



**CIRRELT**

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

Interuniversity Research Centre  
on Enterprise Networks, Logistics and Transportation

---

## Principe d'arborescence décisionnelle en conception de système logistique (PADCSL)

Alexandre Jean Lauzon  
Diane Riopel

Juillet 2013

CIRRELT-2013-44

**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](http://www.cirrelt.ca)

# Principe d'arborescence décisionnelle en conception de système logistique (PADCSL)

Alexandre Jean Lauzon\*, Diane Riopel

Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT) et Département de mathématique et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal, C.P. 6079, Succursale Centre-ville, Montréal, Canada H3C 3A7

**Résumé.** Créer un système logistique qui soit cohérent, performant et proportionnel aux besoins des clients, voici un défi de taille qui guette toutes les industries. Ce document a été inspiré par trois interventions menées sur l'entreposage en milieu hospitalier, mais les conclusions sont applicables dans tous les secteurs. Le présent ouvrage de recherche propose donc une hiérarchisation des relations d'antériorités des décisions qui doivent être prises, afin de concevoir un système logistique. Le principe d'arborescence décisionnelle en conception de système logistique (PADCSL) est donc un principe directeur qui permet d'apprécier la cohérence des systèmes logistiques.

**Mots-clés.** Conception, entreposage, système logistique.

**Remerciements.** Ce projet de recherche a reçu un support financier du programme de subventions à la découverte du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG). Ce support est grandement apprécié

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 reflètent pas nécessairement la position du CIRRELT et n'engagent pas sa responsabilité.

---

\* Auteur correspondant: AlexandreJean.Lauzon@cirrelt.ca

## **1. INTRODUCTION**

Le présent travail de recherche est le fruit de travaux de recherche, ainsi que de trois interventions menées sur l'entreposage en milieu hospitalier. Le milieu hospitalier renferme une complexité logistique méconnue et est une terre fertile pour la mise en application d'approches logistiques novatrices. Toutes ces observations et ces questionnements techniques sur l'élaboration d'un modèle de conception d'entrepôt ont convergé pour faire place à l'élaboration d'un principe plus global permettant de mettre en lumière les relations d'antériorités entre les décisions devant être prises pour assurer la cohérence et la performance d'un système logistique. Ce document présente donc le principe d'arborescence décisionnelle en conception de système logistique (PADCSL), qui constitue la colonne vertébrale de la conception de système logistique cohérent et performant.

Cet article présente une revue de littérature qui permet d'apprécier le caractère novateur de l'énoncé du principe. Le cheminement de l'élaboration du principe, avec ses origines est présenté. Par la suite, les différents composants du principe sont expliqués et finalement, les applications dans le monde logistique sont explorées.

## **2. REVUE DE LITTÉRATURE**

La conception d'entrepôt est une « science » relativement jeune, la première approche structurée date de 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]. Un entrepôt existe pour permettre de réguler les flux amont et aval.

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 qui assure un « temps de réponse » acceptable pour le client. L'utilisation des entrepôts devient ainsi un outil à privilégier [Harrison et van Hoek, 2005].

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].

Bertholdi et Hackman (2009) mentionnent que la majorité de la littérature sur l'entreposage est structurée autour d'une énumération des types d'équipement d'entreposage, de manutention, etc.

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

- l'affectation de localisation d'entreposage multi-période [Kofler et al., 2012] ;
- l'ordonnement des tâches d'un entrepôt automatisé [Gagliardi et al., 2012];
- l'implantation optimale des allées de service pour le prélèvement de pièces [Berglund et Batta, 2012];
- la localisation des conteneurs sortants dans un terminal maritime” [Chen et Lu, 2012].

Toutes ces informations convergent vers un besoin d'avoir une structure globale permettant d'offrir des repères pour la conception d'entrepôt ou dans un cadre élargi de système logistique global.

### 3. ÉLABORATION DU PRINCIPE (PADCSL)

En 2005 Riopel et al. publiaient un cadre décrivant les décisions logistiques clés qui devaient être prises pour la conception d'un système logistique et les liens entre ces décisions. De plus, ils ont identifié les informations clés requises afin de prendre ces décisions logistiques. En effet, Riopel et al. (2005) se sont inspirés d'une structure à trois niveaux bien connue [Ballou, 2004] soit, stratégique, tactique et opérationnel pour regrouper les décisions.

1. « Strategic planning level » ou niveau de planification stratégique : à ce niveau, les décisions sont liées aux aspects de la performance logistique, le niveau d'intégration verticale, niveau de service client, etc.
2. « Network level » ou niveau réseau : ce niveau comprend les décisions liées au réseau physique de la logistique (nombre d'entrepôts, localisation des entrepôts, etc.) et le réseau de communication et d'information (transfert d'information dans le réseau logistique).
3. « Operations level » ou niveau opérationnel: ce niveau de décisions regroupe la prévision de la demande, la gestion des stocks, la production, la gestion des approvisionnements, le transport, le conditionnement des produits, la manutention, l'entreposage et la préparation des commandes.

