

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES**

**CENTRALISATION DES PROCESSUS DE PRETS D'EQUIPEMENTS AU CIUSSS DE  
LA MAURICIE ET DU CENTRE-DU-QUEBEC : UNE APPROCHE PAR  
MODELISATION MATHEMATIQUE**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ  
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA  
MAÎTRISE EN SCIENCES DE LA GESTION**

**PAR  
ÉTIENNE DUBOIS**

**JANVIER 2023**

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>II</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTE DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>VII</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Problématique .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Objectifs et question de recherche.....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE 2 : REVUE DE LITTÉRATURE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Organisation des services de prêts d'équipements.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Problèmes de tournées de véhicules .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Approches de résolution .....</b>	<b>13</b>
<b>CHAPITRE 3 : LE TERRITOIRE DU CIUSSS MCQ ET SES CENTRES DE PRETS D'EQUIPEMENTS .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Le CIUSSS MCQ .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.1 La région administrative de la Mauricie.....</b>	<b>16</b>

3.1.2 La région administrative du Centre-du-Québec .....	19
3.1.3 Les services de prêt d'équipements .....	21
3.2 Horaires d'ouverture des centres de prêts.....	22
3.3 Gestion des inventaires par le centre de prêt.....	23
<b>CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE.....</b>	<b>27</b>
4.1 Visites des centres.....	27
4.2 Cartographies .....	27
4.2.1 Cartographies de la mise en prêt des équipements .....	28
4.2.2 Cartographie pour le retour du prêt des équipements .....	31
4.3 Analyse des requêtes de prêt d'équipements .....	35
4.4 Localisation des entrepôts en fonction des requêtes des usagers .....	39
4.5 Centre de gravité.....	41
4.6 Problème des tournées de livraison .....	43
4.6.1 Modèle mathématique .....	43
<b>CHAPITRE 5 : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>49</b>
5.1 Centre de gravité pondéré .....	49
5.1.1 Cas 1 .....	49
5.1.2 Cas 2 .....	50
5.1.3 Cas 3 .....	52
5.1.4 Constats.....	53
5.2 Détermination des séquences de livraison .....	54
5.2.1 Résultats et analyse .....	55

<b>CHAPITRE 6 : CONCLUSION .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1 Contribution de la recherche .....</b>	<b>60</b>
<b>6.2 Avenues futures de la recherche .....</b>	<b>60</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>65</b>
<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>66</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1 : Horaires d'ouverture des centres de prêts .....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau 2 : Récapitulatif des inventaires des centres de prêts (1 avril 2018 au 31 mars 2019).....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 3 : Caractéristiques des centres de prêt.....</b>	<b>34</b>
<b>Tableau 4 : Nombre d'utilisateurs et de requêtes pour la période du 1er avril 2014 au 31 mars 2019....</b>	<b>36</b>
<b>Tableau 5 : Nombre d'utilisateurs par MRC .....</b>	<b>37</b>
<b>Tableau 6 : Nombre annuel de requêtes par MRC de 2014 à 2019.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 7 : Nombre de requêtes par utilisateur et par MRC.....</b>	<b>39</b>
<b>Tableau 8 : Classement partiel des municipalités en fonction du nombre de requêtes.....</b>	<b>41</b>
<b>Tableau 9 : Taille des catégories d'équipements et temps de service correspondant .....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau 10 : fenêtre de temps par rapport au nombre d'utilisateurs .....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau 11 : Résultats des tests numériques.....</b>	<b>57</b>
<b>Tableau 12 : variation du nombre de variables et de contraintes en fonction du nombre d'utilisateurs</b>	<b>58</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le réseau de la santé et des services sociaux après la loi 10.....	3
Figure 2 : Répartition de la population en pourcentage dans les MRC de la Mauricie.....	17
Figure 3 : Répartition de la superficie terrestre en pourcentage des MRC de la Mauricie.....	17
Figure 4 : Territoire de la région administrative de la Mauricie .....	18
Figure 5 : Répartition de la population en pourcentage dans les MRC du Centre-du-Québec .....	19
Figure 6 : Répartition de la superficie terrestre en pourcentage des MRC du Centre-du-Québec ...	20
Figure 7 : Territoire de la région administrative du Centre-du-Québec.....	20
Figure 8 : Exemple de classification des équipements au centre de prêt de Trois-Rivières.....	24
Figure 9 : Cartographie du processus de prêt d'équipements de Trois-Rivières .....	30
Figure 10 : Cartographie du processus de retour de prêt de Trois-Rivières .....	33
Figure 11 : Localisation des requêtes par municipalité .....	40
Figure 12 : Centre de gravité global - requêtes .....	50
Figure 13 : Centre de gravité global - déplacements.....	50
Figure 14 : Centre de gravité Mauricie incluant La Tuque de 2014 à 2019 - requêtes .....	51
Figure 15 : Centre de gravité Mauricie incluant La Tuque de 2014 à 2019 - déplacements .....	51
Figure 16 : Centre de gravité Centre-du-Québec de 2014 à 2019 - requêtes.....	52
Figure 17 : Centre de gravité Centre-du-Québec de 2014 à 2019 - déplacements.....	52
Figure 18 : Partie de la carte du Centre-du-Québec .....	52
Figure 19 : Centre de gravité Mauricie sans La Tuque de 2014 à 2019 - requêtes.....	53
Figure 20 : Centre de gravité sans La Tuque de 2014 à 2019 - déplacements.....	53

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

**ASSS : Auxiliaire aux Services de Santé et Sociaux**

**AVQ : Aides à la Vie Quotidienne**

**AVD : Aides à la Vie Domestique**

**CIUSSS : Centre intégré de Santé et de Services Sociaux**

**MCQ : Mauricie Centre-du-Québec**

**MRC : Municipalité Régionale de Comté**

**RLS : Réseau Local de Services**



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement Viviane Gascon pour toute l'aide et le soutien qu'elle m'a apporté tout au long du projet. Merci également à Chantal Baril. À elles deux, elles m'ont encouragé et poussé lorsque j'en avais le plus besoin. Leur rigueur et leurs conseils m'ont permis de venir à bout de ce projet. Si ce projet voit le jour, c'est grâce à leur professionnalisme et à leur écoute. Merci encore.

Je tiens également à remercier mes parents et amis qui m'ont soutenu pendant toute la durée du projet surtout lors de mes baisses de motivation pendant la pandémie.

## RÉSUMÉ

Ce projet se divise en trois parties : 1) comprendre les processus des différents centres de prêts d'équipements, 2) proposer une localisation centralisée d'un entrepôt tel que souhaité par le CIUSSS MCQ et 3) élaborer une approche mathématique pour déterminer les routes de livraisons pour les équipements lourds. La première partie permet de faire un état des lieux des services de prêts d'équipements du CIUSSS MCQ et d'envisager la standardisation de ceux-ci. La seconde partie est réalisée à l'aide de la méthode du centre de gravité pondéré et envisage la centralisation des services de prêts. La dernière partie propose un modèle mathématique pour affecter des tournées de véhicules pour livrer les équipements lourds aux usagers du CIUSSS MCQ.

## CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Les services de santé jouent un rôle primordial au sein d'un pays. Le Québec, comme beaucoup d'autres pays, nations, provinces, doit faire face à des défis logistiques afin que ses services de santé soient efficaces.

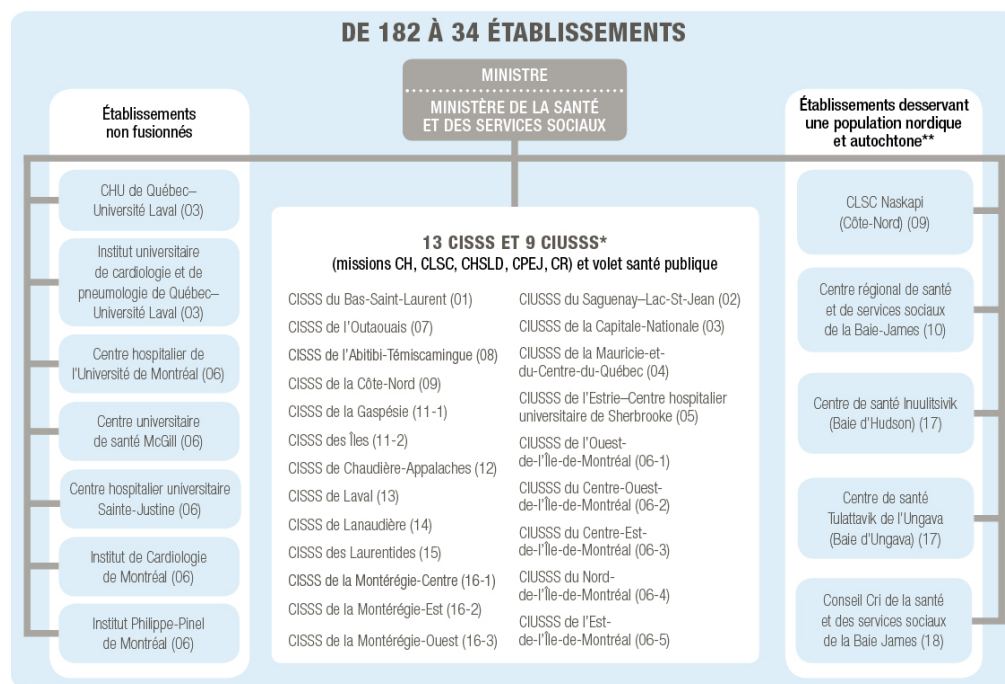
Depuis le regroupement des organisations de santé au Québec en Centres Intégrés de Santé et des Services Sociaux (CISSS) et en Centres Intégrés Universitaires de Santé et des Services Sociaux (CIUSSS) en 2015, le CIUSSS de la Mauricie et du Centre-du-Québec (CIUSSS MCQ) tente de revoir ses processus à tous les niveaux, dont ceux relatifs à la logistique. La direction logistique du CIUSSS MCQ a décidé de revoir notamment les services du prêt d'équipements.

Les services offerts par les CISSS et les CIUSSS sont divers et variés et ils ont pour but de répondre aux besoins de la population en matière de santé. Leurs services vont de la santé publique et responsabilité populationnelle<sup>1</sup> jusqu'aux services de santé mentale ou de santé physique en passant par les soins infirmiers, les services ambulatoires et soins critiques ou encore le soutien à l'autonomie de la personne âgée pour ne citer qu'eux.

Les grands changements dans le réseau de la santé en 2015 ont mené à des fusions de services. La figure 1 présente les 34 établissements qui résultent des fusions des établissements dans le réseau de la santé et des services sociaux au Québec en 2015.

---

<sup>1</sup> « La responsabilité populationnelle implique l'obligation de maintenir et d'améliorer la santé et bien-être de la population d'un territoire donné en : rendant accessible un ensemble de services sociaux et de santé pertinents, coordonnés, qui répondent de manière optimale aux besoins exprimés et non exprimés de la population, assurant l'accompagnement des personnes et le soutien requis, agissant en amont, sur les déterminants de la santé. » <https://www.inspq.qc.ca/exercer-la-responsabilite-populationnelle/responsabilite-populationnelle> page consultée le 22 janvier 2021



\* Les 13 CISSS se trouvent dans chacune des régions sociosanitaires autres que celles de Montréal, de la Capitale-Nationale, de l'Estrie, de la Mauricie et du Centre-du-Québec et du Saguenay–Lac-Saint-Jean, dans lesquelles on trouve les 9 CIUSSS (5 dans la région de Montréal, 1 dans la région de la Capitale-Nationale, 1 dans la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 1 dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean et 1 dans la région de l'Estrie).

\*\* À l'exception du CLSC Naskapi. Ces établissements ne sont pas visés par la LMRSSS.

Figure 1 : Le réseau de la santé et des services sociaux après la loi 10

Toutes ces fusions ont eu un impact important sur les ressources qu'elles soient humaines ou matérielles. En effet, les employés des différents établissements peuvent maintenant être déplacés d'un établissement vers un autre, au besoin, et les ressources matérielles peuvent également être réaffectées, si nécessaire. Pour les établissements offrant les mêmes services (le prêt d'équipements, par exemple), il peut être décidé de n'en conserver qu'un plus petit nombre. Ceci a amené le CIUSSS MCQ à vouloir étudier le fonctionnement de ses centres de prêt d'équipements pour les améliorer et ainsi améliorer le service aux usagers.

## 1.1 Problématique

*« Le prêt d'équipement est un service d'aides techniques permettant aux personnes ayant des incapacités fonctionnelles temporaires ou permanentes de vivre dans leur domicile et de participer à la vie sociale. L'aide technique consiste en tout produit, instrument, équipement qui peut aider l'utilisateur et ses proches dans son fonctionnement quotidien »<sup>2</sup>.*

Le CIUSSS MCQ comprend dix centres de prêt d'équipements qui ont chacun leur mode de fonctionnement. Ceci amène les centres de prêt d'équipements à fonctionner en silo, chacun selon sa méthode. Chacun gère, de manière individuelle, ses activités de prêt d'équipements incluant l'entreposage, la gestion des inventaires et le personnel affecté à diverses tâches.

L'entreposage des équipements est chaotique dans la plupart des centres de prêt. Les équipements sont empilés les uns sur les autres, leur localisation n'est pas précise, il n'y a pas assez de place pour accéder directement à certains et les équipements de certains inventaires peuvent être mélangés alors qu'ils ne le devraient pas. Les quantités inscrites dans le système informatique ne sont pas toujours exactes, car les sorties et les retours d'équipements sont entrés manuellement dans le système d'où des risques d'erreurs de saisies et les inventaires ne sont pas mis à jour régulièrement. Également, certains centres de prêt peuvent avoir en inventaire un équipement en grande quantité alors qu'il peut être manquant dans d'autres.

Normalement, les professionnels de la santé devraient se concentrer à des tâches reliées à leur expertise directement auprès des usagers, comme l'évaluation clinique de leurs besoins. Cependant, dans certains centres, les tâches purement logistiques de gestion du centre de prêt, d'achat d'équipements ou de désinfection des équipements souillés sont réalisées par des spécialistes cliniques (physiothérapeutes ou ergothérapeutes) ou par des auxiliaires aux services de santé et sociaux (ASSS) dont ce n'est pas l'expertise. Ceci

---

<sup>2</sup> <https://ciusssmcq.ca/soins-et-services/soins-et-services-offerts/soutien-a-l-autonomie/prest-d-equipement/>  
page consultée le 26 octobre 2019

diminue leur disponibilité pour intervenir directement auprès des usagers alors qu'il y a une pénurie de personnel spécialisé.

Actuellement, les usagers ou leurs proches aidants se déplacent aux centres de prêts pour récupérer les équipements légers et lourds. Cela ne pose pas de problèmes pour les équipements légers, mais pour les équipements lourds, les usagers peuvent rencontrer des difficultés, car ils ne possèdent pas tous un véhicule permettant leur transport. Le CIUSSS MCQ souhaite donc mettre sur pied un service de transport pour la livraison des équipements lourds. Les usagers continueraient d'aller chercher les équipements légers.

Le CIUSSS MCQ envisage la centralisation du prêt d'équipement pour uniformiser le mode de fonctionnement, mieux gérer les inventaires, etc. Un centre de prêt centralisé serait aussi responsable de la livraison des équipements lourds. Il importe donc de déterminer la meilleure localisation possible d'un tel centre de prêt centralisé. La livraison des équipements lourds requiert également la détermination des séquences de livraison auprès des usagers.

## **1.2 Objectifs et question de recherche**

Ce mémoire s'intéresse au fonctionnement des centres de prêt d'équipements afin de mieux uniformiser, en partie, ses services. Les questions auxquelles ce mémoire tente de répondre sont :

Quelle est la meilleure localisation pour installer un seul centre de prêt sur le territoire de la MCQ ? Comment organiser la livraison des équipements lourds chez les usagers à partir d'un centre de prêt centralisé ?

Pour répondre à ces questions, ce mémoire a plusieurs objectifs : analyser la situation actuelle des centres de prêt d'équipements du CIUSSS MCQ, déterminer la localisation d'un éventuel centre de prêt d'équipements centralisé et proposer des séquences de visites pour la livraison des équipements lourds aux usagers. Pour atteindre ces objectifs, le projet a été divisé en trois parties distinctes.

Les processus de prêt et de retour de prêt d'équipements de chacun des centres seront cartographiés afin d'établir les similitudes et les différences dans le mode de fonctionnement et la gestion des inventaires et des catégories de personnel y travaillant. Les données recueillies auprès de chaque centre de prêt d'équipements du CIUSSS MCQ seront analysées pour faire leur portrait détaillé. À partir des données fournies par le CIUSSS MCQ, la localisation pour un centre unique de prêt d'équipements ou d'un centre pour la Mauricie et d'un centre pour le Centre-du-Québec sera déterminée à l'aide de la méthode du centre de gravité pondéré. Enfin, la troisième et dernière partie consiste à modéliser mathématiquement et à résoudre le problème de livraisons des équipements lourds aux usagers à partir du centre de prêt centralisé.

## CHAPITRE 2 : REVUE DE LITTÉRATURE

Dans cette section, nous allons aborder des articles en lien avec l'organisation des services de prêts d'équipements. Nous présenterons différents types de problèmes de tournées de véhicules et finalement nous aborderons les approches de résolution pour résoudre les problèmes de tournées de véhicules.

### 2.1 Organisation des services de prêts d'équipements

À notre connaissance, il n'existe que peu ou pas d'articles dans la littérature relative directement aux services de prêts d'équipements. Cependant, certains articles se sont intéressés à des aspects qui présentent certaines similitudes.

Keay *et al.* (2015) se sont intéressés à la mise en place d'un service de prêt d'équipements médicaux dans un hôpital britannique. Les objectifs étaient : améliorer la qualité et la disponibilité des équipements pour les patients et les utilisateurs cliniques, la gestion des équipements (car chaque service gère ses propres équipements), réduire les risques cliniques et le coût global de la fourniture des équipements ainsi qu'uniformiser les équipements. Deux enquêtes menées auprès des utilisateurs du service montrent une satisfaction générale à l'égard du service. L'uniformisation des équipements a permis de réduire le risque clinique, puisque toutes les pompes ambulatoires utilisées sont désormais du même type et ont les mêmes configurations. La mise en place de ce service de prêt d'équipements a également permis une réduction des coûts et du temps passé à la recherche d'équipements laissant au personnel de soutien clinique et technique plus de temps à consacrer aux patients. Cela ressemble au cas du CIUSSS MCQ, mais à plus petite échelle. Dans le cas du CIUSSS MCQ, il s'agit de revoir les processus des services de prêts d'équipements pour les uniformiser et les centraliser alors qu'ici, il s'agit de mettre en place un service de prêt d'équipements pour l'ensemble des services d'un hôpital britannique.



Fresnais (2015) a abordé la mutualisation comme « *la mise en commun permanente de moyens pour le compte de plusieurs « usagers » (services, départements ou associations)* ». Il présente un projet de création d'un laboratoire central hospitalier qui consiste à centraliser les analyses de tests provenant de plusieurs hôpitaux sur un grand territoire (130 km du nord au sud). La problématique de l'organisation du transport des prélèvements est l'élément principal de cette réorganisation. Pour que la mutualisation fonctionne, ils ont dû harmoniser et standardiser leurs pratiques. Le département transport du laboratoire central est responsable de la gestion et de la distribution des prélèvements entre les différents services des hôpitaux. La centralisation des analyses de tests provenant de plusieurs hôpitaux sur un vaste territoire s'apparente à notre projet qui vise la centralisation des services de prêt d'équipements sur un vaste territoire. Dans les deux cas, on parle d'harmoniser et de standardiser les processus. Il ressort de ce chapitre de livre que la centralisation demande du temps pour être bien faite, qu'il faut communiquer et impliquer les parties prenantes autour d'un projet fédérateur. C'est un exemple de ce qui peut être fait pour harmoniser et standardiser les processus des services de prêt d'équipements du CIUSSS MCQ.

Au début des années 2000, le Royaume-Uni doit fournir l'équipement le plus approprié, le livrer et l'installer chez le patient. Le manque d'équipements génère des listes d'attente considérables. Oldman *et al.* (2003) ont développé une méthode pour attribuer les équipements aux patients à domicile, en utilisant un système de priorisation des patients basé sur le besoin clinique. Un formulaire unique d'orientation incorporant un système de notation clinique a été développé. La mise en place de ce formulaire a permis de fournir l'équipement nécessaire au patient qui en a le plus besoin.

## **2.2 Problèmes de tournées de véhicules**

La littérature sur les problèmes de tournées de véhicule peut être divisée en plusieurs catégories en fonction des contraintes prises en compte et des objectifs. Comme un des objectifs de notre projet est de déterminer la séquence de livraison d'équipements

lourds pour les usagers du CIUSSS MCQ, depuis un centre de prêt centralisé, nous allons aborder plus particulièrement les problèmes de tournées de véhicules avec et sans fenêtre de temps, plusieurs camions (multi tournées), multi objectifs ainsi que les approches de résolution pour les résoudre (méthodes exactes ou approchées).

C'est en 1959 qu'a été publié le premier article qui a introduit le problème de tournées de véhicules (« *Vehicle routing problem* » ou *VRP*)(Dantzig et Ramser, 1959). Dans cet article, les auteurs ont proposé la première procédure, basée sur une formulation de programmation linéaire, pour obtenir une solution quasi optimale du problème de tournées de véhicules. Ils ont modélisé la manière dont une flotte de camions homogènes pouvait répondre à la demande de pétrole d'un certain nombre de stations-service à partir d'un dépôt de carburant.

Le second article qui a marqué le problème de tournées de véhicules est venu en 1964 (Clarke et Wright, 1964) dans lequel les auteurs ont proposé une méthode itérative pour trouver une solution quasi optimale au problème de tournées de véhicules. Cette méthode est aussi connue sous le nom de méthode des économies. Les auteurs ont adapté le problème de tournées de véhicules introduit par Dantzig et Ramser (1959) en utilisant une flotte de camions de capacités différentes ainsi qu'un plus grand nombre de points de livraisons.

Depuis lors, les modèles de VRP sont devenus de plus en plus complexes, car les chercheurs incorporent de nouvelles contraintes pour correspondre au plus près à la vie réelle.

Lorsqu'il faut prendre en considération les créneaux horaires de livraison, on parle de problèmes de tournées de véhicules avec fenêtres de temps. Sivaramkumar et al. (2018) ont démontré l'importance d'équilibrer le temps passé sur les différentes routes pour un problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps. Molina et al. (2020) ont étudié le problème de tournées de véhicules hétérogènes avec fenêtres de temps et un nombre limité de véhicules, de conducteurs, etc. pouvant empêcher que certains clients soient visités. Spliet et Gabor (2015) modélisent le problème de tournées de véhicules avec

fenêtres de temps lorsque celles-ci sont affectées aux clients avant que la demande ne soit connue (contrairement à notre cas). Un ensemble de scénarios permettant de satisfaire la demande des clients est généré.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés aux problèmes de tournées de véhicules combinant livraisons et cueillettes. Madankumar et Rajendran (2019) abordent le problème de tournée de véhicules avec livraisons, cueillettes et fenêtres de temps. Ils proposent un modèle de programmation linéaire mixte en nombres entiers pour lequel les quantités à livrer et à récupérer sont connues. Kassem et Chen (2013) étudient un problème de tournée de véhicules combinant la livraison et la cueillette avec fenêtres de temps, mais pour la logistique inverse. En plus des livraisons, des produits en fin de vie seront collectés chez le client et retournés au dépôt central. Dans notre étude, nous proposons un modèle de programmation linéaire en nombres entiers pour résoudre un problème de tournée de véhicules avec livraisons et fenêtres de temps, sans cueillette. Dans une future recherche, nous pourrions envisager la livraison puis la cueillette lors des tournées de véhicules.

Les problèmes de livraisons avec véhicules écologiques ou verts (véhicules hybrides, électriques, à hydrogène ou à faibles émissions de gaz à effet de serre) sont de plus en plus abordés dans la littérature. Dans les problèmes de tournées de véhicules verts, on cherche à minimiser les consommations d'énergies et l'émission de gaz à effet de serre. Tirkolaei *et al.* (2020) proposent un modèle de programmation linéaire en nombres entiers mixte pour résoudre un problème de tournées de véhicules écologique avec des dépôts intermédiaires, en tenant compte de la circulation urbaine, de la consommation de carburant, des fenêtres de temps ainsi que de la demande incertaine de produits périssables. Dans ce problème, la vitesse des véhicules est basée sur différentes conditions de trafic (de nul à élevé). Lin *et al.* (2016) présentent un modèle pour le problème de tournées de véhicules électriques à coût minimal. L'objectif est de minimiser la somme du temps de déplacement et du temps de recharge des batteries. Le long temps de recharge d'un véhicule électrique augmente les coûts de main-d'œuvre lorsque les chauffeurs doivent attendre pendant la charge du véhicule. La localisation des stations de recharge

affecte grandement les stratégies de routage. Enfin, le temps de résolution du problème augmente de manière exponentielle lorsque la taille du réseau augmente.

Des auteurs ont abordé le problème de tournées cohérentes de véhicules qui consiste à prendre en compte la satisfaction du client pour la régularité du service reçu. Par exemple, une tournée est considérée cohérente si le même chauffeur avec le même véhicule visite à la même heure le même client. Dans Kovacs *et al.* (2015), le problème de tournées cohérentes de véhicules avec fenêtres de temps permet que plusieurs conducteurs fassent les livraisons chez un client (même véhicule et même heure) au lieu d'un unique livreur. Ils permettent des heures de départ flexibles pour les véhicules pour obtenir des heures d'arrivée stables chez les clients. La résolution du problème de tournées cohérentes de véhicules de Barros *et al.* (2020) permet de réduire les temps de déplacement et que les visites aux clients soient effectuées par le même véhicule et le même conducteur. Le modèle mathématique a été testé sur plusieurs instances afin d'analyser comment la solution est affectée selon la distribution des clients (uniforme ou en grappe), l'emplacement de l'entrepôt et les heures d'arrivée chez les clients. Pour le bien-être des usagers du CIUSSS MCQ, il pourrait être intéressant que ce soient les mêmes personnes qui livrent et vont chercher les équipements.

