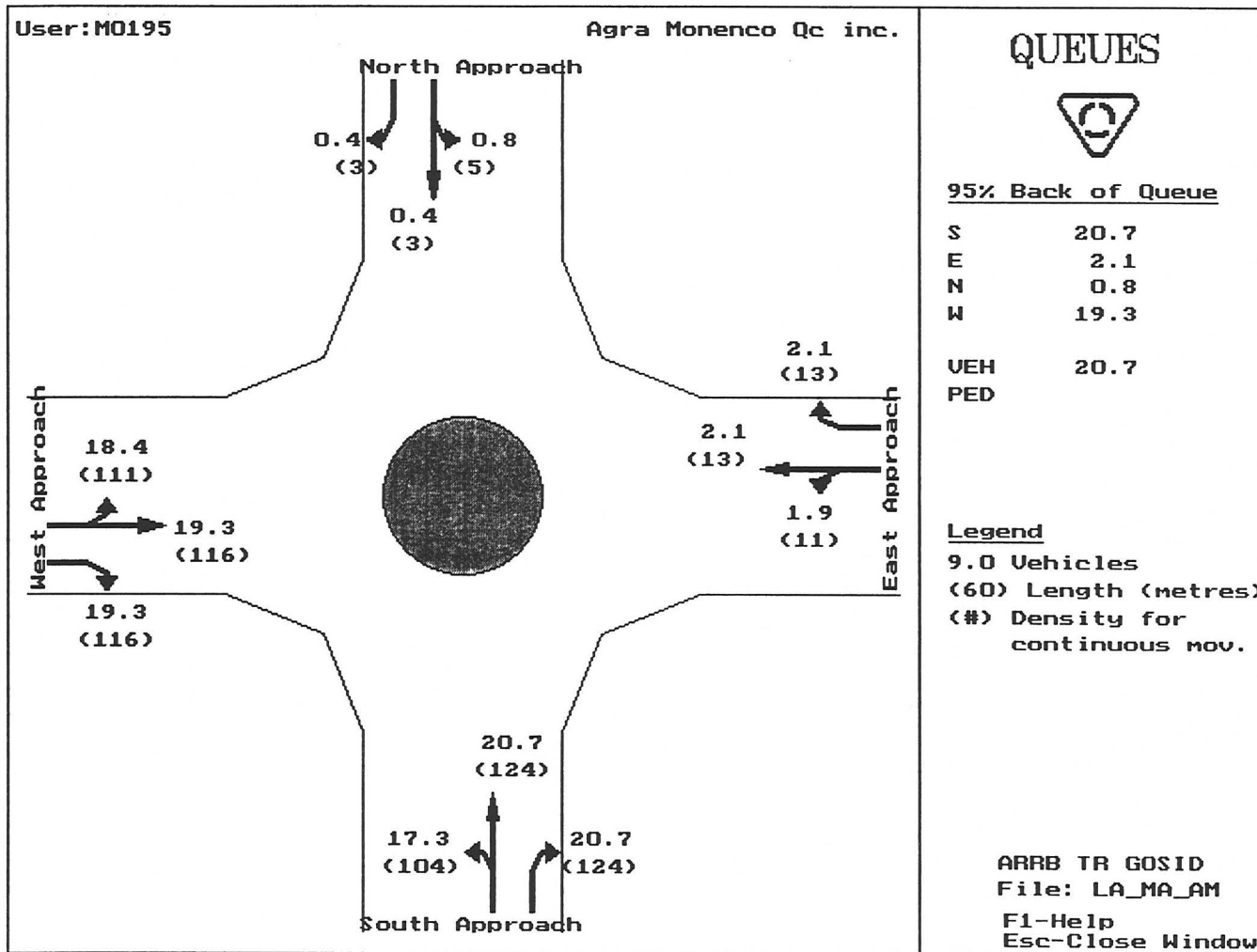
HEURE DE POINTE DU MATIN  
FILLE D'ATTENTE  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
PHF =,90

FIGURE 4



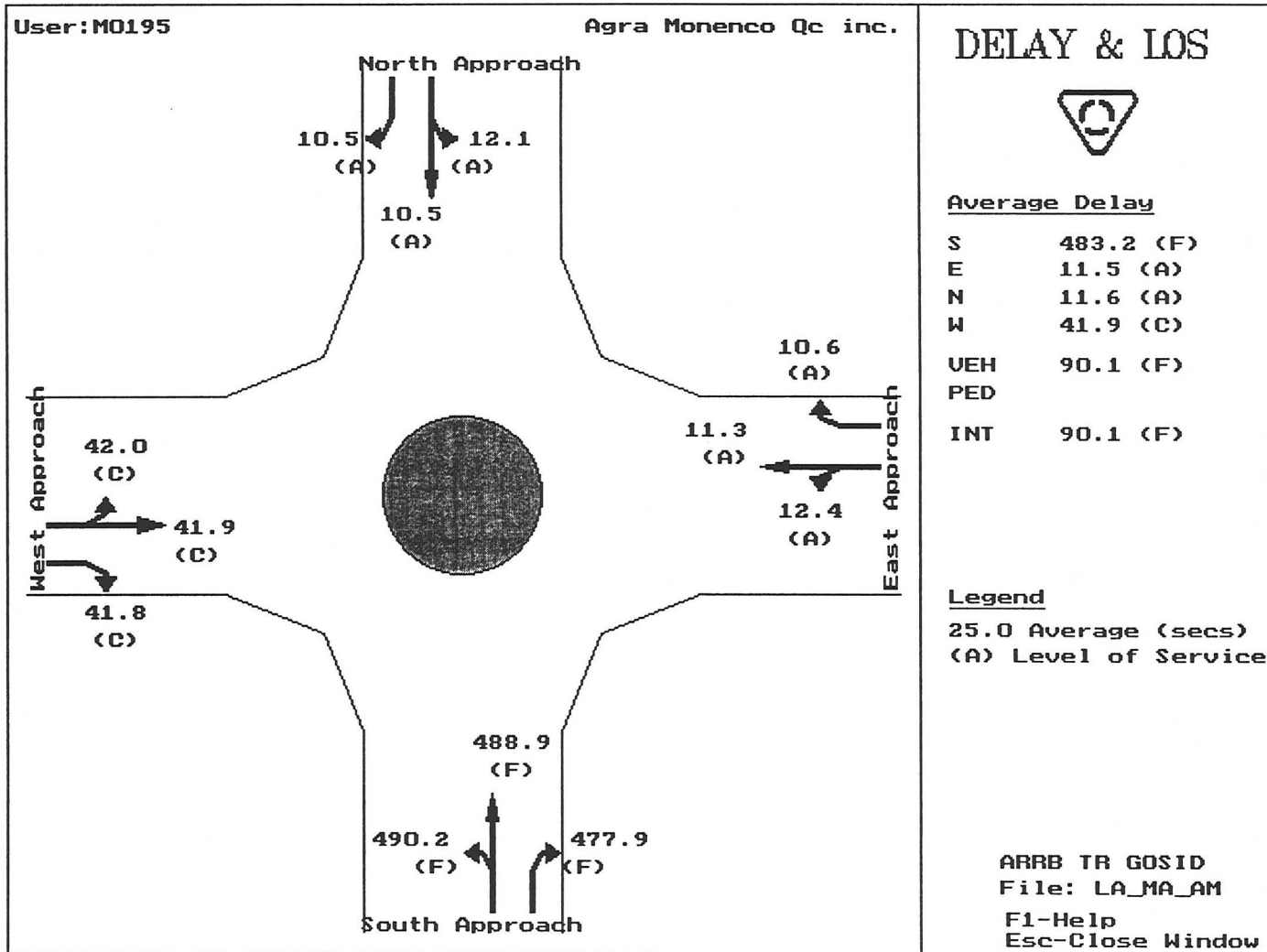
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évaison pour le virage à droite  
 PHF = 100

FIGURE 5



**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**FILE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évaison pour le virage à droite  
 PHF = 100

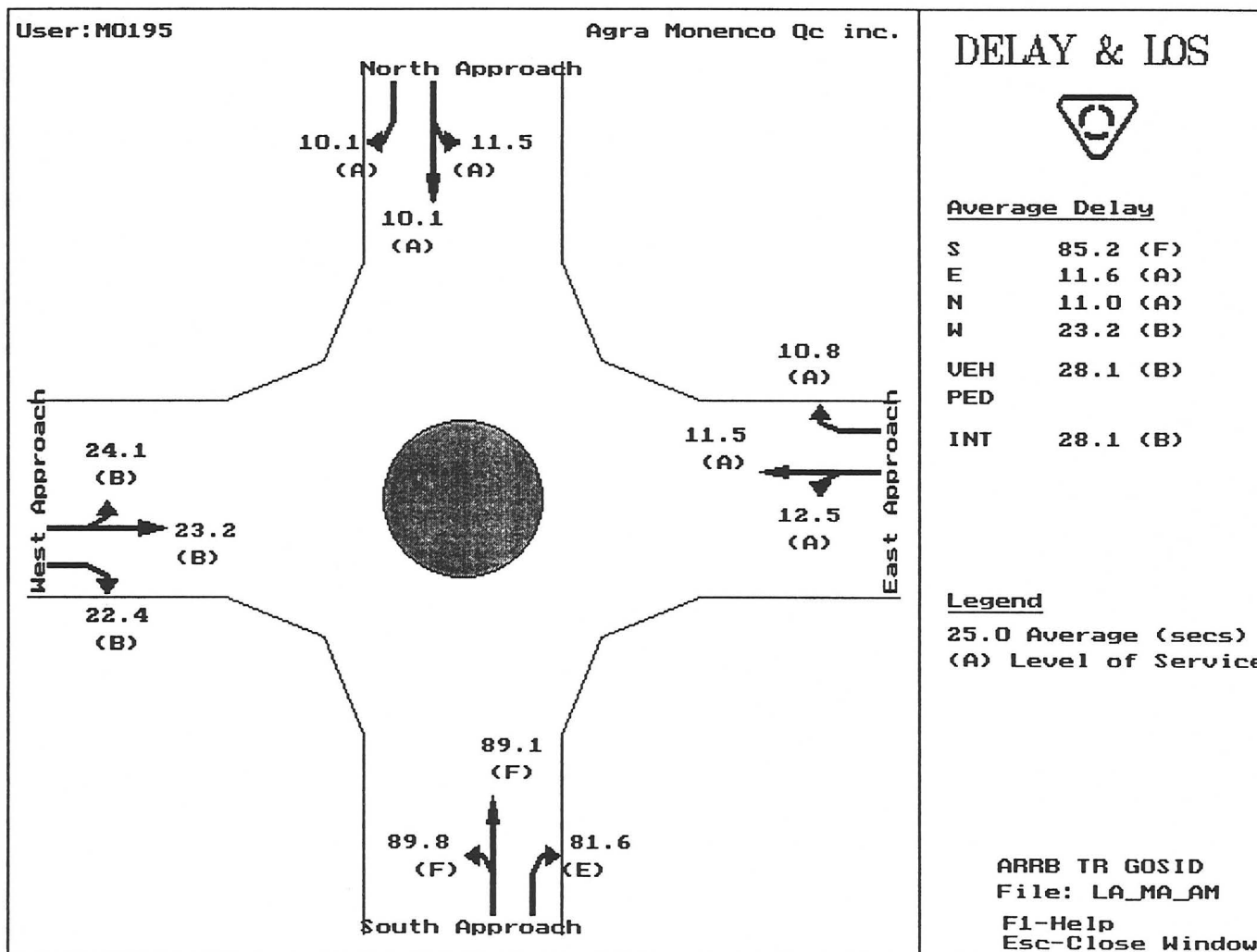
**FIGURE 6**



**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF = .90

FIGURE 7

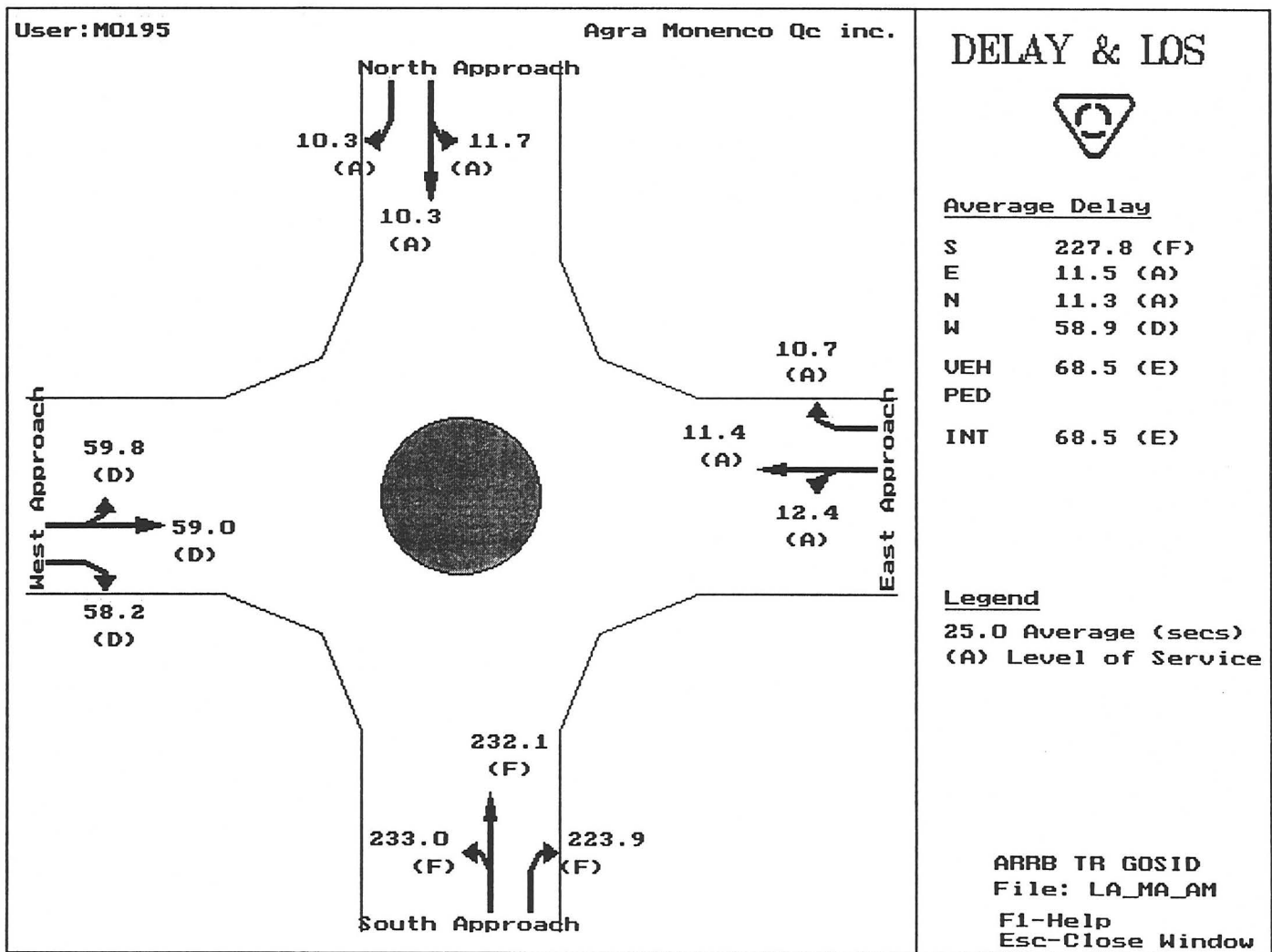




**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF = 100

FIGURE 9

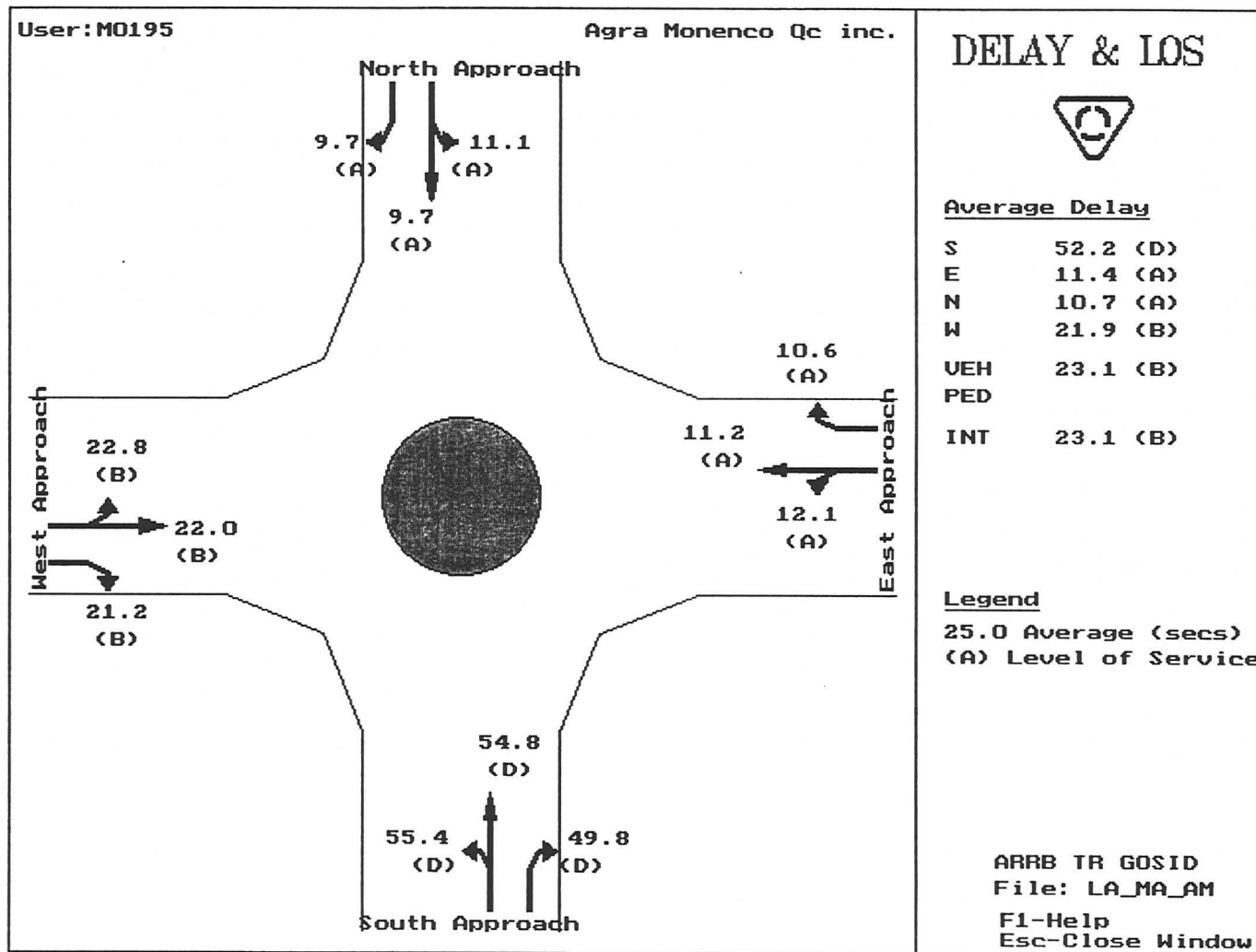




**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF =,90

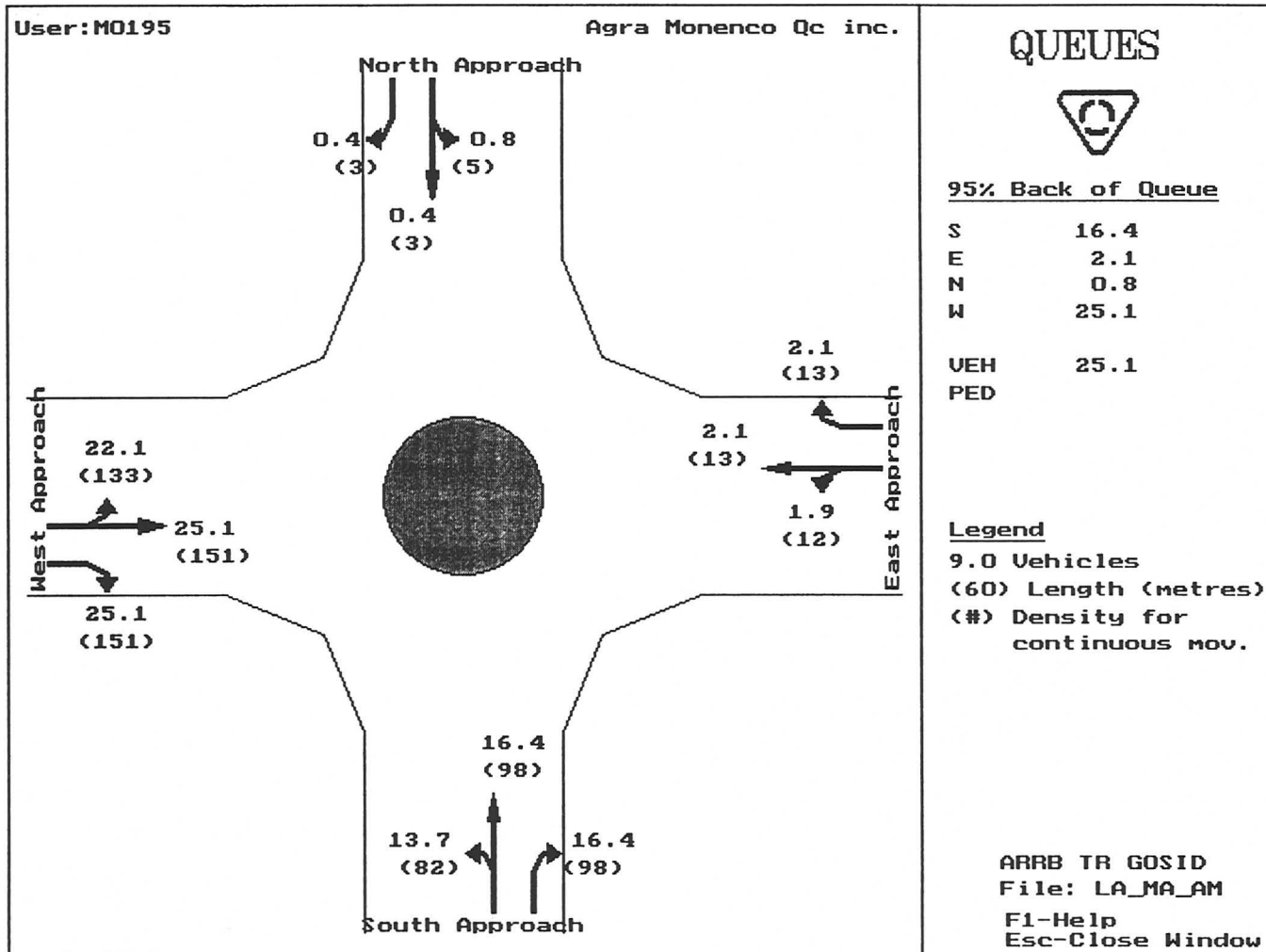
**FIGURE 11**





**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = 100

**FIGURE 13**

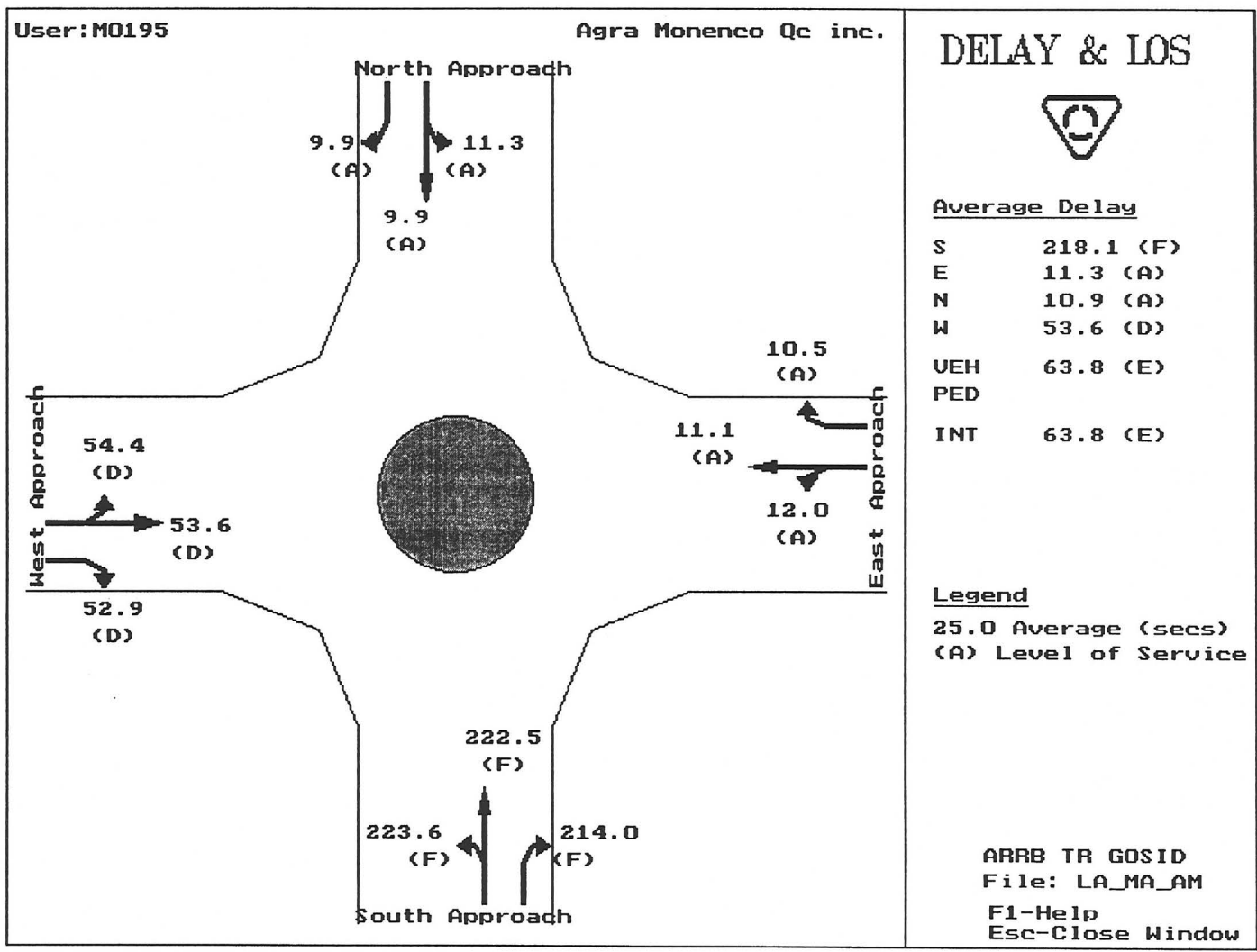


**HEURE DE POINTE DU MATIN**

**FILE D'ATTENTE**

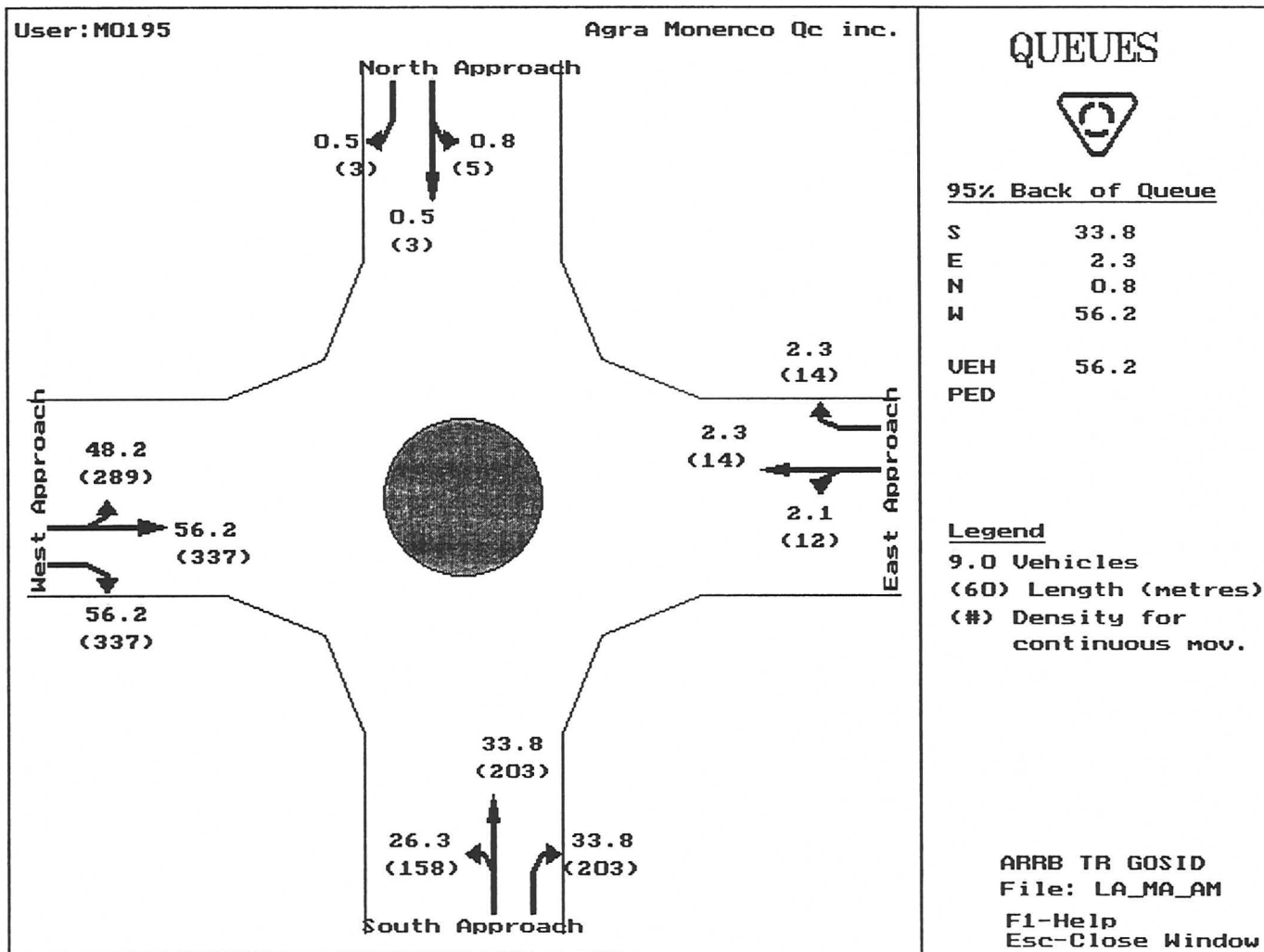
R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évacion pour le virage à droite  
PHF = 100

