

OLIVIER PIGNAC-ROBITAILLE

# **MODÉLISATION ET CARTOGRAPHIE DES OPÉRATIONS DE TRANSPORT**

Mémoire présenté  
à la Faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval  
dans le cadre du programme de maîtrise en sciences de l'administration  
pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.)

DÉPARTEMENT OPÉRATIONS DE SYSTÈMES DE DÉCISION  
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ADMINISTRATION  
UNIVERSITÉ LAVAL  
QUÉBEC

2012

## Résumé

Ce document a pour but de décrire les processus de prise d'appels et de formation des routes de la compagnie Med Express. L'étude commence par effectuer la cartographie des flux des opérations ainsi qu'une analyse sur la construction des routes.

L'analyse des routes construites par Med Express a démontré qu'il y avait un haut taux de retard. En utilisant un algorithme, la moyenne d'appels par route est restée semblable, mais sans aucun retard. En traitant les appels comme préprogrammés, le nombre moyen d'appels par route a augmenté tout en diminuant la distance totale parcourue.

Ces résultats nous ont permis d'affirmer que la séparation myope des appels entre les répartiteurs diminue l'efficacité globale de la flotte. De plus, le fait de connaître la demande à l'avance est un avantage. Finalement, un léger changement dans les heures de cueillettes permet de grandes améliorations globales quant à la distance parcourue et au nombre d'appels par route.

## Table des matières

Résumé.....	I
Table des matières .....	II
Table des figures.....	IV
Table des tableaux .....	V
Introduction.....	1
1.1. Méthodologie.....	2
1.2 Objectifs.....	3
1.3. Organisation du mémoire.....	4
2. Présentation de l'entreprise.....	4
2.1. Historique de l'entreprise.....	4
2.3. Description des services.....	7
3. Description et cartographie des processus.....	9
3.1. Description des opérations.....	9
3.1.1. Les ventes .....	11
3.1.2. Les répartiteurs .....	16
3.1.3. Les messagers .....	19
3.1.4. La facturation.....	23
3.1.5. La comptabilité .....	24
3.2. Cartographie des opérations pour la formation des routes .....	24
3.2.1. Gestion des prés programmés .....	24
3.2.2. Délais entre la prise de l'appel et l'apparition aux écrans des répartiteurs.....	25
3.2.3. Prise d'un appel par un répartiteur.....	25
3.2.4. Les critères d'assignations pour un appel .....	26
3.2.5. Le système informatique.....	27
3.2.6. Formation des routes.....	27
3.2.7. Évaluation des répartiteurs et des messagers .....	28
3.3. Analyse du processus et recommandations préliminaires .....	28
3.3.1. Les points forts.....	28
3.3.2. Les points faibles .....	29
3.3.3. Analyse et recommandations préliminaires .....	30
4. Optimisation des opérations de transport.....	31
4.1. Définition de la problématique .....	33
4.1.1 Présentation générale .....	33
4.1.2 Définition formelle .....	34
4.2. Validation du moteur de résolution .....	36
4.3. Plan expérimental .....	37
4.3.1. Analyse des routes actuelles .....	38
4.3.2. Options de résolution.....	42
4.3.3. Résultats comparatifs.....	45
4.3.4. Analyse de l'algorithme.....	54
4.4. Analyse globale.....	59
4.4.1. Med Express .....	59
4.4.2. Algorithme de routage .....	62
4.5. Récapitulatif.....	64

5. Planification collaborative des opérations de transport .....	66
5.1. Effet de la souplesse sur la planification .....	67
5.2. Méthodologie de recherche .....	67
5.2.1 Exemple numérique .....	68
5.3. Résultats numériques .....	70
5.3.1. Routes actuelles .....	70
5.3.2. Traitement séparé des appels .....	71
5.3.3. Souplesse dans l'exécution des appels .....	72
5.4. Récapitulatif .....	74
6. Analyse finale .....	75
6.1. Résumé des mandats .....	75
6.1.1. Chapitre 3 – Modélisation et cartographie des opérations de transport .....	75
6.1.2. Chapitre 4 – Optimisation des opérations de transport .....	76
6.1.3 Chapitre 5 – Planification collaborative des opérations de transport .....	77
6.2. Les forces .....	78
6.3. Les faiblesses .....	79
5.4. Recommandations .....	80
5.4.1. Recommandation 1 – Incorporer un module d'aide à la décision au système actuel	80
5.4.2. Recommandation 2 – Isoler les appels pré programmés de A2R .....	80
5.4.3. Recommandation 3 – Meilleure coordination entre les appels de A2R .....	81
5.4.4. Recommandation 4 – Outils de communication .....	81
5.5. Conclusion .....	81
Annexe 1 : Route 33 .....	82
Annexe 2 : Route 59 .....	85
Annexe 3 : Route 65 .....	87
Annexe 4 .....	89
1. Introduction à MapPoint .....	91
2. Les objets de MapPoint .....	92
3. Situer deux points sur une carte .....	93
4. Le calcul des paramètres de la route .....	96
5. Visualiser une route sur une carte MapPoint .....	101
6. Conclusion .....	101
Annexe 5 .....	102
1. Introduction .....	104
2. Les fichiers externes .....	104
2.1. Lecture du fichier Excel .....	104
2.2. Calcul des distances et des durées à partir de MapPoint 2010 .....	106
2.3. Gestion du fichier XML .....	107
3. Utilisation du programme de construction des routes .....	111
3.1. La fenêtre d'accueil .....	111
3.2. La gestion des points de service .....	113
3.3. La gestion des services .....	115
3.4. Affichage des résultats .....	117
4. Utilisation et maintenance .....	120

## Table des figures

Figure 1. – Centre de distribution .....	8
Figure 2. – Diagramme du flux des opérations.....	10
Figure 3. – Fenêtre de prise d’appels.....	14
Figure 4. – Fenêtre de répartition des appels .....	17
Figure 5. – Moyen de communication des messagers .....	22
Figure 6. – Répartition des routes (Résultats de Med Express).....	59
Figure 2. – Répartition des routes (Résultats de l’algorithme).....	62
Figure 8. – Route originale .....	68
Figure 9. – Relaxation des contraintes.....	69
Figure 10. – Nouvelle route .....	69

## Table des tableaux

Tableau 1. – Légende des couleurs de la fenêtre de répartition des appels .....	18
Tableau 2. – Ratio du profit donné aux messagers pour les salaires .....	20
Tableau 3. – Statistiques des routes étudiées .....	40
Tableau 4. – Durées et distances des routes selon MapPoint .....	41
Tableau 5. – Comparaison entre les durées estimées et les durées calculées .....	42
Tableau 6. – Performances de Med Express sur les 3 routes.....	46
Tableau 7. – Route 33 sans changements .....	47
Tableau 8. – Route 33 avec avance possible .....	48
Tableau 9. – Route 33 avec avance et retard possible .....	49
Tableau 10. – Route 59 sans changements .....	50
Tableau 11. – Route 59 avec avance possible .....	51
Tableau 12. – Route 65 sans changements .....	52
Tableau 13. – Route 65 avec la possibilité d’arriver en retard .....	53
Tableau 14. – Route 33 – Sensibilité du temps de chargement .....	55
Tableau 15. – Route 59 – Sensibilité du temps de chargement .....	56
Tableau 16. – Route 65 – Sensibilité du temps de chargement .....	56
Tableau 17. – Résumé des impacts reliés à la durée des livraisons (sans changements) ..	57
Tableau 18. – Résumé des impacts reliés à la durée des livraisons (avec changements) ..	57
Tableau 19. – Résumé de la performance globale de Med Express .....	61
Tableau 20. – Résumé des résultats globaux de l’algorithme.....	63
Tableau 21. – La solution initiale .....	70
Tableau 22. – Les résultats décomposés .....	71
Tableau 23. – Les résultats avec coordination .....	72
Tableau 24. – Sommaire des modifications apportées .....	73
Tableau 1 – Données du fichier source Excel.....	105

## 1. Introduction

Crée en 1982, Med Express est une entreprise spécialisée dans la distribution du courrier professionnel et médical. En constante croissance, la compagnie cherche toujours le moyen d'améliorer ses opérations de façon à répondre à un nombre croissant de clients, et ce, en diminuant le plus possible ses coûts. Med Express dessert, entre autres, Approvisionnement des Deux Rives (A2R), un important client regroupant les achats d'établissements de la santé et des services sociaux de la région (hôpitaux, cliniques, agences de la santé, centre de réadaptation...). Afin d'assurer sa collaboration avec A2R, Med Express doit analyser ses opérations afin d'en faire ressortir les points forts et les points faibles et ainsi identifier des pistes d'améliorations.

L'industrie du courrier rapide est un domaine très compétitif où la marge de profit est de plus en plus petite. Le prix de l'essence en constante augmentation n'est qu'un des facteurs faisant que certaines compagnies éprouvent de la difficulté à rester en activité.

L'année 2010 a été une année plutôt chargée quant aux travaux routiers dans la ville de Québec. Les nouveaux développements immobiliers ne cessent de croître de plus en plus loin du centre-ville ce qui engorge sérieusement le système routier.

Les livreurs ont plus de difficulté à répondre en temps aux différents appels qui leur sont attribués. Lorsqu'on sait que la majorité de ceux-ci sont rémunérés à la livraison, il est facile de comprendre qu'il y a de moins en moins de livreurs motivés à rester dans cette industrie.

Pour aider les décideurs dans cette nouvelle réalité, de nouveaux outils sont à leur disposition. Bien que coûteuse, l'implantation de nouvelles technologies devient de plus en plus essentielle au bon fonctionnement des opérations. Med Express étant présente

depuis près de 30 ans maintenant doit à la fois gérer ses activités régulières et regarder vers l'avenir en tentant de s'améliorer constamment au plan technologique.

Dans ce contexte, des routes de qualités sont essentielles. Une route de qualité permet aux livreurs de répondre à plus d'appels dans une journée ce qui est plus payant. De plus, la distance parcourue doit être le plus minime possible afin de ne pas dépenser de l'essence. Finalement, aucun retard ne devrait être accepté.

## **1.1. Méthodologie**

L'analyse effectuée est semblable à un audit qui peut se définir comme étant une opération de diagnostic qui porte sur une activité particulière ou sur la situation d'une organisation, réalisée au moyen d'études, d'examens systématiques et de vérifications dont les résultats sont jugés en toute indépendance, et qui sert à émettre un avis ou à proposer des mesures correctives durables<sup>1</sup>.

Tout d'abord, il faut recueillir l'information nécessaire auprès des membres de l'organisation. La première étape consistera à effectuer la modélisation globale des opérations. Pour ce faire, plusieurs rencontres ont été effectuées avec M. Stéphane Boudreau. Cette première partie présente donc la compagnie et se concentre sur le fonctionnement des opérations de transport et de la formation des routes. Le département de la livraison rapide est analysé en profondeur afin de faire ressortir ses points forts et ses points faibles. L'objectif est de bien comprendre l'activité de planification des transports de Med Express.

Par la suite, une description de la méthode d'élaboration des routes sera effectuée plus en profondeur. Cette étape est directement associée à la construction des routes afin de déterminer les différentes contraintes et comprendre le fonctionnement des opérations

---

<sup>1</sup> Dictionnaire illustré des activités de l'entreprise, Diane Riopel, Clément Croteau (2008) presses internationales polytechniques

actuelles. Cette étape est cruciale et c'est à partir de ces informations que l'algorithme de routage sera élaboré.

Une fois ces premières étapes complétées, il sera possible de concevoir et comparer l'algorithme de routage. Pour se faire, une analyse de trois routes construites par Med Express sera effectuée. À l'aide de ces données, l'algorithme de routage sera mis à l'épreuve afin de comparer les routes de Med Express. Finalement, l'ensemble des appels de la journée du 18 septembre sera traité par l'algorithme. Il en résultera une solution globale qui sera comparée à la situation présente.

La dernière étape consiste à accepter une tolérance de 15 minutes avant ou après l'heure d'appel tout en gardant le même type de service. Cette tolérance permettra un relâchement des contraintes ce qui devrait, en principe, donner de meilleurs résultats. Pour vérifier cette hypothèse, tous les appels de la journée seront traités et le résultat global sera comparé à celui sans le relâchement.

## **1.2. Objectifs**

Med Express a mandaté l'université Laval afin de modéliser, analyser et proposer des pistes d'amélioration pour ses opérations. Le mandat sera divisé en trois parties distinctes.

La première partie du mandat consiste à décrire et cartographier les opérations de transports de Med Express afin d'en identifier les forces et faiblesses.

La seconde partie du mandat consiste à analyser la qualité du processus de répartition et de planification des tournées des livreurs de Med Express. Cette analyse se basera principalement sur l'élaboration d'un prototype de système de planification des tournées.

La dernière partie du mandat consiste à étudier la configuration du réseau des clients de A2R afin d'évaluer la possibilité d'optimisation des opérations de transport, de réduire les coûts d'exploitation et, finalement, de réduire les délais de livraison.

### **1.3. Organisation du mémoire**

Le chapitre suivant servira de présentation de l'entreprise Med Express qui a été le sujet de recherche de ce projet. Par la suite, les chapitres suivront l'ordre des différentes parties du mandat. Ainsi, le troisième chapitre effectuera une description ainsi que la cartographie des processus. Le quatrième chapitre portera quant à lui sur l'analyse des routes construites par Med Express ainsi que sur la comparaison de l'algorithme de routage. Le cinquième chapitre se concentrera sur l'étude de la configuration du réseau des clients et s'il est possible d'obtenir des gains en incluant une certaine coopération entre les différents points de service. Finalement, le sixième chapitre conclura ce mémoire.

Deux annexes sont également incluses dans le document soit le guide d'utilisation et de maintien du programme et un guide de connexion à MapPoint 2010 à partir de Visual Basic 2010.

## **2. Présentation de l'entreprise**

Cette section sera consacrée à la description de la compagnie. Un bref historique sera suivi par une exploration de l'industrie de la livraison rapide à Québec. Finalement, une description de l'ensemble des services offert par la compagnie sera effectuée.

### **2.1. Historique de l'entreprise**

Med Express inc. a été fondé il y a 27 ans, soit en 1982 avec l'objectif d'offrir un service de transport dans le domaine médical. Med Express inc. s'est par la suite développé dans le secteur commercial et industriel. Les propriétaires actuels, Gisèle Camirand et Daniel

Boudreau, ont fait l'acquisition de l'entreprise en 1992. Depuis cette acquisition, croissance d'environ 15 % par année fut enregistrée. Les messagers ont d'ailleurs de 9 en 1982 à plus de 170 en 2009. Le développement de cette compagnie a également été marqué par l'acquisition d'entreprises. Trajet spécial (1998), MCG (2004), Messagerie Trois-Rivière (2006) et Rapidex (2006) sont parmi les compagnies acquises au cours des dernières années. Med Express inc. offre désormais ces services à Ottawa, Montréal, Trois-Rivières, Nicolet, Arthabaska et Québec. Au fil des ans, Med Express inc. a bâti une forte expertise en messagerie et transport.

Med Express inc. travaille sans cesse afin d'offrir des services de qualité en maximisant le développement continu de ces relations avec les clients. Au fil des ans, la gamme de service offert s'est adaptée aux besoins des clients. Deux gammes de services sont principalement offertes, soit la messagerie rapide et la distribution.

Le service de messagerie rapide offre des services en auto, en minifourgonnette et en camion de type cube. Ce sont des livraisons en délai de 40 minutes, 1 heure, 2 heures, 4 heures. Ces services sont offerts pour la région métropolitaine de Québec.

Le service de distribution de son côté consiste à des routes dédiées et offre des services AM-PM et lendemain. Ce service couvre la région métropolitaine de Québec, Portneuf, Lotbinière, La Beauce, la région de l'Amiante, Bellechasse, Montmagny et Charlevoix.

La haute direction de Med Express inc. s'est dotée au fil des ans d'une équipe de gestion dans le but de mieux supporter sa clientèle et son personnel toujours croissant. Cette équipe est constituée principalement de six personnes.

- Gisèle Camirand : Présidente depuis 1992, Madame Camirand est principalement responsable de la clientèle médicale et gouvernementale. Elle administre également tous les employés salariés.

- Daniel Boudreau : Administrateur, Monsieur Boudreau a su d'année en année faire croître Med Express inc. de plus de 15 % annuellement. Il est responsable des clients du secteur industriel et commercial, des acquisitions ainsi que de la gestion des travailleurs autonomes. Monsieur Boudreau a une expérience de plus de 20 ans à la Banque Royale avant l'acquisition de la compagnie.
- Nancy Boudreau, MBA : Vice-Présidente Finance depuis 2000, Madame Boudreau est responsable du volet financier et du développement du système informatique. Secondant Madame Camirand, Nancy voit également à la gestion du personnel.
- Stéphane Boudreau, CMA : Vice-Président des opérations depuis 2004, Monsieur Boudreau est responsable du transport et du service à la clientèle pour le secteur commercial et industriel.
- François Larose, BAA : Directeur général depuis 2002, Monsieur Larose est responsable des comptes nationaux et des opérations générales. Avant de faire partie de l'équipe de Med Express inc., Monsieur Larose a acquis une expérience de 20 ans dans le domaine de la messagerie à titre de propriétaire et d'employé.
- Michel Bacon : Directeur de la succursale de Québec, Monsieur Bacon s'est joint récemment à l'équipe de direction. Monsieur Bacon a su développer une grande expertise dans le domaine du transport en travaillant durant plus de 16 ans à la compagnie Fédéral Express.

En plus de la haute direction, plusieurs messagers ont de nombreuses années d'expérience.

Bien qu'il soit plutôt rare de signer des contrats en bonne et due forme dans ce domaine, Med Express a su faire sa marque en signant quelques contrats importants avec des *CSSS*, deux bureaux du ministère des Transports et également un contrat de distribution avec la compagnie *Staples*

Seulement à Québec, Med Express inc. gère près de 2500 comptes actifs, effectue environ 2500 transactions par jour dont 20 % sont des prés programmés, 40 % viennent d'appels téléphoniques, 13 % d'Internet et 27 % par transmission FTP. Cela en fait une des plus importantes entreprises de courrier de la région.

### **2.3. Description des services**

Toujours dans le but de répondre à la demande, Med Express a décidé d'étendre ses services et offre maintenant beaucoup plus que de la messagerie rapide. Aujourd'hui, en plus d'offrir le service de livraison rapide, Med Express propose également à ses clients un service d'entreposage, de publipostage et de distribution.

Le service de distribution commence avec la réception de la marchandise. Par la suite, en fonction des besoins des clients, on trie cette marchandise en différents lots pour effectuer la livraison. Contrairement au courrier rapide, les requêtes au service de distribution sont connues à l'avance et peuvent être planifiées de manière déterministe; les routes sont alors fixées au début de la journée. C'est pour cette raison que seulement deux répartiteurs sont assignés à la distribution. Il arrive parfois que des appels non planifiés s'ajoutent au cours de la journée, lorsque le service de messagerie rapide est surchargé et le service de distribution doit venir en renfort. Les colis sont également plus gros et il y a plus de manutention à faire. La Figure 3.1 illustre l'intérieur du centre de tri. Toute la manutention se fait manuellement.



**Figure 1. – Centre de distribution**

On voit ici en (1) le convoyeur par lequel les produits arrivent dans l'entrepôt (si la marchandise n'est pas sur palette). Un employé se trouve en (2) afin d'identifier correctement la destination du colis. Il écrit sur la boîte le numéro de la porte de la porte de chargement et dirige le colis dans la bonne rangée (3 ou 4). Finalement, on charge les colis dans les camions stationnés aux portes. Pour ce qui est des palettes, elles arrivent directement sur le quai de chargement. Là, on les défait (si nécessaire) pour les livrer en plus petits lots. Une fois les lots séparés, ils reviennent sur le convoyeur en (5). Toutes les opérations à l'intérieur du centre de distribution se font à la main et aucun système informatique n'est utilisé pour la gestion des colis.

### **3. Description et cartographie des processus**

Ce chapitre est divisé en trois parties : la modélisation globale des opérations, la description de la méthode d'élaboration des routes et, finalement, l'analyse et la proposition d'améliorations préliminaires.

La modélisation des opérations sera abordée par la description de chaque étape nécessaire lors de la prise d'un appel. Par la suite, nous présenterons le processus de création des routes. Nous regarderons les différentes étapes lors de la formation des routes avec toutes les contraintes que Med Express se donne afin de répondre à la demande de ses clients. Le support informatique utilisé par l'entreprise sera également décrit afin de bien connaître leur potentiel. Un jugement sera aussi porté sur l'efficacité des opérations.

#### **3.1. Description des opérations**

Dans cette section, nous abordons toutes les étapes nécessaires pour répondre à un appel de service. Cet exercice se veut purement descriptif, les tâches, les éléments et les contraintes présentes tout au long du processus sont décrits. Ici, nous décrivons que les faits, sans porter de jugement.

Le processus global de prise de commande comporte cinq étapes majeures effectuées en cinq départements soit les ventes, les répartiteurs, les livreurs, la facturation et finalement, la comptabilité.



### 3.1.1. Les ventes

Le département des ventes est le premier contact que les clients ont avec la compagnie lors d'une demande de service. Malgré le nom du département, aucun employé n'est un représentant. En fait, il n'y a aucun vendeur proprement dit dans la compagnie.

Si un client demande un service régulier (ce que Med Express nomme un appel préprogrammé), que ce soit chaque jour, chaque semaine ou même à chaque deux semaines, le client n'aura pas besoin d'appeler à chaque fois. Dans ce cas, la demande de service sera entrée une fois dans le système et apparaîtra automatiquement sur l'écran des répartiteurs au début de la journée, sans passer par le département des ventes. Si l'appel est déjà assigné à un messenger, il apparaîtra directement dans la route de celui-ci. Par contre, le répartiteur devra par la suite mettre en ordre les cueillettes et livraisons.

Pour ce qui est des appels de service qui doivent être effectués immédiatement, les clients peuvent communiquer par téléphone ou par internet. Le téléphone reste encore le moyen de communication le plus populaire avec 40 % de toutes les transactions.

Que ce soit par téléphone ou par internet, certaines informations sont demandées afin de répondre à un appel de service. La première information est le numéro de client. Pour être en mesure de répondre à un appel de service, le demandeur doit être enregistré dans les dossiers de Med Express. On conserve ces données afin de pouvoir acheminer les factures aux clients une fois le service rendu. Il est également possible pour le client de payer à la livraison, mais ce n'est pas courant.

Les adresses de la cueillette et de la livraison sont également demandées. Afin de réduire les erreurs typographiques, le système informatique est relié avec la base de données de Postes Canada. Il y a ainsi une vérification de toutes les adresses. Lorsque l'adresse est enregistrée, elle est également enregistrée dans la base de données de Med Express. Il est par contre possible d'enregistrer une adresse ne faisant pas partie du répertoire. Ce faisant, le système mettra en garde l'utilisateur en lui indiquant qu'il enregistre une

adresse non connue et lui demandera une confirmation. Med Express doit d'ailleurs mettre à jour sa base de données chaque mois afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de fausses adresses qui entraîneraient des erreurs lors de la formation des routes.

D'autres informations sont demandées comme le nombre, le poids et le type de colis (lettre, boîte, glacière...). Certains clients ont également un code budgétaire qui doit être comptabilisé. D'autres informations particulières peuvent être rajoutées. On retrouve par exemple la fermeture du bureau pendant l'heure du dîner (ce qui empêcherait la livraison du colis), si le colis contient des matières dangereuses, etc.

Le client peut aussi faire une demande de service à l'avance. Lors de l'entrée des informations sur le site internet, le client peut également écrire l'heure à laquelle le colis sera prêt à être cueilli. Cette option est également valide avec une téléphoniste.

Une fois toutes les informations rentrées, que ce soit par la téléphoniste ou par le client, l'appel de service est enregistré. Les bons de commande sont créés automatiquement. L'information sur l'appel est également envoyée directement aux répartiteurs pour être traitée

### *3.1.1.1. Les téléphonistes*

Un système informatique a été développé pour permettre la gestion des appels. Ce dernier détermine quelle réceptionniste doit recevoir le prochain appel selon plusieurs critères. Le temps d'occupation au téléphone depuis le début de la journée, le nombre d'appels reçus et le temps d'inoccupation depuis le dernier appel est parmi les facteurs qui déterminent quelle réceptionniste prendra l'appel. Cela permet donc de répartir les appels de façon équitable entre les opérateurs. Le système s'occupe également de transférer les appels entrants à d'autres personnes lorsque toutes les réceptionnistes attitrées sont déjà occupées. Ces transferts sont effectués selon un ordre prédéfini. Les priorités sont définies comme suit :

Réceptionnistes (4 personnes);

1. Département de la facturation (3 personnes);
2. Directeur des téléphonistes;
3. Directeur des opérations;
4. Directeur administratif;
5. Chargé de la paye et de la diffusion;
6. Directeur des opérations;
7. Directeur général;
8. Propriétaire.

Si toutes ces personnes sont occupées, le client tombe en attente. Les quatre téléphonistes répondent entre 180 et 200 appels par jour, elles peuvent également exécuter d'autres tâches entre deux appels. La Figure 4.2 illustre la fenêtre qui est utilisée pour répondre à un appel de service. Bien que ce soit les réceptionnistes qui en ont le plus besoin, tous les employés ont accès à cette fenêtre au cas où ils auraient besoin de répondre à un appel.

Figure 3. – Fenêtre de prise d'appels

La personne qui reçoit l'appel s'assure donc de recueillir tous les éléments nécessaires comme l'adresse de la cueillette, celle de la livraison, le service exigé, les personnes ressources s'il y a lieu, la quantité de colis, le poids et d'autres consignes jugés nécessaires pour les livreurs.

### 3.1.1.2. Internet

Depuis quelques années maintenant, Med Express a introduit une manière différente de prendre des appels de service. En effet, la compagnie a rendu possible la prise d'appels de service directement sur son site internet. Bien que moins populaire que les téléphonistes, le service internet constitue près de 15 % des appels, soit environ 375 appels par jour, ce qui représente l'équivalent de la charge de travail de deux téléphonistes. Même si le service internet prend pour le client un peu plus de temps que de passer par la

téléphoniste, il reste très avantageux pour Med Express et pour les utilisateurs. Plusieurs options exclusives sont disponibles pour les clients via Internet.

Le premier avantage que les clients trouvent à utiliser cet outil est qu'il est possible d'imprimer directement le bon de commande. La méthode traditionnelle exige d'écrire à la main sur un bon de commande les informations de la livraison (adresse de cueillette, adresse de livraison, nombre de colis, poids), soit les mêmes informations demandées lors de la demande de service. Il est préférable que le client prépare le bon, mais faute de l'avoir fait, le messenger doit le remplir. On retrouve chez les clients réguliers soit un « pad » de bons de commande vierges ou préparés avec l'adresse de cueillette déjà inscrite.

