

**Titre:** Gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques :  
Title: constats et défis au sein des hôpitaux montréalais

**Auteur:** Moulay Vincent Huard  
Author:

**Date:** 2012

**Type:** Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

**Référence:** Huard, M. V. (2012). Gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques : constats et défis au sein des hôpitaux montréalais [Mémoire de maîtrise, École Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/834/>  
Citation:

 **Document en libre accès dans PolyPublie**  
Open Access document in PolyPublie

**URL de PolyPublie:** <https://publications.polymtl.ca/834/>  
PolyPublie URL:

**Directeurs de recherche:** Mario Bourgault  
Advisors:

**Programme:** Génie industriel  
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

GESTION DU CYCLE DE VIE DES APPAREILS MÉDICAUX  
ÉLECTRONIQUES : CONSTATS ET DÉFIS AU SEIN DES HÔPITAUX  
MONTRÉALAIS

MOULAY VINCENT HUARD

DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET GÉNIE INDUSTRIEL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION  
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES  
(GÉNIE INDUSTRIEL)

AVRIL 2012

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

GESTION DU CYCLE DE VIE DES APPAREILS MÉDICAUX ÉLECTRONIQUES :  
CONSTATS ET DÉFIS AU SEIN DES HÔPITAUX MONTRÉALAIS

présenté par : HUARD Moulay Vincent

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Mme DE MARCELLIS-WARIN Nathalie, Doct., présidente

M. BOURGAULT Mario, Ph. D., membre et directeur de recherche

M. MARGNI Manuele, Ph. D., membre

## DÉDICACE

*À ceux et celles qui font avancer la connaissance  
et qui ont à coeur de la partager*

## REMERCIEMENTS

Faire une maîtrise recherche est une aventure en soi. On ne sait pas toujours comment elle va débiter et encore moins comment elle va finir.

Tout d'abord, j'aimerais remercier mon directeur de mémoire, M. Mario Bourgault, professeur titulaire au département de mathématiques et de génie industriel, à l'école Polytechnique de Montréal. Il a cru en moi, m'a encadré et supporté avec tant de générosité et d'efficacité. M. Bourgault m'a offert mon deuxième souffle ce qui m'a permis de mener à terme cette aventure.

Mes sincères remerciements et toute mon affection à mes parents, mes amies et toute ma famille qui n'ont pas ménagé leurs encouragements et leurs présences soutenues.

Également, ma reconnaissance à M. Mohammed Khalfoun, chargé d'enseignement au département de mathématiques et de génie industriel, à l'école Polytechnique de Montréal qui m'a permis, en me confiant des tâches pédagogiques, de vivre l'alternance bénéfique entre la recherche et le travail. Un gros merci pour son support, ses conseils et ses encouragements.

Finalement, je tiens à remercier tous les directeurs, chefs de département, et conseillers des différents hôpitaux rencontrés. Merci également à monsieur Robert Prud'homme, directeur du Génie biomédical de l'Agence de Santé de Montréal et à madame Pierrette DeFoy Dolbec directrice du CSI. Toutes ces personnes, malgré des horaires chargés, ont pris le temps de me recevoir en entrevue et de répondre à mes questions. Cette généreuse participation a grandement contribué à cette recherche et je leur en suis très reconnaissant.

## RÉSUMÉ

La gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques représente une problématique importante dans les services publics de la santé et en particulier dans les hôpitaux. Dans le cas de ces institutions, la compréhension générale du cadre réglementaire, financier et organisationnel permet de situer les enjeux et les conditions dans lesquelles la gestion du cycle de vie peut être pratiquée. Toutefois, il existe très peu de données disponibles sur l'état de la question au Québec. L'objectif de cette recherche est donc de dresser un portrait et ce, dans le cas particulier des hôpitaux montréalais.

Ce mémoire propose d'abord un survol des études pertinentes à une compréhension de la gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. La littérature permet de différencier les appareils médicaux électroniques des autres appareils électroniques. Elle analyse le cycle de vie des appareils médicaux électroniques tout en faisant ressortir les différentes initiatives utiles à la réduction des impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Elle met notamment en évidence le processus de la gestion des déchets électroniques hospitaliers et fournit les détails du fonctionnement des différents types d'acquisition d'appareils médicaux.

La recherche empirique décrite dans ce mémoire est de nature exploratoire et vise à identifier le processus de gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux montréalais est écologique. Un total de onze organisations (dont neuf hôpitaux) ont fait l'objet d'une analyse par le biais d'études de cas. Les neuf hôpitaux étudiés représentent près de 80% du parc d'appareils médicaux de l'île de Montréal et font partie des cinq catégories d'institutions de santé présentes sur l'île de Montréal. Ces hôpitaux se différencient notamment par leur vocation et par la valeur de leur parc d'appareils médicaux.

L'analyse des résultats permet de mieux identifier les différents acteurs influençant le cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux. Elle permet également d'analyser les différentes étapes du cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans un hôpital montréalais type. Globalement, la recherche démontre qu'il existe encore très peu d'initiatives concrètes eu égard à la gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques au sein des hôpitaux montréalais. L'étude propose des recommandations visant à favoriser l'émergence d'une plus grande sensibilité écologique vis-à-vis la gestion de ces appareils.

## **ABSTRACT**

Lifecycle management of electronic medical devices is a major issue in healthcare systems. In hospitals, the general knowledge of regulatory, financial, and organizational frameworks allows identifying the issues and conditions of lifecycle management. However, there is little data on this subject in Quebec. The objective of this study was therefore to provide an overview of the situation, and of Montreal hospitals in particular.

This master's thesis first provides a brief review of the literature on lifecycle management of electronic medical devices. Distinctions are made between medical and other electronic devices. An analysis of the lifecycle of electronic medical devices is then presented, highlighting a number of effective initiatives to reduce negative impacts on health and the environment. The management of electronic waste in hospitals is also described, along with a detailed account of acquisition processes.

This study is an empirical exploration that aims to determine whether the lifecycle management of electronic medical devices in Montreal hospitals can be considered ecological. Case studies were conducted of 11 organizations, including nine hospitals. The hospitals account for about 80% of the medical device inventory on the Island of Montreal and represent five categories of healthcare institutions, distinguished in terms of vocation and the value of their medical device inventory.

The analysis of the results enables a better identification of the various actors that influence the lifecycle of electronic medical devices as well as lifecycle stages in Montreal hospitals. Overall, the results indicate that few concrete initiatives have been taken to manage the lifecycle of electronic medical devices in Montreal hospitals. Recommendations are offered to promote greater awareness of ecological management of these devices.

## TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS .....	IV
RÉSUMÉ.....	V
ABSTRACT .....	VI
TABLE DES MATIÈRES .....	VII
LISTE DES TABLEAUX.....	XI
LISTE DES FIGURES.....	XII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	XIV
LISTE DES ANNEXES.....	XVII
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE .....	4
1.1 Vision globale des centres de santé.....	4
1.1.1 Mandat des centres de santé au Québec .....	4
1.1.2 Valeur des dépenses en santé .....	5
1.1.3 Déchets dans le secteur de la santé.....	14
1.2 Les appareils électroniques .....	17
1.2.1 Composantes toxiques présentes dans les produits électroniques.....	17
1.2.2 Situation des déchets électroniques.....	21
CHAPITRE 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE .....	26
2.1 Appareils médicaux électroniques .....	26
2.1.1 Distinction entre les appareils électroniques médicaux et non médicaux.....	27
2.1.2 Classification des appareils médicaux électroniques .....	28
2.1.3 Producteurs d'appareils médicaux électroniques .....	31



2.1.4	Mondialisation des producteurs d'appareils médicaux électroniques.....	31
2.2	Cycle de vie des appareils médicaux électroniques .....	31
2.2.1	Initiatives environnementales potentielles à chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical.....	32
2.2.2	Initiatives environnementales potentielles à chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical qui peuvent impacter les hôpitaux.....	34
2.2.3	Interactions entre les activités .....	47
2.3	Modèle de gestion européen des déchets médicaux électroniques dans les hôpitaux.....	49
2.4	Les appareils médicaux électroniques dans les services de santé au Québec .....	51
2.4.1	Maintien des actifs .....	52
2.4.2	Consolidation du parc.....	55
2.4.3	Projets de développement.....	56
2.5	Processus d'achat .....	56
2.5.1	Catégories d'appels d'offres.....	56
2.5.2	Responsabilité des organismes du système de la santé .....	57
2.5.3	Catégorie d'achats au sein du PCEM.....	58
CHAPITRE 3	DESIGN DE LA RECHERCHE ET MÉTHODOLOGIE .....	61
3.1	Rappel de la problématique et des objectifs de recherche .....	61
3.1.1	Rappel du sujet de recherche.....	61
3.1.2	Question de recherche .....	62
3.1.3	Cadre de la recherche : approche exploratoire .....	62
3.1.4	Stratégie de recherche : études de cas .....	63
3.2	Terrain de la recherche .....	63
3.2.1	Choix du type d'établissement médical .....	64
3.2.2	Sélection des hôpitaux.....	64

3.2.3	Choix des participants de la recherche .....	64
3.3	Démarche de collecte de données .....	65
3.3.1	Construction de l'instrument de mesure.....	65
3.3.2	Entrevues semi-dirigées .....	66
3.3.3	Déroulement des entrevues .....	67
3.3.4	Traitement des données .....	67
3.4	Méthode d'analyse des données .....	67
3.5	Éthique de la recherche .....	68
CHAPITRE 4	PRÉSENTATION DES RÉSULTATS .....	69
4.1	Acteurs influençant le cycle de vie d'un appareil médical dans un hôpital .....	69
4.2	Hôpitaux couverts par l'enquête .....	71
4.3	Analyse du processus d'achat dans les hôpitaux.....	71
4.3.1	Méthodes d'acquisition par types de budget .....	71
4.3.2	Achat des appareils médicaux .....	76
4.3.3	Initiatives écologiques lors de l'achat .....	88
4.4	Utilisation d'appareils médicaux nécessitant des accessoires réutilisables et consommables .....	88
4.4.1	Risques reliés au patient.....	90
4.4.2	Influence du coût sur le choix d'accessoires consommables ou réutilisables.....	90
4.4.3	Types de stérilisation pour les accessoires réutilisables.....	90
4.5	Entretien du parc des équipements médicaux électroniques.....	92
4.5.1	Utilisation de pièces usagées pour la réparation .....	92
4.5.2	Processus d'entretien des appareils médicaux .....	93
4.6	La disposition des appareils médicaux électroniques .....	95
4.6.1	Types de désuétudes propres aux appareils médicaux électroniques.....	96

4.6.2	Critères influençant la disposition de l'appareil.....	98
4.6.3	Processus de disposition réelle de l'appareil dans les hôpitaux .....	98
4.6.4	Processus du CSI.....	103
4.7	Restrictions budgétaires et connaissances écologiques des répondants.....	106
4.7.1	Effets des restrictions budgétaires sur les hôpitaux .....	106
4.7.2	Connaissances et conscience écologiques du répondant.....	106
CHAPITRE 5 INTERPRÉTATION ET DISCUSSION .....		108
5.1	Retour sur les résultats .....	108
5.2	Contribution théorique .....	111
5.3	Contribution pratique .....	111
5.4	Limites de la recherche .....	112
5.5	Recommandations .....	113
5.5.1	Achat .....	113
5.5.2	Utilisation .....	114
5.5.3	Disposition .....	115
5.6	Avenues de recherche.....	115
CONCLUSION .....		117
BIBLIOGRAPHIE .....		118
ANNEXES .....		136

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Classification des hôpitaux de la région de Montréal .....	13
Tableau 1.2 : Catégories des déchets de soins médicaux .....	15
Tableau 1.3 : Exemples d'utilisation des composantes toxiques présentes dans les appareils électroniques.....	18
Tableau 1.4 : Risques reliés aux principales composantes toxiques utilisées dans les appareils électroniques.....	19
Tableau 1.5 : Substances toxiques présentes dans les produits électroniques et leur statut auprès de certains grands fabricants de l'industrie de l'électronique.....	21
Tableau 1.6 : Quantités de déchets électroniques produits par pays .....	22
Tableau 2.1 : Classification des appareils médicaux selon les normes de Santé Canada .....	29
Tableau 2.2 : Équivalences des classifications des dispositifs médicaux canadiens, américains et européens.....	30
Tableau 2.3 : Nombre d'homologations d'instruments médicaux renouvelées chaque année par Santé Canada .....	30
Tableau 2.4 : Valeur de l'enveloppe pour le maintien des actifs des équipements médicaux pour Montréal .....	54
Tableau 2.5 : Subvention pour le maintien des actifs des équipements médicaux d'hôpitaux de Montréal .....	55
Tableau 2.6 : Développement de services requérant l'autorisation du Ministre .....	56
Tableau 2.7 : Conditions pour définir les types d'appels d'offres obligatoires ou optionnels.....	57
Tableau 2.8 : Listes des appareils dits stratégiques.....	59
Tableau 3.1 : Récapitulatif des 16 répondants, par institution. ....	65
Tableau 4.1: Correspondance des répondants .....	71
Tableau 4.2 : Budget de consolidation et de développement pour 2011 en fonction du parc.....	76
Tableau 4.3 : Proportion du budget du parc consacré à l'entretien des appareils médicaux.....	92

## LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Dépenses totales en santé en pourcentage du PIB dans 20 pays de l'OCDE, 2007.....	6
Figure 1-2 : Dépenses nationales en santé par personne par pays (en dollars américains à PPA)...	7
Figure 1-3 : Dépenses nationales en santé des ÉU par habitant (en dollars américains à PPA) .....	8
Figure 1-4 : Dépenses nationales en santé du Canada par habitant (en dollars américains à PPA).9	
Figure 1-5 : Dépenses en santé pour le Québec et l'île de Montréal .....	9
Figure 1 6 : Valeur des parcs des hôpitaux de Montréal en dollar et en proportion des services de santé de Montréal par catégorie.....	12
Figure 1-7 : Déchets hospitaliers par pays, par auteurs et par kg/lit/jour.....	16
Figure 1-8 : Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques prêts pour sa gestion de fin de cycle de vie (États-Unis) .....	23
Figure 1-9 : Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques collectés pour le recyclage (États-Unis) .....	23
Figure 1-10 : Proportions des appareils recyclés basée sur les deux graphiques précédents (États-Unis) .....	24
Figure 2-1 : Les initiatives environnementales potentielles au cours de chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical (adapté de Harbec, 2009).....	33
Figure 2-2 : Étapes du cycle de vie de l'appareils médical dans les hôpitaux .....	34
Figure 2-3 : Les initiatives environnementales potentielles au cours de chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical et leurs interactions .....	47
Figure 2-4 : DEEE : Processus et responsabilités des producteurs d'appareils médicaux électroniques.....	51
Figure 2-5 : Budget pour le maintien des appareils médicaux pour le Québec .....	53
Figure 4-1 : Acteurs influençant les hôpitaux au niveau de la gestion du cycle de vie de leurs appareils médicaux .....	70
Figure 4-2 : Acteurs de la gestion du cycle de vie des appareils médicaux dans un hôpital .....	70

Figure 4-3 : Processus d'évaluation et d'allocation du budget relatif au maintien des actifs des appareils médicaux.....	72
Figure 4-4 : Niveau d'approbation des achats par types d'hôpitaux.....	78
Figure 4-5 : Importance de certains critères d'achat influençant le cycle de vie écologique d'un appareil médical pour chaque hôpital.....	81
Figure 4-6 : Proportion d'accessoires réutilisables et motivation des répondants .....	89
Figure 4-7 : Processus d'entretien général d'un appareil médical électronique.....	94
Figure 4-8 : Données relatives à l'entretien en fonction de chaque hôpital.....	95
Figure 4-10 : Proportion des hôpitaux disant prévoir une disposition écologique.....	103