**FIGURE 14**



**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = .90

FIGURE 15

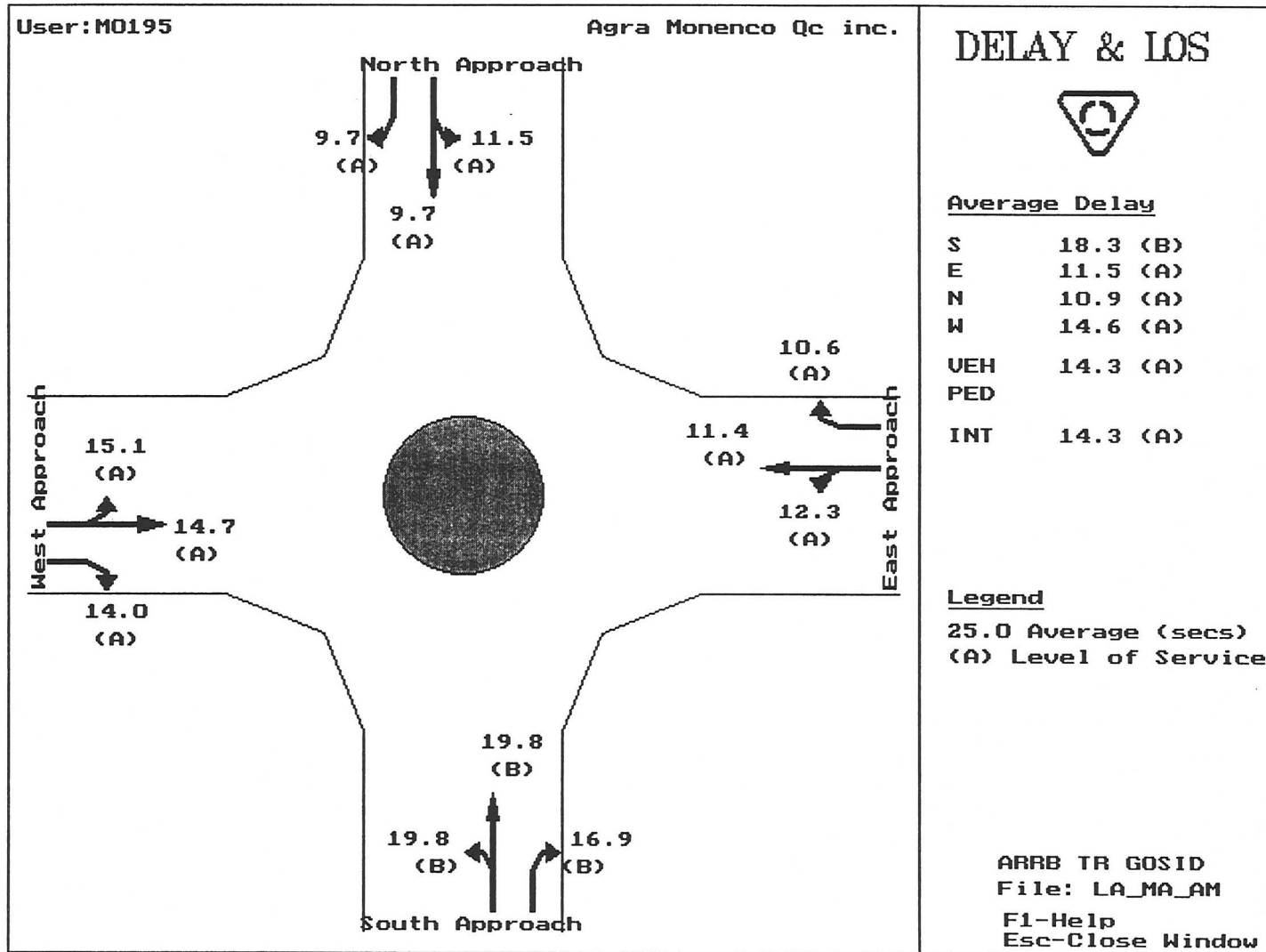


**HEURE DE POINTE DU MATIN**

**FILE D'ATTENTE**

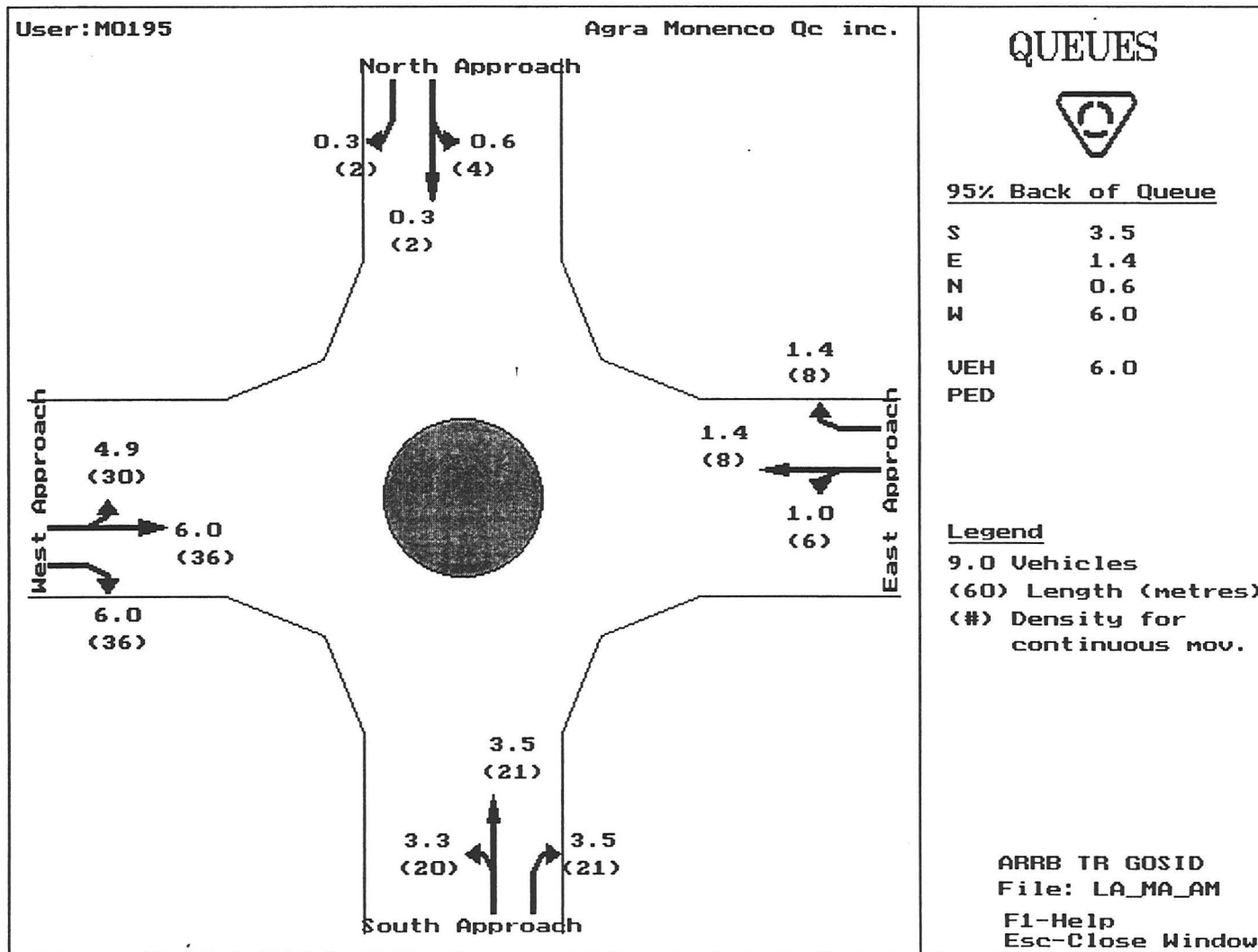
R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = 90

**FIGURE 16**



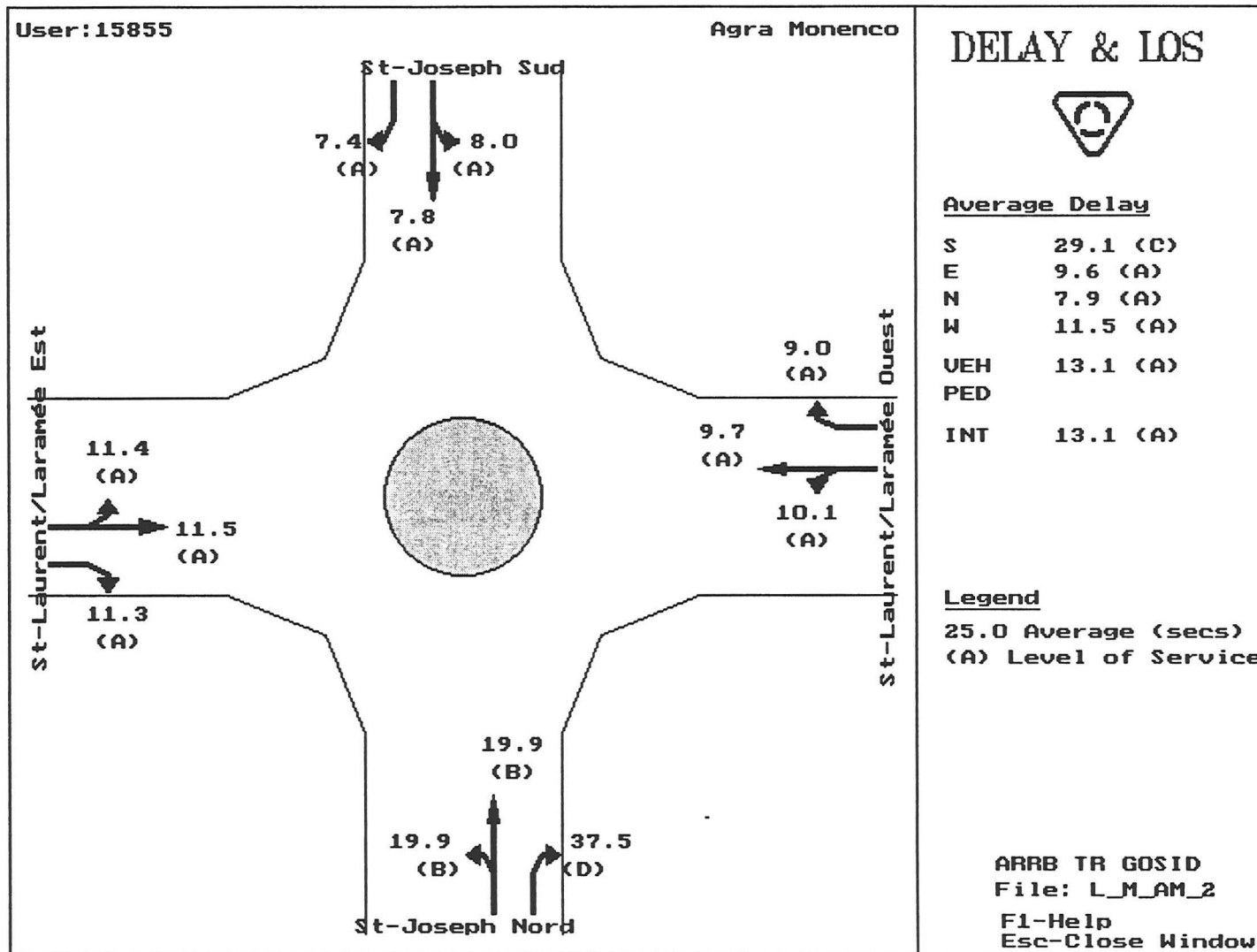
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
PHF = 100

FIGURE 17



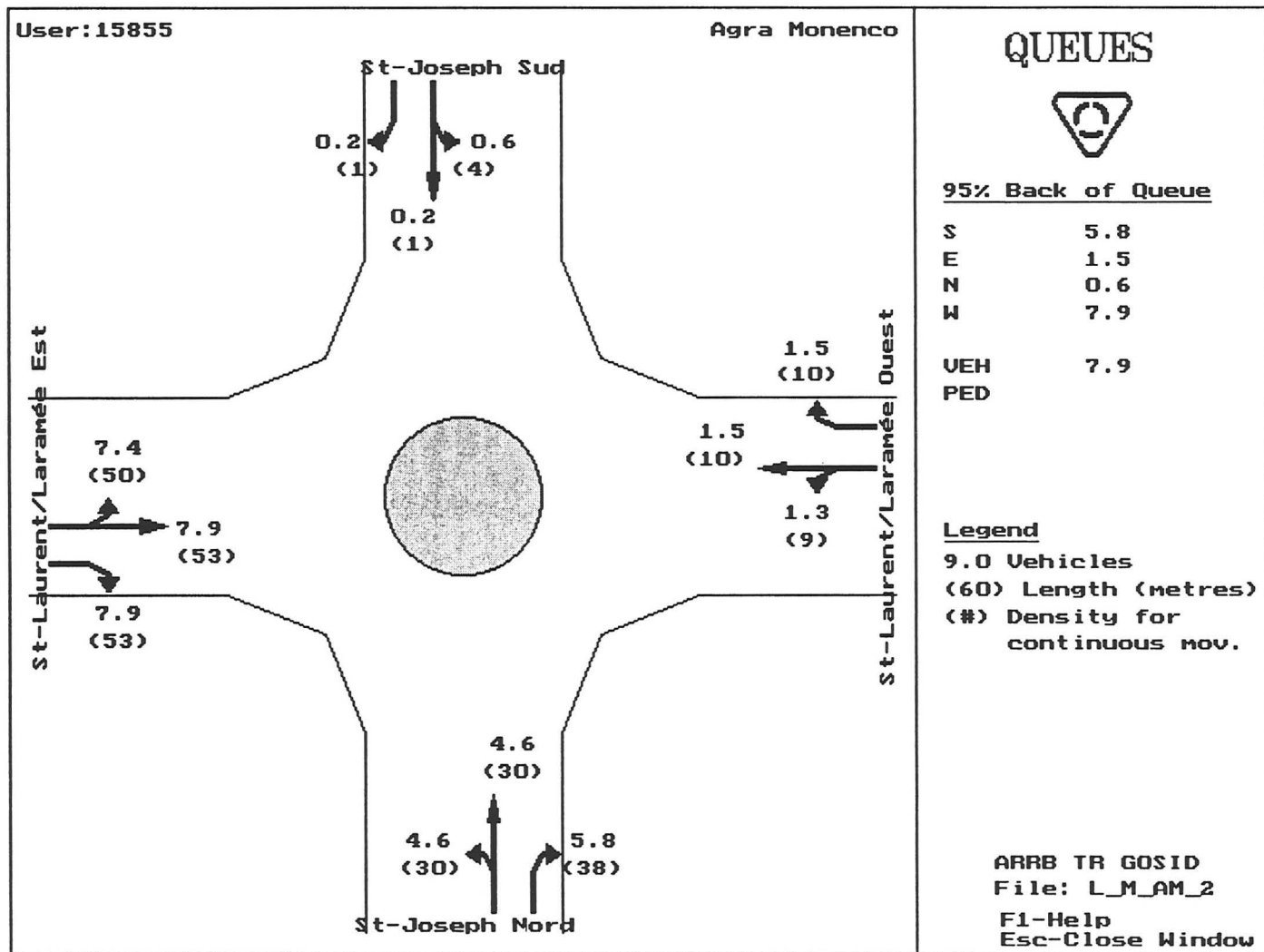
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**FILLE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
 PHF = 100

**FIGURE 18**



**CAREFOURE GIRATOIRE À ST-JOSEPH / HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 2 voies par direction avec évasion;  
 N/S – 2 voies par direction avec évasion; PHF = 90

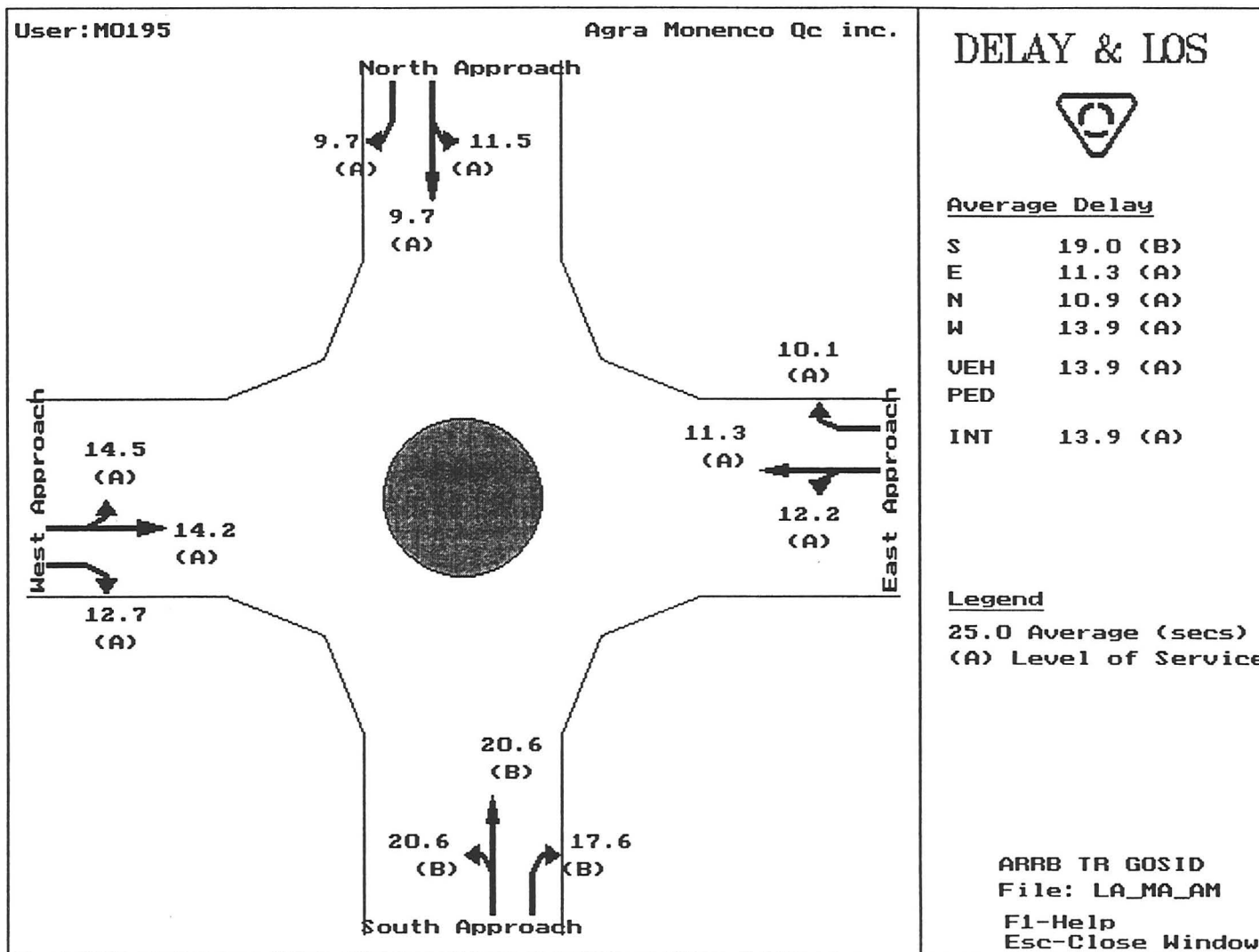
FIGURE 19



**CAREFOURE GIRATOIRE À ST-JOSEPH / HEURE DE POINTE DU MATIN  
 FILLES D'ATTENTE**

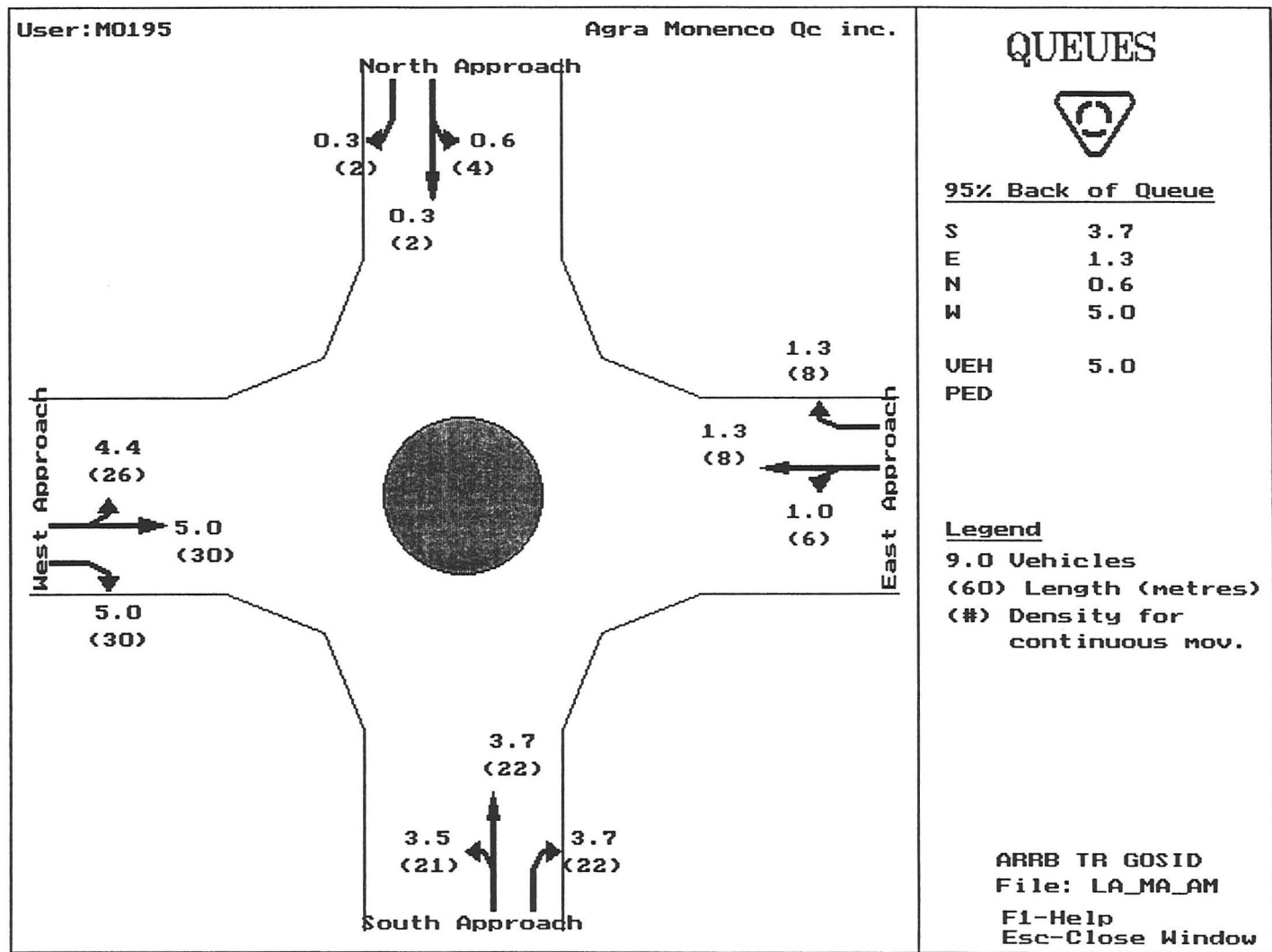
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 2 voies par direction avec évasions;  
 N/S – 2 voies par direction avec évasions pour le virage à droite; PHF = 90

**FIGURE 20**



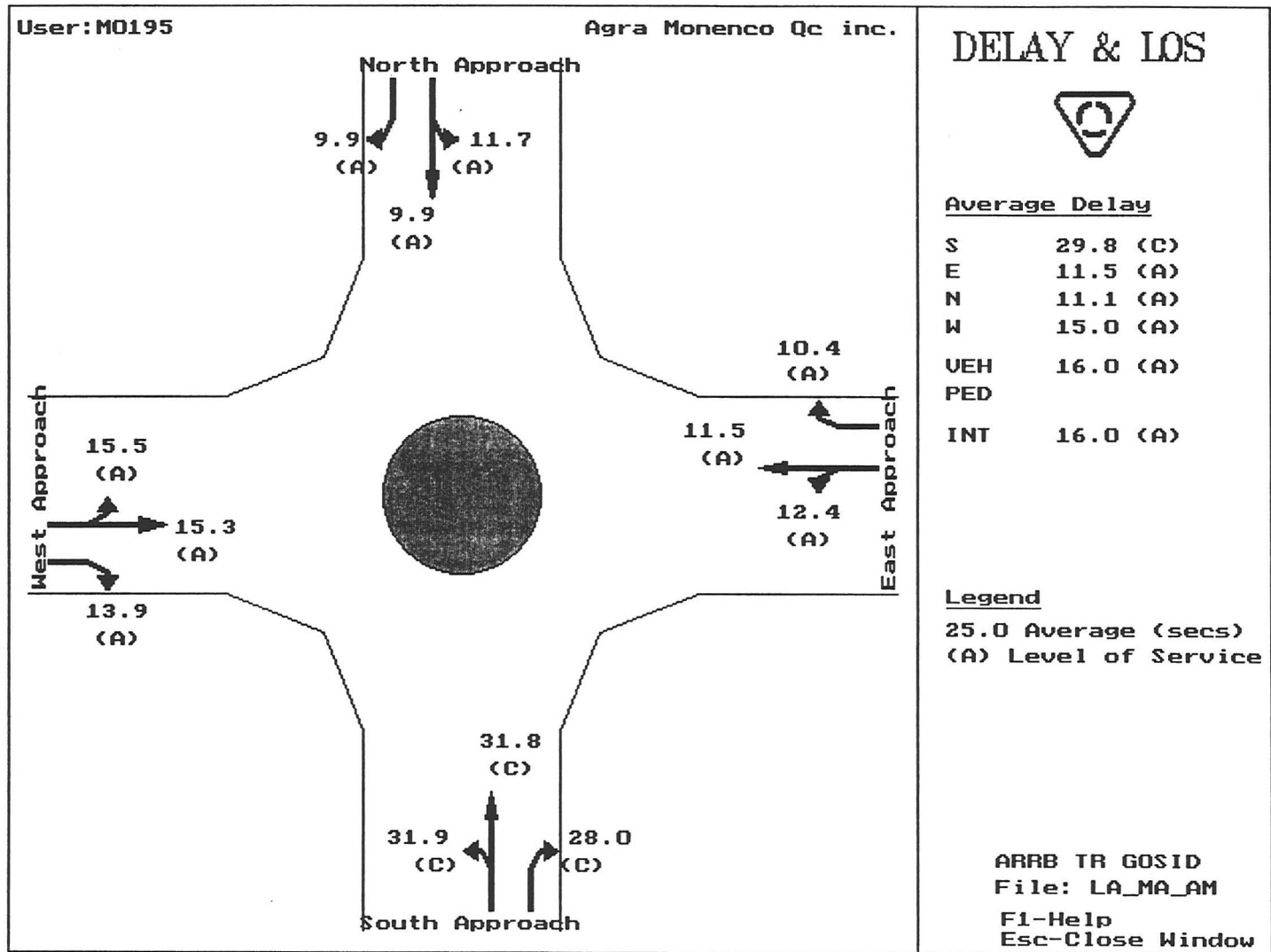
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évation pour virage à droite  
PHF = 100

FIGURE 21



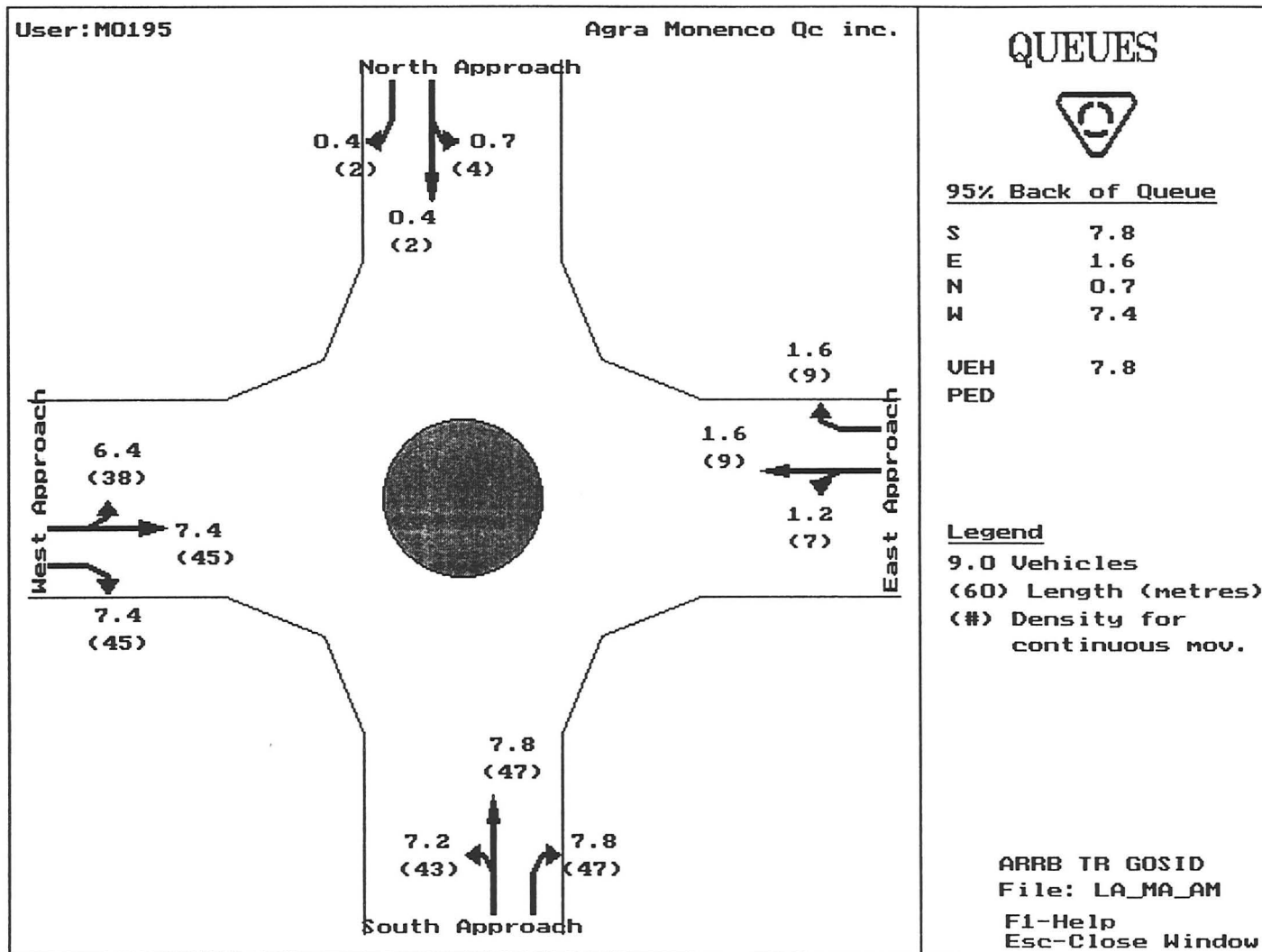
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**FILLE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évasion pour virage à droite  
 PHF = 100

**FIGURE 22**



**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évaison pour virage à droite  
 PHF = .90

**FIGURE 23**



**HEURE DE POINTE DU MATIN**

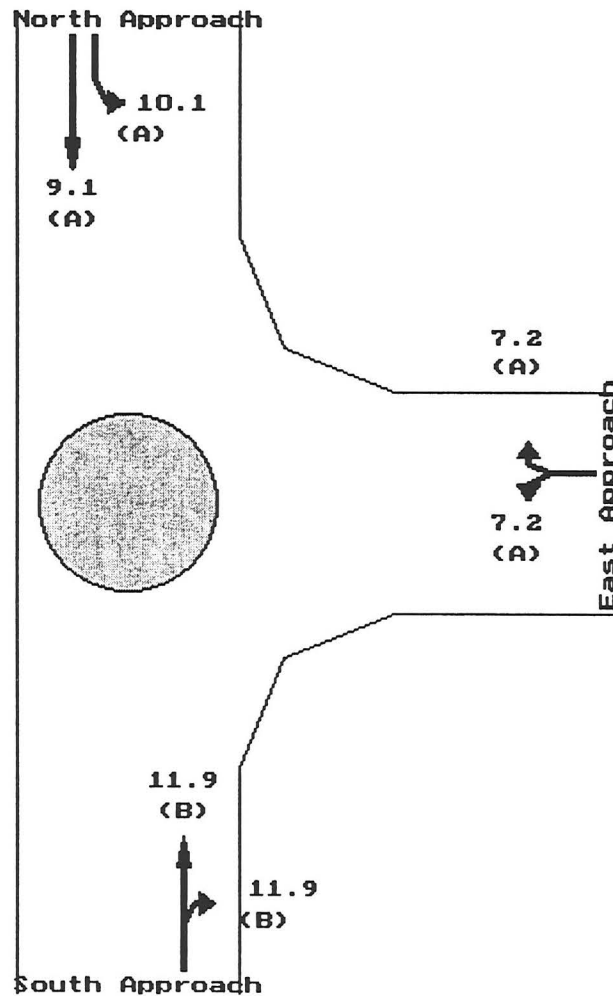
**FILLE D'ATTENTE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évasion pour virage à droite  
 PHF =,90

**FIGURE 24**

User: M0195

Agra Monenco Qc inc.