Lorsque la demande est effectuée par internet, il est possible de simplement imprimer les informations écrites après avoir enregistré l'appel de service. Même si la demande peut sembler plus longue initialement, cette option rend le processus global plus rapide.

Un autre avantage des demandes effectuées à partir d'internet est de pouvoir consulter l'historique de ses appels de service ainsi que des tarifs qui ont été appliqués. Cela peut sembler banal, mais il est possible de voir l'évolution de ces appels ainsi que le prix qui a été chargé. Il est également plus facile de comptabiliser les appels et de voir s'il serait possible de renégocier un nouveau tarif en fonction du volume commandé.

De plus, à la fin de chaque livraison, le client reçoit automatiquement à son adresse courriel la confirmation de livraison. Cette option est également disponible par téléphone, mais le client doit le demander. Une autre option intéressante est le fait de pouvoir faire des envois de masse. Cette option permet donc d'envoyer, à partir d'une seule adresse et d'une seule demande, plusieurs lettres ou colis. Il est également possible de faire une telle demande par téléphone, mais cela est beaucoup plus long et le client doit nommer chaque adresse de livraison au lieu de sélectionner un groupe déjà enregistré.

### 3.1.2. Les répartiteurs

Cinq répartiteurs ont la charge de créer, en temps réel, les routes des chauffeurs. Les répartiteurs sont au cœur des opérations de Med Express. Lors de l'enregistrement de l'appel, l'information de ce dernier est directement transmise sur l'écran des répartiteurs. Bien que les répartiteurs aient tous des postes de travail différents, ils reçoivent tous les mêmes informations à l'écran principal.

Le travail des répartiteurs demande beaucoup de concentration et d'analyse et est considéré très stressant par plusieurs. Le travail des répartiteurs consiste à assigner, en temps réel, les appels qui apparaissent sur les écrans. Chaque répartiteur doit gérer entre 16 et 22 messagers qui lui sont assignés. Rien n'empêche cependant un répartiteur d'assigner un appel à un chauffeur qui n'est pas sous sa responsabilité. La Figure 4.3 présente les différents écrans qu'utilisent les répartiteurs. Veuillez noter que chaque fenêtre peut être déplacée et agrandie, selon les préférences des répartiteurs.

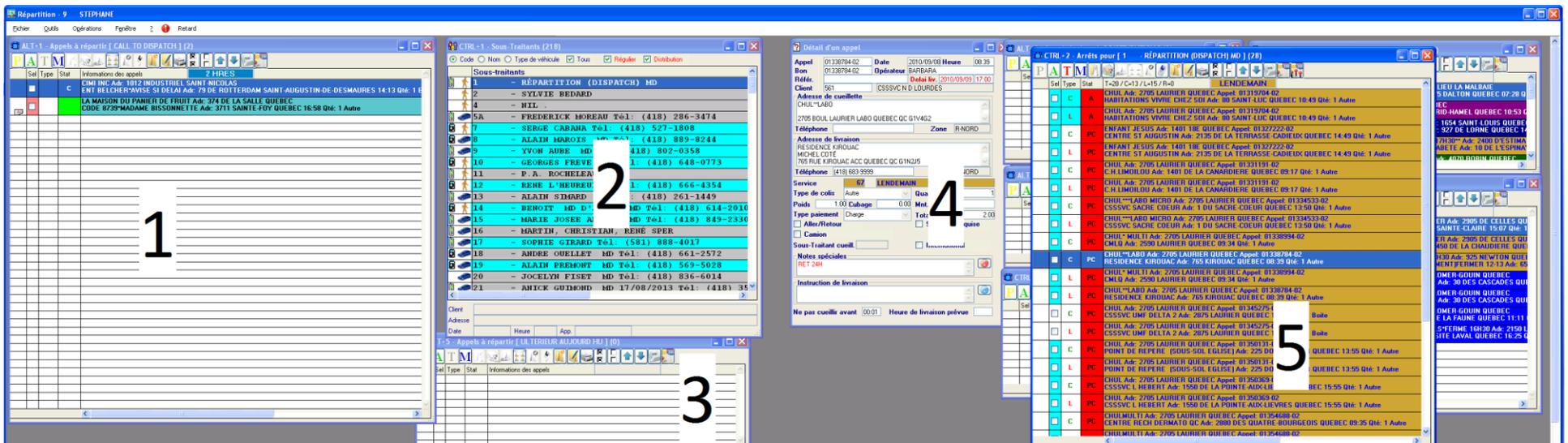


Figure 4. – Fenêtre de répartition des appels

Nous voyons la fenêtre principale **1** où les appels non assignés sont affichés. Chaque ligne contient les informations pour un seul appel. Il est ainsi possible de lire les adresses de cueillette et de livraison. Pour aider les répartiteurs, le système colorie la trame de fond des appels en fonction du type de service. Plusieurs couleurs sont utilisées, le Tableau 1. en présente la signification.

**Tableau 1. – Légende des couleurs de la fenêtre de répartition des appels**

<b>Couleur</b>	<b>Signification</b>
Rouge	Prioritaire (40 min)
Mauve	1h
Bleu pâle	2h
Vert	3h
Bleu foncé	4h
Bleu royal	AM-PM
Beige	Lendemain

De plus, le système informatique utilise un autre code de couleur, dans la case *Statut*, pour attirer l'attention sur les appels qui devraient être assignés très prochainement. Par exemple, pour un service une heure, la case sera verte à partir de son entrée dans le système jusqu'à ce qu'il reste 30 minutes avant l'heure de livraison prévue. Par la suite, la case deviendra jaune pour 15 minutes. Finalement, si l'appel n'est toujours pas assigné, la case deviendra rouge, signifiant que l'appel sera sans doute en retard.

Si le répartiteur souhaite avoir plus d'informations sur un appel en particulier, il n'a qu'à le sélectionner pour que la fenêtre **4** apparaisse. La fenêtre **4**, qui se nomme *Détail d'un appel*, contient toutes les informations sur l'appel. Il est donc possible de connaître le numéro de l'appel, l'heure, le client, le poids du colis, le nombre, etc.

À la fenêtre **2**, le répartiteur voit la liste des chauffeurs qui sont sous sa responsabilité. Il peut choisir de voir tous les chauffeurs si nécessaire. La fenêtre ne contient que le nom du chauffeur et son numéro de téléphone. Si le répartiteur veut voir la route d'un des

livreurs, il n'a qu'à sélectionner le nom de celui-ci pour que les détails de la route s'affichent dans la fenêtre 5. Là, il est possible de voir la route du chauffeur. Chaque ligne représente un arrêt, soit une cueillette, soit une livraison. Il est possible de voir si l'arrêt a été effectué en regardant dans la case *État*. Lorsque le répartiteur assigne un appel, il doit insérer la cueillette et la livraison dans l'ordre précis où elles doivent être faites.

Le répartiteur peut donc savoir avec le logiciel où était le dernier arrêt et quel est le prochain arrêt de chaque chauffeur. Il se base cependant surtout sur sa mémoire lorsqu'il est question d'assigner un appel à un chauffeur. Il peut également utiliser Internet (*Google Maps*) pour visualiser la route d'un livreur (avec les points de cueillette et de livraison). En effet, à l'aide du programme informatique, les répartiteurs peuvent afficher la route d'un chauffeur sur *Google Maps*. Une page web est alors ouverte pour afficher la route. Par contre, aucun outil spécialisé de création des routes n'est utilisé. Pour prévenir les erreurs, si un livreur doit quitter une zone (parcourir une distance importante entre le départ et l'arrivée), il est dans l'obligation d'appeler son répartiteur pour l'en informer. Le téléphone cellulaire est le seul moyen de communication entre les répartiteurs et les livreurs. Chaque fois qu'un nouvel appel est assigné à un livreur, celui-ci reçoit un message (*alerte web*) avec un lien internet. Lorsque la livraison d'un appel est terminée, le messenger envoie une confirmation via Internet pour que le système puisse savoir ce que le livreur a effectué.

### **3.1.3. Les messagers**

Deux types de messagers existent dans la compagnie Med Express. Il y a les salariés et les travailleurs autonomes.

### *3.1.3.1. Les salariés*

Les salariés sont peu nombreux chez Med Express. On en compte seulement 7 parmi les 126 chauffeurs au total pour Québec. Comme le nom l'indique, ils sont salariés et sont rémunérés selon un taux horaire et, comme les employés de bureau, ils ne sont pas syndiqués. Med Express leur fournit le véhicule et paye pour le téléphone cellulaire, ce qui engendre des coûts plus importants. Bien qu'ils coûtent plus cher à Med Express, ils sont indispensables au fonctionnement de la compagnie. Étant donné qu'ils ne sont pas payés à la commission, ils peuvent être utilisés pour répondre à des appels moins payants, qui pénaliseraient en quelque sorte les travailleurs autonomes. En général, ils vont faire moins d'appels dans une journée, mais vont parcourir plus de kilomètres. Cela permet donc à Med Express de répondre à des appels qui seraient moins intéressants et plus difficiles à assigner à d'autres chauffeurs.

### *3.1.3.2. Les travailleurs autonomes*

Les travailleurs autonomes sont en très grand nombre et représentent près de la totalité des messagers, soit 93 % de toute la force de travail. Contrairement aux salariés, les travailleurs autonomes sont syndiqués et payés à la livraison. Un pourcentage du prix chargé par Med Express au client est donc versé en salaire pour le chauffeur. Le Tableau 2. présente les différents ratios.

**Tableau 2. – Ratio du profit donné aux messagers pour les salaires**

<b>Signification</b>	<b>Ratio donné aux messagers</b>
Camion	67 %
Environ de Québec	61 %
Ville de Québec	57 %

Les travailleurs autonomes sont pour la plupart propriétaires de leur véhicule. En fait, à Québec, 119 des 126 chauffeurs le sont. Étant donné que les chauffeurs sont propriétaires de leur véhicule, Med Express offre le lettrage aux frais de la compagnie. Pour ce qui est

des téléphones, les travailleurs autonomes payent un certain montant par mois, dépendamment du nombre d'années passées dans la compagnie. Vu qu'ils sont payés à l'appel, plus un chauffeur effectue de transactions en une journée, plus il augmentera sa paie. Les chauffeurs misent donc sur l'efficacité des répartiteurs pour se faire assigner beaucoup d'appels.

### ***3.1.3.3 La communication avec les répartiteurs***

Suite à l'alerte web, le chauffeur doit cliquer sur le lien URL affiché pour avoir accès aux numéros d'appel. Pour avoir accès aux données de la cueillette et de la livraison, le chauffeur doit cliquer sur le numéro d'appel. À ce stade, il peut choisir de voir les détails ou d'identifier au répartiteur que la tâche est faite (*done*). En cliquant sur détails, on voit les informations suivantes (voir Figure 4.4) : numéro d'appel, nom de la cueillette ou de la livraison, adresse complète, informations utiles, etc. Cependant, une fois dans le menu des détails, on doit revenir en arrière si l'on veut indiquer que la tâche est accomplie (non conviviales, menus aveugles). De plus, on doit compter 8 secondes chaque fois que le téléphone change de menu.

Certains chauffeurs, surtout dans le département de distribution, utilisent des téléavertisseurs. Étant donné que les chauffeurs connaissent la grande majorité de leur route avant même qu'ils partent du bureau, il est moins nécessaire de communiquer avec les répartiteurs. De plus, étant donné que les services sont considérés comme lents (AM-PM et service lendemain), les appels d'urgence sont très rares.

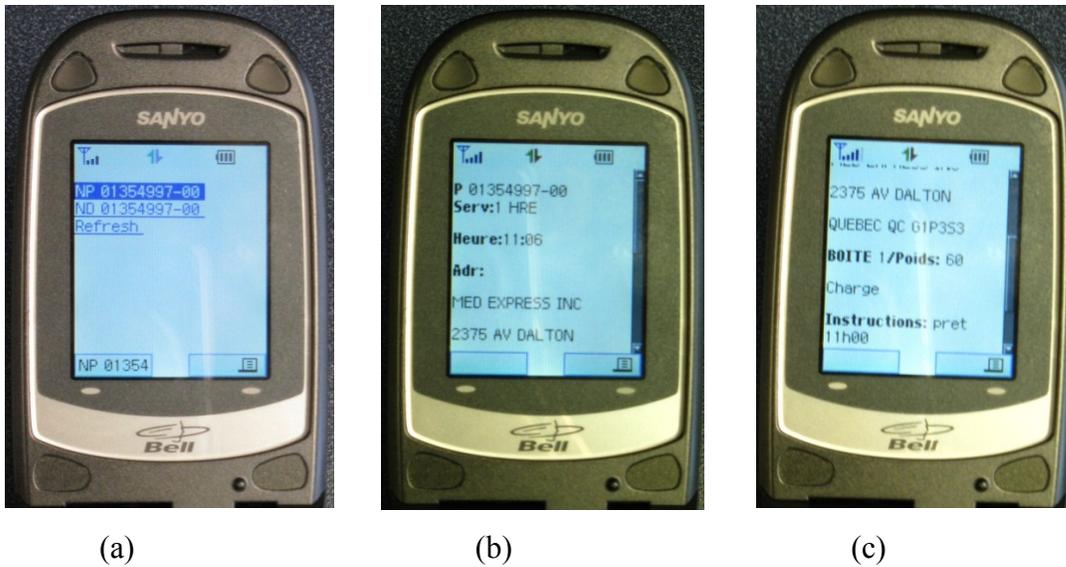


Figure 5. – Moyen de communication des messagers

La Figure 3.4. montre un écran de téléphone cellulaire utilisé par les livreurs. À la figure 3.4. (a), un nouvel appel est dans la route et est le seul de la route pour ce chauffeur. L'indicatif NP signifie que le premier arrêt est une cueillette non complétée (Pickup) et le ND signifie une livraison non complétée (Delivery). Les Figures 3.4. (b) et (c) présentent le détail d'un appel. Lorsqu'un messenger effectue un arrêt et qu'il veut voir où aller, il doit donc aller dans le détail de l'appel.

La communication se fait a priori à l'aide des commandes du téléphone via Internet. Sinon, les messagers peuvent rejoindre leur répartiteur avec le téléphone en utilisant la fonction 10-4 (*mike*) dans le service de messagerie rapide ou par radio FM dans le service de distribution.

À chaque étape complétée (cueillette ou livraison), le livreur prend son téléphone, sélectionne la tâche effectuée et coche l'option « done ». Dans le cas d'une livraison, un message de confirmation s'affichera et le livreur devra signer pour confirmer la livraison du colis. La signature consiste à écrire avec le téléphone le nom ou prénom de la personne qui a fait la réception du colis. Dès la fin d'une cueillette ou d'une livraison, l'information est transmise au système. Cela permet aux répartiteurs de connaître l'avancement des messagers dans leur journée.

#### ***3.1.3.4. La gestion des signatures des clients***

Normalement, une première signature est exigée sur le bon de commande sur place lors de la cueillette. Une deuxième se retrouvera sur ce même bon à la livraison. Finalement, la dernière signature est inscrite au moyen du téléphone via l'option « *done* » de la livraison. Le logiciel reçoit ensuite l'information que la livraison a été effectuée et le nom de la personne qui a reçu le colis. Dès lors, si le client a demandé de recevoir une confirmation par courriel, celle-ci se voit automatiquement envoyée.

#### **3.1.4. La facturation**

Tout au long de la journée, le livreur fait signer les bons de commande. À la fin ou avant de débiter sa journée le lendemain, le chauffeur arrête au bureau de Med Express pour vérifier si le manifeste de sa journée est complet et s'il n'y a pas d'erreurs lors de la compilation de ces livraisons. Là, le chauffeur peut changer quelques informations erronées ou incomplètes, comme modifier le nombre de boîtes transportées pour un appel. Une fois cette étape complétée, un ou une employée doit vérifier tous les manifestes, pour tous les messagers, et doit s'assurer que le prix chargé au client est le bon et que la paye du livreur l'est également. Tous les documents sont ensuite envoyés à la comptabilité pour être traités.

##### ***3.1.4.1. La signature des contrats***

Il est très rare que Med Express signe des contrats proprement dits. Souvent, Med Express propose une liste de prix à un client potentiel puis le client choisit ou non de faire affaire avec Med Express. Les clients peuvent demander un service régulier comme une livraison tous les jours de la semaine. Par contre, le client peut arrêter le service à tout moment, et ce, sans pénalité.

### **3.1.5. La comptabilité**

La dernière étape est la comptabilité. Chaque semaine, la personne responsable de la comptabilité récupère tous les manifestes pour les comptabiliser. Les livreurs sont payés de façon hebdomadaire, alors le total est calculé et les chèques de paye sont réalisés. Pour ce qui est des clients, plusieurs options de paiement sont disponibles (hebdomadaire, mensuel, etc.)

## **3.2. Cartographie des opérations pour la formation des routes**

Cette section fera la description des opérations reliées à la formation des routes. Nous regarderons les différents aspects qui entourent la formation des routes. Cette description permettra de mieux comprendre les différentes contraintes, les règles et la gestion des différents appels.

La cartographie comprend sept différents éléments soit la gestion des appels pré-programmés, le délai entre la prise d'appel et l'apparition aux écrans des répartiteurs, la prise d'un appel par un répartiteur, les critères d'assignations pour un appel, le système informatique utilisé, la formation des routes et l'existence ou non d'une évaluation des répartiteurs et des messagers.

### **3.2.1. Gestion des prés programmés**

Comme nous l'avons vu précédemment, les appels préprogrammés sont les appels de service qui sont demandés régulièrement. Ils peuvent donc se produire chaque semaine, à chaque jour et même plusieurs fois par jour. Bien qu'il soit rare que Med Express signe des contrats avec des fins prédéterminées, il est cependant assez fréquent que les clients demandent un certain service sur une base régulière et le demandent à l'avance. Les préprogrammés représentent près de 20% du total des appels. Le programme informatique qui gère les appels en temps réels s'occupe également de gérer les appels

préprogrammés en les assignant au début de la journée au livreur qui en a la charge habituellement. Le répartiteur peut ensuite réassigner l'appel si nécessaire.

Pour améliorer le contact avec le client et le niveau de service, Med Express demande à ses répartiteurs d'assigner les appels préprogrammés aux mêmes chauffeurs, lorsque possible. Bien que cette stratégie permette de créer des liens entre le client et le livreur, elle crée une contrainte supplémentaire pour la gestion des routes.

### **3.2.2. Délais entre la prise de l'appel et l'apparition aux écrans des répartiteurs**

Dès que l'appel régulier est sauvegardé, que ce soit par la réceptionniste ou par internet, il entre directement dans le système et apparaît sur l'écran des appels non assignés. Si l'appel est à faire plus tard dans la journée, les répartiteurs peuvent le transférer dans une autre fenêtre appelée Appels à répartir (ultérieurement aujourd'hui). Le seul but de cette fenêtre est de pouvoir alléger la principale. L'appel reste cependant visible jusqu'à ce que l'appel soit assigné à un messager. Un appel restera dans la fenêtre des « ultérieurs » jusqu'à ce qu'un répartiteur le transfère de nouveau dans la fenêtre principale. Le système ne le fait pas automatiquement.

### **3.2.3. Prise d'un appel par un répartiteur**

Au travail, tous les répartiteurs sont dans la même pièce afin de permettre une meilleure communication. Chaque répartiteur a un ordinateur avec deux écrans qui permettent d'afficher toutes les informations nécessaires. Une des fenêtres les plus importantes est celle où tous les appels non assignés sont affichés (fenêtre 1 à la figure 4.3). Lorsqu'un appel est entré dans le système, par internet ou par téléphone, l'appel s'affiche sur une fenêtre et il restera sur celle-ci jusqu'à ce qu'un répartiteur assigne cet appel à un livreur. Une fois que l'appel est assigné, il disparaît de la fenêtre des appels non traités et apparaît dans la feuille de route du chauffeur.

Certains appels sont plus difficiles à assigner que d'autres. Pour le moment, aucun incitatif n'est proposé aux répartiteurs pour les forcer à assigner ces appels plus difficiles. Les répartiteurs travaillent en équipe et doivent répondre à tous les appels dans la journée. C'est donc avec cette mentalité qu'ils sont prêts à créer de moins belles routes pour certains chauffeurs afin de répondre aux appels difficiles. C'est aussi dans ces situations que les employés salariés sont très utiles. Les chauffeurs comprennent également la situation et savent que si le répartiteur leur donne un appel moins payant, il sera capable de les récompenser plus tard avec d'autres appels plus payants. Les appels plus longs offrent normalement une prime de distance au livreur, mais il est préférable d'avoir plus d'arrêts que de distance.

#### **3.2.4. Les critères d'assignations pour un appel**

Même si un appel est assigné à un chauffeur durant la journée, le répartiteur peut en tout temps déplacer cet appel dans une autre route. Le seul moment où il n'est plus possible de faire un transfert est lorsque le livreur l'a commencé. Par contre, il est toujours possible de déplacer une cueillette ou une livraison au cours de la journée.

En règle générale, tous les chauffeurs sont aptes à répondre à un appel. Lorsqu'on veut assigner un appel à un livreur, on essaie, en premier lieu, de le donner au livreur qui va déjà à l'adresse de cueillette ou de livraison ou à celui qui est le plus proche des lieux (en saison forte). Durant l'été, une période de moins grand achalandage, on essaiera de répartir le travail le plus également possible. Il arrive aussi que des matières dangereuses doivent être transportées et dans ce cas, le répartiteur doit assigner l'appel à un livreur qualifié. Med Express donne la formation du SIMDUT et celle sur le transport de matières dangereuses plusieurs fois dans l'année. De ce fait, la grande majorité des chauffeurs peuvent répondre à ces appels. Pour aider les répartiteurs, le système informatique sait quel chauffeur a suivi quelle formation. Ainsi, si un répartiteur assigne un appel dans une route où le chauffeur n'est pas qualifié, le système enverra un message d'erreur.

### 3.2.5. Le système informatique

Le système informatique actuel est un système d'information et de gestion des appels. Bien que la compagnie ne gère pas celui-ci, il est toutefois facile de demander des modifications. Outre les contraintes pour les matières dangereuses, le programme ne vérifie jamais la faisabilité de la route, c'est-à-dire le respect des délais de livraison. Il est donc possible pour le répartiteur de créer une route qui ne respecte pas les contraintes de service. Dans le cas extrême, un répartiteur pourrait assigner tous les appels au même livreur (ce qui est impossible à réaliser). Le programme n'est pas destiné à la formation des routes. Il est simplement un outil de communication et de gestion.

Le système gère la communication entre les répartiteurs et les chauffeurs. À chaque cueillette ou livraison, le livreur signe que l'arrêt est effectué. Le système enregistre également l'heure à laquelle le messenger a terminé. Le répartiteur est alors en mesure de regarder le reste de la route du chauffeur pour voir s'il est en retard ou non. De plus, si un livreur est retardé pour une raison quelconque, il peut communiquer à l'aide de son téléphone au répartiteur. Celui-ci pourra donc changer la route du livreur. Encore une fois, c'est le répartiteur qui doit être en mesure de savoir si ses chauffeurs sont en retard ou non. Le système ne gère pas les retards, il les met en évidence avec les codes de couleurs.

### 3.2.6. Formation des routes

La formation des routes se fait au fur et à mesure que les appels de service arrivent. Pour l'instant, aucun logiciel ou programme n'aide les répartiteurs à assigner les appels aux chauffeurs. Dès qu'un appel est envoyé à l'écran, les répartiteurs essaient, parfois tous en même temps, de l'assigner à un chauffeur. Outre la proximité et la capacité de répondre à l'appel, aucun critère n'est pris en compte lors du choix du chauffeur. On mise sur l'expérience du répartiteur. Finalement, le système ne procure aucune mesure permettant

de quantifier l'impact de l'ajout d'un appel à une route ni à un endroit précis d'une route. Notons également que la durée d'une route n'est pas évaluée par le logiciel.

### **3.2.7. Évaluation des répartiteurs et des messagers**

Med Express n'utilise pas pour le moment d'outil pour évaluer l'efficacité des répartiteurs. Tous les répartiteurs travaillent en équipe afin de répondre aux appels le plus rapidement possible. Par contre, chacun d'entre eux travaille pour les livreurs pour qui ils sont responsables et essaie, surtout en basse saison, de leur assigner le plus d'appels possible.

Pour l'instant, aucune mesure n'est prise pour évaluer la performance des chauffeurs. Étant donné qu'ils sont majoritairement des travailleurs autonomes, s'ils ne sont pas productifs, leurs journées ne seront pas payantes. Souvent, ce sont les chauffeurs qui décident d'arrêter par eux même. Les répartiteurs connaissent cependant leur effectif et sont en mesure de juger de leurs compétences.

## **3.3. Analyse du processus et recommandations préliminaires**

Après avoir présenté la cartographie des opérations, nous pouvons maintenant faire sortir les points forts et les faiblesses de Med Express. Nous présenterons également quelques recommandations.

### **3.3.1. Les points forts**

Med Express compte sur cinq répartiteurs qui ont beaucoup d'expérience. Cette équipe est fonctionnelle et capable de bien communiquer, ce qui aide à la formation de toutes les routes. Le fait d'avoir 5 personnes humaines permet également de s'ajuster rapidement aux différents événements qui peuvent survenir dans une journée. Ils sont également en mesure de gérer le côté humain qu'un ordinateur ne serait pas en mesure de comprendre.

Le système informatique est, quant à lui, très efficace pour afficher l'information nécessaire. Il gère également bien la communication entre les clients, les répartiteurs et les livreurs. Il y aura cependant beaucoup d'améliorations à apporter pour réduire le temps perdu sur le téléphone cellulaire et les temps de traitement. Un autre point fort du système est celui de la gestion des appels avec les nombreux niveaux. La probabilité qu'un client tombe en attente est très faible si l'on considère toutes les personnes prêtes à répondre.

La réputation et l'expérience de la compagnie sont sans aucun doute un point fort. Fondée en 1982, la compagnie a depuis pu développer une expertise dans le domaine de la livraison rapide. Le volume d'appels traités par jour démontre la force de Med Express. La diversité des services offerts permet d'offrir une valeur ajoutée très intéressante au service de livraison. Nous avons parlé précédemment des services d'entreposage, de publipostage et de distribution. Un client peut alors tout concentrer ses activités de logistique de transport au même endroit.

### **3.3.2. Les points faibles**

Le premier point faible est le manque d'outil pour aider à la formation des routes. La quantité très importante d'information à traiter rend l'analyse et l'optimisation très difficile à effectuer sans une aide informatique quelconque. Une journée typique comprend environ 2000 livraisons qui doivent être réparties dans 90 routes environ. Chacune des 2000 livraisons comprend deux arrêts, soit 4000 arrêts par jour. Les combinaisons possibles sont donc très nombreuses. De plus, 80 % de ces appels ne sont pas connus à l'avance, il est donc très difficile d'optimiser les routes. Pour le moment, il est rare de trouver des routes complétées d'appels préprogrammés. Les répartiteurs doivent donc, le plus rapidement possible, prendre des décisions afin d'assigner le plus d'appels à la vingtaine de livreurs à sa charge, tenter d'optimiser les routes et gérer les situations de crises (retards, trafic, etc.). Ils doivent mélanger les appels préprogrammés et les appels en temps réel. La qualité des routes produites par les répartiteurs sera analysée en profondeur dans le deuxième rapport.