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>Sigle</b>	<b>Description</b>
AATF	Approved authorised treatment facility (Installation de traitement approuvée et autorisée)
ABS	Acrylonitrile butadiène styrène
APIBQ	Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CE	Conformité Européenne
CEFIC	Conseil européen des fédérations de l'industrie chimique
CONAE	Comision Nacional de Actividades Espaciales (National Commission for Energy Conservation)
CR	Computed Radiography (Radiologie numérique/digitale)
CREM	Centre de recyclage électronique de la Montérégie
CSI	Collaboration santé internationale
CSRA	Coopérative des services regroupés en approvisionnement
CSRE	Corporation de services regroupés de l'Estrie
CSSS	Centre de santé et de services sociaux
CT	Computed Tomography (Tomographie numérique)
CvD	Conception en vue du désassemblage (Dfd, <i>design for disassembly</i> )
DEEE	Déchets des équipements électriques et électroniques (WEEE)
EBFRIP	European Brominated Flame Retardant Industry Panel
ECG	Électrocardiogramme
ÉU	États-Unis d'Amérique
EuP	Energy Using Product
FDA	Food and Drug Administration

<b>Sigle</b>	<b>Description</b>
HDPE	High-density polyethylene (Polyéthylène haute densité (PEHD))
IRM	Imagerie par résonance magnétique
LDPE	Low-density polyethylene (Polyéthylène basse densité (PEBD))
LINAC	Linear accelerator (Accélérateur linéaire médical)
MDD	Medical Devices Directives
MDDE	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MDR	Canadian Medical Devices Regulations
MEVR	Méthode d'estimation de la valeur de remplacement
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OEM	Original Equipment Manufacturer (fabricants d'équipement original)
PBDE	Polybromodiphényléthers
PEBD	Polyéthylène basse densité (LDPE)
PCEM	Plan de conservation de l'équipement et du mobilier
PEHD	Polyéthylène haute densité (HDPE)
PETE	Polyéthylène téréphtalate (PET)
PIB	Produit intérieur brut
PLM	Product Lifecycle Management
PNB	Produit national brut
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PVC	Polyvinyl chloride (Polychlorure de vinyle)
REP	Responsabilité élargie des producteurs
RFB	Retardateurs de flamme bromés



<b>Sigle</b>	<b>Description</b>
RoHS	Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment (réduction des substances dangereuses)
SIMDUT	Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
TEMP	Tomographie d'émission monophotonique (Caméra gamma)
TEP	Tomographie par émission de positrons ou de photons
TF	Technical File (fiche technique)
TV	Télévision
UE	Union Européenne
WEEE	(DEEE) Waste Electrical and Electronic Equipment

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A – ESTIMATION ANNUELLE DE LA QUANTITE DE PRODUITS ELECTRONIQUES PRETS POUR SA GESTION DE FIN DE CYCLE DE VIE POUR LES ETATS-UNIS DE 1999 A 2007.....	136
ANNEXE B – ESTIMATION ANNUELLE DE LA QUANTITE DE PRODUITS ELECTRONIQUES COLLECTES POUR LE RECYCLAGE POUR LES ETATS-UNIS DE 1999 A 2007 .....	138
ANNEXE C – PROPORTIONS DES APPAREILS RECYCLES POUR LES ETATS-UNIS DE 1999 A 2007 .....	140
ANNEXE D – IMPACTS PREVUS DES INITIATIVES ECOLOGIQUES.....	142
ANNEXE E – SURVOL DES ÉQUIPEMENTS MÉDICAUX ÉLECTRONIQUES PAR COMPAGNIE .....	158
ANNEXE F – ÉQUIPEMENTS MÉDICAUX ÉLECTRONIQUES PAR CLASSE DE RISQUE (NORMES CANADIENNES) .....	174
ANNEXE G –APPAREILS MEDICAUX ELECTRONIQUES PAR POIDS.....	177
ANNEXE H – GUIDE D’ENTREVUE.....	182
ANNEXE I – FORMULAIRE D’INFORMATION ET DE CONSENTEMENT .....	192
ANNEXE J – CORRESPONDANCES DES QUESTIONS DU GUIDE D’ENTREVUE AVEC LES SECTIONS DU MEMOIRE .....	197

## INTRODUCTION

Notre monde industrialisé sent de plus en plus les pressions écologistes. On parle du protocole de Kyoto, de l'indice de carbone, d'empreinte écologique, du réchauffement planétaire, etc. Peu importe que nous soyons d'accord avec les concepts véhiculés, deux réalités sont d'actualité depuis quelques années déjà : la détérioration écologique et la croissance technologique. La pollution augmente de jours en jours et plusieurs experts jugent la situation critique.

La première source de cette pollution est la consommation. Une consommation croissante et de plus en plus polluante appauvrit les ressources naturelles en les transformant en résidus. Ces deux impacts touchent deux concepts : la déplétion des ressources naturelles et la détérioration écologique. La déplétion des ressources naturelles consiste à la diminution de ressources naturelles non-renouvelables jusqu'à leurs disparitions complètes. Tandis que la détérioration écologique fait référence à la modification défavorable de l'état de l'environnement<sup>1</sup>. On peut également parler d'impact environnemental qui touche les effets qualifiables et, en général, mesurables qu'entraînent certaines activités humaines sur l'environnement<sup>1</sup>. Ainsi, l'électronique consomme une grande variété de ces ressources comme le pétrole et certains métaux lourds, lesquels représentent un résidu impactant sensiblement l'écologie.

Les technologies électroniques font partie du quotidien de la population des pays industrialisés et touchent tous les niveaux de notre société et toutes les tranches d'âges. Cette utilisation est en constante croissance, remplaçant peu à peu la mécanique par l'électronique. Passant de la voiture à carburateur au système d'injection contrôlé par ordinateur, de la machine à écrire à l'ordinateur, du livre à la tablette électronique, etc.

Le secteur de la médecine est également touché par cette évolution. L'amélioration de la performance d'anciens instruments par l'électronique, comme par exemple le scalpel remplacé par le laser, a favorisé le développement de nouvelles technologies de plus en plus complexes telles l'imagerie par résonance magnétique. Aujourd'hui, même si certains instruments simples sont encore utilisés, il n'existe pratiquement plus d'appareils médicaux dénués d'électronique. En effet des appareils médicaux électroniques sont de plus en plus utilisés dans le secteur de la santé.

---

<sup>1</sup> [www.granddictionnaire.com](http://www.granddictionnaire.com)

Dans les pays de l'OCDE, la santé représente un des domaines qui draine le plus de ressources (OCDE 2011) et conséquemment en émet l'équivalent en résidus : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »<sup>2</sup>.

Avec le temps, plusieurs méthodes sont développées afin de diminuer ces résidus et leurs impacts sur l'environnement. De nouveaux outils d'analyses, de conception, de gestion et de traitement sont créés par des institutions privées et/ou publiques et mis à la disposition des utilisateurs.

Aujourd'hui, quel est le bilan écologique des appareils médicaux électroniques dans les centres de santé? Est-ce que les outils visant à diminuer leurs impacts écologiques sont utilisés? Est-ce qu'ils fonctionnent et pourquoi?

Ces questions sont au cœur de ce projet de recherche. Plus concrètement, l'objectif du mémoire est de déterminer si le processus de gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux montréalais est écologique. Selon le Grand dictionnaire terminologique, le terme écologique désigne ce qui ne porte pas ou très peu atteinte à la nature, à l'environnement naturel et qui se rapporte à la protection de l'environnement naturel. Dans ce sens, le processus de gestion écologique peut se définir comme étant un ensemble d'activités logiquement interreliées mettant en œuvre des moyens humains et matériels d'un organisme ou d'une entreprise afin de protéger l'environnement naturel.<sup>3</sup>

Pour atteindre l'objectif, la recherche fut réalisée en trois temps : l'identification des outils écologiques potentiels, l'identification des facteurs influençant l'écologie et enfin, le bilan des pratiques courantes dans les hôpitaux montréalais. La stratégie méthodologique utilisée est l'étude de cas. Par le biais de 16 entrevues avec des intervenants clés œuvrant au sein de 9 hôpitaux montréalais, il fut possible de dégager un portrait d'ensemble de la situation actuelle.

Au final, il en ressort que, bien que les répondants aient une sensibilité environnementale, compte tenu des contraintes, la gestion écologique de leurs appareils médicaux n'est pas une priorité pour la plupart des hôpitaux rencontrés.

\*\*\*

---

<sup>2</sup> Antoine Lavoisier

<sup>3</sup> [www.granddictionnaire.com](http://www.granddictionnaire.com)

Cet ouvrage couvre cinq chapitres. Le premier chapitre présente une vue d'ensemble de la situation de la santé et de l'évolution des technologies dans le monde. Le second met de l'avant des données influençant le cycle de vie d'un appareil médical électronique ainsi que des outils utilisés afin de diminuer leur impact écologique. Le troisième, présente la problématique cernée lors de la revue de littérature de même que la méthodologie de recherche utilisée pour y répondre. Le quatrième traite et illustre l'information recueillie dans les hôpitaux. Le cinquième finalement, fait un bilan de cette recherche.

## **CHAPITRE 1 MISE EN CONTEXTE**

Ce premier chapitre vise à situer la problématique de gestion du cycle de vie des appareils médicaux dans son contexte, soit celui des services publics de la santé. Une compréhension générale du cadre réglementaire, financier et organisationnel permet de situer les enjeux et les conditions dans lesquelles cette gestion du cycle de vie peut être pratiquée. Dans un premier temps, le chapitre présente de façon générale le secteur de la santé et son financement. Par la suite, il met en évidence certains impacts reliés à la consommation d'appareils électroniques et aux déchets générés par cette consommation.

### **1.1 Vision globale des centres de santé**

Les services de santé occupent une place prépondérante dans la plupart des pays industrialisés. Cette section permet d'illustrer certains des aspects qui peuvent avoir un impact sur la société, tels leur poids budgétaire et le volume de déchets produits. Avant de traiter de ces points, il est important de comprendre les fondements généraux d'un centre de santé. Dans le cadre de notre recherche, celui du Québec paraît approprié.

#### **1.1.1 Mandat des centres de santé au Québec**

Les centres de santé au Québec sont régis par la Loi sur les services de santé et les services sociaux. Leur mandat consiste à maintenir et améliorer « la capacité physique, psychique et sociale des personnes, d'agir dans leur milieu et d'accomplir les rôles qu'elles entendent assumer d'une manière acceptable pour elles-mêmes et pour les groupes dont elles font partie » (Québec, 2012).

Pour y arriver, la Loi sur les services de santé et les services sociaux met l'accent sur plusieurs points:

1. Diminuer la mortalité ayant pour cause les maladies et les traumatismes.
2. Diminuer la morbidité, les incapacités physiques et les handicaps.
3. Responsabiliser la société et ses membres sur les différents facteurs influençant la santé et le bien-être des personnes par des actions préventives et par la promotion.
4. Rétablir la santé et le bien-être des personnes.

5. Protéger la santé publique.
6. Soutenir l'adaptation et la réadaptation des individus afin de favoriser leur intégration ou leur réintégration dans la société.
7. Réduire les effets des problèmes de santé qui altèrent la qualité de vie de la personne.
8. Uniformiser le degré de santé et de bien-être des différents niveaux de la société et des différentes régions.

Cet énoncé de mandat couvre donc un éventail très large de services offerts par les établissements soumis à la Loi. Si la plupart des investissements en ressources humaines et matérielles sont destinés à des services directement fournis à des individus, l'importance de la santé publique (point 5) se trouve ici confirmé. En ce sens, mieux comprendre les enjeux liés aux déchets électroniques revêt une importance grandissante et constitue certainement une question de santé publique, d'autant plus que le secteur médical acquiert de plus en plus d'équipements, comme il sera vu plus loin (Québec, 2012).

### **1.1.2 Valeur des dépenses en santé**

Au Canada, les dépenses publiques dans les services de santé représentent, comme dans plusieurs pays industrialisés, l'un des postes budgétaires les plus importants. Elles dépassent même souvent les sommes réservées à la défense, l'éducation, la justice et les infrastructures publiques. Les sommes qui sont comptabilisées comme « dépenses de services de santé » couvrent un large éventail de coûts : les infrastructures, les services, comme par exemple les médicaments et les examens de laboratoire, et les ressources humaines.

Cette section souligne l'importance des investissements et des dépenses en santé dans plusieurs pays industrialisés. Dans un premier temps, cette présentation est faite de façon globale; par la suite, des informations plus précises sont fournies, relativement aux dépenses du plus proche voisin du Canada : les États-Unis. Finalement, la présente section se termine par une analyse détaillée du Canada et plus précisément du Québec.

#### **1.1.2.1 Vue d'ensemble des dépenses de santé dans quelques pays industrialisés**

Les comparaisons relatives aux dépenses de la santé sont particulièrement instructives. Les données indiquent que les différents pays industrialisés ne gèrent pas de la même façon leurs

dépenses en santé et n'y accordent pas la même proportion de leurs ressources financières annuelles. Les données compilées par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) indiquent une fluctuation importante à ce niveau (OCDE, 2011).

La Figure 1-1 présente les dépenses totales en santé en pourcentage du produit intérieur brut (PIB) de 20 des 34 pays membres de l'OCDE dépensant le plus en santé, pour l'année 2007. Ces dépenses incluent toutes les dépenses d'un pays, autant celles du secteur privé que celles du secteur publique. Elles indiquent que la plupart des pays représentés consacrent entre 8% et 11% de leur PIB à la santé. Les États-Unis par contre, sont loin devant, avec un taux de 16%, dépassant de 5% la France qui se trouve pourtant en deuxième place. Quant au Canada, il se retrouve ex aequo au 6<sup>ème</sup> rang, avec le Danemark et le Portugal, avec 10% de son PIB consacré à la santé.

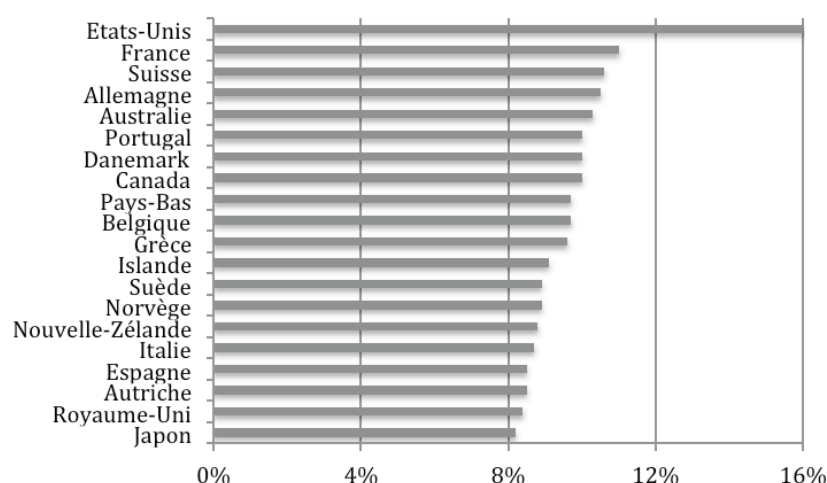


Figure 1-1 : Dépenses totales en santé en pourcentage du PIB dans 20 pays de l'OCDE, 2007

Source : (OCDE, 2011)

Une autre façon de comparer les dépenses en santé consiste à les calculer au prorata de la population desservie. La Figure 1-2 permet de comparer les dépenses nationales en santé par personne en dollars américains à parité de pouvoir d'achat (PPA) pour plusieurs pays (OCDE, 2011). Le PPA est un taux qui exprime le rapport entre la quantité d'argent nécessaire dans différents pays, pour se procurer un « panier » de biens et de services équivalent. Il permet de mieux comparer les pays entre eux. Le rang de chaque pays se trouve modifié par rapport aux données précédentes. Dans ce sens, le Canada qui passe du 6<sup>ème</sup> au 10<sup>ème</sup> rang avec des dépenses



de 2 700\$ par habitant en 2007. Les États-Unis passent du 1<sup>er</sup> au 3<sup>ème</sup> rang avec des dépenses de 3 356\$ pour 2007. La Norvège quant à elle passe du 14<sup>ème</sup> rang au 1<sup>er</sup> avec des dépenses de 4 108\$. On remarque également que les dépenses ont augmenté dans tous les pays, de 2007 à 2008.