## DELAY & LOS



### Average Delay

S	11.9 (B)
E	7.2 (A)
N	9.6 (A)
VEH	9.6 (A)
PED	
INT	9.6 (A)

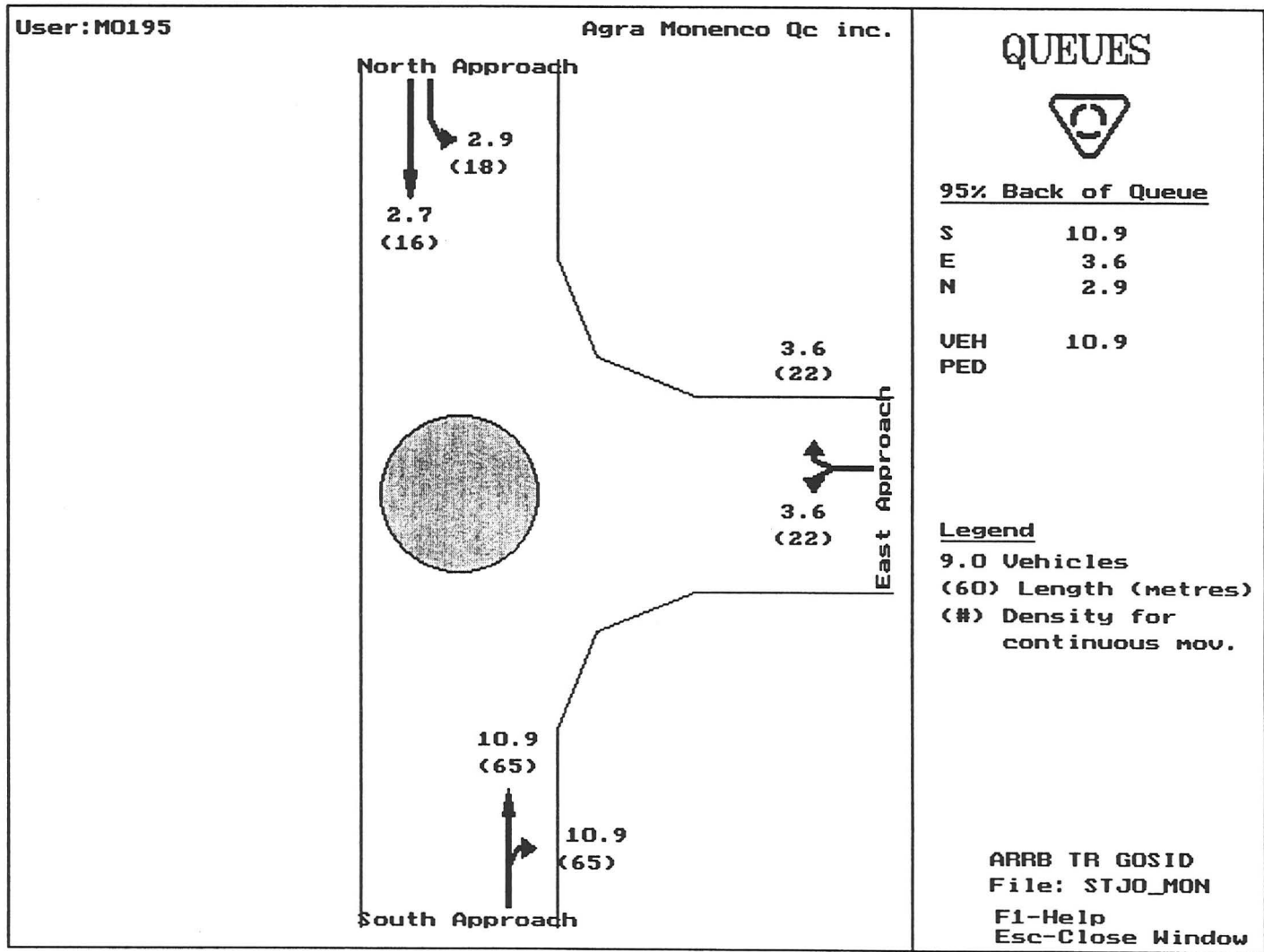
### Legend

25.0 Average (secs)  
(A) Level of Service

ARRB TR GOSID  
File: STJO\_MON  
F1-Help  
Esc-Close Window

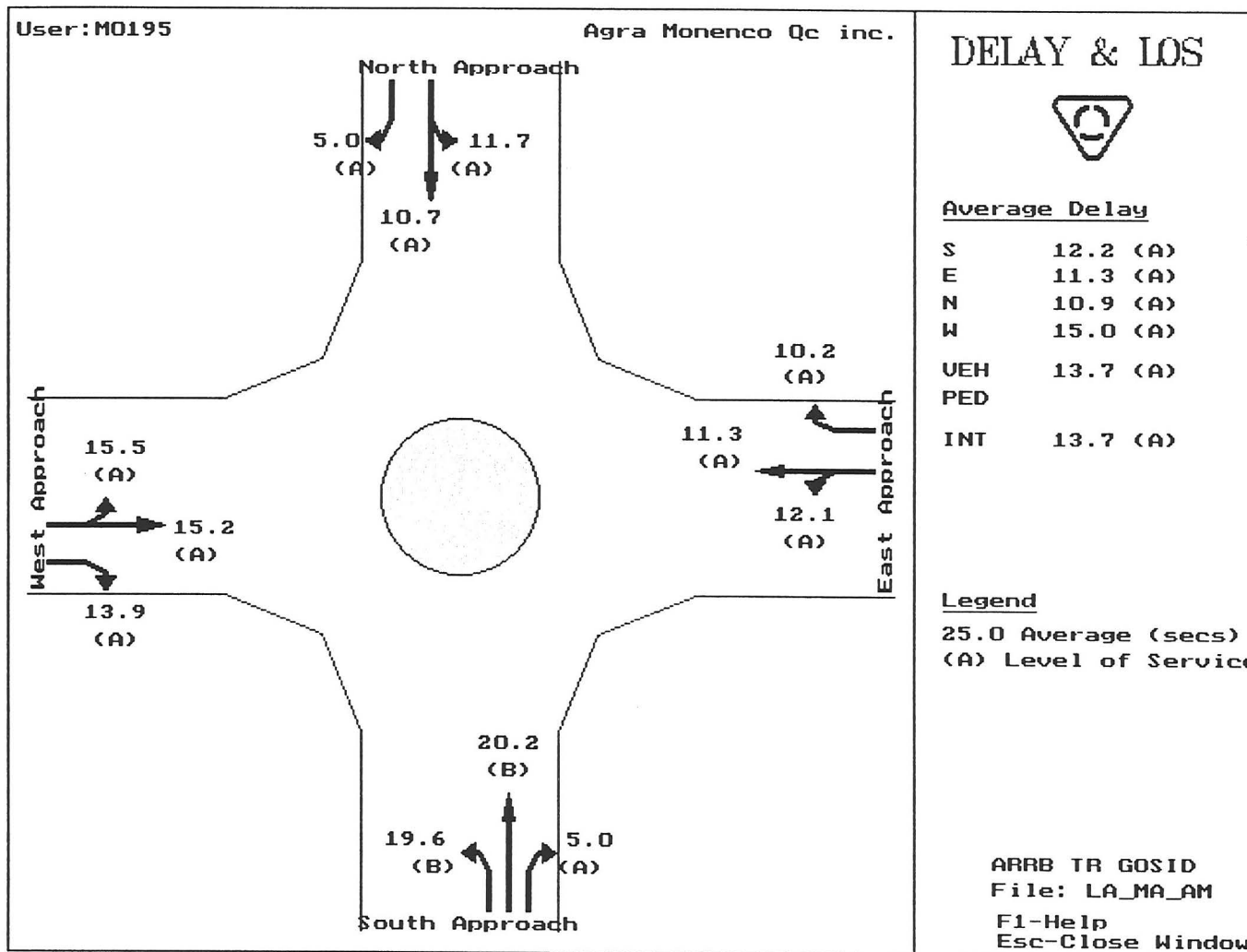
Intersection St-Joseph / Montcalm  
DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE – heure de pointe du matin  
R = 7 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 8 m;  
PHF = 0.90

FIGURE 25



**Intersection St-Joseph / Montcalm**  
**FILLE D'ATTENTE - heure de pointe du matin**  
 R = 7 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 8m  
 PHF = 0.90

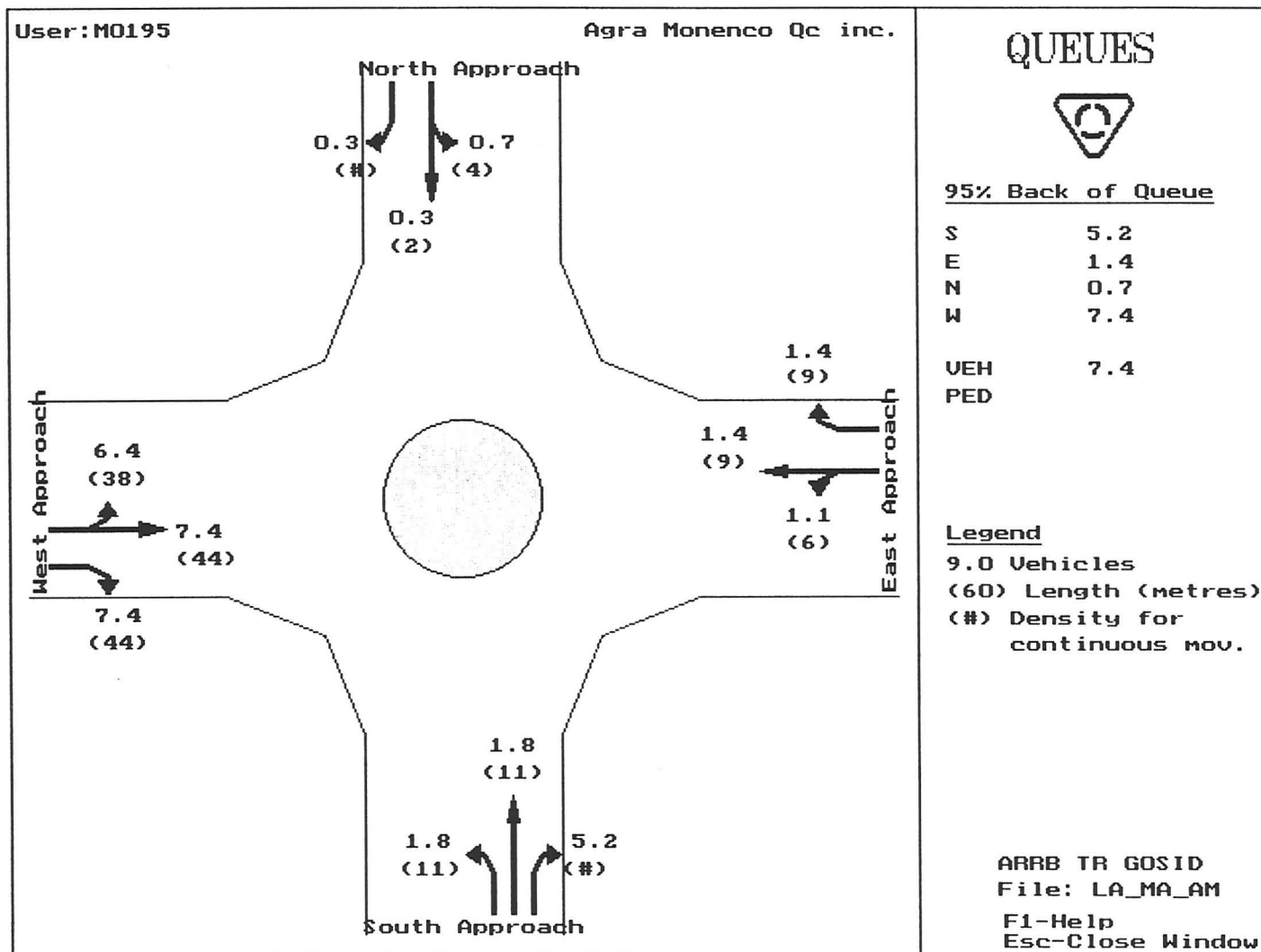
**FIGURE 26**



**HEURE DE POINTE DU MATIN  
DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**

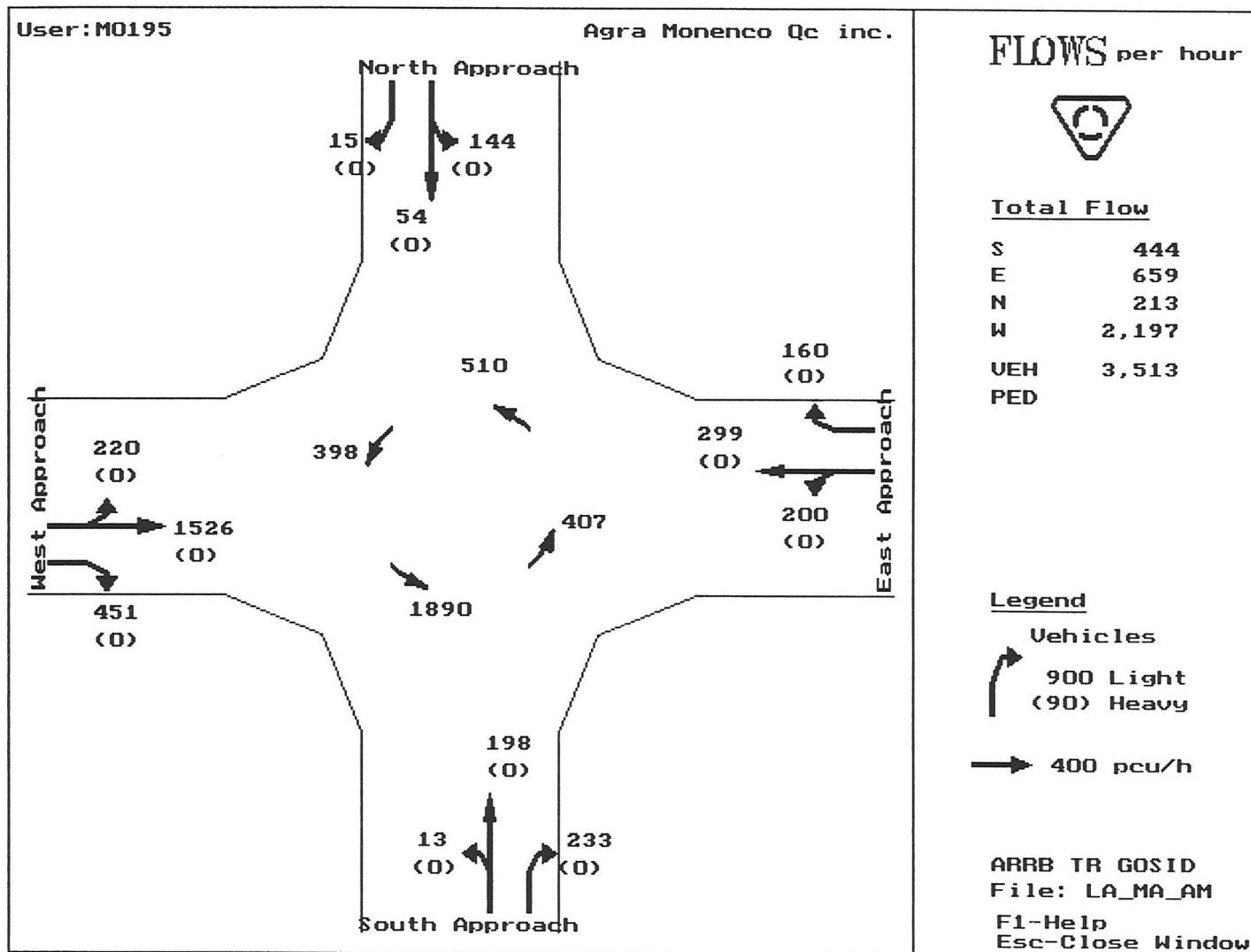
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m; E/O – 3 voies par direction avec évation pour le virage à droite;  
N/S – 2 voies par direction avec virage à droite continu; PHF = 0.90

**FIGURE 27**



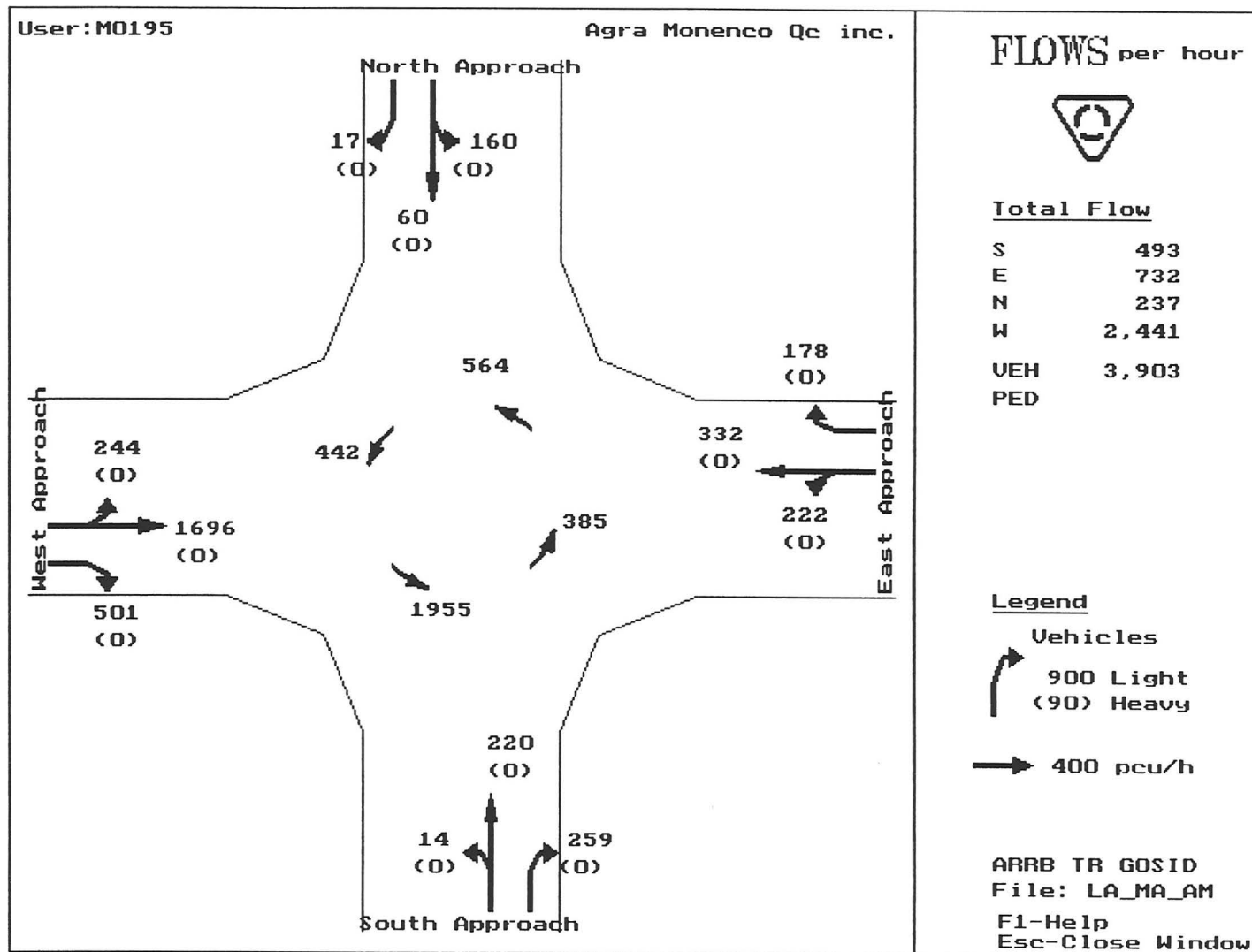
**HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**FILLE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
 N/S – 2 voies par direction avec voie de virage à droite continue; PHF = 0.90

**FIGURE 28**



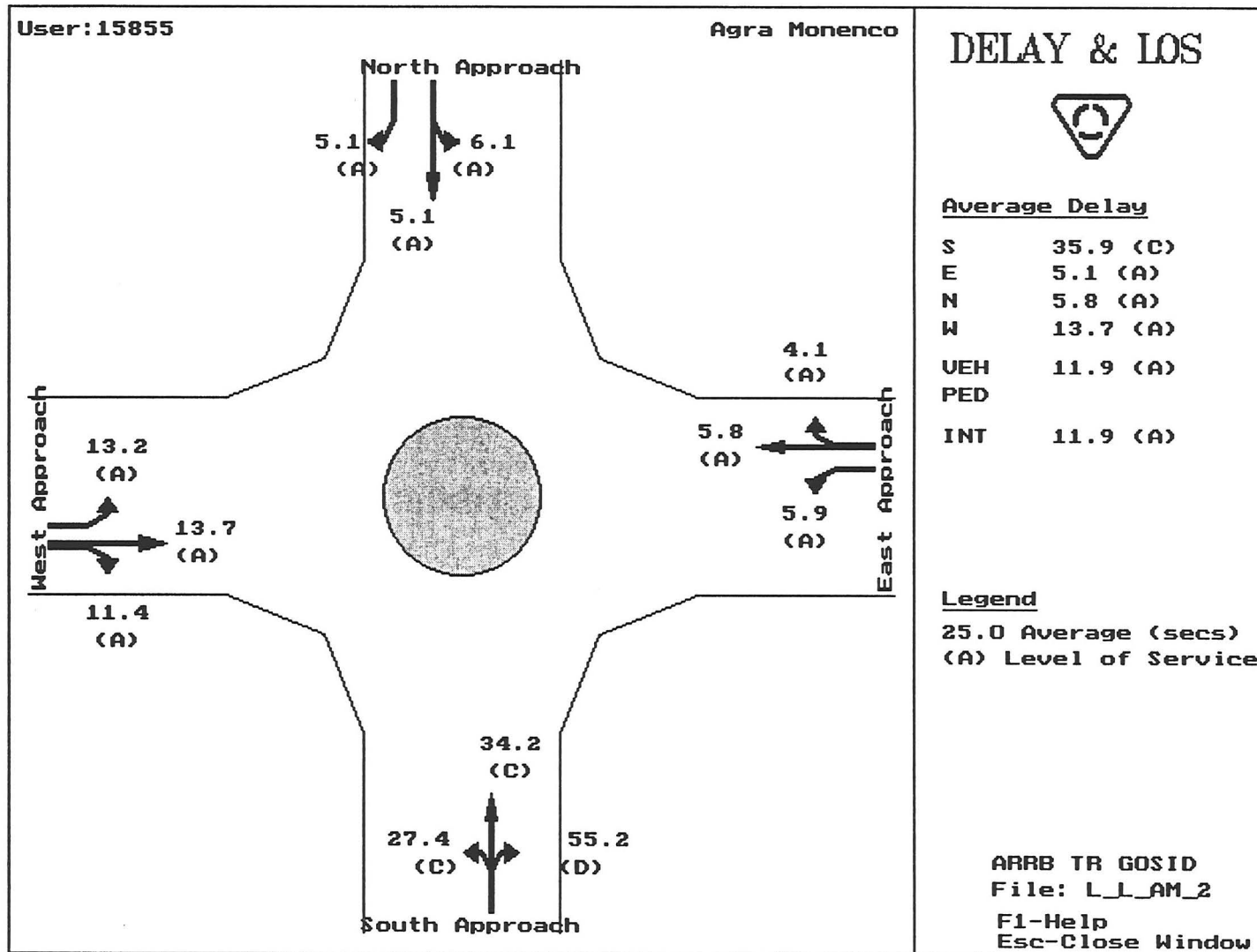
HEURE DE POINTE DU MATIN  
DÉBITS  
PHF = 1,0

FIGURE 29



HEURE DE POINTE DU MATIN  
DÉBITS  
PHF = 0,90

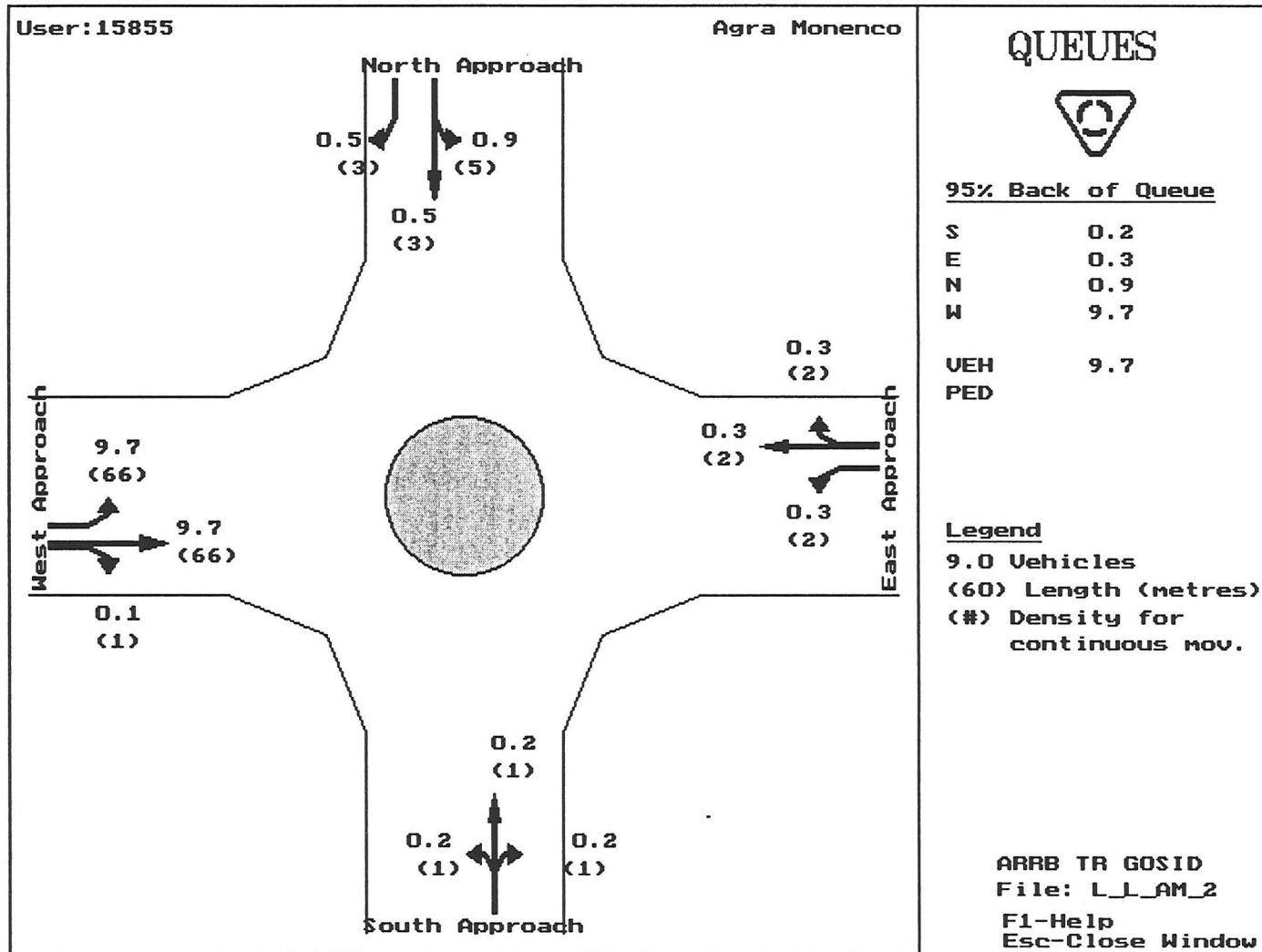
FIGURE 30



**CAREFOURE GIRATOIRE À LABELLE / HEURE DE POINTE DU MATIN  
 DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 31**

