



CIRRELT

Centre interuniversitaire de recherche
sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport

Interuniversity Research Centre
on Enterprise Networks, Logistics and Transportation

Proposition d'un modèle global d'analyse pour la centralisation des produits immunisants

**Alexandre Jean Lauzon
Élisabeth Bussières
Marcelo Cabral
Diane Riopel**

Mars 2012

CIRRELT-2012-12

Bureaux de Montréal :

Université de Montréal
C.P. 6128, succ. Centre-ville
Montréal (Québec)
Canada H3C 3J7
Téléphone : 514 343-7575
Télécopie : 514 343-7121

Bureaux de Québec :

Université Laval
2325, de la Terrasse, bureau 2642
Québec (Québec)
Canada G1V 0A6
Téléphone : 418 656-2073
Télécopie : 418 656-2624

www.cirrelt.ca

Proposition d'un modèle global d'analyse pour la centralisation des produits immunisants

Alexandre Jean Lauzon^{1,2,*}, Élisabeth Bussi eres², Marcelo Cabral²,
Diane Riopel^{1,2}

¹ Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport

² Département de mathématique et de génie industriel,  cole Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, Succursale Centre-ville, Montréal, Canada H3C 3A7

Résumé. Ce travail de recherche a permis de proposer un modèle global d'analyse pour la centralisation des produits immunisants en se basant sur une étude de cas pratique du réseau de la santé québécois. Ainsi l'analyse des meilleures pratiques logistiques est explorée à l'aide d'un modèle d'optimisation du transport et d'un modèle de gestion des stocks. Le projet fut r ealis e en collaboration avec le Centre de santé et de services sociaux et l'Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke au Québec (CSSS - IUGS).

Mots-clés. Logistique, produits immunisants, centralisation, analyse de réseau.

Remerciements. Nous aimerions remercier toute l'équipe du CSSS-IUGS et de la Direction de santé publique (DSP) avec qui nous avons passé beaucoup de temps pour comprendre le processus et valider les informations. De plus, nous voudrions remercier le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour son support financier.

Results and views expressed in this publication are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of CIRRELT.

Les résultats et opinions contenus dans cette publication ne refl ent pas nécessairement la position du CIRRELT et n'engagent pas sa responsabilité.

* Auteur correspondant: AlexandreJean.Lauzon@cirrelt.ca

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec,
Bibliothèque et Archives Canada, 2012

  Copyright Lauzon, Bussières, Cabral, Riopel et CIRRELT, 2012

1 INTRODUCTION

La logistique telle que nous l'envisageons maintenant ne cesse d'élargir ses horizons et devient plus que jamais une pierre angulaire de nos services de soins de santé. La santé et la sécurité populationnelle nécessitent des actions logistiques pour les assurer. Un des éléments centraux qui a permis à nos populations d'augmenter leur qualité de vie et se prémunir de plusieurs maladies est évidemment la vaccination.

Le présent travail propose un modèle global d'analyse pour la centralisation des produits immunisants dans le réseau de la santé. Le modèle a pour objectif premier d'évaluer la pertinence de centraliser les stocks, en second lieu il permet d'évaluer quel type de centralisation est la plus recommandée et finalement il fournit un aperçu des outils à utiliser pour effectuer la mise en œuvre de la centralisation. Le modèle crée donc un cadre d'analyse structuré, permettant aux individus qui l'utilisent de structurer leurs analyses.

Le modèle est élaboré dans un contexte de centralisation de stock pour le réseau de la santé québécois. Notons que pour les produits immunisants, la notion d'entreposage fait référence aux réfrigérateurs qui font figure d'entrepôts. Effectivement, dû au format et à la quantité des produits à entreposer, il n'est pas nécessaire de construire de grands entrepôts, néanmoins l'organisation spatiale y a tout aussi importante. Ce secteur d'activité se caractérise par une grande complexité en rapport aux secteurs dits plus traditionnels. En effet, cette complexité s'explique par la multitude de contraintes, qui sont aussi présentes dans les autres secteurs d'activité, mais sont tous présent simultanément dans le secteur de la santé :

- logistique inverse,
- chaîne de froid,
- prélèvement unitaire,
- commande urgente,
- traçabilité des lots,
- entreposage multisite,
- entreposage libre-service,
- danger de contamination,
- niveau de service très élevé,
- transport et entreposage de matières dangereuses : explosives, biomédicales, etc.
- etc.

De plus, comme il est présenté dans le document, le domaine de la logistique hospitalière est jeune et peu d'écrits y ont été consacrés. La proposition du modèle devient fortement novatrice, car elle présente un cadre pour un secteur hautement complexe qui regroupe un grand nombre de contraintes logistique et il explore un domaine de la logistique peu connu à ce jour.

Pour mener à bien le projet, une méthodologie basée sur l'observation et la collecte des données empiriques sur un cas réel : cas de la centralisation des produits immunisants au CSSS-IUGS.

Le présent document permet de suivre l'évolution de la conception du modèle en établissant le parallèle avec un cas pratique, il est présenté les sections suivantes :

- une description de l'organisation étudiée, de la problématique et de la méthodologie,
- une revue de littérature sur les principaux sujets, soit la logistique et la gestion des produits immunisants.

- proposition du modèle global de centralisation.

2 LE CAS A L'ÉTUDE

Les vaccins sont très fragiles et une panoplie de règles doivent être respectées afin de les garder en bon état. La plupart des vaccins doivent être gardés à une température adéquate tout au long de la chaîne logistique. Sans cela, les vaccins deviennent inefficaces et ne protègent plus. Les cas de pandémie demandent une gestion très serrée des vaccins et il en est de même pour plusieurs autres cas où les vaccins entrent en jeu. La logistique de tous ces produits est donc très importante, des procédures précises et efficaces doivent être respectées.

Bien que la logistique de ces produits soit critique, très peu de recherches sur le terrain ont été menées. Le modèle proposé est à la fois qualitatif et quantitatif et permet d'analyser la logistique des produits immunisants. Notez bien que le terme logistique n'est pas employé au sens large ou global, dans le présent cas, la logistique de vaccins représente les activités de réception, de mise en stock et d'entreposage au sens strict.

Le Centre de santé et de services sociaux - Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke (CSSS - IUGS) a été officiellement créé en février 2005. Il emploie environ 2 500 personnes, dont une centaine de médecins et cela dans onze établissements différents.

Le CSSS — IUGS a un mandat universitaire. Ce dernier se traduit par l'omniprésence de l'enseignement, de la recherche, de la diffusion du savoir et de la formation de la relève au sein de l'établissement. Le CSSS — IUGS a aussi participé à la mise sur pied du Centre d'expertise en santé de Sherbrooke. Il a travaillé sur ce projet avec le CHUS et l'Université de Sherbrooke. Ce nouveau centre a la mission de contribuer à l'amélioration de la santé par la valorisation et le transfert de savoir innovant issu de la recherche et des activités de ses partenaires.

Parmi les services qui sont offerts par le CSSS — IUGS, un de ceux-ci est la vaccination. Elle est disponible à toute la population de Sherbrooke et elle se fait dans l'un des cinq CLSC. Dans ce même secteur, il offre la vaccination scolaire à toutes les écoles primaires et secondaires de la région. Lorsqu'il y a des campagnes de vaccination, comme celle qui a été faite pour la grippe A(H1N1), c'est aussi le CSSS — IUGS qui en est responsable. De plus, il offre des services à l'intention des voyageurs devant être vaccinés.

Tous les sites font présentement affaire avec la Direction de la Santé Publique de l'Estrie (DSP) pour s'approvisionner en vaccins. Seule la clinique du voyageur effectue ses commandes à des fournisseurs externes, car ce sont des vaccins payés par les clients, qui ne sont pas remboursés par la DSP.

2.1 Problématique spécifique

La problématique est née des difficultés éprouvées au CSSS — IUGS de Sherbrooke lors de la gestion de la logistique de leurs produits immunisants, c'est-à-dire l'ensemble des activités liées à l'approvisionnement, l'entreposage et le transport. À la suite d'un événement coûteux (septembre 2009), qui a occasionné la perte de plusieurs dizaines de doses de vaccins, le CSSS — IUGS souhaitait mettre en place un système qui permettrait une meilleure gestion des vaccins et réduirait ainsi le risque de pertes de produits. La centralisation de leur logistique était au cœur des

discussions. Cet événement soulève beaucoup de questions en relation avec les procédures en place.

La revue de littérature, qui est traitée à la section 3, a mis en évidence les normes et pratiques importantes à suivre pour l'atteinte de l'objectif. Par la suite, des visites furent effectuées dans les différents établissements. Des données furent collectées sur le terrain et bon nombre de données statistiques furent extraites des systèmes d'information de la DSP. De plus, un modèle d'optimisation du transport a été adapté à la réalité logistique du CSSS-IUGS afin d'orienter l'élaboration des scénarios d'amélioration.

Des scénarios ont été proposés et celui sélectionné a été développé, il a permis d'élaborer un modèle optimisé de transport, un modèle mathématique de gestion des stocks et de détermination des niveaux de stock maximum et, finalement, des recommandations liées aux meilleures pratiques.

2.2 Méthodologie spécifique

Tous les établissements qui avaient des entrepôts de produits immunisants (réfrigérateurs) ont été visités afin de recueillir le plus de données possible et d'analyser leur processus.

Les sites visités sont :

- #1 : CLSC, 50 rue Camirand, Sherbrooke
- #2 : CLSC, 356 rue King Ouest, Sherbrooke
- #3 : CLSC, 8 rue Speid, Lennoxville
- #4 : CLSC, 1200 rue King Est, Sherbrooke
- #5 : Centre de détention, 1055 rue Talbot, Sherbrooke
- #6 : Hôpital et centre d'hébergement Argyll, 375 rue Argyll, Sherbrooke
- #7 : Direction de la Santé Publique de l'Estrie (DSP).

Les différents services qui font partie de l'étude sont : le centre de services courants, le service intégré de dépistage et de prévention (SIDEPE), la clinique du voyageur international, le groupe de médecine familiale (GMF), le centre de détention, la vaccination scolaire et à domicile, la pharmacie centrale du centre d'hébergement Argyll ainsi que le service de la maintenance, équipements et transport. Pour recueillir les informations sur les établissements et ne rien oublier, un questionnaire a été développé.

3 REVUE DE LITTÉRATURE

Afin de bien comprendre l'état de l'avancement des travaux de recherche sur les principaux sujets liés au présent cas, il est présenté une courte revue de littérature sur la centralisation des stocks, la conception d'entrepôt, la logistique hospitalière et la gestion des produits immunisants.

3.1 La logistique

3.1.1 La centralisation

La centralisation des fournitures médicales suscite un vif intérêt dans le domaine des soins de santé au Québec. En effet, plusieurs projets de conception d'entrepôts centralisés régionaux sont à l'étude

par les différentes agences de la santé et des services sociaux et génèrent beaucoup d'interrogations.

De plus, les investissements entourant ces thèmes sont majeurs. En effet, en 1997 les coûts de la logistique avoisinaient les 862 milliards de dollars aux États-Unis soit 10.7 % de la valeur de l'économie américaine (Lambert 2003). Plus particulièrement pour la logistique hospitalière, des études effectuées au Canada suggèrent que les activités logistiques représenteraient jusqu'à 46 % du budget d'exploitation d'un centre hospitalier (Chow et Heaver, 1994).

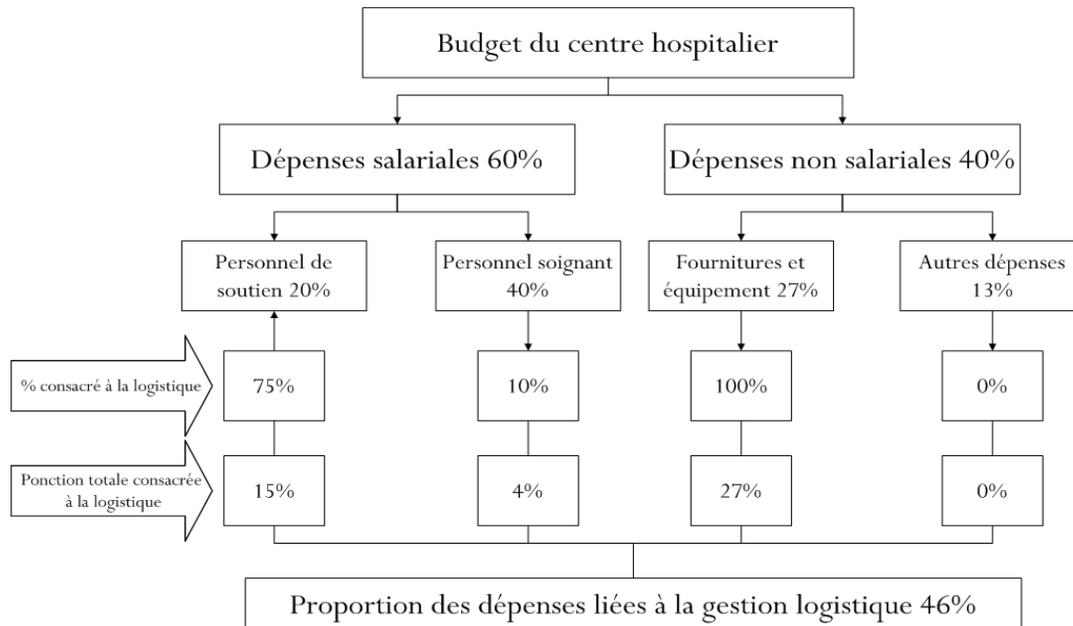


Figure 1 : Proposition des dépenses liées à la logistique hospitalière (traduction libre de l'auteur, Chow et Heaver, 1994)

Pour bien saisir les impacts et les retombées de l'utilisation d'entrepôt centralisé pour l'amélioration de la logistique hospitalière, il faut commencer par regarder d'une façon générale le concept de centralisation par rapport à la décentralisation. Dans le contexte hospitalier, Blouin et al. (2001) rapportent les propos de Kowalski (1980) et listent les principaux avantages de la centralisation :

- libération du personnel soignant des tâches de réapprovisionnement;
- amélioration du contrôle des stocks;
- diminution des fluctuations de la demande;
- meilleure utilisation des ressources au niveau du magasin central;
- meilleure appréciation des produits stocks et hors stocks (achat direct).