Les chercheurs se sont également penchés sur les problèmes de tournées de véhicules avec multi dépôts (Ramos *et al.* (2020), Tirkolae *et al.* (2020) et Tohidifard *et al.* (2018)). Ramos *et al.* (2020) abordent un problème de routage caractérisé par l'existence de plusieurs dépôts où les véhicules peuvent se réapprovisionner sans avoir à retourner à leur dépôt d'origine.

Les problèmes de tournées de véhicules sont aussi présents dans le secteur de la santé. Euch *et al.* (2020) et Hashemi Doulabi *et al.* (2020) ont travaillé sur un problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps et visites synchronisées pour les services de soins à domicile. Le but est de trouver une tournée des visites des patients pour chaque soignant, commençant et finissant au centre de soins. Dans Euch *et al.* (2020), plusieurs soignants, en fonction de leur disponibilité, peuvent s'occuper des patients. Les visites aux

patients doivent être synchronisées, de façon à ce que les soins soient fournis en même temps par deux soignants. Dans Hashemi Doulabi *et al.* (2020), le personnel de soins quitte le centre de soins à la même heure le matin et les patients n'ont pas tous besoin d'avoir une infirmière et une aide à domicile en même temps. De l'attente est générée si un employé arrive avant l'horaire prévu ou si un des deux requis est là avant l'autre. Tohidifard *et al.* (2018) présentent un modèle mathématique pour résoudre le problème de tournées de véhicules multi dépôts avec des fenêtres de temps pour les entreprises de soins de santé à domicile. Ce problème consiste à déterminer les tournées des visites de patients par divers véhicules installés dans plusieurs lieux de départ. L'objectif est d'augmenter la satisfaction des patients en leur fournissant les services de soins nécessaires, de livrer les échantillons prélevés au laboratoire central, tout en minimisant la distance parcourue, la durée de la tournée, le nombre de véhicules ainsi que le coût de transport en respectant les fenêtres de temps des patients. Les prestataires de soins à domicile sont confrontés à de multiples objectifs souvent contradictoires. D'une part, l'objectif est de minimiser les coûts d'exploitation et, d'autre part, l'objectif est la satisfaction des clients. Braekers *et al.* (2016) modélisent le problème de l'organisation et de la planification des soins à domicile en considérant ces deux objectifs.

D'autres auteurs ont également abordé les problèmes de tournées de véhicules avec des objectifs multiples. Sivaramkumar *et al.* (2018) ont développé trois modèles pour les problèmes de tournées de véhicules multi objectifs avec fenêtres de temps. Le premier a comme objectifs de minimiser la distance totale parcourue par les véhicules et le nombre de véhicules (ces deux objectifs sont également des objectifs des deux autres modèles), au second s'ajoute l'objectif d'obtenir des tournées dont les distances parcourues sont à peu près les mêmes et au dernier, s'ajoute l'objectif d'obtenir des tournées ayant des temps de parcours similaires. Le temps total correspond à la somme des temps de déplacement du véhicule, du temps d'attente et du temps de service. Molina *et al.* (2020) considèrent une fonction objectif hiérarchique dont l'objectif principal est de maximiser le nombre de clients servis et l'objectif secondaire de minimiser les coûts de déplacement. Pour Zhao *et al.* (2019), les coûts totaux de transport et les coûts temporels (coûts d'attente avant de

servir le client et de pénalité pour retard) sont deux objectifs optimisés simultanément par leur modèle de programmation linéaire mixte en nombres entiers. Leur algorithme considère d'abord les deux objectifs séparément. Ensuite, ils considèrent les deux objectifs simultanément, sans en prioriser l'un plutôt que l'autre. Les résultats indiquent que la solution tend à minimiser les coûts temporels plutôt que les coûts totaux de transport.

### 2.3 Approches de résolution

Dans la littérature, nous retrouvons trois catégories de méthodes pour résoudre les problèmes de tournées de véhicules. La première catégorie comprend les méthodes de résolution exactes. La plupart des méthodes exactes pour résoudre les problèmes de tournées de véhicules reposent sur les méthodes de séparations et évaluations (branch-and-bound), séparations et coupes, séparations et générations de colonnes ou encore séparations, coupes et génération de colonnes. Andelmin et Bartolini (2017) ont utilisé une méthode de résolution exacte pour résoudre un problème de tournées de véhicules verts modélisé comme un problème de « set partitioning ». Leur algorithme résout de manière optimale des instances jusqu'à 110 clients et 28 stations de rechargement. Barros *et al.* (2020) utilisent les logiciels CPLEX et Gurobi pour résoudre le problème de tournées cohérentes de véhicules. Spliet et Gabor (2015) proposent un algorithme de génération de colonnes combiné au « branch-price-and-cut » pour résoudre le problème de tournée de véhicules avec affectation de fenêtres temporelles, celles-ci sont affectées aux clients avant que la demande ne soit connue. Les tests numériques montrent que leur algorithme peut résoudre des instances comprenant jusqu'à 25 clients et 3 scénarios.

La seconde catégorie de méthodes de résolution est constituée des méthodes heuristiques. Il arrive encore que des auteurs utilisent la méthode des économies de Clarke et Wright (1964) pour résoudre des problèmes de petite taille comme Çolak *et al.* (2019) qui associent le problème des tournées des équipes de soins à domicile à un problème de tournées de véhicules. Dans leur modèle, les équipes de soins correspondent aux véhicules, les patients aux clients, le temps de travail des équipes de soins à la capacité des véhicules et le temps à consacrer aux soins à la quantité à livrer. Erdoğan et Miller-

Hooks (2012) utilisent deux heuristiques pour résoudre leur problème de tournées de véhicules utilisant des énergies vertes, ils minimisent la distance totale parcourue pour servir un ensemble de clients tout en incorporant des arrêts aux stations de ravitaillement en carburant alternatif. La première est une heuristique modifiée des économies de Clark et Wright et la seconde heuristique est : « The Density-Based Clustering Algorithm » (DBCA). Ces heuristiques permettent de résoudre des problèmes de grande taille plus rapidement et plus efficacement que les méthodes de résolution exactes. Le DBCA, qui permet de regrouper les clients dans des groupes (clusters), présente certaines similitudes avec notre approche qui utilise les centres de gravité pondérés pour regrouper les patients à visiter. Kovacs *et al.* (2015) utilisent des heuristiques de destruction et de réparation pour améliorer les tournées.

La dernière catégorie de méthode de résolution est les métaheuristiques. Braekers *et al.* (2016) proposent une métaheuristique de recherche locale multidirectionnelle pour résoudre le problème de la planification des soins à domicile dont les objectifs sont la minimisation des coûts et la satisfaction des clients. Les résultats montrent qu'il est difficile pour les prestataires de services de concilier l'atteinte des deux objectifs. Euchi *et al.* (2020) ont proposé un algorithme de clustering basé sur les colonies de fourmis pour résoudre un problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps et visites synchronisées pour les services de soins à domicile. Tohidifard *et al.* (2018) utilisent un algorithme génétique et un algorithme d'optimisation par essaims de particules (particle swarm optimization) pour résoudre un problème de tournées de véhicules multi dépôts avec fenêtres de temps pour les entreprises de soins de santé à domicile. Sivaramkumar *et al.* (2018) ont résolu leurs trois problèmes de tournées de véhicules multi objectifs avec fenêtres de temps, en utilisant un algorithme génétique agrégé. Leurs résultats démontrent l'importance d'équilibrer le temps total des tournées et pas seulement les distances parcourues. Dans notre étude, nous ne cherchons pas à obtenir des routes ayant des temps semblables, mais uniquement à minimiser la somme des temps de déplacement et d'attente. Molina *et al.* (2020) utilisent, dans un premier temps, une heuristique d'insertion pour obtenir des solutions qu'ils améliorent ensuite à l'aide d'une approche Tabou pour

résoudre le problème de tournées de véhicules hétérogènes avec fenêtres de temps et un nombre limité de ressources. Kassem et Chen (2013) utilisent une heuristique pour générer des solutions initiales de très bonne qualité, suivi d'un processus de recherche basé sur le recuit simulé (simulated-annealing) pour les améliorer. Leur heuristique pour générer des solutions initiales et le recuit simulé pour l'amélioration des solutions permet d'obtenir des solutions optimales ou quasi optimales en un temps de calcul polynomial pour les problèmes testés.

Le problème de tournée de véhicules est NP-complet, ce qui veut dire que sa complexité croît de manière exponentielle avec l'ajout de nouveaux usagers/clients à livrer. Par conséquent, les méthodes exactes sont utilisées pour les problèmes de petite taille alors que les méthodes approchées le sont pour les problèmes de grande et très grande taille. Notre problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps ayant peu d'usagers à desservir, la méthode exacte devrait donner de bons résultats.



## CHAPITRE 3 : LE TERRITOIRE DU CIUSSS MCQ ET SES CENTRES DE PRÊTS D'ÉQUIPEMENTS

### 3.1 Le CIUSSS MCQ

Le CIUSSS de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec dessert deux régions administratives, la Mauricie et le Centre-du-Québec, séparées par le fleuve Saint-Laurent. Le territoire couvert par le CIUSSS MCQ est d'environ 47 000 km<sup>2</sup>, dont un peu plus de 42 000 km<sup>2</sup> de superficie terrestre<sup>3</sup>, et la population était estimée à 527 916 habitants en 2022<sup>4</sup>. C'est la sixième région sociosanitaire la plus peuplée au Québec. Une région sociosanitaire est une région au niveau provincial, qui regroupe les services sociaux et les services de santé.

#### 3.1.1 La région administrative de la Mauricie

La superficie totale de la Mauricie est de 35 406 km<sup>2</sup> et la région se découpe en six MRC : les MRC de Mékinac, des Chenaux, de Maskinongé, de Shawinigan, l'agglomération de La Tuque et la ville de Trois-Rivières.

Les figures 2 et 3 présentent les données sur les superficies et la population en 2022 des six zones de la Mauricie. L'agglomération de La Tuque représente la plus grande superficie de la Mauricie, soit 25 964 km<sup>2</sup>, c'est-à-dire 73,3% du territoire, pour seulement 4,3% de la population. L'agglomération de La Tuque représente donc un cas particulier de la Mauricie avec sa faible population, mais son vaste territoire. À l'opposé, la ville de Trois-Rivières, avec une superficie de 289 km<sup>2</sup>, soit 0,8% du territoire, a la plus petite superficie des six zones, mais la plus grande population. Elle représente, à elle seule 51,6% de la population totale de la Mauricie.

---

<sup>3</sup> le-quebec-chiffres-en-main-edition-2022.pdf

<sup>4</sup> Region\_04.pdf et Region\_17.pdf

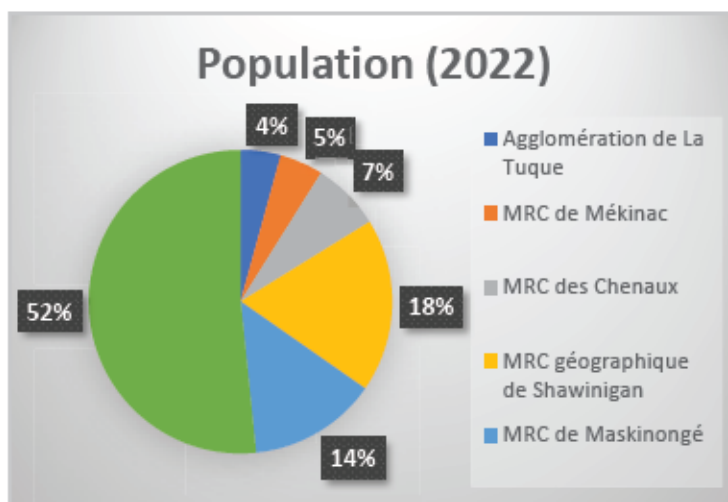


Figure 2 : Répartition de la population en pourcentage dans les MRC de la Mauricie

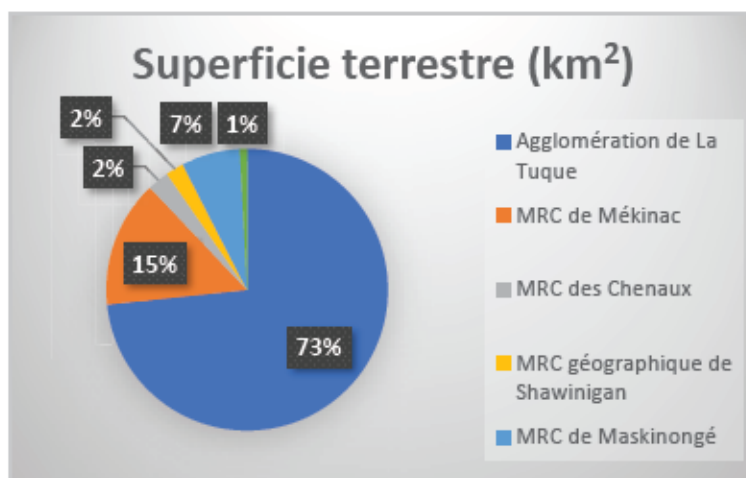


Figure 3 : Répartition de la superficie terrestre en pourcentage des MRC de la Mauricie

La figure 4 présente la carte de la région administrative de la Mauricie.

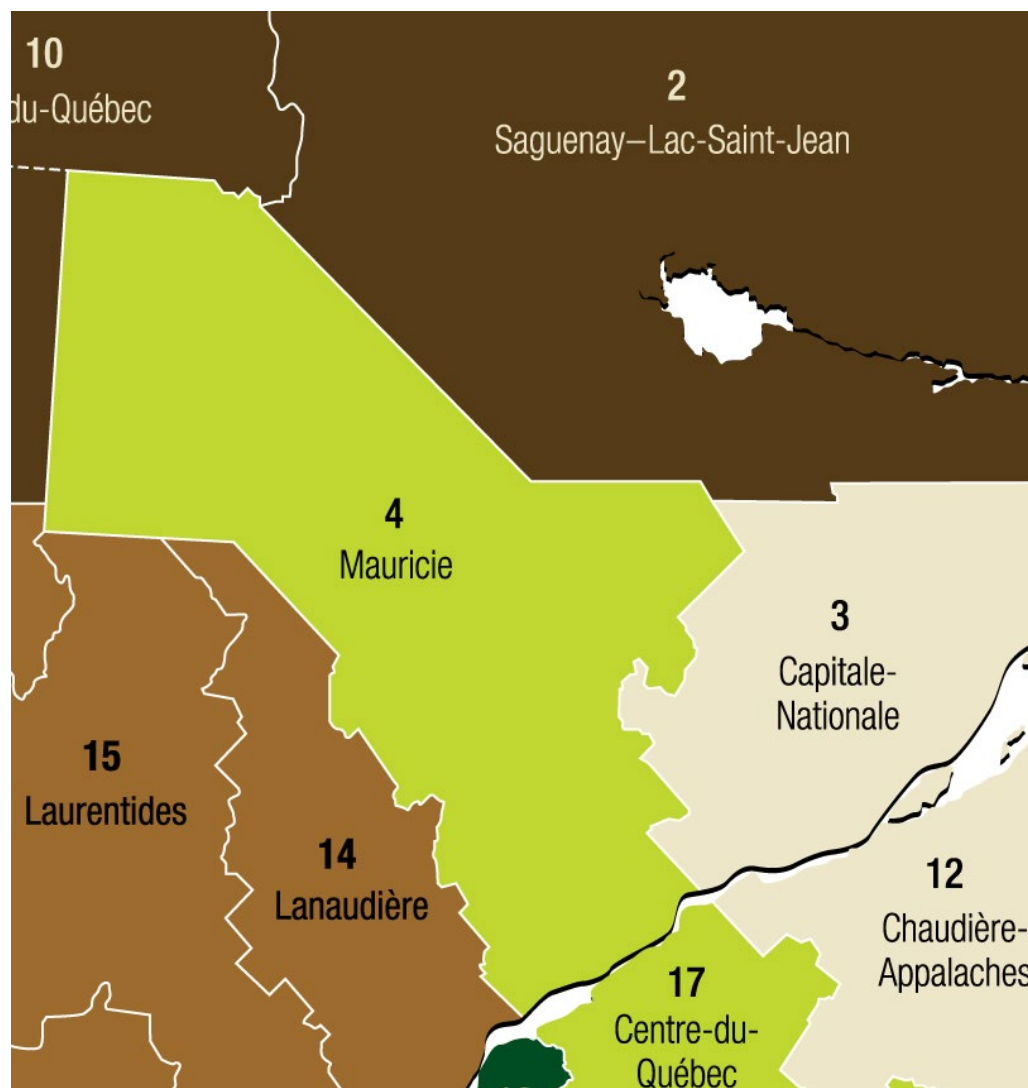


Figure 4 : Territoire de la région administrative de la Mauricie<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://affairesmegantic.com/wp-content/uploads/2014/10/Carte-du-Qu%C3%A9bec.jpg> page consulté le 06 novembre 2022

### 3.1.2 La région administrative du Centre-du-Québec

La superficie totale du Centre-du-Québec est de 6 915 km<sup>2</sup> et la région se décompose en cinq MRC : les MRC de l'Érable, de Bécancour, d'Arthabaska, de Drummond et de Nicolet-Yamaska. La superficie du Centre-du-Québec ne représentait que 19,5% de la superficie de la Mauricie, mais 92,8% de la population de la Mauricie en 2022.

Les figures 5 et 6 présentent les données sur les superficies et la population en 2022 de différentes zones du Centre-du-Québec. La MRC d'Arthabaska représente la plus grande superficie du Centre-du-Québec avec 1 886 km<sup>2</sup>, soit 27,3% du territoire, mais ne représente que la seconde zone la plus peuplée avec 29,5% de la population en 2022. La plus petite superficie est celle de la MRC de Nicolet-Yamaska avec 1 000 km<sup>2</sup>, soit 14,5% du territoire, pour 9,3% de la population en 2022. Il est à noter que la zone la plus peuplée est celle de la MRC de Drummond avec 43,2% de la population en 2022. Elle représente aussi une superficie de 1 599 km<sup>2</sup>, soit 23,1% du territoire, ce qui en fait la seconde zone la plus étendue du Centre-du-Québec.

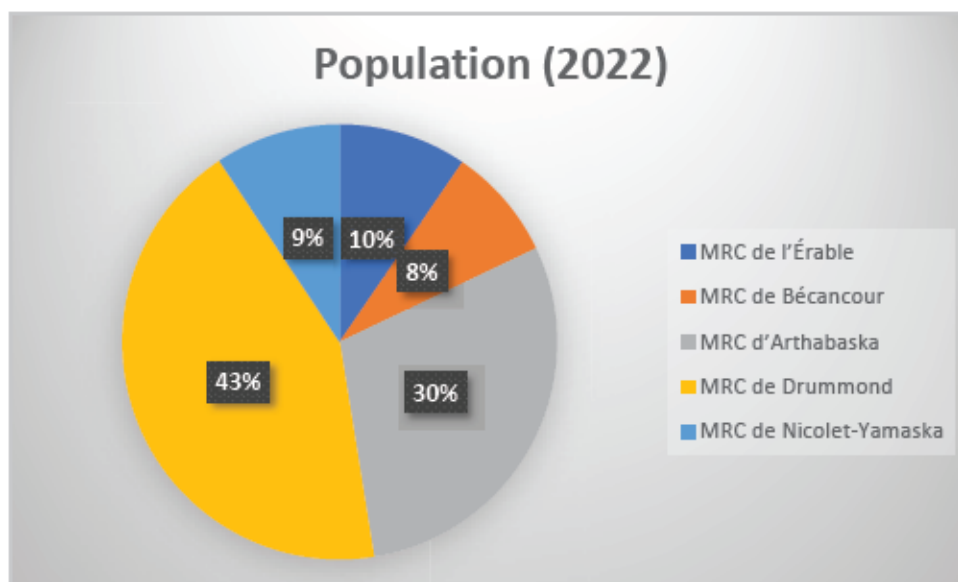


Figure 5 : Répartition de la population en pourcentage dans les MRC du Centre-du-Québec

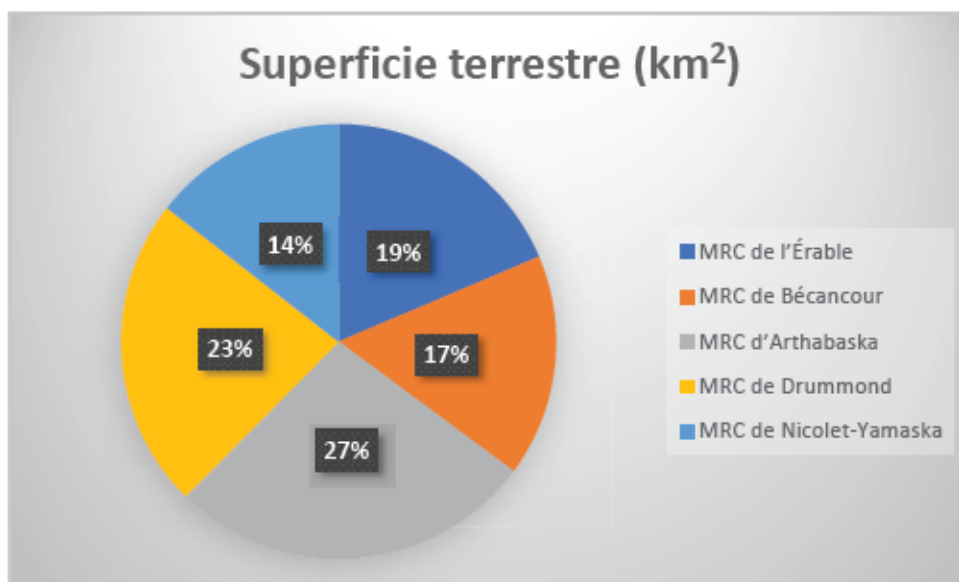


Figure 6 : Répartition de la superficie terrestre en pourcentage des MRC du Centre-du-Québec

La figure 7 présente la carte de la région administrative du Centre-du-Québec.

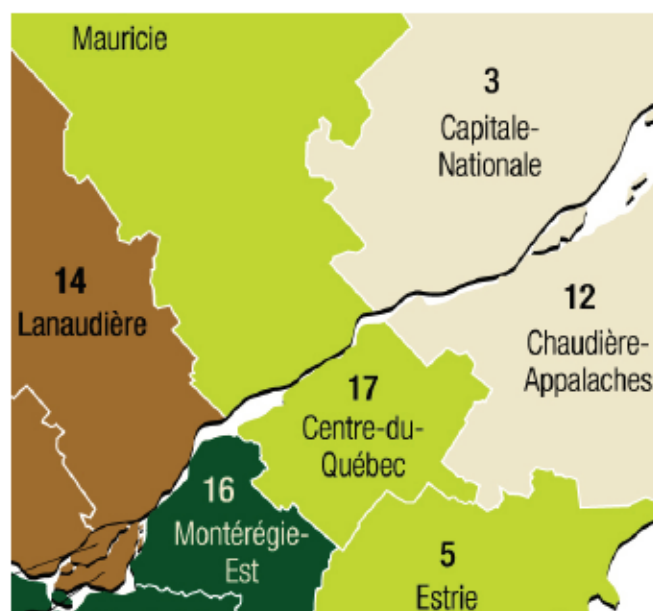


Figure 7 : Territoire de la région administrative du Centre-du-Québec<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <http://affairesmegantic.com/wp-content/uploads/2014/10/Carte-du-Qu%C3%A9bec.jpg> page consulté le 06 novembre 2022

Le territoire du CIUSSS MCQ est donc très étendu avec quelques zones fortement peuplées et beaucoup de zones faiblement peuplées. L'étendue du territoire explique la présence des 10 centres de prêts afin que les usagers n'aient pas à parcourir de trop grandes distances pour récupérer les équipements.

### **3.1.3 Les services de prêt d'équipements**

Les services de prêt d'équipements permettent aux usagers d'obtenir des équipements tels que des béquilles, des fauteuils ou des lits médicalisés, sans en faire l'acquisition. Pour la plupart des équipements, il suffit aux usagers d'être évalués par un professionnel de la santé (ergothérapeute ou physiothérapeute) qui va envoyer une requête au centre de prêt d'équipements.

Les centres de prêts d'équipements sont associés à un Réseau Local de Services (RLS) qui assurent l'accessibilité, la continuité et la qualité des services destinés à la population du territoire local.<sup>7</sup> La région de la Mauricie et du Centre-du-Québec se divise en huit Réseaux Locaux de Services (RLS) : Haut Saint-Maurice, Vallée-de-la-Batiscan, Maskinongé, Centre-de-la-Mauricie, Trois-Rivières, Bécancour-Nicolet-Yamaska (BNY), Drummond et Arthabaska-et-de-L'Érable (la carte des RLS est présentée à l'annexe III). Chaque RLS comprend un centre de prêt d'équipements, sauf ceux de Vallée-de-la-Batiscan et d'Arthabaska et de l'Érable où il y en a deux, d'où les dix centres de prêt d'équipements.

La clientèle principale des centres de prêt d'équipements est composée de personnes âgées en perte d'autonomie et de patients sortant de l'hôpital ayant besoin d'aide ponctuelle, le temps de recouvrer leur autonomie. Les équipements prêtés vont de l'équipement léger tel que les équipements d'aide à l'alimentation, à l'habillement ou à l'hygiène, jusqu'à des équipements lourds parmi lesquels des lits, des fauteuils ou des lève-personnes.