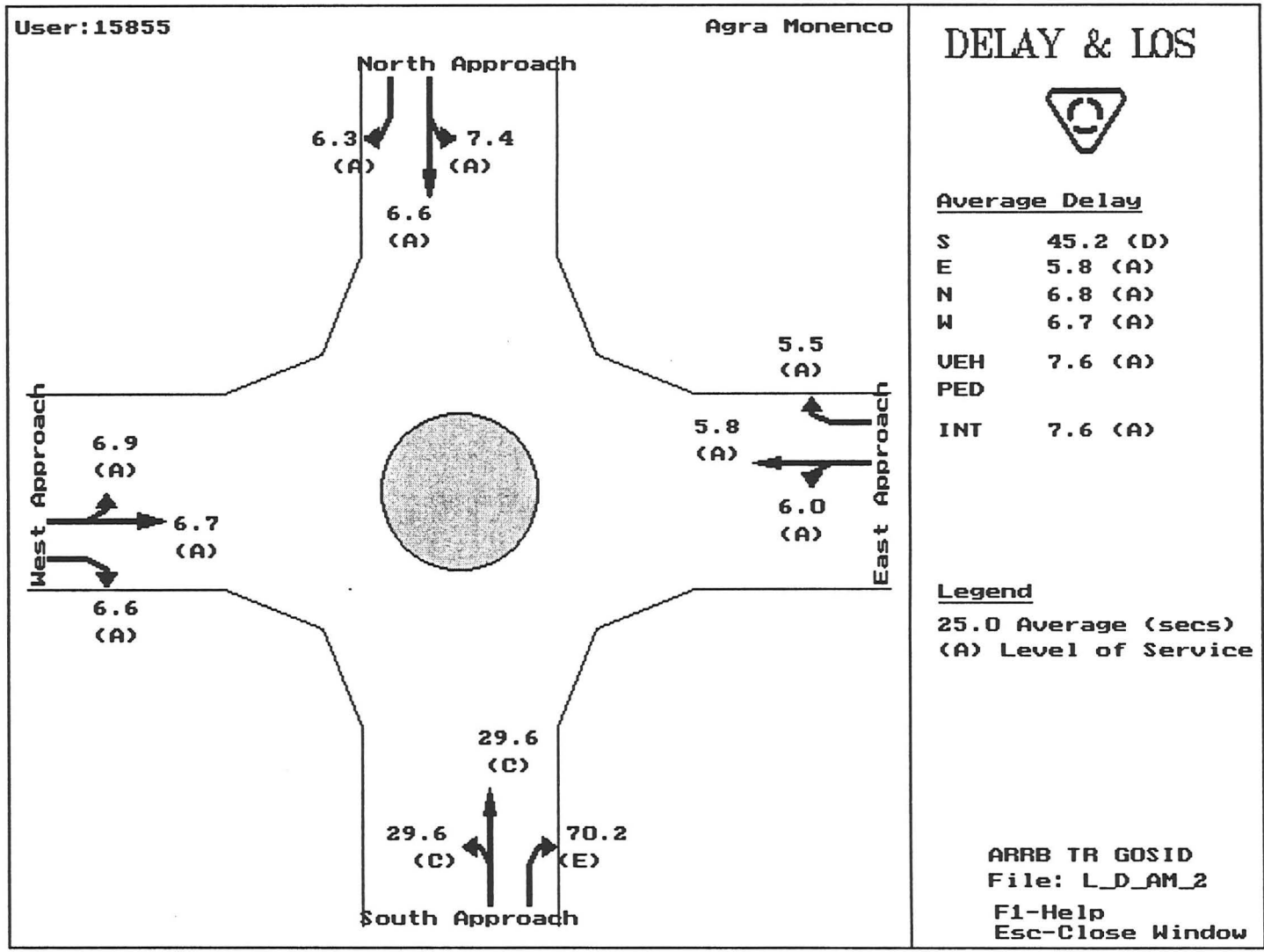


**CAREFOURE GIRATOIRE À LABELLE / HEURE DE POINTE DU MATIN**

**FILLES D'ATTENTE**

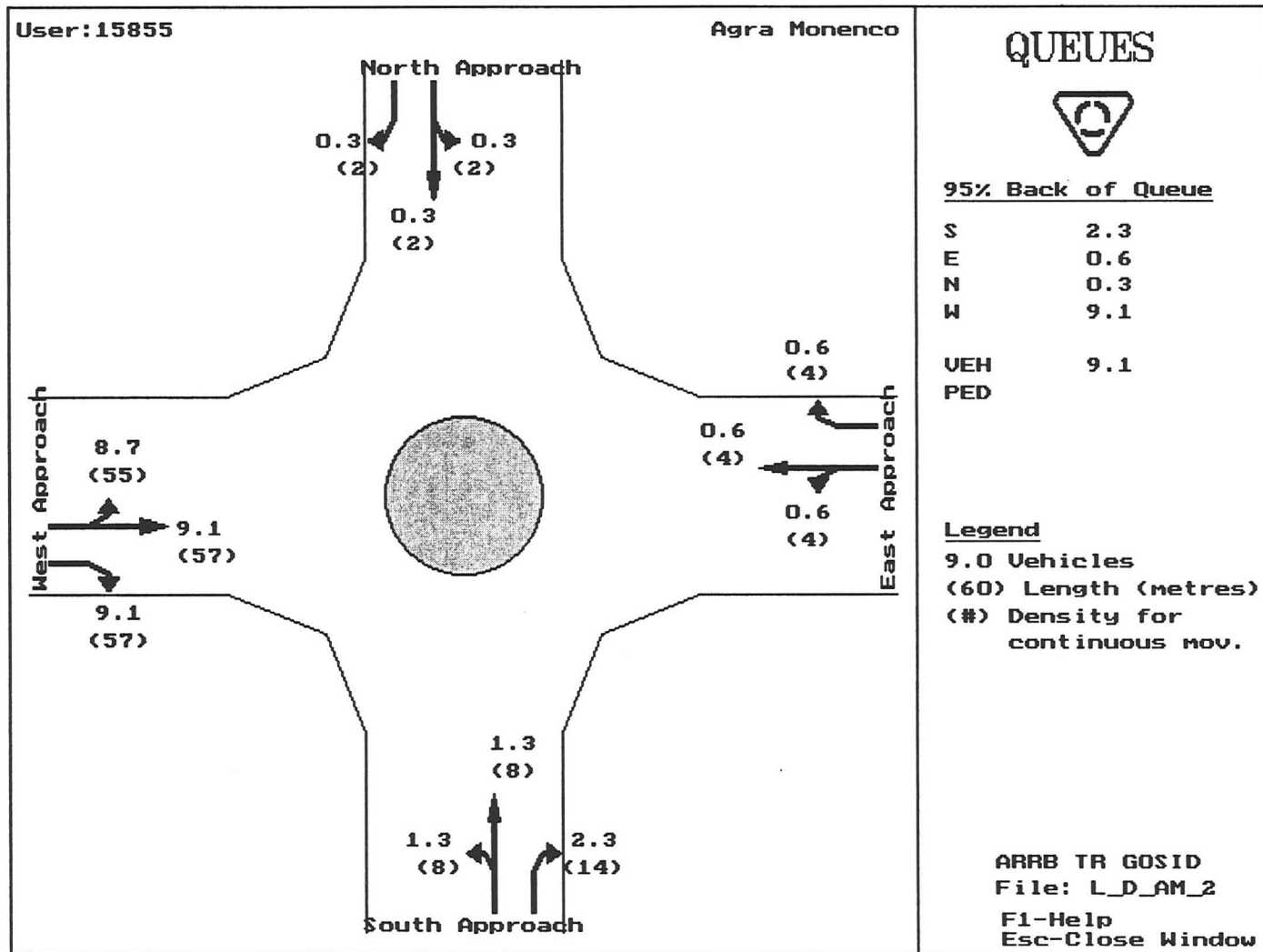
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 32**



**CAREFOURE GIRATOIRE À DEMONTIGNY / HEURE DE POINTE DU MATIN**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

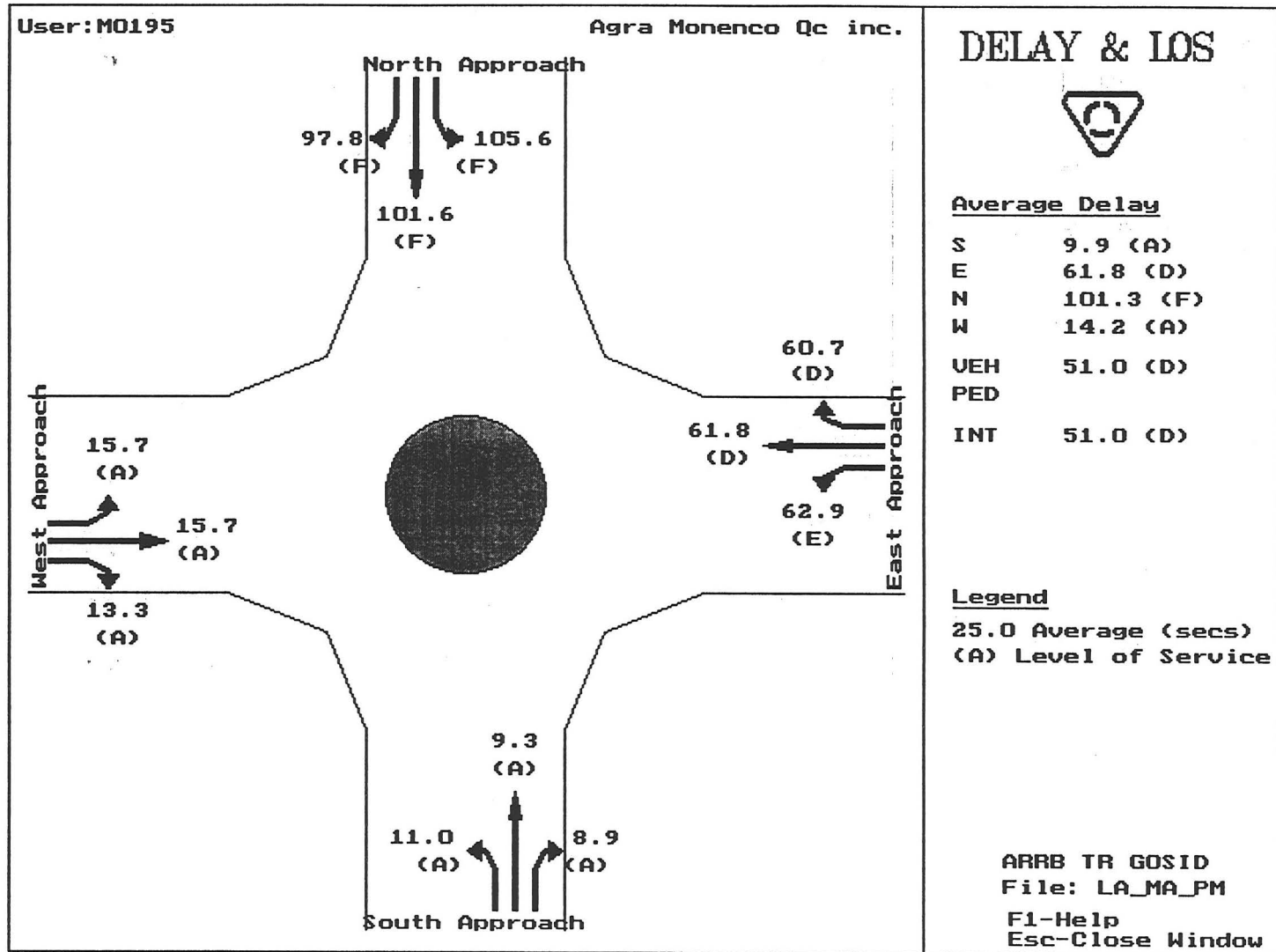
FIGURE 33



**CAREFOURE GIRATOIRE À DEMONTIGNY / HEURE DE POINTE DU MATIN  
 FILLES D'ATTENTE**

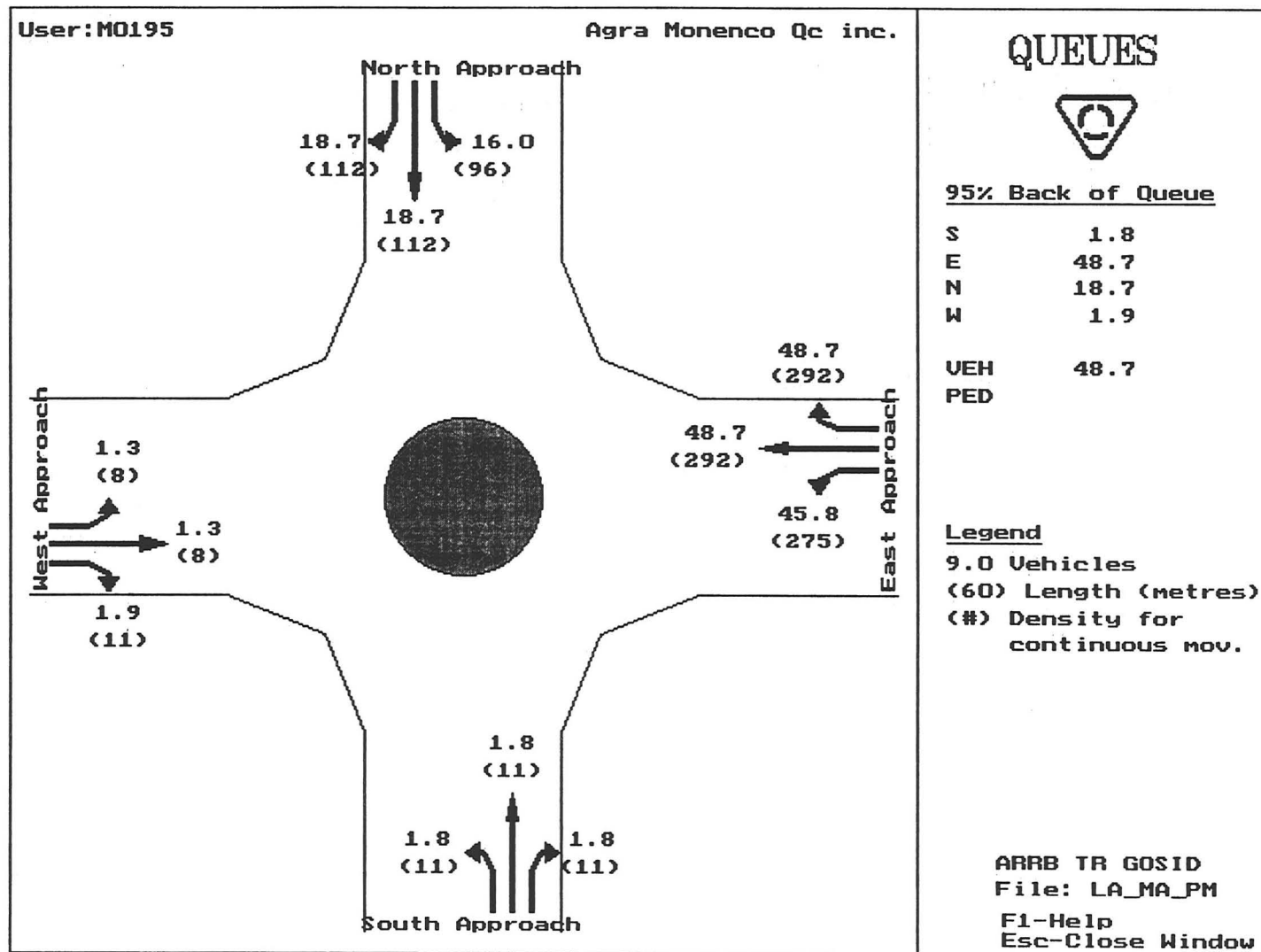
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 34**



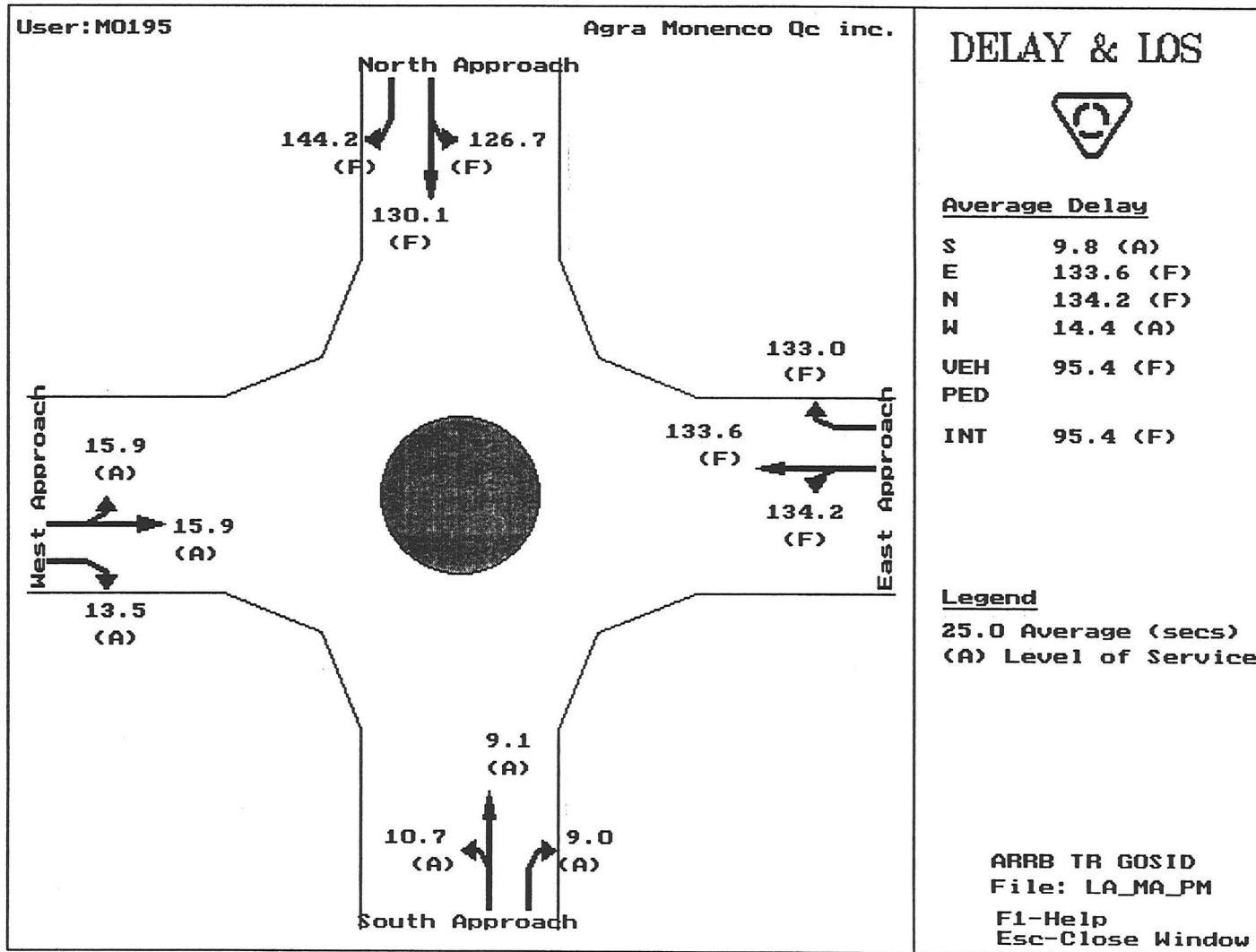
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
 PHF = 100

FIGURE 1'



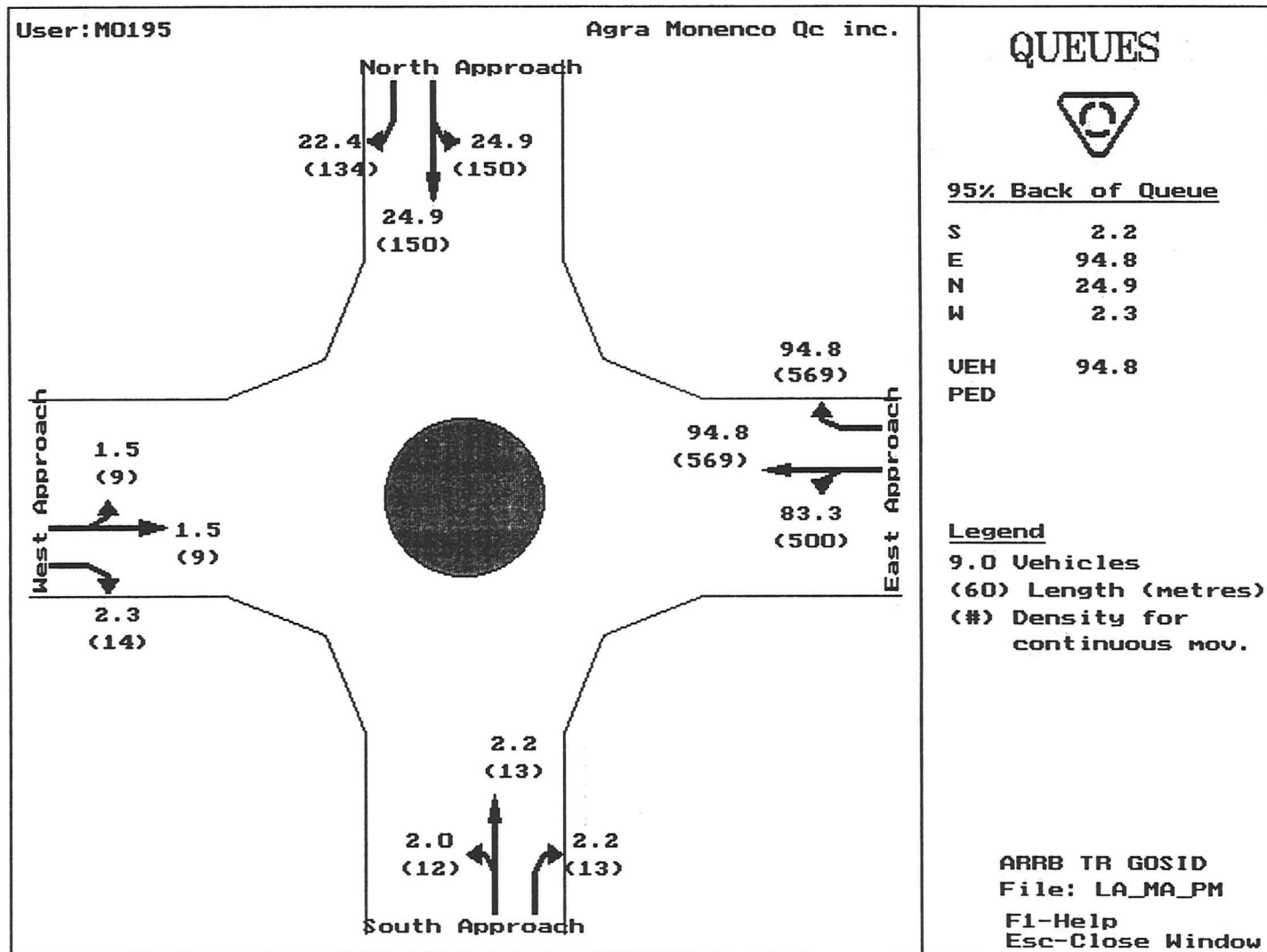
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**FILLE D'ATTENTE**  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction  
PHF = 100

**FIGURE 2'**



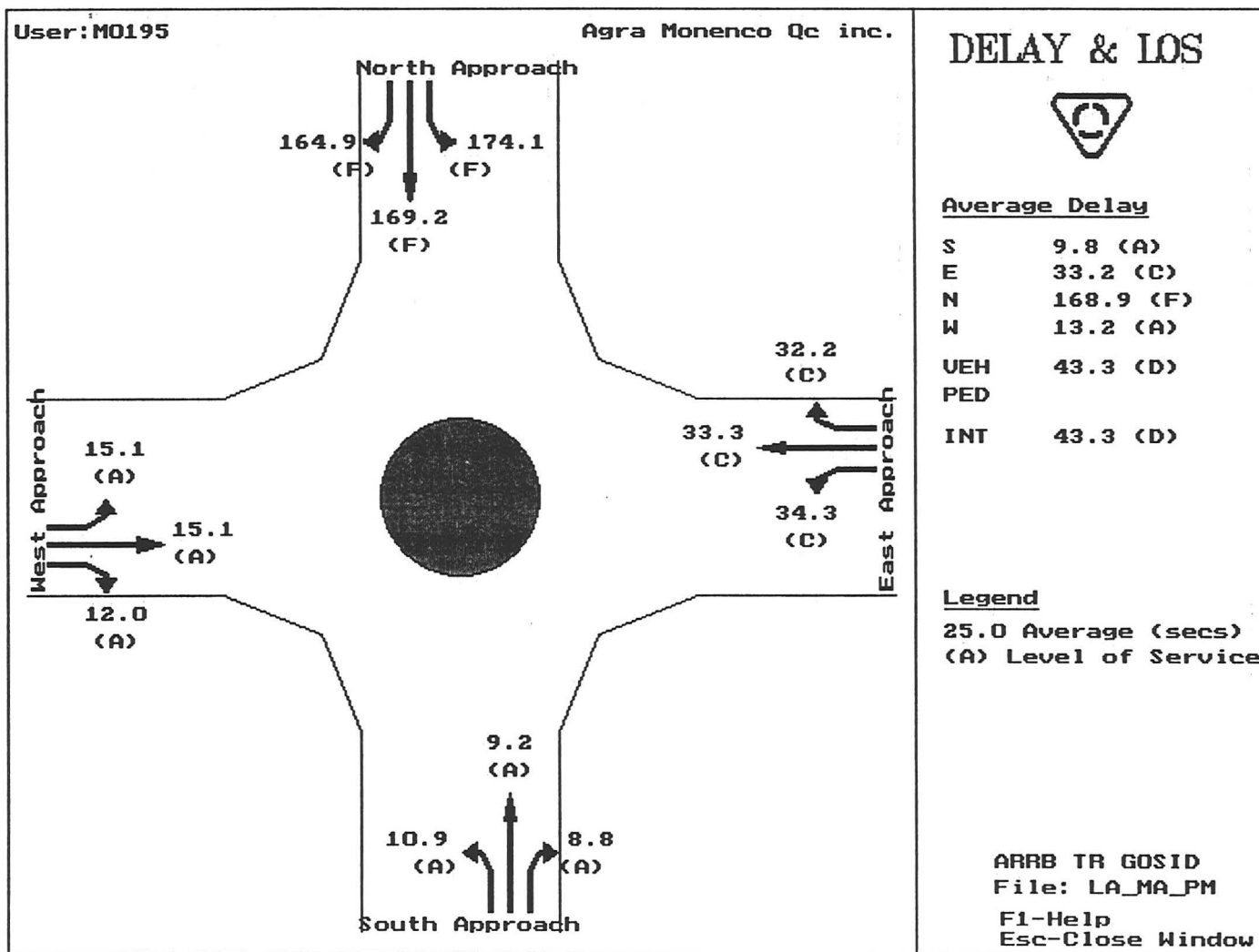
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction  
 PHF = .90

FIGURE 3'



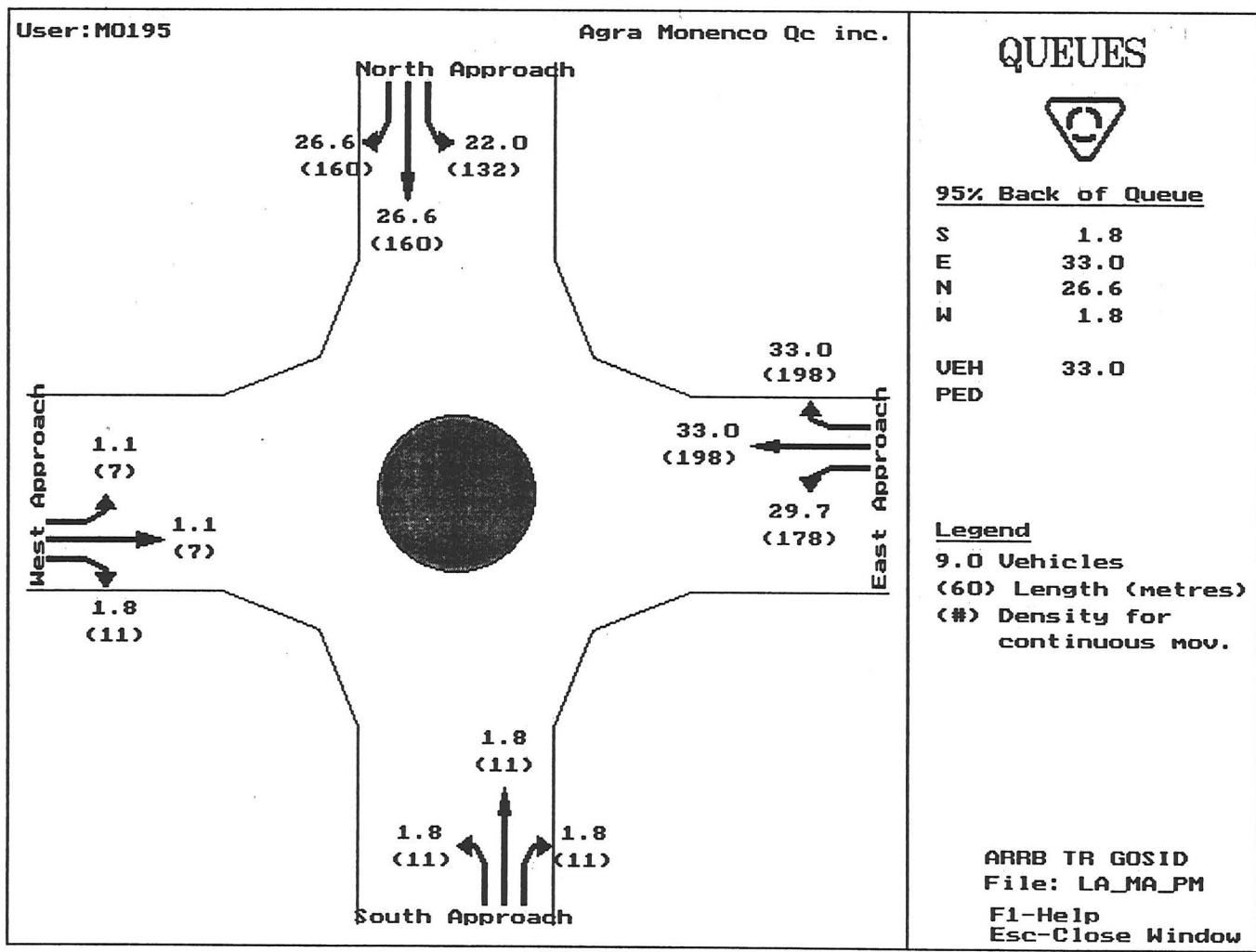
HEURE DE POINTE DU SOIR  
FILLE D'ATTENTE  
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction  
PHF = .90

FIGURE 4'



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = 100

FIGURE 5'

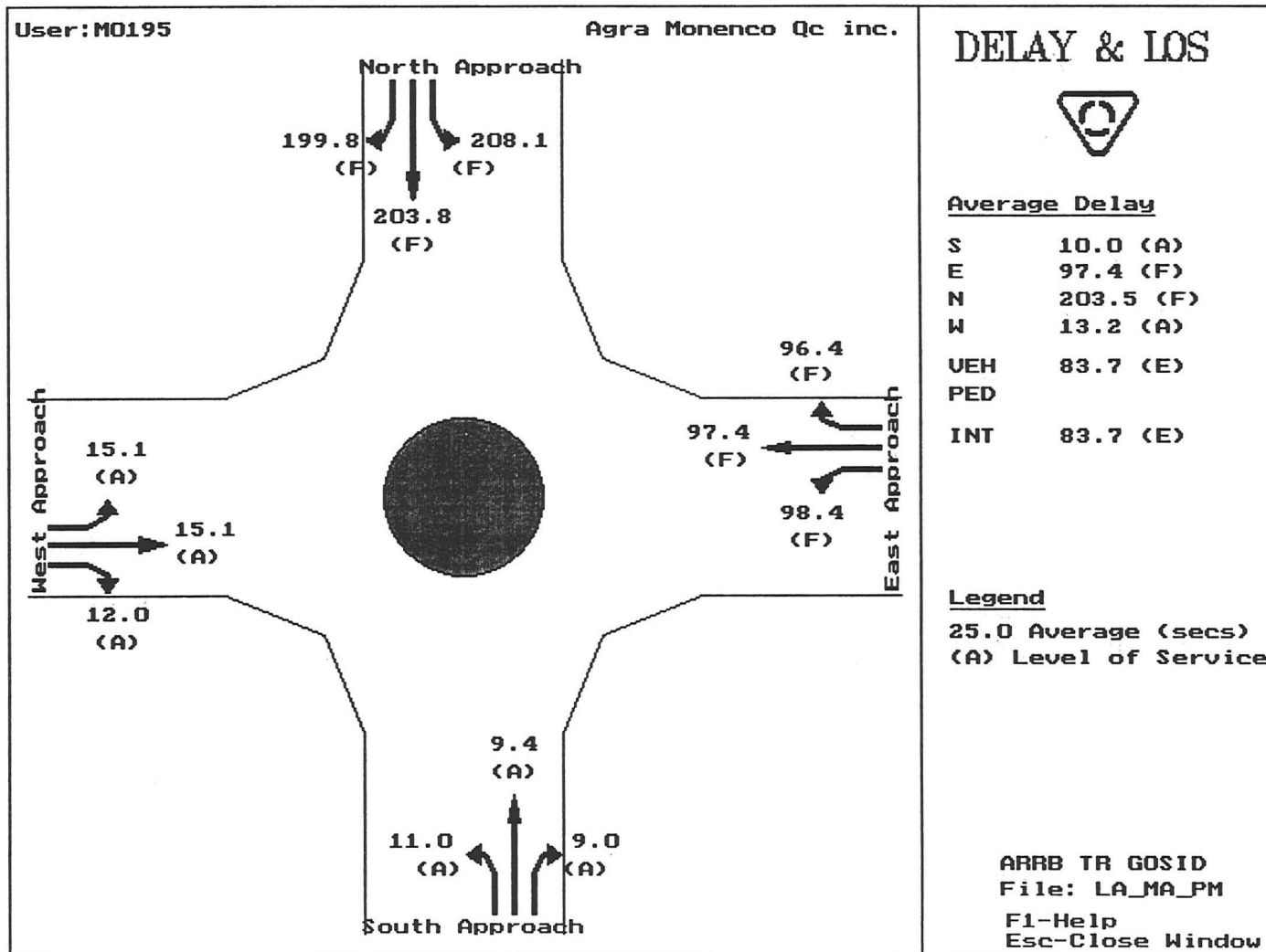


**HEURE DE POINTE DU SOIR**

**FILE D'ATTENTE**

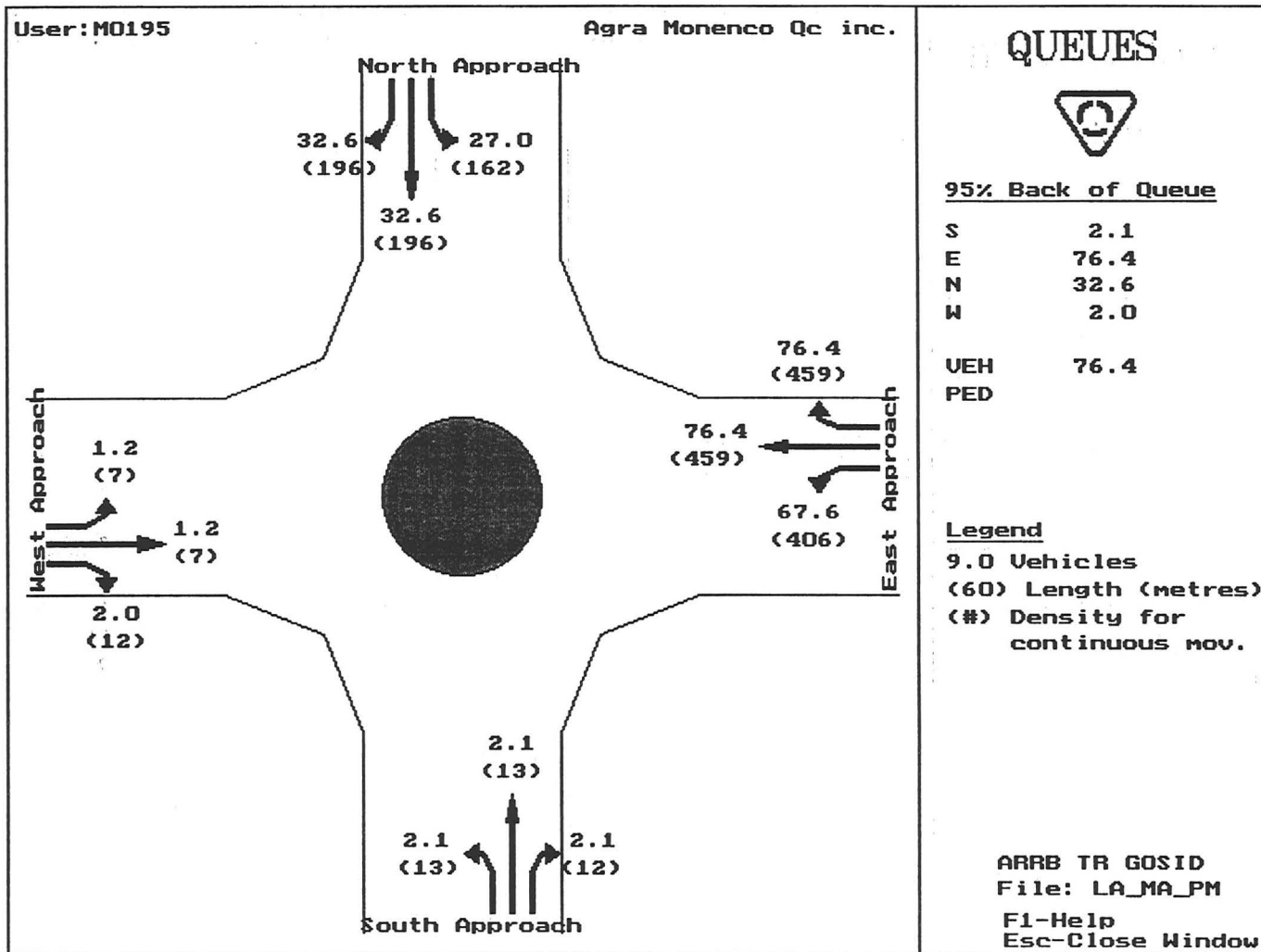
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF = 100