Le grand intérêt de ces travaux est d'offrir une cartographie des relations d'antériorités entre les décisions. Cette cartographie permet d'orienter le concepteur sur les décisions à prendre et selon quel ordre, pour la conception d'un système logistique. Pour bien comprendre ce que représente un système logistique dans le contexte de cette recherche, la définition proposée sera adaptée à partir des définitions « logistique » et « système » tirés du Grand Dictionnaire Terminologique (GDT)<sup>1</sup>. Selon le GDT, la logistique est un :

*« Processus permettant d'assurer le flux efficient des matières premières, des produits en cours, des produits finis et de l'information, du point d'origine au point de consommation, en passant par l'ensemble des points d'entreposage et de distribution »*

---

<sup>1</sup> Source : *Grand Dictionnaire Terminologique*, site consulté le 10 août 2012 : <http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/>

Et un système est défini comme une :

« *Unité organisée considérée sous l'angle des interrelations des (éléments qui la composent en vue d'atteindre un objectif)* »

Il convient donc de joindre et d'adapter ces définitions, dans le contexte observé lors des recherches : un système logistique est un ensemble organisé de processus entre plusieurs entités permettant de faire cheminer efficacement des biens physiques du point d'origine au point de consommation, en passant par un ensemble des points d'entreposage et de distribution.

Le PADCSL s'exprime, comme une suite structurée de décisions prises pour concevoir un système logistique performant (cohérent), cette succession de rapports d'influence pour crée une adéquation entre la plus petite unité et la plus grande du système logistique. Pour bien comprendre ce principe, voici une représentation de la hiérarchisation des décisions logistiques à prendre, ainsi que les liens de cohérence qui doivent exister entre les composants de cette hiérarchisation, notons que le PADCSL est le lien de cohérence qui unit chaque composant du système. Prendre note que pour améliorer la vulgarisation du principe, une analogie fut créée entre les composants du PADCSL et les composants d'un arbre.

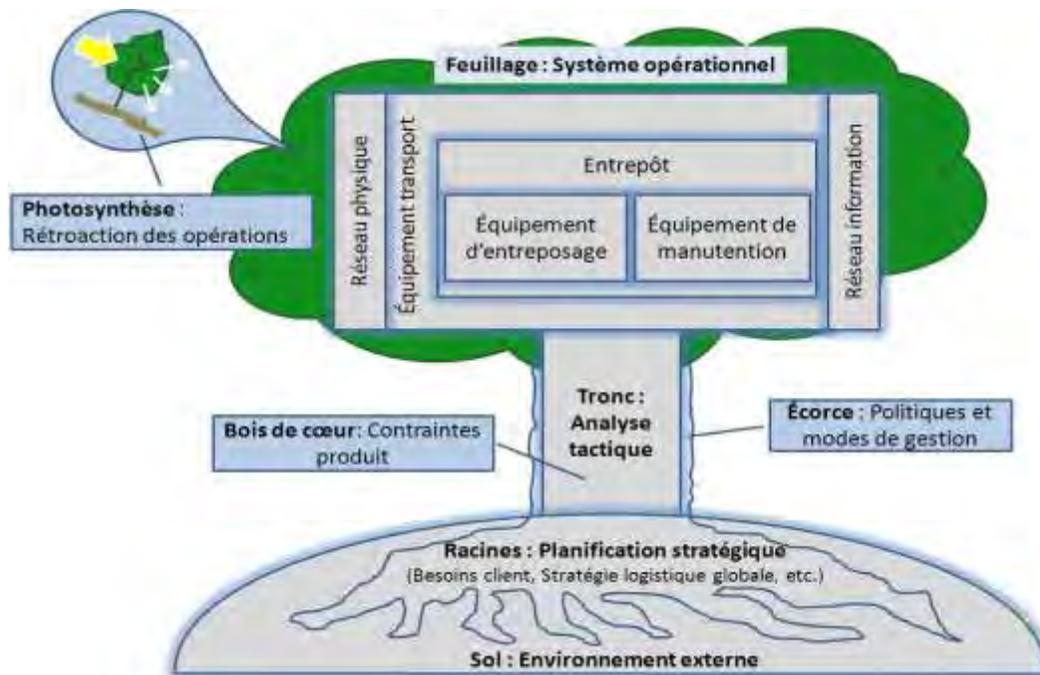


Figure 1 : Schématisation du PADCSL

Pourquoi choisir un arbre pour représenter le PADCSL ? Un arbre est « vivant », « dynamique », il est en constante interaction avec le milieu, tout comme un système logistique. Prenons l'exemple d'un environnement très compétitif, l'arbre cherche à se démarquer pour pouvoir aller chercher les ressources lui permettant de survivre, il va donc « concentrer » son feuillage en hauteur pour maximiser l'apport en lumière. Tout comme un système logistique devra trouver sa niche et se spécialiser pour survivre. En contrepartie, dans un environnement peu compétitif, l'arbre pourra s'épanouir et prendre de l'expansion, tout comme le système logistique qui prendra de l'expansion, en étendant son réseau, ses services et ses parts de marché.

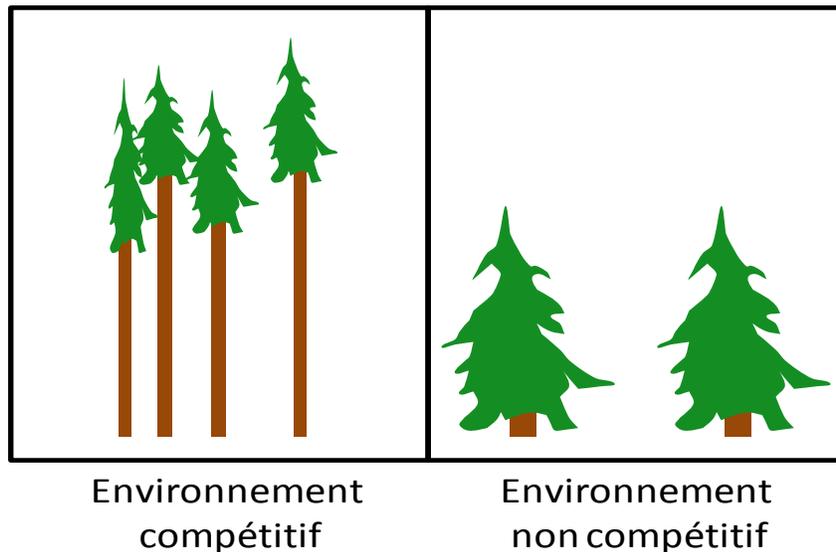


Figure 2 : Analogie de l'arbre représentant le caractère dynamique d'un système logistique en fonction de la compétitivité de l'environnement