Blouin et al. (2001) ajoutent que « la centralisation permet une cohérence dans les pratiques internes d'un centre hospitalier par une vision globale des activités de manutention, de l'acquisition des matières premières jusqu'à l'acheminement du produit à l'utilisateur final ». Afin d'améliorer significativement la performance de la logistique hospitalière, Christopher (1998) met en lumière l'importance de l'intégration de la logistique à l'intérieur du centre hospitalier en coordonnant les flux matières et les flux d'information.

Blouin et al. (2001) mettent un bémol sur les bienfaits de la centralisation et proposent une forme d'impartition entre les unités de soins et le service d'approvisionnement. Cette notion d'impartition permet de choisir certaines portions du service à impartition et ainsi demeurer flexible en sélectionnant les éléments du processus à conserver dans l'unité.

Toujours en lien avec le thème de la centralisation des activités de logistique hospitalière, Landry et Beaulieu (1999) mettent en lumière le fait que pour maintenir un service d'approvisionnement adéquat et à faible coût, plusieurs gestionnaires du réseau de la santé et des services sociaux du Québec ont suggéré de mettre en commun les services d'approvisionnement de plusieurs établissements.

Un autre élément qui est intéressant à considérer lors de l'analyse de la possibilité de centraliser les stocks c'est le modèle économique proposé par Ballou (1992). Le modèle présente simplement les réductions de stocks liés à la centralisation de l'entreposage :

$$I_T = I_i \sqrt{n}$$

où :

I_T = La quantité optimale de stocks à entreposer, si une seule localisation

I_i = La quantité moyenne de stocks dans chacune des n localisations

n = Nombre de localisations d'entreposage avant la consolidation

Évidemment, ce modèle ne considère pas les coûts liés au transport, à la consolidation des tâches administratives, ainsi que tous les autres coûts engendrés par une centralisation. Le modèle demeure intéressant, car il permet d'estimer la réduction des stocks liés à la centralisation.

3.1.2 La conception d'entrepôt

En lien avec cette section, il est important de garder à l'esprit que les réfrigérateurs représentent les entrepôts dans le cas à l'étude. La conception d'entrepôt est une « science » relativement jeune qui devient de plus en plus importante. En effet, la première approche structurée a été recensée en 1973 (Baker 2009), il s'agit du modèle de Heskett et al. De plus en plus, les organisations sont conscientes que les entrepôts jouent un rôle primordial et vital dans les nouvelles chaînes logistiques et ainsi en assurent le succès ou l'échec (Frazelle 2002).

Ce nouveau rôle s'explique notamment par l'impact de l'utilisation d'entrepôt sur le « temps de réponse » de la chaîne logistique. En effet, il n'est pas toujours possible économiquement de supporter une structure logistique permettant d'assurer un « temps de réponse » acceptable pour le client. L'utilisation des entrepôts devient ainsi un outil à privilégier (Harrison and van Hoek 2005).

Rouwenhost et al. (2000) remarquent l'importance de la phase de conception dans un projet de construction d'entrepôt. En effet, selon ces auteurs, la majorité des coûts associés à l'utilisation de l'entrepôt sont déterminés lors de la conception. Il est, en effet, facile de concevoir l'idée que les frais d'exploitation d'un entrepôt sont dictés en grande partie par sa conception.

Un des points importants à noter dans la littérature liée à la conception d'entrepôt est la faible proportion d'ouvrages présentant une approche systémique et globale de la conception des entrepôts. En effet, Baker (2009) présente ce point en citant les quatre grandes revues de littérature sur les sujets :

- "A search of the literature shows that very few papers deal with the general warehouse design problem" (Ashayeri and Gelders, 1985, p. 285);
- "In general, however, there is not a procedure for systematically analysing the requirement and designing a warehouse to meet the operational need using the most economic technology" (Rowley, 2000, p.3);
- "A sound theoretical basis for a warehouse design methodology still seems to be lacking" (Rouwenhorst et al., 2000, p. 515);
- "A comprehensive and science-based methodology for the overall design of warehousing systems does not appear to exist" (Goetschalckx et al., 2002, p. 1).

Notons que certains auteurs proposent des ouvrages ayant comme objectif d'offrir une structure globale de conception, par exemple l'ouvrage de Michel Roux (2008) intitulé Entrepôts et magasins, mais l'ouvrage ne fournit pas une structure par étape permettant de faire une conception en utilisant les outils adéquats. Les ouvrages proposent plutôt un aide-mémoire regroupant un ensemble d'éléments liés à la conception d'entrepôt. Tel que mentionné par Bartholdi et Hackman (2009), la majorité de la littérature sur l'entreposage est structurée autour d'une énumération des types d'équipement d'entreposage, de manutention, etc. Dans leur ouvrage, Bartholdi et Hackman (2009) abordent la conception d'entrepôt sous l'angle scientifique en proposant des modèles d'optimisation.

Par opposition au manque d'ouvrages présentant une vision globale de la question, un très grand nombre d'auteurs consultés mettait en lumière l'omniprésence des travaux d'optimisation sur des problématiques précises de la conception d'entrepôts. En effet, un foisonnement d'ouvrages sur des thèmes tel que :

- "Allocating space in a forward pick area of a distribution center for small parts" (Bartholdi et Hackman, 2008);
- "Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouse" (Roodgergen et Sharp, 2008);
- "Performance approximation and design of pick-and-pass order picking systems" (Yu et De Koster, 2008);
- "Determining aisle structures for facility designs using a hierarchy of algorithms" (Alagoz et al., 2008);
- Etc.

Lors de la revue de littérature, il apparaissait très évident qu'un bon nombre d'auteurs travaillaient sur l'analyse et l'optimisation de chaque secteur de l'entreposage : optimisation des réceptions (par l'utilisation de système code à barres, de RFID, etc.), optimisation du processus de mise en stock, optimisation des routes et des aires de prélèvement, etc. Les différentes fonctions ou zones d'entreposage ont ainsi été optimisées une à une, avec très peu d'égard à la cohérence globale.

Selon Oxley (1994), le manque d'approche globale pour le design d'entrepôt expliquerait que les différentes firmes-conseils qui œuvrent dans ce domaine auraient tendance à créer leurs propres méthodes. En effet, Baker (2009) a confronté les approches pour le design d'entrepôt qui existent depuis 1973 avec les différentes approches préconisées par les grandes firmes-conseils. Notons que Baker(2009) a sélectionné le modèle d'Oxley (1994) comme base de comparaison. Selon Baker

(2009), cette approche semble regrouper les éléments clés de l'ensemble des approches recensées dans la littérature. Après une comparaison des modèles proposés dans la littérature et des modèles proposés par les firmes-conseils, Baker (2009) conclut que les deux types de modèles sont structurés de façon très similaire. Baker (2009) offre une synthèse des 14 modèles décrivant les grandes étapes du design d'entrepôt de 1973 à 2006, ainsi qu'une liste non exhaustive des outils employés à chacune des phases de conception. Cette synthèse revêt une importance capitale, car c'est la première fois qu'un auteur présente, de façon aussi synthétisée, l'état de l'avancement des modèles dans ce domaine.

3.1.3 La logistique hospitalière

Afin de situer l'évolution de la logistique hospitalière, Rivard-Royer et Beaulieu (2004) proposent un résumé de l'évolution des pratiques de gestion de l'approvisionnement et de la logistique hospitalière. Il est à noter que l'axe des abscisses représente le niveau de centralisation ou de responsabilisation de la fonction logistique. L'axe des ordonnées montre l'impact sur la performance de l'organisation, par exemple : en concentrant les tâches de gestion des stocks aux personnels attirés et formés pour ce poste, nous libérons du temps de soins pour le personnel soignant, qui historiquement devrait effectuer certaines tâches logistiques.

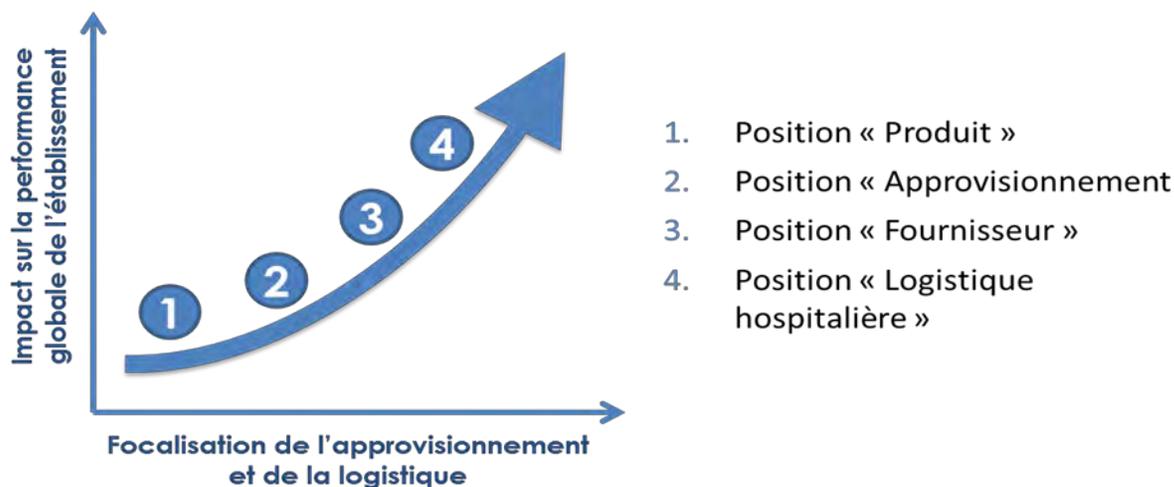


Figure 2 : Positionnement des formules de gestion de l'approvisionnement et de la logistique (adaptation, Rivard-Royer et Beaulieu 2004)

En lien avec la figure 4, voici les quatre positions adoptées par les centres hospitaliers ; notons que de plus en plus, les centres tendent à évoluer vers les positions 3 et 4. Dans le cas à l'étude, l'organisation part de la position 1 et les scénarios proposés devraient lui permettre de se positionner entre le niveau 2 et 3. La migration vers des positions supérieures permet une plus grande efficacité et productivité (Thorsfeldt, 1988) :

1. La position 1, appelée par les auteurs «Produits», est caractérisée par les éléments suivants :
 - a. Gestion des stocks par les utilisateurs;
 - b. Décentralisation des achats et de la distribution;
 - c. Disponibilité, qualité.

2. La position 2, appelée «Approvisionnement», est caractérisée par les éléments suivants :

- a. Émergence d'acheteurs dédiés;
 - b. Centralisation et regroupement des achats;
 - c. Prix unitaire, qualité.
3. La position 3, appelée «Fournisseurs», est caractérisée par les éléments suivants :
- a. Émergence de service de gestion du matériel;
 - b. Regroupement, entente globale, financement;
 - c. Prix global, qualité.
4. La position 4, appelée «Logistique hospitalière», est caractérisée par les éléments suivants :
- a. Vision systémique, intégrer la chaîne clinique;
 - b. Le personnel clinique gagne du temps de soins en ne participant plus aux activités logistiques;
 - c. Prix global, performances cliniques.

3.2 Gestion des produits immunisants

Des normes et procédures sont à suivre pour la manipulation des vaccins, les entrepôts (réfrigérateurs), les retours de produits, les transports et l'entretien des réfrigérateurs (entrepôts). Elles sont regroupées dans :

- Alain, L., (1999) Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins.
- Direction des communications du Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – DCMSSSQ, (2009) Protocole d'immunisation du Québec, N° 09-283-02
- Agence de la Santé Publique du Canada –ASPC, (2007) Lignes directrices nationales sur l'entreposage et la manipulation des vaccins pour les vaccinateurs, N° HP40-17.