**FIGURE 6'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = .90

**FIGURE 7'**

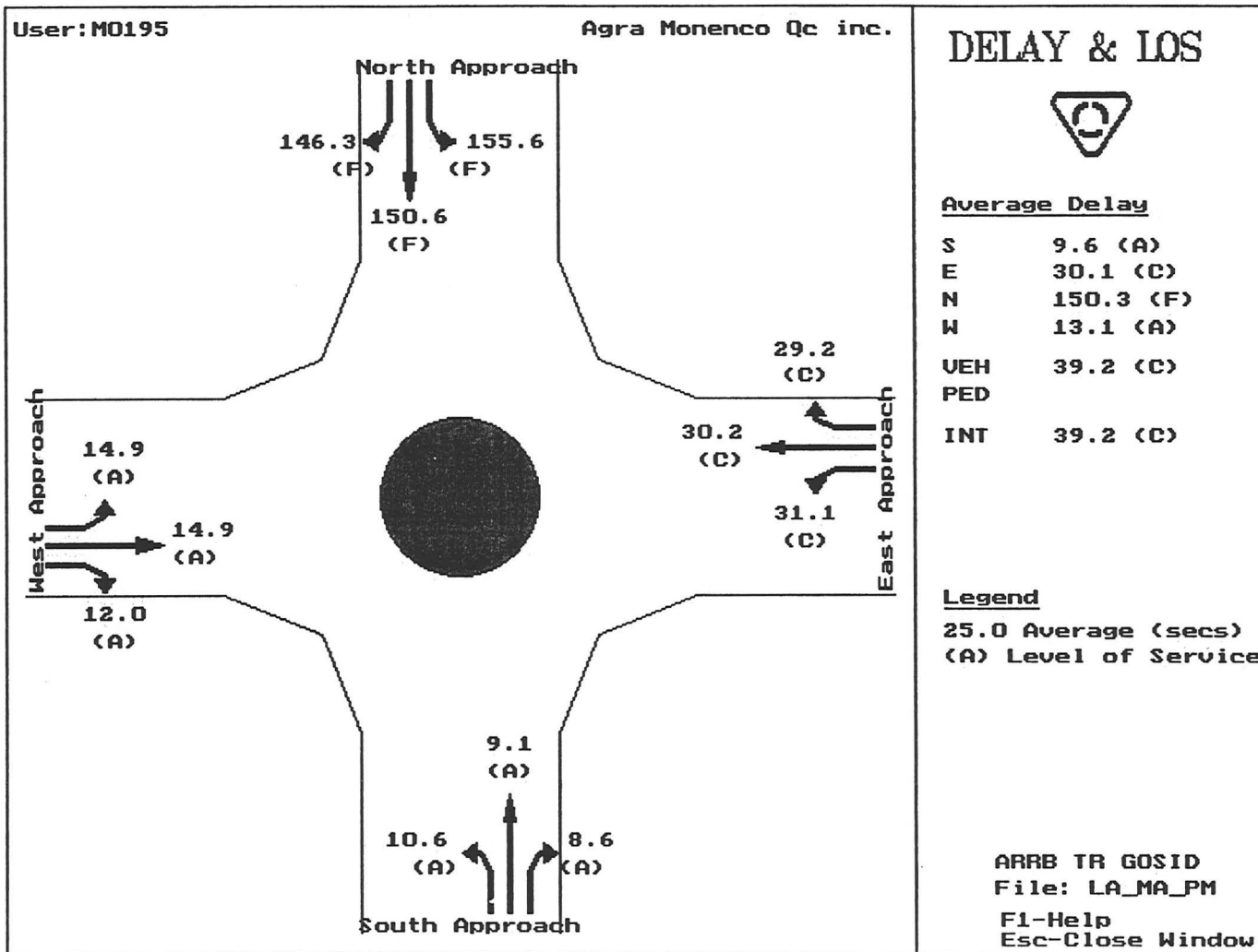


**HEURE DE POINTE DU SOIR**

**FILE D'ATTENTE**

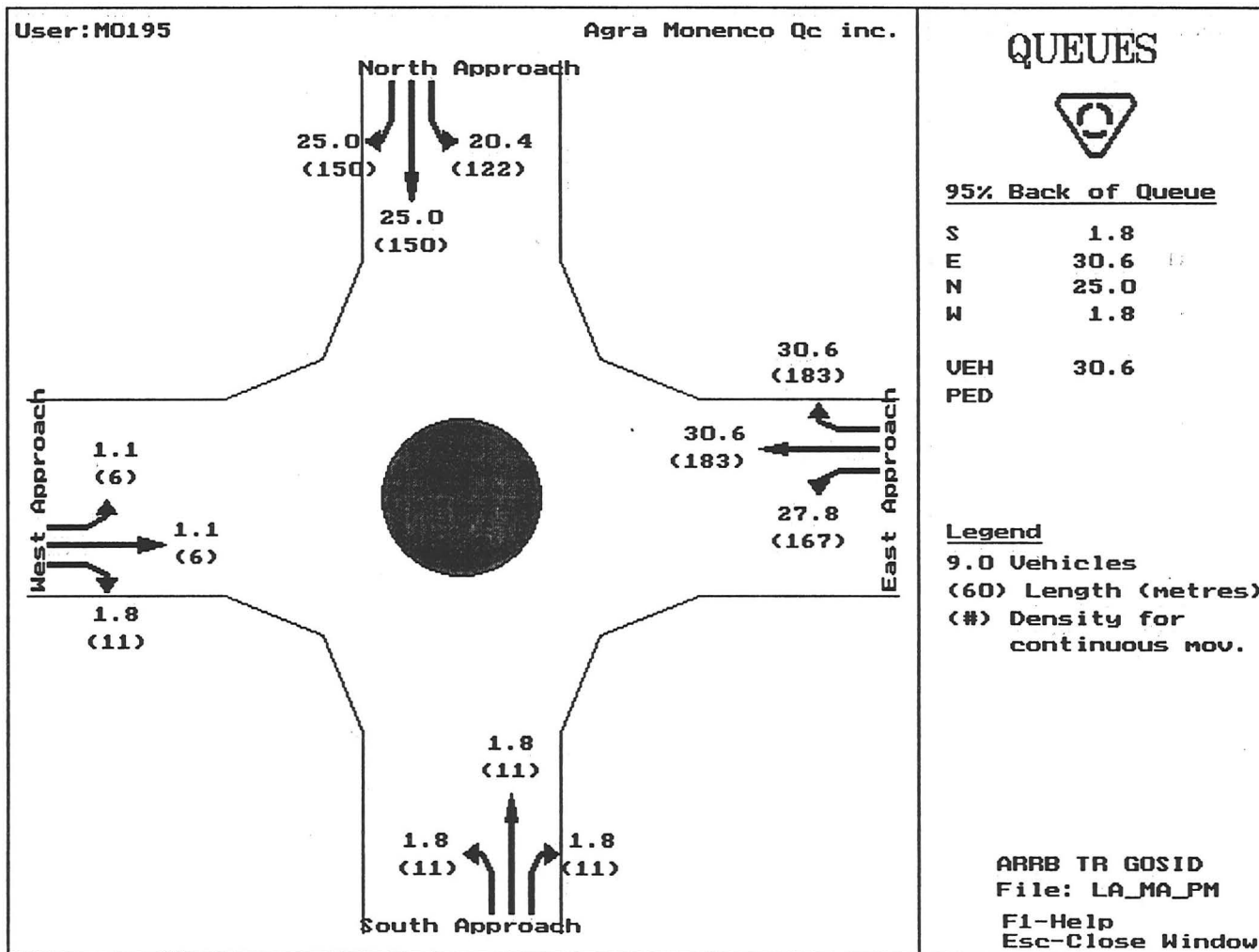
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évaison pour le virage à droite  
PHF = .90

**FIGURE 8'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = 100

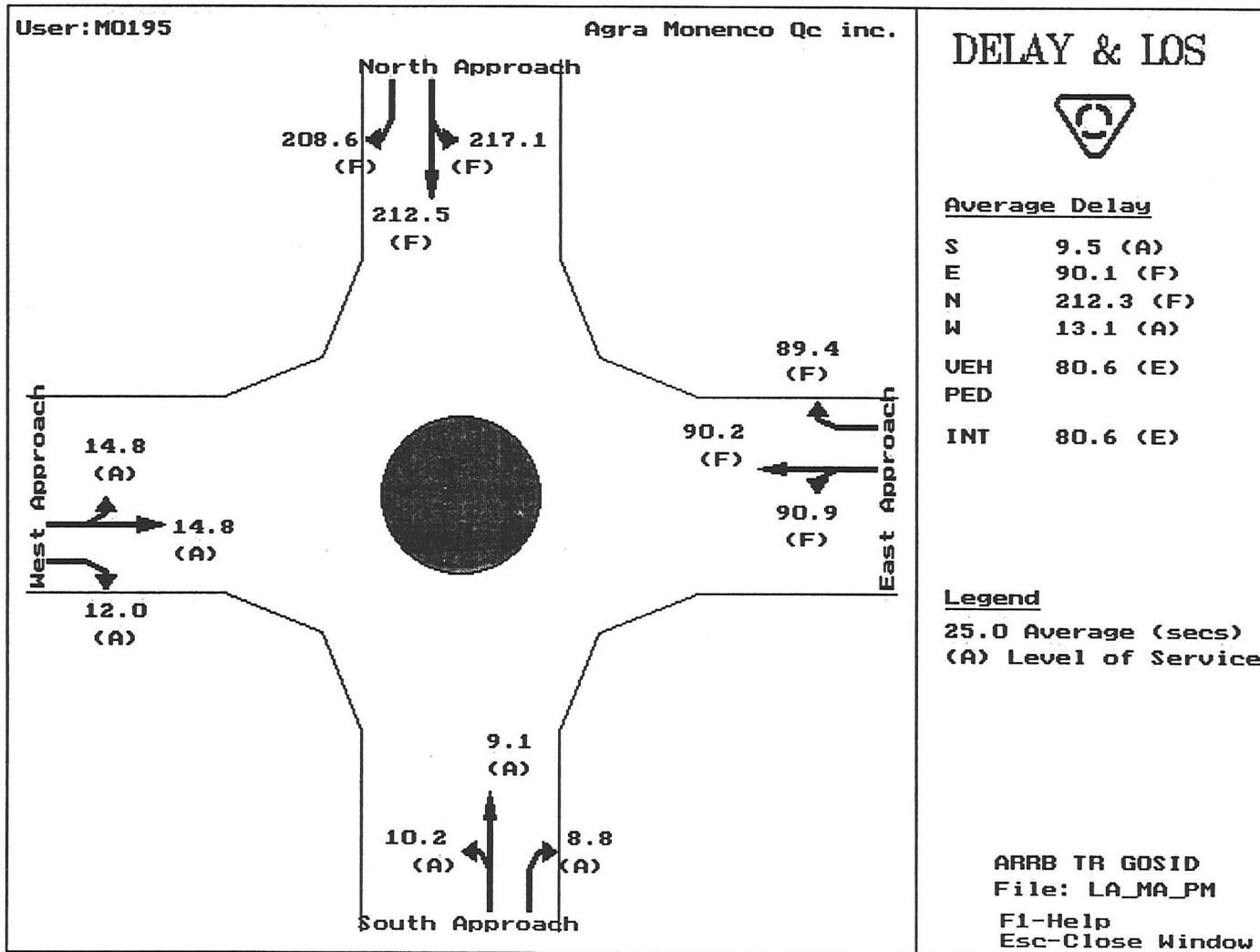
FIGURE 9'



**HEURE DE POINTE DU SOIR  
FILE D'ATTENTE**

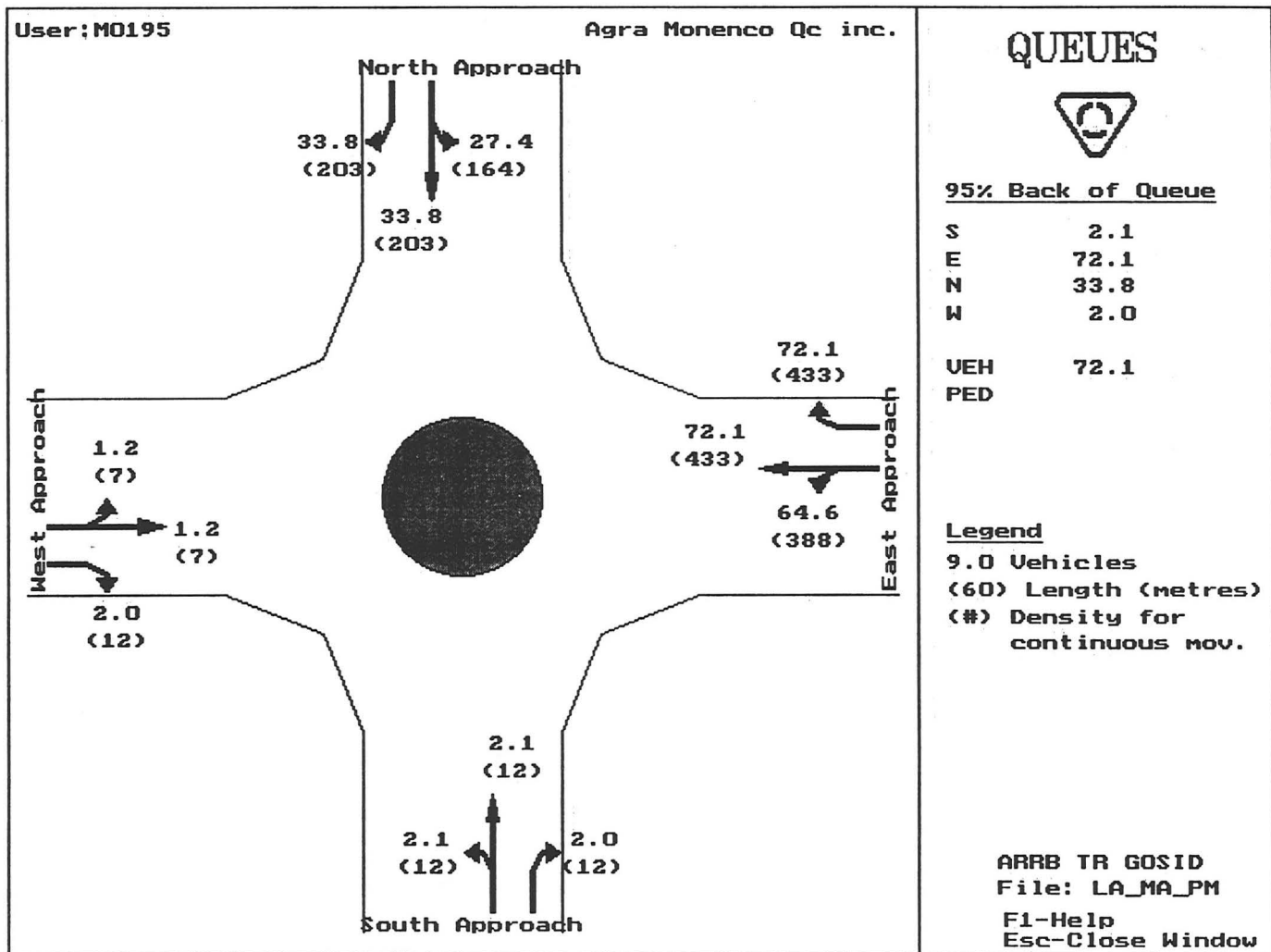
R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évasion pour le virage à droite  
PHF = 100

**FIGURE 10'**



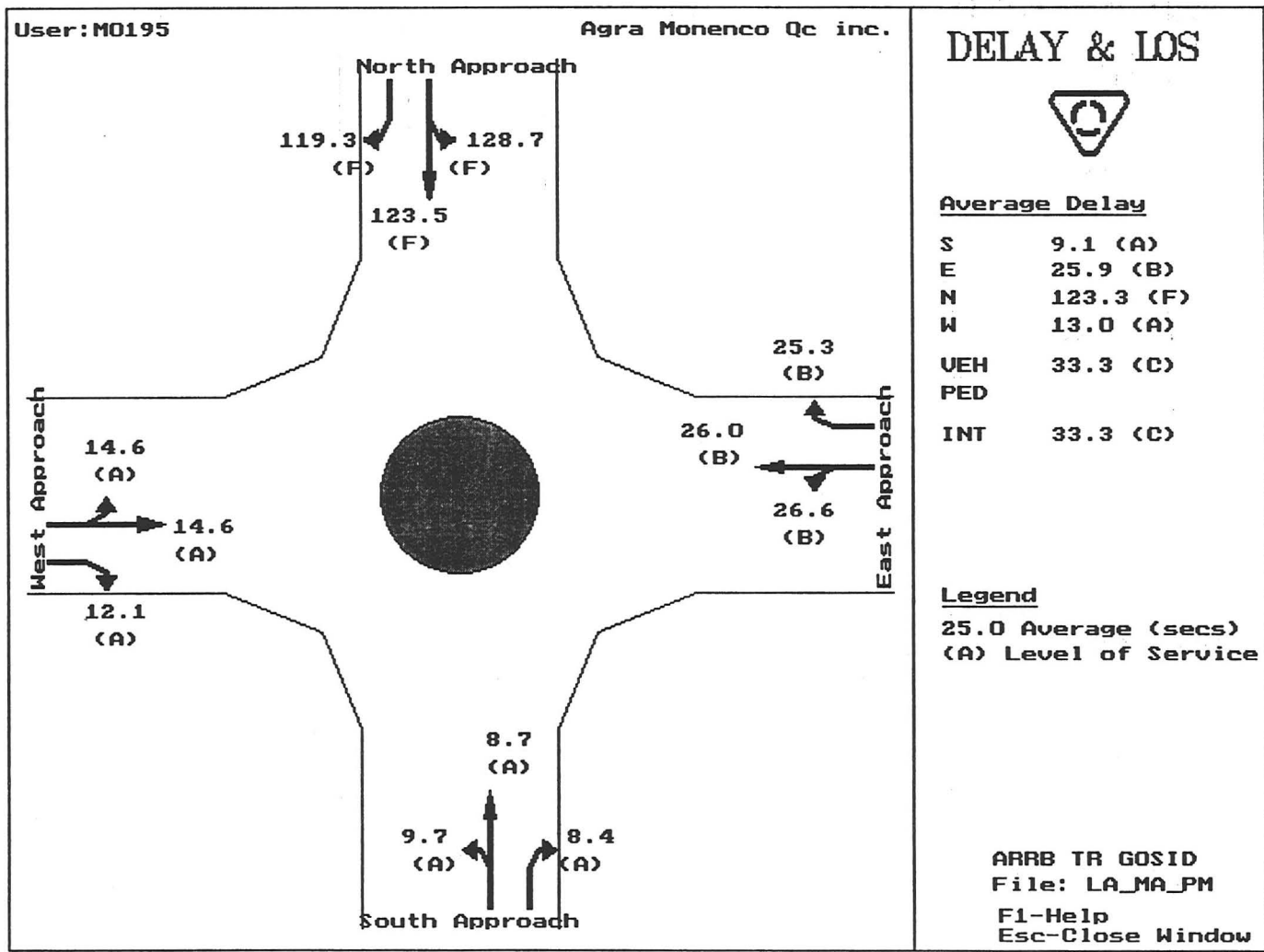
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF = .90

FIGURE 11'



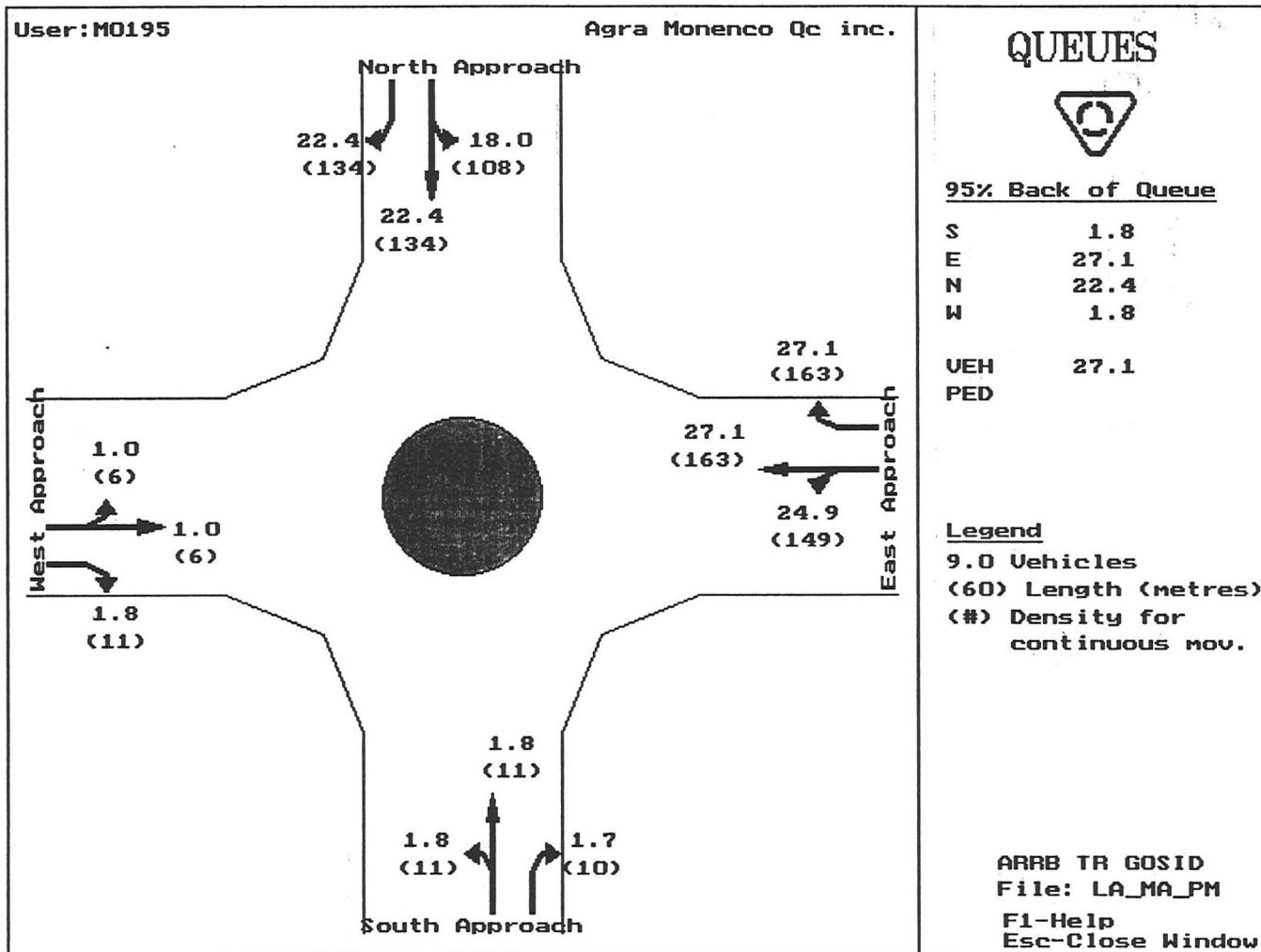
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**FILE D'ATTENTE**  
R = 15 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF =,90

**FIGURE 12'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
 PHF = 100

FIGURE 13'



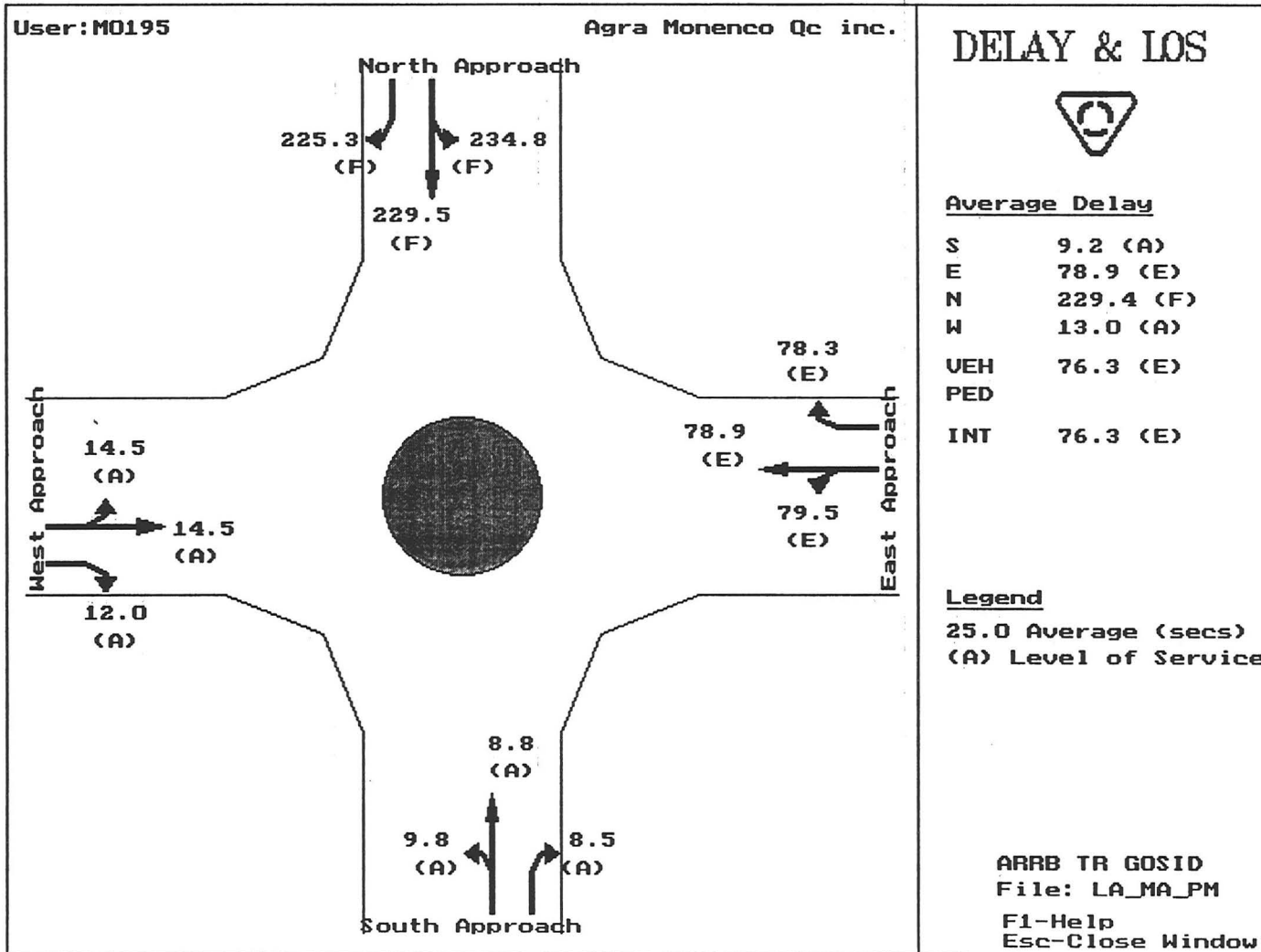
**HEURE DE POINTE DU SOIR**

**FILE D'ATTENTE**

R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite

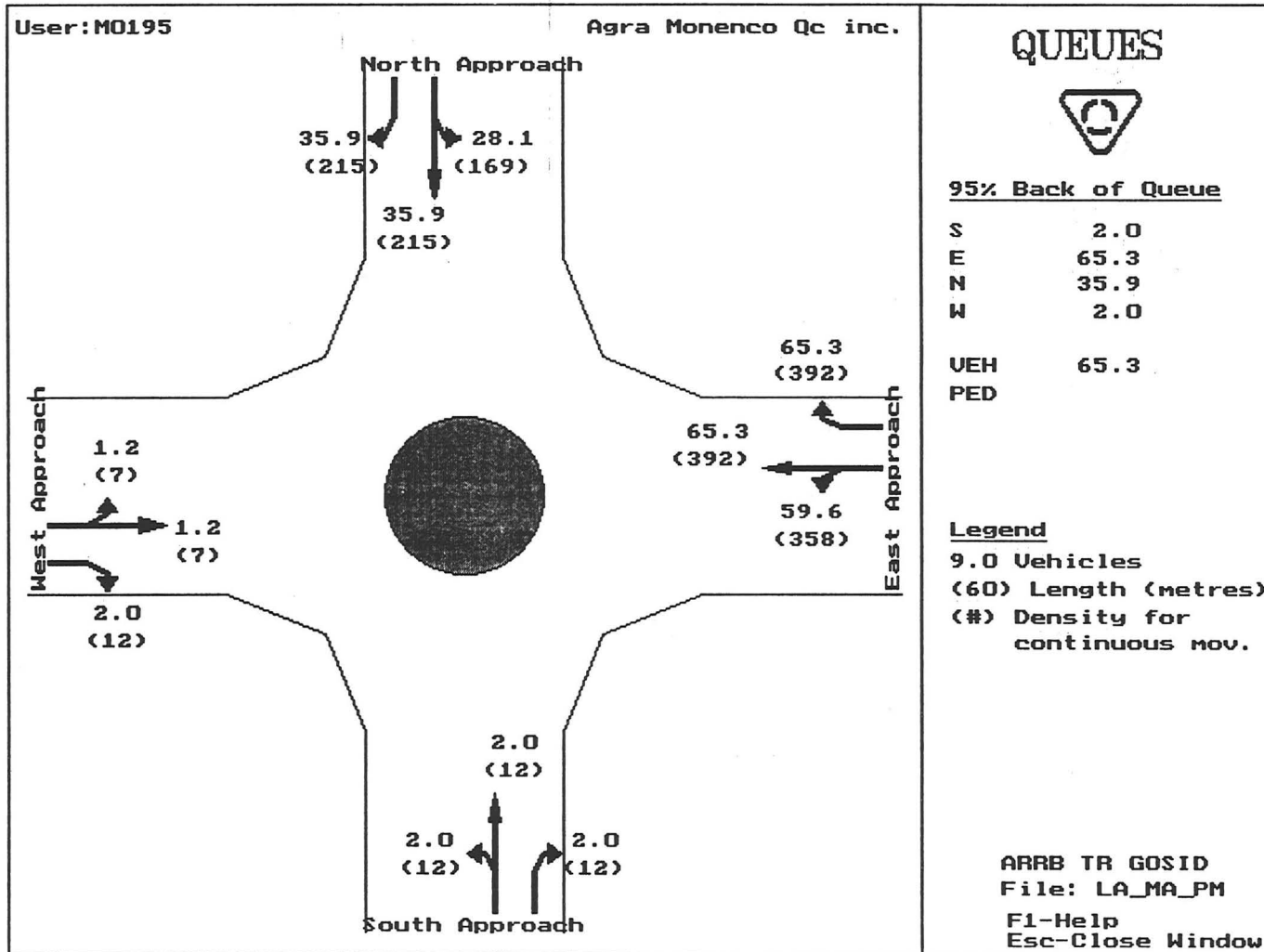
PHF = 100

**FIGURE 14'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O – 2 voies par direction avec évation pour le virage à droite  
PHF = .90