La comparaison entre le système logistique et l'arbre ne s'arrête pas là, l'arbre se nourrit par ses racines (planification stratégique) à partir des nutriments du sol (environnement externe), tout comme la planification stratégique du système logistique doit se « nourrir » de l'environnement externe. En effet, les facteurs du macro-environnement externe influencent grandement la planification stratégique du système logistique sous plusieurs points : Politique, Économique, Social, Technologique, Environnemental et Législatif (PESTEL). Tel un arbre exploitant la lumière pour se nourrir (photosynthèse), le système logistique utilise la rétroaction du système opérationnel (feuillage) pour réajuster ses orientations et ainsi nourrir son système.

Pour bien comprendre l'essence de ce principe, prenons un exemple très simple : la conception d'un système logistique pour des produits immunisants (vaccins).

1. Tout d'abord, il convient de prendre les décisions liées à la planification stratégique (les racines de la figure 1) : ce qui définit le système logistique, soit les décisions liées à la stratégie logistique globale, orientée autour des besoins clients. Exemple de besoin client : niveau de service de 98%, accès aux produits immunisants 24/24 h, etc.
2. Ensuite, il est essentiel de bien comprendre les éléments tactiques sur quoi repose le système opérationnel (le tronc de la figure 1) : ce qui justifie le système opérationnel, soit les décisions liées aux contraintes des produits (bois de cœur), aux comportements de consommation et aux politiques de gestion (écorce), qui encadrent les éléments tactiques du système, comme le fait l'écorce de l'arbre. Les contraintes du produit sont par exemple : conservation de la chaîne de froid, suivi et traçabilité des numéros de lot, suivi des dates de péremption. De plus, il faut analyser les consommations des produits, soit : la prévision de sa demande, la saisonnalité et ainsi prendre les décisions adéquates et cohérentes, en terme de politique de gestion logistique, par exemple :
  - a) politique de gestion des stocks : PEPS (premier entré, premier sorti) pour une bonne gestion des dates de péremption;
  - b) politique d'approvisionnement : entreposage en grande quantité, afin de faire face à une demande volatile et un niveau de service souhaité de 98%;
  - c) politique d'emballage : conserver les vaccins dans leur boîte d'origine pour pouvoir retourner les lots, si les dates de péremption sont atteintes, pour permettre l'obtention de crédits.
  - d) politique de manutention : vaccins consommés à l'unité, mais manutentionnés à la caisse;

3. Une fois les décisions stratégiques et tactiques prises, il est possible de prendre les décisions concernant les éléments physiques du système logistique (le feuillage de la figure 1), soit ce qui opérationnalise le système, les décisions liées aux opérations et aux équipements.
  - a) Sélectionner un équipement de manutention qui est adéquat avec les produits incluant l'ensemble des contraintes : comme les produits sont manutentionnés à la caisse et que la fréquence des déplacements est faible, il convient de choisir un équipement tel un diable.
  - b) Sélectionner un équipement d'entreposage adéquat avec les produits incluant l'ensemble des contraintes et l'équipement de manutention retenus : comme les produits sont prélevés à l'unité, entreposés à la caisse, manutentionnés avec un diable et que les dates de péremption doivent s'autogérer, il convient de sélectionner un équipement d'entreposage tel des rayonnages dynamiques pour petites charges.
  - c) Sélectionner un entrepôt adéquat avec les produits incluant l'ensemble des contraintes, les équipements de manutention et d'entreposage sélectionnés : comme les produits sont entreposés dans des rayonnages dynamiques pour petites charges, l'entrepôt ne doit pas être trop haut, la largeur des allées doit permettre une manutention avec un diable et les produits doivent être conservés selon les consignes de températures prescrites par le fabricant. De plus, la quantité à entreposer devrait être substantielle. En cohérence avec l'ensemble de ces décisions, une chambre froide semble tout indiquée. Une fois ces décisions prises, il est possible de définir en détail les processus de gestion logistique et identifier les requis en formations à offrir aux employés.
  - d) Sélectionner un équipement de transport adéquat avec les produits incluant l'ensemble des contraintes, les équipements de manutention, d'entreposage et l'entrepôt sélectionné : comme les produits doivent être conservés à une température contrôlée, que l'entrepôt est une

chambre froide sans quai de déchargement, que les produits sont manutentionnés à la caisse avec un diable, l'équipement de transport adéquat serait un camion (type fourgon de ville) réfrigéré avec rampe d'accès escamotable.

- e) Finalement, il convient de prendre les décisions liées aux éléments entourant les entrepôts et les équipements, soit : le réseau physique et d'information. En effet, afin d'assurer une cohérence globale, le système logistique doit assurer un transfert d'information qui prend en considération les contraintes des produits et l'ensemble des éléments internes au système (équipements et entrepôt), dans cet exemple : permettre une traçabilité des lots. De plus, le réseau physique doit lui aussi être cohérent avec les choix préalablement effectués et doit s'assurer de supporter la planification stratégique. Dans notre exemple, il convient de concevoir un réseau sans transbordement avec livraisons directes aux clients, afin d'éviter le bris de la chaîne de froid.