Le grand volume d'appels contraint Med Express à avoir plusieurs répartiteurs qui travaillent en même temps. Bien qu'ils travaillent ensemble pour assigner les appels le plus rapidement possible, ils ne connaissent pas l'état complet de la flotte en tout temps, ce qui induit des erreurs lors de l'assignation des appels. Bien qu'il soit possible de voir la route d'un messenger sur Google Maps, ce processus reste plutôt lent et mal utilisé. Il n'existe aucun système de positionnement géographique qui permet de visualiser la configuration de la flotte à un moment précis.

Finalement, les répartiteurs travaillent pour leurs livreurs afin de leur donner le plus de livraisons possible. Les répartiteurs pourraient donc être tentés de donner un appel à son livreur plutôt qu'à un autre, même si un autre livreur était dans une meilleure position (surtout en basse saison). Cette concurrence peut facilement créer des pertes d'efficacité ou de conflits.

### **3.3.3. Analyse et recommandations préliminaires**

Le nombre d'informations à gérer est très important, trop pour qu'une personne seule puisse le faire efficacement. Avec la quantité d'appels, on se retrouve avec un nombre de livreurs importants, ce qui exige plusieurs répartiteurs. Ces derniers ont absolument besoin d'outils pour se répartir les routes entre eux et pour créer individuellement les meilleures routes possible.

Un premier outil pourrait être le remplacement du système de communication avec les livreurs par un système plus rapide, plus efficace, où les répartiteurs seraient plus en mesure de situer leurs chauffeurs. On peut penser à un système utilisant la technologie GPS. Si les coûts sont trop importants, on pourrait simplement remplacer les vieux téléphones par des téléphones intelligents avec données et une nouvelle interface de communication. Cela aiderait les répartiteurs à y voir plus clair.

Le système informatique actuel est très performant quant à la communication et à la transmission d'informations. Par contre, aucun aide à la formation des routes n'est intégré. Une première modification pourrait être d'informer le répartiteur du temps nécessaire à la formation des routes. Sans être un algorithme de construction des routes, cette information supplémentaire pourrait aider grandement les répartiteurs

Un système d'aide à la création des routes serait plus qu'utile pour optimiser les routes des livreurs. On connaît déjà une bonne liste d'appels préprogrammés qui pourraient être planifiés à l'avance à l'aide d'un logiciel, en respectant toutes les contraintes de Med Express. De cette façon, on attribuerait plusieurs livreurs qui s'occuperaient uniquement de ces appels. Les répartiteurs auraient donc moins de chauffeurs à s'occuper, ce qui simplifierait les décisions à prendre. Ces livreurs auraient un horaire fixe et s'en remettraient aux répartiteurs seulement en cas de problème.

Le logiciel pourrait également gérer en temps réel les nouveaux appels. Il pourrait tenir à jour la position et la feuille de route des livreurs et proposer aux répartiteurs les meilleurs endroits où devrait être inséré le nouvel appel selon les critères choisis (minimiser le nombre de livreurs, minimiser la distance parcourue, minimiser la durée, maximiser le nombre d'appels effectués par livreur, etc.). Cet élément sera traité plus en profondeur de l'entreprise.

#### **4. Optimisation des opérations de transport**

Le présent rapport vise à répondre à deux questions fondamentales de notre mandat : 1) proposer un système de planification des tournées et 2) l'utiliser pour donner un avis éclairé sur la qualité du processus actuel répartition.

Nous avons donc conçu un outil algorithmique permettant de créer des routes répondant aux mêmes contraintes que celles que les répartiteurs de Med Express doivent tenir compte. Seule la dynamique de l'environnement sera évidemment différente. Avec cet outil nous serons en mesure d'évaluer la qualité des tournées élaborées manuellement

chez Med Express. Malheureusement, aucune route n'est complètement composée d'appels préprogrammés. Dans cette optique, l'outil de planification des tournées sera modifié afin de pouvoir comparer ses résultats à ceux de Med Express. Une bonne route permet de répondre au plus d'appels de service possible tout en minimisant le temps de déplacement.

Après avoir défini la problématique, ce chapitre présente l'algorithme de routage que nous avons conçu. Une définition formelle ainsi qu'une description du moteur de résolution s'en suivent. Après, trois routes sont analysées individuellement. Nous avons remarqué dans les routes élaborées manuellement un grand nombre de retards ainsi que quelques requêtes dont la cueillette est faite à l'avance. De plus, certaines contraintes définies lors du premier rapport se sont avérées non respectées. Une comparaison a ensuite été effectuée avec les résultats de l'algorithme. En effectuant plusieurs tests, nous en sommes venus à la conclusion que l'algorithme de routage donnait de meilleurs résultats sur ces routes.

Nous avons ensuite analysé l'ensemble des appels reçus pour une journée dont nous avons les informations. Près de 40 % de ces appels ont été livrés en retard ce qui est plutôt inquiétant pour le service à la clientèle. En construisant les routes à l'aide de l'algorithme, nous avons remarqué que la moyenne d'appels par route était semblable à celle de Med Express lorsque les appels étaient insérés dans l'ordre d'arrivée. Par contre, aucun retard n'était encouru.

Finalement, les appels ont été traités comme des appels préprogrammés. En plus d'augmenter le nombre d'appels moyens par route de presque 10, la distance totale parcourue par la flotte a diminué de près de 1950 km.

Ces résultats nous ont permis d'affirmer que la séparation myope des appels entre les quatre répartiteurs diminue l'efficacité globale de la flotte due à la division et à la faible flexibilité que les répartiteurs ont pour insérer les nouvelles requêtes. De plus, les appels préprogrammés devraient être considérés comme un avantage et une planification devrait être effectuée avec ceux-ci pour améliorer les routes et le service aux clients

## 4.1. Définition de la problématique

Dans cette section nous présentons premièrement une définition textuelle générale des opérations de Med Express. Par la suite nous présentons une modélisation formelle de cette problématique.

### 4.1.1 Présentation générale

Le problème de messagerie médicale traite de la collecte et de la livraison de courrier et de colis à l'intérieur de fenêtres de temps. Chaque jour, en plus des 400 appels de services qui sont connus à l'avance, plus de 2 500 autres appels de service sont traités. Une flotte d'environ 125 véhicules, de petites voitures en majorité, répond à ces appels. Cinq répartiteurs gèrent chacun 25 messagers afin d'assigner, en temps réel, les appels reçus ainsi que les appels préprogrammés. L'objectif de ce rapport est de créer un outil logiciel capable de concevoir des routes tout en tenant compte de l'ordre d'arrivée des appels, des fenêtres de temps, du concept de collecte/livraison, des différents types de services, des appels préprogrammés et de toutes les autres contraintes reliées à la gestion d'une flotte de véhicules.

Un appel de service est une demande de livraison, d'un point de collecte à un point de livraison. Bien que la plupart des livraisons soient de petits colis ou des lettres, il est également possible de livrer de la marchandise à plus gros poids et volume. Lors de la demande de service, le client doit spécifier l'adresse de collecte et de livraison, le type de colis (lettre ou colis), les dimensions, le poids, l'heure à laquelle le colis sera prêt (si ce n'est pas lors de l'appel), ainsi que le type de service demandé. Plusieurs types de services sont possibles comme le service prioritaire 40 minutes, 1 heure, 2 heures, 3 heures, 4 heures, le AM-PM ainsi que le service Lendemain (la collecte est effectuée une journée et la livraison le lendemain). Les heures normales de livraisons sont de 7 h 30 à 17 h 30, du lundi au vendredi. Il est toujours possible d'effectuer des livraisons en dehors de ces heures, mais le coût diffère. Lorsqu'un client demande un service, mais qu'il ne reste pas assez de temps dans la journée pour l'effectuer, le temps restant sera repris la

journée d'après. Par exemple, si un client demande un service 4 heures à 16 h, le messenger aura 1 h 30 la première journée (17 h 30 – 16 h) et 2 h 30 (service 4 h – 1 h 30 déjà utilisé) le lendemain à partir de 7 h 30.

Une journée de travail dure au maximum 8 h 30, incluant une pause de 30 minutes pour diner (les messagers travaillent 8 h dans une journée). Les messagers sont pour la majorité des travailleurs autonomes et n'ont pas besoin de commencer leur journée à partir des bureaux de Med Express. Leur journée commence donc à l'heure du premier arrêt. Le temps de déplacement entre la maison et le premier appel n'est donc pas considéré comme du temps de travail. Ce calcul est également vrai lors de la dernière livraison pour le retour à la maison.

Pour le moment, toutes les routes sont planifiées manuellement par cinq répartiteurs. Certaines routes et parties de routes ont déjà été construites à partir des appels préprogrammés, mais toujours de manière purement manuelle. En plus de répondre à environ 2 500 appels par jours, les répartiteurs doivent également incorporer des appels préprogrammés tout au long de la journée. En plus des coûts reliés au salaire des répartiteurs, le fait d'avoir des routes non optimales rend probablement les opérations de Med Express plus coûteuses que nécessaire. En particulier, un outil automatique de confection de routes devrait permettre de (1) augmenter le nombre d'appels fait par un messenger en une journée (2) de diminuer les déplacements inutiles et donc diminuer la consommation d'essence et des bris mécaniques. Nous allons tenter de quantifier ces effets bénéfiques dans ce document.

#### **4.1.2 Définition formelle**

La problématique de planification de Med Express s'apparente à une problématique de collecte et livraison de marchandise avec fenêtres de temps. Dans la littérature scientifique, deux problématiques distinctes ont des affinités avec la problématique de Med Express, il s'agit du problème de collecte et livraison avec fenêtre de temps (*pickup*

*and delivery vehicle routing problem with time windows – PDVRPTW*) proprement dit et le problème de routage sur appel (*dial-a-ride – DAR*).

En accord avec la littérature scientifique, nous pouvons définir la version statique du problème de tournées de Med Express comme suit. Le problème est défini sur un graphe  $G = (N, A)$  où  $N$  représente l'ensemble des requêtes et  $A$  l'ensemble des arcs. L'ensemble  $N = \{1, \dots, n\}$  représente  $n$  requêtes de transports. À chaque requête  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) est associée un point de collecte  $c_i$ , un point de livraison  $l_i$  et un type de service  $t_i$ . Nous représentons par  $\alpha[i]$  l'instant auquel on arrive à la requête  $i$  et  $\delta[i]$  l'instant auquel on quitte la requête  $i$ . À chaque point de collecte  $c_i$  est associée une heure au plus tôt  $a_i$  où la collecte peut être effectuée et un temps de chargement  $ch_i$  [chargement]. Si le véhicule arrive à  $i$  avant  $a_i$ , il doit attendre jusqu'à  $a_i$  pour débiter le service [le temps d'attente est noté  $w_i$ ]. À chaque point de livraison est associée une heure au plus tard  $b_i$  où la livraison doit être effectuée et un temps de manutention  $dh_i$  [déchargement]. Pour chaque requête  $i$  nous avons donc une fenêtre de temps  $[a_i ; b_i]$  à l'intérieur de laquelle les opérations doivent être effectuées. Techniquement, les valeurs de  $a_i$  et de  $b_i$  incorporent l'information sur le type de service  $t_i$  ce qui fait que cette donnée peut être négligée. L'ensemble des requêtes  $N$  implique un certain nombre  $m$  de localisations à visiter. Des collectes et des livraisons peuvent avoir lieu à chaque localisation. Par exemple, une collecte  $c_i$  et une livraison  $l_j$  peut avoir lieu à une localisation  $v$  donnée. Ainsi,  $A$  est la matrice des arcs reliant toutes les  $m$  localisations entre elles et nous avons  $n \leq m \leq 2n$ .

Nous définissons  $v(c_i)$  et  $v(l_i)$  comme étant la localisation associée à un point de collecte et de livraison.  $D$  et  $T$  représentent respectivement la matrice de distance et de temps de parcours associés à deux localisations.

Une route peut être modélisée comme une suite de points de collecte et de livraison de sorte que pour chaque requête  $i$ , la collecte  $c_i$  est effectuée avant la livraison  $l_i$ , que la collecte  $c_i$  est effectuée après l'heure de mise en disponibilité  $a_i$  ( $\alpha(c_i) \geq a_i$ ) et que la livraison  $l_i$  est effectuée avant l'heure limite de livraison  $b_i$  ( $\alpha(l_i) \leq b_i$ ).

Une route peut donc être représentée comme une suite de collectes et de livraisons telles que présentées ci-dessous :

$$(c_1 - c_2 - l_2 - c_3 - l_1 - l_3)$$

Au niveau de la séquence des opérations, cette route est réalisable puisque chaque collecte est effectuée avant sa livraison associée. Il nous faut maintenant valider la faisabilité temporelle de la route pour nous assurer qu'elles respectent les fenêtres de temps.

Si  $\alpha(c_1)$  est l'heure d'arrivée du messenger au lieu de la cueillette 1, il peut quitter au plus tôt à l'instant  $\alpha(c_1) + ch_{c1}$ . Il faut cependant s'assurer de respecter l'heure minimale  $a_1$  pour la collecte. Ainsi, l'heure de départ pourra être ajustée comme suit :

$$\delta(c_1) = ch_{c1} + \text{Max}(\alpha(c_1) ; a_1)$$

Cela veut dire que si l'opérateur arrive trop tôt, il devra attendre jusqu'à ce que la requête soit disponible. Cette contrainte peut occasionner des temps d'attente à l'intérieur d'une route. Dans ce cas-ci, le temps d'attente peut être calculé comme étant :

$$w_1 = \text{Max}(0 ; a_1 - \alpha(c_0)).$$

L'objectif du problème de collecte et de livraison de marchandises avec fenêtres de temps est de construire des routes ayant le plus d'appels à effectuer tout en minimisant le temps de déplacement des messagers à l'intérieur de la route.

## 4.2. Validation du moteur de résolution

Pour nous assurer de la faisabilité des routes, nous avons soumis quelques exemples aux dirigeants de Med Express pour une analyse. De plus, tout au long du processus, des rencontres ont été planifiées pour poser des questions sur les paramètres importants.

Finalement, ces rencontres nous ont permis de comprendre le processus actuel de formation des routes et de définir précisément la fonction objectif qui permet de mesurer la qualité et comparer ainsi des routes.

### 4.3. Plan expérimental

Un des buts premiers de ce rapport était de donner un avis éclairé sur la qualité du processus actuel et des routes qui en sont issues. Pour ce faire, cette section abordera différents éléments de comparaison. Nous regarderons premièrement la qualité des routes prises individuellement. Med Express nous a fournis un fichier Excel contenant les appels reçus le 8 septembre dernier. Bien que certains appels et certaines routes aient été supprimés, cet échantillon est très représentatif d'une journée typique pour la compagnie. Le document contient donc les informations nécessaires à la formation des routes pour traiter 998 appels. Il est également possible de connaître, pour chaque collecte et livraison, l'heure d'arrivée et le messenger qui a effectué cet arrêt. Il est donc possible de reconstituer toutes les routes de la journée

Trois routes, la 33, 59 et 65, ont été sélectionnées pour l'analyse. Très différentes les unes des autres, ces routes représentent différentes situations. Il sera ainsi possible d'analyser la performance de formation des routes de Med Express dans diverses situations. Finalement, nous analyserons les routes dans leur ensemble de façon à voir l'impact de la formation des routes à plusieurs répartiteurs. Pour ce faire, l'algorithme construira des routes avec l'ensemble des appels. Il sera par la suite possible de comparer, globalement, la performance de Med Express.

L'algorithme de construction qui a été élaboré avait pour but de former des routes contenant seulement des appels préprogrammés. Les routes de Med Express sont cependant construites au fur et à mesure que des requêtes de service arrivent au cours de la journée. Pour être en mesure de nous comparer avec Med Express de façon équitable, nous nous servirons donc des ordres d'insertion disponibles dans l'algorithme. L'ordre chronologique sera utilisé afin de reproduire l'ordre d'arrivée des commandes.

### 4.3.1. Analyse des routes actuelles

Dans cette section, une analyse de la formation des routes de Med Express sera effectuée. Premièrement, nous analyserons la structure des trois routes (disponibles en consultation en annexe). À l'aide de MapPoint, nous calculerons ensuite les distances et le temps de déplacement. Cette opération a pour but de vérifier l'exactitude des temps de transport de MapPoint. Finalement, un comparatif sera effectué entre les temps de Med Express et de MapPoint.

#### 4.3.1.1 Routes de Med Express

##### 4.3.1.1.1 Route 33

La première route sélectionnée est la route comprenant le plus d'appels répondus. La route du messenger 33 répond à 43,5 appels, soit 43 collectes et 44 livraisons. En regardant la route présente à l'annexe 1, il est possible d'affirmer que la route ne répond pas à toutes les contraintes énoncées par Med Express.

La durée totale de la route (9 h 3) est plus longue que celle prévue soit 8 h 30 (incluant la pause). 33 minutes supplémentaires peuvent sembler banales, mais lorsqu'on pense à l'ensemble des chauffeurs (45 dans le document Excel), les heures supplémentaires travaillées deviennent un facteur important lors du calcul du personnel nécessaire. Il est cependant important de noter que ce n'est pas toutes les routes qui ont une durée totale supérieure à 8 h 30. Une autre irrégularité est présente dans la grande majorité des routes. La pause du midi de 30 minutes n'est pas présente dans les routes. Ce fait change beaucoup la donne, car la pause se situe entre 11 h 30 et 13 h 30, donc dans le milieu de la journée. En plus d'être 30 minutes supplémentaires de travail, elles se situent dans une période critique de la journée, ce qui pose encore plus de contraintes lors de la formation des routes. Le logiciel respectant cette contrainte de façon stricte, cela lui confère un désavantage.

De plus, le nombre de livraisons effectuées en retard se chiffre à 11 (sur les 43) soit un peu plus de 25 % des appels. Certains retards sont plutôt minimes, de quelques minutes, mais d'autres le sont de près d'une heure. Encore une fois, ces quelques minutes de plus sont considérées comme un avantage lors de la formation des routes par rapport au logiciel qui lui respecte ces contraintes.

En plus des retards, le messenger s'est également présenté à neuf reprises avant l'heure d'appel. Cette situation peut être possible si l'appel répondu est un préprogrammé. Le messenger sait donc à l'avance où il doit aller avant l'appel proprement dit. Certains clients appellent pour un service, mais le demandent pour plus tard. Bien que l'heure d'appel soit considérée comme l'heure à laquelle le colis est prêt, cette situation confère à nouveau un désavantage au logiciel lors de la création des routes.

#### 4.3.1.1.2 Route 59

Bien que la route 33 réponde au plus grand nombre d'appels de service, elle n'est toutefois pas la norme. Dans le but d'être le plus près de la réalité, et d'analyser des routes étant plus conformes aux contraintes initiales, la route du messenger 59 a été étudiée. Cette route comporte 35 appels et, contrairement à la route 33, le messenger répond à tous les appels en entier. Par contre, en regardant à l'annexe 2, il est encore possible d'affirmer que la route ne respecte pas toutes les contraintes énoncées par Med Express.

La durée totale de la route dépasse de 16 minutes la durée maximale. Tout comme la route 33, la route 59 n'a pas de pause-dîner proprement dite. Trois livraisons sont effectuées en retard, les retards étant de quelques minutes (et non pas 30 min et plus).

Les résultats de l'analyse de la route 59 comportent un point intéressant du fait que 18 des 35 appels sont cueillis avant l'heure d'appel. Cette information porte à croire que ces appels sont des préprogrammés. Bref, la moitié des appels de cette route seraient connus

à l'avance. Cette hypothèse devient très intéressante, car il sera possible d'analyser la gestion de ces appels comme des appels préprogrammés.

#### 4.3.1.1.3 Route 65

La route 65 répond à moins d'appels que les deux premières, soit 23, par contre, elle parcourt une plus grande distance. De plus, aucun appel n'est répondu à l'avance, ce qui permet d'affirmer que la route a été formée en temps réel sans appel préprogrammé. Au total, 7 des 23 appels ont été livrés en retard, soit 30 % des appels. Encore une fois, aucune pause proprement dite n'a été décelée dans l'analyse de la route.

Le Tableau 3 résume les principaux constats sur les trois routes étudiées.

**Tableau 3. – Statistiques des routes étudiées**

	<b>Route 33</b>	<b>Route 59</b>	<b>Route 65</b>
<b>Nb d'appels</b>	43,5	35	23
<b>Heure de début</b>	7 h 32	6 h 49	8 h 41
<b>Heure de fin</b>	16 h 35	15 h 35	15 h 24
<b>Durée totale</b>	9h03	8 h 46	6 h 43
<b>Nb de retards</b>	11	3	7
<b>Nb de retards (%)</b>	25,3 %	8,6 %	30,4 %
<b>Retard (minutes)</b>	344	30	201
<b>Nb à l'avance</b>	9	18	0
<b>Nb à l'avance (%)</b>	20,7 %	51,4 %	0,0 %
<b>Avance (minutes)</b>	310	753	0

#### 4.3.1.2 Temps MapPoint

Le logiciel MapPoint permet de calculer les distances ainsi que les temps de parcours. Bien qu'il tienne compte des limites de vitesse est qu'il est possible de régler la vitesse de

déplacement, il est possible que le temps ne soit pas identique à la réalité. De plus, le trafic ainsi que les travaux routiers ne sont pas considérés par MapPoint. Pour valider la précision de MapPoint, nous allons reproduire les routes et calculer la distance parcourue ainsi que le temps de déplacement. De plus, pour être en mesure de calculer la durée totale de la route, un 3 minutes sera additionné à chaque arrêt à un point de service pour simuler le temps de chargement. Le Tableau 4 prend donc les routes étudiées et recalcule la durée et la distance en suivant exactement le même ordre que celui des feuilles de route suivit par les livreurs de Med Express.

**Tableau 4. – Durées et distances des routes selon MapPoint**

	<b>Route 33</b>	<b>Route 59</b>	<b>Route 65</b>
<b>Temps de conduite</b>	5 h 34	5 h 43	4 h 29
<b>Temps chargement</b>	3 h 24	2 h 33	1 h 45
<b>Durée totale</b>	8 h 58	8 h 16	6 h 14
<b>Distance parcourue (km)</b>	188,5	201,6	218,8

#### **4.3.1.3 Comparaison Med Express vs MapPoint**

Une des difficultés qui est survenue lors de la comparaison des temps entre Med Express et MapPoint est qu’il est impossible de connaître les temps d’attente de Med Express. De plus, bien que les messagers soient supposés indiquer l’heure précise de l’exécution de la tâche, il arrive de trouver des irrégularités. La précision des données de Med Express sur chacun des arrêts est donc inconnue bien que sur l’ensemble d’une route, les données soient fiables. En regardant les temps de parcours globaux, il est cependant possible d’affirmer que les temps de déplacement calculé par MapPoint sont semblables à ceux de la compagnie. Le Tableau 4 résume les résultats estimés par MapPoint et ceux relevés par Med Express.

Nous avons cependant relevé quelques différences. Un joueur important sur ces différences est sans aucun doute le temps de chargement ou de déchargement qui est très

variable. C'est le temps de service à chaque arrêt, soit pour cueillir un colis ou pour une livraison. Med Express a indiqué qu'une bonne moyenne serait de prendre 3 minutes. Cependant, si à un arrêt donné on effectue 3 livraisons et 1 cueillette, est-ce que le temps de chargement reste 3 minutes ? Pas nécessairement. Dans cet exercice, on fait donc l'hypothèse que le temps restera 3 minutes, indépendamment du nombre d'opérations effectués. Au global et tout en gardant le temps de chargement de trois minutes, les temps globaux sont les suivants :

**Tableau 5. – Comparaison entre les durées estimées et les durées calculées**

	<b>Route 33</b>		<b>Route 59</b>		<b>Route 65</b>	
	<b>Med Express</b>	<b>MapPoint</b>	<b>Med Express</b>	<b>MapPoint</b>	<b>Med Express</b>	<b>MapPoint</b>
<b>Durée totale</b>	9 h 03	8 h 58	8 h 46	8 h 16	6 h 43	6 h 14
<b>Différence</b>	0 h 05		0 h 30		0 h 29	

La différence positive signifie que les temps de Med Express sont plus grands que ceux de MapPoint. À première vue, il serait facile d'affirmer que les temps calculés par MapPoint sont trop rapides. Rappelons cependant que les temps alloués aux appels sont toujours de 3 minutes pour MapPoint alors qu'il est possible que ces temps diffèrent dans la réalité. Malgré tout, pour la route où la différence est la plus grande, la différence de 30 minutes sur une journée de 526 minutes représente une erreur de seulement 5,7 % ce qui est excellent considérant tous les aléas de la circulation.

#### **4.3.2. Options de résolution**

Bien que les routes réelles ne respectent pas toutes les contraintes de Med Express, l'étape suivante consistera à comparer le résultat réel à ceux construits par l'algorithme. Dans un premier temps, l'algorithme construira les routes en tenant compte de toutes les contraintes initiales, soit avec les heures d'appels et les fenêtres de temps. Dans un second temps, les contraintes initiales seront ajustées pour permettre à l'algorithme

d'arriver à l'avance au point de collecte. Finalement, certains services seront modifiés afin de permettre à l'algorithme d'arriver en « retard » pour imiter les appels livrés en retard par Med Express. Les deux premières étapes ont pour but de savoir si, avec l'algorithme de formation des routes, il aurait été possible de répondre aux différentes requêtes tout en respectant toutes les contraintes initiales et à quel point le fait de relaxer les contraintes de temps affecte la formation des routes. Le troisième scénario à, quant à lui, pour but de comparer l'algorithme de routage aux résultats des routes de Med Express sur une base de comparaison égale.

Pour chaque scénario, différentes options seront regardées. La pause sera donc incluse dans un premier temps et supprimée dans l'autre. L'ordre d'insertion des appels est également un facteur qui sera évalué, car il a un impact sur la performance de l'algorithme développé. Dans un premier temps, l'ordre d'arrivée des requêtes sera en ordre chronologique, ce qui reproduit bien le travail des répartiteurs. Finalement, l'algorithme traitera les appels comme s'ils étaient tous des prés préprogrammés.

Les résultats seront présentés dans des tableaux comparatifs. Par la suite, une analyse plus détaillée sera effectuée quant à l'apparition ou non de la pause ainsi que de l'ordre d'insertion des appels.