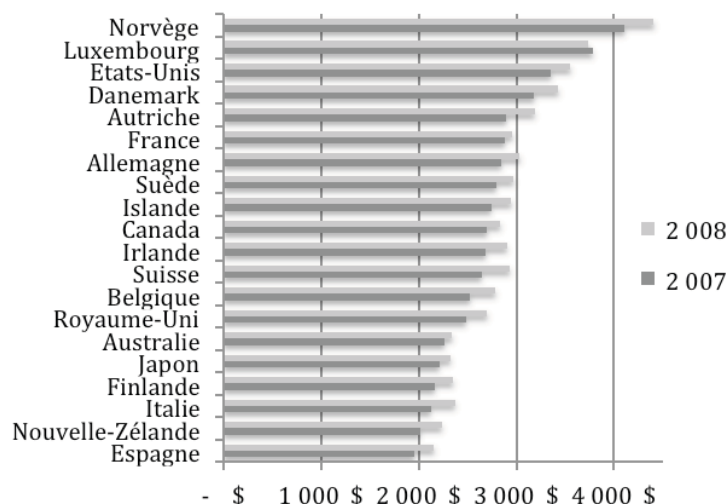


Figure 1-2 : Dépenses nationales en santé par personne par pays (en dollars américains à PPA)

Source : (OCDE, 2011)

L'accroissement des dépenses s'observe d'année en année et peut s'expliquer de diverses façons. Le vieillissement de la population, les avancées technologiques de la médecine et une préoccupation accrue pour une vie prolongée en santé (facteur appelé « sensibilité à la santé ») sont des facteurs qui s'influencent et qui, globalement, entraînent continuellement les coûts de santé à la hausse. L'acquisition de matériel et d'équipement coûteux représente une part importante de ces dépenses, d'où la préoccupation grandissante pour une gestion adéquate de leur cycle de vie.

### 1.1.2.2 Les dépenses de santé aux États-Unis et au Canada

De par sa proximité géographique et sa taille relative très importante, les États-Unis ont toujours eu une influence prépondérante sur le mode de vie des canadiens. Même si les systèmes de santé diffèrent grandement entre les deux pays (notamment quant au rôle du secteur privé), le Canada demeure perméable aux nombreuses avancées scientifiques et technologiques médicales provenant des États-Unis. En ce sens, les pratiques médicales de même que les équipements utilisés dans ce pays sont une indication des tendances futures au Canada.

En plus d'occuper le 3<sup>ème</sup> rang mondial en matière de dépenses de la santé (cf. figures précédentes), les États-Unis présentent un profil d'accroissement continu et régulier de ses dépenses depuis vingt ans. La Figure 1-3 est illustrative de cette progression des dépenses dans ce pays. Ces dernières ont doublé en un peu plus de dix ans, passant de 1 871\$ en 1998 à 3 795 en 2009 (OCDE, 2011).

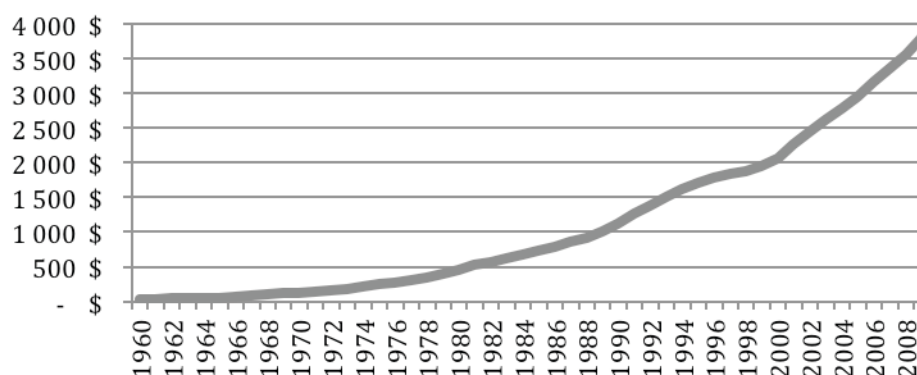


Figure 1-3 : Dépenses nationales en santé des États-Unis par habitant (en dollars américains à PPA)

Source : (OCDE, 2011)

À l'instar d'autres pays industrialisés, les dépenses canadiennes pour la santé ne cessent de croître. En effet, en 2007, en dollars canadiens, ces dépenses totales représentaient 161,0 milliards de dollars, 173,6 milliards de dollars en 2008 et finalement, 183,1 milliards de dollars en 2009. Cette progression se trouve bien illustrée à la Figure 1-4 qui montre les dépenses totales en santé par habitant pour le Canada de 1970 à 2010 en dollars américains à PPA<sup>4</sup>. Les dépenses par habitant ne cessent de croître également depuis 1970, à un rythme nettement supérieur à l'augmentation de la démographie. En effet, en 2007, les dépenses en santé par habitant totalisaient 2 700 \$, pour passer à 3 157 \$ en 2010. Après l'ajustement pour tenir compte de l'inflation, les taux réels de croissance en 2008 auraient atteint 4,2% et 2,5% pour 2009 (CIHI, 2008). Comme mentionnées plus haut, une partie de ces augmentations de coûts sont attribuables à l'utilisation d'appareils de plus en plus sophistiqués et dispendieux et au vieillissement de la population. Dans ce sens, il ne faut pas négliger que cette tranche de population consomme davantage de soin de santé.

<sup>4</sup> Le dollar américain à PPA est utilisé ici afin de permettre un comparatif avec les dépenses américaines et des autres pays

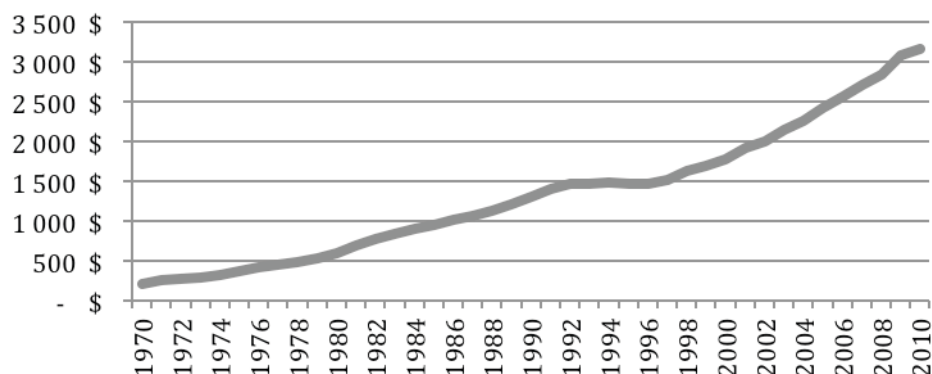


Figure 1-4 : Dépenses nationales en santé du Canada par habitant (en dollars américains à PPA)

Source : (OCDE 2010)

### 1.1.2.3 Les dépenses de la santé au Québec et pour l'île de Montréal

Comme pour le reste du Canada, le Québec voit ses dépenses en santé augmenter. De 2005 à 2010, les dépenses ont crû d'environ 5,8 %, passant de 14 milliards de dollars canadiens à près de 18 milliards. Ces dépenses touchent plusieurs volets des services de santé, que ce soit la construction et la rénovation de bâtiments, l'embauche et la formation de nouveaux personnels, l'achat de nouveaux équipements médicaux, etc.

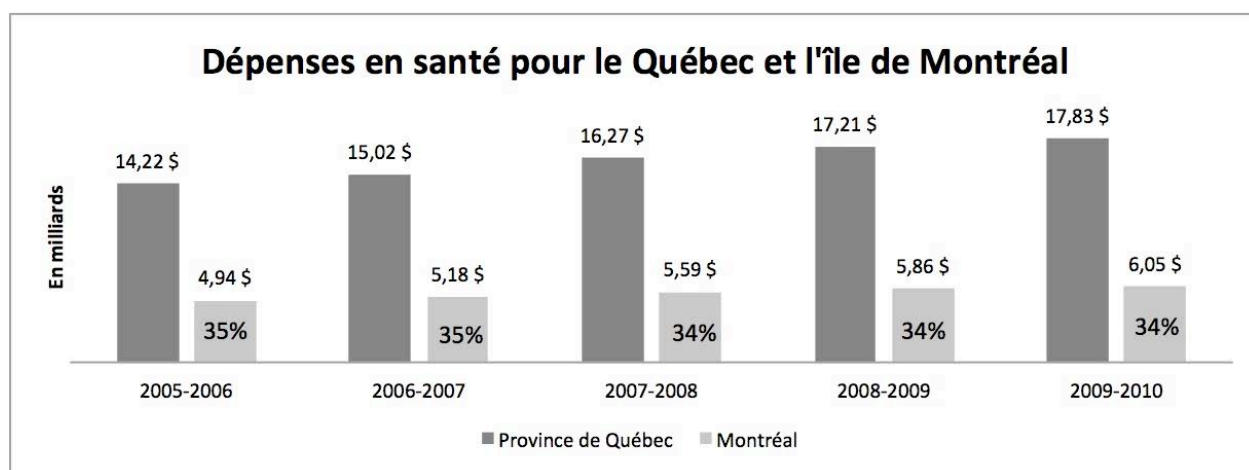


Figure 1-5 : Dépenses en santé pour le Québec et l'île de Montréal

Sources : (MSSS, 2007; 2008; 2009c; 2010c; 2011b)

Les dépenses en santé couvrent toutes celles relatives aux centres de santé, soit celles des différents services, de l'administration, du soutien aux services et celles de la gestion des bâtiments.

Au Québec, la gestion de la santé est sous la responsabilité du Ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS). Ce dernier est responsable de 15 Agences régionales et de 3 centres régionaux (MSSS, 2006). La plus importante de ces Agences se retrouve à Montréal; à elle seule, elle représente environ le tiers des dépenses provinciales. La présente recherche porte sur cette région à cause justement de son importance.

En 2011, l'île de Montréal compte 1 958 257 habitants pour 7 979 663 au Québec (ISQ, 2011) représentant environ 24,5 % de la population québécoise. On constate une différence d'environ 10 % entre la proportion de la population et la proportion du budget alloué à Montréal (Figure 1-5) Cette différence peut s'expliquer par le fait que les hôpitaux desservent, non seulement les habitants de Montréal, mais, également une partie de la population des villes périphériques comme Laval, Lanaudière, les Laurentides, etc. S'ajoute à cela le reste de la population du Québec qui se fait soigner dans des hôpitaux spécialisés montréalais.

Les données précédentes suggèrent deux conclusions. D'abord, il est évident que les dépenses en santé représentent un poids énorme pour les pays industrialisés et qu'elles ne cessent de croître. Au Canada et au Québec, cette situation s'explique par plusieurs facteurs : une croissance de la démographie, une population vieillissante, un accroissement de la « sensibilité à la santé » et des avancées technologiques constantes de la médecine. Cette croissance a un impact sur la quantité de déchets évacuée par le système.

#### **1.1.2.4 Dépenses reliées aux appareils médicaux électroniques dans les services de santé au Québec**

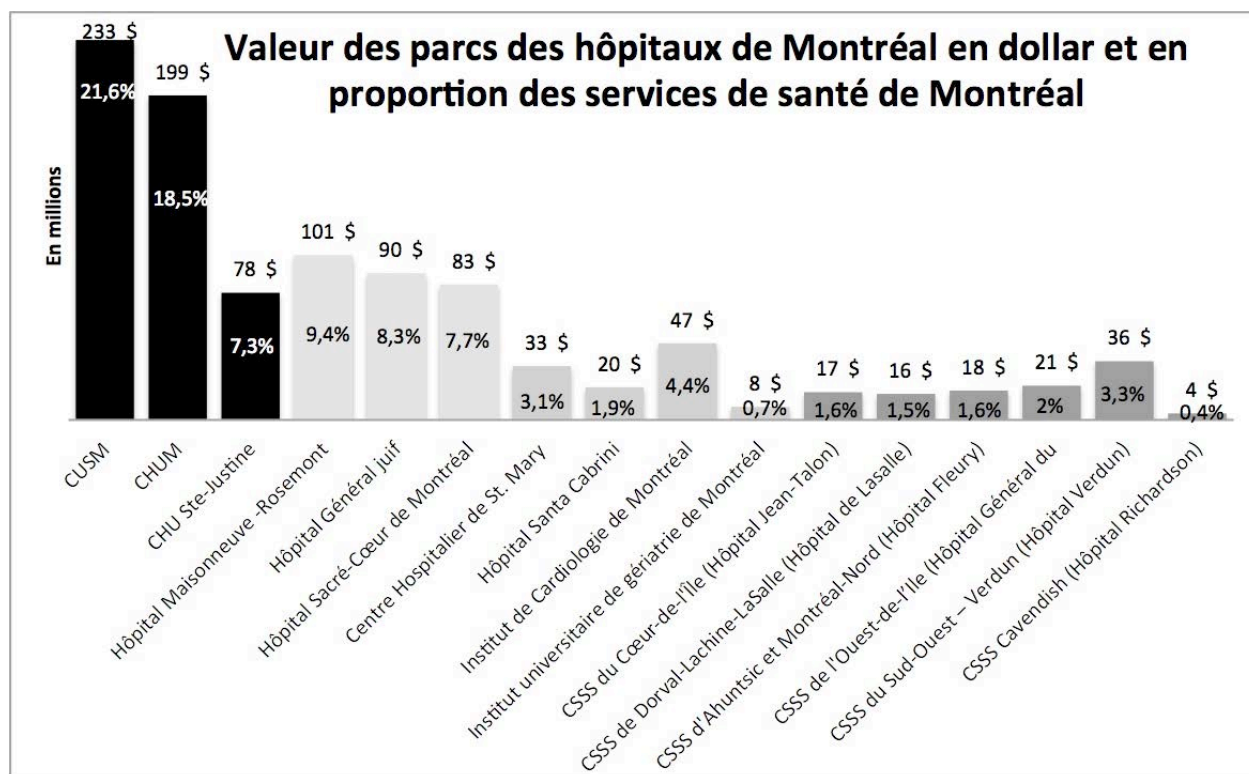
Comme décrits précédemment, les coûts des soins de santé sont en constante augmentation, ce qui pousse le gouvernement fédéral, les gouvernements provinciaux, les hôpitaux et autres fournisseurs de soins de santé à mettre de l'avant des stratégies pour économiser tout en assurant un système de santé efficace. En 2006, ces compressions budgétaires touchaient trois « secteurs » : le dépistage préventif des maladies, l'augmentation de la quantité de chirurgie sans hospitalisation et finalement l'achat en vrac d'équipement médical. Par ailleurs, des efforts

importants sont investis pour acquérir et utiliser des équipements médicaux servant à diminuer les séjours à l'hôpital, augmenter la productivité et faciliter les soins à domicile (MDEIE, 2006).

Par la suite, en 2008, le Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) a mis place un programme de maintien des actifs des équipements médicaux présents dans les centres de santé québécois. Dans les grandes lignes, ce programme sert à remplacer un appareil médical considéré comme désuet. Lorsqu'un nouvel appareil arrive, un ancien équivalent est disposé. Ce programme sera détaillé au point 2.4.1.1.