3.2.1 Vaccins

D'après le « Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » (1999, p.3), les vaccins sont des produits qui doivent toujours être conservés entre 2 et 8°C. Que ce soit au cours du transport, durant l'entreposage ou au cours des manipulations, les personnes qui manipulent ces produits se doivent de prendre les mesures appropriées pour respecter cet intervalle de température. Si cette condition n'est pas suivie, les conséquences sont les suivantes :

- l'efficacité des vaccins est réduite;
- les échecs vaccinaux sont plus nombreux;
- la confiance de la population et des professionnels de la santé est réduite à l'égard de la vaccination.

Il est recommandé (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, p.93) de sortir les vaccins du réfrigérateur seulement pour leur utilisation immédiate. La préparation des seringues à l'avance est aussi déconseillée, car peu de données sur la stabilité des vaccins dans les différents types de seringues sont disponibles sur le marché. De plus, il y a des dangers de contamination, d'erreur dans l'administration et de pertes de produits (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, p.99). Les produits immunisants doivent toujours être protégés de la lumière, car celle-ci peut altérer les produits et les rendre inefficaces. Il est recommandé de les laisser rangés dans leur boîte originale qui est fournie par le fabricant (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, p.93).

Il est important de ne pas garder une trop grande quantité de vaccins, car cela ne fait qu'augmenter les risques de pertes. Il faut s'assurer de faire une bonne rotation des stocks pour être certain de toujours utiliser les produits avec la date de péremption la plus près. Pour ce faire, il est préférable de regrouper les vaccins identiques afin de mieux visualiser les stocks présents dans les réfrigérateurs. Pour permettre au froid de bien se diffuser et d'entrer en contact avec tous les produits, il est important de garder un espace entre les boîtes de vaccins (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.7).

La durée d'exposition tolérée à une température inférieure à 2°C ou dépassant 8°C dépend du vaccin. Même si un produit a subi une rupture dans sa chaîne de froid, il est possible qu'il soit encore bon. C'est pourquoi il doit être envoyé à l'établissement qui gère la distribution des produits immunisants (ici la DSP) afin de pouvoir l'évaluer. Il est nécessaire de recueillir toutes les informations pouvant aider à l'évaluation des produits et de les transmettre à l'aide du formulaire « Demande d'évaluation de produits immunisants à la suite d'un bris de la chaîne de froid ». Si le vaccin est encore bon, il est retourné au destinataire et doit être utilisé en priorité (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, pp.99-100).

La gestion des produits immunisants est importante pour assurer la sécurité des patients et l'efficacité du vaccin. C'est pourquoi elle doit être faite par une personne avec une bonne formation et les compétences requises. C'est aussi elle qui doit s'assurer de faire respecter les normes et procédures reliées aux produits immunisants (« Lignes directrices nationales sur l'entreposage et la manipulation des vaccins pour les vaccinateurs », 2007, p.12). De plus, une deuxième personne se doit d'être formée afin de pouvoir remplacer le gestionnaire principal en son absence (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, p.93).

3.2.2 Réfrigérateurs

Les réfrigérateurs doivent être branchés sur une alarme thermique et sur une génératrice si la quantité de vaccins le justifie ou si la valeur des stocks est élevée (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.9). Ainsi, lors d'un bris d'équipement ou d'une panne électrique, cette alarme entraîne immédiatement une mesure pour corriger la situation.

Les réfrigérateurs doivent être munis de thermomètres minima-maxima. La température de ces derniers doit être prise et notée deux fois par jour (au début et à la fin de la journée). Il est fortement recommandé d'examiner les températures même s'il y a un thermomètre à enregistrement graphique qui inscrit automatiquement les données de température sur un graphique, car il est possible que ce dernier soit défectueux : c'est le principe de la double vérification (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.11).

Les réfrigérateurs sont réservés exclusivement à l'entreposage de produits immunisants ou pharmaceutiques. Il est interdit d'y mettre de la nourriture ou des échantillons de liquide biologique. Cela pourrait contaminer les vaccins. Afin d'aider à maintenir une température uniforme à l'intérieur des appareils, des bouteilles d'eau ou des accumulateurs de froid non congelés doivent être mis sur les tablettes du haut et du bas (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, p.96). Puis, les produits présents dans l'unité de réfrigération ne doivent pas occuper plus de 50% du volume interne de l'appareil. Cette recommandation assure la bonne diffusion du froid à l'intérieur (« Lignes directrices nationales sur l'entreposage et la manipulation des vaccins pour les vaccinateurs », 2007, p.50).

En cas de panne électrique ou de défectuosité du réfrigérateur, il faut toujours garder en réserve un contenant isolant (d'un format suffisamment grand) avec plusieurs accumulateurs de froid dans un congélateur pour entreposer temporairement les vaccins (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.9).

3.2.3 *Retours*

La majorité des produits font maintenant l'objet d'une clause de retour, permettant d'obtenir un crédit pour tous les produits expirés qui sont retournés à la DSP. Par contre, certaines règles doivent être respectées. Les boîtes de vaccins entamées peuvent être complétées seulement avec le même produit, c'est-à-dire avec un produit ayant le même numéro de lot. Des boîtes incomplètes ne peuvent pas être retournées. Les vaccins ayant subi préalablement un bris de chaîne de froid et qui ont été évalués non-conformes ne doivent pas être retournés à la DSP, car ils ne sont pas créditaibles. Il est recommandé de retirer les vaccins du réfrigérateur au fur et à mesure qu'ils deviennent périmés et de les placer dans un sac sur lequel on attache le formulaire de retour des vaccins dûment complété. Ces vaccins seront retournés au fournisseur et celui-ci en disposera de la bonne façon (« Procédure de retour des produits immunisants dont la date de péremption est dépassée» 2006, p.1).

3.2.4 *Transport*

Pour ce qui est du transport, la distance à parcourir doit être réduite au minimum, et ce quelle que soit la saison. Les accumulateurs de froid ainsi que les contenants isolants (glacières) doivent toujours être utilisés lors des transports même si c'est pour un petit déplacement. Lorsque les transporteurs arrivent avec des produits, la vérification des indicateurs thermiques doit être faite (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.7). Cela garantit la qualité des produits livrés.

3.2.5 *Entretien*

Des mesures préventives doivent être prises pour les équipements de réfrigération afin de prévenir les pannes et ainsi diminuer les risques de bris de la chaîne de froid. Tout d'abord, les réfrigérateurs doivent être inspectés annuellement par une personne qualifiée (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.9). Tous les 3 mois, il faut procéder à un entretien du réfrigérateur (nettoyage des serpentins, vérification de la garniture d'étanchéité de la porte...) (« Protocole d'immunisation du Québec », 2009, pp.95-96). Puis, il faut s'assurer que les batteries dans les thermomètres soient changées au moins une fois par année. Il est aussi important d'effectuer l'étalonnage des thermomètres minima-maxima tous les ans afin de s'assurer que la température affichée soit bonne (« Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins » 1999, p.19).

3.2.6 *En résumé*

Ces normes et pratiques tirées de la littérature spécialisée pour à la gestion des produits immunisants sont très importantes à respecter. Le non-respect de l'une de ces normes et pratiques peut augmenter les risques que subissent les produits immunisants.

4 PROPOSITION DU MODÈLE GLOBAL D'ANALYSE POUR LA CENTRALISATION DES PRODUITS IMMUNISANTS

Tout au long de ce chapitre, il est présenté les différentes parties du modèle que nous appuierons sur des exemples concrets tirés du cas à l'étude. Le modèle est composé de trois parties, la première étant l'analyse de la situation actuelle, qui est composée de trois éléments : l'analyse des données, l'analyse l'organisation physique et l'analyse économique. Ensuite vient la partie d'analyse de la situation souhaitée et finalement la partie présentant les outils de mise en œuvre. Afin de faciliter la compréhension, voici une brève description et une figure résumant la structure :

1. Analyser la situation actuelle : consiste à évaluer le point de départ et dresser un portrait quantifié de la situation actuelle, selon trois axes
 - Analyser les données : consommation, taux de rotation, saisonnalité, etc.
 - Analyser l'organisation physique et opérationnelle : le nombre de locaux, les espaces disponibles, les équipements utilisés, les processus en place, les employés et leur formation, etc.
 - Analyser les aspects économiques : les coûts de transport, les coûts de main-d'œuvre, les coûts de maintien des stocks, etc.
2. Identifier la situation souhaitée : à la suite à l'évaluation de la situation actuelle, il convient de déterminer le modèle qui serait le plus adéquat pour le futur. Quatre axes sont donc évalués :
 - Centralisation administrative : tout ce qui a trait à la gestion des : prise de commande, évaluation des quantités à maintenir en inventaire, procédure de gestion interne, passation de commande aux fournisseurs, etc.
 - Centralisation physique : tout ce qui a trait aux stocks physique : fournitures médicales, médicaments, produits immunisants, etc.
 - Centralisation totale : utilisation d'un seul site pour centraliser tous les stocks ou utilisation d'une seule personne/équipe pour centraliser la gestion des stocks.
 - Centralisation partielle : utilisation de quelque site (sites intermédiaires) pour la centralisation des stocks ou quelques personnes/équipes pour la centralisation de la gestion des stocks.
3. Outils de mise en œuvre : une fois le type de centralisation sélectionné, il convient déterminer les outils à déployer afin d'opérationnaliser la mise en place de la centralisation. Il existe quatre grandes catégories d'outils :
 - Outils permettant de concevoir les éléments physiques de la centralisation : conception d'entrepôt, sélection d'équipement, etc.
 - Outils permettant d'améliorer les processus : cartographie des processus, ingénierie / réingénierie des processus, analyse de valeur ajoutée, etc.
 - Outil permettant d'améliorer la gestion des stocks : évaluation des quantités économiques à commander, évaluation des stocks minimums et maximums, évaluation des points de commandes, etc.
 - Outils permettant d'améliorer la distribution des stocks : analyse de réseau de distribution, optimisation de tournées de véhicules, etc.

Voici donc une figure qui synthétise les éléments fondamentaux de la structure du modèle.

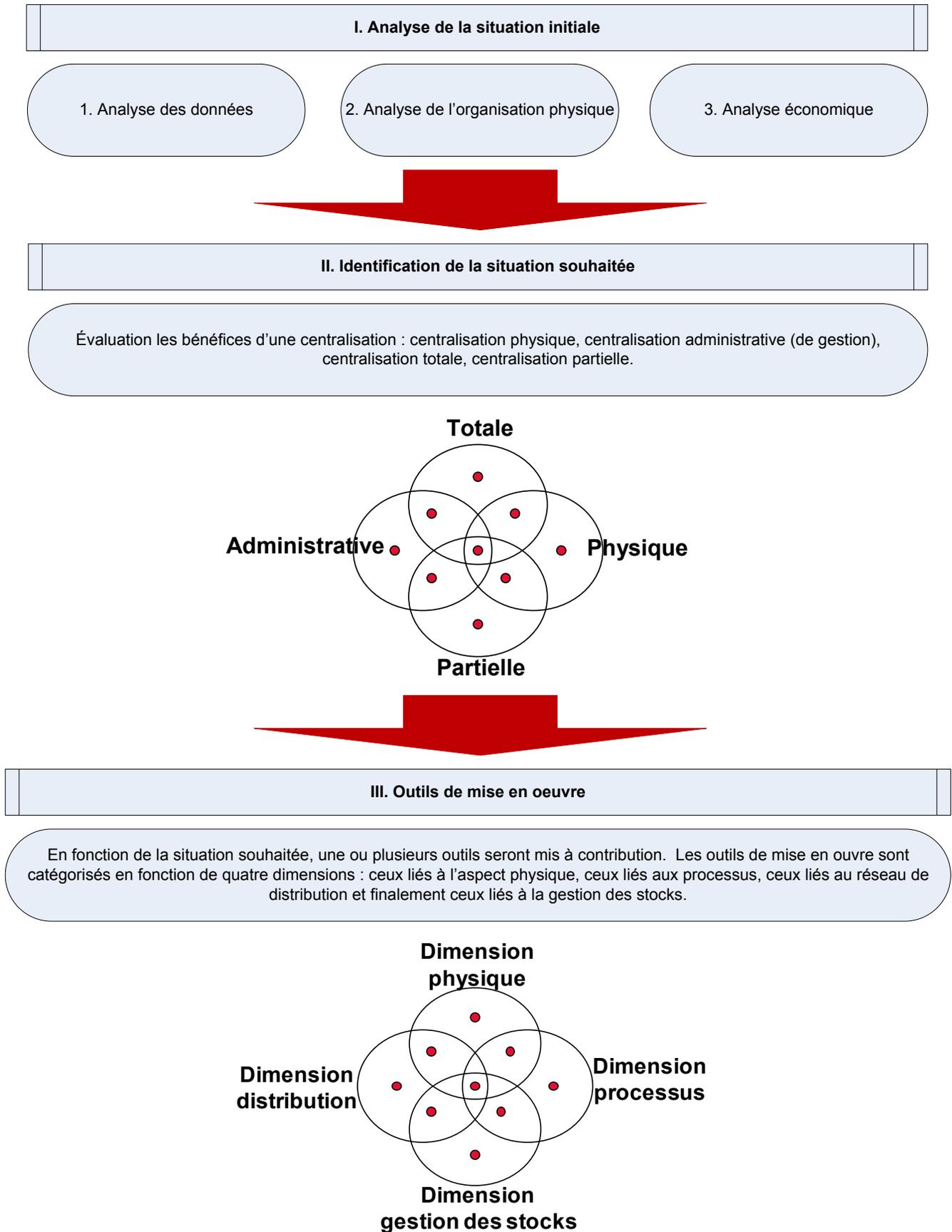


Figure 3 : Modèle global d'analyse pour la centralisation des produits immunisants

4.1 Analyse de la situation actuelle

Pour identifier le point de départ de l'analyse, il convient de dresser le portrait de la situation qui prévalait lors de nos observations. Pour brosser ce portrait, il est présenté : l'analyse des données quantitatives, l'analyse des principaux processus de gestion, les aspects physiques de l'entreposage et les informations économiques utiles.