Si toutes les décisions prises lors de la conception du système logistique sont cohérentes, le système obtenu sera performant. En effet, chacun de ses composants prend en compte les caractéristiques de l'ensemble, par une cohérence des décisions prises et ainsi la capacité de chacune d'elles (dimensionnement de chaque maille) est proportionnelle les unes aux autres. L'exemple présenté précédemment est très simple, car il s'agit d'un seul type de produit sans de nombreuses contraintes.

L'intérêt du principe réside lorsqu'il fait face à un système complexe devant supporter une multitude de produits et ayant un très grand nombre de contraintes. L'exemple d'un réseau logistique dans un centre hospitalier présente toute cette complexité. De fait, la logistique d'un tel établissement renferme un très grand nombre de types de produits et une multitude de contraintes. Cette multitude de contraintes explique en grande partie la particularité de la logistique hospitalière par rapport à la logistique dite traditionnelle. Cette constatation est corroborée par Lega et al. (2012).

Pour bien comprendre les contraintes liées aux principaux produits circulant dans un centre hospitalier, le tableau 1 présente une hiérarchie des produits ainsi que les contraintes associées. Les sources utilisées pour réaliser cette hiérarchisation sont multiples, mais proviennent principalement de documents créés par le Ministère de la santé et des services sociaux du Québec :

- Bonnes pratiques de fabrication (BPF) des gaz médicaux (GUIDE-0031),
- Guide des normes et pratiques de gestion des vaccins à l'intention des vaccinateurs,
- Protocole d'immunisation du Québec (PIQ)).

Rapidement il est possible d'apprécier la complexité de la logistique hospitalière et ainsi comprendre l'intérêt qu'elle suscite sur le plan scientifique du génie industriel.

Tableau 1: Contraintes logistiques des produits physiques d'un centre hospitalier

Catégorie de produit	Sous catégorie de produit	Exemples	Contraintes logistiques	Description de la contrainte
Produits d'hôtellerie	Nourritures	Pain, lait, légumes, etc.	Chaîne de froid	Conserver la nourriture température recommander pour éviter qu'elle passe date
	Produits d'hygiène et de salubrité	Savons, papier hygiénique, etc.	Produits dangereux	Certains produits sont corrosifs, toxiques, inflammables et doivent être conservés dans un environnement contrôlé
	Fournitures de buanderie propre	Draps, serviettes propres	Contamination	Éviter les contacts avec les fournitures de buanderies souillées, séparer les flux.
	Fournitures de buanderie souillée	Draps, serviettes souillées	Contamination	Éviter les contacts avec les fournitures de buanderies propres séparer les flux.
Fournitures et équipement non médicaux	Déchets standards	Rebuts standards		
	Recyclages	Papier, carton, verre, etc.		
	Documents	Courriers internes, colis, etc.		
	Documents confidentiels	Dossiers patients, résultats d'examen, etc.	Confidentialité	La mise au rebut doit être effectuée dans des dispositifs sécurisés, afin d'éviter la divulgation d'information confidentielle.
	Matériel et équipements non médicaux	Chaises, bureaux, matériaux de construction, vis, etc.		
Fournitures, produits et équipement médicaux	Gaz médicaux	Bonbonnes d'oxygène, etc.	Produits dangereux	Produits explosifs, doivent être entreposés dans des endroits prévus à cet effet (bunker, chambre avec mur pour déflagration vers l'extérieur, etc.) et leur manipulation exige des équipements et formations spéciaux.
	Fournitures médicales souillées	Outils chirurgicaux souillés	Contamination	Éviter les contacts avec les fournitures médicales propres ou stériles, séparer les flux.
	Fournitures médicales propres	compresses, pansements, sutures, seringues, etc.	Contamination	Éviter les contacts avec les fournitures médicales souillées, séparer les flux.
	Fournitures stériles	Outils chirurgicaux stériles	Contamination	Éviter les contacts avec les fournitures médicales souillées, séparer les flux.
	Solutés	Solutés sans médicament	Chaîne de froid	Ils doivent être maintenus à température contrôlée
	Produits biomédicaux	Prélèvements, spécimens et fluides médicaux	Contamination	Doivent être conservés et manipulés avec équipement et formations adaptés pour éviter les contaminations
	Déchets biomédicaux	Liquides humains, aiguilles	Contamination	Doivent être conservés et manipulés avec équipement et formation adaptés pour éviter les contaminations
	Fournitures de laboratoire	Réactifs, géloses, etc.	Produits dangereux, contamination et température contrôlée	Certains produits sont corrosifs, toxiques, inflammables et doivent être conservés dans un environnement contrôlé. De plus, ils doivent être manipulés avec équipement et formation adaptés pour éviter les contaminations. Finalement, elles doivent être maintenues à température contrôlée
	Matériel et équipements médicaux	fauteuils roulants, civières, lits, diverses pompes, etc.	Traçabilité, enregistrement et tests génie biomédicaux	Ils doivent être enregistrés pour assurer la comptabilisation, la traçabilité et le suivi. De plus, certains équipements demandent des tests de conformités et de validations effectués par le génie biomédical
	Médicaments	Médicaments communs et les médicaments sous prescription.	Traçabilité	S'assurer d'un suivi des lots en cas de rappel, de perte, de contamination ou retour au fournisseur
	Norcotiques	Morphine, fantanel, arétine, etc.	Sécurité contre le vol	Conserver dans un environnement contrôlé et sécuritaire pour éviter le vol.
	Produits immunisants	Vaccins	Traçabilité, chaîne de froid	S'assurer d'un suivi des lots en cas de rappel, de perte, de contamination ou retour au fournisseur. De plus, ils doivent être maintenus à température contrôlée

Le principe d'arborescence décisionnelle en conception de système logistique (PADCSL) devient donc un principe directeur précieux afin d'orienter le concepteur dans son travail dans un environnement aussi complexe que celui de la logistique hospitalière.