#### **1.1.2.5 Valeur du parc d'appareils médicaux des hôpitaux de Montréal**

La valeur du parc des appareils médicaux de Montréal s'élève à un peu plus de 1 milliard de dollars et se stabilise depuis quelques années (MSSS, 2010b). Cette valeur s'établit à l'aide de la Méthode d'estimation de la valeur de remplacement (MEVR) basé sur le rapport financier AS-471 (Québec, 2012). Ce rapport comptabilise annuellement les différentes informations relatives aux appareils telles que leur durée de vie, leur coût d'acquisition, etc., ainsi que les nouvelles acquisitions et les dispositions. La Figure 1-6 illustre la valeur du parc des différents hôpitaux de l'île de Montréal calculée par cette méthode. Il permet de constater l'importance de la valeur des parcs des différentes institutions et que les trois hôpitaux universitaires (CUSM, CHUM et Chu Ste-Justine) possèdent près de 50% de la valeur totale du parc.



Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés universitaire
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés non universitaire - Gros
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés non universitaire - Petit
Institut hospitalier ultra spécialisé
CSSS à mission hospitalière

Figure 1-6 : Valeur des parcs des hôpitaux de Montréal en dollar et en proportion des services de santé de Montréal par catégorie

Source : Proportions établies en divisant la valeur du parc de chaque hôpital par celui du total des centres de santé de Montréal à partir des données fournies par (MSSS, 2010b)

À noter que la valeur des parcs des appareils médicaux des hôpitaux couvre 93,22% de ceux des centres de santé de l'île de Montréal (1 006 069 831 \$) qui se chiffre à 1 079 244 874 \$ (100 %).

Cette figure permet de proposer une classification des hôpitaux basés sur plusieurs critères : la grosseur du parc, s'il est de vocation universitaire ou non universitaire, s'il propose des soins généraux ou s'il n'offre que des soins ultras spécialisés ou s'il fait partie d'un CSSS. Selon ces critères, les hôpitaux peuvent se classer en trois catégories principales : les CHSGS, les Instituts hospitaliers ultras spécialisés et les CSSS à mission hospitalière. Le CHSGS se subdivise en deux

catégories : universitaires et non universitaires. Cette dernière catégorie non universitaire se subdivise également en deux types : les gros hôpitaux (parc de 40 millions \$ et plus) des petits (moins de 40 millions \$). À noter qu'il n'y a aucun hôpital de grandeur moyenne dans cette catégorie. Le Tableau 1.1 classe chaque hôpital dans sa catégorie respective. Le CUSM et le CHUM contiennent plusieurs hôpitaux, mais ils sont considérés comme étant une seule entité.

Tableau 1.1 : Classification des hôpitaux de la région de Montréal

CHSGS  Centre Hospitalier de Soins Généraux et Spécialisés	Universitaire	CUSM	Hôpital Royal Victoria
			Hôpital général de Montréal
			Institut thoracique de Montréal
			Hôpital de Montréal pour enfants
			Hôpital neurologique de Montréal
			Hôpital de Lachine
		CHUM	Hôpital Hôtel-Dieu
			Hôpital Notre-Dame
			Hôpital Saint-Luc
	CHUSJ	CHU Ste-Justine	
	Non universitaire	Gros (40 M\$ et +)	Hôpital Maisonneuve -Rosemont
			Hôpital Général juif
			Hôpital Sacré-Cœur de Montréal
		Petit (- de 40 M\$)	Centre Hospitalier de St. Mary
			Hôpital Santa Gambini
Institut hospitalier ultra spécialisé			Institut de Cardiologie de Montréal
			Institut universitaire de gériatrie de Montréal
CSSS à mission hospitalière			CSSS du Cœur-de-l'Île (Hôpital Jean-Talon)
			CSSS de Dorval-Lachine-LaSalle (Hôpital de Lasalle)
			CSSS d'Ahuntsic et Montréal-Nord (Hôpital Fleury)
			CSSS de l'Ouest-de-l'Île (Hôpital General du Lakeshore)
			CSSS du Sud-Ouest – Verdun (Hôpital Verdun)
			CSSS Cavendish (Hôpital Richardson)

Ces hôpitaux possèdent des équipements médicaux qui ont une vie utile se situant entre 10 et 15 ans. Ce qui implique que d'ici les 15 prochaines années, pratiquement l'entièreté du parc de ces hôpitaux se sera retrouver en fin de vie.

### **1.1.3 Déchets dans le secteur de la santé**

Une gestion adéquate des déchets représente aujourd'hui une préoccupation répandue dans la plupart des sociétés industrialisées comme le démontrent les nouvelles législations européennes (Bogaert, et al., 2008). Cette question se pose à tous les niveaux, tant du côté de la production des déchets que du côté de leur traitement. En ce qui concerne les hôpitaux, cette question requiert une attention particulière du fait de la très grande variété de déchets produits et dont certains constituent de réels dangers pour les humains (ex. : déchets radioactifs, infectieux, toxiques, etc.). Cette section dresse un portrait d'ensemble de ces déchets et tente d'évaluer la quantité générée par les centres hospitaliers.

#### **1.1.3.1 Types de déchets**

Il existe une très grande variété de déchets rejetés par les hôpitaux. La littérature propose de classer ces déchets en 11 catégories comme indiquées au Tableau 1.5. On y retrouve les déchets infectieux, les déchets piquants-tranchants, les vaccins de souche vivante, le sang liquide, la culture de tissus, les déchets anatomiques de source humaine et animale, les produits pharmaceutiques, les composés chimiques, les déchets radioactifs et finalement, les appareils médicaux électriques et électroniques. Cette dernière touche plus particulièrement notre recherche.

Il est à noter qu'il n'existe pas, dans la littérature, une façon unique de classer ces déchets. Les auteurs s'entendent tout de même sur certaines lignes directrices. Le Tableau 1.2 propose une classification à partir des plus importants auteurs dans le domaine. Il catégorise les déchets provenant des soins médicaux tout en les décrivant et en les illustrant.



Tableau 1.2 : Catégories des déchets de soins médicaux

Catégorie des déchets			Description et exemples
Infectés	Non anatomique	Infectieux	Déchets suspectés de contenir des agents pathogènes. Par exemple, des cultures de laboratoire, des déchets de quartiers d'isolement, des tissus (prélèvements), des matériaux ou des équipements qui ont été en contact avec des patients infectés, des excréments, etc.
		Piquants - tranchants	Aiguilles, dispositifs de perfusion, scalpels, couteaux, lames, verre brisé, etc.
		Vaccin de souche vivante	Déchets composés de micro-organismes qui ont perdu leur caractère pathogène. Par exemple, les vaccins contre la rougeole, la rubéole et la fièvre jaune.
		Sang liquide	Le sang de sources humaines ou animales.
		Cultures de tissus	Micro-organismes ou tissus biologiques vivant et se développant dans un milieu contrôlé
	Anatomique	Humain	Constitué d'une partie d'un corps humain ou animal à l'exception du sang et des cultures de tissus.
		Animal	Constitué d'une partie d'un corps animal à l'exception du sang et des cultures de tissus. Ne concerne que les hôpitaux possédant des centres de recherche se servant d'animaux.
Risqué	Pharmaceutiques	Produits périmés ou rendus inutiles, objets contaminés par ou contenant des produits pharmaceutiques (bouteilles, boîtes).	
	Chimique	Réactifs de laboratoire ; réactifs de films, désinfectants périmés ou inutiles, solvants, etc.	
Radioactifs			Liquides de radiothérapie non utilisés ou de recherche en laboratoire; verrerie, emballages ou papiers absorbants contaminés; urine et excréments provenant de patients traités ou testés avec des radionucléides non scellés, sources scellées, etc.
Électriques et électroniques médicaux			Tous les déchets des appareils qui sont spécifiques au monde de la santé : thermomètres, échographes, appareils de chirurgie, les TEP scan, etc. (voir l'annexe E pour plus de détail)

Sources : (Adapté de HDM 1992 ; Prüss et al., 1999 ; Da Silva et al., 2004 ; Alvim-Ferraz et al., 2005; Tudor et al., 2005; Qdais et al, 2006.; Raman et al, 2006; Diaz et al., 2007; Bentley, 2008; Harbec, 2009)

En plus des déchets typiquement médicaux, il en existe également d'autres qui, tout en étant moins spécifiques à ce milieu, demeurent importants : les déchets dits domestiques. Ces déchets comprennent principalement les matériels électriques et électroniques (dont les ordinateurs et autres matériels informatiques), le papier et le carton (documents divers, emballages de produits, etc.), certains produits d'entretien ménagers et la nourriture non consommés par les patients, le personnel ou les visiteurs.

### 1.1.3.2 Volume de déchets hospitaliers

Il existe très peu de données publiques relatives au volume de déchets médicaux. Les données disponibles sont peu détaillées et parfois même contradictoires. La Figure 1-7 en présente quelques-unes, tirées de diverses publications.

Les sources de ces données sont relativement anciennes et les plus récentes datent d'une dizaine d'années (EPA, 2002). Pour le Canada et les États-Unis, on trouve deux sources de données. En 1972, les déchets hospitaliers solides au Canada étaient de 4,1 kg de déchets hospitaliers par lit par jour (kg/lit/jour) alors qu'il était de 4,4 kg/lit/jr aux États-Unis. (US EPA, 1972; US EPA, 1990). Quelques années plus tard, en 1980, les sources établissaient ces niveaux, pour le Canada et les États-Unis confondus, à des valeurs de 1,5 à 3,9 kg/lit/jour (McCrate, 1980 ; Mato, 1997 ; Mohee, 2007 ; Alhumoud, 2007).

Pour la France et la Grande-Bretagne, il y a également deux sources. En 1990, les données indiquent une quantité de 3,3 kg/lit/jour pour la France et de 3,3 kg/lit/jour pour la Grande-Bretagne (US EPA, 1990; US EPA, 2002 ; Hamoda, 2005; Alhumoud, 2007; Sawalem, 2009). En 2000, les sources indiquent 1,9 kg/lit/jour pour la France et 5,5 kg/lit/jour pour la Grande-Bretagne (Krisiunas et al., 2000; Chung et Lo, 2003; Tudor, 2008).

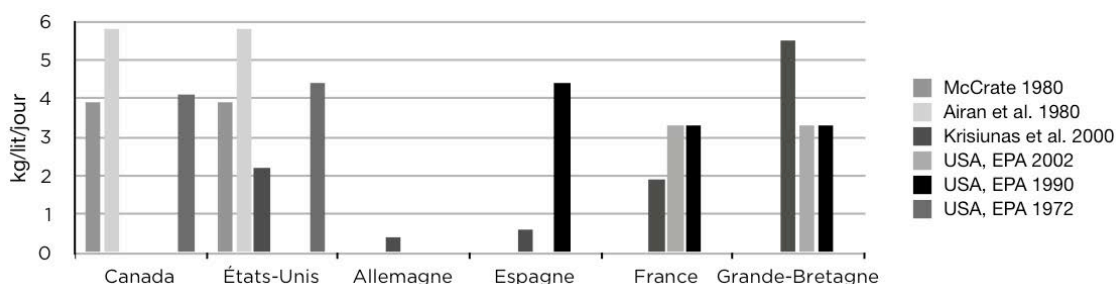


Figure 1-7 : Déchets hospitaliers par pays, par auteurs et par kg/lit/jour

Sources : (USA, EPA 1972; Airan et al. 1980; McCrate 1980; USA, EPA 1990; Krisiunas et al. 2000; USA, EPA 2002)

Malgré l'intérêt de ces données, elles sont déjà relativement dépassées puisqu'elles datent de presque 10 ans. Elles sont par ailleurs mal documentées, semblent se contredire et sont plutôt ambiguës sur la composition de déchets. Par contre, elles représentent les seules données disponibles dans la littérature publique jusqu'à ce jour. Malgré tout, les chiffres suggèrent une

augmentation importante et continue des déchets générés par établissements hospitaliers au fil du temps.

## **1.2 Les appareils électroniques**

L'accroissement du nombre d'appareils médicaux électroniques représente une réalité importante dans les milieux de santé. Cette section aborde certains impacts reliés à leur utilisation, telles leurs composantes toxiques et certaines données relatives à leur disposition. Par contre, une littérature passablement restreinte oblige à mettre l'emphasis sur les appareils électroniques généraux. La recherche aborde donc les dépenses reliées à ces appareils ainsi qu'aux données quantitatives disponibles sur leur cycle de vie, principalement sur leur fin de vie.

Les appareils électroniques représentent aujourd'hui une quantité impressionnante de dispositifs de toutes sortes. Dans les sociétés industrialisées en particulier, un très grand nombre d'objets ou d'outils courants comporte des composantes électroniques ayant potentiellement un effet sur l'environnement. Que ce soit dans les résidences, les entreprises ou dans les institutions, ces appareils font également l'objet d'un remplacement régulier, créant ainsi un risque accru. Les pressions économiques, de même que le développement fulgurant des technologies, concourent à accroître la consommation de ces appareils, ce qui accentue la problématique de traitement de ces appareils en fin de vie utile.

### **1.2.1 Composantes toxiques présentes dans les produits électroniques**

La fabrication et le fonctionnement des appareils électroniques utilisent plusieurs produits toxiques; même si le phénomène est peu visible pour le consommateur, ces produits toxiques peuvent causer de grands dommages environnementaux et humains. Bien entendu, ces éléments ont leur rôle à jouer dans le bon fonctionnement d'un appareil électronique. Cette section fournit un aperçu de leur utilité et de leurs différents effets négatifs reliés principalement à la gestion de leur fin de vie. Elle aborde également les initiatives de certaines entreprises ayant pour but la diminution de ces impacts.

### 1.2.1.1 Utilisation des composantes toxiques

En électronique, plusieurs composantes sont toxiques. Le Tableau 1.6 fournit des exemples d'utilisation de chacun des neuf principaux éléments relevés toxiques et pouvant se retrouver dans les appareils électroniques.

Tableau 1.3 : Exemples d'utilisation des composantes toxiques présentes dans les appareils électroniques

Composante	Exemples d'utilisation et caractéristiques:
Mercure - Hg	Lampes fluorescentes des écrans et rétroéclairage des écrans LCD Piles d'ordinateur et de téléphones portables, bloc d'alimentation, boîtier et cartes imprimées
Plomb - Pb	Soudure, tube cathodique, câbles, anciennes piles, circuits imprimés, tube fluorescent, bloc d'alimentation d'urgence
Cadmium - Cd	Piles nickel-cadmium Stabilisant et pigments dans des plastiques Revêtements phosphorescents pour moniteurs (5 à 10 gr par écran)
Béryllium - Be	Propriétés mécaniques très prisées: rigide comme l'acier mais très léger Carte mère, connecteurs, pinces, moniteurs, relais, commutateurs et miroir rotatifs des imprimantes laser
Chrome hexavalent CR(IV)	Durcisseur, agent stabilisant et pigment pour plastiques En faible quantité (0,2 g à 0,3 g par composant) dans les moniteurs, câbles, disques durs, cartes mères
Antimoine - Sb	Ignifugeant pour le plastique, fondant dans les tubes cathodiques, circuit imprimés, soudure (très faible quantité moins de 0,2% du poids total)
Retardateur de flamme bromé- RFB)	Toutes les pièces électroniques, circuits imprimés, boîtiers d'ordinateurs, cartes-mère, claviers, câbles.
Polychlorure de vinyle - PVC	Bonne résistance aux agents chimiques Principales composantes des plastiques des équipements électroniques : boîtiers, 32g par clavier, 314g pour un câble standard, etc.
Polychlorobiphényles - PCB	Équipements électroniques (faible présence), condensateurs et câbles.






Source : (Institut National de Recherche et de Sécurité [INRS], 2004)

Ces éléments se retrouvent dans une foule d'équipements électroniques et pour la plupart, demeurent difficilement remplaçables à court terme. Par exemple, le mercure est utilisé dans les rétroéclairages de façon très importante et le plomb se retrouve en grande présence dans les tubes cathodiques (0,4 à 3kg par moniteur) et les soudures étains/plomb (60:40) (50g/m<sup>2</sup> de carte de circuit imprimé). Trouver des substituts représente donc un défi de taille.