4.1.1 Analyse de données quantitatives

Plusieurs documents quantitatifs concernant les commandes ont été amassés. Par contre, aucun document concernant la consommation réelle de doses n'était disponible, car cette quantité n'est pas comptabilisée d'une manière centralisée. De fait, l'enregistrement des doses administrées est fait dans le dossier de chaque vacciné, mais cette information est très difficilement disponible à cause de la protection des renseignements privés. Les feuilles de stock maximum, qui indiquent les quantités à maintenir en stock, utilisées par chaque site furent récupérées.

Le tableau 1 résume la répartition des réfrigérateurs entre les établissements du CSSS-IUGS et montre s'ils sont connectés à une génératrice et à une alarme de température ou non.

Tableau 1 : Répartition des réfrigérateurs parmi les sites

No. des sites	Nbr de réfrigérateurs utilisés	Branché à une génératrice	Branché à une alarme
1	2	Oui	Oui
2	2	Non	Oui
3	1	Non	Oui
4	5	Non	Oui
5	1	Non	Oui
6	1*	Oui	Oui
7	3	Oui	Oui

* Plusieurs réfrigérateurs, mais un pour les vaccins (pandémie)

Le tableau 2 montre les quantités de doses annuelles commandées par chaque site et les coûts de celles-ci. Les commandes totales des sites s'élèvent à 29 416 doses entre le mois d'avril 2009 et le mois de mars 2010. Voici un tableau qui présente les montants dépensés par chaque site en produits immunisants.

Tableau 2 : Commandes annuelles de doses par site

Sites	Nombre de doses	% du nombre de doses totales	Coûts totaux	% du coût total
#1	6614	22,48%	281 173,47 \$	21,61%
#2	9991	33,96%	645 002,40 \$	49,57%
#3	900	3,06%	22 583,48 \$	1,74%
#4	8787	29,87%	240 313,75 \$	18,47%
#5	101	0,34%	2 596,77 \$	0,20%
#6	3023	10,28%	109 561,27 \$	8,42%
Somme	29 416	100%	1 301 231,14 \$	100%

Le site #2 est celui qui commande le plus de doses par année (34% des doses totales). Il est aussi celui dont les produits utilisés coûtent le plus cher avec 50% du coût total. Le site #4 commande 30% des produits totaux. Par contre, en coût des vaccins il représente seulement 18% du coût total. Pour ce qui est du site #1, il commande 22% des doses totales de tous les sites. Il est étonnant de voir qu'il représente près de 22% du coût total en doses dépassant le site #4. Ensuite, il y a le site #6 qui commande 10% des vaccins qui représentent 8% du coût total. Le site #3 et le site #5 sont loin derrière avec 3% et moins de 1% respectivement. Le pourcentage des coûts totaux est aussi très faible.

En examinant les commandes totales de chaque produit pour les six sites, certains produits, pourtant présents dans la liste de vaccins, ne se retrouvent sur aucun site. C'est le cas pour l'Imovax Rage, leVaqta 50 et 25 ainsi que pour le Vaxigrip. Celui ayant le plus grand nombre de doses commandées est le Gardasil avec 7138 doses. Ensuite, il y a le Pédiacel (4065 doses), le Prevnar (3340 doses) et le Fluviral (3000 doses). Pour ce qui est des autres produits, les quantités commandées varient entre 15 et 1920 doses.

Le tableau suivant montre le nombre de vaccins différents qui sont présents sur chacun des sites.

Tableau 3 : Nombre de vaccins différents présent sur les sites

Sites	Nombre de type de vaccins
#1	27
#2	17
#3	24
#4	26
#5	4
#6	2

Les trois CLSC, site #1, site #4 et site #8 ont à quelques vaccins près, des stocks de vaccins de même nature. Tous les vaccins se retrouvant au site #3 se trouvent aussi au site #1. Tandis que 23 des 24 produits du site #3 sont communs à ceux du site #4. Sur les 27 types de vaccins se trouvant au site #1, 25 d'entre eux sont identiques à ceux retrouvés au site #4.

Afin de mieux représenter ces données, le tableau 4 fournit le pourcentage de produits communs entre les sites.

Tableau 4 : Matrice de similarité des produits entre les sites

Sites	#1	#2	#3	#4	#5	#6
#1	-	63%	89%	93%	15%	7%
#2	100%	-	88%	88%	18%	12%
#3	100%	63%	-	96%	17%	8%
#4	96%	58%	88%	-	15%	4%
#5	100%	75%	100%	100%	-	0%
#6	100%	100%	100%	50%	0%	-

Ce tableau montre aussi que le site #2 possède une similarité des vaccins moins prononcés avec les autres sites (63%, 58% et 63%). Cela est dû à la vocation du site qui est destiné majoritairement à des campagnes de vaccination auprès d'adolescents.

Puis, le site #5 obtient de faibles pourcentages (15%, 18%, 15%, 17%) avec les autres sites. Cela est dû au faible nombre de vaccins présents à ce site (quatre vaccins). Par contre, ces quatre vaccins se retrouvent à tous les sites excepté le site #2 qui en contient trois sur quatre (75%). C'est le même cas pour le site #6 qui a seulement deux produits.

4.1.2 Analyse des processus de gestion observés

Afin de comprendre en détail les étapes des processus liés à la logistique et à la gestion des produits immunisants, les principaux processus observés furent cartographiés et décortiqués. Les trois principaux processus analysés sont les suivants :

- processus logistique des produits immunisants;
- processus de retour des vaccins périmés;
- processus en cas d'alarme.

Processus logistique des produits immunisants

Dans un premier temps, il est important de comprendre le processus général. Ce processus, détaillé dans la figure 1, comprend les actions à franchir du passage d'une nouvelle commande jusqu'à l'administration du vaccin au patient.

Dans le schéma de la figure 1, les petits cercles de différentes couleurs au coin des rectangles identifient le responsable de l'action. Par exemple pour le rectangle 1 « Faire l'inventaire de produits » avec un cercle vert, signifie que c'est le responsable des commandes de l'établissement qui réalise cette action. Toujours dans la nomenclature, les rectangles avec une bordure rouge identifient les actions à non-valeur ajoutée (action qui n'apporte aucune valeur au processus). De plus, les rectangles avec une bordure jaune identifient les actions sans valeur ajoutée, mais nécessaire au processus (souvent ce sont les inspections, approbations, etc.).

En analysant le schéma de la figure 1 chronologiquement, il est à noter que bon nombre d'actions sont manuelles et demandent des retranscriptions. Ce type d'actions manuelles crée des délais et est une source d'erreur. D'où la nécessité d'avoir recours à l'action 6 « ajuster les quantités de la commande » en cas d'erreurs.

En parallèle aux actions sans valeur ajoutée (bordure rouge dans la figure 1), il existe six actions dites nécessaires dans le processus logistique des produits immunisants. Dans la conception générale de tous les modèles de systèmes logistiques, les actions de transport sont vues comme un manque d'efficacité du processus, car elles génèrent un coût en déplacement et en temps additionnel au système. Par contre, les actions 16, 17 et 18 sont classifiées comme nécessaires, car le besoin en transport est clairement inévitable pour les réaliser.

Différentes des actions de transport, les actions de contrôle ou d'inspection sont aussi nécessaires. Ces actions sont aussi généralement vues comme un délai supplémentaire à la chaîne logistique. Toutefois, elles sont incontournables pour assurer le bon déroulement de la chaîne. Ainsi, il est toujours pertinent de développer de nouvelles méthodes capables de réaliser le contrôle ou l'inspection sans ralentir le processus logistique.

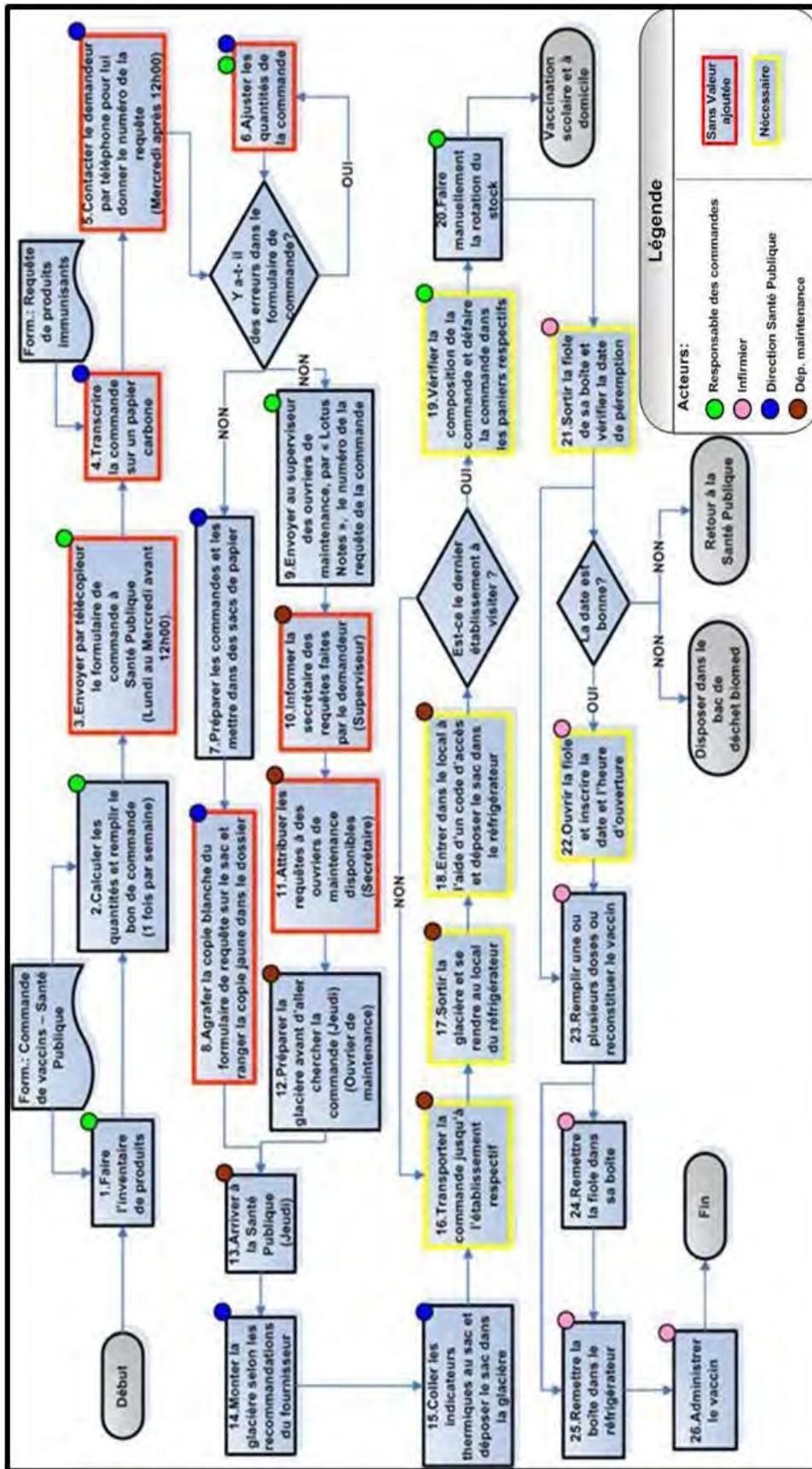


Figure 4 : Processus logistique des produits immunisants

Processus de retour des vaccins périmés

La gestion des vaccins va bien au-delà de l'approvisionnement à l'administration de vaccins aux patients. Elle comprend aussi la gestion des retours de vaccins périmés au fournisseur. Cette activité est appelée la logistique inverse de vaccins.

En ce qui concerne la logistique inverse, il faut mentionner que la DSP peut demander un crédit à fournisseur si la date de péremption est excédée. Toutefois, il faut que la DSP retourne les produits dans les boîtes originales contenant les fioles avec le numéro de lot correspondant imprimé sur la boîte.