---

<sup>7</sup> <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-001307/> page consultée le 22 janvier 2021

Enfin, dans chaque centre de prêt d'équipements, des employés s'occupent de l'accueil des usagers, du traitement et du suivi des requêtes, de la gestion des inventaires, du retour des équipements, de leur désinfection ainsi que de leur entretien. À Victoriaville, Sainte-Thècle ou Sainte-Geneviève-de-Batiscan, ce sont des ouvriers de maintenance qui se chargent de ces tâches alors qu'on retrouve des Auxiliaires aux Services de Santé et Sociaux (ASSS) qui travaillent dans les centres de Shawinigan, Trois-Rivières, Drummondville, Saint-Célestin ou Plessisville. Au centre de prêts de La Tuque, c'est un agent de sécurité qui accueille les usagers les soirs et les fins de semaine, si nécessaire. Un employé travaille à deux centres soit celui de Sainte-Thècle et de Sainte-Geneviève-de-Batiscan durant la semaine.

### **3.2 Horaires d'ouverture des centres de prêts**

Nous nous sommes intéressés aux horaires d'ouverture des centres au public. Les employés des centres travaillent également en dehors des heures d'ouverture au public pour préparer des équipements ou effectuer des tâches administratives qu'ils ne peuvent accomplir tout en accueillant les usagers.

Le tableau 1 présente les horaires d'ouverture au public dans les dix centres de prêts du CIUSSS. Les centres de prêts sont ouverts de 8h à 16h (dans 5 cas sur 10), de 8h30 à 16h30, de 9h30 à 17h30 ou de 10h à 16h, du lundi au vendredi. La moitié d'entre eux ferment de 12h à 13h pour l'heure du diner. Le centre de Sainte-Thècle est ouvert 3 jours par semaine et le centre de Sainte-Geneviève-de-Batiscan n'est ouvert que 2 jours par semaine. Le centre de prêt de Louiseville n'est pas ouvert au public avant midi.

La diversité des horaires d'ouverture entraîne un niveau de service différent. Il est relativement fréquent que des usagers aient besoin de certains équipements dès leur sortie de l'hôpital. Si le centre de prêt dont ils dépendent n'est pas ouvert, cela pourrait retarder leur sortie ou nécessiter de se déplacer vers un autre centre pour y récupérer les équipements requis.

Tableau 1 : Horaires d'ouverture des centres de prêts

Centre de prêts	Horaires d'ouverture au public	Jours
La Tuque	8h-12h et 13h-16h	Lundi à vendredi
Sainte-Geneviève-de-Batiscan	10h-12h et 13h-16h	Lundi et jeudi
Sainte-Thècle	10h-12h et 13h-16h	Mardi, mercredi et vendredi
Shawinigan	9h30-12h et 13h-16h	Lundi, mardi, jeudi et vendredi
	9h30-12h et 13h-17h30	Mercredi
Louiseville	12h-17h	Lundi à vendredi
Trois-Rivières	8h-16h	Lundi à vendredi
Drummondville	8h-16h	Lundi à vendredi
Saint-Célestin	8h30-16h30	Lundi à vendredi
Victoriaville	8h30-12h et 13h-16h30	Lundi et mercredi
	8h-16h	Mardi, jeudi et vendredi
Plessisville	8h-12h et 13h-16h	Lundi à vendredi

### 3.3 Gestion des inventaires par le centre de prêt

Chaque centre possède et gère un ou plusieurs inventaires d'équipements. En effet, en plus de son propre inventaire, un centre peut devoir gérer celui du programme d'Aide à la vie quotidienne-aide à la vie domestique (AVQ-AVD) et de certaines fondations. Le programme AVQ-AVD permet à une personne présentant des incapacités permanentes d'obtenir de l'équipement pour accomplir ses tâches habituelles à la maison de façon à améliorer son autonomie, réduire l'aide requise à domicile et retarder l'hébergement en CHSLD (centre d'hébergement et de soins de longue durée). Des fondations achètent des



équipements spécifiques dédiés à certaines catégories d'usagers. Ceci implique des contrôles supplémentaires pour s'assurer que les usagers correspondent aux critères retenus par ces fondations.

Un équipement est identifié par une référence unique appelée « Numéro équipement inventaire ». Donc, une référence correspond à un équipement, qui fait partie d'un groupe inclus dans une classe qui, elle, se retrouve dans une famille (figure 8). Les équipements se divisent en équipements légers et équipements lourds. Par exemple, le banc de bain est un équipement léger de la classe hygiène aide compensatoire du groupe banc de bain moulé alors qu'un fauteuil auto souleveur est un équipement lourd de la classe fauteuils du groupe fauteuil auto souleveur.

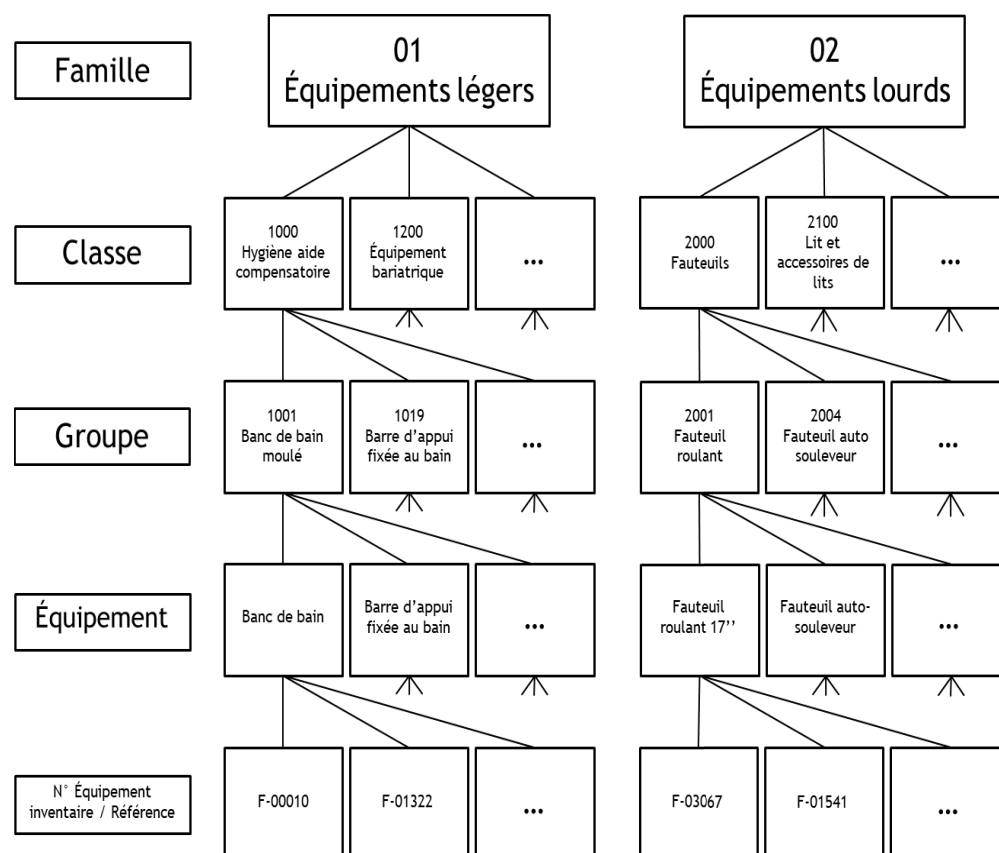


Figure 8 : Exemple de classification des équipements au centre de prêt de Trois-Rivières

Les employés des centres de prêts entrent les informations sur les équipements prêtés dans le système de gestion d'inventaire. La moindre erreur de frappe ou d'inattention va générer un équipement différent dans le système. Par exemple, un espace en trop ou en moins, un accent ou pas d'accent, une inversion de lettres va générer, dans le système de gestion des inventaires, autant d'équipements « différents » alors que ce sont les mêmes. Cette absence d'uniformisation fausse les données sur les équipements, car cela laisse penser qu'un équipement est présent en petit nombre alors qu'il y en a plus, mais entrés sous une forme différente.

Le tableau 2 présente le nombre de catégories, d'équipements en inventaire et d'équipements prêtés pour chaque centre de prêt du CIUSSS MCQ du 1<sup>er</sup> avril 2018 au 31 mars 2019. Il permet de constater qu'il existe une grande disparité entre les centres de prêt en ce qui concerne le nombre de familles (entre 2 et 16), de classes, de groupes ou d'équipements. Les données initiales comportaient des doublons. Le nombre total d'équipements dans le tableau 2 correspond aux données avec doublons alors que le nombre réel d'équipements correspond aux données sans les doublons. Par exemple, le nombre total d'équipements pour Trois-Rivières s'élevait à 137 108 (avec les doublons) alors qu'en réalité, il n'y en avait que 10 151 (équipements réels).

Le tableau 2 donne également le ratio du nombre d'équipements prêtés sur le nombre réel d'équipements. Durant la période étudiée, pour la MRC de Maskinongé, seulement 28,31% des équipements de l'inventaire ont été prêtés alors que cette proportion était de 69,94% pour Trois-Rivières. En moyenne, près de 55% des équipements ont été prêtés au cours de cette période. Ces données incitent à se poser la question de savoir si certains centres disposent d'un trop grand nombre d'équipements considérant les demandes réelles et si certains équipements ne sont pas obsolètes. Certains équipements prêtés pour une courte période peuvent être sortis plusieurs fois au cours de cette période du 1<sup>er</sup> avril 2018 au 31 mars 2019 alors que ces équipements neufs n'ont pas été prêtés.

Tableau 2 : Récapitulatif des inventaires des centres de prêts (1 avril 2018 au 31 mars 2019)

MRC	Nombre						équip. prêtés/équip. réel
	familles	classes	groupes	total d'équip.	réel d'équip.	équip. prêtés	
Trois-Rivières	9	22	289	137 108	10 151	7 100	69,94%
L'Énergie	6	56	84	96 990	6 155	3 685	59,87%
Maskinongé	15	30	172	28 371	2 109	597	28,31%
Vallée Batiscan	3	12	53	29 523	4 254	1 846	43,39%
Haut St-Maurice	2	11	33	4 446	665	248	37,29%
Drummondville	2	17	79	113 415	7 551	3 201	42,30%
BNY	3	17	226	63 314	5 407	2 995	54,65%
Arthabaska-Érable	16	56	298	138 151	10 857	6 260	57,66%
<b>Total</b>				621 318	47 149	25 892	54,92%

Le CIUSSS MCQ est confronté à de nombreux enjeux et défis dans la gestion de ses services de prêts d'équipements : le nombre des centres de prêts avec leur fonctionnement en silo et les divers inventaires et leur gestion non standardisé. Dans ce chapitre, nous avons mis en lumière les similitudes et les différences dans le mode de fonctionnement et la gestion des centres de prêts d'équipements. Cela, ainsi que les cartographies des processus de prêt et de retour de prêt peuvent aider le CIUSSS MCQ à standardiser ses processus.

## CHAPITRE 4 : MÉTHODOLOGIE

### 4.1 Visites des centres

Pour analyser le mode de fonctionnement des centres de prêt du CIUSSS MCQ, des visites ont été faites dans huit centres de prêt d'équipements et il y a eu une rencontre téléphonique avec la responsable du centre de prêt de La Tuque. Le centre de prêt d'équipements de Sainte-Geneviève-de-Batiscan n'a pas été visité, car le mode de fonctionnement est le même que celui de Sainte-Thècle. Lors de ces visites, les processus de prêts et de retour de prêts ont été observés ainsi que l'entreposage des équipements. Les employés des centres de prêts d'équipements ont été consultés sur le fonctionnement de leur centre et sur ce qui pourrait être amélioré.

Les informations recueillies lors de ces visites ont permis de réaliser les cartographies des processus de prêts et de retour de prêts d'équipements pour chaque centre. Pour compléter les données obtenues lors des visites des centres, un questionnaire a été envoyé à tous les gestionnaires des centres de prêt (annexe I) et le CIUSSS MCQ a fourni les données sur les équipements en inventaire avec leur nomenclature et sur les prêts et les retours de prêts des équipements des usagers.

### 4.2 Cartographies

Afin de mieux comprendre le processus menant à un prêt et à un retour d'équipement, des cartographies ont été réalisées pour chaque centre de prêts. Une cartographie des processus est une représentation graphique des processus d'une organisation. Elle donne une vue d'ensemble des activités du processus et permet d'appréhender de manière objective son fonctionnement. Les cartographies ne serviront pas à déterminer s'il est pertinent d'avoir un entrepôt centralisé mais bien pour éventuellement identifier comment standardiser les processus de prêts.

Deux cartographies ont été élaborées par centre de prêt d'équipement : une pour les processus concernant la mise en prêt des équipements et l'autre pour les processus concernant le retour du prêt des équipements.

#### **4.2.1 Cartographies de la mise en prêt des équipements**

De manière générale, pour qu'un équipement soit prêté à un usager, ses besoins doivent avoir été évalués par un professionnel de la santé (ergothérapeute, physiothérapeute, médecin).

Une demande de prêt d'équipements formulée par un professionnel de la santé est appelée une requête. Celle-ci peut arriver de différentes manières au centre de prêt : par télécopieur, courriel ou téléphone. Dans certains centres de prêt d'équipements, la requête passe en premier par le guichet unique de service (GUS) avant d'arriver au service de prêt. Cela permet de faire le tri dans les requêtes reçues et de n'envoyer au service de prêt d'équipements que les requêtes à traiter. Par exemple, si un usager doit être évalué avant de recevoir de l'équipement, le GUS va l'orienter vers le professionnel compétent.

À la réception de la requête, l'employé du centre de prêt vérifie si elle est complète et l'équipement disponible. Dans ce cas, il prépare l'équipement ainsi que sa fiche technique. Sinon, il demande des précisions ou une modification de l'équipement au professionnel ayant fait la requête. Dans le cas où l'équipement n'est pas disponible et qu'il ne peut être remplacé par un autre, le professionnel doit vérifier s'il est disponible dans un autre centre de prêts d'équipements et pourrait être livré rapidement. Si ce n'est pas possible, l'équipement sera loué ou acheté chez un prestataire externe.

Lorsque l'équipement est prêt, l'employé du centre de prêt appelle l'utilisateur pour l'inviter à venir le chercher. Lorsque l'utilisateur vient chercher son équipement, l'employé lui fournit les explications sur son utilisation et lui fait signer le bon de prêt ou le formulaire de prêt et l'équipement est officiellement prêté à l'utilisateur. Si l'utilisateur ne vient pas chercher son équipement, un rappel téléphonique est fait par l'employé du centre de

prêt dans un délai d'une semaine à un mois suivant le premier appel. Si l'utilisateur a encore besoin de l'équipement, le centre de prêt le garde à disposition, sinon l'équipement est remis en inventaire.

Si l'utilisateur ne peut venir récupérer l'équipement, car il n'a pas de véhicule adapté au format de l'équipement et que personne dans son réseau ne peut le suppléer pour venir le chercher, la livraison de l'équipement chez l'utilisateur par le CIUSSS doit d'abord être approuvée par le chef de service.

Il arrive que des équipements puissent être prêtés sans évaluation de l'utilisateur. C'est le cas, par exemple, des béquilles ou des marchettes. Dans ce cas, l'utilisateur pouvait venir directement au centre de prêt pour en faire la demande. Il est possible cependant que cette façon de faire ait changé. En revanche, s'il demande des équipements nécessitant une évaluation préalable, l'employé du centre de prêt va l'orienter vers un professionnel de la santé pour procéder à son évaluation.

La figure 9 présente la cartographie du processus de prêt d'équipements du centre de prêt de Trois-Rivières. Chaque ligne correspond à une catégorie de personne (utilisateur, professionnels de la santé, employé(s) du prêt, etc.). La cartographie permet de visualiser les étapes du processus de prêt d'équipements ainsi que les catégories de personnes les effectuant.

Les cartographies des processus de prêt d'autres centres de prêt d'équipements se trouvent aux annexes IV à XII.

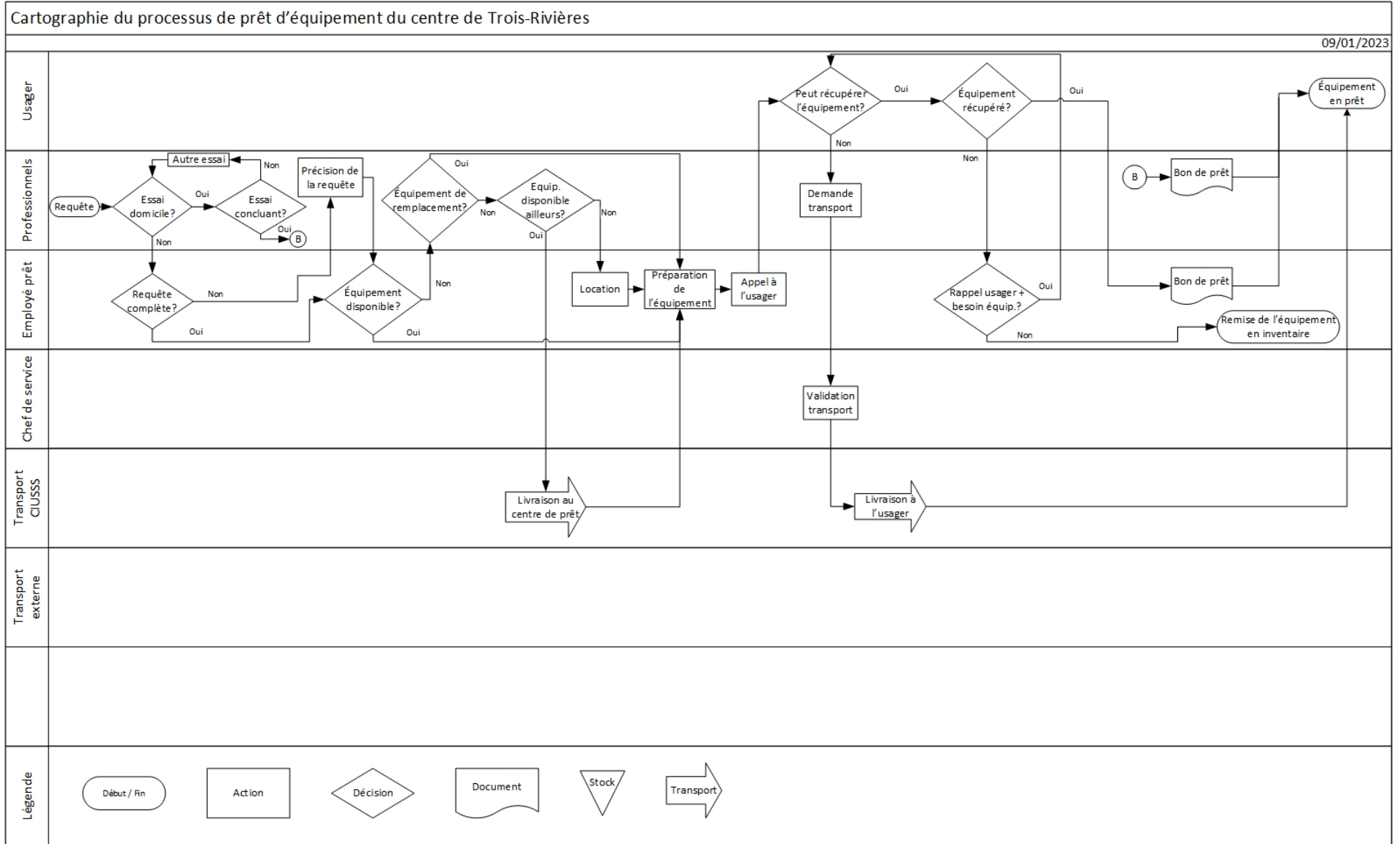


Figure 9 : Cartographie du processus de prêt d'équipements de Trois-Rivières

#### **4.2.2 Cartographie pour le retour du prêt des équipements**

Le retour de l'équipement suit une trajectoire différente de celle du prêt de l'équipement. L'utilisateur doit rapporter son équipement au plus tard à la date prévue, sans intervention du centre de prêt. Lorsque le prêt d'équipement arrive à échéance, l'utilisateur ou son proche aidant est avisé par le professionnel de la santé en charge du dossier ou par un employé du centre de prêt. Si l'utilisateur a encore besoin de l'équipement, le prêt pourra être prolongé pour au plus trois mois, on peut conseiller à l'utilisateur l'achat de l'équipement ou le prêt pourrait être modifié en prêt de longue durée à la suite de la recommandation d'un professionnel de la santé. Sinon, l'équipement est rapporté au centre de prêt par l'utilisateur. Mais si l'utilisateur ne peut rapporter lui-même l'équipement, notamment s'il s'agit d'un gros équipement ou d'un équipement lourd, le chef de service ou le coordonnateur doit approuver le transport aux frais du centre de prêt (que celui-ci soit effectué par le CIUSSS ou par un prestataire externe).

Il arrive que des équipements ne soient jamais rapportés par des usagers. Après plusieurs appels infructueux de l'employé du centre de prêt à l'utilisateur pour qu'il rapporte l'équipement, en fonction de sa valeur financière résiduelle, celui-ci est considéré comme une perte et est sorti de l'inventaire.

Une fois l'équipement de retour au centre de prêt, il est stocké temporairement dans une zone dédiée aux équipements, dite zone souillée, avant d'être désinfecté. L'employé et l'utilisateur remplissent les documents de retour de prêt. L'employé du centre de prêt et dans certains cas des Auxiliaires aux Services de Santé et Sociaux (ASSS) vont ensuite désinfecter les équipements.

La personne ayant désinfecté l'équipement contrôle l'état général de l'équipement. Si l'équipement est en bon état, il réintègre l'inventaire. Sinon, les réparations mineures seront faites en fonction des compétences de chaque employé des centres de prêt d'équipements. Les réparations plus importantes sont effectuées par les services techniques (ST) ou le génie bio médical (GBM) et en dernier recours par un prestataire externe. Si l'équipement a pu être réparé, il retourne en inventaire. Sinon, il sera démonté



pour récupérer les pièces encore en bon état. Il est alors sorti de l'inventaire. Puis on va envoyer l'équipement au recyclage ou le jeter.

La figure 10 présente la cartographie du processus de retour de prêt du centre de prêt de Trois-Rivières. Les cartographies des processus de retour de prêt d'autres centres de prêt d'équipements se trouvent aux annexes XIII à XXI.

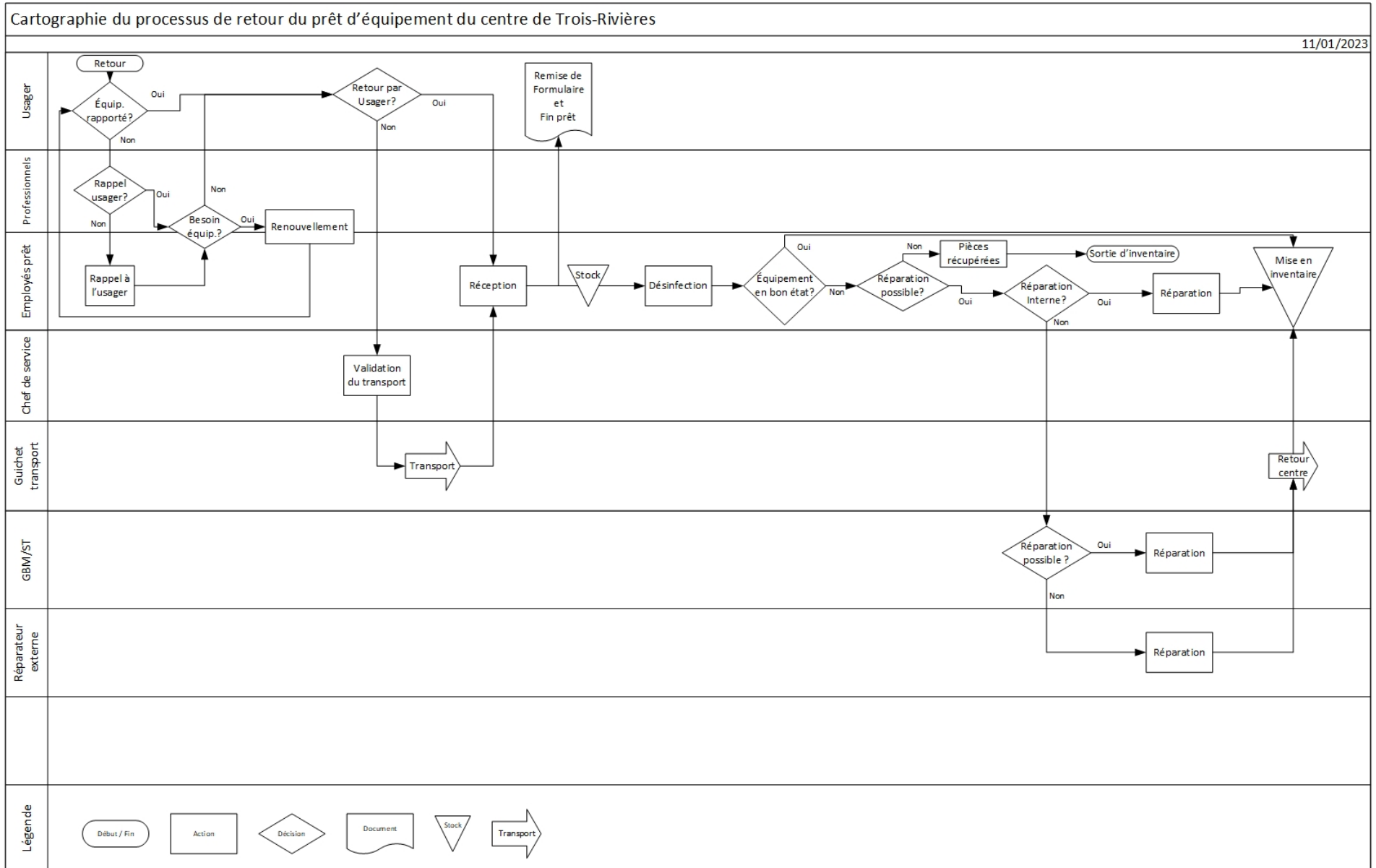


Figure 10 : Cartographie du processus de retour de prêt de Trois-Rivières



Le centre de prêt de La Tuque a deux particularités. La première est qu'une caution de 10\$ est demandée à l'utilisateur, mais elle n'est pas exigée si l'utilisateur n'en a pas les moyens. La seconde est que, l'agent de sécurité peut prêter et récupérer des équipements en dehors des heures d'ouverture du centre de prêt.