### 1.2.1.2 Risques liés aux principales composantes toxiques

Plusieurs risques sont liés à ces différentes composantes toxiques retrouvées dans les appareils électroniques. Le tableau 1.4, préparé à l'aide de la directive 67/548/CEE de l'Union Européenne, met en évidence tous les dangers établis pour chacune de ces composantes en classant les différents produits par classes de risques reconnues et utilisées dans les normes et en relevant leurs différents risques spécifiques.

Tableau 1.4 : Risques liés aux principales composantes toxiques utilisées dans les appareils électroniques

 <b>Inflammable</b>  <b>Dangereux pour l'environnement</b>  <b>Toxique</b>  <b>Nocif</b>									
	Cadmium	RFB	Mercur	CR(IV)	PVC	Béryllium	Plomb	Antimoine	PCB
	R9 - Peut exploser en mélange avec des matières combustibles	x							
	R12 - Extrêmement inflammable				x				
	R20/22 - Nocif par inhalation et par ingestion						x		
	R23 - Toxique par inhalation		x						
	R24/25 - Toxique par contact avec la peau et par ingestion	x							
	R25 - Toxique en cas d'ingestion					x			
	R26 - Très toxique par inhalation	x	x			x			
	R33 - Danger d'effets cumulatifs			x			x		x
	R35 - Provoque de graves brûlures		x						
	R36/37/38 - Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau					x			
	R40 Effet cancérogène suspecté – preuves insuffisantes							x	
	R42/43 - Peut entraîner une sensibilisation par inhalation et par contact avec la peau		x						
	R43 - Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau			x		x			
	R45 - Peut provoquer le cancer	x	x		x				
	R46 - Peut causer des altérations génétiques héréditaires		x						
	R48/23 - Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation		x			x			
	R48/23/25 - Toxique: risque d'effets graves pour la sante en cas d'exposition prolongée par inhalation et par ingestion	x							
	R49 - Peut provoquer le cancer par inhalation			x		x			
	R50/53 - Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets	x	x	x	x		x		x
	R61 - Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant						x		
	R62 - Risque possible d'altération de la fertilité	x	x				x		
	R63 - Risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant	x							
	R68 - Possibilité d'effet irréversible	x							

Sources : (INRS, 2004); Centre national de la recherche scientifique [CNRS], 2011)

La variété des effets négatifs produits par ces composantes sur la santé et l'environnement est donc considérable. Par contre, il ne faut pas juger de la toxicité d'un élément uniquement par la diversité des effets toxiques différents. Ainsi, un seul effet négatif peut faire en sorte qu'une composante soit hautement dommageable, comme c'est le cas de l'antimoine.

#### **1.2.1.3 Intervention d'entreprises au niveau des composantes toxiques de leurs appareils**

Bien que la toxicité de certaines composantes ne fasse plus de doute, leur élimination des produits et équipements demeure un défi énorme pour les entreprises manufacturières. La plupart des grandes firmes de conception et de fabrication d'appareils électroniques adoptent des stratégies précises à cet égard. Le Tableau 1.5 met en évidence ces produits toxiques ainsi que leurs statuts auprès de grands fabricants de l'industrie de l'électronique. On note que toutes les entreprises du tableau éliminent ou diminuent grandement l'utilisation du plomb et des gaines ininflammables bromées. On constate également qu'en 2001, Motorola gère 100% de ces produits toxiques et qu'IBM ainsi qu'Ericsson, en gèrent entre 75% et 90%. Du tableau ressort également que, l'entreprise qui semble le moins gérer ces produits, est Apple. Mais depuis 2001, Apple a effectué un virage écologique important. De nos jours, Apple fait sa publicité en vantant ses ordinateurs portables dits plus écologiques (Apple, 2010).

Tableau 1.5 : Substances toxiques présentes dans les produits électroniques et leur statut auprès de certains grands fabricants de l'industrie de l'électronique

Substances	A p p l e	E r i c s o n	F u j i t s u	H P	I B M	M a t s u s h i t a	M o t o r o l a	P h i l i p s	S o n y
Mercure	-	X	R	-	R	-	R	X	X
Plomb	C	X	X	C	R	X	R	C	X
Cadmium	-	X	R	-	R	-	R	X	X
Béryllium	-	X	-	-	R	-	R	-	-
Chrome hexavalent	-	R	R	-	R	-	R	-	-
Antimoine	-	R	-	-	R	-	R	-	-
Retardateur de flamme bromé (RFB)	R	X	R	R	C	R	C	R	R
Polychlorure de vinyle (PVC)	-	-	-	R	C	R	R	-	X
Polychlorobiphényles	-	-	X	-	-	-	X	X	X

Légende : X - Bannie, R - Usage restreint, C - Usage contrôlé, " - " non adressé

Sources : (Environnement Canada, 2001; Talbot, 2005)

## 1.2.2 Situation des déchets électroniques

Les déchets électroniques comme tous les déchets représentent un extrant indésirable qui peut poser beaucoup de problèmes. Depuis plusieurs années, les pays industrialisés sont dans un mode d'hyperconsommation, ce qui implique que la quantité de déchets ne cesse de croître. Les informations suivantes fournissent un aperçu de la situation des déchets provenant des appareils les plus populaires.

### 1.2.2.1 Quantité de déchets électroniques par pays

Les États-Unis représentent le plus grand producteur de déchets électroniques au monde. En 1999, on y a jeté aux rebuts 1 million de tonnes de téléviseurs, de matériels informatiques et de cellulaires. De ces appareils, seulement 15% ont été recyclés (157 000 de tonnes). En 2007, cette même catégorie d'appareils représente près de 2,3 millions de tonnes de matière à disposer dont 18% fut recyclé (414 000 de tonnes) soit une augmentation de 3% (EPA, 2008). Parmi les plus grands pays consommateurs, l'Allemagne se retrouve au second rang avec 2,1 millions de tonnes

de déchets par année (2004); viennent ensuite la France avec 1,7 million de tonnes et finalement le Royaume-Uni, avec 1 million de tonnes (2004). On note que le Japon, malgré une démographie presque deux fois plus importante que la France, génère environ quatre fois moins de déchets électroniques (400 000 tonnes pour 2003) (OCDE 2008 et 2009). Bien que ces compilations ne fournissent pas de données pour le Canada, il est raisonnable de croire que la consommation canadienne ressemble à celle de ces pays compte tenu du style de vie des citoyens qui est comparable.

Tableau 1.6 : Quantités de déchets électroniques produits par pays

Pays	Année	Quantité (kilo-tonnes)
<b>Canada</b>		Données non disponibles
<b>États-Unis</b>	2005	2 386
<b>Allemagne</b>	2004	2 099
<b>France</b>	2004	1 700
<b>Royaume-Unis</b>	2004	1 000
<b>Japon</b>	2003	400

Sources : (OCDE, 2008; 2009)

#### 1.2.2.2 Produits électroniques en fin de cycle de vie

La Figure 1-8 fournit une estimation de la quantité de différents appareils électroniques prêts à être disposés par le consommateur aux États-Unis. Cette figure illustre ces estimations annuelles de 1999 à 2007. Elle indique que les téléviseurs, le matériel informatique et les cellulaires, représentent près de 2,3 millions de tonnes de matière à disposer pour l'année 2007. Cependant, les téléviseurs, étant présents dans les foyers depuis plus longtemps, progressent beaucoup plus faiblement que les deux autres. En Amérique du Nord, pour les téléviseurs, la demande par personne est stable donc la disposition l'est relativement. Par contre, cette demande varie en fonction de la croissance démographique ainsi que de son degré de désuétude relatif.



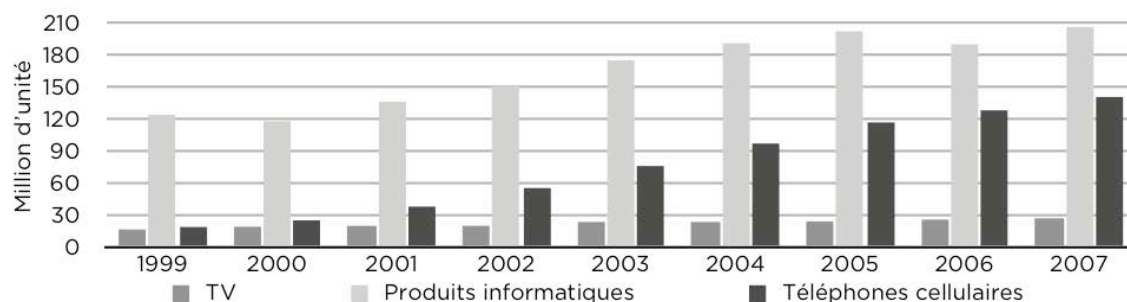


Figure 1-8 : Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques prêts pour sa gestion de fin de cycle de vie (États-Unis)

\* Les produits informatiques incluent les moniteurs, les processeurs, les ordinateurs portables, les claviers, les souris et les périphériques d'impression. (Annexe A)

Source : (EPA, 2008)

### 1.2.2.3 Produits électroniques collectés pour le recyclage

De ces produits électroniques qui arrivent en fin de vie, certains sont acheminés au recyclage. La Figure 1-9 représente une estimation annuelle de la quantité de certains produits électroniques collectés pour le recyclage de 1999 à 2007 aux États-Unis. Elle démontre une progression marquée du recyclage, plus particulièrement au niveau des téléphones cellulaires. Par contre pour la télévision, la progression demeure faible. Cette progression mène en 2007, à une estimation de 414 millions de tonnes d'appareils recyclés soit 168 millions de tonnes de téléviseurs, 244 millions de tonnes de produits informatiques et 1,9 million de tonnes de téléphones cellulaires.

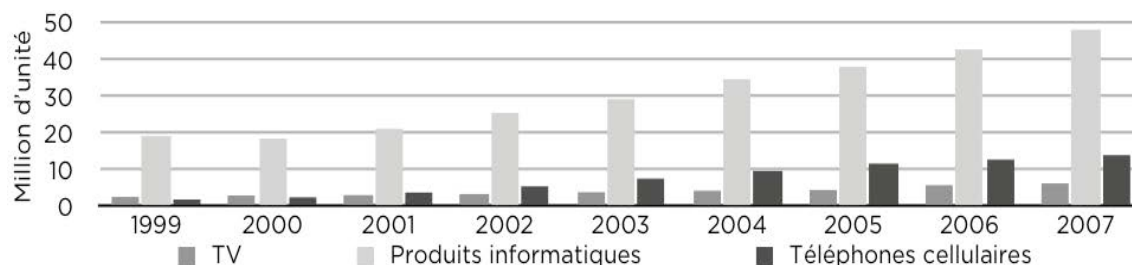


Figure 1-9 : Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques collectés pour le recyclage (États-Unis)

\* Les produits informatiques incluent les moniteurs, les processeurs, les ordinateurs portables, les claviers, les souris et les périphériques d'impression (Annexe B).

Source : (EPA, 2008)

#### 1.2.2.4 Proportion de produits électroniques recyclés

Finalement, ce dernier point met en évidence la proportion d'appareils recyclés en fin de vie. La Figure 1-10 met en parallèle la proportion d'appareils recyclés en fin de cycle de vie par rapport à ceux produits. En effet, elle démontre un taux de recyclage relativement faible malgré une progression timide. Au niveau des téléphones cellulaires, avec un taux de recyclage moyen de 10%, on ne constate presque aucune progression depuis 1999. Cette compilation présente un point intéressant : les taux pour les téléviseurs et pour les produits informatiques sont identiques.

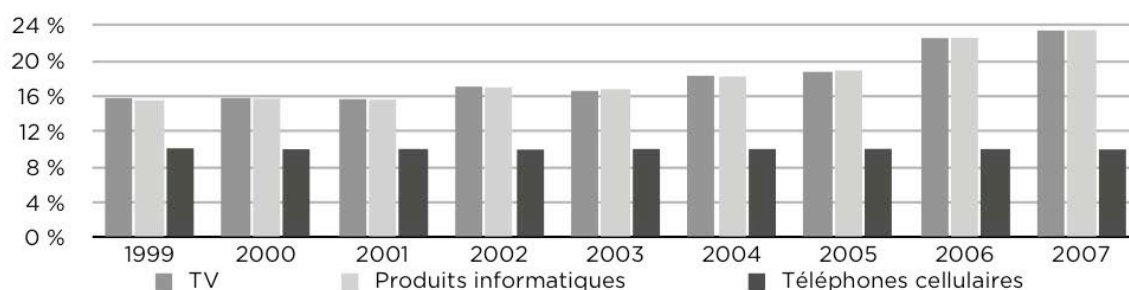


Figure 1-10 : Proportions des appareils recyclés basée sur les deux graphiques précédents (États-Unis)

\* Les produits informatiques incluent les moniteurs, les processeurs, les ordinateurs portables, les claviers, les souris et les périphériques d'impression (Annexe C).

Source : (EPA, 2008)

\*\*\*

Ce chapitre a permis de poser le contexte de la recherche autour de grandes problématiques. D'une part, on observe que les coûts de santé augmentent sans cesse, notamment à cause de l'utilisation de plus en plus grande d'équipements sophistiqués. D'autre part, les données fournies mettent en évidence l'importance des déchets générés par le secteur des services de santé. De plus, il illustre les différents effets négatifs des composantes électroniques présentes dans les équipements électroniques. Finalement, ce premier chapitre fait un bilan sommaire de la gestion de ces déchets électroniques dans certains pays.

Tel que mentionné plus tôt, ce portrait général demeure incomplet puisque plusieurs données sont inexistantes. Toutefois, il fournit un aperçu de l'ampleur du problème que constituent les déchets électroniques utilisés dans les sociétés industrialisées.

Comme il a été mentionné, les appareils électroniques sont problématiques à plusieurs niveaux. Au niveau i) de la déplétion des ressources naturelles, ii) des effets toxiques et écotoxiques, iii) de l'utilisation d'énergie lors de leurs fabrications et iv) de l'utilisation d'énergie lors de leurs utilisations. Cette recherche met davantage l'accent sur les effets toxiques et écotoxiques des appareils pour la raison que les hôpitaux peuvent en diminuer l'impact environnemental.

Le prochain chapitre permet de mieux définir la notion d'appareil médical électronique et détaille les points importants relatifs à sa gestion tout au long de son cycle de vie. Il touchera également davantage les points iii) et iv) des problématiques environnementales des appareils électroniques.

## **CHAPITRE 2 REVUE DE LA LITTÉRATURE**

Le deuxième chapitre aborde la revue de littérature proprement dite. Il permet de différencier les appareils médicaux électroniques des autres appareils électroniques. Il analyse le cycle de vie des appareils médicaux électroniques tout en faisant ressortir les différentes initiatives utiles à la réduction des impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Il met notamment en évidence le processus de la gestion des déchets électroniques hospitaliers tel que présenté dans la littérature. Il fournit les détails du fonctionnement des différents types d'acquisition d'appareils médicaux. En dernier lieu, il explique les différents processus d'achat touchant l'acquisition des appareils médicaux dans le système de santé québécois.

### **2.1 Appareils médicaux électroniques**

Les appareils médicaux représentent aujourd'hui un besoin essentiel pour une société en santé. Ils permettent de diagnostiquer, de traiter des maladies, de faire de la réadaptation, etc. Principalement utilisés par le corps médical, ils peuvent aussi l'être par le patient lui-même ou par un tiers, comme un parent pour son enfant (OMS, 2010). Sans ces appareils, faire des chirurgies cardiaques complexes où guérir des cancers, voire même sauver des enfants prématurés devient impossible. Par ailleurs, la nature et le coût de ces appareils sont très diversifiés. Certains sont très simples et bon marché (ex : un thermomètre) alors que d'autres (ex : un appareil d'imagerie par résonance magnétique - IRM) peuvent coûter plus d'un million de dollars.

Cette première section de la revue de littérature soulève trois points relatifs aux appareils médicaux électroniques. Le premier permet de définir les appareils médicaux électroniques ainsi que la réalité qui les entoure. Le second décrit le cycle de vie d'un appareil et met en parallèle certaines activités écologiques pour diminuer ses impacts. Le troisième illustre le système de gestion des déchets électroniques adapté à la réalité hospitalière, établi par l'Union Européenne.