La figure présente le fonctionnement du processus de retour de produits immunisants à partir des établissements visités, soit les CLSC et DSP. Lors de l'analyse de ce processus, il fut noté que l'ensemble des établissements visités ne procédait pas selon le même processus. De fait, une grande variabilité dans le processus fut observée. Le processus était principalement fonction des compétences du responsable de retour de produits de chaque établissement.

Par exemple, la flèche qui sort de l'action 2 et va directement à l'action 5 illustre une des situations observées pendant les visites, soit le fait que les actions 3 et 4 « remplir le formulaire de retour des produits » et « remettre les vaccins dans leur boîte originale », ne sont pas toujours réalisées. De plus, des cas ont été observés où le responsable du retour de produits immunisants du site réalisait uniquement l'action 3 ou l'action 4.

En conséquence, les irrégularités dans le processus de logistique inverse de vaccins génèrent un véritable casse-tête lors de la demande de crédit. En effet, il est parfois nécessaire de compléter la boîte (action 8) avec d'autres fioles (même numéro de lot) avant d'effectuer la demande de crédit. Cela inclut l'attente d'autres produits du même type et avec le même numéro de lot afin de rencontrer les exigences du fournisseur et pour recevoir un crédit monétaire pour les vaccins retournés.

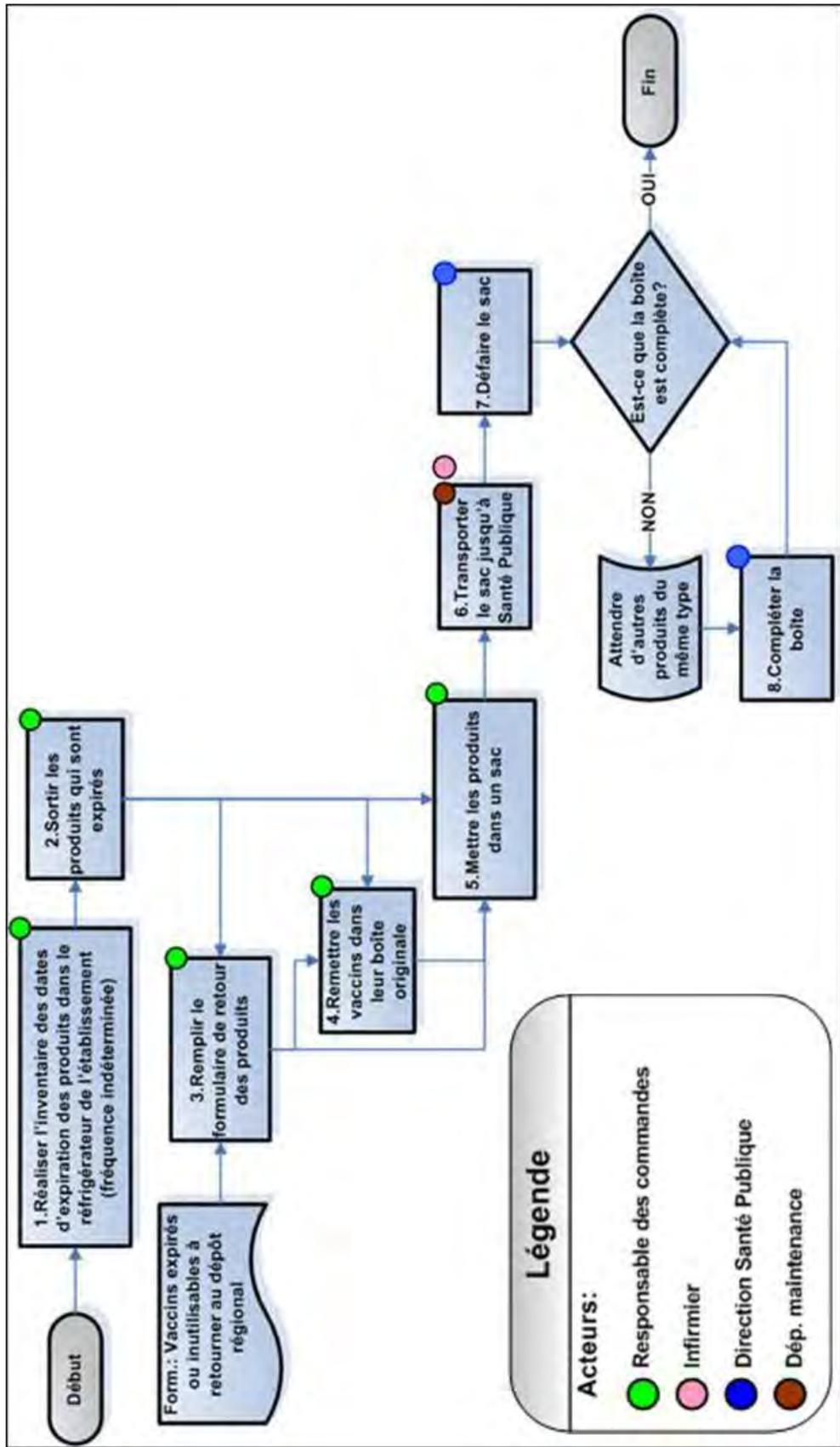


Figure 5 : Processus de retour des vaccins périmés

Processus en cas d'alarme

Un autre processus nécessaire à la logistique de produits immunisants est la procédure en cas d'alarme d'un réfrigérateur avec risque de bris de la chaîne froide.

Il est important de définir que le bris de la chaîne de froid survient lorsque le vaccin est soumis à une température à l'extérieur de l'intervalle de 2°C à 8°C. Étant donné la fragilité des produits immunisants et leur coût souvent élevé, tout risque de bris de la chaîne de froid doit être étudié minutieusement afin de le réduire au minimum.

Il faut noter que le processus présenté à la figure 3 présente le nouveau processus amélioré et que ce dernier était différente avant l'incident ayant causé la perte de vaccins en septembre 2009. Les actions 7, 9, 11, 13, 14 et 15 n'existaient pas avant l'événement sentinelle.

Les nouvelles actions comprennent les actions suivantes :

- « Prendre le cartable localisé au-dessus du réfrigérateur et remplir les champs des heures et températures du formulaire d'incident »;
- « Coller sur le réfrigérateur l'affiche {Réfrigérateur défectueux} »;
- « Coller sur les paniers transférés l'affiche {Ne pas utiliser} »;
- « Compléter le formulaire d'incident »;
- « Acheminer le formulaire complété au chef de secteur des équipements et entretien préventif ».

Dans le processus décrit à la figure 3, le premier losange « Est-ce dans les heures d'ouverture de l'établissement? » indique que le processus peut survenir dans deux circonstances différentes, soit pendant les heures d'ouverture, soit pendant les heures de fermeture du site.

Dans le premier cas où le site est ouvert, l'infirmier ou l'agent de l'administration responsable du réfrigérateur à ce site est contactée pour « vérifier la température indiquée au thermomètre », soit l'action 6. Suite à cette action, une évaluation du risque possible de bris de la chaîne de froid est faite. De cette façon, si l'alarme ne présente aucun danger pour les vaccins, par exemple dans les situations où la porte du réfrigérateur est restée ouverte plus longtemps, il suffit de la fermer, d'éteindre l'alarme et le processus se termine. Par contre, si l'alarme est causée par un dysfonctionnement du réfrigérateur, la réalisation des actions 7 à 15 devient inévitable.

En ce qui a trait à une situation, où le déclenchement de l'alarme a lieu pendant les heures où l'établissement est fermé, la première action réalisée est l'action 2 « appeler le cadre de garde qui lui appelle l'ouvrier de maintenance de garde ». Ensuite, une fois que l'ouvrier de maintenance prend connaissance de la situation, il va soit « se déplacer vers le site problématique » action 3, soit « se déplacer vers le site #4 ou vers le site #2 pour chercher des glacières et le matériel nécessaire et aller au site problématique » action 4, si l'alarme sonne dans un site autre que les deux mentionnés dans l'action 4. Il va suivre la même procédure logique expliquée dans le premier cas où le site est ouvert et il fait une évaluation du risque possible de bris de la chaîne de froid. Cette évaluation va définir si le processus est terminé, ou s'il est inévitable de réaliser les actions 7 à 15.

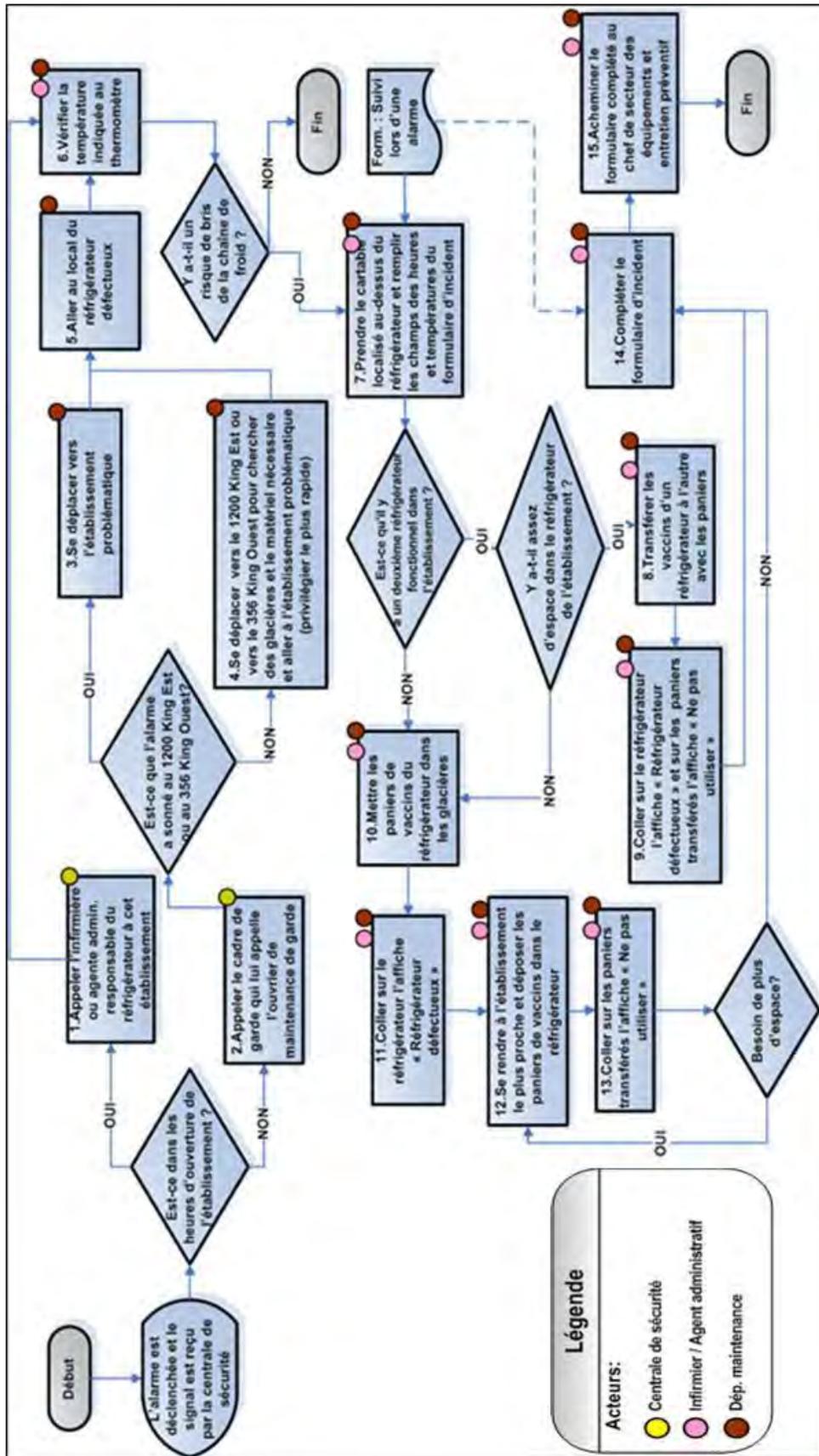


Figure 6 : Processus en cas d'alarme

Suite aux visites et à la collecte d'informations, plusieurs processus ont pu être cartographiés, ce qui permet une vision commune du processus et constitue la première étape pour l'amélioration. Les cartographies qui furent réalisées fournissent donc la première étape pour un meilleur contrôle, soit la standardisation du processus. La prochaine étape, une fois les processus standards établis, consiste à effectuer la réingénierie des processus en éliminant la non-valeur ajoutée et en simplifiant le processus.

4.1.3 Évaluation physique de la capacité

En plus de l'analyse sur le profil de consommation, il était primordial de déterminer la capacité d'entreposage. La capacité interne des appareils est d'environ 17 pi^3 ($0,48 \text{ m}^3$). Il est possible d'estimer la capacité de réfrigération de chaque site à 34 pi^3 ($0,96 \text{ m}^3$). Par contre, selon le document « Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins (1999) », il est suggéré que le volume de vaccins ne dépasse pas 50% du volume interne de l'appareil. Ce qui veut dire que la capacité théorique disponible à chaque site est de 17 pi^3 . Suite à des analyses sur la disposition des paniers dans les réfrigérateurs, il fut estimé que la capacité d'entreposage par établissement est de $9,04 \text{ pi}^3$ ou $15\,620 \text{ po}^3$.