Les cartographies permettent d'avoir une vue d'ensemble de la trajectoire des requêtes de prêt d'équipement de chacun des centres de prêt. Elles permettront d'envisager un mode de fonctionnement unique pour tous les centres de prêt. Les données sur la provenance des requêtes de prêt fournies par le CIUSSS MCQ vont permettre de tester la localisation d'un unique centre de prêt.

### **4.3 Analyse des requêtes de prêt d'équipements**

Le tableau 4 présente les données sur le nombre d'utilisateurs ayant fait au moins une requête pour des équipements et le nombre de requêtes par MRC, pour la période du 1<sup>er</sup> avril 2014 au 31 mars 2019. Les données ont été divisées en cinq périodes égales, du 1<sup>er</sup> avril d'une année au 31 mars de l'année suivante. Certaines requêtes proviennent d'utilisateurs qui n'habitent pas dans les MRC où les requêtes ont été faites (adresse du proche aidant) et certains usagers ont fait des requêtes dans plusieurs MRC.

Durant la période du 1<sup>er</sup> avril 2014 au 31 mars 2019, près de 50 000 usagers ont fait une requête pour au moins un équipement pour une moyenne globale de 3,23 équipements par usager. On remarque que le nombre de requêtes par usager dans la MRC du Haut Saint Maurice (1,63) est beaucoup plus bas que la moyenne alors que celui de la MRC de Bécancour-Nicolet-Yamaska (4,51) est beaucoup plus élevé. Trois MRC ont un nombre de requêtes par usager supérieur à la moyenne, il s'agit des MRC de Bécancour-Nicolet-Yamaska, de Trois-Rivières et de Arthabaska-Érable alors que les cinq autres MRC ont un nombre de requêtes par usager inférieur à la moyenne. Il y a donc une grande variabilité entre les MRC.

Tableau 4 : Nombre d'usagers et de requêtes pour la période du 1er avril 2014 au 31 mars 2019

<b>1 avril 2014 au 31 mars 2019</b>			
<b>MRC</b>	<b>Nombre de</b>		
	<b>usagers</b>	<b>requêtes</b>	<b>requêtes/usager</b>
<b>Arthabaska-Érable</b>	11743	38657	3,29
<b>Bécancour-Nicolet-Yamaska</b>	4069	18341	4,51
<b>Drummond</b>	7945	21398	2,69
<b>L'Énergie</b>	6823	21404	3,14
<b>Haut St-Maurice</b>	2156	3510	1,63
<b>Maskinongé</b>	2160	6364	2,95
<b>Trois-Rivières</b>	12235	43688	3,57
<b>Vallée-de-la-Batiscan</b>	2540	6915	2,72
<b>Total</b>	<b>49671</b>	<b>160277</b>	<b>3,23</b>

Le tableau 5 présente le nombre d'usagers des MRC de 2014 à 2019. Après une légère baisse en 2014-2015, le nombre total d'usagers augmente progressivement à partir de 2015-2016. En 2018-2019, le nombre total d'usagers par rapport à 2015-2016 (année avec le plus bas total d'usagers) avait augmenté de 9,2% alors qu'à Trois-Rivières, il avait progressé de 24,7%. Celui de Maskinongé a bondi de 41,6% et celui de Vallée-de-la-Batiscan avait chuté de 13,7%.

Tableau 5 : Nombre d'usagers par MRC

MRC	Nombre d'usagers					
	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	Total
<b>Arthabaska-Érable</b>	2 280	2 294	2 413	2 366	2 390	<b>11 743</b>
<b>Bécancour-Nicolet-Yamaska</b>	774	807	783	850	855	<b>4 069</b>
<b>Drummond</b>	1 568	1 486	1 606	1 629	1 656	<b>7 945</b>
<b>L'Énergie</b>	1 336	1 374	1 419	1 359	1 335	<b>6 823</b>
<b>Haut St-Maurice</b>	404	440	459	441	412	<b>2 156</b>
<b>Maskinongé</b>	396	373	442	421	528	<b>2 160</b>
<b>Trois-Rivières</b>	2 289	2 190	2 423	2 601	2 732	<b>12 235</b>
<b>Vallée-de-la-Batiscan</b>	563	533	501	483	460	<b>2 540</b>
<b>Total</b>	<b>9 610</b>	<b>9 497</b>	<b>10 046</b>	<b>10 150</b>	<b>10 368</b>	<b>49 671</b>

Le tableau 6 présente le nombre annuel de requêtes des centres de prêts d'équipements des MRC de 2014 à 2019. Le nombre total de requêtes est en croissance d'année en année, soit d'un peu moins de 11,6% entre 2014 et 2019. Au cours de ces cinq années, la MRC de la Vallée-de-la-Batiscan a vu le nombre de ses requêtes baisser de 9,1%. La MRC de l'Énergie est restée stable avec une très légère augmentation de 1% du nombre de ses requêtes. Les MRC de Bécancour-Nicolet-Yamaska (hausse de 4,5%) et de Drummond (hausse de 5,5%) ont connu une légère augmentation du nombre de leurs requêtes. Viennent ensuite les MRC d'Arthabaska-Érable (hausse de 11%), du Haut Saint-Maurice (hausse de 15,2%), de Trois-Rivières (hausse de 18,7%) tandis que le nombre de requêtes pour la MRC de Maskinongé a connu une très forte hausse de 81,7%.

Tableau 6 : Nombre annuel de requêtes par MRC de 2014 à 2019

MRC	Nombre de requêtes					Total
	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	
<b>Arthabaska-Érable</b>	7 318	7 209	7 956	8 053	8 121	<b>38 657</b>
<b>Bécancour-Nicolet-Yamaska</b>	3 563	4 059	3 337	3 660	3 722	<b>18 341</b>
<b>Drummond</b>	4 234	3 998	4 281	4 418	4 467	<b>21 398</b>
<b>L'Énergie</b>	4 151	4 346	4 479	4 235	4 193	<b>21 404</b>
<b>Haut St-Maurice</b>	631	737	699	716	727	<b>3 510</b>
<b>Maskinongé</b>	971	1 023	1 293	1 313	1 764	<b>6 364</b>
<b>Trois-Rivières</b>	7 980	8 004	8 898	9 334	9 472	<b>43 688</b>
<b>Vallée-de-la-Batiscan</b>	1 380	1 400	1 439	1 441	1 255	<b>6 915</b>
<b>Total</b>	<b>30 228</b>	<b>30 776</b>	<b>32 382</b>	<b>33 170</b>	<b>33 721</b>	<b>160 277</b>

Le tableau 7 présente le nombre de requêtes par usager des centres de prêts d'équipement des MRC, de 2014 à 2019. Le nombre de requêtes/usager connaît des variations à la hausse ou à la baisse en fonction des périodes. Il n'y a que pour la MRC de Maskinongé que le nombre de requêtes/usager n'a fait que croître. Il apparaît également que le nombre de requêtes/usager est beaucoup plus faible pour la MRC du Haut Saint-Maurice, 1,63 en moyenne, alors que la moyenne globale de requêtes/usager est de 3,23. Certaines MRC ont un nombre de requêtes/usager inférieur à cette moyenne, Drummond, Vallée-de-la-Batiscan, Maskinongé, l'Énergie. Les autres MRC sont au-dessus : Arthabaska-Érable, Trois-Rivières et surtout la MRC de Bécancour-Nicolet-Yamaska avec un nombre moyen de requêtes/usager de 4,51.

Tableau 7 : Nombre de requêtes par usager et par MRC

MRC	Nombre de requêtes par usager					
	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	Total
<b>Arthabaska-Érable</b>	3,21	3,14	3,30	3,40	3,40	<b>3,29</b>
<b>Bécancour-Nicolet-Yamaska</b>	4,60	5,03	4,26	4,31	4,35	<b>4,51</b>
<b>Drummond</b>	2,70	2,69	2,67	2,71	2,70	<b>2,69</b>
<b>L'Énergie</b>	3,11	3,16	3,16	3,12	3,14	<b>3,14</b>
<b>Haut St-Maurice</b>	1,56	1,68	1,52	1,62	1,76	<b>1,63</b>
<b>Maskinongé</b>	2,45	2,74	2,93	3,12	3,34	<b>2,95</b>
<b>Trois-Rivières</b>	3,49	3,65	3,67	3,59	3,47	<b>3,57</b>
<b>Vallée-de-la-Batiscan</b>	2,45	2,63	2,87	2,98	2,73	<b>2,72</b>
<b>Total</b>	<b>3,15</b>	<b>3,24</b>	<b>3,22</b>	<b>3,27</b>	<b>3,25</b>	<b>3,23</b>

On remarque, comme c'était attendu, que les zones les plus peuplées sont aussi celles avec le plus grand nombre d'usagers et de requêtes. Il est à noter que le nombre d'usagers de la MRC de la Vallée de la Batiscan baisse depuis 2014-2015 (moins 18,3% d'usagers) alors que le nombre de requêtes a augmenté légèrement jusqu'en 2017-2018 avant de chuter brutalement de 12,9% en 2018-2019, une baisse de 9,1% au total par rapport à 2014-2015. Nous n'avons pas d'explication quant à cette chute brutale.

#### 4.4 Localisation des entrepôts en fonction des requêtes des usagers

Des données sur les villes d'où proviennent les requêtes ont aussi été analysées. Pour ce faire, nous avons déterminé les coordonnées géographiques des municipalités (latitude et longitude) où demeurent les usagers ayant fait une requête de prêt d'équipements ainsi que leur nombre de requêtes pour former des groupes d'usagers.



À l'aide du logiciel Excel, ces groupes ont été transposés sur une carte thermique. Chaque municipalité dont émane une requête correspond à un point sur la carte. Le point verra donc sa taille augmenter et sa couleur osciller du bleu au rouge en passant par le vert, le jaune et l'orange, plus le nombre de requêtes de prêt d'équipements augmente (figure 11).

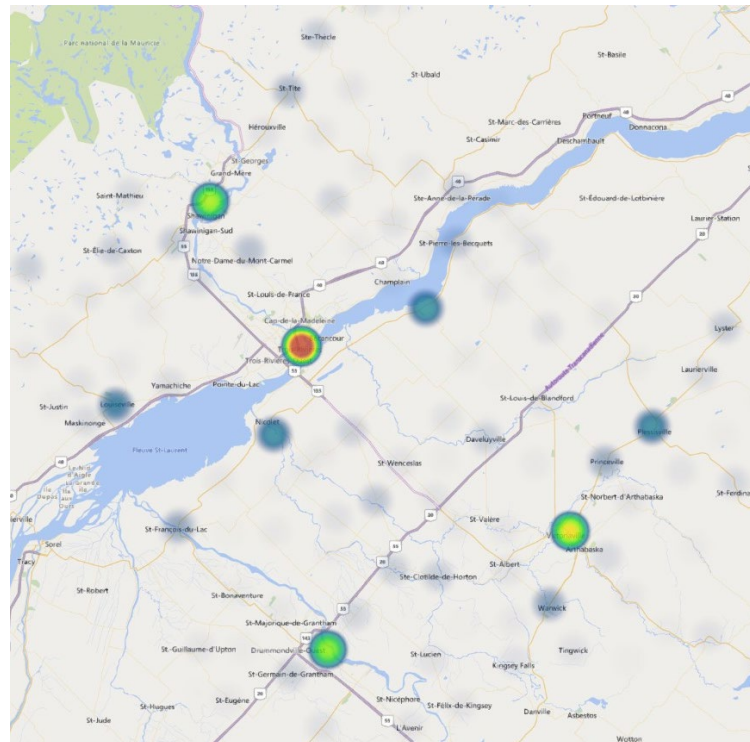


Figure 11 : Localisation des requêtes par municipalité

Les municipalités ayant le nombre de requêtes le plus élevé sont dans l'ordre Trois-Rivières, Victoriaville, Shawinigan et Drummondville (tableau 8). Viennent ensuite les municipalités de Bécancour, Nicolet, Plessisville et Louiseville que l'on aperçoit encore avec un cercle bleu assez grand. Les autres municipalités sont représentées par des cercles de moins en moins grands et de plus en plus pâles. Cela nous donne une idée des lieux qui seraient les plus appropriés pour un éventuel entrepôt centralisé.

Tableau 8 : Classement partiel des municipalités en fonction du nombre de requêtes

Municipalité	Nombre de requêtes						Total
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Trois-Rivières	5827	7764	8811	8912	9336	6491	47166
Victoriaville	3336	3994	4742	4735	4608	3215	24656
Shawinigan	2612	3748	3751	3590	3626	2733	20262
Drummondville	2637	3157	3333	3394	3618	2549	18743
Bécancour	661	1160	861	987	1214	717	5692
Nicolet	618	917	781	1050	986	538	4996
Plessisville	707	809	798	923	816	725	4788
Louiseville	411	571	666	668	881	662	3873
La Tuque	443	698	622	702	644	486	3604
Warwick	313	324	337	437	595	237	2246
Princeville	217	297	263	329	393	310	1814
Saint-Tite	211	276	247	277	248	200	1467

#### 4.5 Centre de gravité

Une fois connues les villes d'où proviennent principalement les requêtes, il faut déterminer la meilleure localisation pour un ou des entrepôts centralisés. La méthode du centre de gravité pondéré a été utilisée pour déterminer la localisation d'un centre de prêt ou d'un entrepôt qui desservirait l'ensemble des usagers du CIUSSS MCQ. Le but est de minimiser les temps moyens de déplacement, autant pour les usagers qui viendront chercher leurs équipements légers que pour la livraison des équipements lourds.

Cette méthode consiste à déterminer une localisation qui est, en moyenne, au centre de l'ensemble des localisations des usagers. La localisation des usagers est obtenue sous la forme de coordonnées dans un graphe. Lorsqu'on prend en considération le nombre de requêtes effectuées par les usagers ou le nombre de leurs déplacements, pour positionner le centre plus près des usagers, on utilise le centre de gravité pondéré. Les coordonnées sont exprimées en utilisant la longitude et la latitude.

Les équations pour déterminer le centre de gravité pondéré  $(\bar{x}, \bar{y})$  sont :

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} = \bar{x}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n y_i Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i} = \bar{y}$$

où  $x_i$  est la latitude de l'utilisateur  $i$ ,  $y_i$  est la longitude de l'utilisateur  $i$ ,  $Q_i$  est le nombre de requêtes ou le nombre de déplacements de l'utilisateur  $i$  pour venir chercher des équipements.  $\bar{x}$  et  $\bar{y}$  sont la latitude et la longitude pondérées qui correspondent à l'endroit se situant en moyenne au centre des localisations des usagers, pondéré en fonction du nombre de requêtes ou du nombre de déplacements. Le centre de gravité aura tendance à se rapprocher des localisations d'où proviennent le plus grand nombre de requêtes ou de déplacements. Donc, en plus de la distance, le volume des requêtes ou le nombre de déplacements pour venir chercher des équipements influencent le positionnement du centre de gravité pondéré.

La localisation des usagers est représentée par leur code postal. Dans les données fournies par le CIUSSS MCQ, il y avait 8 942 codes postaux différents pour 248 municipalités qui représentaient l'ensemble des localisations des usagers des centres de prêt d'équipement. Cela correspond à 160 323 requêtes reçues entre le 1<sup>er</sup> avril 2014 et le 31 mars 2019. Seuls les trois premiers caractères des codes postaux ainsi que la municipalité correspondante ont été conservés pour limiter le nombre de localisations. Les codes postaux ne correspondant pas à des usagers, tels que les proches aidants, ont été éliminés. Finalement, en regroupant les usagers par municipalité, cela a réduit le nombre de localisations à considérer à 109. Une localisation, représentée par sa latitude et sa longitude, agrège toutes les requêtes de la municipalité. Les latitudes et longitudes des municipalités ont été récupérées à l'aide du logiciel Google Maps à partir de leur code postal.

Les données des prêts d'équipements du CIUSSS MCQ peuvent être analysées de deux manières différentes : soit par rapport au nombre de requêtes, soit par rapport au nombre de déplacements des usagers pour venir chercher leurs équipements. En effet, un usager a pu venir chercher en un voyage plusieurs équipements (requêtes) différents. Le centre de gravité va être pondéré soit par le nombre de requêtes des usagers, soit par le nombre de déplacements des usagers vers les centres de prêts (celui-ci sera moindre que le nombre de requêtes). Les centres de gravité ont été déterminés en fonction des données des années 2014 à 2019. Les demandes étant en croissance

dans la majorité des municipalités, cette façon de faire, plutôt que d'avoir recours aux prévisions, ne modifierait pas l'emplacement du centre de gravité.

Pour calculer le centre de gravité (localisation du centre de prêt), trois cas seront considérés :

Cas 1) Un entrepôt unique pour la Mauricie et le Centre-du-Québec

Cas 2) Un entrepôt pour la Mauricie et un entrepôt pour le Centre-du-Québec

Cas 3) Un entrepôt pour la Mauricie sans La Tuque et un entrepôt pour le Centre-du-Québec

#### **4.6 Problème des tournées de livraison**

La difficulté, pour les usagers qui viennent chercher des équipements aux centres de prêts d'équipements, concerne les équipements lourds puisqu'ils ne disposent pas toujours, eux ou leur entourage, d'un véhicule adéquat pour les transporter. Nous avons donc étudié la possibilité de livrer ces équipements lourds, directement aux usagers, à partir du centre de prêt centralisé obtenu par la méthode du centre de gravité. Le problème consiste à déterminer la séquence des usagers à visiter pour la livraison des équipements lourds à partir de cet entrepôt et avec quel camion cela sera fait. Ce problème est un problème de tournée de véhicules avec contraintes de capacité et fenêtres de temps.

##### **4.6.1 Modèle mathématique**

Le problème de tournée des véhicules pour la livraison des équipements lourds aux usagers est un problème de programmation linéaire en nombres entiers.

L'objectif consiste à minimiser la somme des temps de déplacement et des temps d'attente chez les usagers. Pour ce problème, des plages horaires pour la visite des usagers ont été fixées, ce qui peut générer des temps d'attente avant de les visiter.

Pour le modèle mathématique, nous considérons un entrepôt situé à Trois-Rivières,  $n-1$  usagers et  $K$  camions.

L'entrepôt est numéroté 1 (comme lieu de départ) et  $n+1$  (comme lieu d'arrivée), les usagers sont numérotés de 2 à  $n$  et les camions de 1 à  $K$ .

Paramètres :

$dem_i$  = demande de l'utilisateur  $i$  (en nombre d'équipements),  $i = 2, \dots, n$ .

$f_i$  = temps de service de l'utilisateur  $i$ ,  $i = 2, \dots, n$ .

$cap_k$  = capacité (poids ou volume) du camion  $k$ ,  $k = 1, \dots, K$ .

$a_i$  = temps le plus tôt pour desservir l'utilisateur  $i$ ,  $i = 2, \dots, n$ .

$b_i$  = temps le plus tard pour desservir l'utilisateur  $i$ ,  $i = 2, \dots, n$ .

$t_{ij}$  = temps de déplacement entre l'utilisateur  $i$  et l'utilisateur  $j$ ,  $i = 1, \dots, n, j = 2, \dots, n+1, i \neq j$ .

Variables :

$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si le camion } k \text{ dessert l'utilisateur } i \text{ suivi immédiatement de l'utilisateur } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$ ,  
pour  $i = 1, \dots, n, j = 2, \dots, n+1, i \neq j, k = 1, \dots, K$ .

$y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{si l'utilisateur } i \text{ est desservi par le camion } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$ . pour  $i = 2, \dots, n+1, k = 1, \dots, K$ .

$s_i$  = temps de début de service chez l'utilisateur  $i$ ,  $i = 2, \dots, n$ .

$t_i$  = temps d'arrivée chez l'utilisateur  $i$ ,  $i = 2, \dots, n$ .

$w_i$  = temps d'attente du camion entre son arrivée et le temps pour desservir l'utilisateur  $i$  au plus tôt,  $i = 2, \dots, n$ .

La fonction objectif :

La fonction objectif vise à minimiser la somme des temps de déplacement et des temps d'attente, en fonction des fenêtres de temps, avant de débuter le service chez les usagers.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^K t_{ij} x_{ijk} + \sum_{i=1}^n w_i, \quad (1)$$

Contraintes :

$$\sum_{\substack{j=2 \\ j \neq i}}^{n+1} x_{ijk} = y_{ik}, \quad i = 1, \dots, n \text{ et } k = 1, \dots, K, \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n x_{ijk} = y_{jk}, \quad j = 2, \dots, n+1 \text{ et } k = 1, \dots, K, \quad (3)$$

$$\sum_{i=2}^n \sum_{k=1}^K x_{i(n+1)k} = \sum_{j=2}^n \sum_{k=1}^K x_{1jk}, \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K y_{ik} = 1, \quad i = 2, \dots, n, \quad (5)$$

$$\sum_{i=2}^n dem_i y_{ik} \leq cap_k, \quad k = 1, \dots, K, \quad (6)$$

$$s_i + f_i + t_{ij} \leq s_j + M_{ij} \times \left(1 - \sum_{k=1}^K x_{ijk}\right),$$

$$i = 1, \dots, n \text{ et } j = 2, \dots, n + 1, \quad (7)$$

$$a_i \leq s_i \leq b_i, \quad i = 1, \dots, n, \quad (8)$$

$$w_i = s_i - t_i, \quad i = 2, \dots, n, \quad (9)$$

$$s_i - t_j + (b_i - t_{1j} + t_{ij} + f_i) \times x_{ijk} \leq b_i - t_{1j}, \quad i = 2, \dots, n, \\ j = 2, \dots, n, j \neq i \text{ et } k = 1, \dots, K, \quad (10)$$

$$t_j - s_i + (b_j - a_i - t_{ij} - f_i) \times x_{ijk} \leq b_j - a_i, \quad i = 2, \dots, n, \\ j = 2, \dots, n, j \neq i \text{ et } k = 1, \dots, K, \quad (11)$$

La fonction objectif (1) permet de minimiser les temps de déplacement et les temps d'attente chez les usagers. Ces deux temps ont la même priorité (50%), mais on peut aisément la modifier en fonction des besoins.

La contrainte (2) permet de s'assurer que si le camion  $k$  visite l'utilisateur  $i$  alors, on doit quitter l'utilisateur  $i$  pour aller à l'entrepôt ou vers un usager  $j$ , avec ce même camion.

La contrainte (3) permet de s'assurer que si le camion  $k$  visite l'utilisateur  $j$  alors, on doit arriver chez l'utilisateur  $j$  en provenance de l'entrepôt ou d'un usager  $i$ , avec ce même camion.

La contrainte (4) assure que les camions ayant quitté l'entrepôt vont terminer leur tournée à l'entrepôt.

La contrainte (5) assure que chaque usager  $i$  est visité par exactement un camion.

La contrainte (6) permet de respecter la capacité des camions.

La contrainte (7) permet de s'assurer que le service chez l'utilisateur  $j$  ne peut débuter que lorsque le service chez l'utilisateur  $i$  visité précédemment est terminé et qu'on a pu se déplacer de  $i$  vers  $j$ . Le temps d'arrivée chez l'utilisateur  $j$  est :  $t_j = s_i + f_i + t_{ij}$ . Ce temps d'arrivée doit nécessairement être inférieur au temps de début de service à  $s_j$ . Si les utilisateurs  $i$  et  $j$  ne sont pas desservis par le même camion  $k$ , la contrainte (7) ne s'applique pas.

Posons  $M_{ij} = b_i + f_i + t_{ij} - a_j$ . Lorsque l'utilisateur  $j$  est visité directement après l'utilisateur  $i$  par le camion  $k$ , on a  $\sum_{k=1}^K x_{ijk} = 1$ . La contrainte (7) devient :  $s_i + f_i + t_{ij} \leq s_j$ .

Lorsque l'utilisateur  $j$  n'est pas visité directement après l'utilisateur  $i$  par le camion  $k$ ,

$$\sum_{k=1}^K x_{ijk} = 0$$

La contrainte (7) devient

$$s_i + f_i + t_{ij} \leq s_j + M_{ij}, \text{ ce qui est équivalent à}$$

$$s_i + f_i + t_{ij} \leq s_j + b_i + f_i + t_{ij} - a_j \text{ et } s_i + a_j \leq s_j + b_i.$$

Cette contrainte est toujours satisfaite, car  $s_i \leq b_i$ , et  $a_j \leq s_j$  par les contraintes de fenêtres de temps (8).

La contrainte (9) définit le temps d'attente  $w_i$  comme la différence entre le temps de début de service,  $s_i$ , et le temps d'arrivée chez l'utilisateur  $i$ ,  $t_i$ .