Maintenant que le besoin du principe général est établi, chacune des parties de la hiérarchie de décision est présentée en précisant les liens de cohérence qui sous-tendent la prise de décision entre chaque partie.

### **3.1 Planification stratégique**

La planification stratégique est la base (les racines), c'est par elle que ce définit le système logistique. À ce niveau, les décisions stratégiques doivent être prises. Des décisions en lien avec les besoins des clients, le niveau de service requis par le client. De plus, il est primordial de traiter les questions en lien avec les thèmes suivants :

- Niveau de performance désiré pour le système logistique.
  - Indicateurs de performance à mettre en place afin de juger de cette dernière.
  - Moyens de communiquer les informations relatives aux indicateurs de performance (utilisation de tableaux de bord équilibrés).
- Niveau d'intégration verticale souhaité pour le système logistique : degré de centralisation ou de décentralisation.
- Utilisation de la sous-traitance au sein du système logistique et s'il y a sous-traitance, quelles activités et tâches seront sous-traitées ou imparties.

Notons que tel que mentionné précédemment, la planification stratégique (racine) sera fortement influencée par l'environnement externe (sol) et ses composantes macro-économiques (Politique, Économique, Sociale, Technologique, Environnementale, Légale).

Finalement, comme le système logistique n'est pas une fonction isolée dans les organisations, les décisions prises à cette étape doivent prendre en compte les considérations et objectifs des fonctions limitrophes ou en étroite collaboration. De ce fait, le système logistique doit permettre une synergie avec l'ensemble des fonctions et ainsi être en adéquation avec la stratégie globale de l'entreprise. Par exemple, si la stratégie de la Santé Publique est de conserver un surplus de

20% de certains stocks en période hivernale pour mitiger les risques de pandémie de grippe (anticipation saisonnière), le système logistique doit être conçu de façon à gérer ce surcroît de stock efficacement.

### 3.2 Analyse tactique

L'analyse tactique est ce qui justifie le système opérationnel, elle crée un lien entre la stratégie et l'opérationnalisation de cette stratégie. Avant de préciser les décisions tactiques qui doivent être prises à ce niveau, une analyse détaillée des flux physiques pris en charge par le système logistique doit être faite. Par flux physiques, il est entendu tout produit fini, produit semi-fini, matière première, fourniture, etc. circulant dans le système logistique. Les analyses sont regroupées en deux catégories : analyse des contraintes et analyse des données. Dans l'analyse des contraintes, nous listons et analysons toutes les particularités des flux physiques susceptibles de créer une contrainte (voir le tableau 1 pour les contraintes par catégorie de flux physiques pour un centre hospitalier). L'objectif étant de créer la liste des contraintes dues aux différents flux physiques. L'analyse des données a comme objectif de créer une image générale du comportement des flux physiques. Pour ce faire, il faut analyser les éléments suivants pour chaque entité du système logistique.

- Information sur les produits : nom, code, fournisseur, famille de produit, catégorie de produit, etc.
- Consommation des produits : cycle, saisonnalité, etc.
- Importance relative des produits / familles / catégories : analyse ABC<sup>2</sup>.
- Analyse économique du système logistique : valeur des produits, coût de transport, coût d'entreposage, etc.
- Etc.

De fait, il convient d'analyser l'ensemble des informations disponibles afin d'avoir une bonne idée des différents flux physiques et de leurs caractéristiques. Une fois ces analyses complétées,

---

<sup>2</sup> L'analyse ABC est une méthode de classification découlant du principe de Pareto. Elle permet la définition des catégories de produits qui nécessiteront la mise en place de processus et modes de contrôle distincts. (source : Wikipédia, consulté le 10 août 2012 : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_ABC](http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_ABC))

il est possible de prendre les décisions tactiques au niveau des différentes politiques et stratégies de gestion des stocks : stratégie de gestion des stocks de sécurité, gestion des stocks en juste-à-temps, réapprovisionnement selon un point de commande, utilisation de système kanban<sup>3</sup>, etc. Ces décisions doivent être en accord avec les résultats des analyses effectuées, mais aussi avec la planification stratégique, dans laquelle les décisions furent prises en lien avec la stratégie logistique globale et les besoins des clients.

### 3.3 Système opérationnel

Le système opérationnel permet l'opérationnalisation du système logistique et est le résultat cohérent des deux premières parties du PADCSL. Les décisions prises sont en lien avec le système d'opération et les équipements et elles se regroupent en 6 grands thèmes.