FIGURE 15'

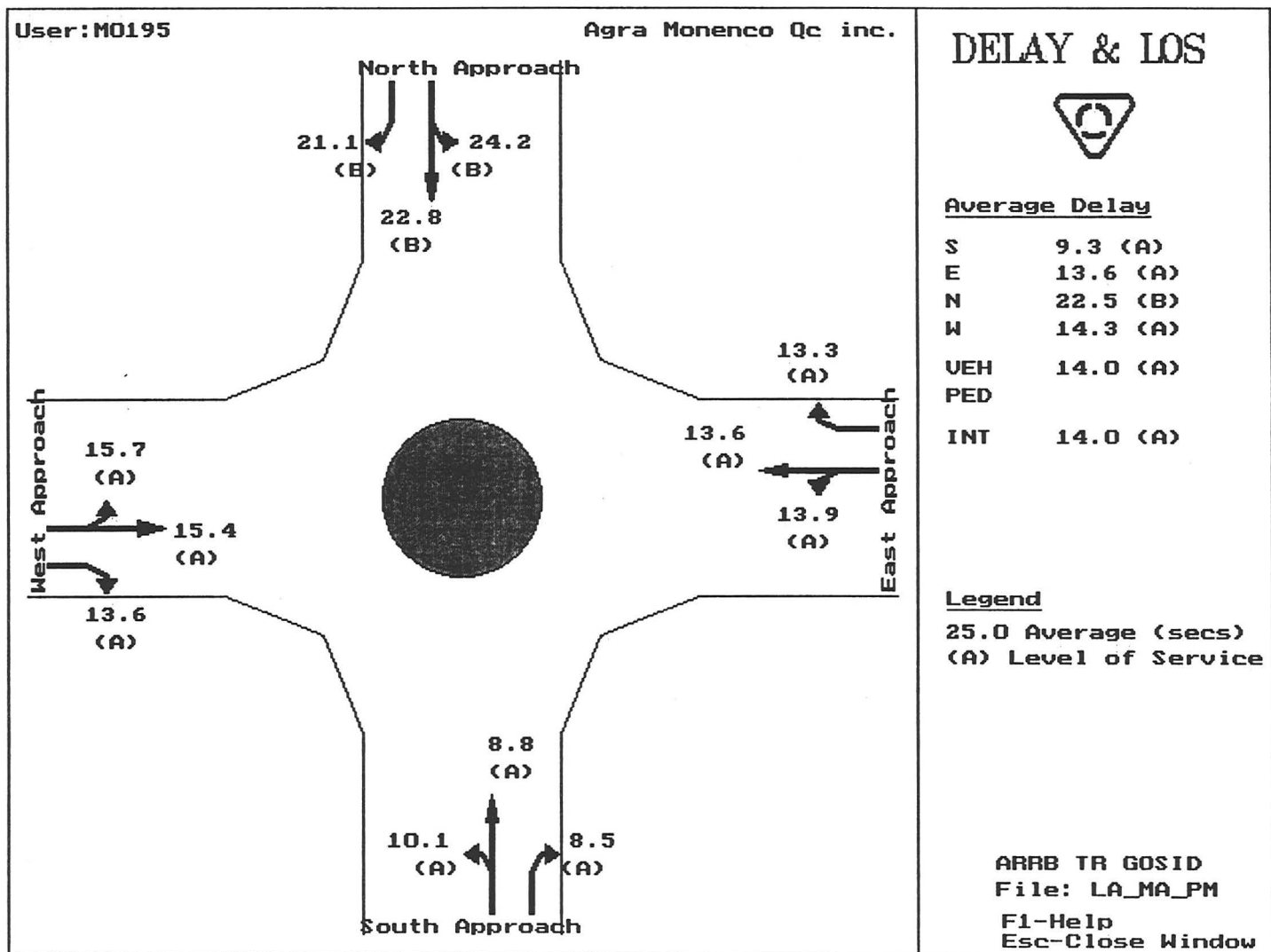


**HEURE DE POINTE DU SOIR**

**FILE D'ATTENTE**

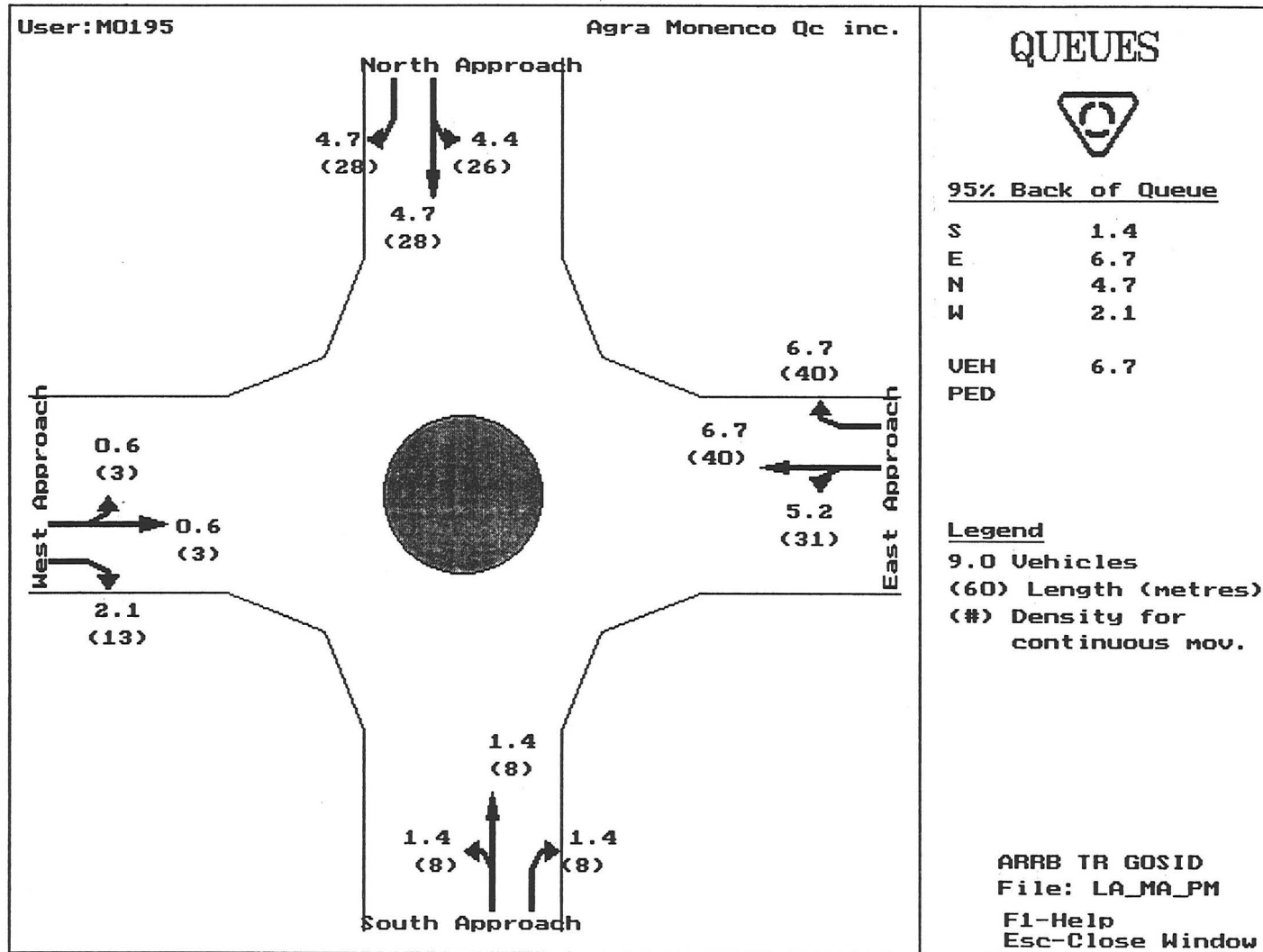
R = 20 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m; E/O - 2 voies par direction avec évasion pour le virage à droite  
PHF = .90

**FIGURE 16'**



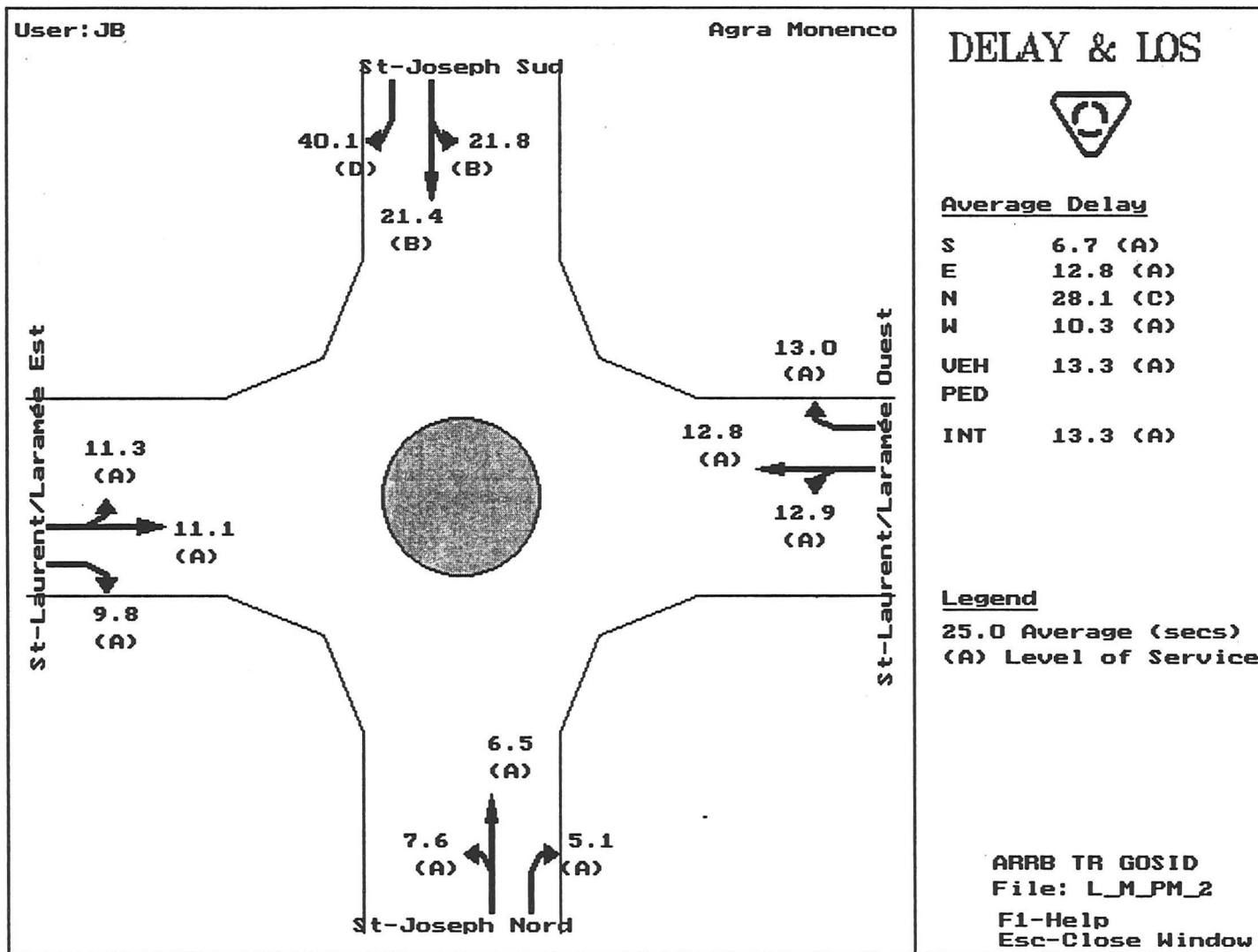
**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
 PHF = 100

**FIGURE 17'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**FILLE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
 PHF = 100

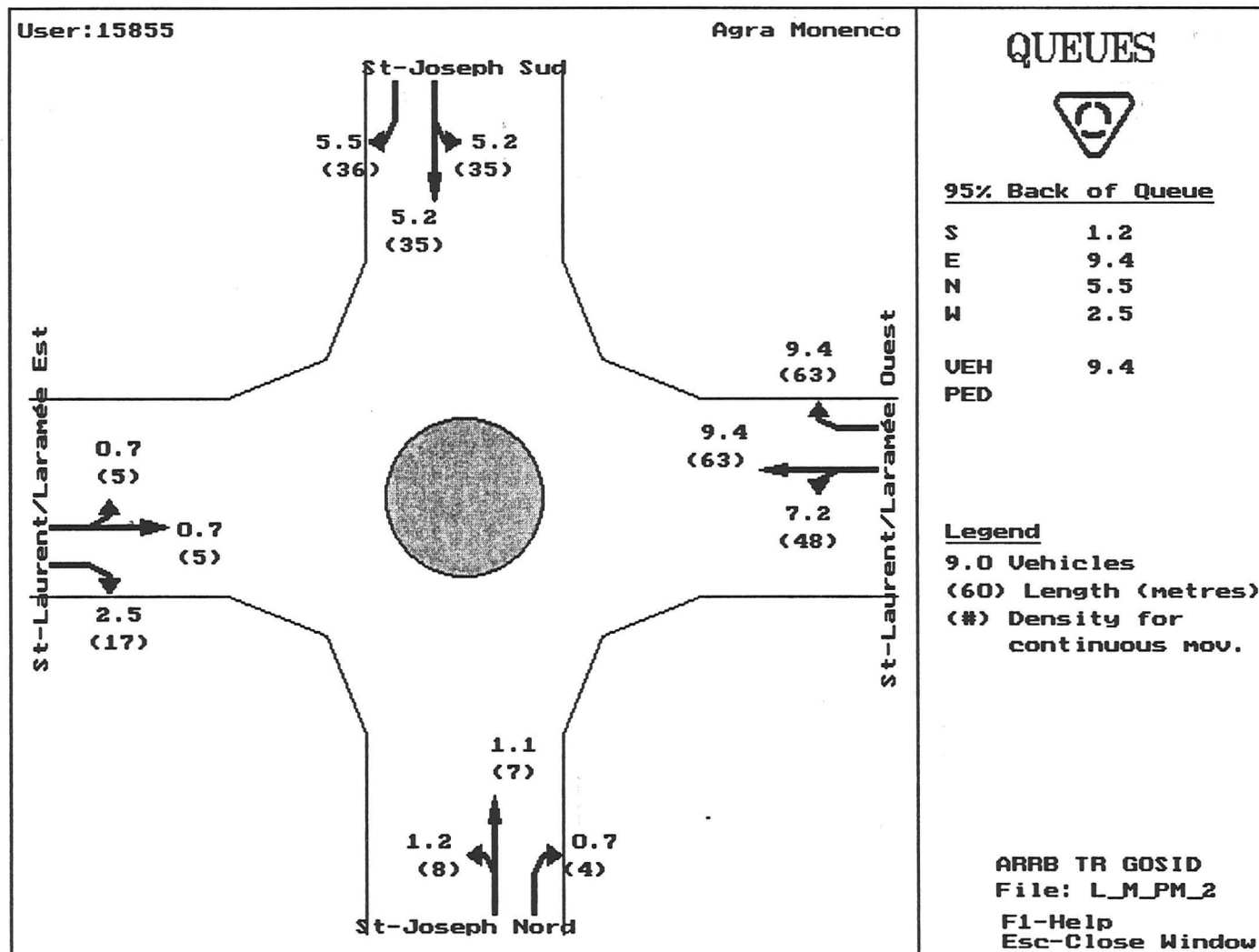
**FIGURE 18'**



**CAREFOURE GIRATOIRE À ST-JOSEPH / HEURE DE POINTE DU SOIR  
 DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 2 voies par direction avec évation  
 N/S – 2 voies par direction avec évation; PHF = 90

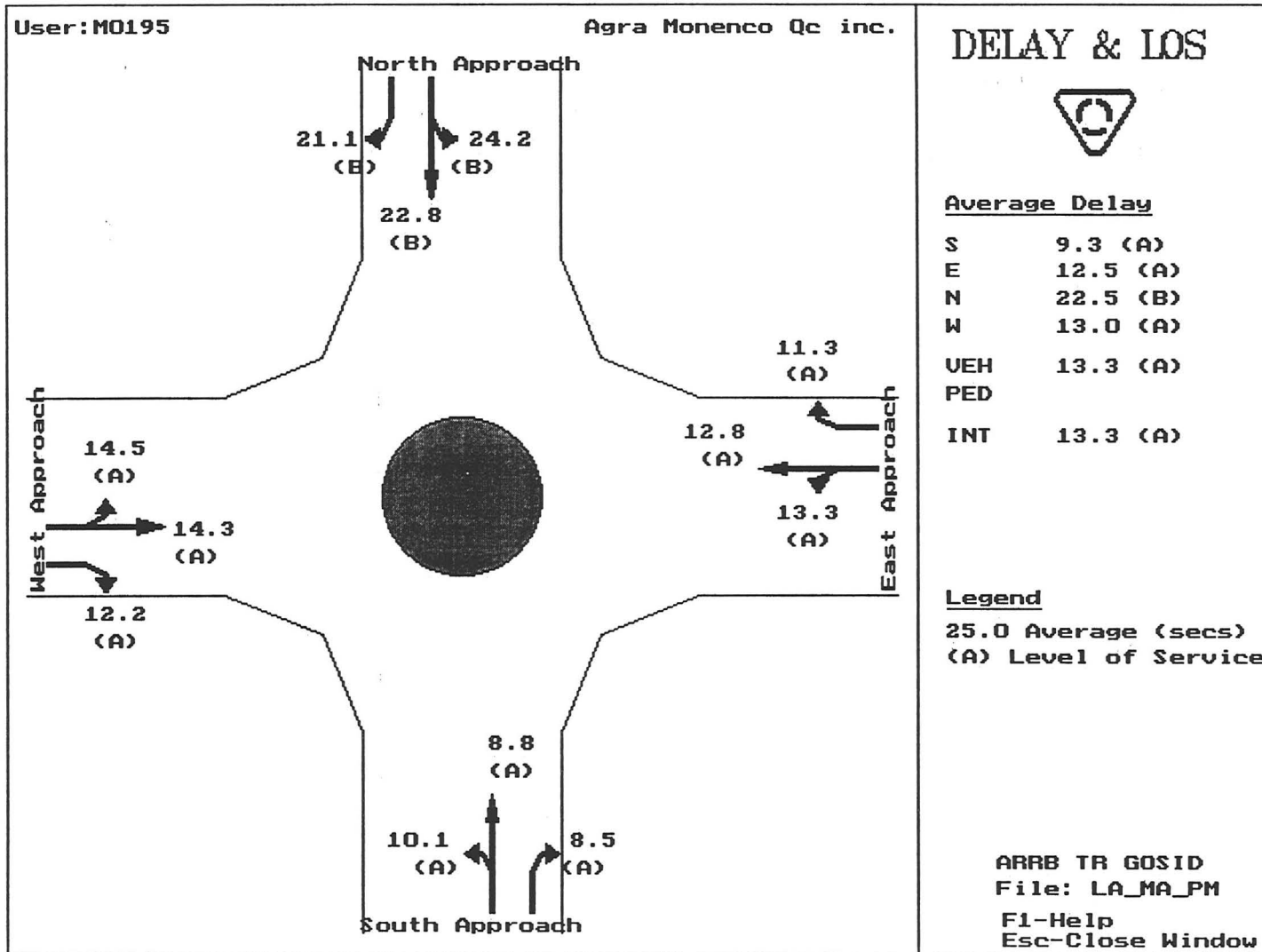
**FIGURE 19'**



**CAREFOURE GIRATOIRE À ST-JOSEPH / HEURE DE POINTE DU SOIR  
 FILLES D'ATTENTE**

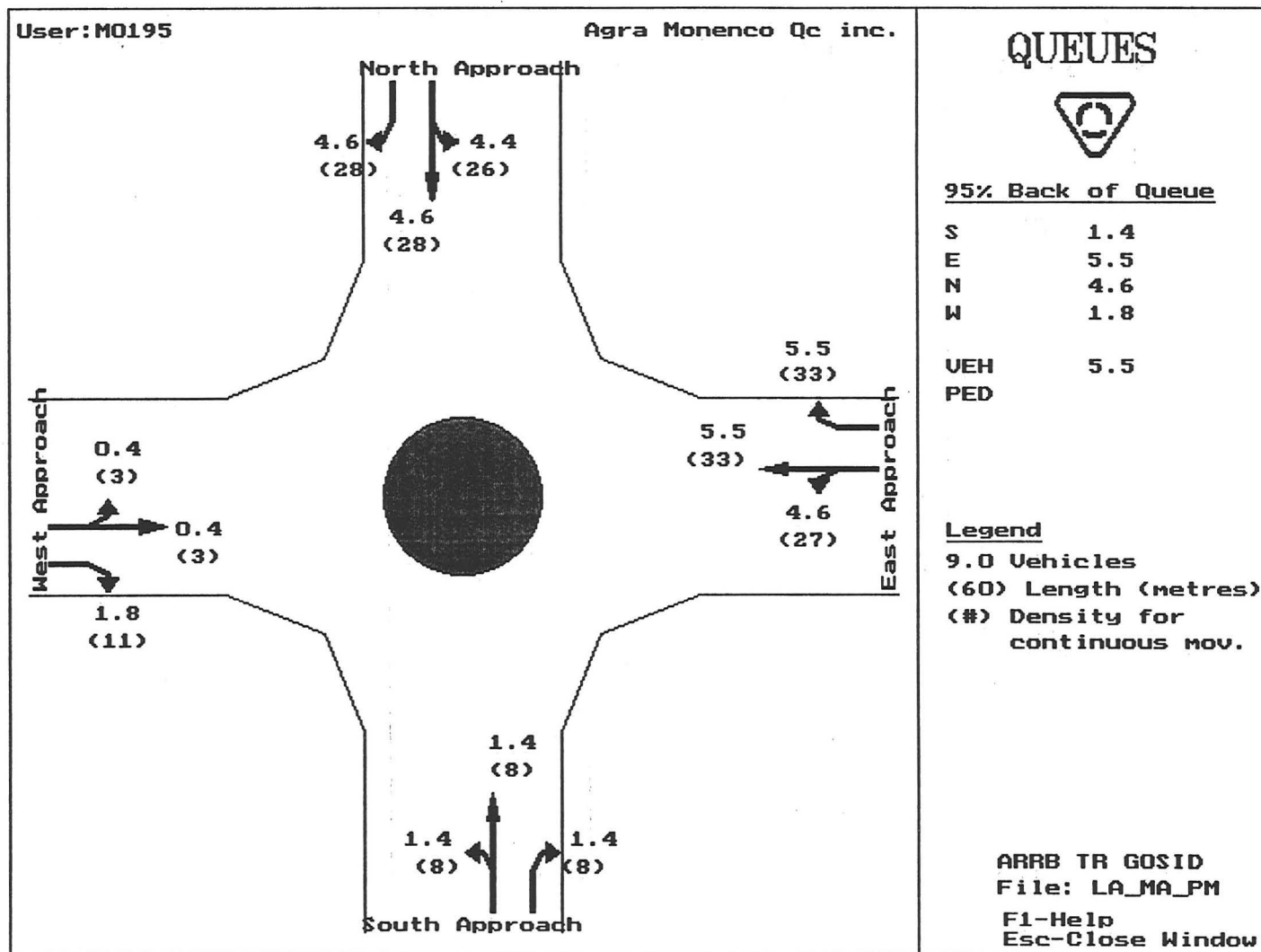
R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 2 voies par direction avec évasions;  
 N/S – 2 voies par direction avec évasions pour le virage à droite; PHF = 90

**FIGURE 20'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évaison pour virage à droite  
 PHF = 100

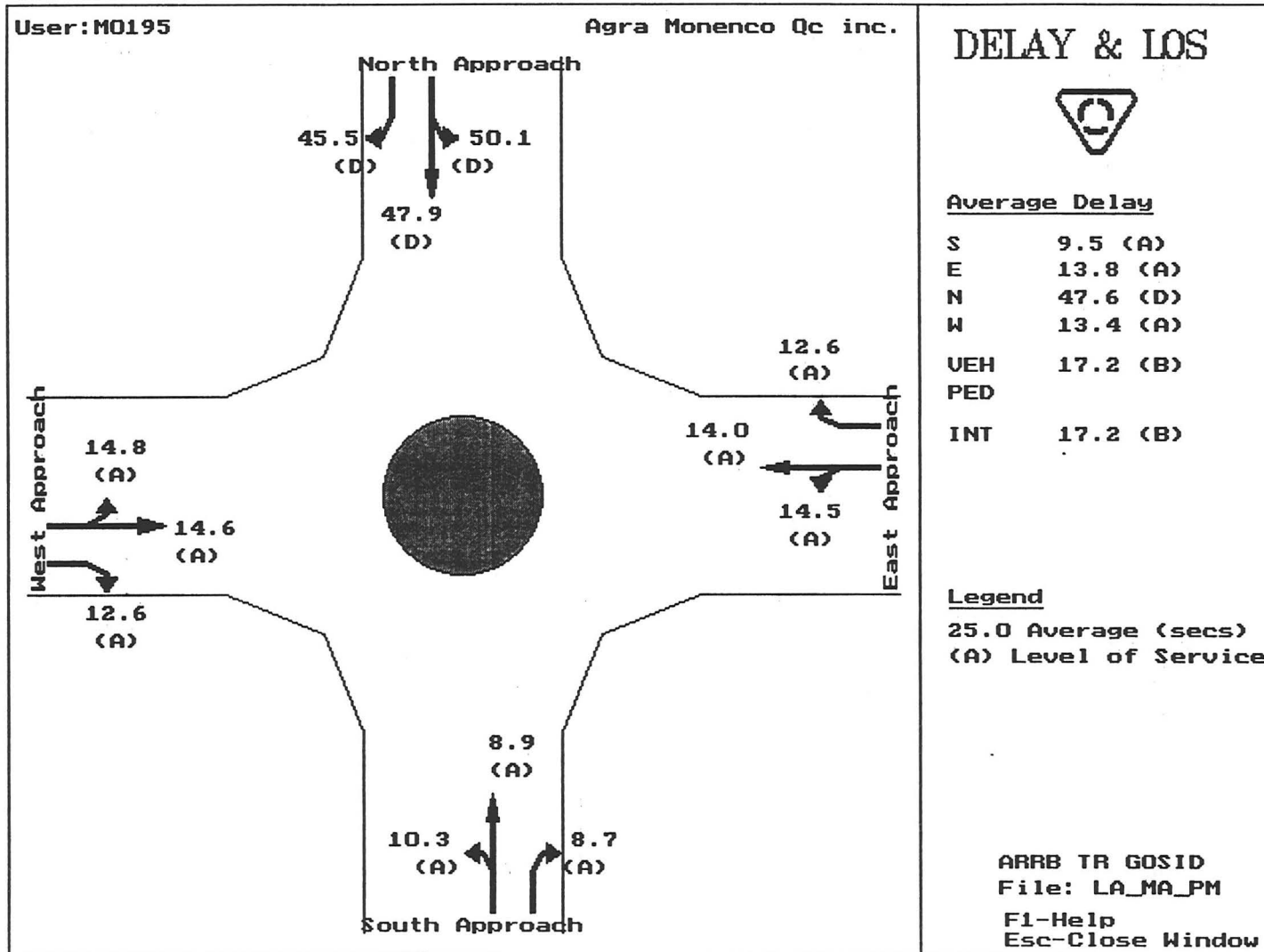
FIGURE 21'



**HEURE DE POINTE DU SOIR  
FILLE D'ATTENTE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évasion pour virage à droite  
PHF = 100

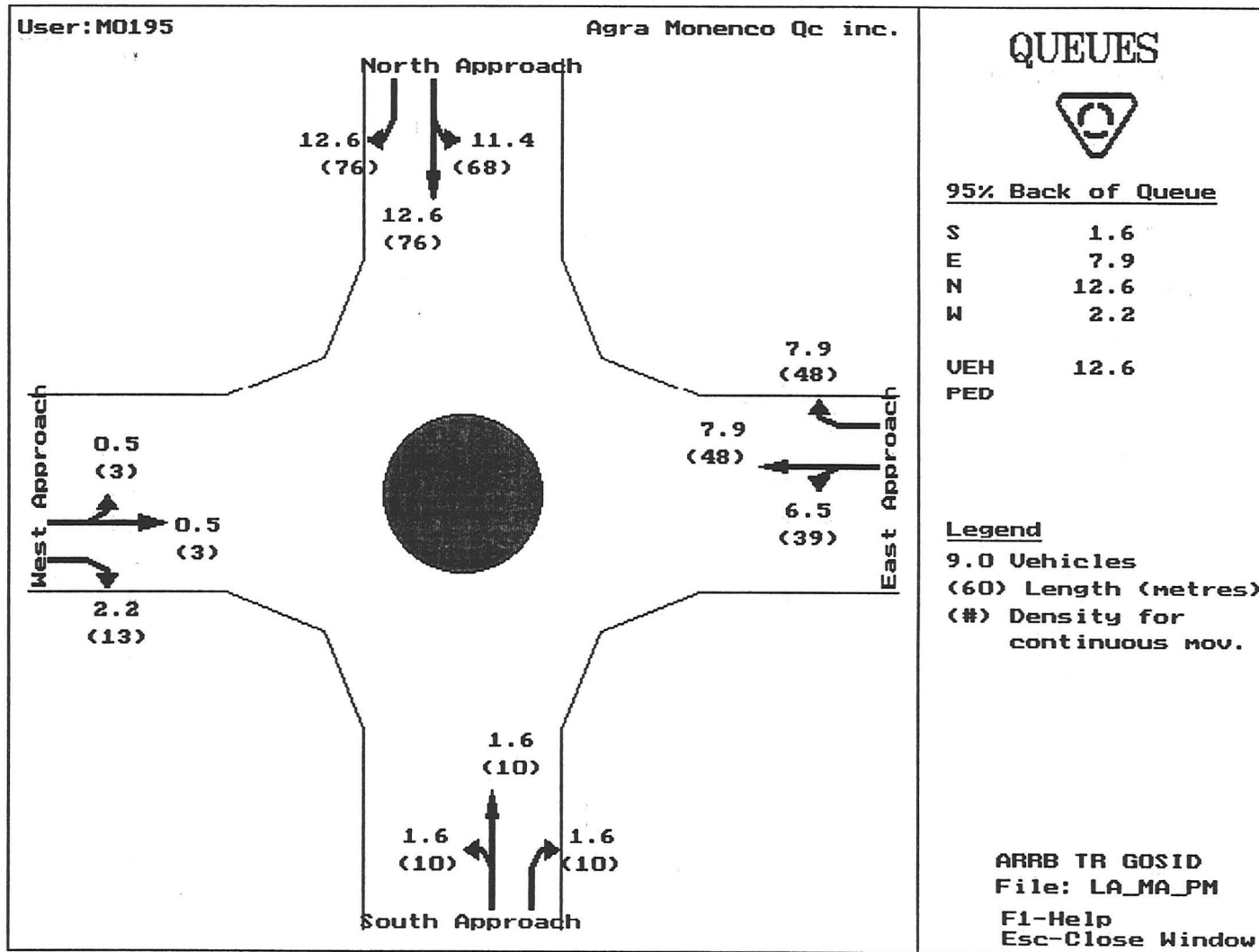
**FIGURE 22'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR  
 DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évation pour virage à droite  
 PHF = .90

**FIGURE 23'**



**HEURE DE POINTE DU SOIR**

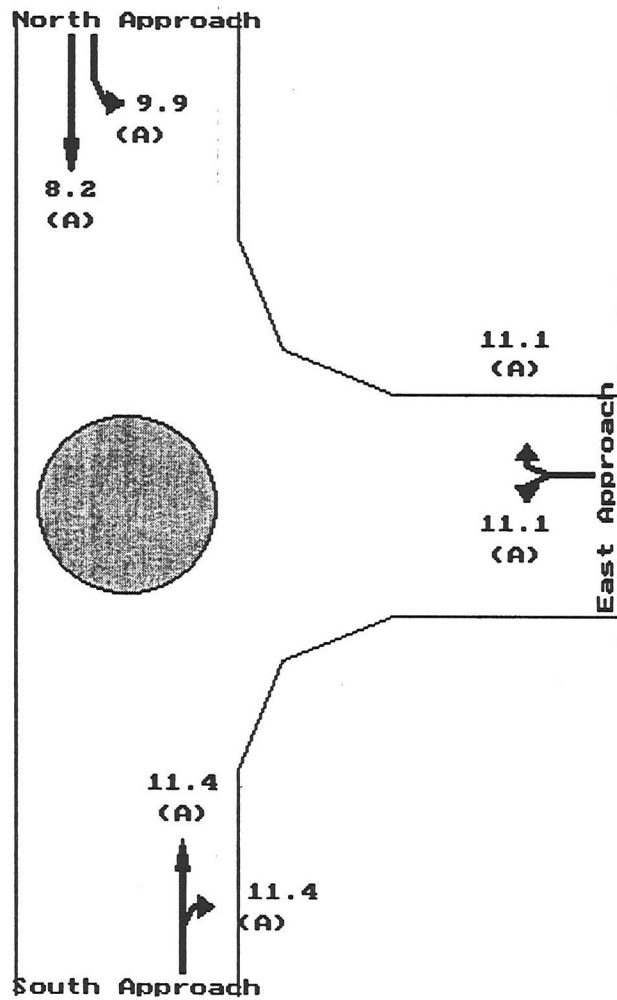
**FILLE D'ATTENTE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction avec évasion pour virage à droite  
PHF = .90

**FIGURE 24'**

User: M0195

Agra Monenco Qc inc.