Les contraintes (10) et (11) peuvent présenter des similitudes avec les contraintes (7), mais, elles visent le temps d'arrivée chez l'utilisateur plutôt que les temps de début de service. Si l'utilisateur  $j$  est visité directement après l'utilisateur  $i$ ,  $x_{ijk} = 1$ . Les contraintes (10) et (11) deviennent respectivement  $s_i + f_i + t_{ij} \leq t_j$  et  $t_j - s_i - t_{ij} - f_i \leq 0$ . Ces contraintes peuvent être réécrites ainsi :

$$s_i + f_i + t_{ij} \leq t_j \text{ et } t_j \leq s_i + t_{ij} + f_i. \text{ On a donc, } s_i + f_i + t_{ij} = t_j$$

Si l'utilisateur  $j$  n'est pas visité directement après l'utilisateur  $i$ ,  $x_{ijk} = 0$ . Les contraintes (10) et (11) deviennent respectivement



$$s_i + t_{lj} \leq b_i + t_j \text{ et } t_j + a_i \leq b_j + s_i$$

Ces deux contraintes sont toujours satisfaites. En effet,  $s_i \leq b_i$  par les contraintes de fenêtres de temps. De plus, le temps de déplacement de l'entrepôt jusqu'à l'utilisateur  $j$  est toujours inférieur au temps d'arrivée chez l'utilisateur  $j$  ( $t_{lj} < t_j$ ), car celui-ci est égal au temps de départ de l'entrepôt plus le temps de déplacement de l'entrepôt jusqu'à l'utilisateur  $j$  (départ entrepôt +  $t_{lj} \leq t_j$ ). D'où  $s_i + t_{lj} \leq b_i + t_j$ .

Le temps d'arrivée chez l'utilisateur  $j$ ,  $t_j$ , est toujours inférieur ou égal au temps de début de service chez l'utilisateur  $j$ ,  $s_j$ ,  $t_j \leq s_j$ . Les contraintes de fenêtre de temps précisent que  $s_j \leq b_j$ . Par conséquent,  $t_j \leq b_j$ . Ces mêmes contraintes de fenêtres de temps donnent  $a_i \leq s_i$ . Par conséquent,  $t_j + a_i \leq b_j + s_i$ .

Pour éviter que les tournées ne débutent et ne finissent pas toutes à la même heure, l'entrepôt de départ  $i = 1$  et d'arrivée  $i = n+1$  ne sont pas inclus dans les contraintes (10) et (11).

## CHAPITRE 5 : RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 5.1 Centre de gravité pondéré

La détermination de la localisation d'un éventuel entrepôt centralisé a été obtenue par le centre de gravité pondéré. Un centre de gravité pondéré a été calculé en prenant en considération, respectivement, le nombre de requêtes et le nombre de déplacements des usagers pour la pondération. Pour chacun, les trois cas considérés pour calculer le centre de gravité (localisation de l'entrepôt) sont:

Cas 1) Un entrepôt unique pour la Mauricie et le Centre-du-Québec

Cas 2) Un entrepôt pour la Mauricie et un entrepôt pour le Centre-du-Québec

Cas 3) Un entrepôt pour la Mauricie sans La Tuque et un entrepôt pour le Centre-du-Québec

Les deux centres de gravité pondérés calculés pour chacun des cas permettent de constater comment la localisation de l'entrepôt varie en fonction du nombre de déplacements des usagers et du nombre de requêtes. Pour chaque cas, un centre de gravité pondéré par année a été calculé en fonction des requêtes et du nombre de déplacements de 2014 à 2019, soit un centre de gravité pour chacune des six années et un pour l'ensemble de la période. Les sept centres de gravité ont été reportés sur Google Maps pour visualiser leur localisation sur une carte. Ces centres de gravité pour chacune de ces années ont été calculés afin de vérifier si leur emplacement changeait selon les années.

#### 5.1.1 Cas 1

Un seul entrepôt centralisé est considéré pour l'ensemble des données du CIUSSS MCQ. Pour chaque année de 2014 à 2019, un centre de gravité, pondéré par le nombre de requêtes (Figure 12) et par le nombre de déplacements (Figure 13), a été calculé. Le repère violet est le centre de gravité pondéré par le nombre total de requêtes ou le nombre total de déplacements, de 2014 à 2019. Le repère gris clair est pour 2014, gris foncé pour 2015, noir pour 2016, jaune pour 2017, kaki pour 2018 et vert pour

2019. La distance entre le repère violet et les autres repères varie de 400 m à 2,1 km pour le centre de gravité pondéré par le nombre des requêtes et varie de 150 m à 900 m pour le centre de gravité pondéré par le nombre de déplacements. La localisation de cet entrepôt centralisé serait sur le territoire du Centre-du-Québec, près de la municipalité de Le Précieux-Sang, à 23,4 km de Trois-Rivières, 58,4 km de Victoriaville et à 59,7 km de Drummondville avec le centre de gravité pondéré par le nombre de requêtes. Avec le centre de gravité pondéré par le nombre de déplacements, l'entrepôt centralisé serait encore plus proche de la municipalité de Le Précieux-Sang sur le territoire du Centre-du-Québec, à 24 km de Trois-Rivières, 58,9 km de Victoriaville et 60,3 km de Drummondville. La pondération en fonction du nombre de requêtes et du nombre de déplacements ne permet pas une réelle discrimination puisque les deux centres de gravité sont assez près l'un de l'autre.

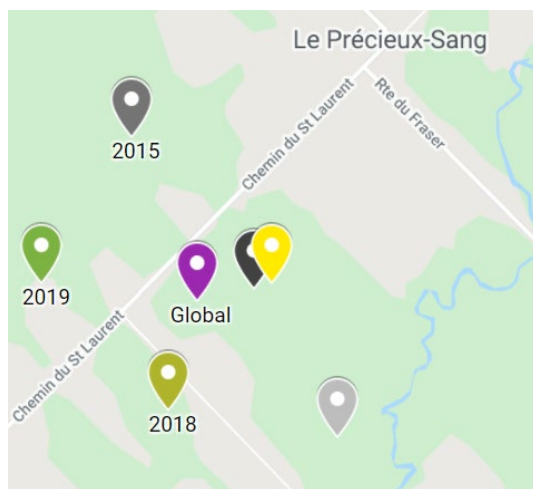


Figure 12 : Centre de gravité global - requêtes

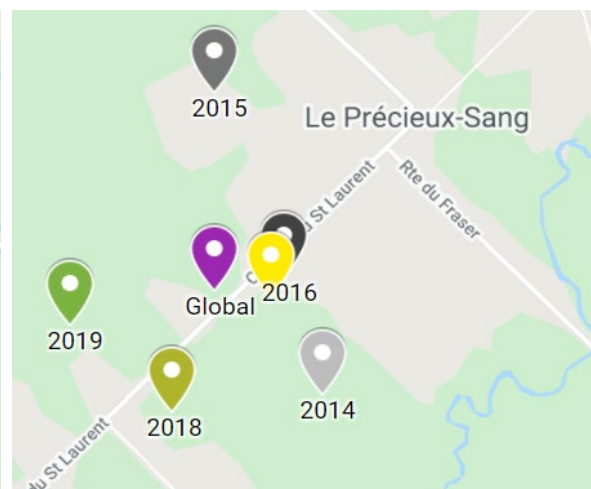


Figure 13 : Centre de gravité global - déplacements

### 5.1.2 Cas 2

Nous avons vu au chapitre 1 que l'agglomération de La Tuque représente à elle seule 73% de la superficie terrestre de la Mauricie et qu'elle est très étendue. Dans un premier temps, le centre de gravité pondéré a été calculé en incluant toutes les données de la Mauricie et, dans un second temps, en excluant les données relatives à l'agglomération de La Tuque.

Le centre de gravité pondéré par le nombre de requêtes, incluant La Tuque, se situe près de Lac Doucet (figure 14) et près de Notre-Dame-du-Mont-Carmel s'il est pondéré par le nombre de déplacements effectués par les usagers pour venir chercher des équipements (figure 15). Les repères violets sur les cartes correspondent aux centres de gravité calculés pour l'ensemble des données des années de 2014 à 2019.

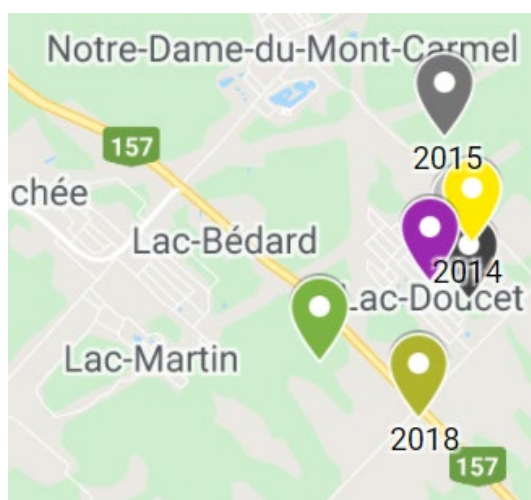


Figure 14 : Centre de gravité Mauricie incluant La Tuque de 2014 à 2019 - requêtes

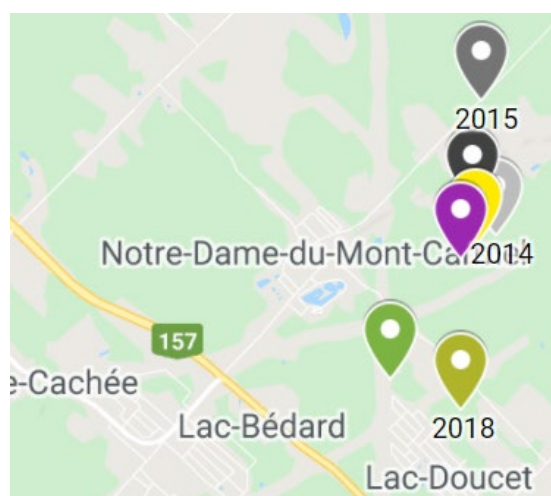


Figure 15 : Centre de gravité Mauricie incluant La Tuque de 2014 à 2019 - déplacements

Pour le Centre-du-Québec, le centre de gravité pondéré par le nombre de requêtes se situe un peu à l'est de Saint-Samuel-de-Horton pour les années 2014 et 2016 à 2019 (de même que le global), alors que celui pour l'année 2015 se trouve au nord de Saint-Samuel-de-Horton (figure 16). Le centre de gravité global se situe à 25,3 km de Victoriaville et à 37,5 km de Drummondville. Le centre de gravité pondéré par le nombre de déplacements effectués par les usagers pour venir chercher des équipements (figure 17) se situe au sud-est de Saint-Samuel. Il se situe à 21,8 km de Victoriaville et à 38,5 km de Drummondville. Encore une fois, la pondération en fonction du nombre de requêtes et du nombre de déplacements ne permet pas une réelle discrimination puisque les deux centres de gravité sont assez près l'un de l'autre.

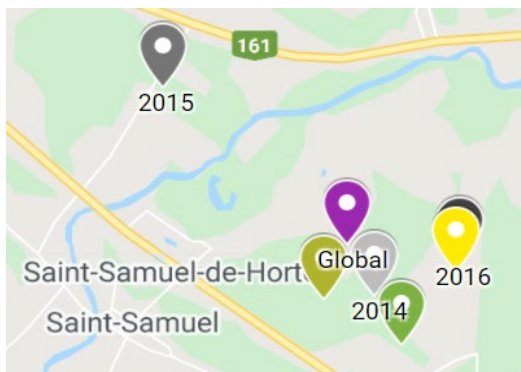


Figure 16 : Centre de gravité Centre-du-Québec de 2014 à 2019 - requêtes

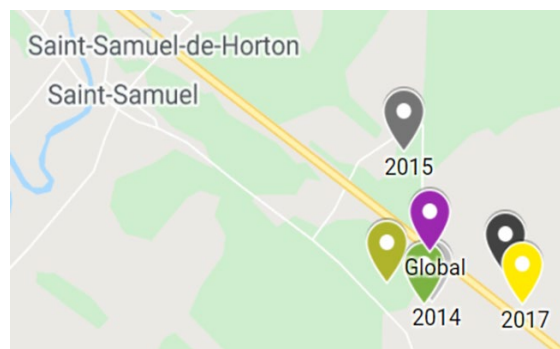


Figure 17 : Centre de gravité Centre-du-Québec de 2014 à 2019 - déplacements

Les deux centres de gravité pour le Centre-du-Québec sont distants de 3,4 km l'un de l'autre (repère 1 pour le centre de gravité global pondéré par le nombre de requêtes et repère 2 pour le centre de gravité global pondéré par le nombre de déplacements de la figure 18).

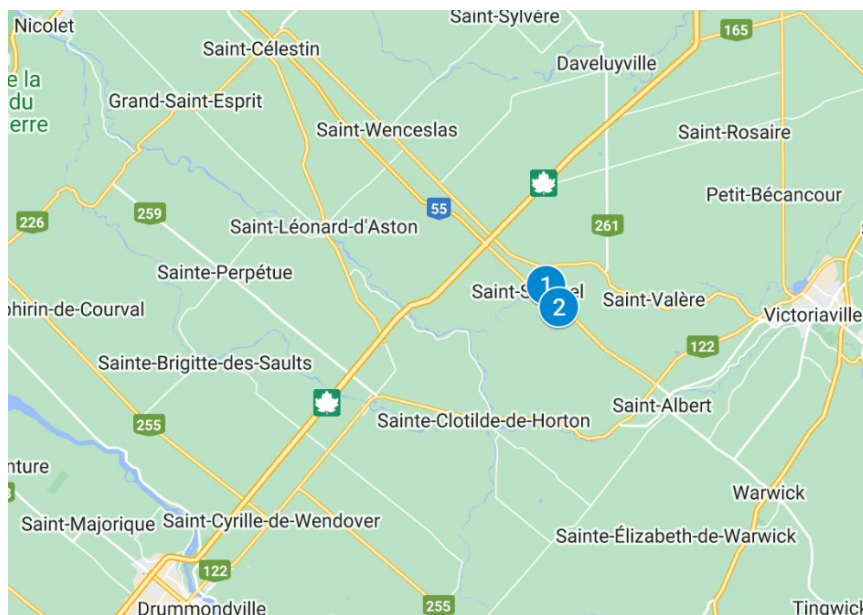


Figure 18 : Partie de la carte du Centre-du-Québec

### 5.1.3 Cas 3

Lorsque l'on fait abstraction des données de La Tuque, le centre de gravité se déplace plus au sud vers Saint-Louis-de-France que cela soit en considérant le nombre

de requêtes (Figure 19) ou le nombre de déplacements effectués par les usagers pour venir chercher des équipements (Figure 20).



Figure 19 : Centre de gravité Mauricie sans La Tuque de 2014 à 2019 - requêtes

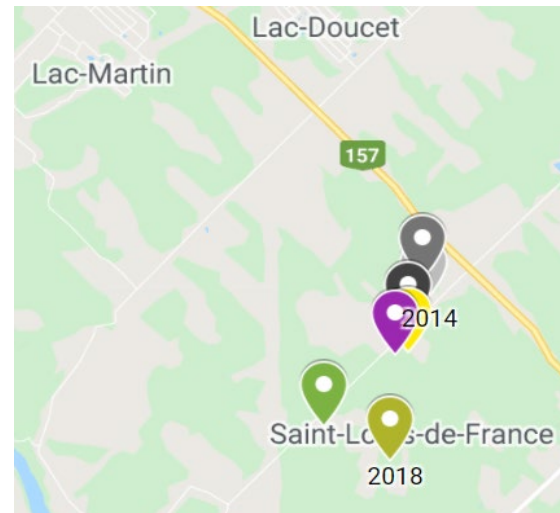


Figure 20 : Centre de gravité sans La Tuque de 2014 à 2019 - déplacements

Pour le Centre-du-Québec, le centre de gravité pondéré reste le même que pour le cas 2.

#### 5.1.4 Constats

Bien que le nombre de requêtes ou le nombre de déplacements effectués par les usagers pour venir chercher des équipements varie d'une année à l'autre, ils n'ont pas eu d'impact significatif sur la localisation du centre de gravité. Il importe de préciser que le calcul du centre de gravité ne prend pas en compte les infrastructures routières. Par ailleurs, il serait intéressant de prendre en compte d'autres facteurs pour le choix de la localisation de l'entrepôt : l'existence de bâtiments adéquats à louer, la possibilité de construire un entrepôt, la proximité des infrastructures routières, la possibilité de recruter du personnel, etc.

Enfin, les localisations potentielles pour des entrepôts n'ont été déterminées que pour un unique entrepôt pour la Mauricie et le Centre-du-Québec et pour un entrepôt pour chacune de ces deux régions. Il conviendrait d'étudier la possibilité d'avoir plus d'un entrepôt par région pour diminuer le temps de déplacement des usagers pour venir chercher leurs équipements légers ainsi que pour diminuer le temps de déplacements pour livrer les équipements lourds aux usagers. Pour cela, les régions

devraient être redécoupés en prenant en considération le nombre de requêtes et le nombre de déplacements des usagers y habitant.

## 5.2 Détermination des séquences de livraison

Si les équipements lourds sont livrés aux usagers depuis un entrepôt centralisé, il faut déterminer les séquences de livraison en respectant les diverses contraintes du problème. Pour coller le plus à la réalité du terrain, les tests ont été réalisés à partir des données du 22 mars 2019, car c'est la journée au cours de laquelle il y a eu le plus d'usagers qui se sont déplacés pour venir chercher des équipements lourds sur l'ensemble des données fournies par le CIUSSS MCQ.

Le logiciel CPLEX Studio IDE 12.10.0 (logiciel d'optimisation mathématique) a été utilisé pour résoudre le problème des tournées de livraison.

Comme les tests portent sur la livraison des équipements lourds et afin de simplifier le modèle, seules les cinq catégories suivantes d'équipements ont été considérées : lit seul, combinaison lit et matelas, fauteuil auto-souleveur, lève-personne et accessoires (relatifs aux équipements lourds). Les accessoires sont toujours livrés en même temps qu'un lit, un fauteuil auto-souleveur ou un lève-personne.

Le type et la capacité des camions n'étant pas connues, ni la taille des équipements, des hypothèses ont été faites en utilisant la notion d'unités équivalentes. Première hypothèse, un camion de 20 m<sup>3</sup> a une capacité de 120 unités équivalentes (u.é.). Seconde hypothèse, un lit a une taille de 10 unités équivalentes. Donc, s'il n'y a que des lits dans le camion, il peut en contenir dix. Les autres hypothèses concernant la taille des catégories d'équipements considérés sont résumées dans le tableau 9. Enfin, des hypothèses sur les temps de service unitaires des différentes catégories d'équipements ont été formulées. Le temps de service inclut le temps requis par le chauffeur pour décharger le camion et en faire l'installation chez l'utilisateur (tableau 9).

Tableau 9 : Taille des catégories d'équipements et temps de service correspondant

Catégorie	Taille (unités équivalentes)	Temps de service unitaire (heures)
Lit	10	0,30
Lit et matelas	20	0,40
Fauteuil auto-souleveur	5	0,25
Lève-personne	7	0,25
Accessoire	2	Variable de 0,05 à 0,10

Les distances entre les usagers et entre les usagers et l'entrepôt ont été calculées à partir de leurs codes postaux. De plus, comme les tests ont été faits uniquement pour les usagers de la Mauricie, l'entrepôt a été localisé à Trois-Rivières.

L'horaire de travail des chauffeurs des camions est de 9h et 16h, car les camions peuvent quitter l'entrepôt au plus tôt à 9h et doivent y retourner à 16h au plus tard. Donc les livraisons se font sur un créneau de moins de 7h, car il faut considérer les temps de déplacements pour se rendre chez le premier usager et revenir à l'entrepôt à partir du dernier usager de la tournée.

Pour certains usagers, une plage horaire, fenêtre de temps, durant laquelle les livraisons doivent avoir lieu a été prise en considération. La taille des fenêtres de temps varie entre une et sept heures.

### 5.2.1 Résultats et analyse

Pour les tests, le nombre de camions disponibles a été fixé à 4, permettant ainsi d'effectuer jusqu'à 4 tournées en même temps. Lors de la journée du 22 mars 2019, 15 usagers en Mauricie sont venus chercher de l'équipement lourd dans les centres de prêts. Des tournées de livraisons ont donc été déterminées avec 15 usagers. Des tests ont aussi été réalisés avec 20 et 25 usagers. Les usagers supplémentaires ont été localisés dans des résidences privées pour aînés (RPA) et certains d'entre eux pouvaient habiter à la même adresse. L'objectif global était de minimiser la somme des temps de déplacement et des temps d'attente chez les usagers. Le temps d'attente chez un usager correspond à l'écart de temps entre l'arrivée chez l'utilisateur et le début



de service (déchargement et installation) qui survient si le chauffeur arrive chez l'utilisateur trop tôt par rapport à sa fenêtre de temps. La même importance a été accordée au temps de déplacement et au temps d'attente.

Le tableau 10 présente les fenêtres de temps ainsi que leur taille pour les trois cas considérés : 15 usagers, 20 usagers ou 25 usagers.

*Tableau 10 : fenêtre de temps par rapport au nombre d'usagers*

Fenêtres de temps	Taille de la fenêtre de temps	Nombre d'usagers		
		15	20	25
9h - 11h	2h	1	1	1
9h - 12h	3h	1	1	1
9h - 15h	6h	1	5	9
9h - 16h	7h	1	1	1
10h - 12h	2h	1	2	2
10h - 13h	3h	2	1	1
10h - 14h	4h	1	2	2
10h - 15h	5h	2	1	1
11h - 12h	1h	1	1	1
11h - 13h	2h	1	1	1
11h - 14h	3h	1	1	1
11h - 15h	4h	1	1	1
12h - 14h	2h	1	2	3

Le tableau 11 présente les résultats des tests numériques. Le nombre de tournées nécessaires pour visiter les usagers augmente avec le nombre d'usagers à visiter. Pour visiter 15 ou 20 usagers, 3 tournées ont été nécessaires alors qu'il y en a fallu 4 pour visiter 25 usagers. Le nombre d'usagers visités par tournée varie en fonction de trois critères : la localisation des usagers, les types d'équipements à livrer et les fenêtres de temps. Comme l'objectif global était de minimiser la somme des temps de déplacement et des temps d'attente chez les usagers et non d'optimiser l'utilisation de la capacité des camions, on constate que pour 15 et 25 usagers à visiter, un camion aurait pu regrouper deux tournées en une, mais cela aurait augmenté le temps total des tournées. Il est à noter qu'aucune des tournées ne génère d'attente chez les usagers. Il serait également possible de chercher à équilibrer les tournées pour qu'elles soient de longueur semblable, mais cela aussi se ferait au détriment du temps total des tournées.

Le temps de résolution augmente avec le nombre d'utilisateurs, car le nombre de variables et le nombre de contraintes augmentent également. Le tableau 12 présente les nombres de variables, de contraintes et d'itérations nécessaires à la résolution du problème de tournée en fonction du nombre d'utilisateurs. Ces temps de résolutions sont très faibles pour les tests avec 15 ou 20 utilisateurs, allant de quelques secondes jusqu'à une trentaine. Le temps de résolution augmente considérablement pour 25 utilisateurs à visiter avec un peu plus de 38 minutes.

Tableau 11 : Résultats des tests numériques

Tournées	Nombre d'utilisateurs	Temps de la tournée (heures)				Capacité utilisée du camion (u. é et %)	Temps de résolution (sec.)
		Déplacement	Attente	Service	Total		
Tournée 1	7	3,92	0	2,40	6,32	97 (81%)	4,76
Tournée 2	6	0,37	0	2,15	2,52	81 (68%)	
Tournée 3	2	0,47	0	0,65	1,12	25 (21%)	
<b>Total</b>	<b>15</b>	4,76	0	5,20	9,96	203	
Tournée 1	7	3,43	0	2,65	6,08	117 (98%)	31,08
Tournée 2	6	1,60	0	1,90	3,50	62 (52%)	
Tournée 3	7	0,37	0	2,55	2,92	101 (84%)	
<b>Total</b>	<b>20</b>	5,40	0	7,10	12,50	280	
Tournée 1	7	2,82	0	2,65	5,47	117 (98%)	2307,57
Tournée 2	3	0,20	0	0,90	1,10	32 (27%)	
Tournée 3	8	0,38	0	2,80	3,18	86 (72%)	
Tournée 4	7	2,33	0	2,35	4,68	77 (64%)	
<b>Total</b>	<b>25</b>	5,73	0	8,70	14,43	312	

Tableau 12 : variation du nombre de variables et de contraintes en fonction du nombre d'usagers

Nombre d'usagers	Nombre de	
	variables	contraintes
15	1 078	2 101
20	1 833	3 696
25	2 788	5 741

Il est donc possible d'obtenir rapidement les tournées pour visiter jusqu'à 20 usagers. Bien que les tests n'aient porté que sur la livraison d'équipements lourds et les usagers de la Mauricie (sans les usagers de l'agglomération de La Tuque), ils peuvent être répliqués très facilement pour les usagers du Centre-du-Québec. Par ailleurs, il serait plus intéressant de faire les tests avec des données réelles (taille des équipements, temps de service, unités équivalentes...). Le problème peut être adapté en modifiant la localisation de l'entrepôt, la capacité des camions, en utilisant des camions de différentes capacités, en ajoutant un entrepôt, etc. Il est à noter que la cueillette des équipements lourds n'a pas été considérée. Le modèle fonctionne aussi pour le retour des équipements, car il s'agit du même type de problème.

Actuellement, les usagers se déplacent vers les centres de prêt d'équipements pour venir chercher ou rapporter des équipements légers ou lourds, même s'ils ne possèdent pas de véhicules adaptés au transport des équipements lourds. Dans le cas d'une livraison des équipements lourds depuis un entrepôt centralisé, les usagers ne se déplaceraient plus que pour venir chercher ou rapporter des équipements légers, quel que soit leur véhicule.