- 1- Équipements d'entreposage : Les équipements d'entreposage représentent les supports physiques permettant l'entreposage des stocks. Les décisions relatives aux équipements doivent être en adéquation avec la charge unitaire entreposée, respecter les contraintes de produits entreposés et permettre d'opérationnaliser des différentes politiques et stratégies de gestion des stocks.
- 2- Équipements de manutention : Les équipements de manutention permettent de manutentionner les stocks dans l'entrepôt, ils permettent la réception et l'expédition des stocks. Les décisions en lien avec les types équipements de manutention à utiliser doivent être cohérentes avec la charge unitaire entreposée, les procédures de prélèvement et l'aménagement des lieux physiques [Riopel et al., 2005]. En effet, les équipements de manutention sélectionnés auront un impact majeur sur la largeur des allées et la hauteur des équipements d'entreposage.
- 3- Entrepôt : Les décisions sur l'entrepôt sont étroitement liées aux besoins clients, aux modes de gestion des stocks, au comportement de consommation et aux contraintes des produits. En effet, l'aménagement de l'entrepôt doit prendre en considération l'ensemble de ces éléments afin d'offrir un environnement sécuritaire, capable d'entreposer suffisamment de produits, tout en réduisant les déplacements et le temps consacré à la

---

<sup>3</sup> *Le Kanban est un signal (étiquette) qui sert à lancer une commande que passe un client à un fournisseur. Le kanban aide à mieux synchroniser l'approvisionnement avec le taux de consommation réelle.*

gestion des stocks. La conception de la réception, de l'expédition et de l'aire d'entreposage est étroitement liée aux processus de gestion logistique, à ce point, il convient de définir ces éléments afin de créer un tout cohérent et ainsi offrir un environnement sécuritaire et performant. Au niveau de la main d'œuvre, les qualifications requises et la formation sont définies en fonction des éléments physiques de l'entrepôt et des processus de gestion logistique qui sont mis en place.

- 4- Équipement de transport : Les décisions en lien avec le transport doivent inclure le transport entrant et sortant de l'entrepôt. Les décisions liées au transport doivent offrir un flux cohérent en considérant les contraintes liées aux clients, fournisseurs, réseau physique et les points d'intersection avec l'entrepôt, soit la réception et l'expédition. Ces décisions se concrétisent dans le choix du mode de transport, qui est étroitement lié aux contraintes du produit (produits dangereux, conservation de la chaîne de froid, poids, etc.), au réseau physique (distance, possibilité d'utiliser les différents modes de transport disponible : bateau, avion, chemin de fer, etc.) et aux contraintes physiques liées à la réception et expédition des clients, fournisseurs et entrepôts : présence de quai, de rampe d'accès, de niveleur de quai, etc. De plus, une fois le mode de transport sélectionné, il convient de choisir le transporteur en évaluant : les prix de transport, les temps de transport, les réparations pour bris /perte / vol et les services accessoires. Il est aussi possible d'utiliser un transporteur pour compte propre ou transporteur indépendant, le choix doit être en lien avec la planification stratégique et doit être fondé sur une analyse économique.
- 5- Réseau physique : Le réseau physique constitue la toile qui relie l'ensemble des points de service du système logistique. Les décisions qui doivent être prises sont liées à l'organisation globale et à la structure du réseau : le type et le nombre d'emplacements (entrepôt, terminal, centre de distribution, etc.) la grandeur et la localisation des points de service [Riopel et al., 2005]. L'ensemble de ces décisions est fortement lié aux décisions prises lors de la planification stratégique et doit respecter les points critiques identifiés lors de l'analyse technique.
- 6- Réseau d'information : Le réseau d'information permet la circulation des informations dans le système logistique. Le réseau d'information doit prendre en considération les

contraintes des produits identifiées lors de l'analyse tactique, par exemple, si une des contraintes est le suivi de lot, il est important de pouvoir suivre cette information dans le système d'information à travers tout le système logistique. Plus le réseau physique est complexe et comprend plusieurs points de service, plus le réseau d'information doit créer des liens et permettre une bonne fluidité de la circulation de l'information.

Il est important de noter que, semblable au fonctionnement de l'arbre qui se nourrit avec la photosynthèse réalisée par ses feuilles, le système logistique tout entier réagit à la rétroaction générée par son système opérationnel et pourra réorienter ses actions et décisions.

#### **4. LE PADCSL UTILISÉ POUR LA CONCEPTION DE SYSTÈME LOGISTIQUE**

Pour transformer le principe en méthodologie de conception, il convient de déterminer quelles étapes et quels outils pourraient supporter l'utilisation du PADCSL dans un contexte de conception de système logistique. Un incontournable en conception et aménagement est Richard Muther (1973) qui avec la méthode SLP (Systematic Layout Planing) permet de créer un cadre structuré et ainsi identifier les outils associés à chacune des étapes de conception. Inspiré par cette méthodologie, il fut créé des liens entre le PADCSL, les étapes de la méthode SLP de Muther (1973) et les outils permettant de mener à bien le travail de conception.

De fait, le PADCSL est plus global que la méthode SLP, car il englobe le système logistique dans son ensemble, en comparaison à la méthode SLP qui restreint son champ d'action à la l'implantation. Pour remédier à cette situation, des étapes et des outils furent ajoutées à la structure originale de la méthode SLP. La figure qui suit présente globalement les liens entre le PADCSL, les étapes et les outils d'analyse.