#### ***4.3.2.1. Respect strict des contraintes***

Comme nous l'avons vu, les contraintes données par Med Express ne sont pas toujours respectées. À l'aide du fichier original, les différents appels de ces routes seront traités par l'algorithme. Il sera alors possible de déterminer s'il serait possible, à l'aide de l'algorithme, de répondre à tous les appels en respectant toutes les contraintes.

#### ***4.3.2.2. Chargement plus tôt***

Pour cette tentative, les heures maximales de livraisons n'ont pas été modifiées, mais l'heure de collecte l'a été. Seulement les routes 33 et 59 ont été modifiées, car la route 65 n'avait aucun appel répondu à l'avance. Les heures d'appels ont donc été modifiées pour que l'heure d'arrivée réelle du messenger à son point de collecte corresponde à l'heure d'appel. Le service a également été modifié pour se terminer à l'heure prévue originalement. Cette modification permet donc une plus grande fenêtre de temps.

#### ***4.3.2.3. Retard permis***

La dernière tentative consiste à permettre le même retard que celui qui a été réalisé par les messagers. Pour ce faire, les services des appels qui ont été livrés en retard, seront modifiés afin de laisser les mêmes fenêtres de temps à l'algorithme. Les appels ayant été modifiés avec le chargement au plus tôt seront quant à eux, ajoutés pour être le plus près possible de la réalité.

#### ***4.3.2.4. Gestion de la pause***

Comme nous l'avons vu précédemment, la pause de 30 minutes entre 11h30 et 13h30 n'est pas vraiment utilisée par les messagers. Lors des différents essais, nous regarderons l'impact de l'insertion ou non de la pause.

#### ***4.3.2.5 Insertion des appels***

L'ordre d'insertion des appels est un élément crucial lors de la formation des routes. En effet, avoir le choix de l'appel à insérer reste un grand avantage. Lors des différents essais, deux types d'insertions seront testés. Premièrement, les appels seront traités en ordre chronologique. Cette méthode se veut similaire à la réalité. Par contre, il n'est pas nécessairement vrai que les répartiteurs assignent les appels exactement dans l'ordre

d'arrivée. En effet, un service quatre heures est souvent traité plus tard, ce qui laisse plus de flexibilité.

Deuxièmement, l'insertion sera effectuée comme si tous les appels de la route étaient des préprogrammés. Ce type d'insertion permettra de comparer le temps réel aux préprogrammés. Il sera donc possible de voir l'impact sur la formation des routes lorsque les appels sont connus à l'avance.

### 4.3.3. Résultats comparatifs

Pour faciliter la compréhension, tous les tableaux ont le format suivant :

**Nb d'appel :** Le nombre d'appels à l'intérieur de la route. Si plusieurs routes sont nécessaires, un trait d'union ( -- ) séparera les informations.

**Durée totale :** l'heure de fin – l'heure de départ. La durée totale inclut les temps de déplacement, les temps d'attente et les temps de chargement.

**Temps d'attente :** Le temps d'attente est la somme des temps d'inactivité. Ce temps est donc du temps libre où le livreur ne se déplace pas. Ce temps pourrait être utilisé pour effectuer d'autres livraisons.

**Distance parcourue :** La distance parcourue est en kilomètres (arrondi au kilomètre près) et est calculée par MapPoint. Pour le calcul, MapPoint utilise le chemin le plus rapide et non pas le plus court.

**Temps de conduite :** Tout comme la distance parcourue, le temps de conduite est calculé à l'aide de MapPoint et ne tient pas compte des travaux ou du trafic.

**Heure départ :** L'heure à laquelle le messenger arrive au premier point de service de la journée.

**Heure de fin :** L'heure à laquelle le messenger termine le dernier arrêt (collecte ou livraison) de la journée. Le temps est calculé comme suit :

*Heure dernier arrêt + temps de chargement.*

Avant de faire l'analyse de nos résultats, on présente dans le Tableau 6 un résumé des Tableaux 2 et 3 aux fins de comparaisons.

**Tableau 6. – Performances de Med Express sur les 3 routes**

	<b>Route 33</b>	<b>Route 59</b>	<b>Route 65</b>
<b>Nb d'appels</b>	43,5	35	23
<b>Durée totale</b>	9h03	8h46	6h43
<b>Distance parcourue*</b>	188,5	201,6	218,8
<b>Temps conduit*</b>	5 h 34	5 h 43	4 h 29
<b>Heure départ</b>	7 h 32	6 h 49	8 h 41
<b>Heure arrivée</b>	16 h 35	15 h 35	15 h 24
<b>Retard (%)</b>	25,3	8,6	30,4
<b>Retard (temps)</b>	5 h 44	0 h 30	3 h 21
<b>Avance (%)</b>	20,7	51,4	0
<b>Avance (temps)</b>	5 h 10	12 h 33	0

\* Calculé par MapPoint

#### **4.3.3.1. Route 33**

Le Tableau 6 analyse la route 33 avec les contraintes initiales, le Tableau 7 avec la possibilité d'arriver à l'avance et le Tableau 8 avec la possibilité de retard. Les Tableaux 6 et 7 montrent que l'algorithme a été incapable de respecter les contraintes et de faire une seule route. La raison principale est qu'il y a certaines périodes dans la journée où le nombre d'appels devient plus important, créant ainsi un bouchon qui congestionne le reste de la journée. Le Tableau 7 montre les résultats de l'algorithme en

permettant les mêmes retards que ceux réalisés par la route 33. Dans cette situation l’algorithme réussit à améliorer la route, tant au niveau de la durée que de la distance.

Tableau 7. – Route 33 sans changements

Route 33	Sans changements											
	Avec pause						Sans pause					
	Ordre chron.			Préprogrammé avec priorité			Ordre chron.			Préprogrammé avec priorité		
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2	1	--	2
<b>Nb d'appels</b>	31,5	--	12	38,5	--	5	29,5	--	14	39,5	--	4
<b>Durée totale</b>	7 h 28	--	6 h 15	8 h 46	--	3 h 39	7 h 18	--	6 h 20	8 h 34	--	2 h 01
<b>Temps d'attente</b>	0 h 32	--	2 h 41	0 h 11	--	1 h 45	1 h 18	--	6 h 20	0 h 21	--	0 h 28
<b>Distance parcourue</b>	143	--	88	210	--	54	134	--	71	207	--	42
<b>Temps conduit</b>	3 h 49	--	2 h 06	5 h 11	--	1 h 24	3 h 44	--	1 h 57	5 h 15	--	1 h 09
<b>Heure départ</b>	8 h 07	--	8 h 37	8 h 00	--	8 h 29	8 h 07	--	8 h 37	8 h 00	--	8 h 29
<b>Heure arrivée</b>	15 h 36	--	14 h 53	16 h 47	--	12 h 09	15 h 25	--	14 h 57	16 h 35	--	10 h 31

L’algorithme n’a pas été en mesure de compléter tous les appels avec une seule route en respectant toutes les contraintes. Le meilleur scénario est obtenu avec le modèle sans pause et avec l’ordre d’insertion Pré programmé avec priorités.

Tableau 8. – Route 33 avec avance possible

Route 33	Possibilité de cueillir avant l'heure prévue											
	Avec pause						Sans pause					
	Ordre chron.			Pré programmé avec priorité			Ordre chron.			Pré programmé avec priorité		
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2	1	--	2
<b>Nb d'appels</b>	33,5	--	10	40,5	--	3	36,5	--	7	40,5	--	3
<b>Durée totale</b>	8 h 08	--	5 h 36	8 h 57	--	1 h 07	7 h 40	--	5 h 42	8 h 52	--	1 h 30
<b>Temps d'attente</b>	0 h 17	--	2 h 20	0 h 31	--	0 h 20	0 h 11	--	4 h 03	0 h 04	--	0 h 44
<b>Distance parcourue</b>	172	--	83	198	--	16	159	--	48	184	--	18
<b>Temps conduit</b>	4 h 38	--	1 h 55	5 h 22	--	0 h 29	4 h 31	--	1 h 08	5 h 17	--	0 h 27
<b>Heure départ</b>	7 h 58	--	9 h 16	7 h 55	--	9 h 54	7 h 58	--	9 h 16	7 h 53	--	10 h 34
<b>Heure arrivée</b>	16 h 07	--	14 h 53	16 h 52	--	11 h 01	15 h 39	--	14 h 58	16 h 45	--	12 h 04

Les contraintes liées aux heures de cueillettes ont été relâchées selon les données observées de Med Express. On remarque ainsi une amélioration dans les 4 scénarios possibles. Plus d'appels peuvent être assignés à la première route. Cependant, il a été encore une fois impossible pour l'algorithme de trouver une solution avec une seule route.

Tableau 9. – Route 33 avec avance et retard possible

Route 33	Possibilité de cueillir avant l'heure prévue et d'arriver en retard									
	Avec pause				Sans pause					
	Ordre chron.		Pré programmé avec priorité		Ordre chron.		Pré programmé avec priorité			
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2	1
<b>Nb d'appels</b>	38,5	--	5	42,5	--	1	40,5	--	3	43,5
<b>Durée totale</b>	8 h 14	--	5 h 36	8 h 45	--	0 h 17	7 h 55	--	3 h 38	8 h 42
<b>Temps d'attente</b>	0 h 10	--	3 h 42	0 h 15	--	0 h 00	0 h 51	--	3 h 04	0 h 42
<b>Distance parcourue</b>	158	--	48	174	--	6	155	--	8	167
<b>Temps conduit</b>	4 h 36	--	0 h 59	4 h 47	--	0 h 11	4 h 07	--	0 h 16	4 h 45
<b>Heure départ</b>	7 h 58	--	9 h 16	7 h 44	--	10 h 14	7 h 42	--	10 h 39	7 h 44
<b>Heure arrivée</b>	16 h 13	--	14 h 53	16 h 30	--	10 h 31	15 h 38	--	14 h 18	16 h 27

En augmentant ainsi les fenêtres de temps des appels, on obtient encore une fois une nette amélioration. Ces fenêtres sont maintenant identiques à celles utilisées par Med Express pour cette route, avec les retards et les avances possibles. L'algorithme a pu trouver une solution avec une seule route incluant tous les 43,5 appels. On trouve une durée plus courte de 21 minutes, moins de kilométrage et un temps de parcours inférieur. On obtient même 42 minutes d'attente, pouvant servir à faire un autre appel. Par contre, il s'agit de l'ordre d'insertion des appels en tant que préprogrammé. Bien qu'environ 20% des appels soient des appels connus avant l'heure d'appel, le fait de traiter l'ensemble des appels comme des préprogrammés devient un avantage considérable par rapport à la vraie situation.

### 4.3.3.2. Route 59

Le Tableau 10 analyse la route 59 avec les contraintes initiales, le Tableau 11 avec les contraintes modifiées afin d'accepter les cueillettes plus tôt.

Tableau 10. – Route 59 sans changements

Route 59	Sans changements											
	Avec pause				Sans pause							
	Ordre chron.		Pré programmé avec priorité		Ordre chron.		Pré programmé avec priorité					
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2			
<b>Nb d'appels</b>	31	--	4	32	--	3	31	--	4	32	--	3
<b>Durée totale</b>	8 h 38	--	6 h 34	8 h 43	--	6 h 17	8 h 38	--	6 h 34	8 h 43	--	6 h 17
<b>Temps d'attente</b>	1 h 45	--	4 h 39	1 h 38	--	4 h 51	2 h 15	--	5 h 09	2 h 08	--	5 h 21
<b>Distance parcourue</b>	140	--	36	162	--	23	140	--	36	162	--	23
<b>Temps conduit</b>	4 h 14	--	1 h 00	4 h 22	--	0 h 40	4 h 14	--	1 h 00	4 h 22	--	0 h 40
<b>Heure départ</b>	7 h 30	--	8 h 40	7 h 30	--	8 h 58	7 h 30	--	8 h 40	7 h 30	--	8 h 58
<b>Heure arrivée</b>	16 h 08	--	15 h 15	16 h 13	--	15 h 15	16 h 08	--	15 h 15	16 h 13	--	15 h 15

Ce tableau montre que l'algorithme a été incapable de respecter les contraintes avec une seule route. L'attente est très élevée, compte tenu de la présence de 2 routes et de la répartition des appels durant la journée. Il reste à vérifier en relâchant quelques contraintes.

Tableau 11. – Route 59 avec avance possible

Route 59	Possibilité de cueillir avant l'heure prévue							
	Avec pause				Sans pause			
	Ordre chron.		Pré programmé avec priorité		Ordre chron.		Pré programmé avec priorité	
# de route	1	--	2	1	1	--	2	1
Nb d'appels	34	--	1	35	34	--	1	35
Durée totale	8 h 27	--	0 h 22	8 h 42	8 h 27	--	0 h 22	8 h 42
Temps d'attente	1 h 57	--	0 h 00	2 h 03	2 h 31	--	0 h 00	2 h 17
Distance parcourue	116	--	12	131	118	--	12	148
Temps conduit	3 h 44	--	0 h 16	3 h 57	3 h 44	--	0 h 16	4 h 16
Heure départ	7 h 30	--	15 h 15	7 h 30	7 h 30	--	15 h 15	7 h 30
Heure arrivée	15 h 57	--	15 h 37	16 h 13	15 h 57	--	15 h 37	16 h 13

L'option d'insertion préprogrammée avec priorité a permis, avec ou sans la pause, d'obtenir une seule route pour tous les appels. On note une nette amélioration quant à la distance parcourue et le temps de conduite. Cependant, la durée totale est dans le même ordre de grandeur que celle de Med Express. On retrouve par contre un temps d'attente de plus de 2 heures. On peut voir ce temps comme une marge de temps libre disponible pour effectuer d'autres tâches.

### 4.3.3.3. Route 65

Le Tableau 12 analyse la route 65 avec les contraintes initiales.

Tableau 12. – Route 65 sans changements

Route 65	Sans changements											
	Avec pause				Sans pause							
	Ordre chron.		Pré programmé avec priorité		Ordre chron.		Pré programmé avec priorité					
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2	1	--	2
Nb d'appels	19	--	4	21	--	2	19	--	4	21	--	2
Durée totale	7 h 15	--	2 h 54	7 h 01	--	3 h 08	6 h 55	--	2 h 54	6 h 13	--	3 h 08
Temps d'attente	0 h 04	--	1 h 18	0 h 11	--	1 h 44	0 h 14	--	1 h 18	0 h 14	--	1 h 44
Distance parcourue	307	--	83	261	--	85	307	--	83	236	--	85
Temps conduit	5 h 08	--	1 h 18	4 h 43	--	1 h 12	5 h 08	--	1 h 18	4 h 23	--	1 h 12
Heure départ	8 h 01	--	8 h 43	8 h 40	--	8 h 30	8 h 01	--	8 h 43	8 h 43	--	8 h 30
Heure arrivée	15 h 17	--	11 h 38	15 h 42	--	11 h 38	14 h 57	--	11 h 38	14 h 56	--	11 h 38

En respectant strictement toutes les contraintes, l'algorithme n'a pas été en mesure de créer une seule route avec tous les appels. On peut remarquer ici le kilométrage très élevé des différents scénarios. Il faut comprendre que ces appels sont répartis entre les 2 rives de Québec, et ce, tout au long de la journée. Les résultats et la performance sont donc extrêmement sensibles aux choix de l'ordre d'insertion et des options.

Le Tableau 13 traite les contraintes modifiées afin de permettre d'arriver plus tard que l'heure prévue par les services demandés, comme réalisé par le messenger de Med Express. Cette route possédait un peu plus de 30 % de retard.

Tableau 13. – Route 65 avec la possibilité d'arriver en retard

Route 65	Possibilité d'arriver en retard									
	Avec pause				Sans pause					
	Ordre chron.		Pré programmé avec priorité		Ordre chron.		Pré programmé avec priorité			
# de route	1	--	2	1	--	2	1	--	2	
<b>Nb d'appels</b>	22	--	1	22	--	1	22	--	1	23
<b>Durée totale</b>	6 h 50	--	0 h 51	6 h 48	--	0 h 51	6 h 48	--	0 h 21	6 h 38
<b>Temps d'attente</b>	0 h 28	--	0 h 00	0 h 25	--	0 h 00	0 h 57	--	0 h 00	0 h 38
<b>Distance parcourue</b>	232	--	15	233	--	15	232	--	15	229
<b>Temps conduit</b>	4 h 12	--	0 h 15	4 h 13	--	0 h 15	4 h 12	--	0 h 15	4 h 18
<b>Heure départ</b>	8 h 16	--	12 h 55	8 h 18	--	12 h 55	8 h 16	--	12 h 55	8 h 18
<b>Heure arrivée</b>	15 h 06	--	13 h 46	15 h 06	--	13 h 46	15 h 05	--	13 h 16	14 h 56

Encore une fois, l'algorithme a pu trouver une solution pouvant satisfaire tous les appels en une seule route. Les résultats sont cependant très similaires à ceux de Med Express. La durée totale se voit un peu amoindrie, au détriment d'une faible augmentation de la distance parcourue. On peut expliquer ces faibles variations par la différence des temps de chargements et de la vitesse du chauffeur.

#### 4.3.3.4. Avec ou sans pause

En général, pour l'algorithme le fait de supprimer la pause a eu un effet bénéfique sur les routes. Par contre, l'impact global n'a pas été très marquant. Les changements se manifestent selon le niveau de la demande sur les heures de dîner. Or, pour une route où très peu d'appels sont placés entre 11h30 et 13h30, il n'y aura presque pas d'impact sur la

durée totale. Cependant, on verra le temps d'attente total diminuer. On peut remarquer le cas de la Route 59 où le retrait de la pause se remarque par une diminution exacte de 30 minutes sur l'attente totale.

#### **4.3.3.5. Ordre d'insertion**

Contrairement à l'insertion de la pause, le fait de répondre aux appels dans l'ordre de leur arrivée est définitivement un désavantage. En effet, avec ou sans pause, l'algorithme trouve constamment un meilleur résultat lorsqu'il connaît les appels à l'avance. Une des raisons est que l'algorithme a d'abord été conçu pour traiter des appels préprogrammés. Il est donc très probable qu'un algorithme de construction des routes en temps réel donnerait de meilleurs résultats.

La deuxième raison est que le fait de connaître à l'avance des requêtes est un avantage non négligeable pour la conception de routes. Comme dans tout problème, l'information supplémentaire permet toujours d'avoir un résultat équivalant ou du moins, de meilleure qualité. Le but premier de l'algorithme est de répondre à plus de clients possibles dans la même route. Par la suite, le second objectif est de diminuer au plus possible le temps de déplacement (et non pas le kilométrage).

Le fait de traiter les routes comme des préprogrammés a été bénéfique, car il a été possible d'insérer, pour les 3 routes avec les contraintes relâchées, 5 appels de plus, par rapport à l'ordre chronologique.

#### **4.3.4. Analyse de l'algorithme**

Dans cette section, différents aspects de l'algorithme de construction seront explorés. La sensibilité des temps de chargement sera donc abordée. De plus, nous nous questionnerons sur la précision des heures de collecte/livraison de Med Express. Finalement, l'algorithme de résolution sera analysé.

#### 4.3.4.1. Sensibilité

Dès le début de l'analyse des routes de Med Express, nous avons soulevé l'hypothèse que le temps de chargement pouvait être régulièrement inférieur à 3 minutes. Ainsi, la diminution d'une seule minute modifie directement le temps global de la livraison ce qui devrait améliorer grandement les résultats. Pour chacune des trois routes, des tests ont été menés pour mesurer l'impact d'une diminution d'une minute du temps de chargement. Les résultats sont présentés aux Tableaux 14, 15, 16.

Tableau 14. – Route 33 – Sensibilité du temps de chargement

Route 33	Sans changements			Cueillir à l'avance + retard				
	3 minutes		2 minutes	3 minutes	2 minutes			
# de route	1	--	2	1	--	2	1	
Nb d'appels	39,5	--	4	42,5	--	1	43,5	43,5
Durée totale	8 h 34	--	2 h 01	8 h 07	--	0 h 18	8 h 42	8 h 06
Temps d'attente	0 h 21	--	0 h 28	0 h 59	--	0 h 00	0 h 42	1 h 41
Distance parcourue	207	--	42	183	--	11	167	154
Temps conduit	5 h 15	--	1 h 09	5 h 01	--	0 h 14	4 h 45	4 h 18
Heure départ	8 h 00	--	8 h 29	8 h 16	--	9 h 52	7 h 44	8 h 22
Heure arrivée	16 h 35	--	10 h 31	16 h 23	--	10 h 10	16 h 27	16 h 29

Tableau 15. – Route 59 – Sensibilité du temps de chargement

Route 59	Sans changements			Cueillir à l'avance				
	3 minutes		2 minutes		3 minutes	2 minutes		
# de route	1	--	2	1	--	2	1	1
Nb d'appels	32	--	3	33	--	2	35	35
Durée totale	8 h 43	--	6 h 17	8 h 35	--	6 h 02	8 h 42	8 h 33
Temps d'attente	2 h 08	--	5 h 21	2 h 47	--	5 h 16	2 h 17	3 h 17
Distance parcourue	162	--	23	151	--	25	148	126
Temps conduit	4 h 22	--	0 h 40	4 h 17	--	0 h 37	4 h 16	3 h 50
Heure départ	7 h 30	--	8 h 58	7 h 32	--	9 h 11	7 h 30	7 h 32
Heure arrivée	16 h 13	--	15 h 15	16 h 08	--	15 h 13	16 h 13	16 h 06

Tableau 16. – Route 65 – Sensibilité du temps de chargement

Route 65	Sans changements			Arriver en retard				
	3 minutes		2 minutes		3 minutes	2 minutes		
# de route	1	--	2	1	--	2	1	1
Nb d'appels	21	--	2	22	--	1	23	23
Durée totale	6 h 13	--	3 h 08	6 h 00	--	0 h 27	6 h 38	6 h 28
Temps d'attente	0 h 14	--	1 h 44	0 h 42	--	0 h 00	0 h 38	0 h 36
Distance parcourue	236	--	85	222	--	30	229	246
Temps conduit	4 h 23	--	1 h 12	4 h 14	--	0 h 23	4 h 18	4 h 42
Heure départ	8 h 43	--	8 h 30	8 h 45	--	8 h 00	8 h 18	8 h 33
Heure arrivée	14 h 56	--	11 h 38	14 h 36	--	8 h 27	14 h 56	15 h 01

Tableau 17. – Résumé des impacts reliés à la durée des livraisons (sans changements)

<b>Différence</b>	<b>Route 33</b>	<b>Route 59</b>	<b>Route 65</b>
<b>Nb d'appels</b>	3	1	0,5
<b>Distance (km)</b>	- 24	- 11	- 14
<b>Distance (%)</b>	- 11,6	- 6,8	- 5,9
<b>Temps de conduite</b>	- 0 h 14	- 0 h 05	- 0 h 09
<b>Durée totale</b>	- 0 h 27	- 0 h 08	- 0 h 13

Tableau 18. – Résumé des impacts reliés à la durée des livraisons (avec changements)

<b>Différence</b>	<b>Route 33</b>	<b>Route 59</b>	<b>Route 65</b>
<b>Nb d'appels</b>	0	0	0
<b>Distance (km)</b>	- 13	- 22	+ 15
<b>Distance (%)</b>	- 7,8	- 14,9	+ 6,5
<b>Temps de conduite</b>	- 0 h 27	- 0 h 26	+ 0 h 24
<b>Durée totale</b>	- 0 h 36	- 0 h 09	- 0 h 10

Les Tableaux 17 et 18 résument les résultats de la sensibilité du temps de chargement. Ils montrent que, contrairement à l'insertion de la pause, l'impact de la diminution d'une minute sur le temps de chargement est très important. Toutes les routes ont vu leur durée totale diminuer. À l'exception de la route 65 avec le relâchement des contraintes, on retrouve une diminution de la distance parcourue et du temps de conduite. La route 33, soit la plus occupée, est la plus affectée par cette modification. On retrouve presque 30 minutes d'économie de temps sur la durée totale. Évidemment, plus le nombre d'arrêts est important, plus la modification du temps de chargement aura de l'impact. Cela montre l'importance de la précision des données dans la construction des tournées.

#### ***4.3.4.2. Précision***

L'analyse de cette journée repose sur les données de Med Express. Bien que la majorité des données soient prises directement à partir du système informatique, certains éléments peuvent être différents de la réalité. L'heure d'appel, le type de service ainsi que toutes les informations sur les clients sont très précis, car ils proviennent directement de la base de données. Les répartiteurs travaillent avec la même information pour la formation des routes.

Par contre, certains éléments semblent erronés. En effet, les temps de collecte et de livraisons semblent parfois être incohérents. Lors de la reconstitution des trois routes, plusieurs temps semblaient très courts et d'autres très longs. Dans le premier rapport, nous avons expliqué le processus de communication entre les messagers et les répartiteurs. Les messagers doivent, après chaque arrêt, envoyer une confirmation au système. Par contre, certains indices portent à croire qu'il serait possible que les livreurs n'envoient pas systématiquement le message à l'heure exacte. Cette incertitude rend plus difficile l'analyse des données de Med Express. Nous faisons cependant l'hypothèse que les heures marquées sont conformes.

#### ***4.3.4.3. Moteur de résolution***

L'algorithme de construction vise à reproduire le processus de construction des routes effectué par les répartiteurs de Med Express. Par contre, le fait de pouvoir tester toutes les insertions possibles donne un grand avantage à l'algorithme. La puissance de calcul est beaucoup plus grande que celle d'un humain, ce qui lui donne un certain avantage. À l'opposé, il est très important de considérer que l'algorithme développé en est toujours à sa première phase. L'effort majeur a été consenti afin que l'algorithme tienne compte du maximum de contraintes propres à Med Express et qu'il produise des routes réalisables et acceptables. Aussi, nous sommes parfaitement conscients que cette première version de l'algorithme pourrait être grandement améliorée. En effet, les divers tests effectués démontrent une grande sensibilité de l'algorithme à de légers changements aux données,

cela confirme généralement un manque de robustesse de la part de l’algorithme. Il est bien connu que les algorithmes qui tiennent compte de fenêtres de temps sont parfois difficiles à développer. Dans des suites au projet nous pourrions concentrer les efforts à améliorer la performance de l’algorithme ce qui pourrait peut-être mener à des conclusions légèrement différentes par rapport à la qualité des routes de Med Express.

## 4.4. Analyse globale

### 4.4.1. Med Express

Cette section présentera l’analyse globale de la journée type fournie par Med Express. L’algorithme essaiera donc de satisfaire tous les appels avec un nombre limité de chauffeurs. En analysant les trois routes de Med Express, nous nous sommes rendu compte qu’un grand nombre d’appels étaient livrés en retard. De plus, quelques appels étaient cueillis à l’avance. La Figure 6 montre la répartition du nombre d’appel par route à partir des données fournies de Med Express.