### 2.1.1 Distinction entre les appareils électroniques médicaux et non médicaux

Un appareil médical et un appareil non médical se distinguent de deux façons. La première par son utilité et la deuxième par sa conception. Au niveau de l'utilité, le Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec propose la définition suivante:

*« L'équipement médical se définit comme étant tout instrument ou appareil, fixe ou non fixe, utilisé seul ou en association servant au dépistage et à la prévention d'une maladie, au diagnostic, au monitoring et au traitement des patients, excluant les implants ».* (MSSS, 2010d)

Le deuxième point touche davantage sa conception. De ce fait, il existe plusieurs types d'appareils électroniques tels les appareils domestiques, industriels, etc. que nous séparons en deux groupes, les appareils médicaux et les appareils non médicaux. Dans cette analyse, les appareils médicaux excluent les appareils implantables, puisque le traitement de son cycle de vie se fait de façon différente dans toutes les réglementations et processus.

Les appareils électroniques non médicaux et médicaux offrent une grande similitude au niveau de leur fonctionnement. La différence réside principalement au niveau de leur degré de fiabilité. Une défaillance d'un appareil médical aura généralement un impact beaucoup plus important que celui d'un ordinateur domestique. Pour pallier à ce risque, des réglementations spécifiques contraignantes couvrent ces appareils. Aux États-Unis, le département de la FDA (Food and Drug Administration) les réglemente par le biais de la «FDA approval» ; au Canada, le ministère de la santé (Santé Canada) réglemente via le MDR (Canadian Medical Devices Regulations) et pour l'Union Européenne, c'est le MDD (Medical Devices Directives) qui en assure le contrôle. Les fabricants d'appareils médicaux doivent tenir compte d'exigences dans le but de se conformer aux réglementations et directives spécifiques au domaine. Ces différentes réglementations bien que propres à chaque pays ou groupes de pays demeurent assez similaires. La section suivante illustre les points les plus importants de ces réglementations.

L'approche de ces réglementations repose sur la gestion du risque afin d'assurer un produit réellement sécuritaire. Les manufacturiers doivent être plus stricts sur l'analyse du risque que pour la conception d'appareils domestiques. Les produits doivent être conçus et fabriqués de telle manière que, utilisés dans les conditions et aux fins prévues, ils ne compromettent pas l'état clinique et la sécurité du patient, ni la sécurité et la santé des utilisateurs ou des autres personnes présentes. Par contre, dans le cas où les risques associés à leur utilisation sont à un niveau

raisonnable, en fonction du bienfait apporté au patient et dans un encadrement hautement sécurisé, cela devient acceptable et conforme. En effet, il demeure important d'identifier tous les risques possibles, les causes potentielles et les impacts. Pour se faire, l'analyse du risque doit être conforme à la norme ISO 14971 (Requirement for Safety Risk Management) qui couvre quatre points : l'analyse du risque, son évaluation, son contrôle et l'enregistrement des informations postproduction. Les appareils médicaux nécessitent un dossier technique complet (TF, Technical File) pour chaque produit. Ces TF contiennent toutes les informations relatives à la sécurité qui entourent les divers aspects du produit (Hall, 2007). Finalement, lorsque l'appareil est jugé conforme, on lui applique la marque de conformité CE et/ou FDA.

### **2.1.2 Classification des appareils médicaux électroniques**

Il existe une multitude d'appareils médicaux électriques et électroniques. Dans le monde entier, on retrouve près de 1,5 million de modèles différents pouvant être classés dans plus de 10 000 catégories différentes (OMS, 2010). Ces catégories peuvent être divisées selon deux modes de classification ; la méthode non réglementée et la méthode réglementée.

Selon la méthode non réglementée, il existe plusieurs façons de classer les appareils médicaux. On peut par exemple les classer par champ d'application : médecine physique, chirurgie plastique et générale, radiologie, orthopédie, ophtalmologie, obstétrique-gynécologie, neurologie, hôpital général, gastroentérologie/urologie, otorhinolaryngologie (ORL), dentisterie, cardiovasculaire, diagnostic in vitro et anesthésiologie (MDEIE, 2010).

La classification réglementée ne se fait que par catégorie de risques reliés à son utilisation (patient ou utilisateur) et peut présenter des différences en fonction des pays étudiés. Ce classement est obligatoire pour le Canada, les États-Unis ainsi que pour les pays membres de l'Union Européenne. Dans le cas où un dispositif médical a la possibilité d'être classé dans plus d'une catégorie de risque, il est considéré comme faisant partie de la catégorie la plus risquée (Ministère de la Justice, 2011).

Au Canada, le Ministère de la Santé est responsable de l'évaluation de la conformité des appareils. Dépendamment de son niveau de risque, le dispositif se doit d'être homologué (Classe II à IV) auprès du Ministère et l'information utile à son homologation est publique. Dans ce sens, tous les appareils contenant de l'électronique font partie des catégories II à IV. Il existe

également des normes de fabrication obligatoire pour le producteur. Le Tableau 2.1 illustre les différentes classes de risque et relie ces normes aux différentes classes.

Tableau 2.1 : Classification des appareils médicaux selon les normes de Santé Canada

Classes	Normes de fabrication	Niveau de risque	Exemples	Exigence d'homologation
<b>Classe I</b>	Aucune	Le plus faible	Instruments chirurgicaux, accessoires	Aucune pour l'instrument, mais l'entreprise qui le fabrique doit être homologuée
<b>Classe II</b>	ISO 13488	Faible	Analyseur; Imagerie radiographique (X-Ray); Endoscopes ; Outil électrique utilisé en chirurgie; Ventilateur mécanique; électrocardiographe; endoscope, thermomètre; stéthoscope	Avant de publiciser et avant de le commercialiser, chaque instrument ou appareil doit être homologué et renouvelé chaque année auprès de Santé Canada
<b>Classe III</b>	ISO 13485	Modéré	TEMP (Caméra gamma) (SPECT), IRM, Imagerie par résonance magnétique (MRI); incubateur; anesthésie); laser; différents moniteurs de signe vitaux;	
<b>Classe IV</b>		Élevé	Défibrillateur	

Sources : (Agence Canadienne des médicaments et des technologies de la santé [ACMTS], 2007; Idée Consulting, 2012; Santé Canada, 2012)

(Exemple d'appareils par classe à l'Annexe F)

Au Tableau 2.2, on constate une similitude entre les classes des différentes réglementations plus particulièrement entre la canadienne et l'europpéenne. La tendance à la normalisation de ces normes permet au fabricant de se conformer plus facilement aux normes et de pouvoir vendre ses équipements en Europe, au Canada ou aux États-Unis.

Tableau 2.2 : Équivalences des classifications des dispositifs médicaux canadiens, américains et européens

Niveau de risque	Santé Canada	FDA (Américaine)	93/42/CEE (Europe)
<b>Minimum</b>	Classe I	Classe I	Classe I
<b>Faible</b>	Classe II	Classe II	Classe IIa
<b>Modéré</b>	Classe III	Classe III	Classe IIb
<b>Élevé</b>	Classe IV		Classe III

Source : (MDEIE, 2010)

Comme mentionné précédemment, les appareils médicaux électroniques (classe II à IV) doivent être homologués et chaque appareil doit avoir sa propre homologation. Tel qu'illustré au Tableau 2.3, il en existe une quantité non négligeable soit près de 21 000 appareils différents en 2005. Ceci démontre une diversification importante d'instruments médicaux que l'on peut retrouver dans un hôpital. Par contre, on doit considérer que plusieurs de ces appareils ne possèdent que des distinctions minimales. On constate également une progression depuis 2003. Bien que les données soient restreintes, il est possible que les nouveaux investissements dans le secteur de la santé au Canada expliquent cette croissance.

Tableau 2.3 : Nombre d'homologations d'instruments médicaux renouvelées chaque année par Santé Canada

Année	Nombre d'instruments	Progression de nouveaux instruments
<b>2002</b>	16 257	
<b>2003</b>	15 556	-4,51%
<b>2004</b>	18 114	14,12%
<b>2005</b>	20 769	12,78%

Source : (Ministère de la Justice, 2011)



### **2.1.3 Producteurs d'appareils médicaux électroniques**

Un très grand nombre d'entreprises fabriquent des appareils médicaux électroniques. Dans ce domaine, les fabricants sont souvent de très grande taille et font affaire partout dans le monde (Annexe G). Habituellement, lorsqu'une entreprise de taille plus modeste gravite dans ce milieu, elle se fait rapidement acquérir par les plus grandes. On peut dire qu'il existe deux types de joueurs dans cette industrie: les généraux et les spécifiques. Les généraux sont habituellement des entreprises qui augmentent leurs gammes de produits en en développant de nouveaux, mais souvent en achetant d'autres entreprises ou en fusionnant (MDEIE, 2006). On trouve dans les généraux, de très grandes entreprises telles que : Ge Healthcare, Philips, Siemens et Welch Allyn. Les entreprises dites spécifiques sont des firmes relativement plus petites mais n'en demeure pas moins de grosseur importante. Par exemple, l'entreprise Cardiac Science qui se spécialise dans des appareils du domaine de la cardiologie.

### **2.1.4 Mondialisation des producteurs d'appareils médicaux électroniques**

La grande majorité des producteurs d'appareils médicaux électroniques possèdent un marché mondial (détails fournis à l'Annexe E) et ce, pour plusieurs raisons. Premièrement, l'importance des barrières à l'entrée : dans ce domaine, la recherche requiert un financement colossal pour les appareils nécessitant des composantes très coûteuses (métaux, précieux, semi-précieux). Deuxièmement, la responsabilité des fabricants d'appareils médicaux demeure beaucoup plus importante que dans la plupart des autres domaines : la défaillance est interdite. La réglementation dans ce domaine (tel le MDD, Medical Devices Directive) rend légalement responsable toute personne impliquée dans le processus de création et de fabrication de l'appareil médical. Ainsi, l'employé d'une chaîne de montage peut être personnellement poursuivi en justice.

## **2.2 Cycle de vie des appareils médicaux électroniques**

Les êtres biologiques naissent, vivent et meurent. Un appareil électronique, à quelques détails près, suit le même cycle. La partie suivante relie les différentes étapes du cycle de vie à des initiatives écologiques potentielles. Elle met également en évidence les différentes interactions qui existent entre elles.

### **2.2.1 Initiatives environnementales potentielles à chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical**

Quelques activités dites « écologiques » ou « durables » et touchant les appareils médicaux sont présentes dans la littérature. Harbec (2009), repris par un article de Lefebvre (2011), en met de l'avant 18 (A1 à A18). La présente recherche propose de les classer selon sept phases du cycle de vie et propose des sous-activités permettant de supporter ces 18 activités. Les phases du cycle de vie sont : l'achat, la conception, la fabrication, l'emballage, l'utilisation, l'entretien et finalement la disposition illustrées à la Figure 2-1. Tel que présenté, le cycle vise à être en circuit fermé pour la majeure partie du processus. Cette analyse fait ressortir plusieurs sous-activités essentielles à une gestion adéquate du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. La Figure 2-1 démontre, dans un processus chronologique, chacune des étapes avec en son sein les activités qui les supportent. Dans le but d'alléger la lecture, le détail de ces activités se trouve à l'annexe D.

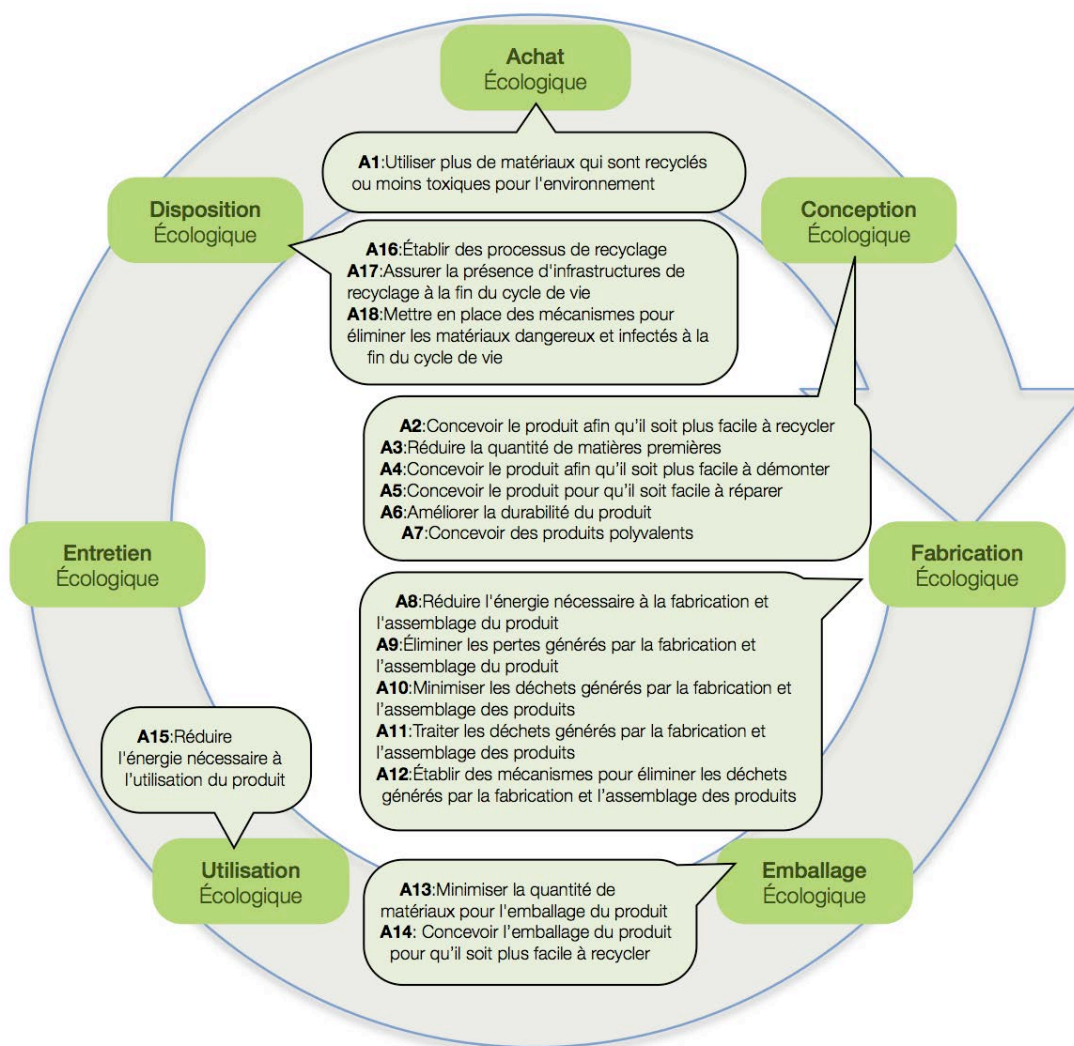


Figure 2-1 : Les initiatives environnementales potentielles au cours de chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical (adapté de Harbec, 2009)

Les différentes activités inhérentes à une étape du cycle de vie peuvent avoir une influence sur les autres étapes. Dans ce sens, plusieurs activités du fabricant d'appareils médicaux électroniques impactent la gestion du cycle de vie dans les hôpitaux. Comme illustré à la Figure 2-2, il y a trois étapes du cycle de vie qui relèvent généralement de l'utilisateur (ici, l'hôpital – H) : l'utilisation, l'entretien et la disposition. Ces étapes s'amorcent à l'achat de l'appareil. Dans la section suivante, on se concentre donc sur les activités qui impactent ces étapes.