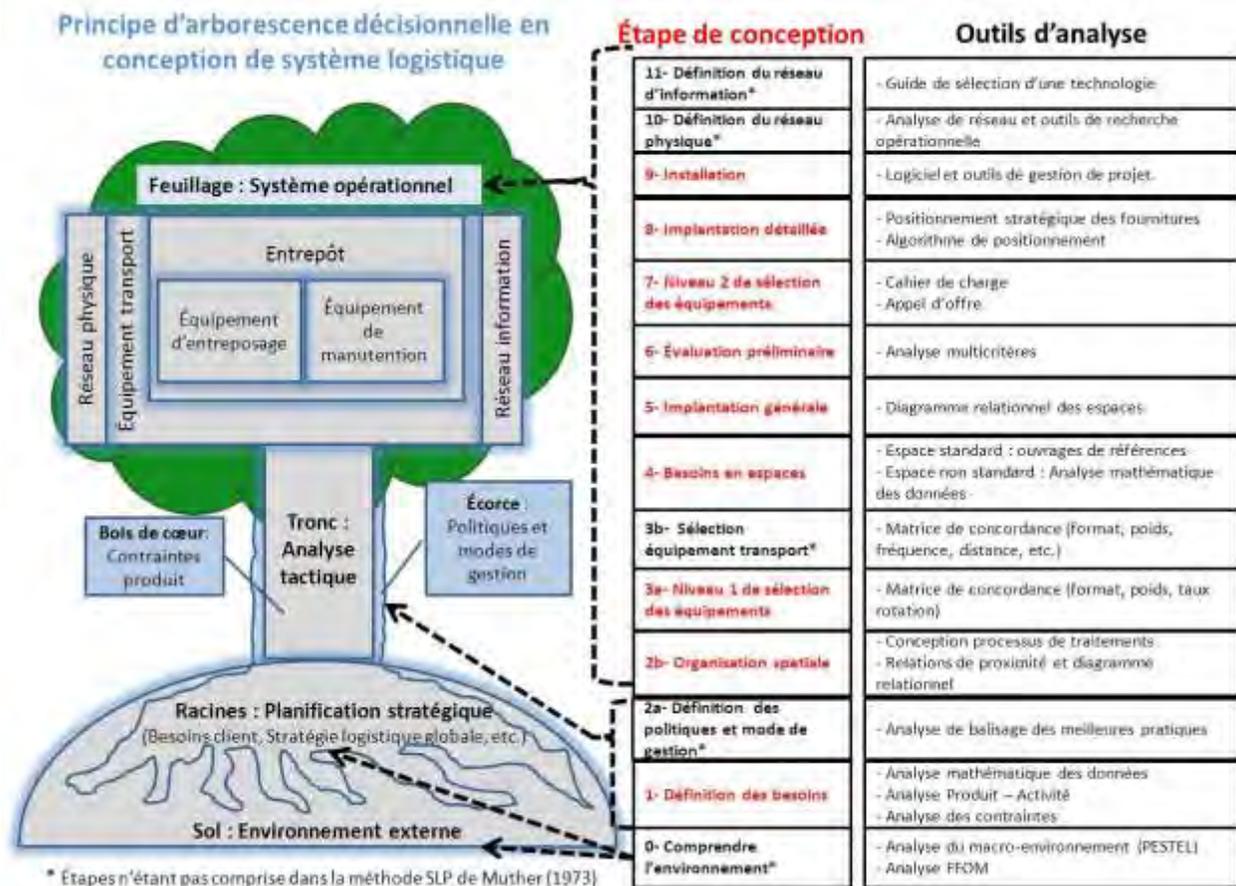


Figure 3 : PADCSL utilisé pour la conception de système logistique

Afin d'avoir une idée globale de la figure 3, voici les éléments essentiels :

1. **Planification stratégique** (et environnement externe): Définition des grandes orientations stratégiques du système logistique.

- Étape 0 : Procéder à une analyse du macro-environnement afin d'identifier les éléments susceptibles d'influencer la planification stratégique.

- Outils I: Analyse des facteurs du macro-environnement PESTEL (Politique, Économique, Sociale, Technologique, Environnementale et Légale. Analyse FFOM (Force, Faiblesse, Opportunité, Menace).
- Outil II : Définition du type d'entrepôt, initialement dans la méthode SLP cet outil était employé suivant l'analyse des données. Cependant, dans le cadre du PADCSL, il est plus logique de ramener la définition du type d'entrepôt et de sa mission en amont du processus de conception.

2. **Analyse tactique** : Prendre les décisions tactiques qui permettront de créer les liens entre la stratégie et les opérations. Pour ce faire une série d'analyse sont effectuée afin d'obtenir une image générale du comportement des flux physiques et des contraintes du système logistique.

- Étape 1 : Définition des besoins afin de bien comprendre la situation actuelle et ce qui doit être mis en place pour répondre à la stratégie mise de l'avant. Il convient d'effectuer la collecte des données et la définition des activités de l'entrepôt.
  - Outil I: Analyse mathématique des données historiques, afin d'en comprendre le détail : Quantité par type de produit, quantification des cycles saisonniers, etc.
  - Outil II : Analyse Produit – Activité, permet d'établir les items demandant le plus grand effort logistique et ceux ayant une plus faible activité.
  - Outil III : Analyse des contraintes permet de lister l'ensemble des contraintes liées aux produits circulant dans le système logistique et d'évaluer leur.
- Étape 2a : Définition des politiques et mode de gestion
  - Outil : Analyse de balisage des meilleures pratiques du secteur d'activité, afin d'identifier les politiques et les modes de gestion des stocks qui sont les plus performantes.

3. **Système opérationnel** :

- Étape 2b : Organisation spatiale, elle permet de définir un premier niveau d'aménagement des espaces d'entreposage.
  - Outil I : Conception des processus de traitements, permet d'identifier les différents processus qui viendront supporter les activités logistiques.
  - Outil II : Relations de proximité est caractérisée par l'identification et la mise en valeur des liens de proximité souhaités entre les différentes activités (départements) du système d'entreposage. L'extrait de cette analyse est un diagramme relationnel qui est la création d'une

représentation sur plan de l'organisation spatiale des différents départements, les uns par rapport aux autres, selon les relations de proximité préalablement définies.