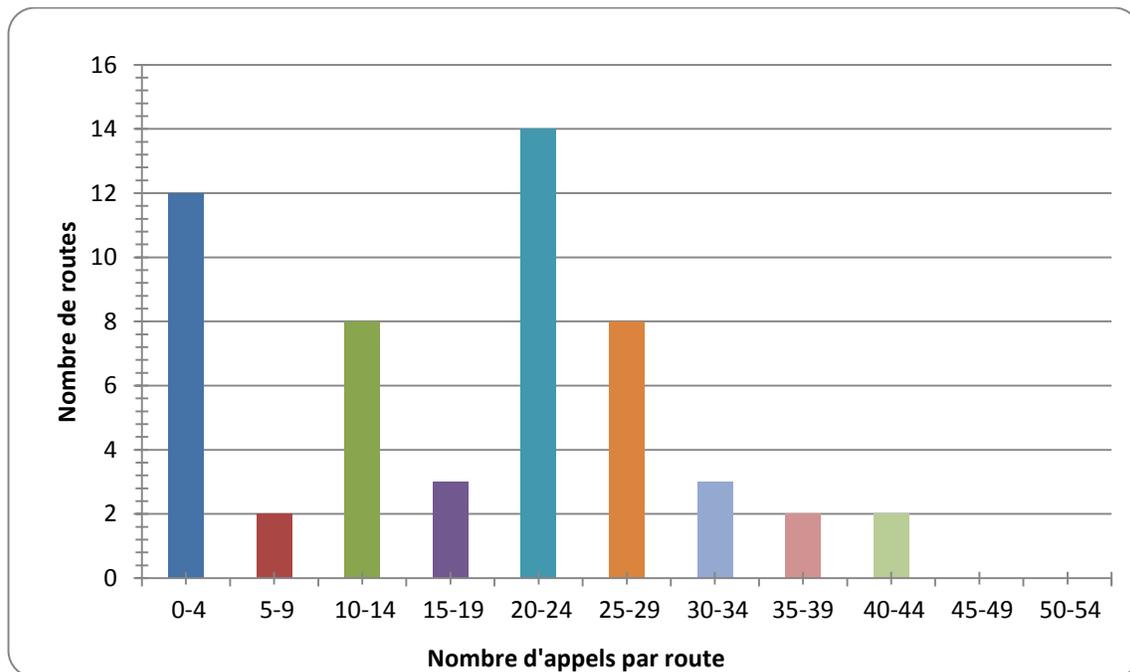


Figure 6. – Répartition des routes (Résultats de Med Express)

En abscisse, on retrouve l'intervalle du nombre d'appels répondu par chaque route. En ordonnée, il s'agit du nombre de routes possédant le nombre d'appels de l'intervalle choisi. Par exemple, on retrouve 12 routes possédant entre 0 et 4 appels, comparativement à 14 routes entre 20 et 24 appels.

Le Tableau 19 présente des statistiques diverses sur les données en notre possession. Le descriptif de chaque ligne est le suivant :

**Nombre d'appels** : nombre total d'appels répondus dans la journée.

**Nombre d'appels partiels** : un appel partiel est un appel qui n'est pas répondu entièrement par le même livreur. Par exemple, un messenger X va cueillir l'appel, le messenger X donnera ensuite le colis au messenger Y qui ira le livrer. Cette pratique n'est pas encouragée, mais est toutefois présente.

**Nombre de routes** : le nombre de messagers à avoir travaillé durant la journée.

**Nb. Moyen d'appels** : en moyenne, combien d'appels ont été répondus dans chacune des routes.

**Nombre de retards** : à partir des heures d'appel et du type de service, nous avons calculé le nombre d'appels qui ont été répondu en retard. Les heures utilisées sont celles qui ont été prises à partir du fichier. Un appel est considéré en retard lorsque l'heure de livraison est supérieure à l'heure d'appel plus le temps du service associé. Bien que la précision des temps soit inconnue, nous avons fait l'hypothèse que ces heures étaient vraies.

**Retard (%)** : le pourcentage d'appels en retard

**Heures totales retard** : la somme en heures de tous les retards.

**Retard moyen :** lors d'un retard, le temps moyen de ce retard.

**Nombre de chargement plus tôt :** le nombre d'appels ayant été cueilli avant l'heure d'appel.

**Chargement plus tôt (%) :** le pourcentage des appels cueillit avant l'heure d'appel.

**Heures totales avance :** la somme de toutes les avances.

**Avance moyenne :** lors d'une collecte effectuée à l'avance, le temps moyen de cette avance.

Une statistique importante montre 387 retards soit 38% des appels, avec un retard moyen de 22 minutes.

**Tableau 19. – Résumé de la performance globale de Med Express**

<b>nombre d'appels</b>	998
<b>Nombre d'appels partiels</b>	22
<b>Nombre de routes</b>	54
<b>Nb moyen d'appels</b>	18,46
<b>Nombre de retards</b>	387
<b>Retard (%)</b>	38,74
<b>Heures totales retard</b>	376,32
<b>Retard moyen</b>	00:22:39
<b>Nombre de chargements plus tôt</b>	105
<b>Chargement plus tôt (%)</b>	10,51
<b>Heures totales avance</b>	146,88
<b>Avance moyenne</b>	00:08:50

#### 4.4.2. Algorithme de routage

L'algorithme sera maintenant utilisé pour résoudre le problème de la journée au complet avec tous les 998 appels. Il faut noter qu'aucun retard ne sera permis et aucun appel ne sera répondu à l'avance. En ayant toutes les contraintes imposées, il est évident que le problème à résoudre est plus complexe et cela entraîne un désavantage majeur. Nous allons ensuite nous comparer afin de tirer conclusion de la performance de l'algorithme.

Med Express nous a fourni une journée de 998 appels incluant des appels commençant en soirée et des appels longue distance. Ces appels ont été écartés pour ne pas pénaliser l'algorithme.

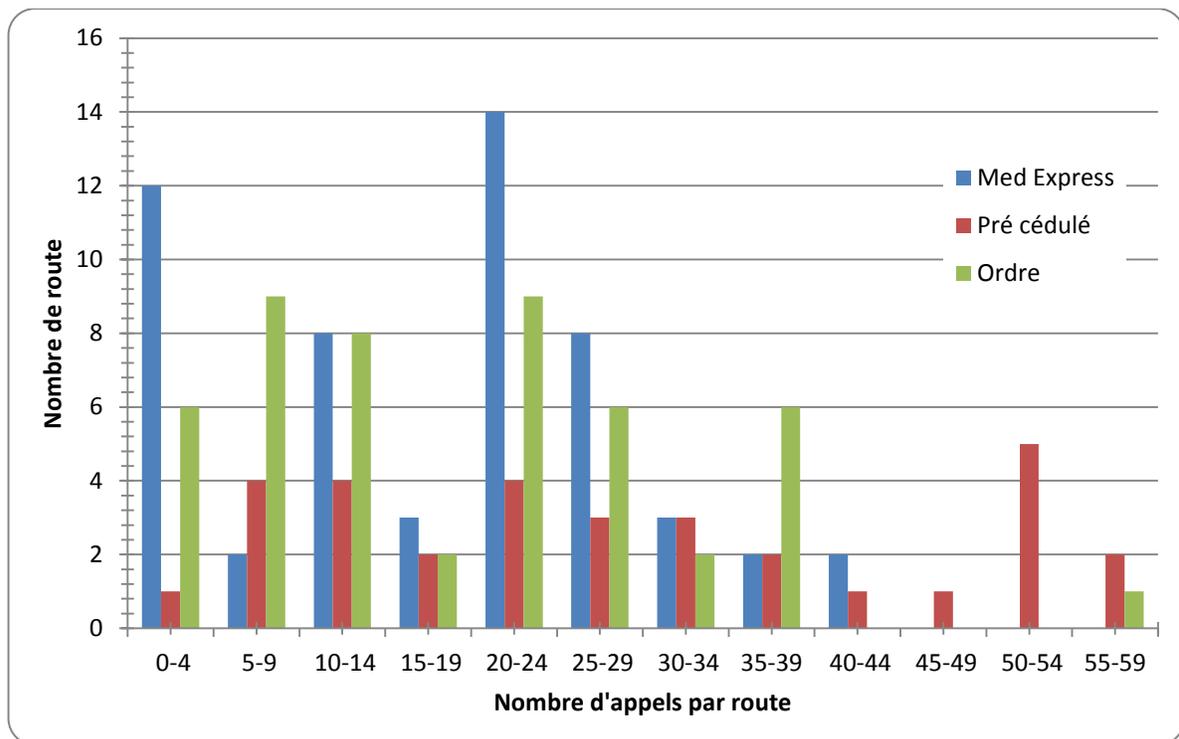


Figure 7. – Répartition des routes (Résultats de l'algorithme)

Tableau 20. – Résumé des résultats globaux de l'algorithme

	Ordre	Préprogrammé
Nombre Appel	946	946
Nombre appel partiel	0	0
nombre de route	50	34
Nb moyen d'appels	18.92	27.83
Distance totale parcourue (km)	9872	8110

Le fichier Excel que nous avons utilisé contient 998 appels. Par contre, 27 appels avaient des services inactifs. On entend par service inactif les services qui ne sont pas effectués à des heures normales ou qui sont considérés comme exceptions. Ces services sont en fait traités séparément des routes régulières. Nous ne les avons donc pas inclus lors de la formation des routes. On retrouve également 64 appels avec un service *Lendemain*. Dans le cas d'un service *Lendemain*, l'algorithme compte une cueillette ou une livraison comme un demi-appel. Autrement dit, au lieu de retrouver 64 appels répondus pour les services *Lendemain*, on retrouvera 32 appels. Bien que le nombre d'appels répondus soit de 914, le nombre d'appels répondu véritable est de 946 (914+32). Il y a donc 25 appels qui sont jugés impossibles à réaliser.

Malgré la différence d'appels, il est possible d'affirmer que l'algorithme de construction des routes donne de meilleurs résultats que les répartiteurs de Med Express. On retrouve beaucoup moins de routes et ces dernières sont plus remplies. Encore une fois, la gestion des appels en préprogrammés améliore grandement le résultat. Pour cette journée seulement, une flotte de 34 messagers suffirait pour répondre à tous les appels comparativement à 50 livreurs pour l'insertion en ordre. La différence d'insertion fait augmenter la moyenne d'appels répondus de plus de 6 appels par jour par messenger. En plus de rendre les routes plus occupées, la distance totale parcourue par la flotte diminue de 1762 km soit une diminution de 21,72%.

Pour ce qui est de l'insertion en ordre des appels, le résultat est semblable aux résultats de Med Express quant au nombre moyen d'appels répondu par route. Par contre, aucun appel n'est livré en retard ce qui est un grand avantage. En ajoutant le fait qu'il n'y a pas de collecte à l'avance, il est possible d'affirmer que les routes construites par l'algorithme sont meilleures.

#### 4.5. Récapitulatif

Ce chapitre avait pour objectif de développer un moteur de résolution permettant d'analyser la qualité du processus de planification des tournées de Med Express.

L'algorithme développé a été décrit en détail. Il permet de tenir compte de l'ensemble des contraintes de Med Express et de générer des routes réalisables et jugées acceptables par les gestionnaires de l'entreprise.

Puisque l'algorithme se doit de respecter strictement les contraintes, plusieurs variantes ont été développées et testées. Trois routes très différentes ont été analysées en détail. On retrouvait la Route 33 avec la caractéristique d'être bien chargée, la Route 59 avec plus de 50 % d'appels cueillis à l'avance et la Route 65 avec 30 % de retard, mais aucune avance sur les appels. Nous avons ensuite comparé les temps de conduite et les durées totales calculés avec le logiciel MapPoint pour justifier son utilisation. On a retrouvé une différence de 5,7% quant à la durée totale, ce qui est très faible compte tenu de toute la variabilité de la circulation et des temps de chargement.

Lors de l'analyse des routes 33, 59 et 65, certains faits nous sont apparus comme étant troublants. En effet, il y a une grande quantité de retards, soit 38% au total des appels. Le retard moyen est de 22 minutes. En plus des retards, plus de 100 appels ont été cueillis à l'avance, ce qui peut permettre encore une fois un avantage quant au respect strict des contraintes. Afin de se comparer adéquatement, 3 scénarios ont été utilisés. L'algorithme a été premièrement utilisé avec les données brutes, sans changements. Ensuite, nous avons reproduit la possibilité de cueillir avant l'heure prévue de cueillette pour ainsi

relâcher quelques contraintes. Finalement, nous avons également augmenté les fenêtres de temps pour permettre le même retard qu'a réalisé Med Express. En plus de ces scénarios, 2 ordres d'insertion des appels ont été utilisés dans l'algorithme pour simuler l'avantage de connaître à l'avance tous les appels de la journée.

Dans les 3 routes sans changements, il n'a jamais été possible de réaliser tous les appels avec une seule et unique route. Cependant, en modifiant les contraintes, l'algorithme a aisément trouvé une solution unique et supérieure à Med Express. Cela a prouvé que Med Express pourrait effectivement faire mieux en ayant plus d'outils d'aide à la décision.

Dans un deuxième temps, pour vérifier la robustesse de l'algorithme, une analyse de sensibilité a été effectuée avec le temps de chargement. Selon le directeur des opérations, un temps moyen de 3 minutes semblait être adéquat pour simuler le chargement et le déchargement à chaque point de service de la route. En diminuant ce temps à 2 minutes, on a remarqué une nette amélioration avec une durée totale et un kilométrage inférieur. En observant la grande variabilité des résultats en changeant également l'ordre d'insertion, il est évident que l'algorithme manque de robustesse. La complexité du problème de cueillette et livraison avec fenêtres de temps rend très difficile la conception d'un tel algorithme.

Après avoir considéré les routes 33, 59 et 65, nous avons appliqué l'algorithme à l'ensemble des routes de la journée. Encore une fois, on a pu constater de meilleurs résultats avec moins de chauffeurs et des routes plus remplies. Ces résultats démontrent que la formation myope des routes effectuées par Med Express réduit grandement la performance globale. La gestion des appels préprogrammés est également très importante. Que ce soit lors de l'analyse des trois routes individuelles ou au global, le fait de traiter les routes en précédule donne un avantage considérable. Ce résultat devrait motiver grandement la planification de ces appels à l'avance.

Bien que l'algorithme n'avait pour but que de fournir un point de comparaison pour les routes de Med Express, les résultats obtenus ont été très satisfaisants et compétitifs. Nous

sommes persuadés que, avec un peu plus de temps et de travail sur l’algorithme, des meilleurs résultats, mais surtout une meilleure robustesse seraient atteints.

## **5. Planification collaborative des opérations de transport**

Ce chapitre constitue la troisième partie de notre mandat. Après avoir analysé les routes construites par la compagnie, nous en sommes venues à la conclusion qu’il existe une certaine marge pour continuer à améliorer les résultats. Le présent rapport a pour objectif d’étudier si une souplesse, même légère, des heures d’appels pourrait avoir un impact important sur la construction des routes.

Après avoir présenté les résultats actuels, nous avons séparé les appels d’Approvisionnement des Deux Rives pour regarder l’impact du traitement séparé des deux types d’appels.

La dernière étape consistait à accepter une tolérance de 15 minutes avant ou après l’heure d’appel tout en gardant le même type de service. Toutefois, cette souplesse ne transforme, par exemple, un service 1 heure en un service 1h15 minutes. Sur les 303 appels, seulement 70 ont vu leur heure d’appel modifié, et ce, de 8 minutes en moyenne. Bien que ces changements soient plutôt minimes, l’algorithme a été en mesure d’assigner en moyenne 37 appels par route, une amélioration de 6 appels par route faisant diminuer le nombre de routes à 8 (une diminution de 2 routes). Malgré une augmentation de 16 appels répondus, la flotte a parcouru 318 kilomètres de moins, une amélioration de 17,5 %.

Ces résultats démontrent qu’il est très avantageux d’utiliser l’information connue à l’avance, mais surtout que si l’on accepte de changer légèrement certaines heures de service, des améliorations globales peuvent être obtenues. De plus, le fait de désengorger certaines périodes de la journée améliore grandement les routes construites sans avoir un impact majeur sur les appels touchés.

## 5.1. Effet de la souplesse sur la planification

Lors de l'analyse des routes construites, nous avons observé que, souvent, quelques minutes de différence sur quelques appels pouvaient changer le résultat final de façon importante. De plus, il existe des périodes dans la journée où plusieurs appels de service sont demandés simultanément. Nous nous sommes donc interrogés sur l'impact de coordonnée ces appels de façon à désengorger certaines périodes de la journée. Il est évidemment impossible de demander aux clients ponctuels de Med Express de coordonner leurs appels. Cependant, A2R étant un client très important, ce dernier pourrait être intéressé à collaborer pour réduire l'ensemble de ses coûts. À titre d'exemple, à lui seul A2R représente 320 appels de service pour la journée du 8 septembre 2010, soit 32% de la totalité des appels.

## 5.2. Méthodologie de recherche

Afin de connaître l'impact de la coordination de la demande d'Approvisionnement des Deux Rives (A2R), la première étape consistera à séparer les appels de service de A2R du reste des appels. Les appels d'A2R sont tous des appels préprogrammés. Nous avons constaté dans le rapport 2 que le fait de traiter les appels connus à l'avance donne de meilleurs résultats. Les appels d'A2R seront donc traités comme préprogrammés et le reste des appels le seront en temps réel. Il y aura donc deux étapes lors de la formation des routes : le traitement des appels d'A2R en préprogrammé et le reste des appels et temps réel (qui sera traité une seule fois). En plus de nous donner un point de comparaison pour les futures modifications, la première modification permettra de déterminer s'il est avantageux de séparer les appels préprogrammés des appels courants. L'analyse des routes construites par l'algorithme de routage a permis de montrer que, souvent, un seul appel contraint le reste de la journée. Pour être en mesure de coordonner plus efficacement les appels de service, un relâchement de 15 minutes à l'ensemble des fenêtres de temps des appels d'A2R sera appliqué. Cette souplesse permettra d'identifier

les appels critiques. Par la suite, il sera possible de déplacer ces appels pour mieux les coordonner.

### 5.2.1 Exemple numérique

Pour être en mesure de mieux expliquer le concept de souplesse, nous avons créé un exemple numérique. La première situation représente les contraintes actuelles. L'ordre des tâches est donc : C1 – L1 – C2 – (L2-C3) – C4 – L4 – L3 – C5 – C6 – L6 – L5 – C7 – L7 – C8 – L8. Cette solution donne une route de 254 km.

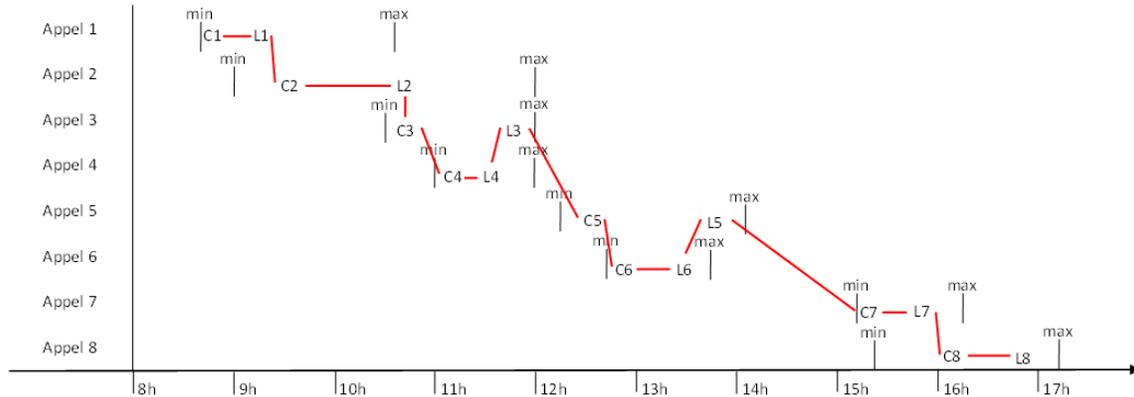


Figure 8. – Route originale

En relaxant les contraintes, plus de temps est alloué pour les appels ce qui permet une réorganisation des appels. La figure ci-dessous montre la relaxation des contraintes, les plages horaires initiales étant identifiées en pointillé.

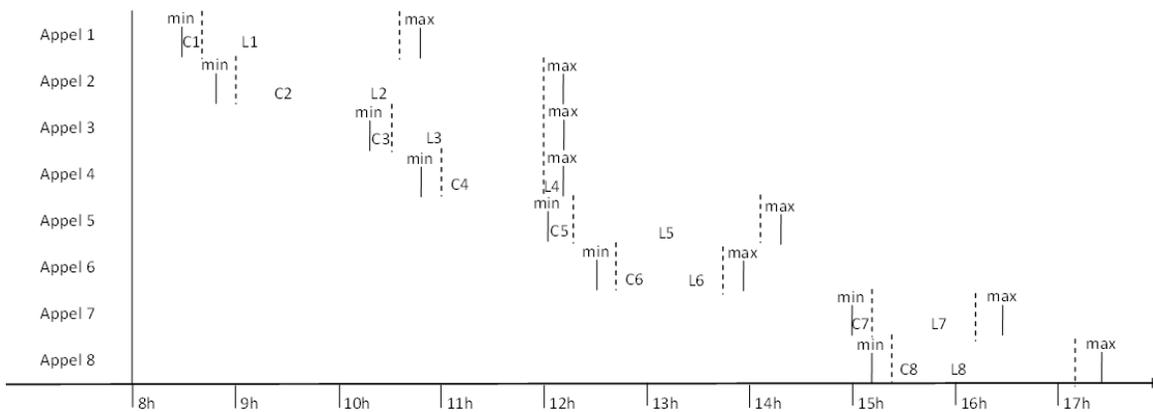


Figure 9. – Relaxation des contraintes

Finalement, les fenêtres de temps sont réduites à leur dimension initiale et déplacées pour permettre les changements.

Route initiale: C1-L1-C2-(L2-C3)-C4-L4-L3-C5-C6-L6-L5-C7-L7-C8-L8.

Route finale : C1-L1-C2-(L2-C3)-**L3**-C4-L4-C5-C6-**L5**-L6-C7-**C8**-L7-L8.

Ces trois changements ont permis de diminuer la durée totale de 40 minutes tout en diminuant la distance parcourue de 12 kilomètres.

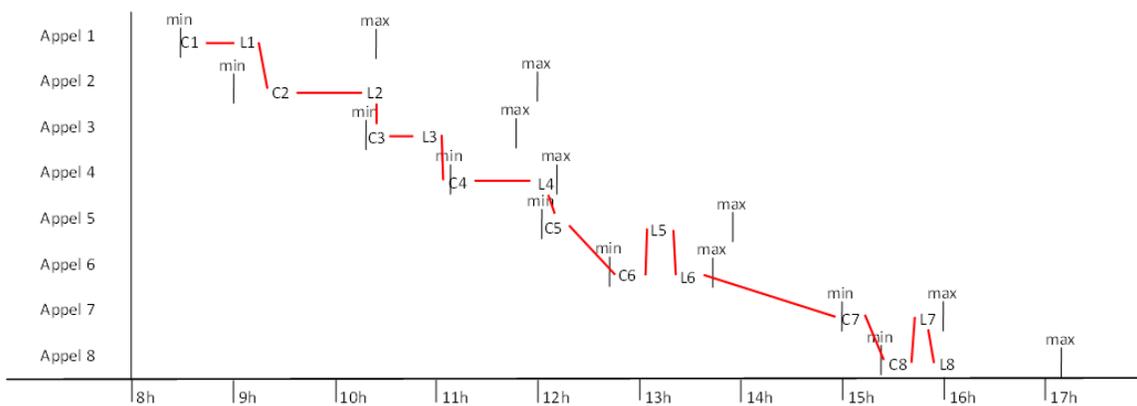


Figure 10. – Nouvelle route

### 5.3. Résultats numériques

Dans cette section, nous abordons les différentes étapes qui ont été suivies pour être en mesure de chiffrer le gain d'une collaboration entre les différents points de service. Nous commençons par regarder les résultats actuels, sans aucun changement. La deuxième étape sera de regarder l'impact de traiter les appels préprogrammés séparément des appels courants. Finalement, nous regardons la possibilité d'introduire une légère souplesse dans l'exécution des appels de service et comment cette souplesse pourrait avoir une influence sur les routes créées.

#### 5.3.1. Routes actuelles

La première étape consiste simplement à afficher le résultat actuel. Aucune modification n'a été apportée à l'algorithme. Les résultats sont donc les mêmes que celui du rapport 2. Pour nous rapprocher de la réalité, nous avons utilisé l'heure d'appel comme critère d'insertion. Encore une fois, aucun retard n'est permis. Le Tableau 21 présente les statistiques de la solution actuelle.

Tableau 21. – La solution initiale

Nombre d'appels	914
Nombre d'appels partiels	0
Nombre de routes	50
Nb moyen d'appels	18,28
Distance totale parcourue (km)	9872

### 5.3.2. Traitement séparé des appels

Nous savons que le fait de traiter les appels comme préprogrammés est avantageux. Par contre, l'impact de séparer les deux types d'appel est inconnu. Nous avons donc pris les appels d'A2R et les avons traités comme des préprogrammés. Nous avons ensuite traité le reste en tant qu'appels courants. En pratique, une journée composée d'un petit nombre d'appels préprogrammés se verra assigner d'autres appels au court de la journée. Pour l'instant, l'algorithme de routage ne permet pas cette option, ce qui fait qu'il n'y a aucune route ne contient des appels préprogrammés ainsi que des appels courants. Une route mixte (contenant les deux types d'appels) permettrait une meilleure gestion des appels ce qui donnerait un meilleur résultat global. Le Tableau 22 décompose les résultats lorsque les appels d'A2R sont isolés.

Tableau 22. – Les résultats décomposés

	A2R	Appels courants	Global
Nombre Appel	287	627	914
Nombre appel partiel	0	0	0
Nombre de routes	10	39	49
Nb moyen d'appels	28,70	16,89	18,65
Distance totale parcourue (km)	1806	7930	9736

Bien que le nombre de routes ne diminue que d'un, la distance totale parcourue diminue déjà de près de 140 km pour cette journée. En plus de donner plus d'appels par route (29 en moyenne), le fait d'avoir tous les appels préprogrammés sur les mêmes 10 routes permet une gestion beaucoup plus facile du reste de la flotte. Il s'agit donc d'une première source de gain.

Malgré un taux élevé de remplissage des routes, trois routes restent avec un petit nombre d'appels, soit 9, 3 et 1 (voir annexe 1). Ces trois routes pourraient par contre être

construites avec d'autres appels en cours de journée, ce qui diminuerait encore une fois le nombre de messagers requis.

La colonne A2R du Tableau 2 présente donc la solution à améliorer. Cette solution signifie qu'il est possible, sans aucun changement, de répondre aux 287 appels de A2R à l'aide de 10 routes pour un kilométrage total de 1806 km.