## CHAPITRE 6 : CONCLUSION

Les buts de cette recherche étaient multiples. Premièrement, il fallait analyser le processus des demandes pour le prêt d'équipement aux usagers du CIUSSS MCQ. Pour cela, les cartographies des processus de prêt d'équipement et de retour de prêt ont été réalisées et elles indiquent que, dans l'ensemble, les centres de prêt fonctionnent de manière similaire pour le prêt d'équipement ou pour le retour de prêt d'équipement. Cependant, il existe des différences qui font que les processus ne sont pas tout à fait standardisés. Parmi ces différences, on peut noter que les catégories d'employés qui travaillent dans les centres de prêt sont assez variées (agente administrative, ouvrier de maintenance, ASSS, aide de service...) de même que les horaires d'ouverture au public. Dans certains centres, les usagers peuvent venir chercher directement des équipements, mais pas dans tous. L'utilisation d'un guichet unique de service (GUS), la demande d'une caution pour un équipement prêté ou le recours à l'agent de sécurité en dehors des horaires d'ouverture dans quelques centres sont autant de différences de fonctionnement. Dans l'optique de mieux évaluer la performance des centres, il serait intéressant de standardiser le processus de prêt. Cela pourrait servir en cas de centralisation même partielle de certains centres.

Deuxièmement, les données du CIUSSS MCQ concernant les requêtes, les catégories d'équipements prêtés ainsi que la localisation des usagers ont été analysées en profondeur afin de faire le point sur la situation des centres de prêt. À partir de ces données, en utilisant la méthode des centres de gravité pondérés, la localisation d'un entrepôt centralisé a été déterminée dans les situations suivantes : 1) un entrepôt unique pour la Mauricie et le Centre-du-Québec, 2) un entrepôt pour la Mauricie et un entrepôt pour le Centre-du-Québec et 3) un entrepôt pour la Mauricie sans La Tuque et un entrepôt pour le Centre-du-Québec. D'autres critères devront être pris en compte avant toute décision sur la localisation d'un entrepôt centralisé, tels que leurs coûts d'implantation et d'utilisation, la proximité des infrastructures routières, la possibilité de recruter du personnel, etc.

Troisièmement, le problème de livraison des équipements lourds chez les usagers depuis l'entrepôt centralisé a été modélisé mathématiquement et résolu par le

logiciel CPLEX. Les résultats des tests numériques montrent que les tournées de livraison peuvent être obtenues rapidement tout en cherchant à minimiser la somme des temps de déplacement et des temps d'attente chez les usagers. Il serait intéressant de résoudre le problème en considérant des données réelles (taille des équipements, temps de service, etc.) ou en faisant varier le nombre d'entrepôts ou la capacité des camions.

### **6.1 Contribution de la recherche**

Cette recherche contribue à mettre en lumière les processus de prêt et de retour d'équipements du CIUSSS MCQ. Elle peut aider pour préparer la standardisation des processus et donne des pistes de solution ou du moins de réflexion quant à la centralisation de certains centres de prêt. Le modèle mathématique développé permet de tester la possibilité de livrer directement les équipements lourds aux usagers en minimisant le temps total de déplacement et les temps d'attente chez les usagers.

### **6.2 Avenues futures de la recherche**

Dans le but de mieux évaluer la performance des centres, le travail sur la standardisation des processus de prêt et de retour de prêt devra être approfondi. Pour cela, il faudrait uniformiser les pratiques, standardiser la nomenclature des équipements, faire le point sur la pertinence de conserver certains équipements, etc. Cela permettrait de préparer une éventuelle centralisation.

D'autres critères pertinents pourraient être pris en compte dans la détermination de la localisation d'entrepôts centralisés, soient, l'accès au réseau routier, l'existence de bâtiments à louer ou la possibilité de construire, etc.

Enfin, le modèle mathématique pourrait être bonifié en faisant varier les capacités des camions ou le nombre d'entrepôts, en ajoutant les retours de prêt d'équipement aux livraisons. Un même camion pourrait livrer les équipements lourds chez les usagers et une fois vide, poursuivre sa tournée en récupérant les équipements qui doivent l'être.

## RÉFÉRENCES

- Andelmin, J., et Bartolini, E. (2017). An Exact Algorithm for the Green Vehicle Routing Problem. *Transportation Science*, 51(4), 1288-1303.  
<https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0734>
- Barros, L., Linfati, R., et Escobar, J. W. (2020). An exact approach for the consistent vehicle routing problem (ConVRP). *Advances in Production Engineering & Management*, 15(3), 255-266. <https://doi.org/10.14743/apem2020.3.363>
- Braekers, K., Hartl, R. F., Parragh, S. N., et Tricoire, F. (2016). A bi-objective home care scheduling problem : Analyzing the trade-off between costs and client inconvenience. *European Journal of Operational Research*, 248(2), 428-443.
- Clarke, G., et Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations research*, 12(4), 568-581.
- Çolak, R., Işık, A. H., et Yiğit, T. (2019). A New Method for Routing in Home Health Care Services. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence & Neuroscience*, 10(4), 14-27. <https://doi.org/10.18662/brain/02>
- Dantzig, G. B., et Ramser, J. h. (1959). The Truck Dispatching Problem. *Management Science*, 6(1), 80-91. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.1.80>
- Erdoğan, S., et Miller-Hooks, E. (2012). A green vehicle routing problem. *Transportation research part E: logistics and transportation review*, 48(1), 100-114.
- Euchi, J., Zidi, S., et Laouamer, L. (2020). A Hybrid Approach to Solve the Vehicle Routing Problem with Time Windows and Synchronized Visits In-Home Health Care. *Arabian Journal for Science & Engineering (Springer Science*

& *Business Media B.V.* ), 45(12), 10637-10652.

<https://doi.org/10.1007/s13369-020-04828-5>

Fresnais, J. (2015). La mutualisation des moyens. Un défi managérial. In *Performance et innovation dans les établissements de santé* (p. 237-252).

Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.fermo.2015.01.0237>

Hashemi Doulabi, H., Pesant, G., et Rousseau, L.-M. (2020). Vehicle Routing Problems with Synchronized Visits and Stochastic Travel and Service Times : Applications in Healthcare. *Transportation Science*, 54(4), 1053-1072.

<https://doi.org/10.1287/trsc.2019.0956>

Kassem, S., et Chen, M. (2013). Solving reverse logistics vehicle routing problems with time windows. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1-4), 57-68. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4708-9>

Keay, S., McCarthy, J. P., et Carey-Smith, B. E. (2015). Medical equipment libraries : Implementation, experience and user satisfaction. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 39(6), 354-362.

<https://doi.org/10.3109/03091902.2015.1059507>

Kovacs, A. A., Golden, B. L., Hartl, R. F., et Parragh, S. N. (2015). The Generalized Consistent Vehicle Routing Problem. *Transportation Science*, 49(4),

796-816. <https://doi.org/10.1287/trsc.2014.0529>

Lin, J., Zhou, W., et Wolfson, O. (2016). Electric vehicle routing problem.

*Transportation research procedia*, 12, 508-521.

Madankumar, S., et Rajendran, C. (2019). A mixed integer linear programming model for the vehicle routing problem with simultaneous delivery and pickup

- by heterogeneous vehicles, and constrained by time windows. *Sadhana*, 44(2), 1-1. <https://doi.org/10.1007/s12046-018-1048-y>
- Molina, J. C., Salmeron, J. L., Eguia, I., et Racero, J. (2020). The heterogeneous vehicle routing problem with time windows and a limited number of resources. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 94, 103745. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103745>
- Oldman, C., Brodie, D., et Nmatsakanova, N. (2003). Community health equipment loans : Developing a clinical prioritization system. *British Journal of Community Nursing*, 8(6), 248-255. <https://doi.org/10.12968/bjcn.2003.8.6.11544>
- Ramos, T. R. P., Gomes, M. I., et Barbosa-Póvoa, A. P. (2020). A new matheuristic approach for the multi-depot vehicle routing problem with inter-depot routes. *OR Spectrum*, 42(1), 75-110. <https://doi.org/10.1007/s00291-019-00568-7>
- Sivaramkumar, V., Thansekhar, M. R., Saravanan, R., et Miruna Joe Amali, S. (2018). Demonstrating the importance of using total time balance instead of route balance on a multi-objective vehicle routing problem with time windows. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 98(5-8), 1287-1306. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2346-6>
- Spliet, R., et Gabor, A. F. (2015). The Time Window Assignment Vehicle Routing Problem. *Transportation Science*, 49(4), 721-731. <https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0510>
- Tirkolaei, E. B., Hadian, S., Weber, G., et Mahdavi, I. (2020). A robust green traffic-based routing problem for perishable products distribution. *Computational Intelligence*, 36(1), 80-101. <https://doi.org/10.1111/coin.12240>



- Tohidifard, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Navazi, F., et Partovi, M. (2018). A Multi-Depot Home Care Routing Problem with Time Windows and Fuzzy Demands Solving by Particle Swarm Optimization and Genetic Algorithm. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 358-363.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.318>
- Zhao, P. X., Luo, W. H., et Han, X. (2019). Time-dependent and bi-objective vehicle routing problem with time windows. *Advances in Production Engineering & Management*, 14(2), 201-212.

# ANNEXES

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : Questionnaire envoyé aux gestionnaires .....	68
ANNEXE II : le CIUSSS MCQ en chiffres .....	69
ANNEXE III : Le réseau territorial de service de la Mauricie et du Centre-du-Québec .....	70
ANNEXE IV : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de La Tuque.....	71
ANNEXE V : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Shawinigan.....	72
ANNEXE VI : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Louiseville.....	73
ANNEXE VII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Sainte- Thècle.....	74
ANNEXE VIII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Sainte- Geneviève-de-Batiscan .....	75
ANNEXE IX : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Plessisville.....	76
ANNEXE X : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Saint- Célestin.....	77
ANNEXE XI : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Victoriaville.....	78
ANNEXE XII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Drummondville .....	79
ANNEXE XIII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de La Tuque.....	80
ANNEXE XIV : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Shawinigan.....	81
ANNEXE XV : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Louiseville.....	82
ANNEXE XVI : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Sainte- Thècle.....	83

ANNEXE XVII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Sainte-Geneviève-de-Batiscan .....	84
ANNEXE XVIII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Plessisville.....	85
ANNEXE XIX : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Saint-Célestin.....	86
ANNEXE XX : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Victoriaville.....	87
ANNEXE XXI : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Drummondville .....	88

## ANNEXE I : Questionnaire envoyé aux gestionnaires

### Questionnaire

1. Adresse du centre de prêt
2. Nom de la personne responsable
3. Nom de ou des employés au prêt d'équipements et leur titre d'emploi
4. Territoire couvert par le centre et taille de la population
5. Heures d'ouverture
6. Points de service desservis par le centre de prêt, leur adresse, heure d'ouverture et la distance entre les points de services et le centre de prêt.
7. Comment arrivent les requêtes : fax, courriel, autre
8. Qui envoie les requêtes : ergo, physio, pas besoin de requête.
9. Y a-t-il du transport vers l'utilisateur pour certains équipements ? Si oui, lesquels ?
10. Nombre d'utilisateurs ayant fait l'objet d'une requête par semaine, par mois dans les dernières années.
11. Nombre de transactions (équipements divers) par semaine, par mois dans les dernières années
12. Nombre moyen de transactions par utilisateur.
13. Présence d'équipements AVQ-AVD ou pas.
14. Base de données à jour pour l'inventaire des équipements ? Informatisé ?  
Utilise e-CLSC ?
15. Réparation des équipements sur place ou recours à un sous-traitant externe ?

ANNEXE II : le CIUSSS MCQ en chiffres<sup>8</sup>

## CIUSSS MCQ, EN CHIFFRES (AU 31 MARS 2021)

**21 041** EMPLOYÉS  
 âge moyen **40** ans



**577** gestionnaires



**944** MÉDECINS  
DONT

**2 000\*** bénévoles

**484** spécialistes  
 ET  
**460** de famille

\* Il s'agit d'un nombre approximatif. Au 31/03/2021, au bilan de la CIUSSS MCQ, 2000 bénévoles ont été répertoriés 68 000 heures de offre.

**Budget**

**1,62 milliard**  
 Opération



**Vocation universitaire**



- Centre hospitalier affilié universitaire régional
- Campus médical de l'Université de Montréal en Maurice
- Institut universitaire en déficience intellectuelle et trouble du spectre de l'autisme

**116** installations

**29** CHSLD

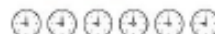


comptant un total de

**2 482** lits



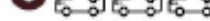
**1 149** lits  
 en courte durée



**68** lits  
 en soins palliatifs  
(CH, CHSLD et soins palliatifs)



**8** urgences



**1** centre de réadaptation en dépendance

**1** centre de réadaptation en DITSA

**1** centre de réadaptation en déficience physique

**2** centres de réadaptation

**1** foyer de groupe

pour les jeunes comptant un total de 142 lits

**18** fondations  
 QUI GÉNÈRENT

**11 M\$** annuellement

**69** ressources intermédiaires  
santé mentale, jeunesse, personnes âgées, DITSA



**176** résidences privées pour aînés



**27** groupes de médecine de famille  
24 GMP et 3 GMP-U



**1** groupe

de médecine de famille-réseau

**865** ressources de type familial



**225** organismes communautaires



**433** médecins de famille membres d'un GMP



**118** pharmacies communautaires



**1** comité des usagers du Centre intégré (CUCI)



**12** comités des usagers continués



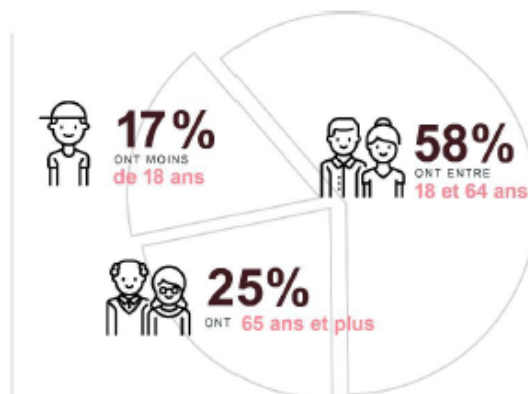
<sup>8</sup> tiré du Rapport annuel de gestion 2020-2021 du CIUSSS MCQ RAG 2020-2021 VF.pdf

## ANNEXE III : Le réseau territorial de service de la Mauricie et du Centre-du-Québec<sup>9</sup>

### RÉSEAU TERRITORIAL DE SERVICE

**5<sup>e</sup> région  
socio-sanitaire**  
la plus peuplée au  
**Québec**

Population estimée  
DONNÉES D'AVRIL 2020  
**522 341**



Le réseau territorial de service (RTS) de la Mauricie et du Centre-du-Québec compte huit réseaux locaux de services (RLS) :

- RLS du Haut-Saint-Maurice
- RLS de la Vallée-de-la-Batiscan
- RLS de Maskinongé
- RLS du Centre-de-la-Mauricie
- RLS de Trois-Rivières
- RLS de Bécancour-Nicolet-Yamaska
- RLS de Drummond
- RLS d'Arthabaska-et-de-L'Érable

Vaste territoire  
de près de  
**47 000 km<sup>2</sup>**



### SERVICES OFFERTS

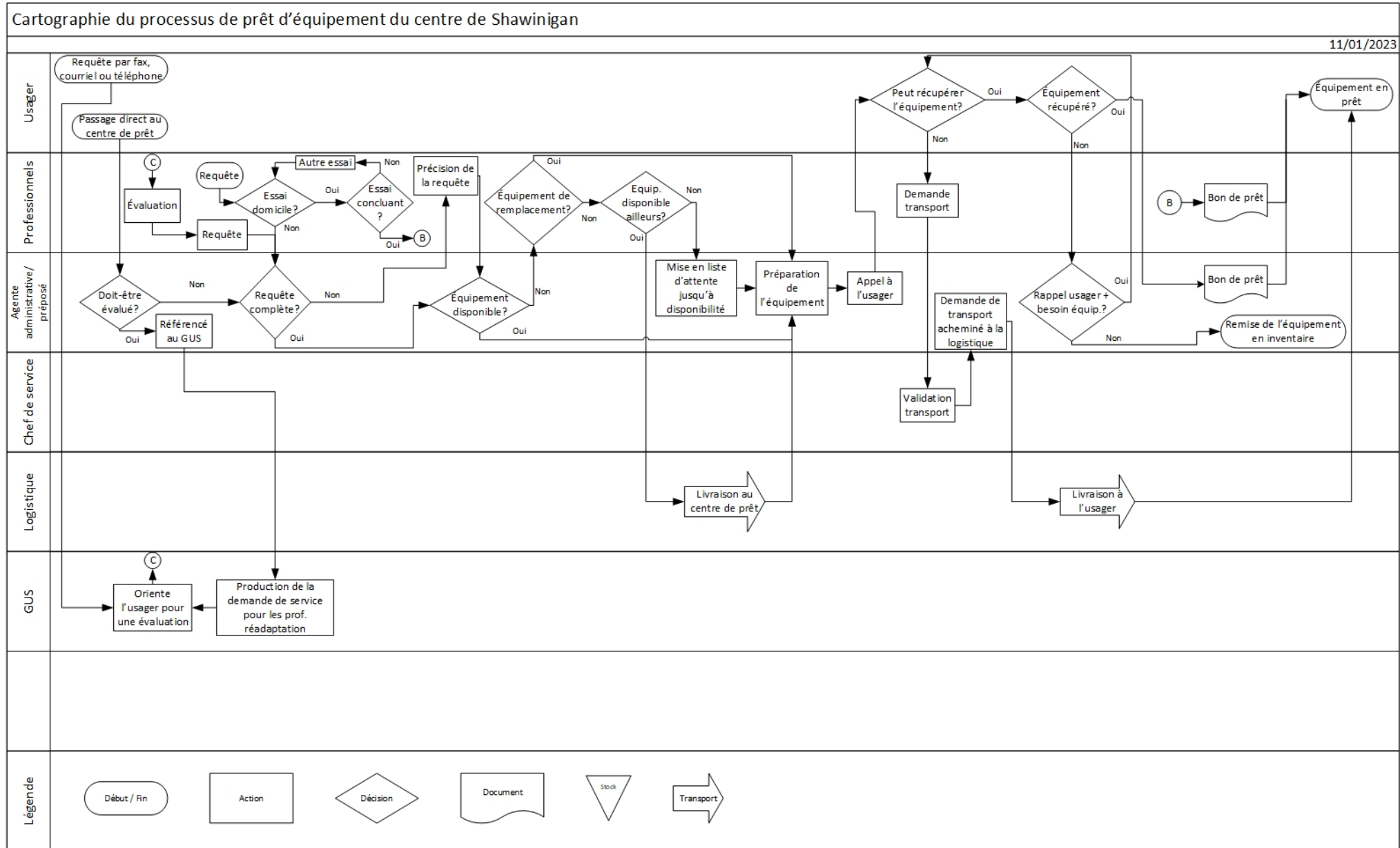
- Santé publique et responsabilité populationnelle
- Jeunesse-famille
- Protection de la jeunesse
- Déficience intellectuelle, trouble du spectre de l'autisme et déficience physique
- Santé mentale adulte et dépendance
- Soutien à l'autonomie de la personne âgée
- Soins infirmiers
- Services ambulatoires et soins critiques
- Services spécialisés chirurgicaux oncologiques
- Services multidisciplinaires
- Services professionnels et de la pertinence clinique

<sup>9</sup> Tiré du plan d'organisation 2018-2021 3<sup>ème</sup> édition du 15 juin 2020 Mise à jour 2021-07-12 : PO\_2018-2021-3\_20210712VF.pdf

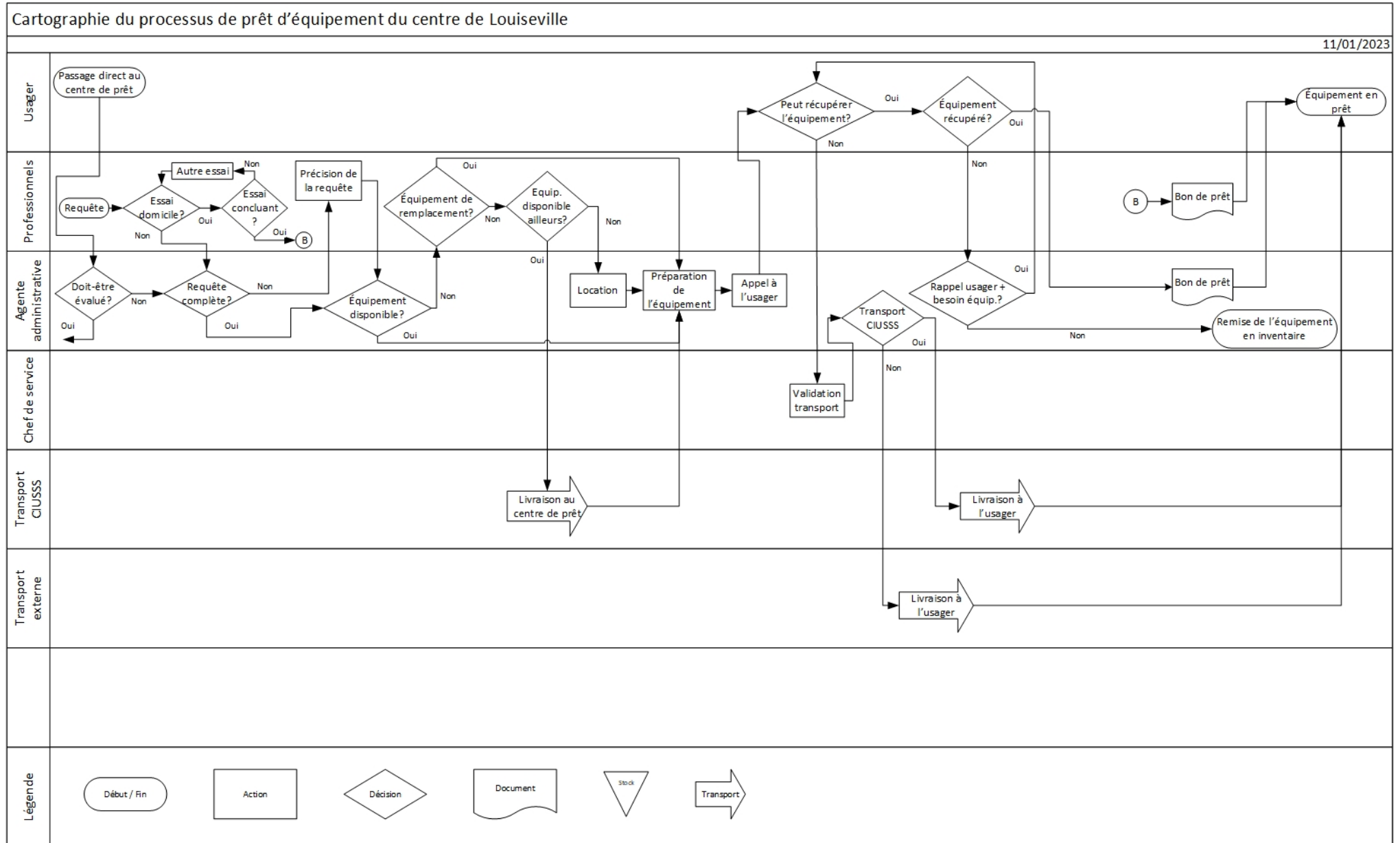




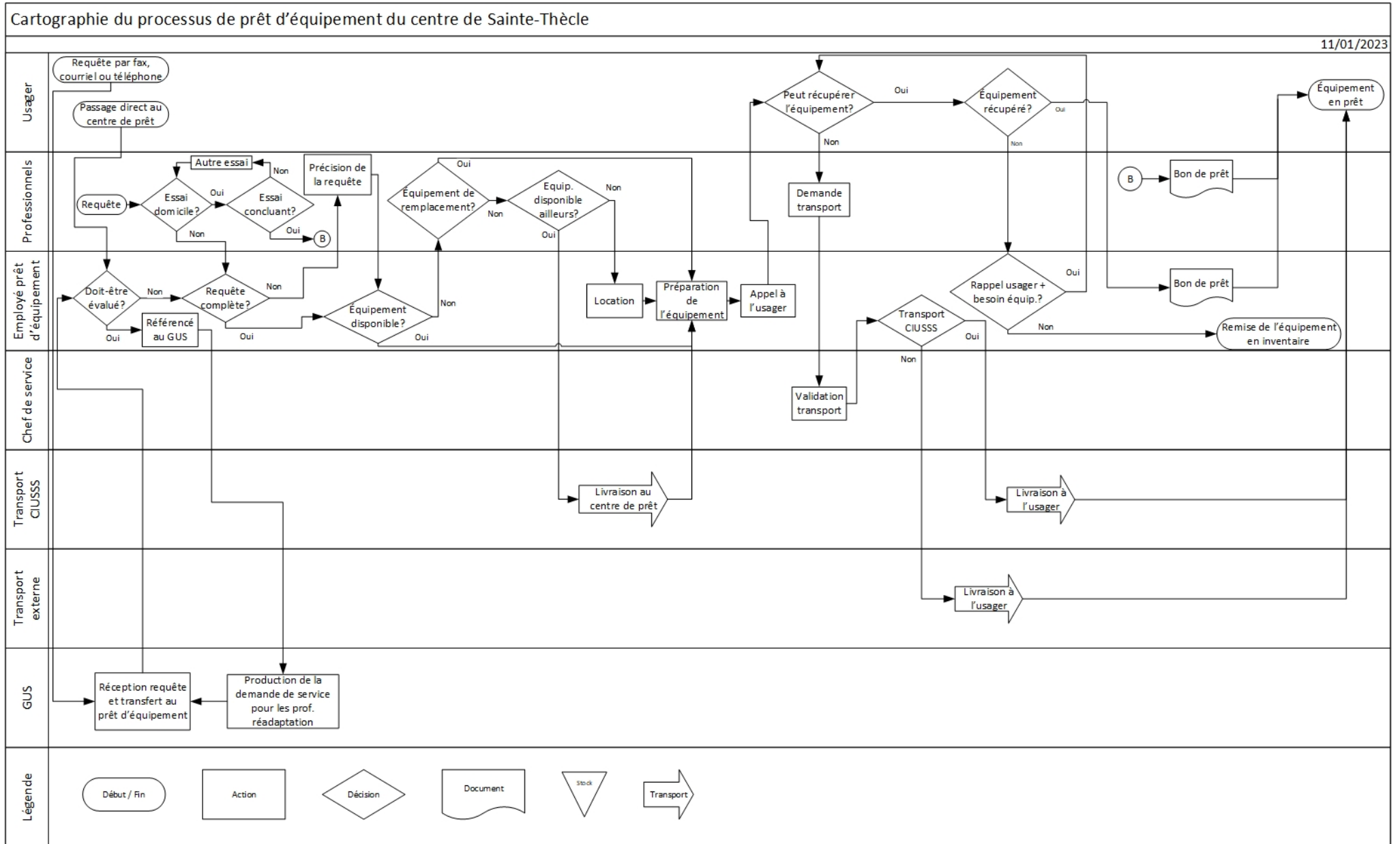
### ANNEXE V : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Shawinigan