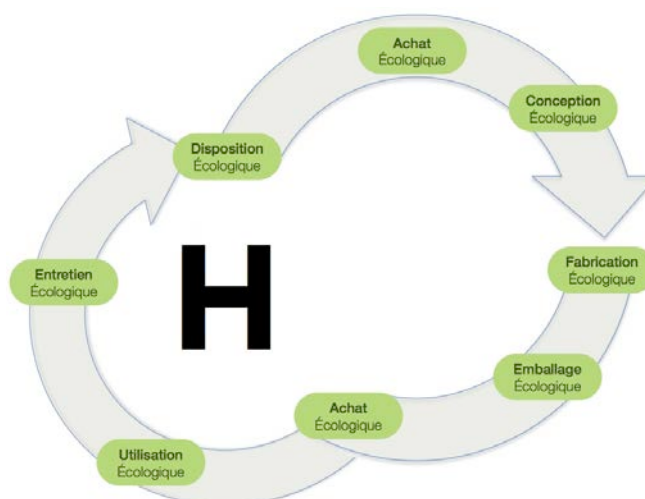


Figure 2-2 : Étapes du cycle de vie de l'appareils médical dans les hôpitaux

## 2.2.2 Initiatives environnementales potentielles à chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical qui peuvent impacter les hôpitaux

Cette section aborde 5 des 7 étapes du cycle de vie présentées précédemment, soit l'achat, la conception, l'utilisation, l'entretien et la disposition qui impactent la vie de l'appareil dans l'hôpital. Chacune de ces étapes met en évidence les différentes activités de Harbec et les subdivise en sous-activités (proposée par la présente recherche). Dans le cadre qui nous concerne, la fabrication et l'emballage sont jugés comme n'ayant pas ou très peu d'impact direct ou indirect sur l'hôpital. (Détail à l'Annexe E)

Différents auteurs décrivent ces sous-activités. Dr. Vicky Lofthouse, est l'une de plus citées dans le domaine. Depuis 1998, elle contribue grandement au développement et au partage des activités et des outils supportant un cycle de vie plus écologique de divers équipements.

### 2.2.2.1 Achat écologique

La première étape du cycle de vie cible le choix des matériaux qui font partie de la conception du produit. Il consiste essentiellement à utiliser plus de matériaux recyclés ou moins toxiques pour l'environnement (A1). L'activité A1 peut-être subdivisée en sept différentes parties détaillées dans la section suivante.

## **A1 - Utiliser plus de matériaux qui sont recyclés ou moins toxiques pour l'environnement**

**i) Sous-activité A1.1 - Augmenter l'utilisation de matériaux pouvant être recyclés sans perdre leurs propriétés**, tels l'aluminium, l'acier, le verre et la céramique (Lofthouse, 2009). Cette approche peut diminuer l'impact négatif des appareils en fin de cycle de vie. En ce qui concerne l'utilisation de matériaux recyclables qui perdent de leurs propriétés (le polypropylène, le polyéthylène, le PET, l'ABS, etc.), les utiliser dans des composantes cachées demeure une possibilité (Lofthouse, 2009).

**ii) Sous-activité A1.2 - Éviter, éliminer ou réduire l'utilisation de matériaux dangereux** telle que : le plomb, le cadmium, le mercure, le chrome hexavalent, les biphényles polybromés et les polybromodiphényléthers (PBDE) (Goodman, 2006; Lofthouse, 2009). L'utilisation de matériaux non toxiques ne coûte généralement pas plus cher que l'utilisation de matériaux dangereux et peut réduire les coûts d'entretien et de manutention du produit final (Schischke, et al., 2005). Afin d'aider les entreprises, la directive européenne RoHS<sup>5</sup> fournit une liste complète de l'équivalence verte des produits dangereux (Stiles, 2007). On peut noter qu'en 2002, quatre entreprises du milieu médical (Premier, Inc.<sup>6</sup>, Novation<sup>7</sup>, Broadlane<sup>8</sup> et Consorta<sup>9</sup>), ont pris l'initiative de diminuer l'achat de mercure, de plastique polychlorure de vinyle (PVC) et de plastifiant chimique DEHP (Liroff, 2005). Également la compagnie d'appareils médicaux Baxter<sup>10</sup> a commencé à utiliser des matériaux de substitution pour le plomb dans ses soudures (Kurk & Eagan, 2008).

**iii) Sous-activité A1.3 - Utiliser davantage de matériaux renouvelables**, tels que : le bois, la laine, le papier, le chanvre, le cuir, le sisal, la jute, le coton et les bioplastiques. Ces matériaux se renouvèlent naturellement donc ne possèdent aucun effet néfaste pour l'environnement et peuvent être éliminés à un faible coût (Lofthouse, 2009).

---

<sup>5</sup> [www.rohs.eu](http://www.rohs.eu)

<sup>6</sup> [www.premierinc.com](http://www.premierinc.com)

<sup>7</sup> [www.novationco.com](http://www.novationco.com)

<sup>8</sup> [www.broadlane.com](http://www.broadlane.com)

<sup>9</sup> [www.consorta.com](http://www.consorta.com)

<sup>10</sup> [www.baxter.com](http://www.baxter.com)

**iv) Sous-activité A1.4 - Utiliser davantage de matériaux biodégradables et biocompatibles.**

Les bioplastiques, fabriqués à partir de composants végétaux, comme l'amidon, l'acide polylactique, etc. en constituent de bons exemples. Ces matériaux en biopolymère possèdent plusieurs avantages dont celui de l'élimination environnementale de déchets en plastique : ils se disposent dans le compost et peuvent contribuer à l'image à l'entreprise. À noter que faire la liste de compatibilité du matériel avec les autres est la première étape pour l'utilisation de ce type de matériau. Par contre, la biodégradation d'un tel matériau nécessite une participation active du consommateur qui doit s'en défaire dans un établissement de compost ou avoir ses propres installations (Lofthouse, 2009).

**v) Sous-activité A1.5 - Éviter, éliminer ou réduire l'utilisation de matériaux plastiques telle**

que le PVC. On utilise plusieurs produits dangereux (plomb, cadmium, organoétains, phtalate et plastifiants) comme stabilisant lors de la conception. Ces composantes font du PVC l'un des pires plastiques pour l'environnement. De plus, lors de sa fabrication et de son incinération, il produit des dioxines. Ces produits toxiques se répandent dans l'environnement par les eaux souterraines qu'ils contaminent. Ils représentent d'importants produits cancérigènes (Lofthouse, 2009).

**vi) Sous-activité A1.6 - Les nanoparticules biologiques possèdent un potentiel élevé pour**

devenir le produit ultime pour l'écoconception. Ce sont des polymères stables, biodégradables et hautement résistants ; parfaitement recyclables, sans aucun déchet ou décharge. Également, les nanoparticules biologiques sont économiques et respectueux de l'environnement (Brahma, 2006). De ce fait, leur biocompatibilité favorise le maintien et l'équilibre de la biodiversité.

**vii) Sous-activité A1.7 - Utiliser des matériaux plastiques récupérables grâce à des méthodes**

de récupération énergétique. Dans certains cas, il est difficile de ne pas utiliser des matériaux plastiques non recyclables comme les plastiques contenant des retardateurs de flamme bromés (RFB). Dans ces cas, l'utilisation de méthodes de récupération énergétique est la plus appropriée. Cette méthode comporte certains avantages comme la réduction des déchets, la réduction de la toxicité ainsi que la récupération de l'énergie. Par contre, sa principale limite, qui est d'importance, réside dans les résidus de cendres qui vont dans l'environnement (Consulting, 2004). Ceci n'empêche pas l'European Chemical Industry Council, CEFIC<sup>11</sup> et l'European

---

<sup>11</sup> [www.cefic.be](http://www.cefic.be)

Brominated Flame Retardant Industry Panel, EBFRI<sup>12</sup> de la considérer comme étant le meilleur choix pour la gestion de ce déchet (Freegard, et al., 2006).

Il existe d'autres méthodes et d'autres approches concernant le choix des matériaux, mais ces dernières demeurent les principales et les plus documentées. Cette première étape aura également un effet prépondérant sur la dernière étape du cycle de vie, la disposition écologique, puisqu'elle la précède également.

#### **2.2.2.2 Conception écologique**

La seconde étape du cycle de vie écologique porte sur la conception du produit proprement dit. Le but est de le rendre plus facile à recycler. Cette étape est supportée par six grandes activités, qui sont elles-mêmes examinées en activités plus détaillées.

##### **A2 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à recycler**


La première de ces activités, propose de concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à recycler (A2). L'activité A2 peut-être subdivisée en trois différentes parties dont voici une brève description.

**i) Sous-activité A2.1 - Le marquage du produit avec des symboles moulés** indiquant les matériaux utilisés lors de la conception aide énormément au recyclage. En plus de fournir l'information sur le produit, facilitant ainsi le triage en fin du cycle de vie, elle a comme énorme avantage de ne pas rajouter d'étiquette supplémentaire, ce qui augmenterait la quantité de matériaux utilisés. En identifiant les matériaux, on facilite le recyclage et on augmente la valeur du produit expiré (Lofthouse, 2009).

Il est important également que les symboles soient bien visibles. Ils doivent être facilement accessibles, repérables, mais ne doivent pas nuire au fonctionnement ou à l'esthétique du produit. Les symboles peuvent être gaufrés, ajoutés par sérigraphie, tampographie ou plaqués à chaud. Le marquage des composantes doit être visible lors de l'assemblage/désassemblage. Par contre, s'il n'est pas physiquement possible de marquer la composante, il est judicieux d'enregistrer le type de matériau dans la documentation du produit (Lofthouse, 2009).

---

<sup>12</sup> [www.ebfrip.org](http://www.ebfrip.org)

Les symboles moulés que nous pouvons retrouver sur les produits sont multiples et normalisés pour la plupart. Par exemple, le symbole  indique que le produit est fabriqué de polychlorure de vinyle.

**ii) Sous-activité A2.2** - La simplification du produit aide énormément au processus de la mise au rebut. On peut simplifier le produit de deux façons : en réduisant la quantité des différents types de matériaux utilisés et en le concevant de façon à ce qu'il soit plus facile à démonter (ce point sera détaillé davantage au cours de ce chapitre). Plus un produit est simple à démonter, plus il sera recyclé (Lofthouse, 2009).

**iii) Sous-activité A2.3** - L'identification de la compatibilité des matériaux est importante car elle contribue à augmenter la recyclabilité du produit. Malheureusement, cette sous-activité est souvent ignorée. Certains matériaux peuvent être recyclés ensemble et pour d'autres ce n'est pas conseillé. Il est important de noter que les peintures, retardateurs de flamme, blindage EMI (type d'isolant électromagnétique), etc., diminuent grandement la capacité de recyclabilité (Lofthouse, 2009).

### **A3 - Réduire la quantité de matières premières**

La seconde activité qui a une influence sur la disposition finale du produit, consiste à mettre en œuvre des actions afin de réduire la quantité de matières premières (A3) utilisées lors de la conception. L'activité A3 peut-être subdivisée en trois parties distinctes, que voici :

**i) Sous-activité A3.1** - La réduction de la quantité de matières premières vierges (matériaux tirés directement du milieu naturel) permet de diminuer l'impact sur l'environnement (Lee, et al., 2006), ce dernier étant affecté par une pénurie croissante de matières premières mondiales (Schischke, et al., 2005). Pour y arriver, différentes techniques de récupération sont utilisées : la réutilisation, la remise à neuf, le réusinage et le recyclage (Lee, et al., 2006; Lofthouse, 2009). Les effets de ces activités ne sont pas négligeables. Elles permettent de réduire les coûts. En faisant le recyclage des métaux précieux, du verre, du plastique, etc. la demande de matières premières vierges s'en trouve diminuée (IBM, 2008). Par contre, un suivi beaucoup plus sévère est requis afin de s'assurer de la qualité de ces nouveaux matériaux. Une bonne collaboration doit exister entre les fournisseurs en amont et en aval, les clients/consommateurs et les recycleurs potentiels.



**ii) Sous-activité A3.2** - L'utilisation des nanomatériaux, qui sont produits à partir de matières premières renouvelables, est une activité qui possède un fort potentiel écologique. Elle permet de réduire de façon importante l'utilisation de matières premières vierges et diminue la consommation d'une grande quantité d'énergie (Klöppfer, et al., 2007). En retour, ceci amoindrit les coûts. L'utilisation de nanomatériaux en est encore à ses premiers balbutiements, mais, de par son fort potentiel, suscite de très gros espoirs chez les experts.

**iii) Sous-activité A3.3** - La diminution de la quantité de matières premières (vierges ou non) lors de la création du produit (Lofthouse, 2009) est essentielle. Par exemple, on rapporte que 20% à 40% des coûts de production d'un circuit imprimé sont liés à l'utilisation des matériaux et à la consommation d'énergie. En diminuant la quantité de matériaux et d'énergie utilisée à la production, le coût pourrait diminuer et rendrait le produit plus écologique. Une réduction du volume du produit aura également un effet direct sur la quantité d'emballage utilisé. En effet, un produit plus petit réduit l'emballage (Schischke, et al., 2005). De plus, un produit, conçu avec moins de matériaux, pourrait voir son poids diminué, entraînant une réduction des coûts de transport (Nnorom & Osibanjo, 2008), mais ceci n'est pas automatique. On peut en effet concevoir un produit avec plus de matériaux qu'un autre et le rendre beaucoup plus léger. En Europe, les directives RoHS et DEEE (WEEE) fixent des objectifs pour la réduction de la quantité de matières premières au cours des processus de production (Bogaert, et al., 2008).

#### **A4 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à démonter**

La troisième activité de ce processus met l'accent sur la conception du produit afin qu'il soit plus facile à démonter (A4). Cette activité a un impact direct sur les phases d'entretien et de disposition écologique du produit. Elle s'appuie sur cinq sous-activités détaillées ci-après.

**i) Sous-activité A4.1** - Le démontage du produit est facilité si la conception des sous-ensembles a été pensée pour rendre le démontage rapide et facile. Pour ce faire, l'utilisation d'outils standardisés, la réduction du nombre et du type de pièces, le désassemblage rapide et le démontage de plusieurs pièces et composantes en une seule opération permettent d'atteindre ce but. Il existe également des guides qui supportent ces activités. Le plus populaire se trouve sous l'appellation Cvd (Dfd, *design for disassembly*), conception en vue du désassemblage qui offre des moyens pour rendre le démontage du produit plus facile, plus rapide et plus rentable à la fin du cycle de vie (Lofthouse, 2009). En effet, la simplification de l'assemblage d'un produit permet

de réduire son coût d'assemblage et de désassemblage (pour la réutilisation, la réparation, et le recyclage, etc.) (Nnorom & Osibanjo, 2008; Schischke, et al., 2005).

**ii) Sous-activité A4.2** - Lorsque des circuits électriques sont utilisés, il est judicieux de ne pas utiliser de soudure. À la place, on peut monter les composantes sur une carte électronique avec des fils détachables en utilisant des connecteurs qui peuvent être facilement retirés (Lofthouse, 2009). Le prix et le temps de désassemblage s'en trouveront grandement améliorés.

**iii) Sous-activité A4.3** - Les systèmes et les principes de fixations sont multiples, mais pas toujours appropriés. Lors du choix des fixations à utiliser, il doit y avoir cohérence entre le choix de la taille et du type de vis et les fixations à pression. Il faut d'ailleurs éviter l'utilisation d'adhésifs qui nécessitent des produits chimiques pour les dissoudre. Si des adhésifs sont nécessaires, l'usage d'une très petite quantité de dissolvant dangereux peut être un compromis acceptable. Également, une réduction maximale de l'utilisation de silicone, le choix de joints facile à enlever ainsi que des surfaces propres facilitent le recyclage (Lofthouse, 2009) et diminuent le temps et le prix du désassemblage.

**iv) Sous-activité A4.4** - Lorsqu'il n'y a aucun moyen d'éviter d'utiliser des étiquettes, il est primordial de ne pas mélanger des matériaux polymères incompatibles (PVC également) et éviter d'utiliser des étiquettes en plastique sur des pièces métalliques (Lofthouse, 2009).