### DELAY & LOS



#### Average Delay

S	11.4 (A)
E	11.1 (A)
N	9.0 (A)
VEH	10.4 (A)
PED	
INT	10.4 (A)

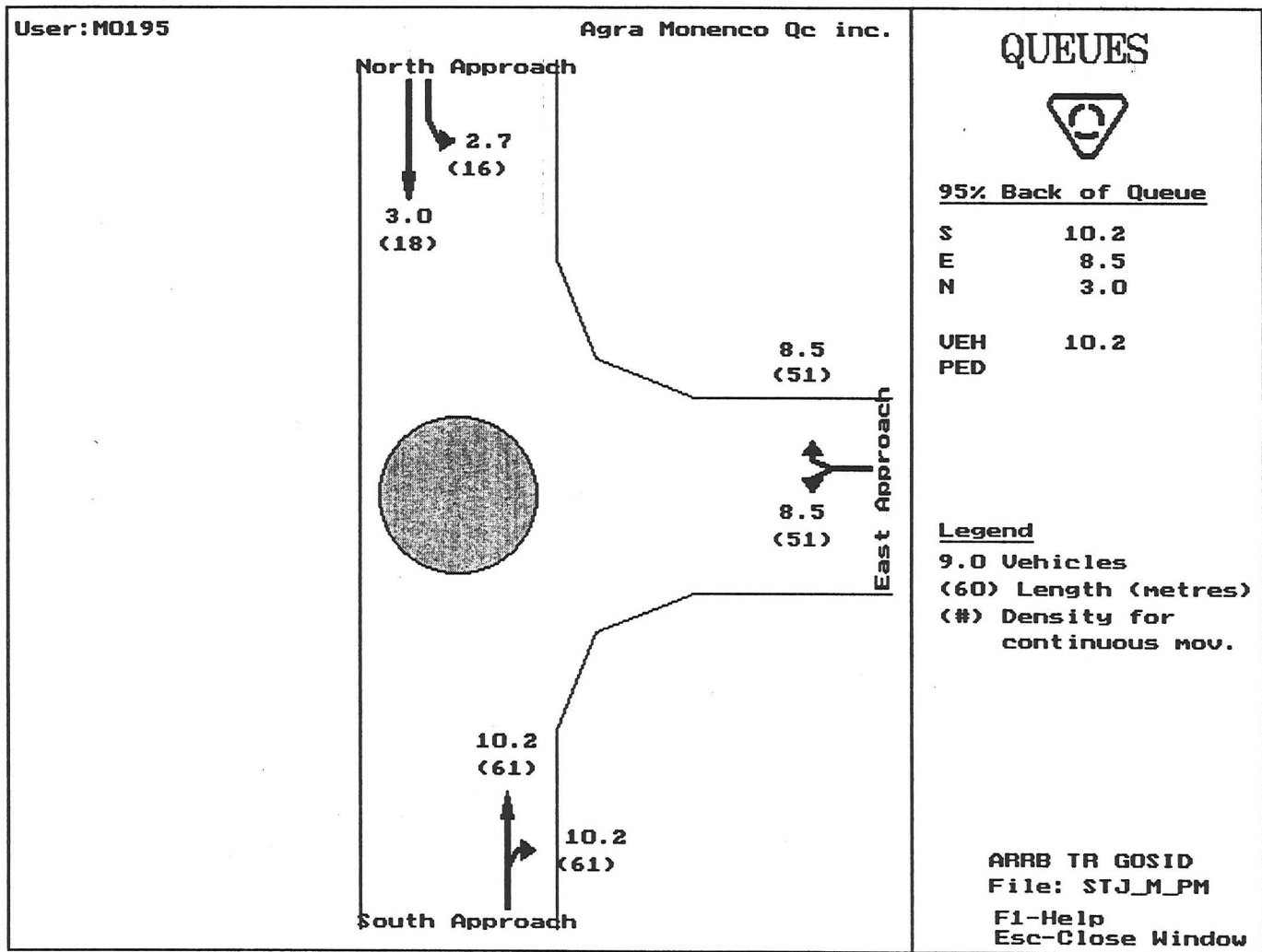
#### Legend

25.0 Average (secs)  
(A) Level of Service

ARRB TR GOSID  
File: STJ\_M\_PM  
F1-Help  
Esc-Close Window

Intersection St-Joseph / Montcalm  
DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE – heure de pointe du soir  
R = 7 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 8 m;  
PHF = 0.90

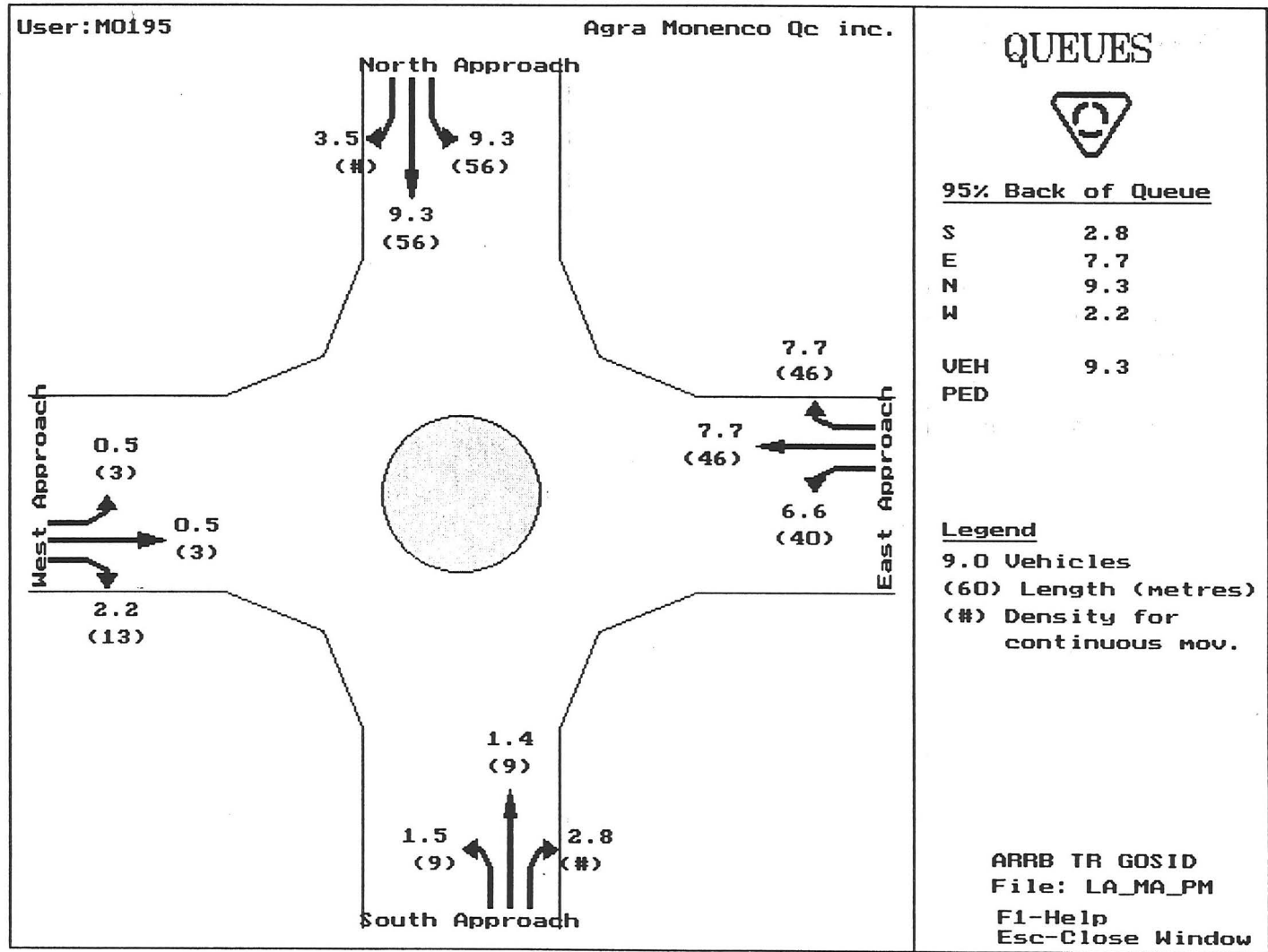
FIGURE 25'



**Intersection St-Joseph / Montcalm**  
**FILE D'ATTENTE – heure de pointe du soir**  
 R = 7 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 8 m;  
 PHF = 0.90

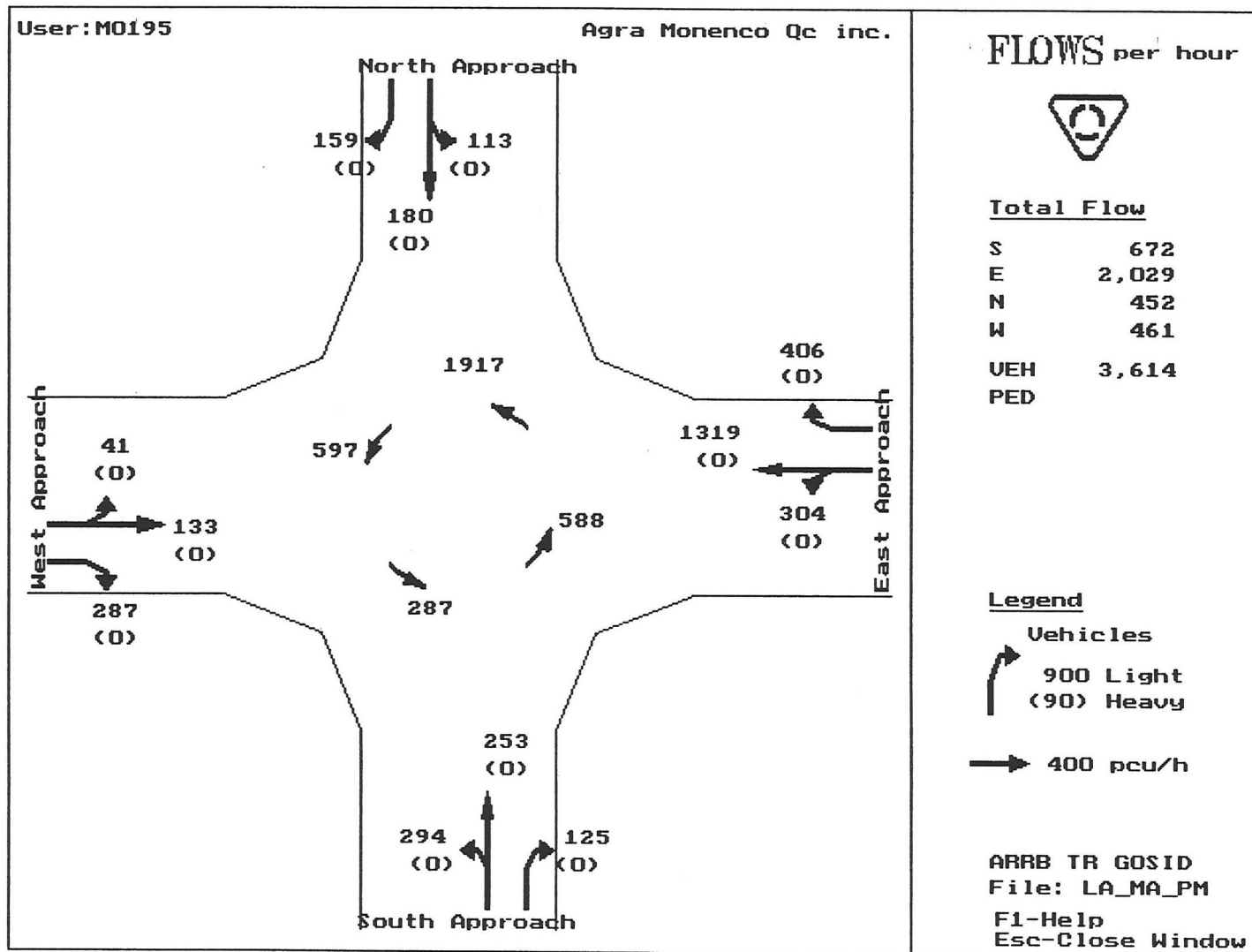
**FIGURE 26'**





**HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**FILLE D'ATTENTE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 14 m (3 voies); E/O – 3 voies par direction  
 N/S – 2 voies par direction avec voie de virage à droite continue; PHF = 0.90

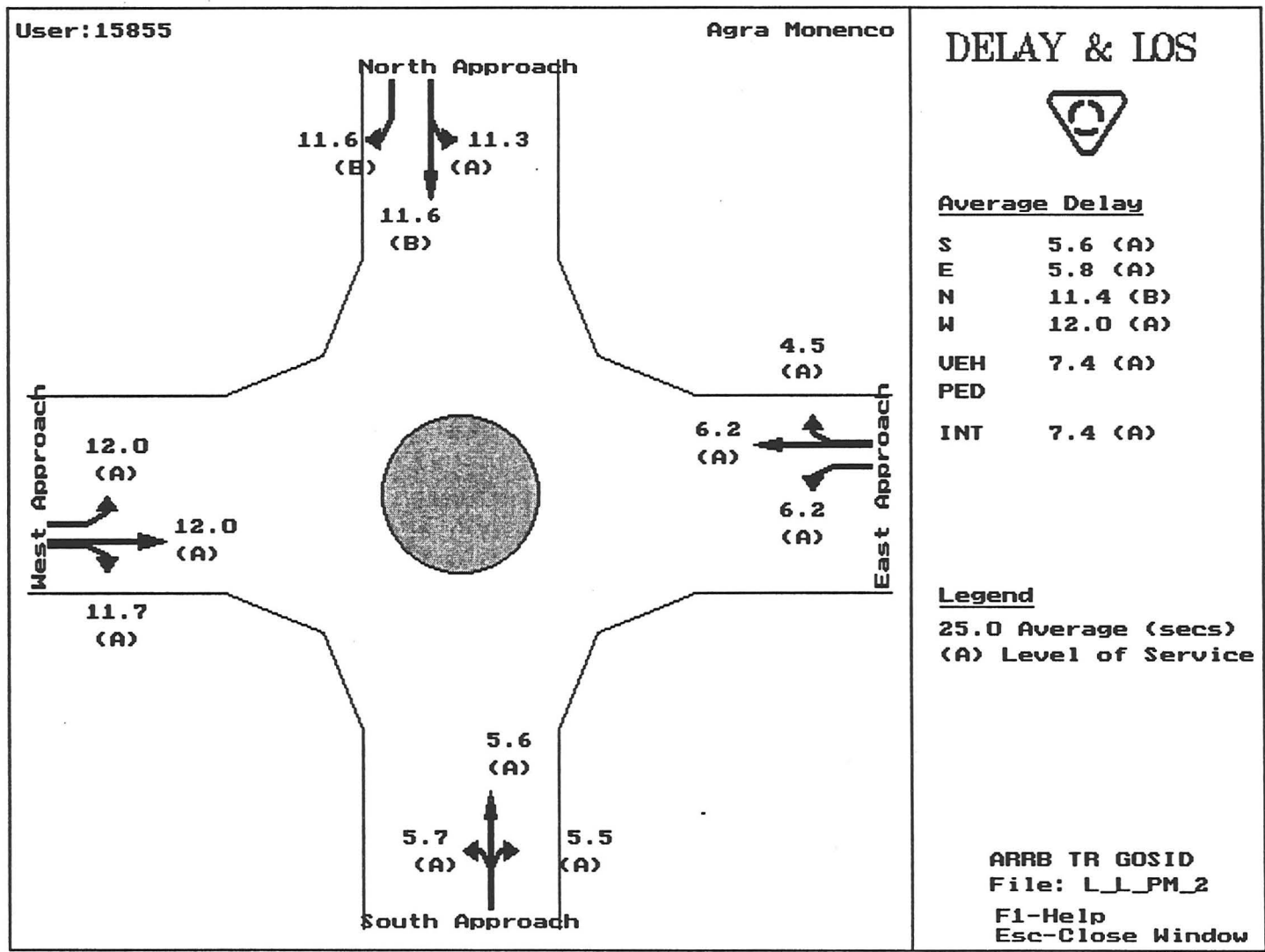
FIGURE 28'



HEURE DE POINTE DU SOIR  
DÉBITS  
PHF = 1,0

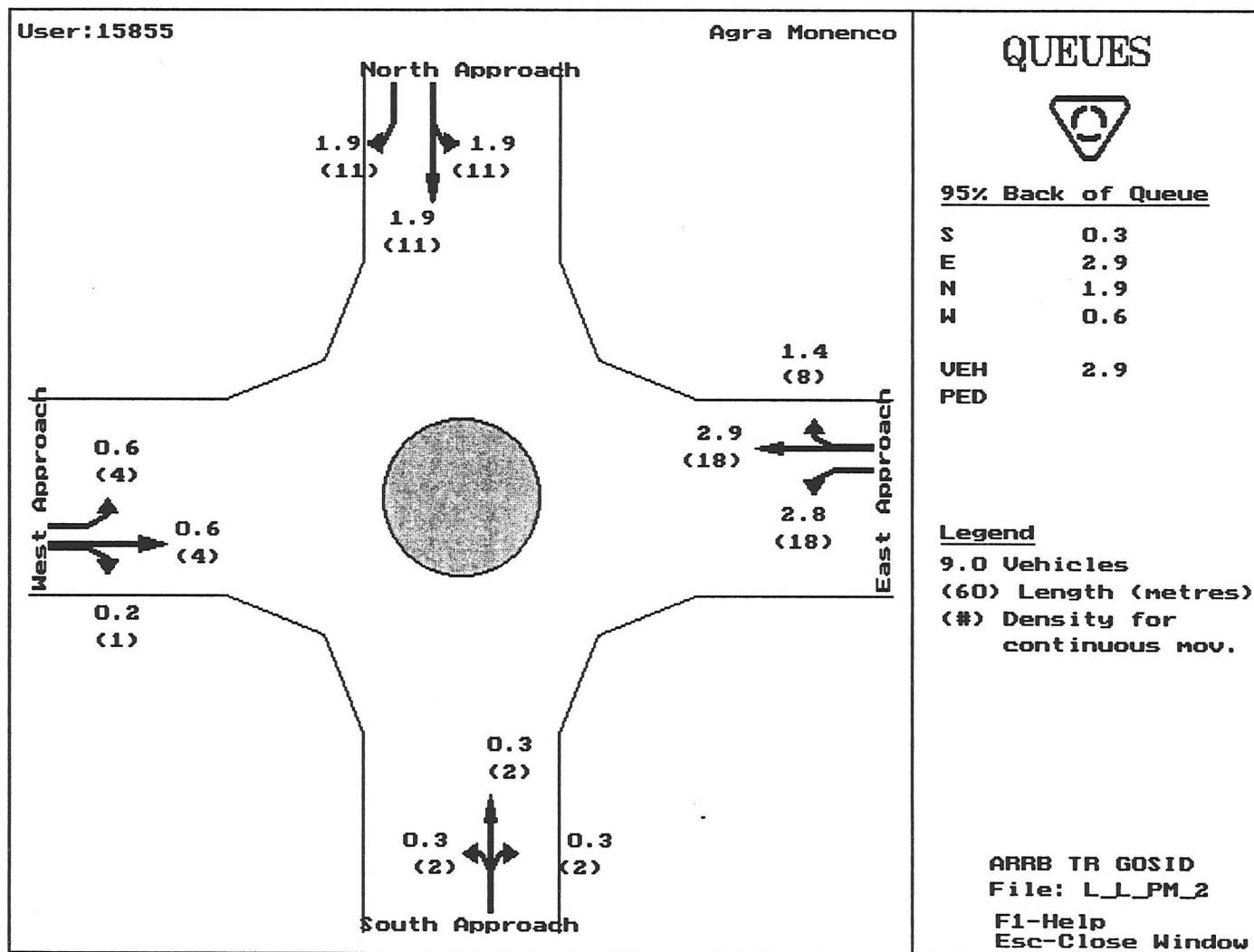
FIGURE 29'





**CAREFOURE GIRATOIRE À LABELLE / HEURE DE POINTE DU SOIR**  
**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**  
 R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

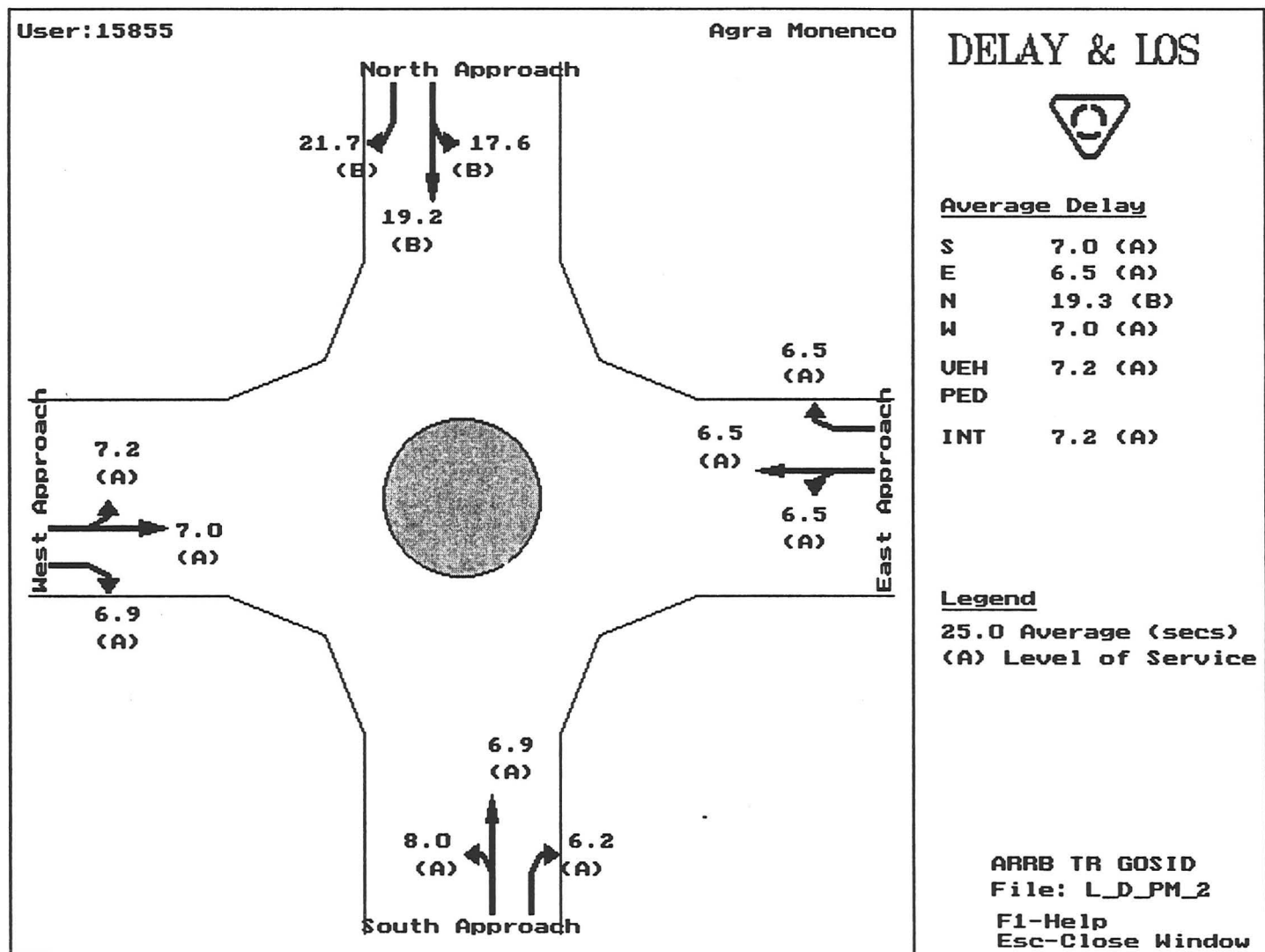
**FIGURE 31'**



**CAREFOURE GIRATOIRE À LABELLE / HEURE DE POINTE DU SOIR  
 FILLES D'ATTENTE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 32'**



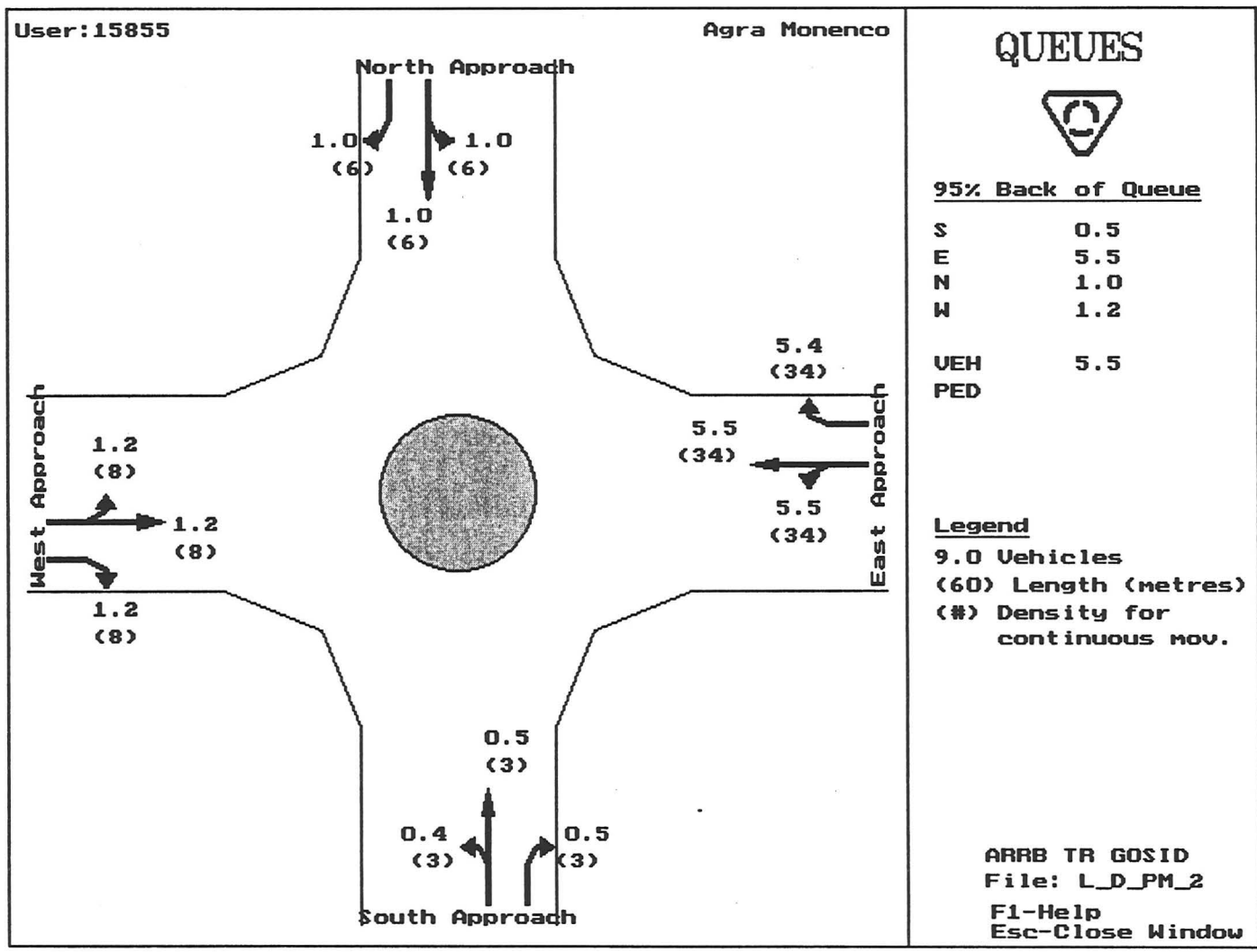
**CAREFOURE GIRATOIRE À DEMONTIGNY / HEURE DE POINTE DU SOIR**

**DÉLAIS ET NIVEAU DE SERVICE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction

N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 33'**



**CAREFOURE GIRATOIRE À DEMONTIGNY / HEURE DE POINTE DU SOIR**

**FILLES D'ATTENTE**

R = 12 m; L(voie) = 4 m; L(anneau) = 9 m (2 voies); E/O – 2 voies par direction;  
 N/S – 2 voies par direction; PHF = 90