Par la suite, il convient d'estimer le nombre de doses qui entrent dans le volume disponible. Pour ce faire, il faut trouver la quantité embouteillée (0,5 ml, 1 ml ou 5 ml) la plus populaire, son format d'emballage et le nombre d'unités équivalentes pouvant entrer dans les réfrigérateurs. Il a été déterminé que chaque établissement possède une capacité de 1 744 unités équivalentes de vaccins.

Tableau 5 : Commandes mensuelles des sites (2009-2010)

Site / Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
#1	412	157	130	633	415	619	2174	226	570	509	410	359	6614
#2	2430	288	0	0	0	0	1684	1084	1296	969	0	2240	9991
#3	112	10	63	91	248	61	3	0	121	77	114	0	900
#4	907	731	465	915	492	790	756	625	867	904	955	380	8787
#5	25	0	36	0	0	15	0	0	0	15	10	0	101
#6	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	252	251	3023
Total	4138	1438	946	1891	1407	1737	4869	2187	3106	2726	1741	3230	29416

En regardant la commande maximale de chaque site au courant de l'année, il est possible de simuler la situation extrême. Les cases en jaunes du Tableau 10 représentent la commande la plus élevée de chaque site.

La capacité d'entreposage ne contraint pas notre modèle du fait que la capacité totale d'un site intermédiaire avec deux réfrigérateurs est de 3 488 unités équivalentes, l'espace est donc suffisant pour accueillir toutes les unités en situation extrême dans un seul site. De fait, si nous supposons la situation extrême où tous les maximums sont le même mois, 5 140 unités d'entreposage seraient requises ($2\,174 + 2\,430 + 248 + 36 + 252$). Comme les livraisons sont actuellement à chaque semaine les besoins sont de 1 285 unités ($5\,140 \text{ unités} / 4 \text{ semaines}$), ce qui est inférieur à la capacité d'un seul site.

Voici donc une représentation typique d'un réfrigérateur utilisé comme entrepôt pour les produits immunisants (mesures inscrites sur la figure ci-dessous sont en pied). La représentation respecte les normes et pratiques d'entreposage des produits immunisants.

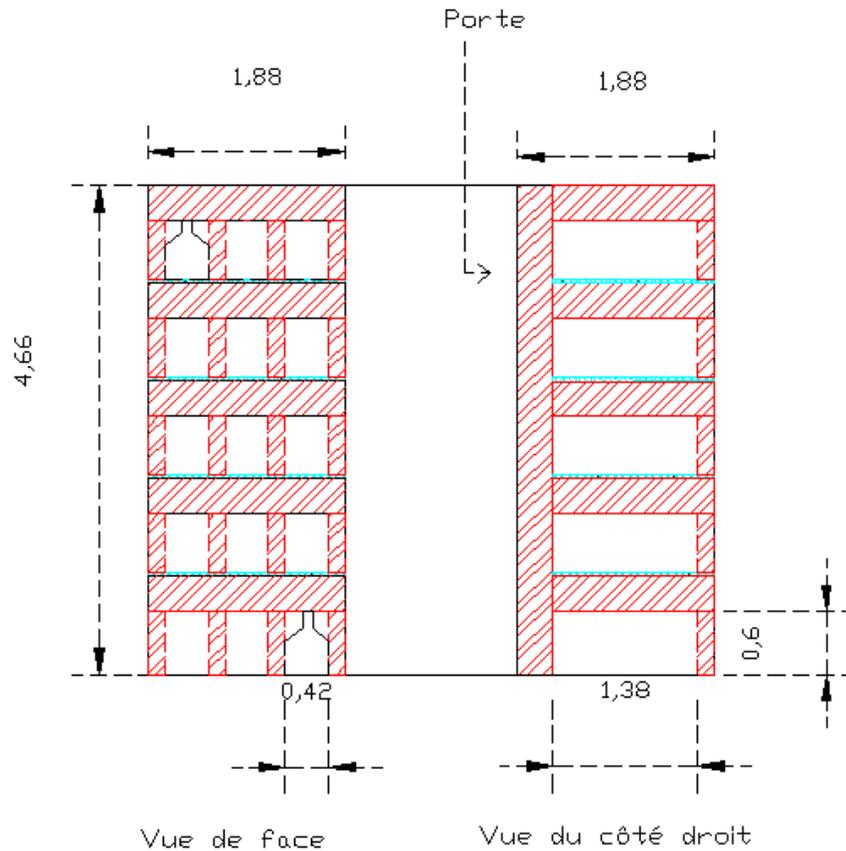


Figure 7 : Vues de face et de côté d'un réfrigérateur

4.1.4 Analyse économique

Dans le présent cas, les éléments économiques ne constituent pas la pierre angulaire pour la prise de décision. En effet, les coûts associés à la main d'œuvre, au transport, à l'entreposage sont négligeables. Il est à considérer certaines contraintes : il n'y a pas de budget supplémentaire pour l'acquisition de nouveau réfrigérateur, les inventaires doivent être maintenu au minimum sur les sites afin de réduire le risque de désuétude et de bris de chaîne de froid, mais en maintenant un niveau de service très élevé.

Pour mener à bien les analyses subséquentes, certaines hypothèses ont été prises, les voici :

- le salaire horaire d'un ouvrier de maintenance est de 17,81\$ et celui d'un technicien en pharmacie est de 17,66\$ et les coûts des avantages sociaux sont de 20% des salaires horaires,
- le coût de transport au kilomètre est estimé à 0.52\$/km

4.1.5 En résumé

L'analyse de la situation actuelle montre que les normes et procédures recommandées par la littérature ne sont pas toutes appliquées dans les processus et est source d'une augmentation des risques de pertes de vaccins.

Suite à cela, l'analyse des produits a démontré que les quantités commandées par chaque site sont bien différentes d'un établissement à l'autre. Certains sont de très grands consommateurs, tandis que d'autres non. La plupart des sites n'ont pas de saisonnalité. Seulement le site #2 en possède une, car la vaccination scolaire est inactive durant la période estivale. Il est aussi possible de remarquer que les établissements possèdent beaucoup de vaccins similaires.

4.2 Identification de la situation souhaitée

Afin d'améliorer l'entreposage, le transport et l'approvisionnement des produits immunisants sur les sites du CSSS-IUGS et en lien avec les normes et procédures énumérées précédemment, les fut convenu que la centralisation administrative allait être totale. En effet, tel que mentionné dans les normes et procédures des bonnes pratiques, il est primordial qu'une seule personne ou groupe de personnes dédiés prennent en charge la gestion administrative des produits immunisants. En ce qui a trait à la centralisation physique des produits immunisants, deux scénarios ont été proposés : une centralisation partielle des vaccins et une centralisation totale.

4.2.1 Scénario 1 : Centralisation partielle

Le cas de centralisation partielle consiste à regrouper sur quelques sites intermédiaires la consommation de tous les sites afin de centraliser partiellement les stocks de produits et éviter les surplus. Ces entrepôts intermédiaires desservent alors les autres sites satellites. Dans les sections qui suivent, il est démontré que deux sites intermédiaires constituent le nombre idéal de sites pour le réseau en place.

Voici un bref aperçu des avantages et inconvénient de ce scénario.

Avantages

- Tous les stocks de sécurité de vaccins sont situés dans quelques sites (deux sites).
- Réduction des stocks aux sites satellites.
- Risque de perte moins élevé, car les inventaires sont moins importants.
- Besoin de génératrices seulement pour les entrepôts intermédiaires, pas aux sites satellites.

Inconvénients

- Coûts de transport plus élevés, car les sites garderont un plus petit stock de vaccins, les livraisons seront plus fréquentes (au besoin).
- Le risque d'un manque de vaccins aux sites satellites est plus grand, car aucun stock de sécurité n'est gardé.

4.2.2 Scénario 2 : Centralisation totale

Le cas de centralisation totale propose un modèle d'organisation où les vaccins sont entreposés dans un site central et la gestion des stocks est faite de façon centralisée. En effet, une centralisation totale induit une centralisation physique et administrative à un seul endroit. Pour ce faire, il faut déterminer un endroit central où l'ensemble des vaccins seront approvisionnés, où sont conservés les stocks de sécurité, où les commandes seront préparées et où les transports vers les sites satellites seront coordonnés. De plus, il convient de déterminer les quantités maximales pour le site central et les sites satellites, ainsi que des fréquences de livraison. En effet, lors du réapprovisionnement, il convient d'évaluer le niveau de stock lors du réapprovisionnement en le comparant au niveau de stock maximum, la différence entre ces deux niveaux donne la quantité à réapprovisionner.

Voici un bref aperçu des avantages et inconvénients de ce scénario.

Avantages :

- Meilleure rotation des stocks parce que les sites satellites reçoivent des livraisons plus fréquemment.
- Plus de facilité à assurer le suivi des retours.
- Présence d'une génératrice au site central.
- Un seul gestionnaire supervise le processus.
- Coût de formation au minimum.

Inconvénients :

- Augmentation des transports.
- Création d'un intermédiaire de plus dans la chaîne logistique.
- Risque de rupture de stock.
- Les sites satellites doivent conserver les équipements d'entreposage et en assurer l'entretien.
- Risque de créer des réserves sur les sites satellites.
- Énormes modifications dans les modes opératoires des sites satellites.

Il est important de noter qu'en cours de mandat, la SDP de l'Estrie a émis une directive, un nouveau scénario fut donc imposé. Ce nouveau scénario implique une centralisation des produits immunisants au site #6 et plus particulièrement dans les locaux de la pharmacie. De plus, les livraisons des produits seront effectuées aux deux semaines. L'adoption du nouveau scénario occasionne plusieurs conséquences négatives pour le CSSS-IUGS : la principale étant le changement de leur mission d'organisme utilisateur de service logistique à celui d'un organisme gestionnaire du service logistique.

Comme le CSSS-IUGS doit gérer les stocks de produits immunisants de manière centralisée depuis le site #6, il devient primordial d'avoir des stocks suffisants pour éviter toute pénurie de vaccins entre deux réapprovisionnements. Le passage de la fréquence de livraison de une semaine à deux impose en plus d'examiner les façons de faire et de les actualiser.

4.2.3 *En résumé*

Dans le présent cas, le choix de la solution de centralisation fut forcé : centralisation physique et administrative totale. Cependant, pour l'élaboration de la proposition du modèle global de centralisation des produits immunisants, des outils de mise en œuvre pour les deux scénarios sont présentés dans la section 4.3.

4.3 *Outils de mise en œuvre*

Tel que mentionné, bien que la solution de centralisation totale fût imposée, des outils pour les deux types de centralisation (totale et partielle) furent utilisés afin de valider la pertinence du modèle. Tel que vu au début de la section 4, il existe quatre grandes catégories d'outils : physique, processus, gestion des stocks et distribution.

Dans le présent travail, les outils qui sont en lien à l'amélioration des processus ne seront pas traités. De fait, la littérature en lien avec normes et procédures de gestion des produits immunisants est très explicite et les organisations ont l'obligation de se conformer à ces normes et pratiques. Il n'est donc pas pertinent de revoir les processus.

Les outils liés à l'optimisation réseau et à l'amélioration de la gestion des stocks seront traités et des exemples concrets d'outils seront présentés. Les outils d'optimisation réseau seront appliqués au scénario de centralisation partielle et les outils d'amélioration de la gestion des stocks seront appliqués au scénario de centralisation totale.

Les outils qui sont en lien avec les aspects physiques de l'entreposage sont présentés de façon succincte, car tel que mentionné à la section 4.1.3, il n'y a aucune contrainte liée à l'aspect physique de l'entreposage. De plus, il n'y a pas de budget pour changer les équipements d'entreposage. Cependant, certaines bonnes pratiques d'aménagement d'entrepôt sont identifiées et proposées :

- Utiliser un système d'entreposage à double panier (figure 4) ou un système de paniers numérotés afin d'être certains d'utiliser les produits les plus vieux et ainsi assurer une bonne rotation des stocks. Une gestion visuelle rapide doit pouvoir être faite, afin de réduire le temps d'analyse du personnel soignant et ainsi optimiser leur temps et réduire le risque d'erreur.
- Utiliser la technique de management japonaise du 5S dans les réfrigérateurs. La technique du 5S est constituée de 5 étapes standards permettant de rendre les lieux d'entreposage propres et ordonnés et permettre un repérage visuel des anomalies. Cette technique permet donc de standardiser l'entreposage sur tous les sites.
- Mettre des indicateurs visuels afin d'assurer le respect des espaces pour le positionnement des paniers d'entreposage. Pour ne pas surcharger les réfrigérateurs.
- Identifier tous les réfrigérateurs et les paniers d'entreposage de telle sorte qu'on puisse dire facilement quel panier doit être rangé dans quel réfrigérateur (Exemple : une couleur par établissement, des numéros pour les réfrigérateurs et des lettres pour les tablettes).