### 5.3.3. Souplesse dans l'exécution des appels

En donnant la possibilité aux messagers d'arriver 15 minutes avant l'heure d'appel ou 15 minutes après l'heure maximale possible, le stress sur le système s'amenuise. Cela donne, encore une fois, de meilleurs résultats. Évidemment, plus le temps de relaxation augmente, meilleurs seront les résultats. Il est à noter que toutes les fenêtres de temps ont la même durée. En effet, si l'heure de collecte est devancée de 15 minutes, l'heure de livraison le sera également. L'étendue globale de livraison pour chaque requête demeure donc la même, elle est simplement déplacée dans le temps.

En effectuant cette coordination, le Tableau 23 montre qu'il est possible de réduire le nombre de routes de 10 à 8 tout en faisant baisser le kilométrage total de 1806 km à 1579 km ce qu'il y ait une amélioration importante.

**Tableau 23. – Les résultats avec coordination**

	Avec relaxation	Sans relaxation
Nombre d'appels	287	287
Nombre d'appels partiels	0	0
Nombre de routes	8	10
Nb moyen d'appels	35,88	28,70
Distance totale parcourue (km)	1579	1806

Sans être une relaxation de contrainte, le fait d'assouplir les exigences sur les heures de passage a donc soulagé le système, ce qui a laissé plus de marge libre. L'algorithme a donc été capable d'insérer plus d'appels par route avec une moyenne de 36 appels (une augmentation de 25%). Finalement, le nombre de kilomètres parcourus a diminué de 227 km.

Bien que les résultats se soient grandement améliorés, le nombre d'appels touchés par ces changements d'heures n'est pas si nombreux comme le démontre le Tableau 4. Sur les 287 appels répondus, 67 appels ont été déplacés : un appel a été devancé l'heure initialement prévue et 66 ont été repoussés plus tard que l'heure maximale initialement négociée. De plus, le temps de déplacement est de moins de 5 minutes pour l'appel cueilli à l'avance et de 9 minutes pour les appels livrés plus tard que l'heure originale. Il est donc possible d'affirmer que les modifications sont plutôt minimales comparativement au gain global sur les routes.

En bref, en acceptant de déplacer l'heure de 67 requêtes sur 287 d'une durée de moins de 10 minutes il est possible d'effectuer un gain de 227 km soit une amélioration de 12,56 %.

**Tableau 24. – Sommaire des modifications apportées**

	Collecte devancée	Livraison repoussée
Nombre	1	66
Moyenne	00:04:41	00:08:54

	Sans changement	Séparer les types	Coordination des appels
Nombre d'appels	914	914	914
Nombre d'appels partiels	0	0	0
Nombre de routes	50	49	47
Nb moyen d'appels	18,28	18,65	22.85
Distance totale parcourue (km)	9872	9736	9509

#### 5.4. Récapitulatif

Dans ce chapitre nous avons isolé les appels d'Approvisionnement des Deux Rives pour mesurer les gains possibles d'une meilleure planification de ces requêtes.

Lorsque l'on traite les appels de A2R de façon indépendante, nous obtenons 10 routes pour un total de 1806 km.

Nous avons ensuite testé l'impact d'une souplesse dans les exigences des appels de services. Pour ce faire, nous avons accepté de devancer ou de repousser les appels d'une période de 15 minutes. Sur l'ensemble des 287 appels, un appel a été devancé et 66 ont été repoussés d'une moyenne d'environ huit minutes. Ces légers changements ont permis de réduire le nombre de routes de 10 à huit et de réduire le kilométrage de 1806 km à 1579 km soit une réduction de 12,56 %.

Ces résultats démontrent de façon évidente les gains potentiels associés à une meilleure planification dans le temps des requêtes de la part de A2R. Nos études permettent d'évaluer le coût que la rigidité des modes de service impose à Med Express et, également, d'estimer les économies qu'une souplesse dans l'exécution d'une partie des requêtes (quand la nature de la requête le permet, bien entendu) rapporterait. Il nous

semble que, avec les informations et constats de notre prototype, A2R et Med Express ont tout intérêt à étudier plus en profondeur cet élément.

## **6. Analyse finale**

Le dernier chapitre a pour but de faire une synthèse des trois premiers chapitres. Dans un premier temps, nous ferons un résumé des principales conclusions de chacun des mandats du projet. Par la suite, les forces et faiblesses du processus d'affaire de Med Express seront soulignées. Finalement, des recommandations globales seront émises afin de conclure notre mandat avec la Compagnie Med Express inc.

### **6.1. Résumé des mandats**

#### **6.1.1. Chapitre 3 – Modélisation et cartographie des opérations de transport**

Le but de ce premier chapitre était de décrire et cartographier les opérations de Med Express. Le premier mandat présente la compagnie et se concentre sur le fonctionnement des opérations de transport et la formation des routes. L'objectif est de bien comprendre l'activité de planification des transports de Med Express.

Après avoir effectué cette cartographie, nous avons remarqué qu'un très grand nombre d'informations est géré par les répartiteurs. Le système informatique présent est très efficace pour rassembler l'information et aider la communication entre les différents individus reliés à la livraison. Par contre, aucun outil de construction des routes n'est utilisé pour aider les répartiteurs. Nous en sommes venus à la conclusion qu'il serait intéressant d'évaluer, à l'aide d'un logiciel les routes construites par Med Express pour être en mesure de porter un jugement sur la qualité de celles-ci.

### 6.1.2. Chapitre 4 – Optimisation des opérations de transport

Le quatrième chapitre avait pour but d'analyser la qualité des routes construites par Med Express. Pour ce faire nous avons élaboré un logiciel de construction des routes. Une bonne route permet de répondre au plus grand nombre d'appels de service possible tout en minimisant le temps de déplacement et en respectant les heures de livraison.

Après avoir présenté une définition formelle ainsi qu'une description du moteur de résolution, un échantillon de trois routes de Med Express ont été analysées en détail. Nous avons remarqué dans les routes élaborées manuellement un grand nombre de retards. Sur ces routes, près de 40 % des appels ont été livrés en retard ce qui est inquiétant au niveau du service à la clientèle. De plus, quelques cueillettes avaient été effectuées avant l'heure de la demande de service. Finalement, certaines contraintes définies lors du premier rapport se sont avérées non respectées. En effectuant plusieurs tests, nous en sommes venus à la conclusion que le logiciel donnait de meilleurs résultats sur ces routes. Par contre, lorsque le nombre d'appels sur une route est faible, les répartiteurs construisaient des routes équivalentes ou supérieures au logiciel. Par la suite, nous avons utilisé le logiciel sur l'ensemble des routes d'une journée de travail. Cela a mené à des améliorations importantes de l'ordre de 22 % en distance en plus de réduire le nombre de messagers de 50 à 34.

Nous en sommes venues à la conclusion que le logiciel donne de meilleurs résultats lorsque la situation est complexe. Ces résultats nous ont permis d'affirmer que la séparation myope des appels entre les quatre répartiteurs diminue l'efficacité globale de la flotte due à la division et à la faible flexibilité que les répartiteurs ont pour insérer les nouvelles requêtes.

### 6.1.3 Chapitre 5 – Planification collaborative des opérations de transport

Le chapitre 5 avait pour objectif d'étudier si une modification, même légère, des heures d'appels pourrait avoir un impact important sur la construction des routes.

Pour ce faire nous avons analysé l'impact d'une flexibilité accrue de 15 minutes avant ou après l'heure d'appel original. Par contre, tous les appels devaient garder le même type de service. Sur les 303 appels, 70 ont vu leur heure d'appel modifié de 8 minutes en moyenne. Bien que ces changements soient plutôt minimes, le logiciel a été en mesure d'assigner en moyenne 37 appels par route, une amélioration de 6 appels par route faisant diminuer le nombre de routes de 10 à 8. Malgré une augmentation de 16 appels répondus, la flotte a parcouru 318 kilomètres de moins, une amélioration de 17,5 %.

Ces résultats démontrent qu'il est très avantageux d'utiliser l'information connue à l'avance, mais surtout que si l'on accepte de changer légèrement certaines heures de service, des améliorations globales intéressantes peuvent être obtenues. De plus, le fait de désengorger, même très légèrement, certaines périodes de la journée améliore grandement les routes construites sans avoir un impact majeur sur les appels touchés.

## 6.2. Les forces

1. Des répartiteurs d'expérience : Med Express compte sur cinq répartiteurs qui ont beaucoup d'expérience. Cette équipe est fonctionnelle et capable de bien communiquer, ce qui aide à la formation de toutes les routes. Le fait d'avoir 5 personnes permet également de s'ajuster rapidement aux différents événements qui peuvent survenir dans une journée.
2. Le processus de réception des commandes : Le processus de prise de commande avec la chaîne des divers intervenants est très efficace et permet de minimiser les retards dans la prise des appels. La probabilité qu'un client tombe en attente est très faible ce qui est très bon pour le service à la clientèle. Les appels sont toujours répondus avec la personne la plus compétente disponible.
3. Le système informatique : Le système est très efficace pour afficher l'information nécessaire. Il gère également bien la communication entre les clients, les répartiteurs et les livreurs.
4. La réputation : La réputation et l'expérience de la compagnie sont sans aucun doute un point fort. De plus, la diversité des services offerts permet d'offrir une valeur ajoutée très intéressante au service de livraison.

### 6.3. Les faiblesses

1. Manque d'outils d'aide à la décision : Le premier point faible est le manque d'outil pour aider à la formation des routes. Cette situation rend difficile l'élaboration de bonne route tout en répondant aux contraintes de temps. Aucun outil ne permet à un répartiteur d'évaluer l'impact du positionnement d'un appel dans une route ou une autre.
2. Les retards : Bien que Med Express ait de bonnes relations avec ses clients, il est impossible de passer sous silence que près de 40 % des appels de services sont livrés en retard.
3. La division de l'information : Le grand volume d'appels contraint Med Express à avoir plusieurs répartiteurs qui travaillent en même temps. Or leurs choix sont souvent myopes c'est-à-dire qu'un placement d'appel peut être intéressant pour un répartiteur, mais être globalement une mauvaise décision. En effet, les répartiteurs ne connaissent pas l'état complet de la flotte en tout temps, ce qui induit des erreurs lors de l'assignation des appels.
4. Visualisation des messagers : Bien qu'il soit possible de voir la route d'un messenger sur Google Maps, ce processus reste plutôt lent et mal utilisé. Il n'existe aucun système de positionnement géographique qui permet de visualiser la configuration de la flotte à un moment précis.
5. Division du travail : Les répartiteurs travaillent pour leurs livreurs afin de leur donner le plus de livraisons possible. Un répartiteur pourrait donc être tenté de donner un appel à son livreur plutôt qu'à un autre, même si le livreur d'un autre répartiteur était dans une meilleure position (surtout en basse saison). Cette *concurrence* peut facilement créer des pertes d'efficacité ou de conflits.

## **5.4. Recommandations**

### **5.4.1. Recommandation 1 – Incorporer un module d’aide à la décision au système actuel**

Le système informatique actuel est très performant quant à la communication et à la transmission d’informations. Par contre, aucune aide à la formation des routes n’y est intégrée. Une première amélioration pourrait être d’informer le répartiteur des impacts d’insérer un appel à un endroit précis sur une route donnée. Le programme pourrait calculer le temps de déplacement et de livraison et informer le répartiteur des retards possibles. Le système devrait pouvoir permettre divers essais sur diverses routes. Sans être un algorithme de construction des routes, cette information supplémentaire pourrait aider grandement les répartiteurs.

### **5.4.2. Recommandation 2 – Isoler les appels pré programmés de A2R**

Med Express connaît déjà une bonne liste d’appels pré programmés qui pourraient être planifiés à l’avance, à l’aide du logiciel proposé, en respectant toutes les contraintes de Med Express. De cette façon, on isolerait plusieurs livreurs qui s’occuperaient uniquement de ces appels. Les répartiteurs auraient donc moins de chauffeurs à s’occuper, ce qui simplifierait les décisions à prendre. Ces livreurs auraient un horaire fixe et s’en remettraient aux répartiteurs seulement en cas de problème. Il sera alors plus facile d’optimiser la performance des livreurs sur ces appels spécifiques.

Le logiciel pourrait également gérer en temps réel les nouveaux appels. Il pourrait tenir à jour la position et la feuille de route des livreurs et proposer aux répartiteurs les meilleurs endroits où devrait être inséré le nouvel appel selon les critères choisis (minimiser le nombre de livreurs, minimiser la distance parcourue, minimiser la durée, maximiser le nombre d’appels effectués par livreur, etc.).

### **5.4.3. Recommandation 3 – Meilleure coordination entre les appels de A2R**

Il a été démontré qu’il serait très avantageux de mieux coordonner les appels de services de A2R. Les tests ont démontré que de petits décalages entre certains appels de services pourraient être grandement profitables à l’ensemble du réseau. Nous n’avons pas quantifié les gains potentiels, mais au niveau de l’efficacité des tournées, les potentiels semblent très grands. Une étude plus approfondie à ce niveau serait nécessaire.

### **5.4.4. Recommandation 4 – Outils de communication**

Il serait intéressant d’envisager le remplacement du système de communication avec les livreurs par un système plus rapide, plus efficace, où les répartiteurs seraient plus en mesure de situer leurs chauffeurs. On peut penser à un système utilisant la technologie GPS. Si les coûts sont trop importants, on pourrait simplement remplacer les vieux téléphones par des téléphones intelligents avec données et une nouvelle interface de communication. Cela aiderait les répartiteurs à y voir plus clair.

## **5.5. Conclusion**

Cette recherche avait pour but de démontrer que, bien que les opérations soient effectuées de manière efficace, certains gains étaient possibles. Nous avons démontré que le nombre important d’informations était difficile à traiter sans outils d’aide à la décision. Quelques modifications simples pourraient être mises en place pour aider les répartiteurs. Finalement, nous avons étudié si une souplesse, même légère, des heures d’appels pourrait avoir un impact important sur la construction des routes. Il a été démontré qu’une légère relaxation des heures d’appels de service avait un grand impact quant au résultat global.

## Annexe 1 : Route 33

C/L	No Appel	Heure d'appel	service	Heure Max	Heure d'arrivée	Code Postal
C1	01339662-00	08:00	61		07:32	G1N2W1
C2	01338570-01	08:00	61		07:33	G1M3L7
L2			61	09:00	07:40	G1M2R9
L1			61	09:00	07:41	G1M2R9
C3	01339026-00	09:00	61		07:43	G1M2R9
L3			61	10:00	07:45	G1M3L7
C4	01339739-00	09:00	61		07:46	G1M2R9
L4			61	10:00	07:48	G1N2W1
C5	01339744-00	08:00	62		07:52	G1E7C7
L5			62	10:00	08:03	G1J1Z4
C6	01339751-00	08:00	66		08:04	G1J1Z4
C7	01339752-00	07:45	60		08:05	G1J1Z4
L7			60	08:35	08:11	G1J2G1
C8	01339753-00	08:15	60		08:25	G1L4M8
L8			60	08:55	08:41	G1M2R9
C9	01339682-00	08:15	63		08:48	G1M2R9
L9			63	11:15	08:55	G1L4M8
C10	01336403-02	08:25	61		08:59	G1J1Z4
C11	01338503-00	08:26	61		08:59	G1J1Z4
L10			61	09:25	09:10	G1R2J6
L11			61	09:26	09:25	G1L3L5
C12	01338583-00	09:14	60		09:27	G1K3A5
L12			60	09:00	09:38	G1J0A7
C13	01338562-00	09:45	60		09:52	G2N1X7
C14	01339565-00	09:37	21		10:01	G1G5S9
C15	01339101-00	08:41	63		10:11	G1H7K4
C16	01338723-00	10:00	60		10:11	G1H7K4
C17	01338726-00	08:14	24		10:16	G1H3E3
L17			24	12:14	10:17	G1H3E1
C18	01338997-00	08:48	24		10:25	G1L1Z1
L15			63	11:41	10:34	G1L3L5
C19	01338571-00	09:51	61		10:35	G1L3L5
L13			60	10:25	10:46	G1J1Z4
L16			60	10:40	10:47	G1J1Z4
C21	01338882-00	07:29	66		10:47	G1J1Z4
L19			61	10:51	10:51	G1J2G1
C22	01339580-00	10:05	66		10:53	G1J1Z4
L14			21	10:37	11:05	G1N2W1
C23	01339593-00	10:51	63		11:15	G1M2S8

C24	01339625-00	10:49	64		11:18	G1M3X7
L24			64	14:49	11:30	G1J5A9
C25	01339395-00	10:14	44		11:44	G1J2G3
C26	01339467-00	11:41	4		11:49	G1C5R9
C27	01339134-00	12:30	62		11:51	G1C3S2
L21			66	15:29	12:03	G1H5V5
L27			62	14:30	12:05	G1H5V5
C28	01338502-00	12:30	60		12:05	G1H5V5
L25			44	14:12	12:14	G1H6P2
L28			60	13:10	12:24	G1C3S2
L6			67	16:00	12:29	G1E7C7
C29	01339270-00	13:00	60		12:35	G1E7G9
L18			24	12:48	12:46	G1M2E8
C30	01338569-01	13:00	61		12:53	G1M3L7
L30			61	14:00	12:59	G1M2R9
L31			61	17:00	13:00	G1M3L7
C31	01339405-00	13:00	61		13:00	G1M2R9
L20			67	17:00	13:06	G1E7H2
L29			60	13:40	13:18	G1M3X7
C32	01339367-00	13:00	61		13:23	G1M2S9
L32			61	14:00	13:33	G1J1Z4
C33	01339590-00	13:15	61		13:35	G1J1Z4
C34	01338927-00	13:22	23		13:55	G1M0A4
C35	01339219-00	13:29	21		13:55	G1M0A4
C36	01339209-00	13:40	23		13:55	G1M0A4
C37	01337113-00	12:36	23		14:05	G1M3H6
L26			4	15:41	14:14	G1K3H4
C38	01337230-00	13:28	4		14:20	G1K6E9
L33			61	14:15	14:23	G1R 3S
C39	01337232-00	14:07	61		14:29	G1R2J6
L39			61	15:07	14:33	G1R3P8
L38			4	17:28	14:39	G1R4S9
L23			63	13:51	14:47	G1R5X6
L34			23	16:22	14:57	G1R5G4
L35			21	14:29	15:00	G1R5M8
L22			66	18:05	15:03	G1S2J6
C40	01339529-00	14:14	41		15:09	G1R1N5
C41	01338837-00	14:14	41		15:09	G1R1N5
C42	01339248-00	14:16	41		15:09	G1R1N5
C43	01338676-00	14:16	41		15:10	G1R1N5
C44	01338744-00	14:16	41		15:10	G1R1N5

C45	01339404-00	13:56	63		15:24	G1N2W1
L43			41	15:16	15:33	G1L2W7
L40			41	15:14	15:35	G1L2X4
L41			41	15:14	15:46	G1L1K6
L42			41	15:16	15:56	G2J1C3
L44			41	15:16	16:07	G1G3Y8
L37			23	15:36	16:15	G1G2M5
L45			63	16:56	16:20	G1G6L5
L36			23	16:40	16:35	G2N2E1

Appel en retard



Arrivé avant l'appel



## Annexe 2 : Route 59

C/L	No Appel	Heure d'appel	Service	Heure Max	Heure d'arrivée	Code Postal
C33	01338418-00	07:30	16		06:49	G1R5R8
L33			16	08:10	06:51	G1R5E6
C31	01338289-00	07:00	35		07:11	G1R5W5
C32	01338415-00	07:00	35		07:11	G1R5W5
L31			35	07:40	07:16	G1R0A4
L32			35	07:40	07:16	G1R0A4
C11	01338345-00	08:15	61		07:43	G1J0A7
C8	01338259-00	08:30	60		07:48	G1J0A6
C24	01338257-00	08:30	64		07:49	G1V4G2
C21	01338394-00	08:15	61		08:03	G1K5N1
C1	01338269-00	08:15	60		08:12	G1K1Y5
C23	01338268-00	08:15	64		08:13	G1V4G2
L21			61	09:15	08:38	G1S4L8
L11			61	09:15	08:38	G1S4L8
C4	01338521-00	11:30	61		08:39	G1S4L8
C5	01338542-00	11:30	61		08:39	G1S4L8
L24			64	12:30	08:53	G1J0A6
L8			60	09:10	09:01	G1V4G2
L1			60	08:55	09:02	G1V4G2
L23			64	12:15	09:02	G1K1Y5
C27	01338539-00	09:00	62		09:10	G1V4S1
L4			61	12:30	09:10	G1V4S1
L27			62	11:00	09:10	G1S4L8
L5			61	12:30	09:22	G1X1P8
C29	01338535-00	09:00	62		09:22	G1X1P8
C28	01338937-00	09:16	21		09:27	G1V5A6
L28			21	10:16	09:34	G1V4T3
C25	01338945-00	09:22	61		09:38	G1V4G2
L25			61	10:22	09:50	G1V4G5
C26	01338974-00	10:00	60		09:51	G1V4G5
C14	01339053-00	10:00	42		10:05	G1N2G3
C15	01339055-00	10:00	42		10:05	G1N2G3
C16	01339081-00	10:00	40		10:05	G1N2G3
C17	01339085-00	10:01	42		10:05	G1N2G3
L16			40	10:40	10:20	G1K6A7
L26			60	10:40	10:33	G1J1Z4
L17			42	12:01	10:48	G1M3L7
C2	01339057-00	12:30	64		10:57	G1S4L8

C34	01339066-00	11:00	61		10:57	G1M2R9
C35	01339069-00	11:00	61		10:57	G1M2R9
C3	01339067-00	12:30	64		10:58	G1S4L8
L34			61	12:00	10:58	G1S4L8
L3			64	16:30	10:59	G1M2R9
L29			62	11:00	11:08	G1S4L8
L35			61	12:00	11:11	G1S4L8
L2			64	16:30	11:11	G1M2R9
L15			42	12:00	11:22	G1S2P1
L14			42	12:00	11:28	G1S1X5
C9	01339298-00	11:10	61		12:07	G1J1Z4
C10	01339336-00	11:34	61		12:07	G1J1Z4
L10			61	12:34	12:14	G1L3L5
L9			61	12:10	12:25	G1R2J6
C20	01339408-00	13:00	2		13:07	G1K3A6
L20			2	15:00	13:33	G1N4A2
C13	01339407-00	15:00	1		13:34	G1N4A2
C7	01339584-00	13:22	1		13:44	G1N2E7
C18	01339606-00	13:36	40		13:52	G1N2G3
C19	01339667-00	13:57	40		14:02	G1N2G3
L18			40	14:16	14:16	G1K3J5
L7			1	14:22	14:21	G1K8M4
L19			40	14:37	14:26	G1K6A7
L13			1	16:00	14:40	G1K3A6
C6	01339792-00	15:15	61		14:43	G1L3K9
C22	01339698-00	15:00	64		14:57	G1V4G2
C30	01339699-00	15:15	60		14:57	G1R1S9
C12	01339702-00	15:00	1		15:07	G1S1X2
L12			1	16:00	15:20	G1V5A6
L22			64	19:00	15:21	G1R1S9
L30			60	15:55	15:34	G1V4G2
L6			61	16:15	15:35	G1V2L9

Appel en retard



Arrivé avant l'appel



### Annexe 3 : Route 65

C/L	No Appel	Heure d'appel	Service	Heure Max	Heure d'arrivée	Code Postal
C3	01338301-00	08:30	41		08:41	G1N2G3
C4	01338787-00	08:39	42		08:45	G1N2G3
C5	01338789-00	08:40	40		08:45	G1N2G3
C6	01338791-00	08:40	42		08:45	G1N2G3
C7	01338792-00	08:40	42		08:45	G1N2G3
C8	01338793-00	08:40	42		08:45	G1N2G3
C9	01338795-00	08:40	41		08:45	G1N2G3
C10	01338796-00	08:40	42		08:45	G1N2G3
L5			40	09:20	08:51	G1N4L8
C18	01337320-00	08:00	1		09:10	G1X3Y8
L4			42	10:39	09:22	G6K1E9
L6			42	10:40	09:33	G6X1W8
L9			41	09:40	09:48	G6V6W8
L3			41	09:30	09:55	G6V4B6
L7			42	10:40	10:03	G6V6Y2
C20	01338932-00	09:15	4		10:07	G6V9E7
L18			1	09:00	10:13	G6V9E6
L10			42		10:24	G6V4L7
L8			42	10:40	10:27	G6V4Z5
C2	01337440-00	08:00	4		10:50	G6W5M6
L2			4	12:00	11:01	G7A2N1
C21	01339240-00	10:57	1		11:20	G2E5W2
C17	01339242-00	10:57	5		11:31	G1X3W1
C22	01339305-00	11:12	1		11:47	G1N4H5
C23	01339306-00	11:12	1		11:47	G1N4H5
L17			5	11:37	12:05	G7A2N1
L23			1	12:12	12:13	G7A1B2
C1	01339305-01	12:12	1		12:14	G7A1B3
L22			1	12:12	12:14	G7A1B3
L21			1	11:57	12:41	G6X1W8
L1			1	13:12	13:14	G1N4H5
L20			4	13:15	13:32	G3A1T1
C11	01339483-00	12:43	44		13:37	G3A2V1
C12	01339503-00	12:55	44		13:38	G3A2V1

C19	01339572-00	13:18	22		13:52	G1X4G5
C15	01339488-00	12:46	23		14:06	G1V2L8
C16	01339602-00	13:32	23		14:07	G1V2L8
C14	01339626-00	13:40	2		14:11	G1V5C2
C13	01339637-00	13:45	2		14:15	G1V4M6
L12			44	16:55	14:27	G1P4R7
L16			23	15:32	14:39	G1M2R1
L15			23	15:46	14:47	G1M2S6
L11			44	16:46	14:54	G1M3M2
L14			2	15:40	14:59	G2J1E4
L13			2	15:45	15:13	G1H7P2
L19			22	15:18	15:24	G1G5S9

Appel en retard



Arrivé avant  
l'appel



## Annexe 4



# Messagerie médicale

## Hiver 2011 Guide d'utilisation MapPoint 2010

**Chercheur étudiant**  
Olivier Pignac Robitaille

**Responsables du projet**  
Jacques Renaud  
Angel Ruiz



## Table des matières

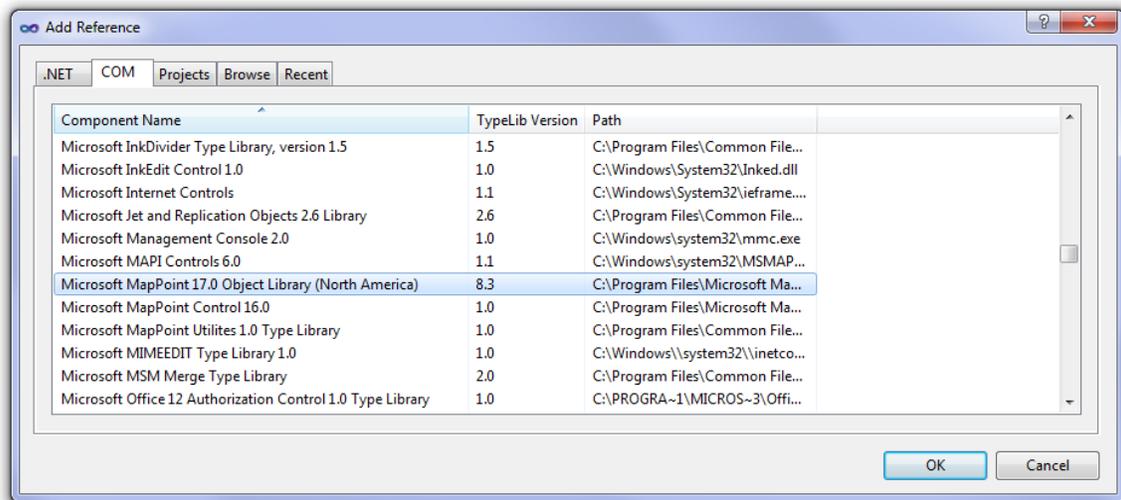
1. Introduction à MapPoint .....	91
2. <i>Les objets de MapPoint</i> .....	92
3. Situer deux points sur une carte .....	93
4. Le calcul des paramètres de la route .....	96
5. Visualiser une route sur une carte MapPoint .....	101
6. Conclusion .....	101

## 1. Introduction à MapPoint

Le logiciel de cartographie *MapPoint* est utilisé pour calculer les distances entre différents points. Il est également possible de calculer les temps de déplacement et les coûts associés à ces déplacements tout en donnant des indications précises sur le chemin à prendre. Plusieurs options sont disponibles, il est donc possible de donner les préférences du chauffeur quant aux routes à prendre, la vitesse de celui-ci et les zones à éviter. *MapPoint* comprend une multitude d'outils permettant de visualiser une route à parcourir, et ce, d'une façon extrêmement précise. Un autre avantage de *MapPoint* est qu'il est possible de l'utiliser à partir d'une autre application. Ce guide présente les différentes connexions entre *Visual Basic* et *MapPoint* de plus que les différentes fonctions et options qui sont utiles pour un projet d'algorithme de routage.