**FIGURE 34'**

**ANNEXE B**  
RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE  
CIRCULATION DU LOGICIEL TSIS

**RÉSULTATS TSIS - 1 (2 VOIES PAR DIRECTION ET BRETELLE C INCLUSE DANS LA COORDINATION)  
OPÉRATION DU TRONÇON McCONNELL / LARAMÉE AVEC FEUX DE CIRCULATION EN 2011 (AM)**

CUMULATIVE NETSIM STATISTICS AT TIME 17:18:00

ELAPSED TIME IS 0:48:0 ( 2880 SECONDS), TIME PERIOD 1 ELAPSED TIME IS 2880 SECONDS

LINK	VEHICLE		VEHICLE MINUTES			RATIO		MINUTES/MILE		SECONDS / VEHICLE				-- AVERAGE VALUES --	
	MILES	TRIPS	MOVE	DELAY	TOTAL	MOVE/ TOTAL	TOTAL	DELAY	TOTAL	DELAY	QUEUE*	STOP*	STOPS (%)	VOLUME VPH	SPEED MPH
(8031, 31)		343													428
( 31, 7)	12.99	343	26.0	74.4	100.4	.26	7.73	5.73	17.6	13.0	11.3	11.0	46	428	7.8
( 7, 31)	56.82	1500	111.1	15.5	126.6	.88	2.23	.27	5.1	.6	.0	.0	0	1875	26.9
(8032, 32)		199													248
( 32, 7)	7.95	200	18.9	59.6	78.5	.24	9.87	7.49	23.6	17.9	15.3	15.0	57	250	6.1
(8002, 2)		75													93
( 1, 2)	3.30	37	7.8	.7	8.5	.92	2.58	.20	13.8	1.1	.1	.0	0	46	23.3
( 2, 1)	6.91	73	16.4	66.2	82.7	.20	11.96	9.58	68.0	54.4	51.3	50.9	87	91	5.0
( 1, 5)	1.29	59	3.1	2.5	5.5	.55	4.29	1.91	5.6	2.5	.1	.0	0	73	14.0
( 5, 1)	.85	39	2.0	34.1	36.1	.06	42.52	40.14	55.6	52.5	50.8	50.6	84	48	1.4
( 1, 10)	66.45	258	130.0	59.0	188.9	.69	2.84	.89	43.9	13.7	8.2	8.3	60	322	21.1
( 10, 1)	439.68	1707	859.8	526.1	1385.9	.62	3.15	1.20	48.7	18.5	6.0	5.7	21	2133	19.0
( 3, 4)	15.27	168	29.9	99.9	129.8	.23	8.50	6.54	46.4	35.7	32.1	31.5	75	210	7.1
( 4, 3)	45.54	496	89.1	10.8	99.9	.89	2.19	.24	12.1	1.3	.1	.0	0	620	27.4
( 1, 4)	248.91	1741	486.8	1181.4	1668.2	.29	6.70	4.75	57.5	40.7	28.9	27.8	49	2176	9.0
( 4, 1)	40.43	283	79.1	42.0	121.0	.65	2.99	1.04	25.7	8.9	4.9	5.3	23	353	20.0
(8003, 3)		170													212
( 4, 15)	23.68	525	56.3	131.6	187.9	.30	7.93	5.56	21.5	15.0	13.0	12.5	49	656	7.6
( 15, 4)	14.11	343	33.6	226.6	260.1	.13	18.43	16.05	45.5	39.6	37.0	36.4	62	428	3.3
( 5, 34)	1.53	31	3.6	.4	4.0	.91	2.61	.23	7.7	.7	.0	.0	0	38	23.0
( 5, 53)	.48	4	1.5	.1	1.5	.96	3.15	.12	22.8	.9	.8	.5	0	5	19.0
(8006, 6)		502													627
( 15, 6)	49.70	573	118.2	14.4	132.6	.89	2.67	.29	13.9	1.5	.0	.0	0	716	22.5
( 6, 15)	41.67	500	99.1	146.8	245.9	.40	5.90	3.52	29.5	17.6	14.9	14.6	32	625	10.2
( 7, 4)	113.40	537	221.8	346.0	567.8	.39	5.01	3.05	63.4	38.7	32.5	31.8	71	671	12.0
( 4, 7)	315.50	1498	617.0	141.7	758.7	.81	2.40	.45	30.4	5.7	.1	.1	1	1872	25.0
(8009, 9)		480													600
( 15, 9)	67.97	592	132.9	24.2	157.1	.85	2.31	.36	15.9	2.5	.1	.0	0	740	26.0
( 9, 15)	54.32	478	106.2	319.3	425.5	.25	7.83	5.88	53.4	40.1	34.5	33.6	74	597	7.7
(8008, 8)		71													88
( 8, 5)	6.72	71	16.0	1.3	17.3	.93	2.57	.19	14.6	1.1	.0	.0	0	88	23.4
( 5, 8)	5.40	57	12.8	2.9	15.8	.82	2.92	.54	16.6	3.1	1.0	.8	0	71	20.6
(8011, 11)		215													268
( 10, 11)	9.60	111	22.8	1.0	23.8	.96	2.48	.10	12.9	.5	.1	.0	0	138	24.2
( 11, 10)	20.17	213	48.0	179.3	227.2	.21	11.27	8.89	64.0	50.5	46.2	45.3	83	266	5.3
( 10, 52)	1.46	67	3.5	8.7	12.2	.28	8.35	5.97	10.9	7.8	4.1	3.3	100	83	7.2
(8012, 12)		1569													1961
( 10, 12)	17.83	157	34.9	9.4	44.3	.79	2.49	.53	16.9	3.6	.2	1.4	10	196	24.1
( 12, 10)	180.68	1590	353.3	478.0	831.3	.43	4.60	2.65	31.4	18.0	11.9	11.4	50	1987	13.0
(8033, 33)		3													3
( 33, 36)	.10	3	.2	.1	.3	.81	2.93	.55	6.0	1.1	.0	.0	0	3	20.5
( 34, 36)	1.96	42	4.7	1.6	6.2	.75	3.18	.80	8.9	2.2	.2	.0	0	52	18.9
(8035, 35)		12													15
( 35, 34)	1.04	11	2.5	1.0	3.5	.71	3.34	.97	19.0	5.5	3.0	2.9	100	13	17.9
( 36, 37)	3.47	37	8.3	.6	8.9	.93	2.55	.17	14.4	1.0	.1	.1	0	46	23.5

\* AVERAGE QUEUE AND STOP TIME ARE COMPUTED AS TOTAL QUEUE TIME OR TOTAL STOP TIME DIVIDED BY TOTAL NUMBER OF VEHICLES DISCHARGED FROM LINK PLUS NUMBER OF VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK.



( 51, 52)	.0	.0	.1	.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
( 52, 51)	.7	.2	.6	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 52, 53)	.1	.0	.1	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 52, 65)	.1	.0	.1	.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 65, 52)	.1	.1	.0	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
( 53, 54)	.1	.0	.1	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSUBNETWORK=	2929.5	2848.3	177.9	8.9	0														2980

\* THESE VALUES INCLUDE THE TIME FOR VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK.  
 \*\* AVERAGE QUEUE CALCULATED BASED ON TIME SINCE BEGINNING OF SIMULATION

NETSIM MOVEMENT SPECIFIC STATISTICS - TABLE III

LINK	TOTAL TIME (SECS/VEH)			DELAY TIME (SECS/VEH)			QUEUE TIME** (VEH-MINS)			STOP TIME** (VEH-MINS)		
	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT
(8031, 31)												
( 31, 7)	.0	17.6	.0	.0	13.0	.0	.0	64.6	.0	.0	62.8	.0
( 7, 31)	.0	5.1	.0	.0	.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
(8032, 32)												
( 32, 7)	.0	.0	23.6	.0	.0	17.9	.0	.0	51.8	.0	.0	50.8
(8002, 2)												
( 1, 2)	.0	13.8	.0	.0	.3	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0
( 2, 1)	76.3	62.8	.0	62.8	49.2	.0	28.5	36.4	.0	28.4	36.2	.0
( 1, 5)	.0	5.5	6.5	.0	2.4	3.4	.0	.1	.0	.0	.0	.0
( 5, 1)	55.9	54.4	56.2	52.8	51.3	53.1	11.1	10.1	12.6	11.1	10.0	12.6
( 1, 10)	.0	43.0	45.3	.0	12.8	15.0	.0	19.2	16.7	.0	21.2	15.0
( 10, 1)	.0	48.7	.0	.0	18.5	.0	.0	174.6	.0	.0	167.2	.0
( 3, 4)	47.0	44.1	49.8	36.3	33.4	39.1	63.2	23.5	4.8	62.0	23.2	4.7
( 4, 3)	.0	12.1	.0	.0	1.0	.0	.0	.4	.0	.0	.0	.0
( 1, 4)	94.7	51.9	57.8	77.9	35.1	41.0	187.5	490.9	178.1	183.2	472.0	170.4
( 4, 1)	40.5	25.0	24.5	23.8	8.2	7.7	4.4	17.9	1.0	4.4	19.5	1.0
(8003, 3)												
( 4, 15)	25.2	18.2	.0	17.9	10.9	.0	65.9	48.1	.0	62.9	46.6	.0
( 15, 4)	43.0	49.0	42.7	37.1	43.1	36.7	8.0	103.0	103.2	7.8	101.4	101.5
( 5, 34)	.0	7.7	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 5, 53)	22.8	.0	.0	.7	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0
(8006, 6)												
( 15, 6)	.0	13.9	.0	.0	1.5	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0
( 6, 15)	.0	63.2	14.4	.0	51.3	2.5	.0	124.8	1.3	.0	122.3	1.2
( 7, 4)	88.6	53.9	61.6	63.9	29.2	36.8	103.8	109.4	88.1	102.3	106.9	85.4
( 4, 7)	.0	30.4	.0	.0	5.6	.0	.0	1.3	.0	.0	3.6	.0
(8009, 9)												
( 15, 9)	.0	15.9	.0	.0	2.3	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.0
( 9, 15)	59.1	.0	44.7	45.8	.0	31.4	195.9	.0	83.4	191.6	.0	80.8
(8008, 8)												
( 8, 5)	.0	13.6	15.8	.0	.1	2.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 5, 8)	.0	16.6	.0	.0	3.1	.0	.0	.9	.0	.0	.7	.0
(8011, 11)												
( 10, 11)	.0	12.9	.0	.0	.0	.0	.0	.2	.0	.0	.0	.0
( 11, 10)	68.2	54.7	71.7	54.7	41.2	58.2	121.8	44.0	2.8	119.2	43.5	2.8
( 10, 52)	8.0	10.9	11.4	4.9	7.8	8.3	.0	3.8	.8	.0	3.0	.6
(8012, 12)												
( 10, 12)	.0	16.9	.0	.0	3.6	.0	.0	.5	.0	.0	3.6	.0
( 12, 10)	.0	31.4	.0	.0	18.0	.0	.0	317.9	.0	.0	303.7	.0
(8033, 33)												
( 33, 36)	6.0	.0	.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 34, 36)	.0	7.1	9.3	.0	.5	2.6	.0	.0	.1	.0	.0	.0

(8035, 35)												
( 35, 34)	.0	.0	19.0	.0	.0	5.5	.0	.0	.6	.0	.0	.6
( 36, 37)	.0	14.4	.0	.0	.8	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.0
( 36, 33)	.0	5.0	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
(8051, 51)												
( 51, 52)	17.5	.0	19.6	.3	.0	2.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 52, 51)	.0	20.2	.0	.0	3.0	.0	.0	.7	.0	.0	.2	.0
( 52, 53)	.0	.0	29.3	.0	.0	4.3	.0	.0	.1	.0	.0	.0
(8065, 65)												
( 52, 65)	.0	13.3	.0	.0	.9	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0
( 65, 52)	.0	17.0	15.0	.0	4.6	2.6	.0	.1	.1	.0	.1	.1
( 53, 54)	.0	18.1	.0	.0	.8	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0

\*\* TIME FOR VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK ARE INCLUDED IN THESE VALUES.

NETSIM SECTION SPECIFIC STATISTICS

SECTION	VEHICLE MILES	VEHICLE TRIPS	VEHICLE-MINUTES		AVERAGE VALUES			
			DELAY TIME	TOTAL TIME	TRAVEL TIME (SEC/VEH-TRIP)	SPEED (MPH)	STOPS (PER TRIP)	CONTENT (VEH)
0 1	1392.47	7669	2654.03	5377.08	42.1	15.5	.3	96
0 2	280.56	1453	541.98	1090.63	45.0	15.4	.5	19

NETSIM BUS STATISTICS

LINK	BUS TRIPS	PERSON TRIPS	TRAVEL TIME (MINUTES)	MOVING TIME (MINUTES)	DELAY TIME (MINUTES)	M/T	SPEED (MPH)	NUMBER OF STOPS
(8031, 31)	19	475						
( 31, 7)	19	475	2.1	1.4	.7	.68	20.4	0
( 7, 31)	19	475	1.4	1.4	.0	.99	30.5	0
( 1, 10)	19	475	15.6	9.6	6.0	.61	18.8	18
( 10, 1)	18	450	19.4	9.1	10.3	.47	14.4	19
( 1, 4)	19	475	25.0	5.3	19.7	.21	6.5	18
( 4, 1)	18	450	13.2	5.0	8.2	.38	11.7	19
( 7, 4)	19	475	14.9	7.8	7.1	.53	16.1	0
( 4, 7)	19	475	14.4	7.8	6.6	.54	16.7	19
(8012, 12)	19	475						
( 10, 12)	19	475	11.1	4.2	6.9	.38	11.6	19
( 12, 10)	19	475	9.1	4.2	4.9	.46	14.2	0

NETSIM BUS-STATION STATISTICS

STATION NUMBER	TIME CAPACITY EXCEEDED (MINUTES)	TIME EMPTY (MINUTES)	TOTAL DWELL TIME (BUS-MIN.)	BUSES SERVICED
2	.0	53.8	2.6	19
3	.0	53.2	3.0	18
4	.0	52.1	4.3	19
6	.0	52.2	4.0	19
7	.0	53.8	2.3	18
8	.0	52.6	3.7	19

**RÉSULTATS TSI - 2 (2 VOIES PAR DIRECTION ET BRETELLE C INCLUSE DANS LA COORDINATION)  
OPÉRATION DU TRONÇON McCONNELL / LARAMÉE AVEC FEUX DE CIRCULATION EN 2011 (PM)**

CUMULATIVE NETSIM STATISTICS AT TIME 17:22:00

ELAPSED TIME IS 0:52:0 ( 3120 SECONDS), TIME PERIOD 1 ELAPSED TIME IS 3120 SECONDS

LINK	VEHICLE		VEHICLE MINUTES			RATIO	MINUTES/MILE		SECONDS / VEHICLE				AVERAGE VALUES		
	MILES	TRIPS	MOVE	DELAY	TOTAL	MOVE/ TOTAL	TOTAL	DELAY	TOTAL	DELAY	QUEUE*	STOP*	STOPS (%)	VOLUME VPH	SPEED MPH
(8031, 31)		1406													1622
( 31, 7)	53.60	1415	107.2	347.5	454.7	.24	8.48	6.48	19.3	14.7	11.2	10.7	41	1632	7.1
( 7, 31)	13.41	354	26.2	17.1	43.3	.61	3.23	1.27	7.3	2.9	1.2	1.2	27	408	18.6
(8032, 32)		369													425
( 32, 7)	14.64	368	34.8	191.3	226.1	.15	15.45	13.07	36.9	31.2	27.5	26.6	68	424	3.9
(8002, 2)		80													92
( 1, 2)	20.93	236	49.8	8.4	58.2	.86	2.78	.40	14.8	2.1	.1	.1	2	272	21.6
( 2, 1)	7.58	80	18.0	53.7	71.7	.25	9.46	7.09	53.8	40.3	38.2	37.8	80	92	6.3
( 1, 5)	4.99	237	11.9	6.3	18.1	.65	3.63	1.25	4.6	1.6	.2	.0	0	273	16.5
( 5, 1)	4.84	222	11.5	140.4	151.9	.08	31.42	29.04	41.1	38.0	35.5	34.9	77	256	1.9
( 1, 10)	346.70	1346	678.0	313.7	991.7	.68	2.86	.90	44.2	14.0	7.3	7.1	19	1553	21.0
( 10, 1)	86.03	334	168.2	167.3	335.6	.50	3.90	1.95	60.3	30.1	23.1	23.1	66	385	15.4
( 3, 4)	35.18	387	68.8	254.4	323.1	.21	9.19	7.23	50.1	39.4	34.0	33.0	80	446	6.5
( 4, 3)	52.50	584	102.7	31.7	134.4	.76	2.56	.60	13.8	3.3	.4	.3	10	673	23.4
( 1, 4)	56.60	397	110.7	446.4	557.0	.20	9.84	7.89	84.2	67.5	57.5	56.8	90	458	6.1
( 4, 1)	225.58	1582	441.1	358.7	799.9	.55	3.55	1.59	30.3	13.6	8.1	7.8	30	1825	16.9
(8003, 3)		390													449
( 4, 15)	30.20	628	71.8	113.6	185.4	.39	6.14	3.76	17.7	10.8	8.4	7.9	48	724	9.8
( 15, 4)	23.91	580	56.9	137.3	194.2	.29	8.12	5.74	20.1	14.2	11.8	11.3	55	669	7.4
( 5, 34)	.34	7	.8	.1	.9	.91	2.61	.23	7.7	.7	.0	.0	0	8	23.0
( 5, 53)	1.20	10	3.7	.4	4.1	.89	3.40	.37	24.6	2.7	.6	.4	0	11	17.6
(8006, 6)		566													653
( 15, 6)	52.48	605	124.8	47.1	171.9	.73	3.28	.90	17.0	4.7	.8	.7	25	698	18.3
( 6, 15)	46.92	563	111.6	203.1	314.6	.35	6.71	4.33	33.5	21.6	18.2	17.7	50	649	8.9
( 7, 4)	376.73	1784	736.7	905.2	1642.0	.45	4.36	2.40	55.2	30.4	22.3	21.6	52	2058	13.8
( 4, 7)	74.24	354	145.2	20.9	166.1	.87	2.24	.28	28.2	3.5	.1	.7	4	408	26.8
(8009, 9)		522													602
( 15, 9)	60.22	523	117.8	47.7	165.5	.71	2.75	.79	19.0	5.5	.8	.6	25	603	21.8
( 9, 15)	59.77	526	116.9	314.0	430.9	.27	7.21	5.25	49.1	35.8	30.4	29.6	73	606	8.3
(8008, 8)		232													267
( 8, 5)	22.06	233	52.5	.3	52.8	.99	2.39	.01	13.6	.1	.0	.0	0	268	25.1
( 5, 8)	21.97	232	52.3	16.6	68.8	.76	3.13	.75	17.8	4.3	1.2	.9	9	267	19.2
(8011, 11)		279													321
( 10, 11)	26.07	302	62.0	10.3	72.3	.86	2.77	.40	14.4	2.1	.2	.1	4	348	21.6
( 11, 10)	26.33	278	62.6	164.0	226.6	.28	8.61	6.23	48.9	35.4	32.1	31.5	73	320	7.0
( 10, 52)	4.07	194	9.7	5.0	14.6	.66	3.60	1.22	4.5	1.5	.4	.3	2	223	16.7
(8012, 12)		234													269
( 10, 12)	116.47	1025	227.8	86.2	313.9	.73	2.70	.74	18.4	5.0	.3	.4	11	1182	22.3
( 12, 10)	26.48	233	51.8	49.9	101.6	.51	3.84	1.88	26.2	12.8	10.9	10.8	45	268	15.6
(8033, 33)		4													4
( 33, 36)	.14	4	.3	.1	.4	.81	2.93	.55	6.0	1.1	.0	.0	0	4	20.5
( 34, 36)	4.15	89	9.9	3.7	13.6	.73	3.28	.90	9.2	2.5	.8	.0	0	102	18.3
(8035, 35)		82													94
( 35, 34)	7.77	82	18.5	5.4	23.9	.77	3.08	.70	17.5	4.0	2.1	2.0	100	94	19.5
( 36, 37)	7.88	84	18.7	.9	19.7	.95	2.50	.12	14.0	.7	.0	.0	0	96	24.0

\* AVERAGE QUEUE AND STOP TIME ARE COMPUTED AS TOTAL QUEUE TIME OR TOTAL STOP TIME DIVIDED BY TOTAL NUMBER OF VEHICLES DISCHARGED FROM LINK PLUS NUMBER OF VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK.



LINK	VEH-MINS *		AVERAGE OCCUPANCY (VEHICLE)	-- CONGESTION --		----- Q U E U E L E N G T H ----- (VEHICLE)							NUMBER OF LANE CHANGES											
	QUEUE TIME	STOP TIME		STORAGE (%)	PHASE FAILURE	AVERAGE			QUEUE BY LANE **					MAXIMUM QUEUE BY LANE										
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5		6	7									
( 36, 33)	.0	.0	.0	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
( 51, 52)	.3	.2	.1	.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 52, 51)	.1	.0	1.4	5.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 52, 53)	.0	.0	.3	.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 52, 65)	.0	.0	.0	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 65, 52)	.2	.2	.0	.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
( 53, 54)	.2	.1	.3	.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OSUBNETWORK=	3307.9	3214.3	175.6	8.8	0																			3765

\* THESE VALUES INCLUDE THE TIME FOR VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK.

\*\* AVERAGE QUEUE CALCULATED BASED ON TIME SINCE BEGINNING OF SIMULATION

NETSIM MOVEMENT SPECIFIC STATISTICS - TABLE III

LINK	TOTAL TIME (SECS/VEH)			DELAY TIME (SECS/VEH)			QUEUE TIME** (VEH-MINS)			STOP TIME** (VEH-MINS)		
	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT	LEFT	THRU	RIGHT
	(8031, 31)											
( 31, 7)	.0	19.3	.0	.0	14.7	.0	.0	264.9	.0	.0	251.6	.0
( 7, 31)	.0	7.3	.0	.0	2.9	.0	.0	7.1	.0	.0	6.9	.0
(8032, 32)												
( 32, 7)	.0	.0	36.9	.0	.0	31.2	.0	.0	171.1	.0	.0	165.5
(8002, 2)												
( 1, 2)	.0	14.8	.0	.0	1.3	.0	.0	.4	.0	.0	.3	.0
( 2, 1)	46.0	56.7	.0	32.5	43.2	.0	11.4	40.1	.0	11.3	39.8	.0
( 1, 5)	.0	4.6	4.6	.0	1.5	1.5	.0	.8	.1	.0	.2	.0
( 5, 1)	41.2	39.1	43.0	38.1	36.0	39.9	56.7	39.5	37.6	55.5	39.0	37.0
( 1, 10)	39.0	42.6	50.2	8.8	12.4	20.0	1.2	113.0	50.7	1.1	112.1	48.8
( 10, 1)	49.8	59.4	76.0	19.6	29.2	45.8	1.1	119.3	12.9	1.1	119.3	12.8
( 3, 4)	52.4	46.9	51.6	41.7	36.2	40.9	71.1	74.1	78.7	69.5	71.5	76.2
( 4, 3)	.0	13.8	.0	.0	2.7	.0	.0	3.6	.0	.0	3.0	.0
( 1, 4)	57.4	80.4	90.9	40.6	63.7	74.1	22.0	126.6	240.6	21.7	128.0	234.8
( 4, 1)	28.4	30.5	31.1	11.6	13.7	14.3	16.9	176.5	22.1	15.8	170.6	21.2
(8003, 3)												
( 4, 15)	19.0	16.6	.0	11.7	9.3	.0	44.5	44.6	.0	41.8	41.3	.0
( 15, 4)	21.2	19.6	18.4	15.3	13.6	12.5	54.0	42.7	18.5	51.2	41.1	18.1
( 5, 34)	.0	7.7	.0	.0	.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 5, 53)	24.6	.0	.0	2.5	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.0	.0
(8006, 6)												
( 15, 6)	.0	17.0	.0	.0	4.7	.0	.0	7.9	.0	.0	6.6	.0
( 6, 15)	.0	48.6	14.3	.0	36.7	2.4	.0	172.3	1.0	.0	167.5	1.0
( 7, 4)	81.1	50.4	52.1	56.3	25.7	27.3	207.8	362.9	103.3	203.2	350.8	99.4
( 4, 7)	.0	28.2	.0	.0	3.4	.0	.0	.5	.0	.0	3.9	.0
(8009, 9)												
( 15, 9)	.0	19.0	.0	.0	5.3	.0	.0	7.2	.0	.0	5.7	.0
( 9, 15)	53.2	.0	45.3	39.9	.0	31.9	151.3	.0	118.1	147.6	.0	114.3
(8008, 8)												
( 8, 5)	16.0	13.5	15.6	2.5	.0	2.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 5, 8)	.0	17.8	.0	.0	4.3	.0	.0	4.6	.0	.0	3.7	.0
(8011, 11)												
( 10, 11)	.0	14.4	.0	.0	.9	.0	.0	1.0	.0	.0	.8	.0
( 11, 10)	48.4	49.2	54.8	34.9	35.7	41.2	66.7	81.3	2.5	65.3	79.7	2.5
( 10, 52)	4.3	4.6	.0	1.2	1.5	.0	.0	1.2	.0	.0	.8	.0

(8012, 12)												
( 10, 12)	.0	18.4	.0	.0	5.0	.0	.0	5.6	.0	.0	7.7	.0
( 12, 10)	34.8	25.7	29.6	21.5	12.3	16.2	1.7	37.5	3.9	1.7	36.9	3.9
(8033, 33)												
( 33, 36)	6.0	.0	.0	1.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 34, 36)	.0	7.5	9.3	.0	.9	2.7	.0	.1	1.1	.0	.0	.0
(8035, 35)												
( 35, 34)	.0	.0	17.5	.0	.0	4.0	.0	.0	2.9	.0	.0	2.8
( 36, 37)	.0	14.0	.0	.0	.5	.0	.0	.1	.0	.0	.1	.0
( 36, 33)	.0	4.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
(8051, 51)												
( 51, 52)	21.5	.0	21.7	4.3	.0	4.4	.2	.0	.1	.1	.0	.1
( 52, 51)	.0	18.6	.0	.0	1.4	.0	.0	.1	.0	.0	.0	.0
( 52, 53)	.0	.0	27.5	.0	.0	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0
(8065, 65)												
( 52, 65)	.0	14.3	.0	.0	1.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
( 65, 52)	.0	.0	15.6	.0	.0	3.2	.0	.0	.2	.0	.0	.2
( 53, 54)	.0	18.4	.0	.0	1.1	.0	.0	.2	.0	.0	.1	.0

\*\* TIME FOR VEHICLES CURRENTLY ON THE LINK ARE INCLUDED IN THESE VALUES.

NETSIM SECTION SPECIFIC STATISTICS

SECTION	VEHICLE MILES	VEHICLE TRIPS	VEHICLE-MINUTES		AVERAGE VALUES			
			DELAY TIME	TOTAL TIME	TRAVEL TIME (SEC/VEH-TRIP)	SPEED (MPH)	STOPS (PER TRIP)	CONTENT (VEH)
1	243.35	1318	684.50	1160.38	52.8	12.6	.5	23
2	1065.48	5737	1663.84	3747.45	39.2	17.1	.3	71

1

NETSIM BUS STATISTICS

LINK	BUS TRIPS	PERSON TRIPS	TRAVEL TIME (MINUTES)	MOVING TIME (MINUTES)	DELAY TIME (MINUTES)	M/T	SPEED (MPH)	NUMBER OF STOPS
(8031, 31)	18	450						
( 31, 7)	17	425	5.2	1.3	3.9	.25	7.4	0
( 7, 31)	17	425	1.6	1.3	.4	.76	23.4	0
( 1, 10)	17	425	16.9	8.6	8.3	.51	15.6	18
( 10, 1)	18	450	27.4	9.1	18.3	.33	10.2	17
( 1, 4)	17	425	30.4	4.8	25.6	.16	4.8	18
( 4, 1)	17	425	15.5	4.8	10.7	.31	9.4	17
( 7, 4)	17	425	11.6	7.0	4.6	.61	18.6	0
( 4, 7)	17	425	13.8	7.0	6.7	.51	15.7	17
(8012, 12)	17	425						
( 10, 12)	17	425	10.0	3.8	6.2	.38	11.6	17
( 12, 10)	17	425	5.6	3.8	1.8	.68	20.8	0

NETSIM BUS-STATION STATISTICS

STATION NUMBER	TIME CAPACITY EXCEEDED (MINUTES)	TIME EMPTY (MINUTES)	TOTAL DWELL TIME (BUS-MIN.)	BUSES SERVICED
2	.0	50.0	2.2	17
3	.0	50.2	2.3	18
4	.0	49.1	3.3	17
6	.0	49.5	2.8	17
7	.0	50.0	2.5	18
8	.0	49.0	3.7	17

**ANNEXE C**  
**BIBLIOGRAPHIE**

# Bibliographie

---

1. AUSTRROADS. *Guide to Traffic Engineering Practice : part 6 : Roundabouts*. Sydney (Australia). Austroads. 1993, 86 p.
2. FLORIDA OFFICE OF TRAFFIC ENGINEERING. *The Florida Roundabout Guide*. Tallahassee. Florida Department of Transportation, mars 1996, s.p.
3. MARYLAND STATE HIGHWAY ADMINISTRATION. *Roundabout Design Guidelines / State of Maryland, Department of Transportation, State Highway Administration*. Maryland, State Highway Administration, 1997, 64 p.
4. MINISTÈRE DES TRANSPORTS. *Normes relatives à la construction et à l'entretien des routes, tome 1 – Conception routière*, Québec, Les publications du Québec, 1994, s.p. (Normes ouvrages routiers)
5. TAEKRATOK. Thaweesak. *Modern Roundabout for Oregon*. Salem (Oregon), Oregon Department of Transportation, Research unit, June 1998, 102 p.
6. BEAUPRÉ, Claude. *Les aménagement routiers en milieu urbain et les carrefours giratoires*. Lac Beauport (Québec), AQTR, février 1998, s.p.
7. BROWN, Mike. *The Design of Roundabouts*, London (UK), TRL, 1995, 270 p.
8. JACQUEMART, Georges. Et autres. *Synthesis of Highway Practice 264 – Modern Roundabout Practice in the United States*, Washington (D.C.), Transportation research board, 1998, 72 p.
9. MINISTÈRE DES TRANSPORTS. *Analyse de la valeur – Axe Saint-Laurent / Laramée / McConnell – Tronçon Saint-Laurent / De la Montagne*. Hull, Ministère des Transports, juin 1999, 53 p.
10. BEAUCHEMIN-BEATON-LAPOINTE, ROCHE DELUC. *Étude de circulation et de sécurité sur le boulevard McConnell-Laramée – Rapport d'étude version finale*. Hull, (Québec), Ministère des Transports, mai 1999, 63 p.
11. CALTRANS. *Design information Bulletin, number 80, California CALTRANS*, September 8, 1998, 7p.
12. SAAQ. Société de l'assurance automobile du Québec, *Évaluation et évolution de 1985 à 1994 des coûts de l'insécurité routière au Québec*, Service des études et stratégies en sécurité routière, décembre, 1996.