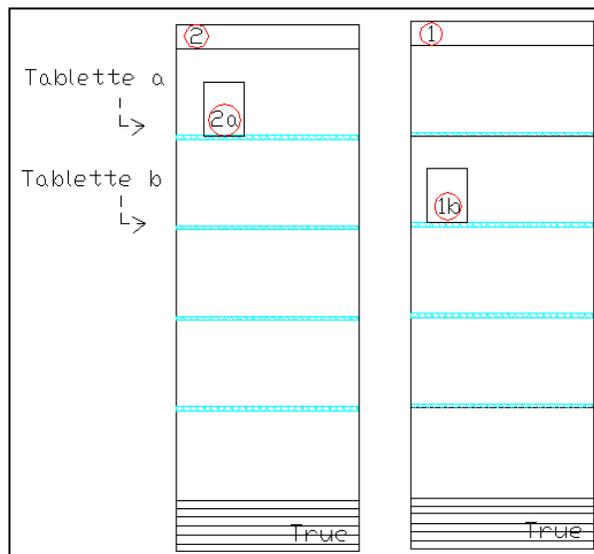


Figure 8 : Identification des réfrigérateurs et des paniers

- Faire auditer les réfrigérateurs quelques fois par année par un supérieur, afin d'assurer le maintien des standards et des bonnes pratiques d'entreposage.

4.3.1 Outils pour le scénario1 : centralisation partielle.

Comme la solution optimale a été dictée par la DSP et n'a donc pas de justification logique et scientifique, il fut proposé d'explorer les deux types de centralisation (sous l'angle de deux scénarios) et d'appliquer les outils de mise en œuvre à chaque scénario. Pour la centralisation partielle, les outils liés à l'optimisation de réseau sont très intéressants, car ils permettent d'évaluer que sites devraient être utilisés comme entrepôts intermédiaires et quels sites satellites seront réapprovisionnés à partir de quels sites d'entrepôts intermédiaires.

Détermination des entrepôts intermédiaires

Afin d'identifier le nombre d'entrepôts intermédiaires, il fut effectué une analyse des commandes mensuelles de chaque site (voir tableau 2 pour un résumé des données). Cette analyse mena à la conclusion de deux sites pourraient constituer les entrepôts intermédiaires. En effet, lors de l'analyse des commandes mensuelles, il fut noté qu'il existait une très grande disparité entre les niveaux de consommation des sites : deux sites représentaient la très grande majorité de l'ensemble de commandes (64%). L'utilisation de deux sites comme entrepôt intermédiaire fut donc mise de l'avant :

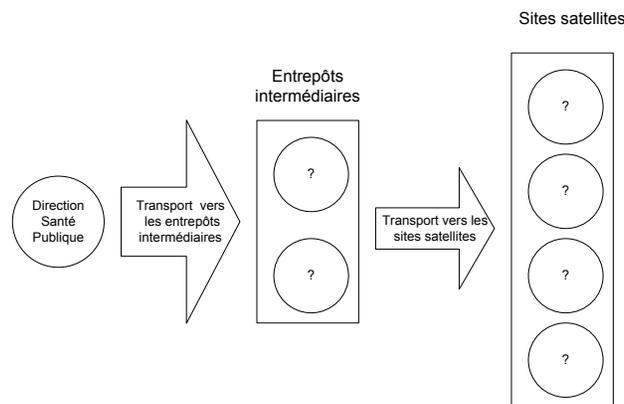


Figure 9 : Structure du réseau pour le scénario 2

Lors de l'étude, le premier transport est effectué par la DSP. À la fréquence désirée, elle transporte les commandes destinées aux deux entrepôts intermédiaires. Pour l'instant, la localisation des entrepôts intermédiaires n'est pas connue, elle est proposée plus loin à l'aide d'un algorithme d'optimisation. Par la suite, chacun des entrepôts intermédiaires va livrer les commandes des sites satellites qui leur sont associés. L'affectation des satellites aux sites intermédiaires est faite à l'aide d'un modèle linéaire d'optimisation.

Pour identifier les deux entrepôts intermédiaires, un problème de multimédiane est appliqué. Toutes les combinaisons de l'algorithme exact pour deux médianes à partir de la matrice des plus courts chemins ont été vérifiées.

Tableau 6 : Matrice DE/A des plus courts chemins entre tous les sites (km)

		No. des sites					
		DE/A	#1	#2	#3	#4	#5
No. des sites	#1	0.0	0.6	5.4	3.0	2.2	1.8
	#2	0.1	0.0	5.3	3.0	2.6	1.8
	#3	5.2	5.4	0.0	7.4	5.2	7.5
	#4	3.1	3.3	7.4	0.0	3.2	4.7
	#5	2.2	2.6	5.3	3.2	0.0	4.3
	#6	1.8	1.7	6.9	4.7	4.3	0.0

La méthode consiste à multiplier chaque colonne j de la matrice des plus courts chemins ($d_{i,j}$) en km (selon Mappoint 2010 consulté 18 juillet 2010) par le poids (h_j). Le poids h_j choisi est fonction du nombre de doses utilisées par année. Plus il y a de doses à commander pour un site plus l'entrepôt devrait être localisé à cet endroit. Cela réduit les besoins de préparation de commandes et les déplacements, car les produits sont consommés directement au site. Notons que les données du tableau 5, sont présentées par semaine (données du tableau 2 divisées par 52), car les livraisons seront effectuées à la semaine.

Tableau 7 : Tableau des poids

No. des sites	Nombre de doses commandées par semaine	%	Poids
#1	128	22,50%	$h_1 = 0,23$
#2	193	33,96%	$h_2 = 0,34$
#3	18	3,06%	$h_3 = 0,03$
#4	169	29,87%	$h_4 = 0,30$
#5	2	0,34%	$h_5 = 0,00$
#6	59	10,28%	$h_6 = 0,10$
Somme	569	100,00%	

La méthode consiste à énumérer toutes les combinaisons possibles des deux sites qui pourraient être éventuellement les deux entrepôts intermédiaires et de calculer le résultat des possibilités. La combinaison qui a la plus petite somme signifie qu'il faut localiser à ces deux endroits.

Tableau 8 : Résultats de l'algorithme exact pour deux médianes

	Combinaisons des sites	Résultats	Combinaisons des sites	Résultats
2	1 et 2	1,24	2 et 6	1,08
	1 et 3	1,27	3 et 4	2,31
	1 et 4	0,53	3 et 5	2,78
	1 et 5	1,43	3 et 6	2,4
	1 et 6	1,25	4 et 5	1,98
1	2 et 3	1,1	4 et 6	1,2
	2 et 4	0,36	5 et 6	2,11
	2 et 5	1,26		

Le résultat optimal de la méthode (flèche 1) signifie que les deux entrepôts intermédiaires devraient être situés aux sites #2 et #4. Le deuxième meilleur résultat (flèche 2) est la combinaison des sites #1 et #4. En tenant compte des restrictions budgétaires et de l'objectif d'offrir les meilleures conditions d'entreposage pour les produits immunisants : la meilleure combinaison trouvée (sites #2 et #4) n'est pas conservée, car le site #2 n'a pas le matériel nécessaire pour accueillir un stock important. Il n'y a pas de génératrice sur le site et il n'y a qu'un seul réfrigérateur. Les entrepôts intermédiaires deviennent donc les sites #1 et #4 soit : le 50 Camirand (Site #1) et le 1200 King E (Site #4). Il y a donc eu un compromis sur les coûts d'opération par rapport aux investissements.

Affectation des entrepôts satellites aux sites intermédiaires

Une fois les deux sites d'entreposage intermédiaire identifiés, il convient de déterminer quel site satellite doit être affecté à quel entrepôt intermédiaire afin de minimiser la distance parcourue et ainsi minimiser les coûts de transport.

Pour réussir le jumelage, il faut construire le schéma du réseau le plus précisément possible. Il faut identifier les coûts de transport des sites intermédiaires vers les sites satellites et cela pour chaque entrepôt intermédiaire. Tel que mentionné à la section 4.1.1, plusieurs hypothèses ont été prises en compte dans les calculs, les voici :

- le temps de livraison est de 7 minutes;
- le temps de préparation des glacières est de 15 minutes;
- le temps de préparation en début et en fin de journée est de 20 min chacun;
- le temps pour les besoins personnels est de 15% du temps total des activités;
- le salaire horaire d'un ouvrier de maintenance est de 17,81\$ et celui d'un technicien en pharmacie est de 17,66\$ et les coûts des avantages sociaux sont de 20% des salaires horaires.

Les deux tableaux suivants résumant les temps et coûts associés au transport entre les différents sites pour les deux sites intermédiaires retenus.

Tableau 9 : Matrice des temps de transport (min)

		No. des sites			
DE/A		#2	#3	#5	#6
	#1	0,66	6,48	2,64	2,16
	#4	3,96	8,88	3,84	5,64

* Prendre note que la matrice n'est pas symétrique, car il y a des sens-unique dans les trajets

La matrice suivante montre les coûts de transport pour les deux sites (entrepôts intermédiaires) sélectionnés par l'algorithme exact pour deux médianes.

Tableau 10 : Matrice des coûts de transport (\$)

		No. des sites			
De/A		#2	#3	#5	#6
	#1	12,59	31,14	24,98	24,87
	#4	21,53	30,13	22,86	24,66

Une des contraintes importantes liées au modèle d'affectation est la capacité d'entreposage. Il faut prendre en compte la sommation des commandes maximales des sites satellites, car celle-ci ne doit pas dépasser la capacité des entrepôts intermédiaires. Tel que vu à la section 4.1.3, la capacité de représente pas une contrainte, car les besoins en entreposage n'excèdent jamais la capacité. Cette contrainte n'est donc pas prise en compte.

Voici le schéma du réseau final, les coûts de transport sont inscrits sur les arcs et les capacités des sites au-dessus des cercles.

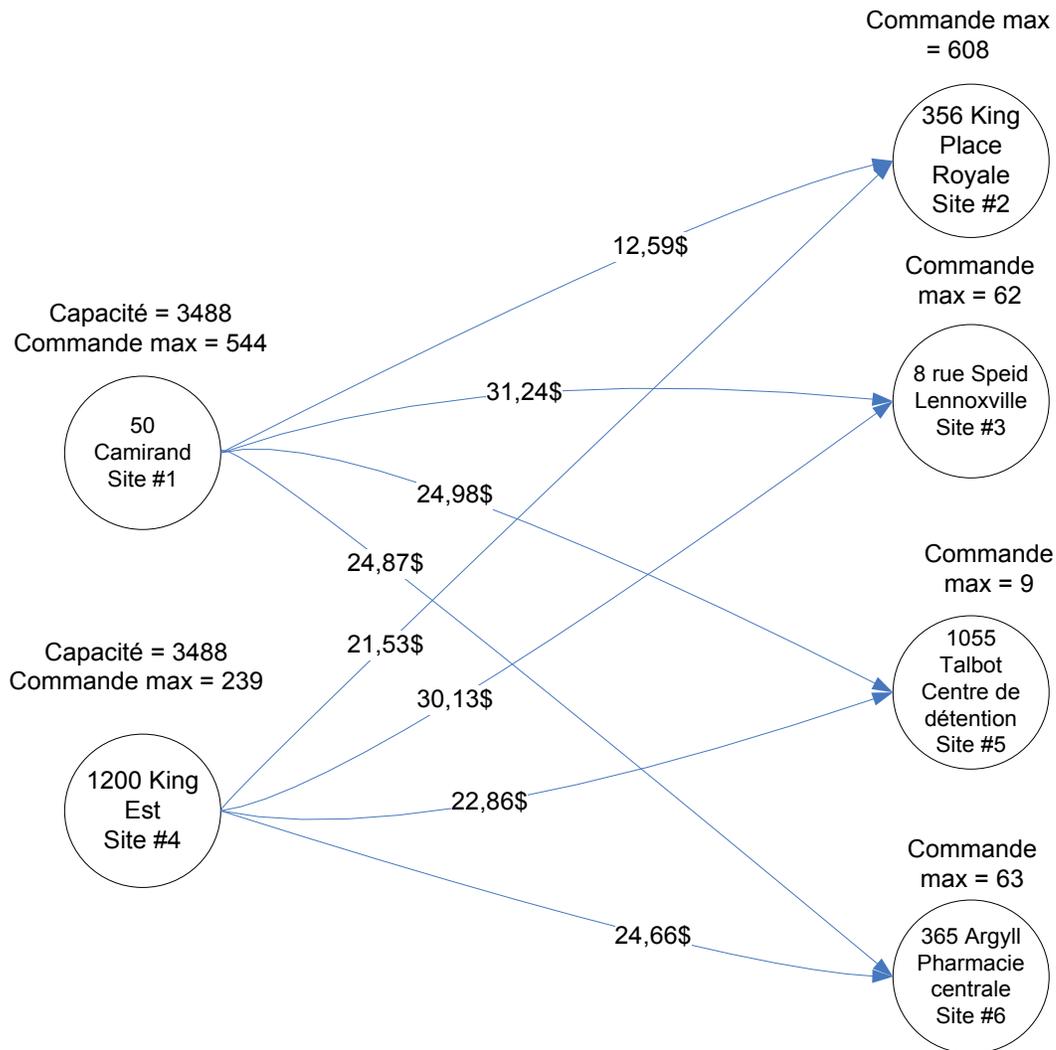


Figure 10 : Schéma du problème

Pour réussir à optimiser l'affectation des sites satellites aux sites intermédiaires, le problème est représenté à l'aide d'un modèle linéaire. Le modèle s'adaptant à la situation est un problème de transport.