### 1.1. Configuration

Ce guide d'utilisation vous permettra d'accéder à *MapPoint* à partir de *Visual Basic 2010*. Il sera donc possible de trouver différentes informations sur les routes calculées par *MapPoint* et les utiliser par la suite dans *Visual Basic*. Il est cependant nécessaire de configurer la connexion à *MapPoint* dans *Visual Basic* avant de pouvoir effectuer ce transfert d'information. Cette configuration permettra à *Visual Basic* de se lier à *MapPoint* et de reconnaître le code qui y fait référence. Pour ce faire, il faut tout d'abord ajouter *MapPoint* dans les références de *Visual Basic*. Dans le menu *Projet (Project)*, cliquez sur *Ajouter une référence (Add Reference)*. Sous l'onglet *COM*, recherchez *bibliothèque d'objets Microsoft MapPoint (Microsoft MapPoint 17.0 Object Library [North America])* et cliquez sur *Sélectionner [OK]*. Ainsi, l'ajout d'une référence peut être effectué en ouvrant le menu déroulant « *Project* » et en choisissant l'option « *Références* ». La boîte de dialogue suivante apparaîtra à l'écran :



Il suffit alors de sélectionner « *Microsoft MapPoint 17.0 Object Library* » avant de refermer la boîte de dialogue en cliquant sur le bouton **OK**. Cette procédure permettra à *Visual Basic* de reconnaître l'existence de *MapPoint* lorsque vous lui ferez appel par la suite.

## 2. Les objets de *MapPoint*

Avant de commencer, il est essentiel de bien comprendre les objets qui seront nécessaires pour récupérer les données utiles à votre projet. *MapPoint* comprend des variables permettant d'activer l'application *MapPoint*, d'ouvrir une carte et finalement de localiser certains points sur la carte.

### 2.1. Variable d'appel et d'activation de *MapPoint*

Tout d'abord, vous devez déclarer une variable qui fera appel à *MapPoint*. Cette variable aura pour tâche de faire le lien entre *MapPoint* et *Visual Basic*. Elle permettra d'activer le lien entre les deux logiciels. De plus, elle permettra éventuellement d'ouvrir une carte, calculer une route et quitter l'application. Dans l'exemple suivant, la variable *oApp* permettra de faire ce lien. De plus, pour utiliser la carte de *MapPoint*, nous l'activerons

avec la fonction WithEvents. Pour déclarer ces variables, on doit utiliser un code semblable à celui-ci :

```
Dim oApp as mappoint.Application
Dim WithEvents oMap As mappoint.Map
Dim MapPath As String = "C:\Program Files\Microsoft MapPoint
2010\New North American Map.ptt"
oMap = oApp.NewMap(Template:=MapPath)
```

### *2.1.1. Quitter l'application*

De la même façon, lorsque vous désirerez quitter l'application, vous devrez alors inscrire le code suivant permettant ainsi de désactiver l'application :

```
OApp.quit
```

## 2.2. Variable de localisation

L'objet de localisation permet d'accéder au résultat d'une requête de localisation. Cette localisation peut être repérée en déterminant un endroit, une adresse ou des coordonnées de longitude et latitude. Par contre, pour utiliser cet objet il est nécessaire d'avoir préalablement activé une carte :

```
Dim oLocation1 As MapPoint.Location
```

## 3. Situer deux points sur une carte

Maintenant que la carte est activée et que les objets sont créés, l'étape suivante consiste à insérer deux points sur une carte et calculer la route entre ceux-ci.

### 3.1. Déclaration des variables

Tout d'abord, vous devez situer les deux points sur la carte. Pour ce faire, vous devez vous connecter à *MapPoint* comme décrit précédemment. Ensuite, vous devez déclarer une variable permettant d'ouvrir une carte et l'activer comme suit :

```
Dim oMap As mappoint.Map  
Set oMap = oapp.ActiveMap
```

### 3.2. Méthodes de localisation *Find*, *Findaddress* et *Get location*

Il existe 3 façons différentes permettant de situer les points désirés sur une carte. Il y a la méthode *find*, *findaddress*, et *getlocation*. Les trois méthodes ont le même fonctionnement mais avec des données de départ différentes.

La méthode *find* utilise un nom endroit dans son contexte. Par exemple, vous pourriez utiliser "Seattle, WA, United States" ou "G8M 3Y4" pour indiquer l'endroit désiré. Les indications doivent être précises sinon le résultat reçu sera « *nothing* » indiquant qu'il a trouvé plusieurs ou aucun endroit portant les indications données précédemment. Cette dernière méthode est aussi utile si vous désirez trouver un endroit à l'aide seulement du code postal.

La méthode *findaddress* utilise l'adresse complète pour situer un endroit précis. Vous pouvez alors inscrire dans l'ordre le nom de la rue (précédé du numéro civique si désiré), la ville, la province, le code postal et finalement le nom du pays ( *geocountryCanada* ou *geocountryUnitedStates*). Par contre la seule indication qui est obligatoire est le nom de

la rue, les autres sont optionnelles. Dans notre cas, nous avons utilisé cette option ce qui a donné cette requête :

```
oFindResults = oMap.FindAddressResults(, , "Qc", CodePostal,
mappoint.GeoCountry.geoCountryCanada)
```

La méthode *getlocation* utilise la latitude, la longitude et l'altitude d'un endroit. La latitude est une coordonnée numérique indiquant à quelle distance de l'équateur se situe l'endroit désiré. On indique le nord avec le signe « + » et le sud par « - ». Quant à la longitude, elle indique la distance par rapport au méridien. De la même manière, l'est est désigné par « + » et l'ouest par « - ». L'altitude est optionnelle, si vous ne connaissez pas l'altitude vous pouvez donc ne rien inscrire ou inscrire le nombre 100. Par exemple, vous pouvez trouver Los Angeles avec (47.75399, -121.97436, 100).

La marche à suivre pour les trois méthodes est presque identique. Pour situer deux points sur une carte, il est nécessaire de définir une variable de localisation

Ensuite il est possible de situer les deux endroits désirés. Vous devez inscrire la méthode que vous désirez utiliser et décrire l'endroit selon les indications décrites précédemment. Dans cet exemple, nous avons utilisé la méthode *find*. Voici toutes les écritures nécessaires pour situer les points sur la carte.

```
Dim oApp As New mappoint.Application
Dim oMap As mappoint.Map
Dim oloc(1 To 2) As mappoint.Location
Set oapp = New mappoint.Application
    'Activer l'application
oApp.Activate
    'Activer une carte
Set oMap = oapp.ActiveMap
```

```
        'Situer les points sur la carte
With oapp.ActiveMap
    Set oloc(1) = oMap.Find("Seattle, WA, United States")
    Set oloc(2) = oMap.Find("Université Laval, Québec,Canada")
End With
```

## 4. Le calcul des paramètres de la route

Après avoir vu les principes de base pour la localisation de deux points et du calcul d'une route, il est maintenant possible de complexifier la tâche en ajoutant plus de points et d'autres options.

### 4.1. Ajouter les points à la route

Après avoir créé une route de deux points, il est maintenant possible d'ajouter des points à celle-ci. Les écritures suivantes présentent l'ajout à faire aux écritures permettant de situer les points sur la carte. Les noms de Seattle et Université Laval sont optionnels, ils permettent d'indexer les points.

```
With oapp.ActiveMap.ActiveRoute
    Waypoints.Add oloc(1), "Seattle"
    Waypoints.Add oloc(2), "Université Laval"
End With
```

## 4.2. Trouver la route

Par la suite, vous devez trouver la route entre ces deux points. Cette fonction sera remplie par la propriété *calculate*. Cette dernière fonction est utilisée de la même façon que l'ajout des points c'est-à-dire en activant une route et une carte. Elle tracera la route entre les deux points inscrits à la route :

```
oRoute.Calculate()
```

## 4.3. Trouver la distance, le temps de route ou le coût entre deux points

Il est maintenant possible de trouver la distance, le temps de route ou le coût entre ces points. La distance est récupérée à l'aide de la propriété *distance*, le temps de route avec la propriété *driving time* et le coût avec la propriété *cost*. Ces données seront lues dans le format que vous aurez assigné la variable, il faut donc tenir compte de cette particularité en définissant nos variables lors de la récupération de la distance, du coût ou du temps de conduite. La distance est donnée en *GeoUnits* et est souvent établie par défaut en miles. Il est par contre possible d'ajuster ce paramètre si l'on désire obtenir une distance en kilomètres. Par ailleurs, il est à noter que le temps de route écoulé est donné en jour. Par exemple, une heure sera égale à 1/24 c'est-à-dire 0,041666. Dans l'exemple suivant, le *message box* a été utilisé pour récupérer la distance à parcourir en kilomètres.

```
Dim Dist as integer
```

```
Dim Temps as integer
```

```
'Récupérer la distance
```

```
Dist = oApp.ActiveMap.ActiveRoute.Distance
```

'Récupérer le temps

```
Temps = oApp.ActiveMap.ActiveRoute.DrivingTime /  
mappoint.GeoTimeConstants.geoOneMinute
```

#### 4.4. Calculer la distance entre deux points sur la route

Il n'est pas obligatoire de calculer la distance de la route complète si on a plus de deux points. On pourrait indiquer le point de départ et le point d'arrivée entre parenthèses comme ceci :

```
MsgBox oMap.Distance(oLoc(1), oLoc(2))
```

#### 4.5. Effacer une route ou des points

La méthode *clear* est très utile puisqu'elle permet de supprimer une route ou des points sur une route. Il est souvent essentiel de trouver plusieurs routes, la méthode *clear* permet de supprimer la route précédente et ainsi s'assurer que nos points sont situés sur une nouvelle route.

```
oRoute.Clear
```

#### 4.6. Calculer plusieurs distances entre différents points

Il est maintenant possible de calculer toutes les distances entre chacun des points de la route. Dans l'exemple suivant, il s'agit d'une partie du code. Nous avons précédemment défini nos variables et localisé chacun des points. *twieghtclient* est défini comme un vecteur permettant de récupérer la distance entre les points *i* et *j*. Nous commençons par ajouter chacun des points désirés c'est-à-dire les points *i* et *j*. Nous calculons par la suite la route et gardons en mémoire la distance dans le vecteur « *twieghtclient* ». Finalement,

nous effaçons cette route de façon à pouvoir en calculer une nouvelle à chacune des itérations.

```
With oapp.ActiveMap.ActiveRoute
```

```
For i = 1 To nbclients - 1
```

```
For j = i + 1 To nbclients
```

```
Waypoints.Add oloc(i)
```

```
Waypoints.Add oloc(j)
```

```
'permet de calculer la route
```

```
oRoute.Calculate
```

```
'permet de calculer la distance et la garder en mémoire dans un  
array tweightclient représentant la distance entre les points i et j
```

```
tweightclient(i, j) = oapp.ActiveMap.ActiveRoute.Distance
```

```
'permet d'effacer la route
```

```
Clear
```

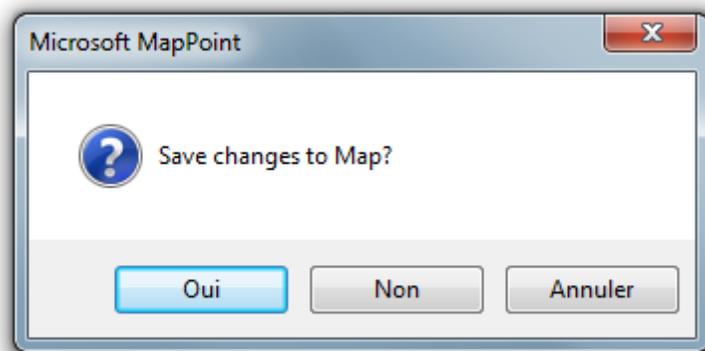
```
Next j
```

```
Next i
```

```
End With
```

#### 4.7. Enregistrer une carte

Par défaut, lorsque vous activez une carte pour y trouver un ou plusieurs points, la boîte de dialogue suivante apparaîtra à l'écran vous demandant si vous désirez ou non enregistrer les modifications apportées à la carte.



En répondant « yes », vous pourrez alors enregistrer à l'endroit désirer la carte. Par contre, si vous ne désirez pas voir apparaître cette boîte de dialogue, vous pouvez enregistrer la carte directement dans votre code en utilisant la propriété *saveas* :

```
omap.SaveAs "test", geoFormatMap = True
```

Par contre, si vous ne désirez pas sauvegarder la nouvelle carte, vous pouvez simplement utiliser la propriété *saved* qui permettra de quitter l'application sans enregistrer les changements effectués à la carte :

```
Omap.saved = true
```

## 5. Visualiser une route sur une carte MapPoint

Tout au long du calcul des routes, le programme MapPoint n'était pas visible. Dès la création de l'objet *oApp*, l'option *Visible* a été désactivée.

```
oApp = CreateObject("Mappoint.Application")  
oApp.Visible = False
```

Il est également possible d'afficher, à partir de MapPoint la route construite à partir de Visual basic. Pour ce faire, l'option *Visible* doit être activée avant le calcul de la route comme ceci :

```
oApp.Visible = True  
oRoute.Calculate()
```

## 6. Conclusion

Ce guide d'utilisation n'est pas une liste exhaustive de toutes les fonctionnalités offertes par *MapPoint*. Pour plus d'informations, consultez l'aide de *MapPoint* situé dans la barre d'outils principale du logiciel. Vous pouvez également consulter le site de Microsoft :

<http://support.microsoft.com/kb/305200>

## Annexe 5



# Messagerie médicale

**Hiver 2011**

**Guide d'utilisation et de maintenance du programme de  
construction de routes**

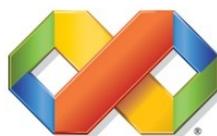
**Chercheur étudiant**

Olivier Pignac Robitaille

**Responsables du projet**

Jacques Renaud

Angel Ruiz



Microsoft  
**MapPoint** 2010

## Table des matières

1. Introduction.....	104
2. Les fichiers externes .....	104
2.1. Lecture du fichier Excel .....	104
2.2. Calcul des distances et des durées à partir de MapPoint 2010.....	106
2.3. Gestion du fichier XML .....	107
3. Utilisation du programme de construction des routes.....	111
3.1. La fenêtre d'accueil.....	111
3.2. La gestion des points de service.....	113
3.3. La gestion des services.....	115
3.4. Affichage des résultats .....	117
4. Utilisation et maintenance.....	120

## 1. Introduction

Ce guide vous indique comment gérer et entretenir le programme de construction des routes ainsi que les fichiers connexes nécessaires au bon fonctionnement de l'algorithme. Il est important de comprendre que ce programme est à un stade de prototype et qu'il n'est pas prêt à l'usage industriel.

Dans un premier temps, nous regarderons les différents types de fichiers externes qui sont utilisés lors de la construction des routes. Chacun de ces fichiers a une structure prédéfinie qui doit être respectée.

Finalement, nous regarderons les différentes fenêtres faisant partie du programme et définirons les différentes options et configurations possibles. Ce document servira donc de guide de l'utilisateur.

## 2. Les fichiers externes

L'algorithme de construction des routes utilise différentes sources de données pour lire et enregistrer les informations qu'il manipule. L'importation des appels se fait donc par l'intermédiaire d'Excel, le calcul des distances se fait à l'aide du logiciel MapPoint et, finalement, l'enregistrement des distances et de certaines informations sur les points de service est effectué sur un fichier XML.

### 2.1. Lecture du fichier Excel

Avant d'être en mesure de créer des routes, la première étape consiste à obtenir les données caractérisant les requêtes.

Med Express a fourni un document Excel contenant les informations sur les appels reçus durant une période d'un mois, incluant les appels pré-cédulés. Le document est en fait un rapport qui est produit chaque mois et qui contient, entre autres, tous les appels pré-cédulés à effectuer lors du mois. Bien que plusieurs informations ne soient pas pertinentes, ce document comporte plusieurs avantages. Le fait d'utiliser un fichier déjà existant facilite grandement l'opération de transfert de données. Med express ne doit pas extraire ses données d'une façon particulière. De plus, les informations sont véritables et aucune modification n'est apportée au document de Med Express ce qui permet de simuler les événements de façon réaliste.

L'importation se fait donc à partir d'un tableau Excel. Chaque ligne représente un appel. Le logiciel importera les informations à partir de la première ligne jusqu'à ce qu'il y ait un vide dans la première colonne. Pour chaque appel (donc pour chaque ligne), les données recueillies sont les suivantes :

**Tableau 25 – Données du fichier source Excel**

<b>Colonne</b>	<b>Information</b>	<b>Précision</b>	<b>Écriture (exemple)</b>
1	Le numéro de l'appel		06185292-01
2	L'heure de l'appel	L'heure à laquelle les pré-cédulés sont prêts	1030
3	Le numéro du client		1797
5	L'adresse de collecte	Le nom de l'établissement, du laboratoire ou autre.	CHUL
12	Le code postal de la collecte		G1N2W1
13	L'adresse de livraison	Le nom de l'établissement, du laboratoire ou autre.	CLSC LIMOILOU
20	Le code postal de la livraison		G1N2W1
21	Le type de service	Lecture du code de service que Med Express utilise	61
27	Livraison le lundi	1 si oui, 0 si non	1
28	Livraison le	1 si oui, 0 si non	0

	mardi		
29	Livraison mercredi	le	1 si oui, 0 si non
30	Livraison jeudi	le	1 si oui, 0 si non
31	Livraison vendredi	le	1 si oui, 0 si non
35	Fréquence		2 si à chaque semaine (2 semaines sur 2), 1 si à chaque deux semaines (1 semaine sur 2)
36	Semaine début	de	Entrer une date similaire pour chaque appel commençant la même semaine.

Il est très important de conserver la même structure, car le logiciel ne reconnaîtra pas les données écrites différemment. De plus, les appels doivent être triés avec leur heure d'appel, car aucun tri ne se fait lors de la lecture du programme. Le logiciel commence à lire l'information dès la première ligne, il est donc primordial DE SUPPRIMER LA PREMIÈRE LIGNE D'ENTÊTE. Finalement, si un même point de service est écrit avec un nom différent (pas les mêmes lettres, majuscule, espace, etc.) le système considèrera qu'il y a deux points de service différent. Il est donc très important d'écrire le nom des points de service toujours de la même façon.

## 2.2. Calcul des distances et des durées à partir de MapPoint 2010

Le calcul des distances se fait à partir du logiciel MapPoint 2010. Pour chaque point de collecte ou de livraison, une requête est envoyée à MapPoint. Les points sont localisés à partir de leur code postal. Bien que le code postal puisse être moins précis dans certaines régions, la localisation ne pose aucun problème dans la région de Québec (et dans les régions urbaines en général).

L'utilisation de MapPoint 2010 à partir du logiciel est plutôt simple et rapide. De plus, du fait que MapPoint 2010 garde en mémoire les cartes, il est possible de travailler sans

avoir recours à internet. Il faut toutefois télécharger les mises à jour pour s'assurer d'avoir des cartes valables et justes.

Lors de l'importation des appels, MapPoint est ouvert automatiquement et se ferme par lui-même à la fin de la tâche. Le calcul ne s'effectue pas à chaque ouverture. En effet, lors de l'importation des points de collecte et de livraison, le système vérifie dans le fichier XML si les distances ont déjà été calculées. Dans le cas où toutes les distances soient déjà disponibles, le programme téléchargera celles-ci sans utiliser MapPoint. Dans le cas où il y a au moins une distance qui n'est pas calculée, le système ouvrira MapPoint et commencera l'opération de calcul des distances manquantes.

Le calcul des distances s'effectue toujours de la même façon, peu importe le nombre de distances à calculer. La première étape est de localiser sur la carte de MapPoint tous les points de service dans le fichier Excel. Une fois tous les points localisés, ils sont enregistrés dans une liste. Cette pratique a pour but de rendre l'opération suivante, le calcul des distances, plus rapide.

Pour le calcul des distances, nous utilisons deux points de service. Le principe est plutôt simple : sur la carte, deux points de service sont localisés. MapPoint calcule par la suite la distance ainsi que le temps de déplacement. Finalement, l'information est envoyée au programme de routage. Cette opération est effectuée pour toutes les distances à calculer.

### **2.3. Gestion du fichier XML**

Le calcul de distance effectué par MapPoint est plutôt lourd et l'opération prend du temps, car pour chaque distance calculée, il faut effectuer plusieurs requêtes. Cela pourrait être long si des milliers de requêtes devaient être effectuées à chaque fois. Pour éviter le calcul des distances à chaque téléchargement, nous avons utilisé un fichier de type XML (eXtensible Markup Language) permettant de sauvegarder les données de façon à pouvoir éviter le calcul des distances inutiles. Il est beaucoup plus rapide de

chercher, lire et d'importer des données à partir d'un fichier XML que de calculer les distances à partir de MapPoint.

Deux fichiers XML sont utilisés pour enregistrer les données. Tous les fichiers XML ont une structure bien particulière permettant une recherche des informations très rapide. Le premier fichier, ListePointService.xml, enregistre toutes les informations sur les différents points de service. Tous les points de service ont la même structure ce qui est nécessaire avec ce type de fichier.

```
<ListePointService>
  <PointService>
    <CP>G1P3S3</CP>
    <ID>LIVRAISON WILLIAMS LTEE          </ID>
    <Charg>3</Charg>
    <MTP>100</MTP>
    <MTM>0</MTM>
  </PointService>
  <PointService>
    <CP>G3L1J3</CP>
    <ID>UNIPRIX                          </ID>
    <Charg>3</Charg>
    <MTP>100</MTP>
    <MTM>0</MTM>
  </PointService>
</ListePointService>
```

La structure du fichier XML est spécialement conçue pour maximiser la vitesse de recherche. La première borne, ListePointService, englobe toutes les autres et délimite l'ensemble des points de service. Comme illustré ci-dessus nous remarquons que la borne supérieure est entourée de crochets (< et >). La borne inférieure est la borne qui indique là où l'élément se termine. Tout comme la borne supérieure, la borne inférieure est entourée de crochets. Par contre, pour la différencier de l'autre, une barre oblique (</...>) est en avant du titre.

Chaque point de service a des informations différentes. Le code postal, le nom, le temps de chargement, la modification en minute ainsi qu'en pourcentage et la liste de point de services associé y sont affichés. Le temps de déplacement est quant à lui enregistré dans un fichier différent.

Le second fichier, Distance.xml, englobe toute l'information concernant les distances en temps et en kilomètre pour se rendre entre les différents codes postaux. Pour chaque code postal, une liste de codes postaux associés est créée. La liste est différente pour chaque code postal: les codes postaux associés ainsi que le nombre de ceux-ci peuvent différer, mais, tout comme le premier fichier XML, la structure est identique pour tous les différents éléments.

```
<ListeDistance>
  <CodePostal>
    <CP>G1P3S3</CP>
    <LDCP>
      <PS>
        <CP></CP>
        <Dist></Dist>
        <Temps></Temps>
      </PS>
      <PS>
        <CP>G3L1J3</CP>
        <Dist>52</Dist>
        <Temps>44.3166656</Temps>
      </PS>
      <PS>
        <CP>G3L1W1</CP>
        <Dist>51</Dist>
        <Temps>43.4833336</Temps>
      </PS>
    </LDCP>
  </CodePostal>
</ListeDistance>
```

Pour chaque élément CodePostal, le code postal (CP) est enregistré et une liste de codes postaux associés est créée (LDCP). Le premier élément de cette liste est par contre toujours vide (seulement la structure). Tout comme la liste ListeDistance, chaque élément de la liste LDCP a la même structure et les mêmes informations. Pour chaque code postal associé, le code postal ainsi que la distance en kilomètre et le temps en minutes y sont inscrits.