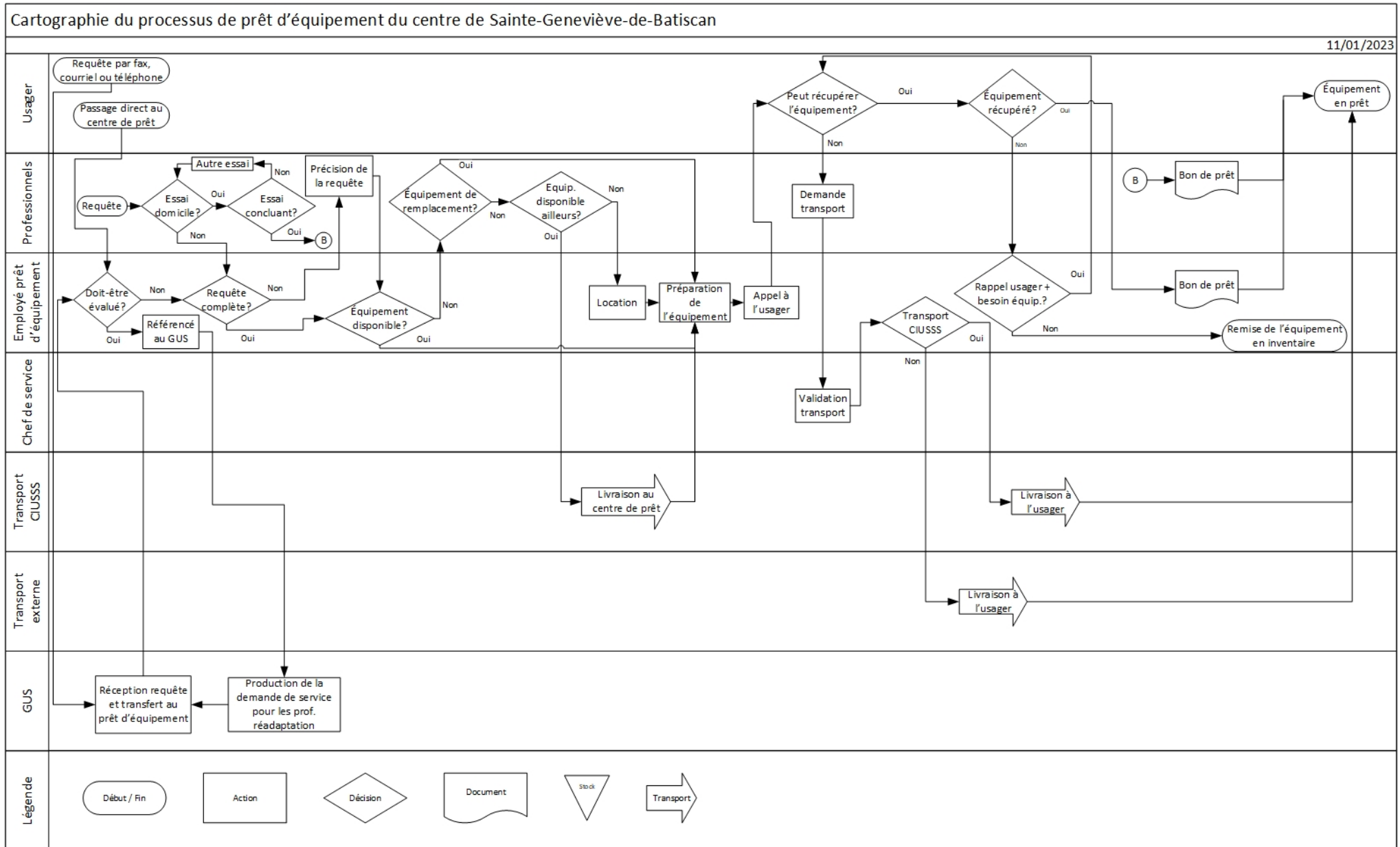
### ANNEXE VI : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Louiseville



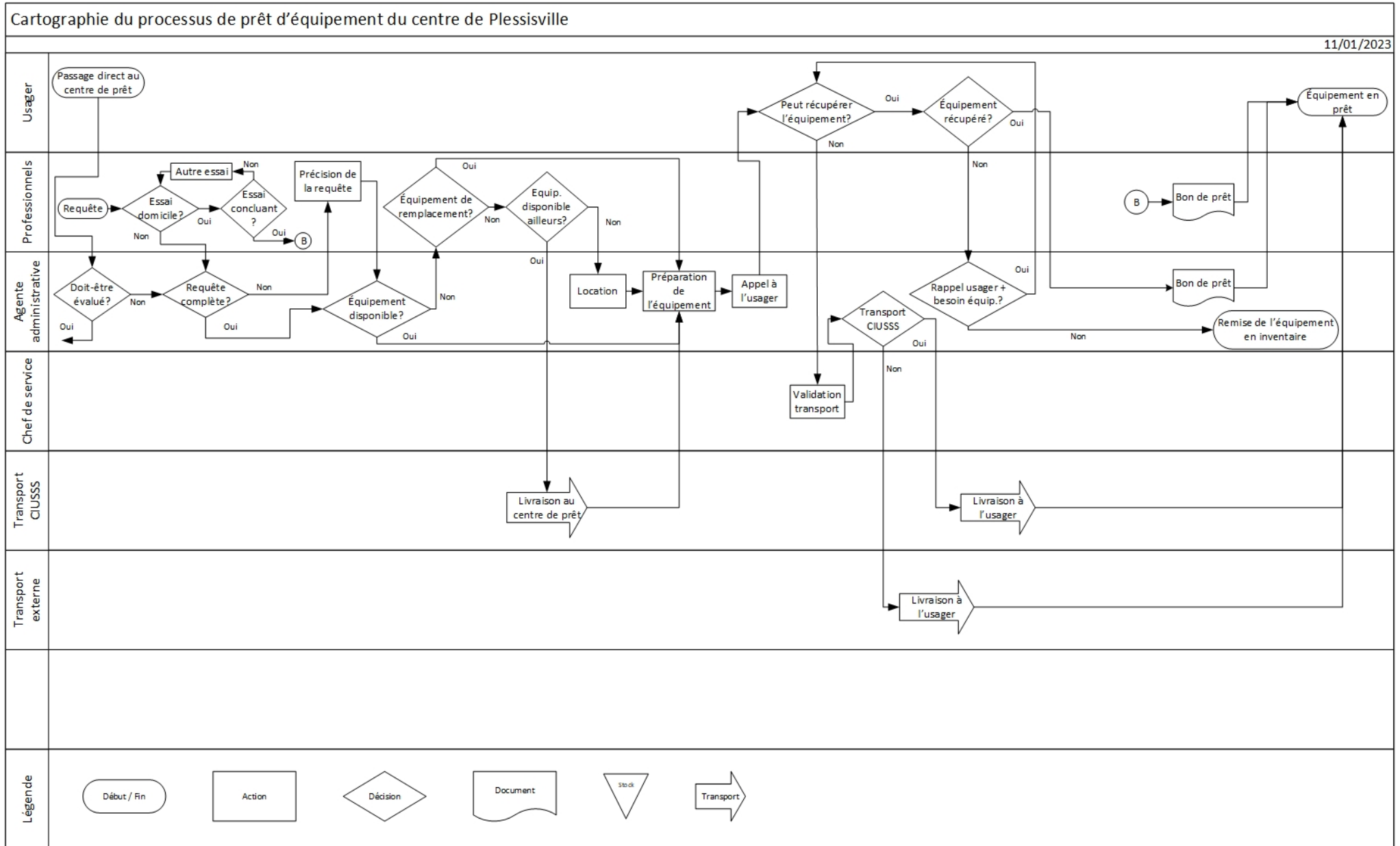
ANNEXE VII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Sainte-Thècle



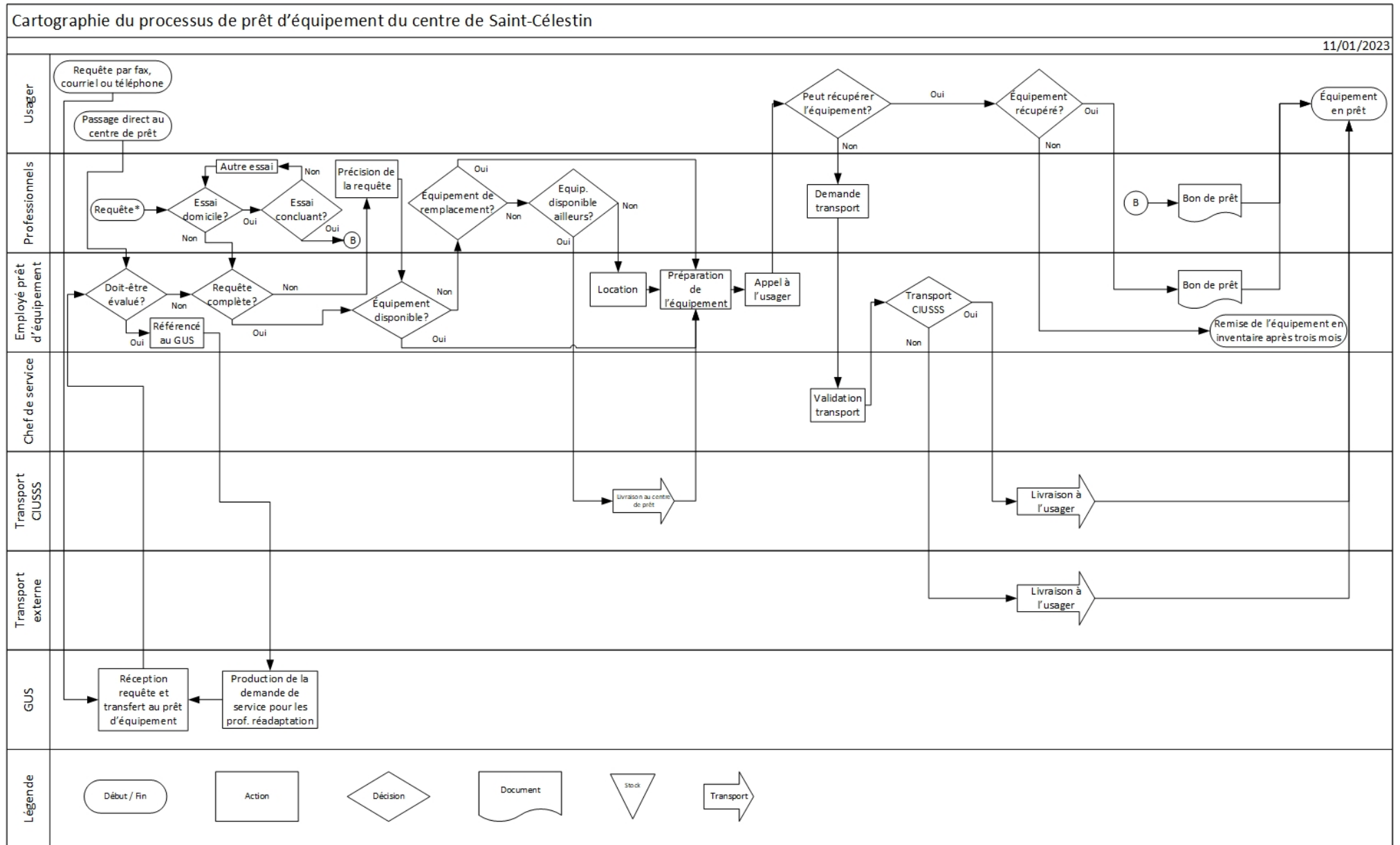
### ANNEXE VIII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Sainte-Geneviève-de-Batiscan



### ANNEXE IX : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Plessisville

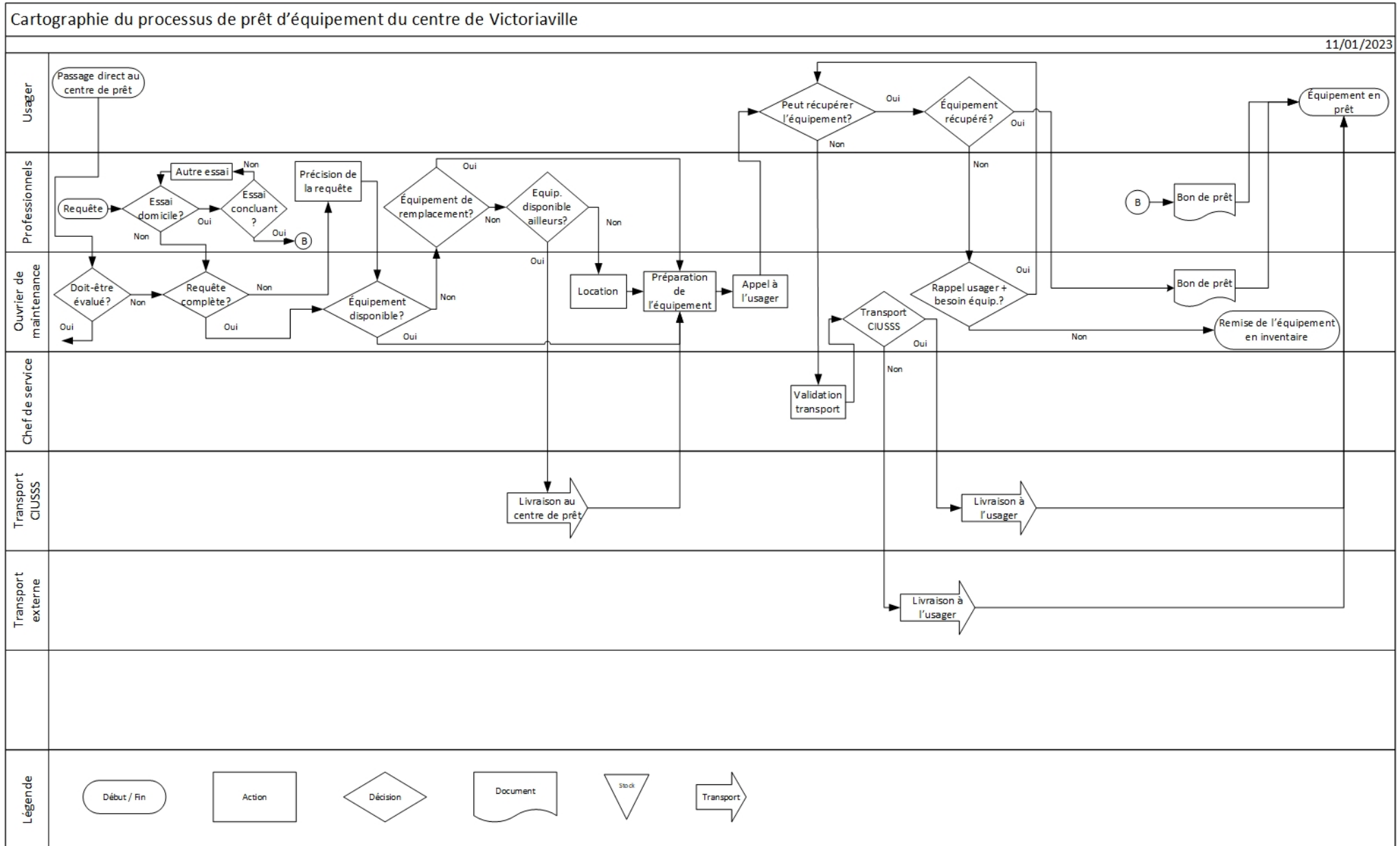


### ANNEXE X : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Saint-Célestin

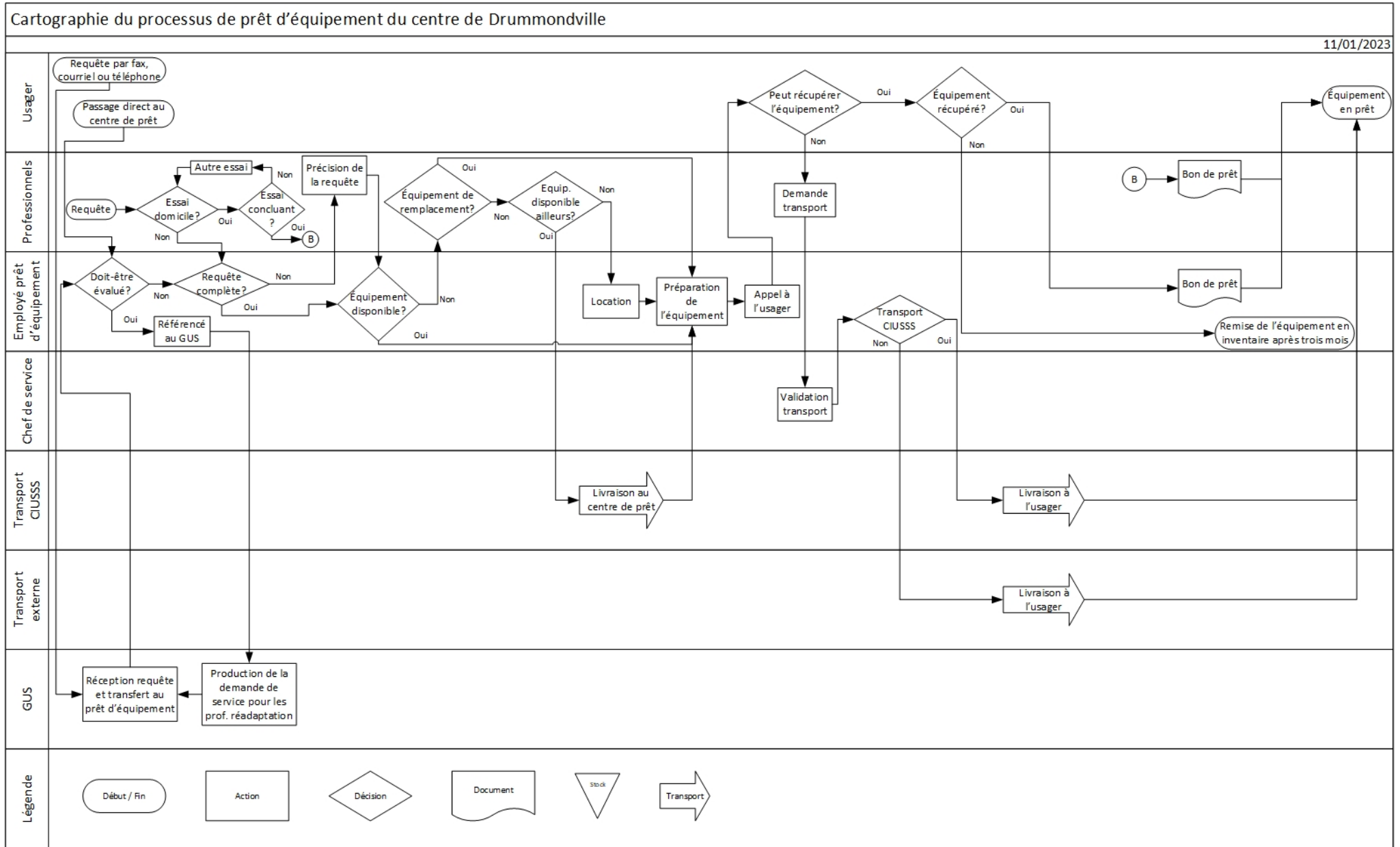


\* : Lorsque c'est possible, les équipements sont livrés au point de service par le transport du CIUSSS