- Étape 3a : Niveau 1 sélection équipements d'entreposage
  - Outil : La matrice de concordance (format, poids, taux rotation, mode de prélèvement) permet d'évaluer quel équipement d'entreposage est le plus approprié selon les caractéristiques des produits (format, poids, taux rotation, mode de prélèvement). Il est essentiel de porter attention à la standardisation des équipements d'entreposage, afin de réduire le nombre de variétés de type d'équipement.
- Étape 3b : Sélection équipement transport
  - Outils : La matrice de concordance (format, poids, fréquence, distance, etc.) permet d'évaluer quel équipement de transport est le plus approprié selon les caractéristiques des besoins en transports (format, poids, fréquence, distance, etc.)
- Étape 4 : Besoins en espaces
  - Outil I : Les espaces standards sont des espaces normalisés, ils sont définis selon des standards préétablis (principalement proportionnels aux volumes d'activités), les ouvrages de référence permettent de les définir.
  - Outil II : les espaces non standards sont des espaces demandant une analyse détaillée des besoins en espace, les analyses mathématiques des besoins (voir Étape 1 > Outil I) permettent de les définir.
- Étape 5 : Implantation générale
  - Outil : Diagramme relationnel des espaces permet combiner le diagramme relationnel (élaboré à l'étape 2b) avec les besoins en espace (déterminés à l'étape 4), afin de créer un aménagement respectant les relations de proximités souhaitées et les espaces requis.
  -

- Étape 6 : Évaluation préliminaire
  - Outil : L'analyse multicritères permet d'évaluer plusieurs implantations générales selon une multitude de critères pondérés en fonction de la stratégie logistique préétablie.
- Étape 7 : Niveau 2 sélection équipements
  - Outils : Cahier de charge et Appel d'offre permettent l'acquisition des équipements et des fournisseurs selon la conformité aux cahiers des charges.
- Étape 8 : Implantation détaillée
  - Outils : Positionnement stratégique des fournitures selon des algorithmes d'optimisation, permet de positionnement stratégique chaque item dans chaque type équipement d'entreposage et ce, afin d'optimiser les déplacements et la capacité d'entreposage.
- Étape 9 : Installation
  - Outil : Les logiciels et les outils de gestion de projet sont préconisés afin de gérer efficacement le projet d'installation de l'entrepôt.
- Étape 10 : Définition du réseau physique
  - Outil : L'analyse de réseau et les outils de recherche opérationnelle permettent de définir de façon optimale le réseau de distribution physique.
- Étape 11 : Définition du réseau information
  - Outil : Le guide de sélection des technologies qui fut proposé par Mayembe (2005) permet d'orienter la réflexion sur les systèmes d'information et de traçabilité à utiliser.

## 5. CONCLUSION

Le PADCSL est un objectif qui permet d'apprécier la cohérence qui existe entre les décisions logistiques au sein d'un système logistique. Ce principe peut être utilisé à différentes fins :

- 1- au moment de la conception, pour orienter le concepteur et s'assurer de créer une adéquation holistique du système logistique;
- 2- au moment de l'évaluation d'un système logistique, afin d'identifier les dysfonctionnements ou les pistes d'amélioration;
- 3- au moment d'un ajustement du système logistique, afin de restructurer ou adapter le système logistique dû à un changement de paradigme dans la réalité logistique ou dans le marché.

Le PADCSL est donc fort utile durant toute « la vie » d'un système logistique : de sa conception, jusqu'à sa réorganisation (réorientation). Dans un cadre hautement complexe comme la logistique hospitalière, le PADCSL permet de dissiper le brouillant et offre une cadre structurant et un objectif clair, permettant ainsi d'exploiter le plein potentiel du système logistique en place ou à définir.

## 6. REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche a reçu un support financier du programme de subventions À la découverte du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

## 7. RÉFÉRENCES

- 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.
- Baker, C. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European journal of operational research*, v: 193 no : 2, 425 -436.
- Ballou, R.H., (2004). *Business Logistics/supply chain Management*, 5e 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.

- Berglund, P., Batta, R., (2012). Optimal placement of warehouse cross-aisles in picker-to-part warehouse with class-based storage. IIE Transactions, Volume 44, Issue 2, 107-120.
- Chen, L., Lu, Z. (2012). The storage location assignment problem for outbound containers in a maritime terminal, International Journal of Production Economics, Volume 135, Issue 1, January, 73-80.
- 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.
- Gagliardi, JP., Renaud, J., Ruiz, A., (2012). On Sequencing policies for unit-load automated storage and retrieval systems. Document de recherche CIRRELT, CIRRELT-FSA-2012-68.
- 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.
- Harrison, A., Van Hoek, R., (2005). Logistics Management and Strategy, second ed. Pearson, Harlow.
- Kolfer, M., Beham, A., Wagner, S., Affenzeller, M., Achleitner, W. (2012). The multi-periode storage location assignment problem, ACASE'12- Sydney, Australie, 41-43.
- Lega, F., Marsilio, M., Villa, S. (2012). An evaluation framework for measuring supply chain performance in the public healthcare sector: evidence from the Italian NHS, Production Planning & Control: The Management of Operations.
- Mayembe, N (2005). Besoins de traçabilité en logistique inverse, Maîtrise en Génie Industriel.

- Muther, R. (1973). Systematic Layout Planning, Management & Industrial Research Publications.
- Rowley, J., (2000). The principles of warehouse design, second ed. The Institute of Logistics & Transport, Corby.
- Riopel D., Langevin A., Campbell J.-F. (2005). The Network of Logistics Decisions. Logistics Systems : Design and Optimization. New York: Springer. p. 1-38
- 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.