Ce type de fichier XML est également utilisé pour enregistrer d'autres informations. Le principe reste le même que celui du fichier précédent par contre, les informations dans le fichier SpecGeneral.xml contiennent tous les types (code) de service. Le programme permet en effet de gérer les types de service. À partir d'un menu distinct, il est possible de modifier, de supprimer et, finalement, de créer des types de services

```
<SpecsGenerals>  
  
  <S>  
    <ID>1</ID>  
    <Desc>1 HRE</Desc>  
    <Temps>60</Temps>  
    <Actif>1</Actif>  
  </S>  
  <S>  
    <ID>2</ID>  
    <Desc>2 HRES</Desc>  
    <Temps>120</Temps>  
    <Actif>1</Actif>  
  </S>  
</SpecsGenerals>
```

Le type de fichier XML a été utilisé, car la structure permettait beaucoup de latitude. Il est également très facile de modifier la structure ainsi que l'information. Bien que la recherche se fasse rapidement, il peut être difficile de l'implanter comme source permanente de données. Pour une meilleure gestion des distances, il pourrait être

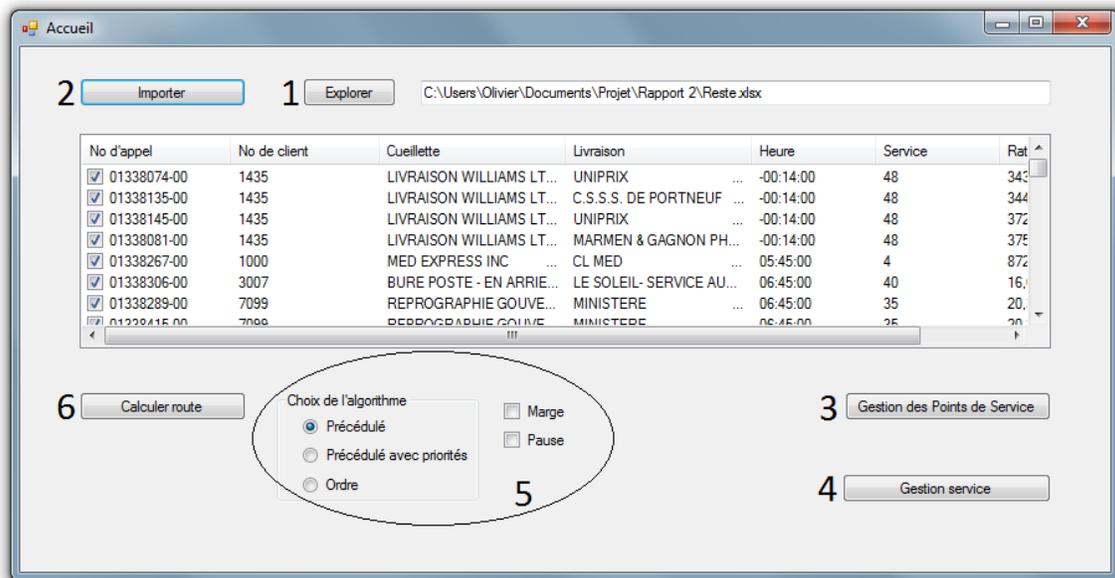
intéressant d'utiliser un autre langage de type SQL pour gérer plus facilement une base de données importante.

### 3. Utilisation du programme de construction des routes

Cette section a pour de vous expliquer le fonctionnement du programme développé pour répondre au problème de construction des routes. Bien que simple, il est nécessaire de bien comprendre les réglages dans chacune des fenêtres.

#### 3.1. La fenêtre d'accueil

Lors de l'ouverture du programme, la fenêtre d'accueil s'ouvre.



1. Le programme enregistre l'emplacement du dernier fichier utilisé. Pour ouvrir un nouveau fichier xlsx, il est possible d'écrire le nouvel emplacement (en entier) ou de sélectionner de bouton *Explorer*. En choisissant la deuxième option, une fenêtre de recherche s'ouvrira.

2. Une fois le document *xlsx* sélectionné, sélectionnez le bouton *Importer* pour importer la liste dans le programme. Une fois l'opération effectuée, la liste s'affichera dans la fenêtre. Par défaut, tous les appels réalisables, ayant un service actif et un temps de service suffisant pour répondre à l'appel, sont sélectionnés. Il est possible de désélectionner un appel en cliquant dans la case associée à l'appel. Un appel sélectionné aura un crochet dans cette case.
  
3. Il est possible de gérer les temps de déplacement et le temps de chargement de chacun des différents points de service. Le bouton *Gestion des Points de Service* ouvre un menu permettant de changer les paramètres. Les différentes options seront expliquées à la section 3.2.
  
4. Plusieurs types de services sont utilisés par Med Express. La gestion de ceux-ci se fait en sélectionnant le bouton *Gestion service*. Les différentes options seront expliquées à la section 3.3.
  
5. Une fois tous les paramètres des services et des points de service vérifiés, il est possible de choisir entre trois options pour l'insertion des appels lors de la construction des routes.
  - Précédulé : Traiter les appels en tant que préprogrammés.
  - Précédulé avec priorité : Traiter les appels en tant que préprogrammés en ajoutant une priorité avec le temps de service (40 min, 1 h, 2 h, etc.). Cette option est la plus performante, mais est également la plus longue
  - Ordre : Traiter les appels en ordre d'arrivée. Comme nous l'avons vu précédemment, il est très important de classer les appels avec leur heure d'appel dans le fichier *xlsx*. Aucun tri n'est effectué dans l'algorithme de routage.

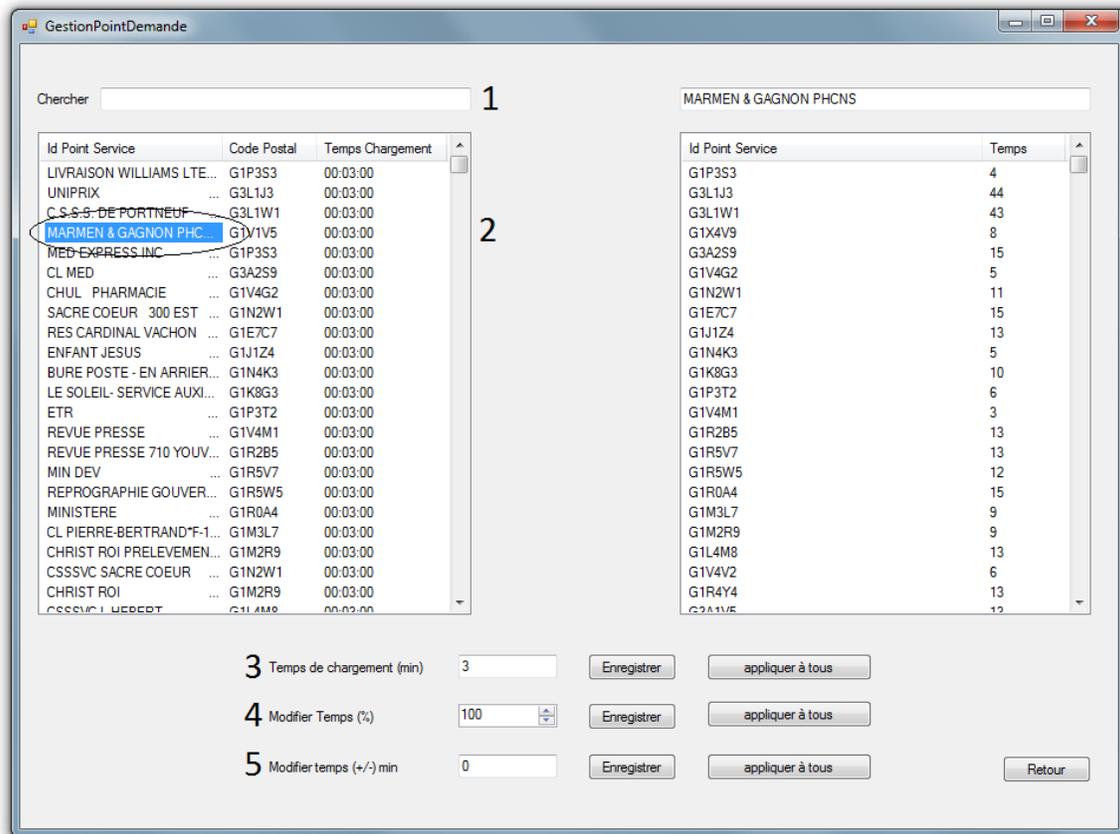
De plus, il est possible d'insérer une pause de 30 minutes entre 11 h 30 et 13 h 30. Pour ce faire, sélectionner l'option *Pause*.

Finalement, l'option *Marge* permet de diminuer le temps d'attente entre les appels et d'ajouter un ou plusieurs appels à la journée de travail (si possible). Par contre, il est possible que la durée totale de la journée ne soit pas respectée de quelques minutes.

6. Une fois tous les paramètres définis, sélectionner le bouton *Calculer route* pour la construction des routes. Si le nombre d'appel est important, le temps de calcul sera plus élevé.

### **3.2. La gestion des points de service**

Cette fenêtre a pour but de gérer les différents points de services. Lors de l'ouverture de celle-ci, le programme lit tous les points de services déjà enregistré dans le fichier XML. Il est donc important d'importer les nouveaux points de services avant d'accéder à ce menu.

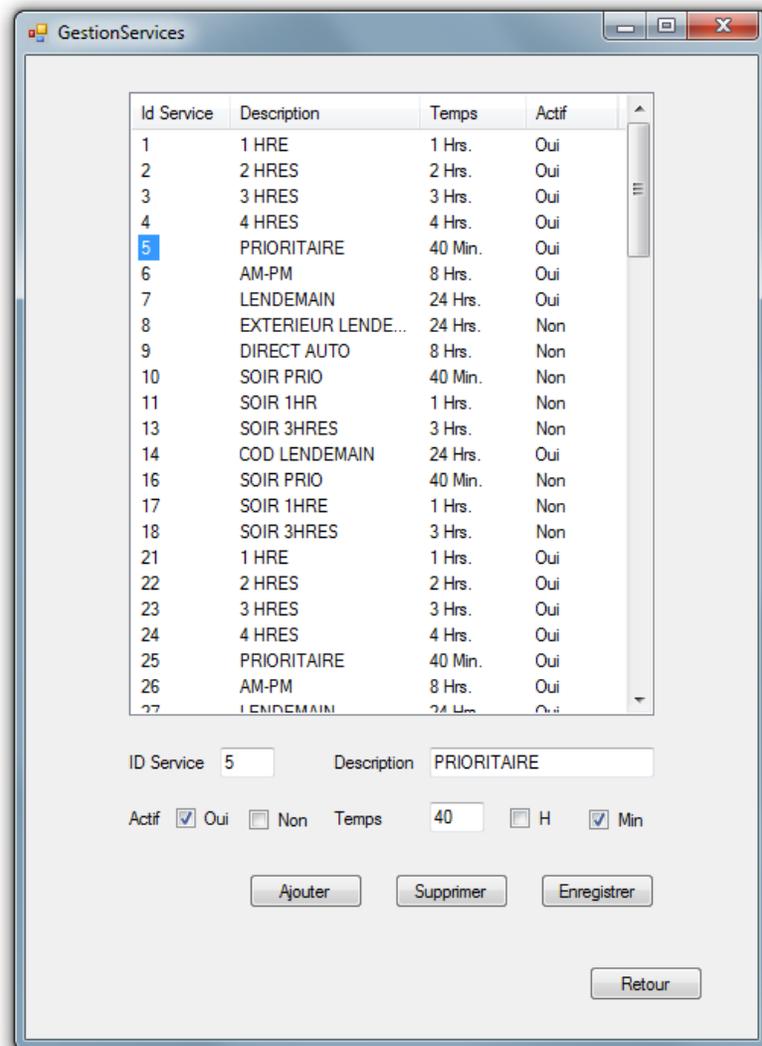


1. Il est possible de rechercher un point de service à partir de la barre supérieur. Il ne suffit que d'entrer le nom ou le code postal du point de service. La recherche se fait à partir du fichier XML ce qui fait que, plus le fichier XML est imposant, plus la recherche sera longue.
2. Une fois le point de service trouvé, sélectionnez-le en cliquant sur la colonne de gauche. Lors de la sélection, le nom du point de service sélectionné apparaît dans la zone supérieure droite et les distances associées apparaissent dans la zone inférieure. Les distances associées sont les distances qui ont déjà été calculées par MapPoint et enregistrées dans le fichier XML. Le temps de parcours est celui à partir du point de service sélectionné jusqu'au code postal affiché.

3. Le temps de chargement est en minute, il est spécifique à chaque point de service. Il est possible de changer ce temps et de l'appliquer au point de service seulement, à tous les points de services ayant le même code postal ou à tous les points de services dans le fichier XML.
4. Il est également possible de modifier le temps de déplacement entre les points de services. L'option *Modifier Temps (%)* permet de modifier le temps en pourcentage. Il est donc possible d'augmenter ou de diminuer le temps de déplacement. Tout comme le temps de chargement, il est possible d'enregistrer le changement et de l'appliquer au point de service seulement, à tous les points de services ayant le même code postal ou à tous les points de services dans le fichier XML.
5. L'option *Modifier Temps (+/— ) min* permet de changer le temps de déplacement en minute. Il est donc possible d'ajouter ou de soustraire un nombre de minutes fixes. Encore une fois, il est possible d'enregistrer le changement et de l'appliquer au point de service seulement, à tous les points de services ayant le même code postal ou à tous les points de services dans le fichier XML. Finalement, les changements des temps peuvent être effectués à la fois en pourcentage et en minutes.

### **3.3. La gestion des services**

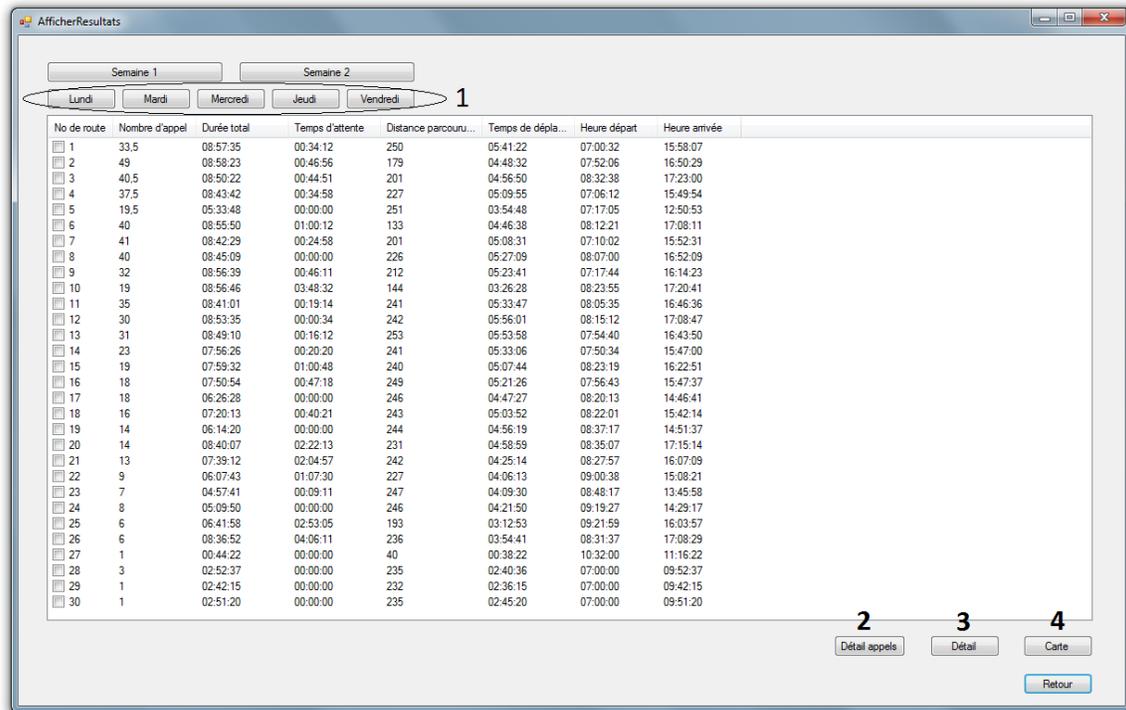
Tout comme les points de services, il est possible de gérer les différents services. Cette fenêtre permet la création, la modification et le maintien des différents services.



La sélection des services se fait en cliquant sur la rangée de gauche. Lors de la sélection, les informations sur le service s'affichent. Il est possible de modifier toutes les informations soit, le numéro du service, sa description, le temps associé (en minute ou en heure) et, finalement, d'activer ou ne le service. Il est également possible d'ajouter et de supprimer un service. Lors de la création d'un nouveau service, celui-ci apparaîtra à la fin de la liste, car celle-ci n'est pas classée.

### 3.4. Affichage des résultats

Les routes construites sont affichées sur la fenêtre AfficherRésultats. Là, il est possible de voir l'ensemble des routes et leurs statistiques générales.



1. Il est possible de sélectionner les journées à regarder. Les routes seront différentes si les appels sont différents, dans le cas contraire, il est préférable d'activer seulement une journée dans le fichier xlsx afin de diminuer les calculs.
2. Une fois le jour choisit, il est possible de sélectionner un ou plusieurs appels en cochant la case associée à la route. Par la suite, en cliquant sur *Détails appels*, une fenêtre s'affiche avec plus de détails sur l'ensemble des appels répondu par les routes sélectionnées.

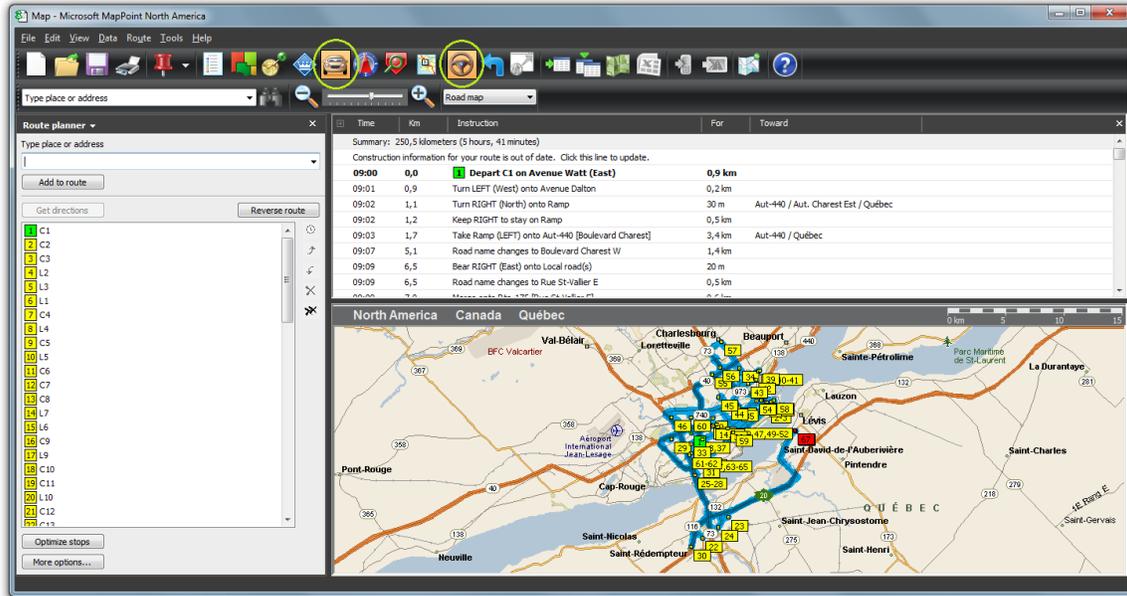
Détail des appels route 5

No d'appel	No de client	Cueillette	Livraison	Heure	Service	Ratio
01337372-00	3421	PREMIER TECH ...	PREMIER TECH ...	07:15:00	67	34416
01338858-00	1479	MARANDA OPTOMETRIE...	HOTEL DIEU DE LEVIS ...	08:44:00	2	215,766666666...
01338873-00	217	CL MEDICALE ST LOUIS ...	CHUL ...	09:45:00	21	49,966666666...
01338965-00	1886	GROUPE CONSEIL MULT...	SOCIETE D'ANESTHÉSIE...	09:13:00	2	198,966666666...
01338806-00	6593152	BLOUIN, JULIEN, POTVIN...	ENTREPRISE GOLDCRE...	08:28:00	4	898
01339000-00	6593152	BLOUIN, JULIEN, POTVIN...	L'ASS. DES PROD. DE C...	09:20:00	4	881,533333333...
01339043-00	642	TREMBLAY, COSSETTE, ...	TRUST ETERNA ...	09:45:00	4	894,533333333...
01338732-00	642	TREMBLAY, COSSETTE, ...	MINISTERE DE LA JUSTI...	08:13:00	4	869,4
01339155-00	796	GESTION DELOITTE S.E....	BANQUE ROYALE DU CA...	10:08:00	21	51,5833333333...
01338916-00	1508	LEGER MARKETING*F 12...	SAAQ**F 12/13H ...	08:56:00	2	217,466666666...
01338823-00	286	CSQ*F 12H15/13H15 ...	HOPITAL ENFANT-JESUS...	08:31:00	23	499,9
01339309-00	1748	QUÉBEC FLEURISTE ...	DELTA ...	10:58:00	2	214,466666666...
01339187-00	3932	GROUPE KYRI ...	LAB DENT CLAUDE GRA...	10:23:00	4	888,933333333...
01339202-00	776	JOLI-COEUR LACASSE S...	GAGNE LETARTE S E N ...	10:33:00	22	222,4
01339325-00	6000	COSSETTE MARKETING ...	GRAND THEATRE DE Q...	11:06:00	1	49,8
01339287-00	391	CL MED DU QUARTIER ...	ENFANT JESUS ...	10:51:00	24	900,533333333...
01339210-00	785	GAGNE LETARTE S E N ...	LÉGARÉ LAVOIE CA ...	10:35:00	23	480,15
01339267-00	286	C E S D ...	CSQ ...	12:00:00	21	52,666666666...
01339266-00	286	CSQ ...	C E S D ...	12:00:00	21	52,916666666...
01339042-00	286	CSQ*F 12H15/13H15 ...	UN POINT À L'AUTRE**F ...	09:43:00	23	493,65

3. Le bouton *Détail* ouvre, quant à lui, une fenêtre ayant le détail de la route, arrêté par arrêt. De plus, il est possible de voir l'heure d'arriver au point de service, la marge et l'attente nécessaire d'un chauffeur à un point de service. La marge est le temps permis entre le temps d'arriver au point et l'heure maximale permise pour ne pas être en retard. Le bouton *Carte* permet d'afficher le trajet à partir de MapPoint.

Heure	Attente	Marge	Adresse	Code Postal	C / L	Destinataire	Type service
07:17:05		10:09:55	PREMIER TECH ...	G5R6C1	Cueillette 1	Pour lendemain	LENDEMAIN
09:21:56		01:09:57	MARANDA OPTOMETRIE...	G6V4Z2	Cueillette 2	HOTEL DIEU D...	2 HRES
09:31:03		01:09:57	HOTEL DIEU DE LEVIS ...	G6V3Z1	Livraison 2		2 HRES
09:52:35		00:42:23	CL MEDICALE ST LOUIS ...	G1W4R4	Cueillette 3	CHUL ...	1 HRE
09:58:35		00:53:54	GROUPE CONSEIL MULT...	G1V5B1	Cueillette 4	SOCIETE D'AN...	2 HRES
10:02:05		02:10:25	BLOUIN, JULIEN, POTVIN...	G1V4M7	Cueillette 5	ENTREPRISE ...	4 HRES
10:02:05		02:58:18	BLOUIN, JULIEN, POTVIN...	G1V4M7	Cueillette 6	L'ASS. DES PR...	4 HRES
10:05:38		00:36:22	CHUL ...	G1V4G2	Livraison 3		1 HRE
10:09:47		03:18:51	TREMBLAY, COSSETTE, ...	G1V5C2	Cueillette 7	TRUST ETERN...	4 HRES
10:09:47		01:40:34	TREMBLAY, COSSETTE, ...	G1V5C2	Cueillette 8	MINISTERE DE...	4 HRES
10:24:35		00:35:00	GESTION DELOITTE S.E...	G1S4Z4	Cueillette 9	BANQUE ROYA...	1 HRE
10:30:00		00:35:00	BANQUE ROYALE DU CA...	G1R5M8	Livraison 9		1 HRE
10:33:08		01:51:52	ENTREPRISE GOLDCRE...	G1R2J1	Livraison 5		4 HRES
10:36:40		00:08:04	LEGER MARKETING*F 12...	G1R2K2	Cueillette 10	SAAQ**F 12/13...	2 HRES
10:44:40		01:25:20	MINISTERE DE LA JUSTI...	G1K8K6	Livraison 8		4 HRES
10:47:56		00:05:04	SAAQ**F 12/13H ...	G1K8Z2	Livraison 10		2 HRES
10:54:42		00:22:56	CSQ*F 12H15/13H15 ...	G1K9E7	Cueillette 11	HOPITAL ENFA...	3 HRES
11:01:42		02:15:18	L'ASS. DES PROD. DE C...	G1L3J9	Livraison 6		4 HRES
11:06:27		00:03:33	SOCIETE D'ANESTHESIE...	G1L3L5	Livraison 4		2 HRES
11:11:47		01:33:27	QUÉBEC FLEURISTE ...	G1L3L6	Cueillette 12	DELTA ...	2 HRES
11:17:23		00:10:37	HOPITAL ENFANT-JESUS...	G1J1Z4	Livraison 11		3 HRES
11:27:03		02:38:11	GROUPE KYRI ...	G1R2J5	Cueillette 13	LAB DENT CLA...	4 HRES
11:31:20		02:10:40	TRUST ETERNA ...	G1S1E5	Livraison 7		4 HRES
11:31:20		00:52:52	JOLI-COEUR LACASSE S...	G1S1E5	Cueillette 14	GAGNE LETAR...	2 HRES
11:36:23		00:19:25	COSSETTE MARKETING ...	G1S1C1	Cueillette 15	GRAND THEAT...	1 HRE
11:42:09		02:53:59	CL MED DU QUARTIER ...	G1R2S9	Cueillette 16	ENFANT JESU...	4 HRES
11:46:49		00:43:11	GAGNE LETARTE S E N ...	G1R5N5	Livraison 14		2 HRES
11:46:49		01:28:14	GAGNE LETARTE S E N ...	G1R5N5	Cueillette 17	LÉGARÉ LAVO...	3 HRES
11:50:07		00:12:53	GRAND THEATRE DE Q...	G1R2B3	Livraison 15		1 HRE
11:53:41		01:01:19	DELTA ...	G1R5A8	Livraison 12		2 HRES
12:00:00		00:52:40	C E S D ...	G1K3G6	Cueillette 18	CSQ ...	1 HRE

4. Comme à la fenêtre précédente, le bouton *Carte* sur la fenêtre *AfficherRésultats* affiche le trajet de la route à partir de MapPoint. En sélectionnant les deux icônes encerclées en vert (une voiture et un volant), il est possible de voir les directions à prendre ainsi que les arrêts à faire. MapPoint ne considère pas le temps de service ce qui rend le temps d'arrivée erroné. Bien que la distance entre les points de services soit correcte, les heures d'arrivée dans MapPoint ne le sont pas. Il est donc nécessaire de considérer seulement les temps affichés par le programme de construction des routes.



#### 4. Utilisation et maintenance

Ce programme n'est pas conçu pour l'usage industriel. Il est important d'avoir le bon type de fichier xls et la bonne structure. De plus, la taille des fichiers XML doivent rester le plus petit possible pour minimiser le temps de recherche.

Le temps de construction des routes est directement lié au nombre d'appels à traiter. Le temps de calcul peut être de quelques minutes jusqu'à plus d'une heure.