### ANNEXE XI : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Victoriaville

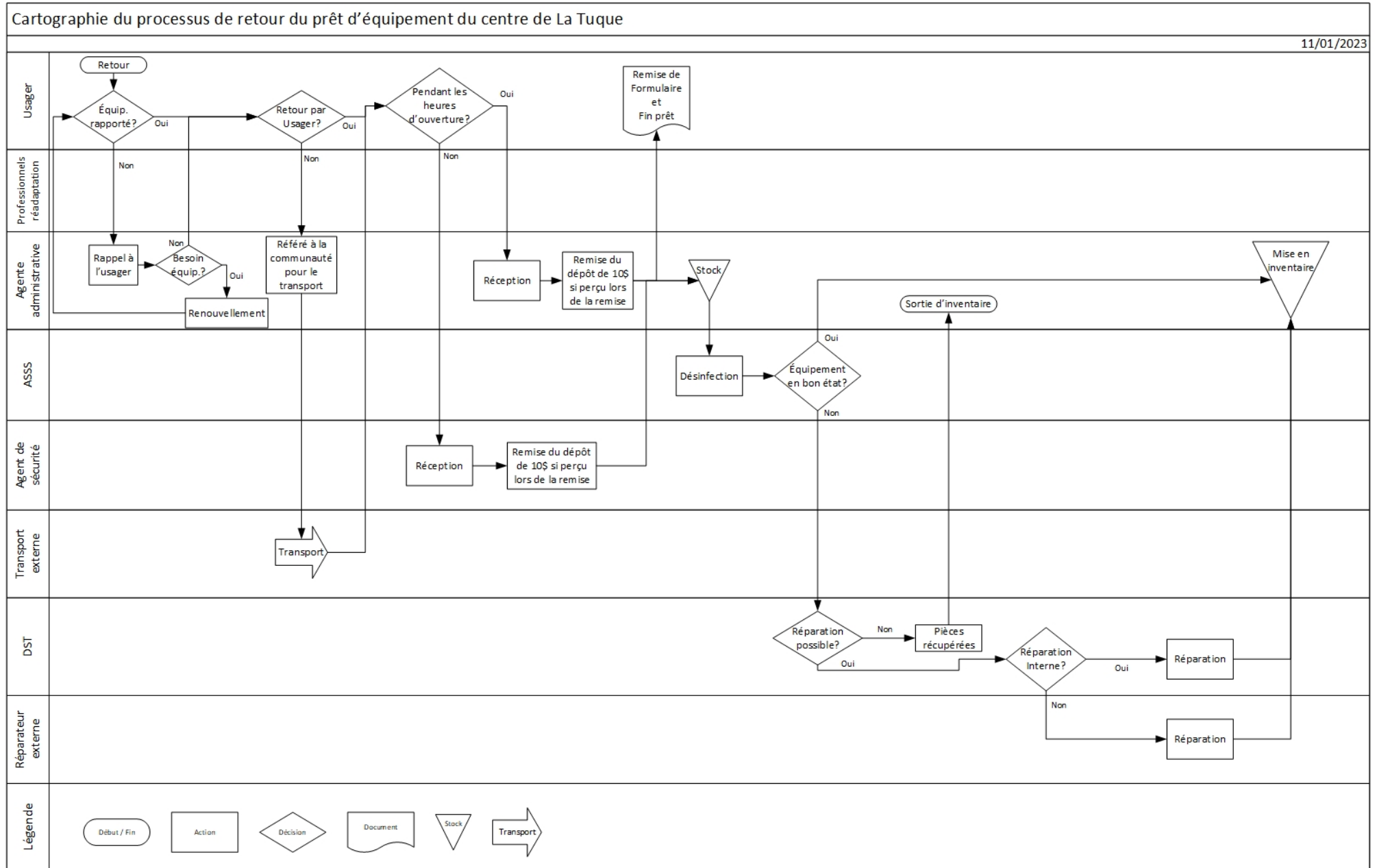


**ANNEXE XII : cartographie du processus de prêt d'équipement du centre de Drummondville**

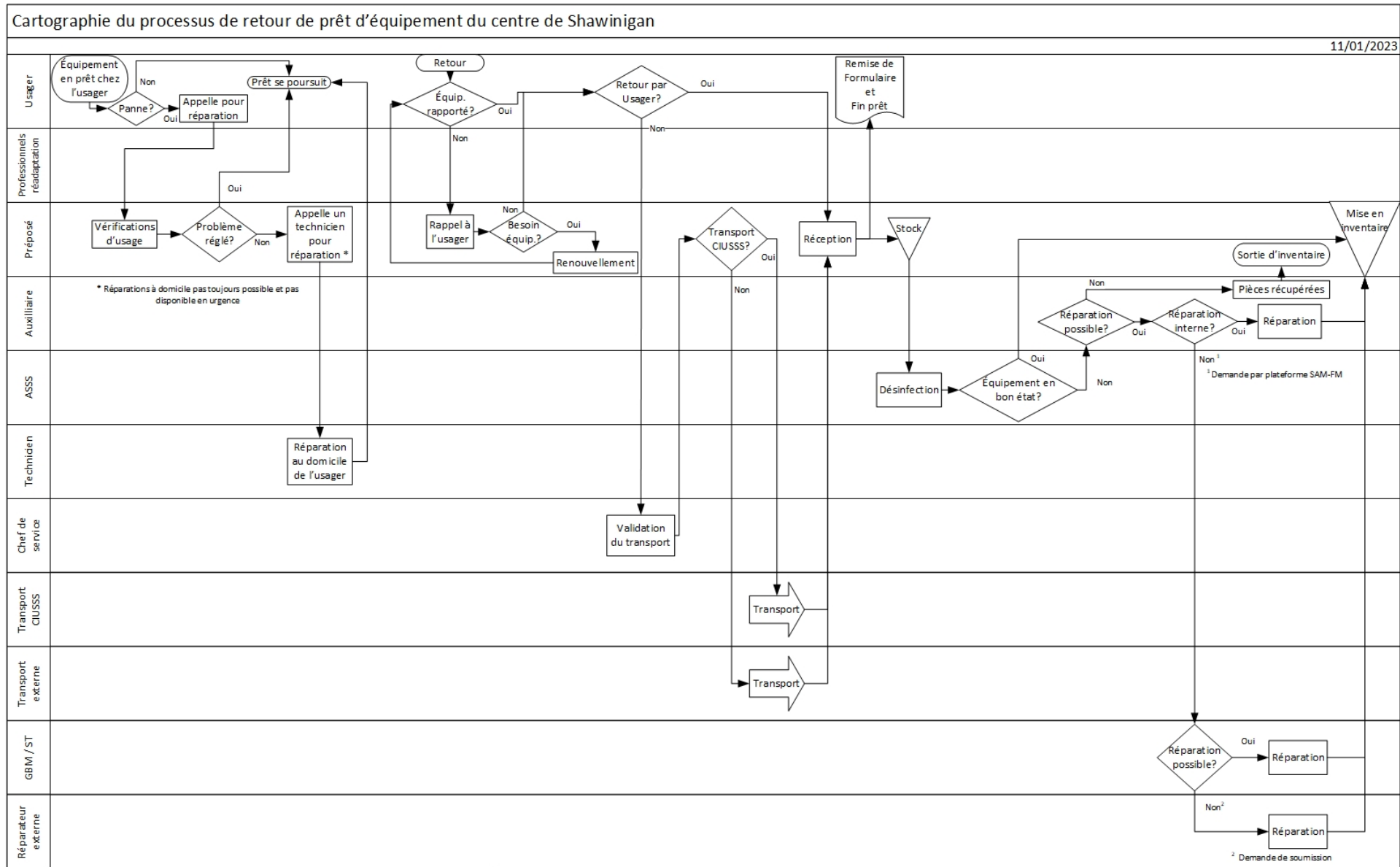




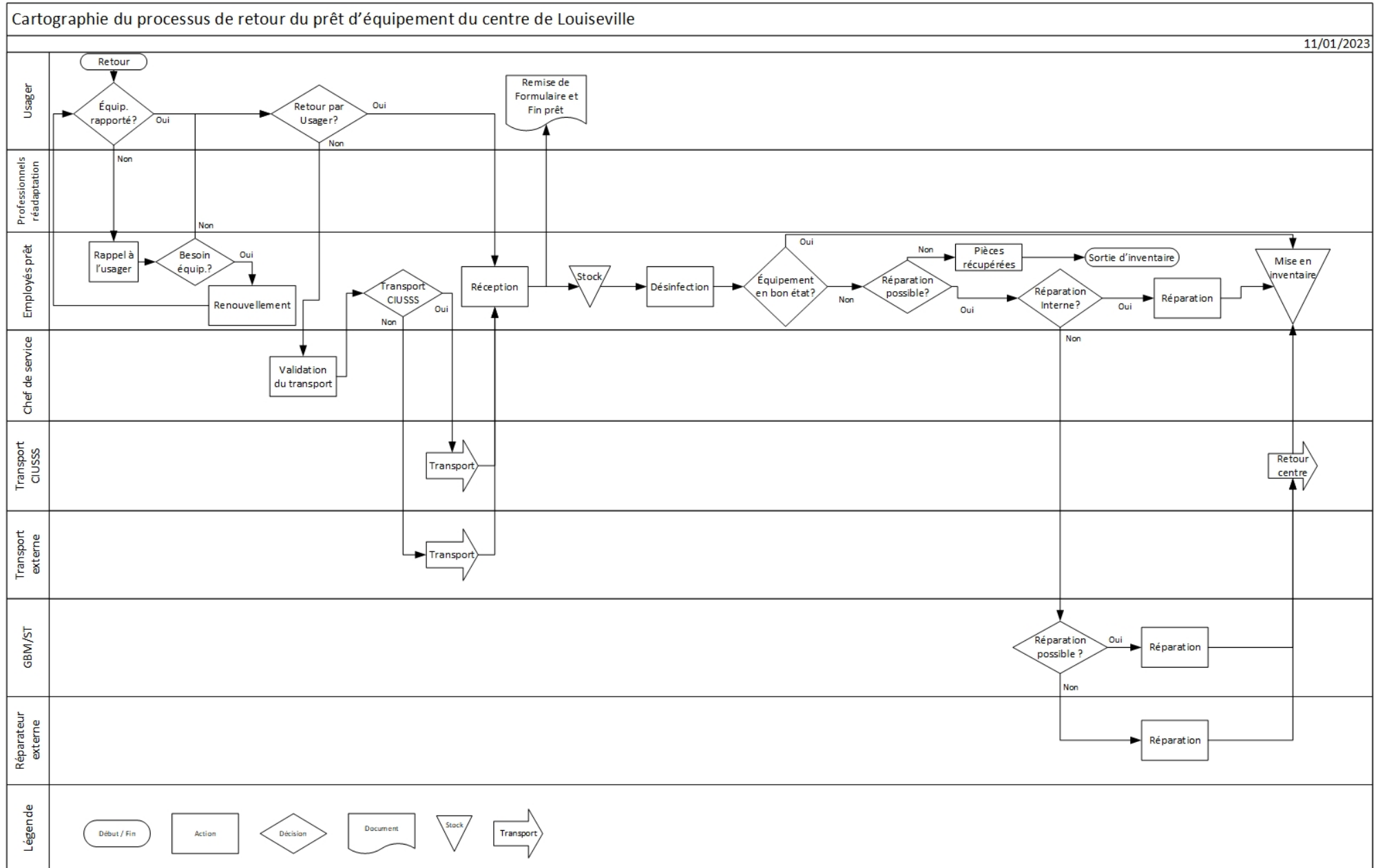
**ANNEXE XIII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de La Tuque**



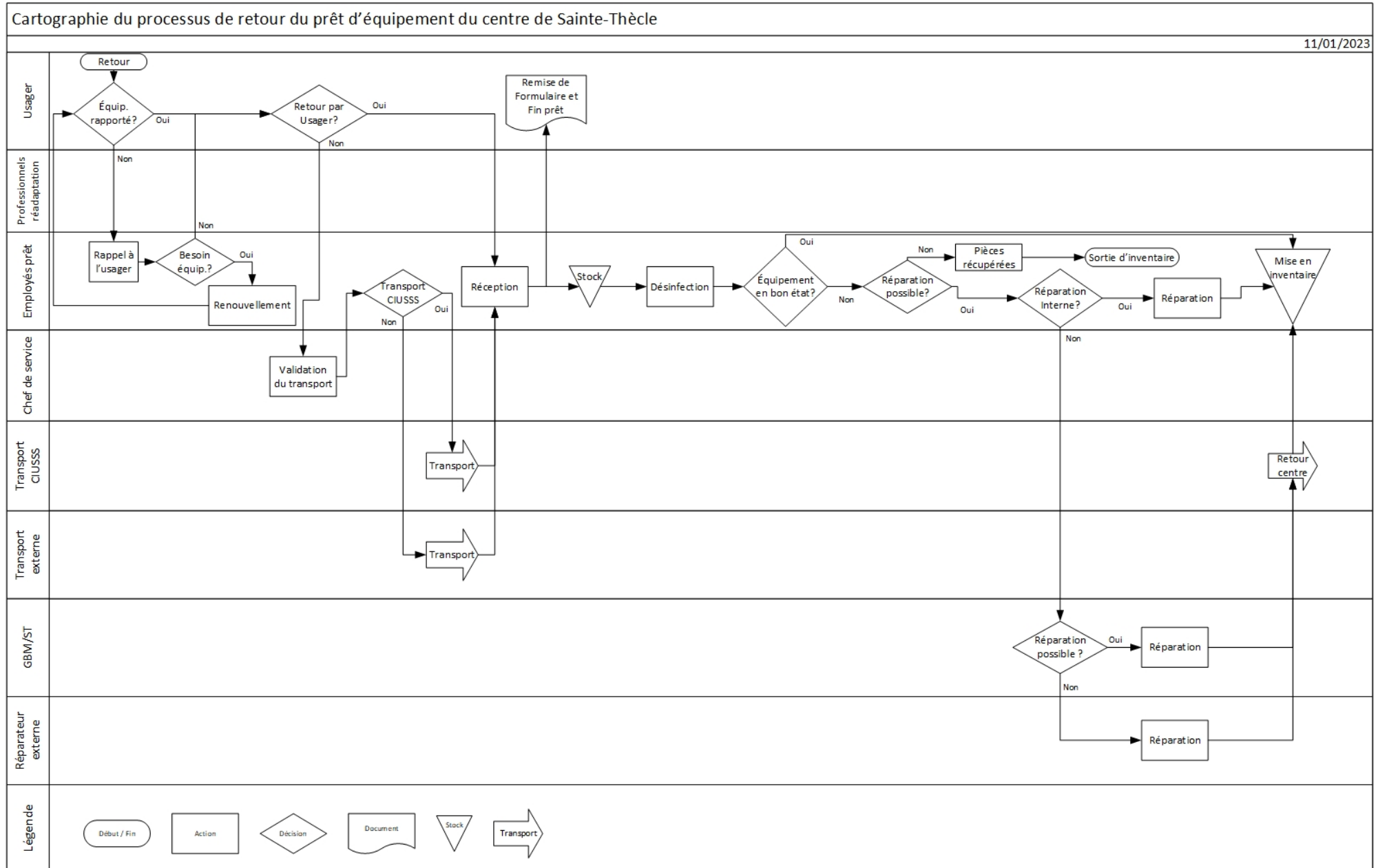
### ANNEXE XIV : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Shawinigan



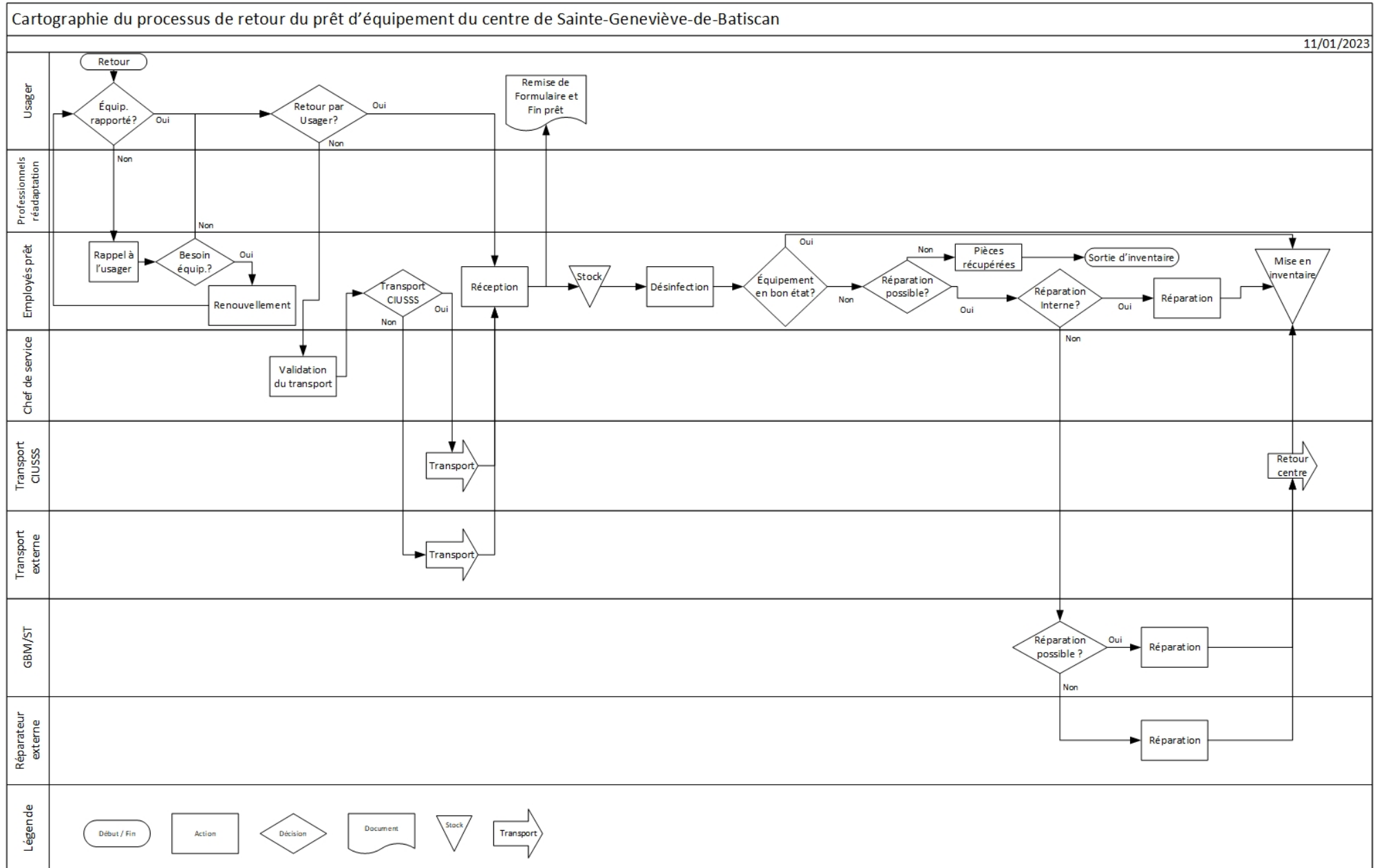
### ANNEXE XV : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Louiseville



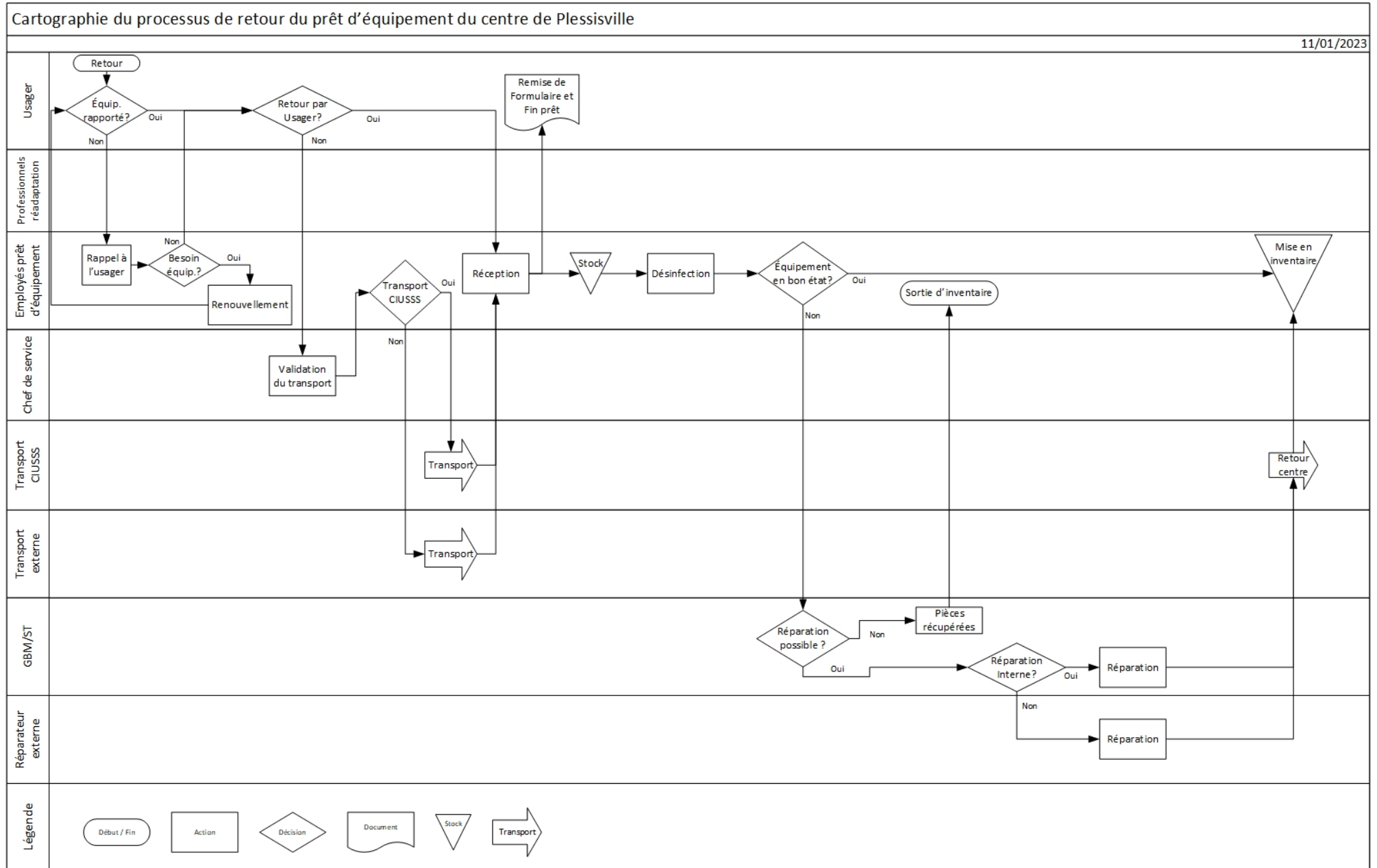
### ANNEXE XVI : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Sainte-Thècle



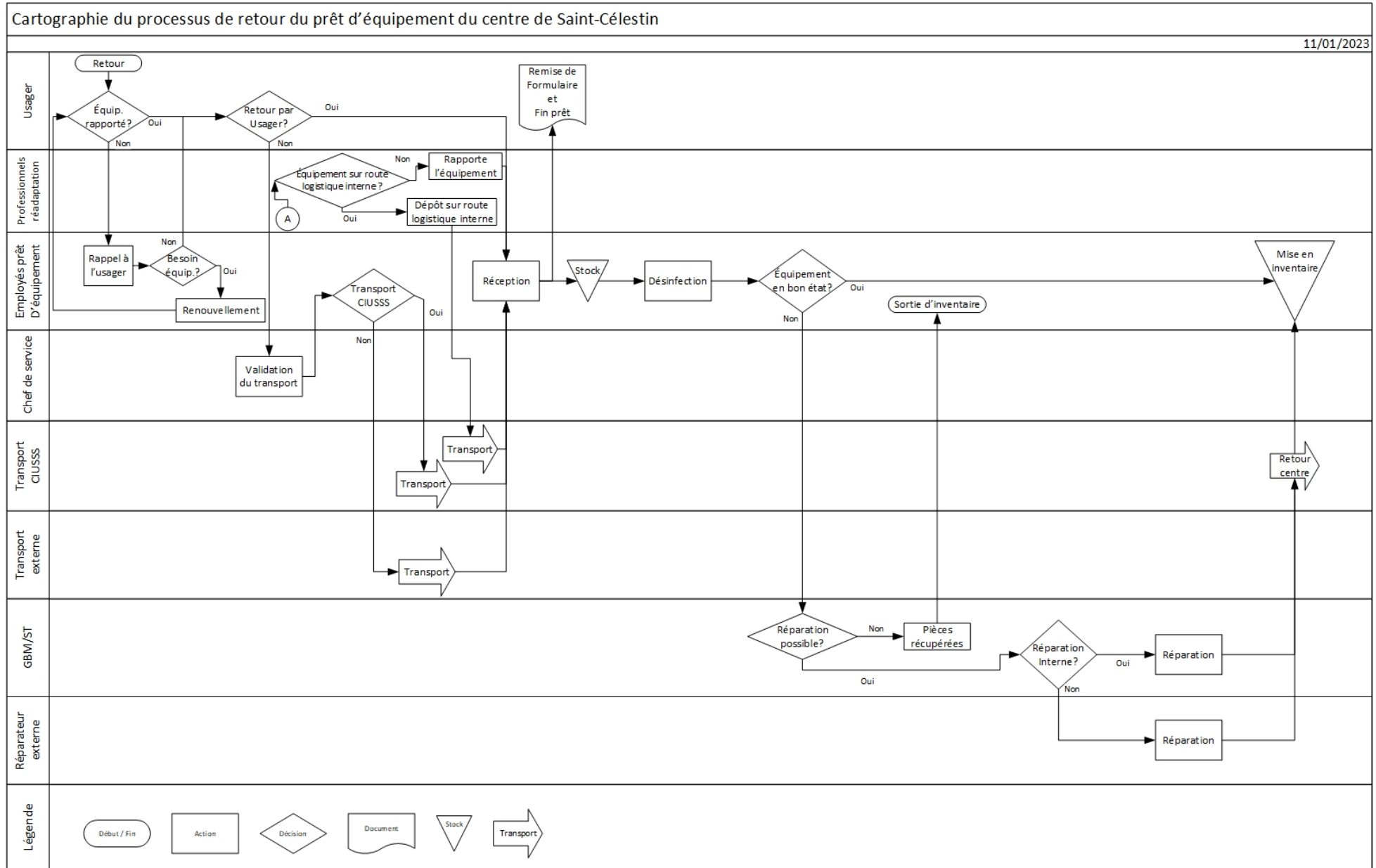
### ANNEXE XVII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Sainte-Geneviève-de-Batiscan



**ANNEXE XVIII : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Plessisville**

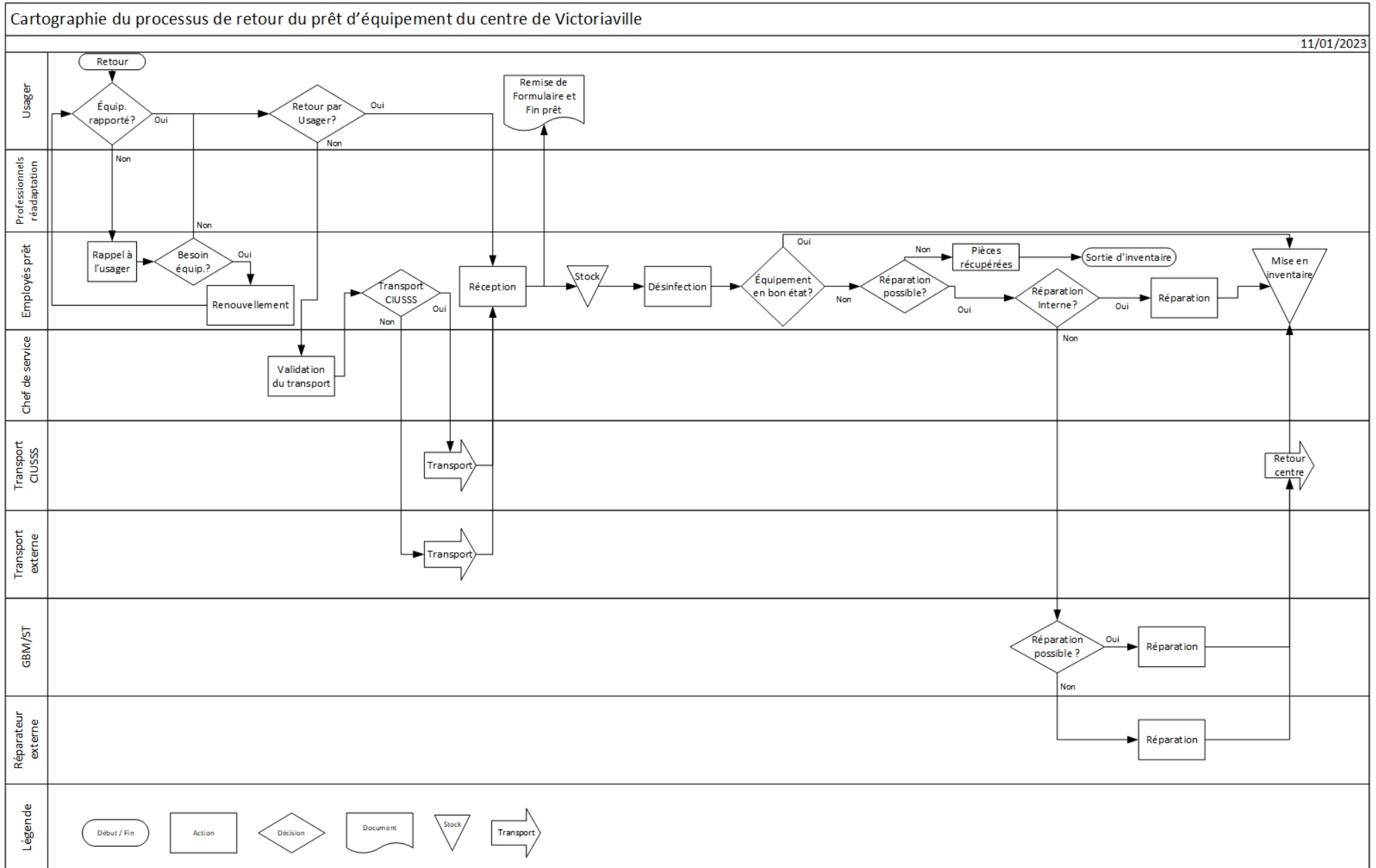


### ANNEXE XIX : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Saint-Célestin



A Retour d'équipement dont l'essai à domicile n'a pas été concluant

### ANNEXE XX : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Victoriaville





### ANNEXE XXI : cartographie du processus de retour de prêt d'équipement de Drummondville