Objectif :

$$\text{Minimum } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujet à :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

$$\sum_{i=1}^m (-x_{ij}) = -b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$$

x_{ij} : Nombre de doses à transporter de la source i à la destination j

a_i : Nombre de doses disponibles aux sources i ($i = 1, 2, \dots, m$)

Figure 11 : Formulation générale du problème de transport

En partant des coûts de transport et des doses à transporter à chaque site, un algorithme glouton a été utilisé. L'affectation des sites satellites se base sur le coût minimal de transport entre le site #1 et le site #4. Par exemple, le site satellite #2 a un coût de transport de 12,59\$ avec le site #1 et un coût de 21,53\$ avec le site intermédiaire #4. Le coût le moins élevé est 12,59\$, le site #2 est donc assigné au site #1. Les résultats trouvés sont tous des coûts minimums, la solution obtenue est donc optimale. Le coût minimal de transport est de 90,24\$.

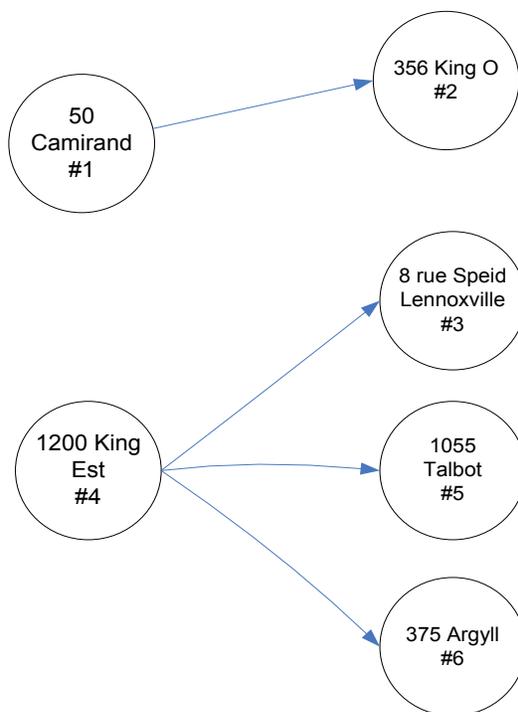


Figure 12 : Affectation des sites satellites aux sites intermédiaires

Les outils de mise en œuvre proposés permettent effectivement d'opérationnaliser une centralisation partielle en optimisant le réseau de distribution.

4.3.2 Outils pour le scénario 2 : centralisation totale

Pour la centralisation totale, les outils liés à l'amélioration de la gestion des stocks furent sélectionnés. En effet, la centralisation totale exige une révision de l'ensemble des quantités maximums à maintenir en inventaire au site central et sur les sites satellites.

Révision des quantités maximums

Le nombre de doses à garder en stock sur les sites et à la pharmacie a été révisé afin de mieux s'adapter à la nouvelle situation. Il est à noter que l'analyse a été faite à l'aide de l'historique des commandes et non pas avec le nombre de doses administrées (données non disponibles), tel que mentionné dans la section 4.3. Afin de trouver le meilleur modèle de gestion des stocks maxima à conserver au site #6, nous avons comparé deux modèles de calcul.

Pour le calcul des stocks maxima, le modèle économique de (Ballou, 1992) est utilisé. Ce modèle est employé pour les cas de centralisation. Il vise à réduire la quantité gardée en stock d'un produit qui est commun à plusieurs sites et qui est entreposé dans un seul site central.

Voici donc deux propositions très conservatrices de calcul. Il faut rappeler que l'utilisation des modèles classiques (calcul de la quantité économique à commander, calcul du point de commande, calcul de la demande durant le délai de livraison, etc.) ne peuvent être retenus, car la réalité des six sites étudiés ne cadre pas avec les paramètres des formulations classiques.

Il est à noter que la grande différence entre les deux calculs de stock maximum (A et B) à conserver au site #6, et la suivante : pour le calcul A, les quantités maxima de chaque site sont additionnées, puis nous y ajoutons le stock de sécurité « centralisé » (selon la formulation de Ballou, 1992). Pour ce qui est du calcul B, les quantités maxima et les stocks de sécurité sont « centralisés ».

Calcul de stock maximum A

$$\sum(\text{max1 des sites}) + \left(\frac{\sum Ss \text{ de tous les sites}}{\text{Nb de sites}} \right) \times \sqrt{\text{Nb de sites}}$$

Le calcul du stock maximum « A » propose, pour un produit donné, de garder en stock au site #6 une quantité équivalente à la plus forte demande de chaque site additionné à la centralisation des stocks de sécurité pour tous les sites utilisant ce même produit. Dans le présent cas, les stocks de sécurité représentent la variation entre la plus forte demande et le niveau de demande moyen.

Calcul de stock maximum B :

$$\left(\frac{\sum(\text{max1 des sites}) + \sum (Ss \text{ de tous les sites})}{\text{Nb de sites}} \right) \times \sqrt{\text{Nb de sites}}$$

Le calcul du stock maximum « B » présente pour un produit donné, « centralisation » de la plus forte demande de chaque site + les stocks de sécurité pour tous les sites utilisant ce même produit.

Il est aussi intéressant de regarder le potentiel de réduction du niveau d'inventaire, voici un exemple avec les stocks maxima du site #6, qui fait office de centrale d'entreposage.

Tableau 11 : Pourcentage de stock de sécurité présent à la pharmacie (site #6)

	Site #6 Quota A	Site #6 Quota B
Nombre de doses à conserver au site #6	2328	1500
Pourcentage de stock de sécurité par rapport au stock dans l'ensemble du réseau	116%	75%

Notons que le niveau de stock maximum à choisir pour le site #6 dépend du niveau de risque que le gestionnaire est prêt à assumer.

Les outils proposés pour l'analyse des maximums permettent en effet d'opérationnaliser une centralisation totale en calculant les quantités maximums à maintenir en inventaire pour assurer à la fois un niveau de service adéquat et un niveau n'inventaire minimisant les pertes en cas de défaillance technique des réfrigérateurs.

5 CONCLUSION

Bien que la solution finale ait été forcée et que la solution optimale n'a pu être trouvée conformément au modèle proposé, nous sommes forcés d'admettre que la structure du modèle proposé permet de mener à bien l'analyse de centralisation et balise les étapes à franchir. En effet, le modèle d'analyse permet de couvrir tous les aspects importants à considérer, mais en demeurant souple afin de pouvoir d'adapter aux particularités de la situation à analyser.

L'utilisation d'un modèle a permis de structurer l'analyse de la situation initiale, afin de prendre en compte l'ensemble des contraintes liées aux produits immunisants. Le modèle a permis de comprendre et d'être critique face la situation souhaitée, dans ce cas-ci : la situation imposée. Finalement, la sélection des outils de mise en œuvre fut structurée autour des quatre dimensions proposées par le modèle. Il devient donc claire que l'utilisation du modèle globale d'analyse pour la centralisation des produits immunisants fut très utile en permettant d'orienter la démarche globale.

Il serait intéressant de mettre à l'épreuve le modèle d'analyse dans d'autres cas d'étude, particulièrement des situations ayant une problématique ou des contraintes au niveau physique du système d'entreposage (conception d'entrepôt centralisé, sélection d'équipement, etc.).

Suite au projet d'analyse, une équipe de travail fut formée. L'objectif étant de mettre en place les suggestions d'amélioration. Cette équipe devait sélectionner les outils de collecte d'information pour améliorer leur stratégie d'action et standardiser les méthodes de travail.

6 REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier toute l'équipe du CSSS-IUGS et de la DSP avec qui nous avons passé beaucoup de temps pour comprendre le processus et valider les informations. De plus, nous voudrions remercier le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour son support financier.

7 REFERENCES

- Agence de la Santé Publique du Canada –ASPC, (2007) Lignes directrices nationales sur l'entreposage et la manipulation des vaccins pour les vaccinateurs, N° HP40-17.
- Alagoz, O., Norman, B., Smith, A., 2008. Determining aisle structures for facility designs using a hierarchy of algorithms, IIE Transaction, 40:11, 1019-1031.
- Alain, L., (1999) Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins.
- Baker, C. (2009). Warehouse design: A structured approach. European journal of operational research, v: 193 no : 2, 425 -436.
- Ballou, R.H., 1992. Business Logistics Management, 3e édition, United State of America, Prentice Hall.
- Bartholdi, J., Hackman, S., 2008. Allocating space in a forward pick area of a distribution center for small parts, IIE Transaction, 40:11, 1046-1053.
- Bartholdi, J., Hackman, S., 2009. Warehouse & Distribution Science, Release 0.90, United State of America, Georgia Institute of technology.
- Beaulieu, M. & Patenaude, G., 2003. La gestion des approvisionnements en réseau : le cas du centre hospitalier Notre-Dame de la Merci. Cahier de recherche no 03-01, HEC Montréal.
- Blouin, J.P.; Beaulieu, M.; Landry, S., 2000. La performance des modes de réapprovisionnement des fournitures médicales, Montréal, Groupe de recherche CHÂÎNE, cahier de recherche n° 00-01, HEC Montréal.
- Carter, M.W. (2008). New Challenges for Operations Research Applications in Health Care. Canadian Operations Research Society conference (CORS).
- Chow, G. & Heaver, T.D., 1994. Logistique in the Canadian Health Care Industry. Canadian Logistics Journal, Vol.1, No1, 118.
- Christopher, M., 1998. Logistics and Supply Chain Management, 2e edition, London, Prentice Hall.
- Direction des communications du Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec –

DCMSSSQ, (2009) Protocole d'immunisation du Québec, N° 09-283-02

- Frazelle, E., 2002. Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. McGraw-Hill, New York.
- Frazelle, E., 2002. World-class Warehousing and Material Handling. McGraw-Hill, New York.
- Goetschalckx, M., McGinnis, L., Bodner, D., Govindaraj, T., Sharp, G., Huang, K., 2002. A systematic design procedure for small parts warehousing systems using modular drawer and bin shelving systems. In: IMHRC proceedings.
- Hall, J., Age-old Inventory Management Ideas Still Break Some New Ground, Healthcare Purchasing News, October 2003.
- Harrison, A., van Hoek, R., 2005. Logistics Management and Strategy, second ed. Pearson, Harlow.
- Heskett, J., Glaskowsky, N., Ivie, R., 1973. Business Logistics, Physical Distribution and Materials Handling, second ed. Ronald Press, New York.
- Kaiser, B., Eagan, P.D., Shaner, H., 2001. Solutions to Health Care Waste: Life-Cycle Thinking and "Green" Purchasing, Environ Health Perspect 109:205-207.
- Kowalski, J.C., 1980. Supply Distribution Options - A New Perspective, Hospital Materiel Management Quarterly, vol. 2, n° 2.
- Landry, S., Beaulieu, M., L'approvisionnement face aux bouleversements du secteur de la santé : le cas québécois, Revue internationale de l'achat, vol. 19, n° 3/4, 1999, p. 17-25.
- Landry, S. & Beaulieu, M., 2005. La logistique hospitalière : une réponse aux défis des systèmes de santé des pays de l'Europe centrale et orientale, cahier de recherche no 05-04, HEC Montréal.
- Oxley, J., 1994. Avoiding inferior design. Storage Handling and Distribution 38 (2), 28-30.
- Razzaque, M.A., Sheng, C.C., Outsourcing of Logistics Functions: A Literature Survey", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, vol. 28, 1998, n° 2.
- Rivard-Royer, H. & Beaulieu, M., 2004. Logistique hospitalière : Franchir les nouvelles frontières. Cahier de recherche no 04-03, HEC Montréal.
- Roodergen, K., Sharp, G., Vis, I., 2008. Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouse, IIE Transaction, 40:11, 1032-1045.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G.J., Mantel, R.J., and Zijm, W.H.M. (2000). Warehouse designed control: Framework and literature review. European Journal of Operational Research. 122, 515-533.
- Rowley, J., 2000. The principles of warehouse design, second ed. The Institute of Logistics & Transport, Corby.
- Roux, M., 2009. Entrepôts et magasins: Tout ce qu'il faut savoir pour concevoir une unite de stockage, 4e edition, France, Édition d'organisation.
- Singh, M., Meyer, A., Meyer D., 2006. Roundtable Proceedings: Transforming the Healthcare Supply Chain, MIT Center for transportation & logistics.
- Thorsfeldt, H. Why Today's Central Service Is an Integral Part of Materiel Management, Hospital Materiel Management Quarterly, vol. 9, n° 3, 1988.
- YU, M., Koster, R., 2008. Performance approximation and design of pick-and-pass order picking systems, IIE Transaction, 40:11, 1054-1069.