**v) Sous-activité A4.5** - Concevoir un produit pour faciliter son nettoyage (pour la réutilisation ou le réusinage) réduit les polluants et les coûts. Pour y arriver, il faut concevoir un produit qui permet un nettoyage facile et rapide tout en encourageant une faible rétention d'eau, en facilitant le séchage, en évitant les dommages dus au nettoyage (le choix du bon matériau est important) et en déterminant clairement les pièces à nettoyer (Lofthouse, 2009).

## **A5 - Concevoir le produit pour le rendre facile à réparer**

La quatrième activité consiste à concevoir le produit afin qu'il soit facile à réparer (A5) et à entretenir. Deux activités supportent l'atteinte de cet objectif.

**i) Sous-activité A5.1** - Avoir un processus de réusinage qui permet au produit de répondre à la performance du produit d'origine (Lewis, et al., 2001). Pour ce faire, des processus de nettoyage, de réparation et de restauration des pièces doivent être mis en place. Un bon système prolonge la durée de vie du produit et il retarde la fréquence à laquelle les entreprises doivent

faire face aux déchets (diminution des déchets). On retrouve principalement ce type de processus pour les produits commerciaux. La remise à neuf se fait habituellement par les fabricants d'équipement original (OEM), par des fabricants indépendants ou par des sous-traitants (des fabricants ou des consommateurs) (Lofthouse, 2009). Il est à noter que le processus de restauration est plus avantageux que le recyclage. Il est moins dispendieux de réparer et de réutiliser un produit que de le reproduire avec des produits recyclables transformés en matières premières (Sundin, 2004). Ainsi, un concepteur et un fabricant d'équipements médicaux peuvent faciliter la réutilisation dès la conception afin de gagner un avantage concurrentiel (Hall, 2007).

**ii) Sous-activité A5.2 - Faire une liste des pièces qui peuvent être réutilisables et réparables.** Pour les pièces qui ne le sont pas, il faut repenser la conception pour qu'elles le deviennent (Lofthouse, 2009). Un exemple intéressant de type de pièces qui peuvent être considérées pour la réparation et la réutilisation sont les pièces conçues en matériaux thermoplastiques. Parce qu'elles perdent souvent leurs propriétés lors du recyclage, la réparation et la réutilisation représentent une option intéressante (Hedlund-Åström, 2005). Les bénéfices les plus évidents pour ce type d'activité demeurent sans nul doute la diminution de l'utilisation de nouvelles pièces et la diminution du prix des pièces de remplacement (Lofthouse, 2009).

## **A6 - Améliorer la durabilité du produit**

La cinquième activité qui supporte la conception écologique et qui a un impact direct sur l'utilisation de l'appareil durant sa vie utile consiste à améliorer la durabilité du produit (A6). Cela lui permet de négocier avec les quatre types de désuétude que l'on retrouve dans la littérature : la prévue, la fonctionnelle, la technologique et celle de la mode (Lofthouse, 2009). Pour y arriver, deux sous activités peuvent être nécessaires :

**i) Sous-activité A6.1 - Concevoir le produit avec une longévité appropriée.** L'analyse de la durée de vie optimale et l'analyse de l'avancement de la désuétude technologique permettent d'y aboutir. En effet, prolonger la durée de vie d'un produit n'est pas toujours la meilleure solution. Par exemple, un sac n'a pas nécessairement besoin de durée de vie de 100 ans, contrairement à des tuyaux de PVC. On retrouve par ailleurs des instruments de contrôle industriel qui demeurent inchangés depuis presque 30 ans (Goodman, 2006). Également, au niveau de l'électronique, on doit garder à l'esprit son dépassement technologique. Il faut diminuer la durée de vie des déchets et éviter l'élimination prématurée. Pour éviter cette élimination prématurée, plusieurs stratégies

sont utilisées : l'utilisation de matériaux avec une finition résistante aux égratignures, la conception du produit pour une réutilisation facile et la personnalisation du produit au nom du consommateur, contribuent fortement à sa valeur ajoutée (Lofthouse, 2009).

**ii) Sous-activité A6.2 - Concevoir un produit évolutif qui facilite les mises à niveau à un faible coût.** On peut y arriver de plusieurs façons : en permettant des fonctionnalités de mises à niveau et en créant des systèmes modulaires et des appareils compatibles à une famille de produits, à l'aide d'anciennes ou de nouvelles composantes. On peut concevoir des accessoires polyvalents pour une multitude de produits. On peut aussi rendre possibles des mises à jour esthétiques (permettre de changer l'aspect du produit). Finalement, tout en produisant avec les technologies actuelles il faut garder à l'esprit les mises à niveau pour les technologies émergentes (Lofthouse, 2009). L'adoption de nouvelles technologies peut aussi aider à prolonger la vie du produit (Stiles, 2007). Concevoir un appareil plus durable possède l'avantage non négligeable de diminuer les frais pour les consommateurs (Nnorom & Osibanjo, 2008).

### **A7 - Concevoir des produits polyvalents**

La sixième et dernière activité qui se rapporte à la conception écologique met l'emphase sur la création de produits polyvalents (A7). On y arrive grâce à une gestion efficace des déchets électroniques. Cette activité-ci permet d'offrir aux produits une seconde vie grâce au don, à la délocalisation et à la réutilisation (Stiles, 2007). C'est une opportunité de vendre un produit en fin de vie et de diminuer les coûts de recyclage pour l'entreprise. On peut également créer un appareil multifonctionnel qui peut servir à plusieurs tâches différentes.

### **2.2.2.3 Utilisation écologique**

La cinquième étape du cycle de vie couvre la période de vie utile du produit. C'est l'étape la plus longue de tous les processus de notre cycle.

### **A15 - Réduire l'énergie nécessaire à l'utilisation du produit**

Cette étape est influencée par une activité de conception qui consiste à améliorer la vie du produit (A6). En effet, un produit qui dure plus longtemps n'aura besoin de se faire remplacer que beaucoup plus tard. Mais ici, l'activité qui a le plus grand impact vise une réduction de l'énergie consommée pour l'utilisation du produit (A15). Cette activité se repose sur les sous-activités suivantes

**i) Sous-activité A15.1** – Le principe de l'écoconception permet de concevoir un produit afin de pouvoir l'utiliser à demi-charge. Le but est de réduire l'énergie nécessaire à son utilisation. Elle utilise aussi de nouvelles composantes plus efficaces. En suivant ces principes, le coût d'utilisation du produit durant sa vie utile s'en trouve considérablement diminué. Dans le marché, plusieurs initiatives sont prises afin d'aider les entreprises et les consommateurs à réduire leur consommation d'énergie. En effet, la consommation d'énergie est plus importante lors de l'utilisation d'un équipement que lors de sa conception (Lofthouse, 2009). Pour atteindre cet objectif, les gouvernements ont ainsi mis en place différents programmes d'aide pour atteindre cet objectif. Par exemple, le gouvernement mexicain, par le National Commission for Energy Conservation (CONAE), a créé un programme (Program for Government Energy Efficient Product Procurement) afin d'aider à optimiser la consommation d'énergie (Barber, 2007). La Commission Européenne quant à elle, permet par la EuP Directive (Energy Using Product), de mettre en place des mesures pour diminuer l'éco-impact de la consommation d'énergie durant la vie utile d'un produit (de Almeida, et al., 2007). L'Union européenne a également créé la directive Éco-Design qui aide à supporter ces activités. Il existe, par ailleurs, certains protocoles pour signaler les produits dits efficaces au point de vue énergétique. Les deux plus populaires sont l'Energy Star (Efficience énergétique) (Paquette, 2006) et le CE qui est appliqué sur les produits qui respectent les exigences écoénergétiques. (de Almeida, et al., 2007).

**ii) Sous-activité A15.2** - À l'aide d'une meilleure synergie entre plusieurs appareils, on optimise l'efficacité du système pour qu'il soit efficient (Lofthouse, 2009; Newton, et al., 2005). Pour ce faire, on identifie toutes les pertes de productivité. On utilise des simulations par ordinateur, on privilégie une approche technologique, on effectue de nouveaux réglages qui diminuent la consommation d'énergie (Lofthouse, 2009) et on cherche d'autres sources d'énergie et/ou d'autres sources de consommations d'énergie (Paquette, 2006; Steinhilper, 2000). On note que pour l'électronique portable, la consommation d'énergie représente le point le plus important. En effet, la création de CO<sub>2</sub> par la pile durant son utilisation a un impact très négatif sur notre écosystème (Kirschner, 2008). L'optimisation de la synergie permet de réduire les coûts d'exploitation (Anderson, 2005), permet d'éviter d'inutiles consommations (Steinhilper, 2000), de réduire les polluants et les émissions de gaz à effet de serre (Anderson, 2005; de Almeida, et al., 2007; Bogaert, et al., 2008) et permet aussi un approvisionnement en énergie plus sécuritaire (de Almeida, et al., 2007).

**iii) Sous-activité A15.3** - Un contact étroit avec les clients est essentiel. En créant un centre d'analyse, les employés récoltent et analysent les diverses informations provenant des clients par le biais de questionnaires et de systèmes de collectes d'informations informatisées. Dans ce sens, on aide à créer un lien entre la compagnie et le client et on optimise le partage de l'information. En effet, le centre d'analyse permet de savoir comment les consommateurs utilisent les produits, il fournit les spécifications de consommation d'énergie du produit, il fournit le support et la rétroaction aux consommateurs au sujet de leur consommation d'énergie (Lofthouse, 2009) et les éduque à une saine consommation d'énergie en cours d'utilisation (Newton, et al., 2005). Un bon rapport avec les consommateurs assure la qualité de l'information, ce qui aide à prendre de meilleures décisions.

**iv) Sous-activité A15.4** - Finalement en utilisant des nanomatériaux, on peut réduire sensiblement la consommation d'énergie. Par contre, l'utilisation des nanomatériaux peut avoir des effets jusqu'ici inconnus. Cependant, si les avantages sont bien démontrés, la société pourra plus facilement accepter ces risques potentiels (Klöpffer, et al., 2007).

#### **2.2.2.4 Entretien écologique**

La sixième étape du cycle, l'entretien écologique, ne comporte pas d'activités spécifiques. Cette sixième étape dépend principalement de deux des activités de conception, qui consistent à concevoir un produit facilement démontable (A4) et facilement réparable (A5).

#### **2.2.2.5 Disposition écologique**

La septième et dernière étape du cycle de vie est la disposition écologique du produit à la fin de sa vie utile. Elle est fortement influencée par environ la moitié des activités qui supportent les étapes du cycle de vie du produit (A1, A2, A3, A4, A11, A12, A13, A14). Elle-même comporte trois activités qui lui sont propres.

### **A16 - Établir des processus de recyclage**

La première activité consiste à l'établissement d'un processus de recyclage (A16) qui comprend une série d'activités du traitement de matières recyclables en de nouvelles matières premières (matériaux de récupération) (Tsai & Hung, 2009). Elle se subdivise en quatre sous-activités.

**i) Sous-activité A16.1** - Rejoindre ou créer un comité de déchets électroniques permet d'évaluer et d'élaborer des programmes de collecte, de récupération et de recyclage de ces déchets. Cela a comme avantage d'utiliser et de partager des connaissances sur les processus de recyclage avec d'autres partenaires (Stiles, 2007).

**ii) Sous-activité A16.2** - Pour les membres de l'Union Européenne, il est bénéfique d'adapter les installations médicales aux nouveaux équipements conçus en vertu de la directive RoHS. Cela aide à diminuer les pénalités pour non-conformité à ce règlement. En effet, les anciennes méthodes et techniques pour gérer les installations médicales n'auront d'autres choix que de se conformer à cette nouvelle réalité. (Stiles, 2007)

**iii) Sous-activité A16.3** - De nombreux métaux précieux et semi-précieux sont difficiles à extraire des composés électroniques. On doit donc développer de nouvelles techniques pour extraire ces métaux tels que l'or, le palladium, le platine et l'argent. Ces techniques mises au point permettent de diminuer l'utilisation de ces matières premières précieuses vierges et non renouvelables et diminuent le coût des produits qui employés (Parajuli, 2006).

**iv) Sous-activité A16.4** - L'utilisation d'une structure cyclique comme démontrée dans ce chapitre (déchets, réutilisation, recyclage, production, déchets, etc. (Sundin, 2004)) assure un meilleur contrôle des activités écologiques. Il est donc essentiel de toujours conserver cette préoccupation en arrière-plan tout au long de la vie du produit.

### **A17 - Assurer la présence d'infrastructures de recyclage à la fin du cycle de vie**

La seconde activité de cette étape consiste à assurer la présence d'infrastructures de recyclage à la fin du cycle de vie (A17). Quatre activités permettent d'y arriver.

**i) Sous-activité A17.1** - Il faut établir des politiques de gestion de déchets électroniques. On peut y arriver grâce à la contribution des technologies de l'information (TI), des infrastructures mises en place et de la participation du personnel du génie biomédical (Stiles, 2007). En y

parvenant, on aboutit à un meilleur accès à l'information afin de trouver les meilleures solutions et de prendre les bonnes décisions.

**ii) Sous-activité A17.2** - La consolidation de toutes les émissions et des sources de déchets électroniques diminue les coûts afférents (Stiles, 2007).

**iii) Sous-activité A17.3** – L'utilisation des services de sociétés de gestion de déchets électroniques simplifie la gestion des déchets. Ces sociétés fournissent différents services. Par exemple, des conteneurs spéciaux et des cartons d'expédition incluent des étiquettes d'envoi postal prépayées pour le centre de recyclage (Stiles, 2007). Au niveau de la procédure, il existe plusieurs façons de faire. Soit les déchets sont gérés par le fabricant, soit ils sont gérés par le consommateur. En Europe, la directive DEEE, donne l'obligation au constructeur de recueillir, à la fin du cycle de vie, les appareils électroniques et électriques, en vue d'en disposer de façon écologique (Lofthouse, 2009). On notera que les fabricants peuvent utiliser des entreprises de recyclage spécialisées ou utiliser leurs propres installations (Goodman, 2006).

**iv) Sous-activité A17.4** - La mise en place de programmes d'isolation des déchets électroniques dans les installations des entreprises rend le ramassage plus facile et limite la contamination (Stiles, 2007).

### **A18 - Mettre en place des mécanismes pour éliminer les matériaux dangereux et infectés à la fin du cycle de vie**

La troisième et dernière activité de cette étape consiste à la mise en place de mécanismes qui servent à l'élimination des matériaux dangereux et infectés, à la fin de leur cycle de vie (A18). En général, les produits infectés ne peuvent pas être recyclés. Ils nécessitent une activité précise : **A18.1 l'incinération** (Goodman, 2006). En effet, les produits médicaux contaminés (par des particules, des résidus de produits chimiques inorganiques et organiques ou des bactéries (Lofthouse, 2009)) présentent un risque réel pour la sécurité du personnel et des patients. En conséquence, s'il n'est pas admissible, réalisable ou souhaitable pour le personnel médical (le dernier utilisateur) de désinfecter ces produits; ils devront être détruits. L'incinération, malgré son côté polluant, demeure une des façons les plus efficaces de diminuer les risques de propagation d'infection (Goodman, 2006). Le but ultime consiste à n'incinérer que les composantes visées, en évitant le gaspillage ou la pollution.



Finalement, pour conclure cette dernière étape, la disposition écologique, certains considèrent que le recyclage mécanique est, à ce jour, la meilleure solution pour les nouvelles matières plastiques et les polymères (Freeguard, et al., 2006). Cette technique consiste à refondre les matériaux plastiques et polymères afin de refaire de la matière vierge.

### 2.2.3 Interactions entre les activités

Comme souligné jusqu'à présent, il existe certaines interactions entre les diverses activités. Ces activités s'influencent durant tout le cycle de vie du produit. La Figure 2-3 démontre ces interactions.

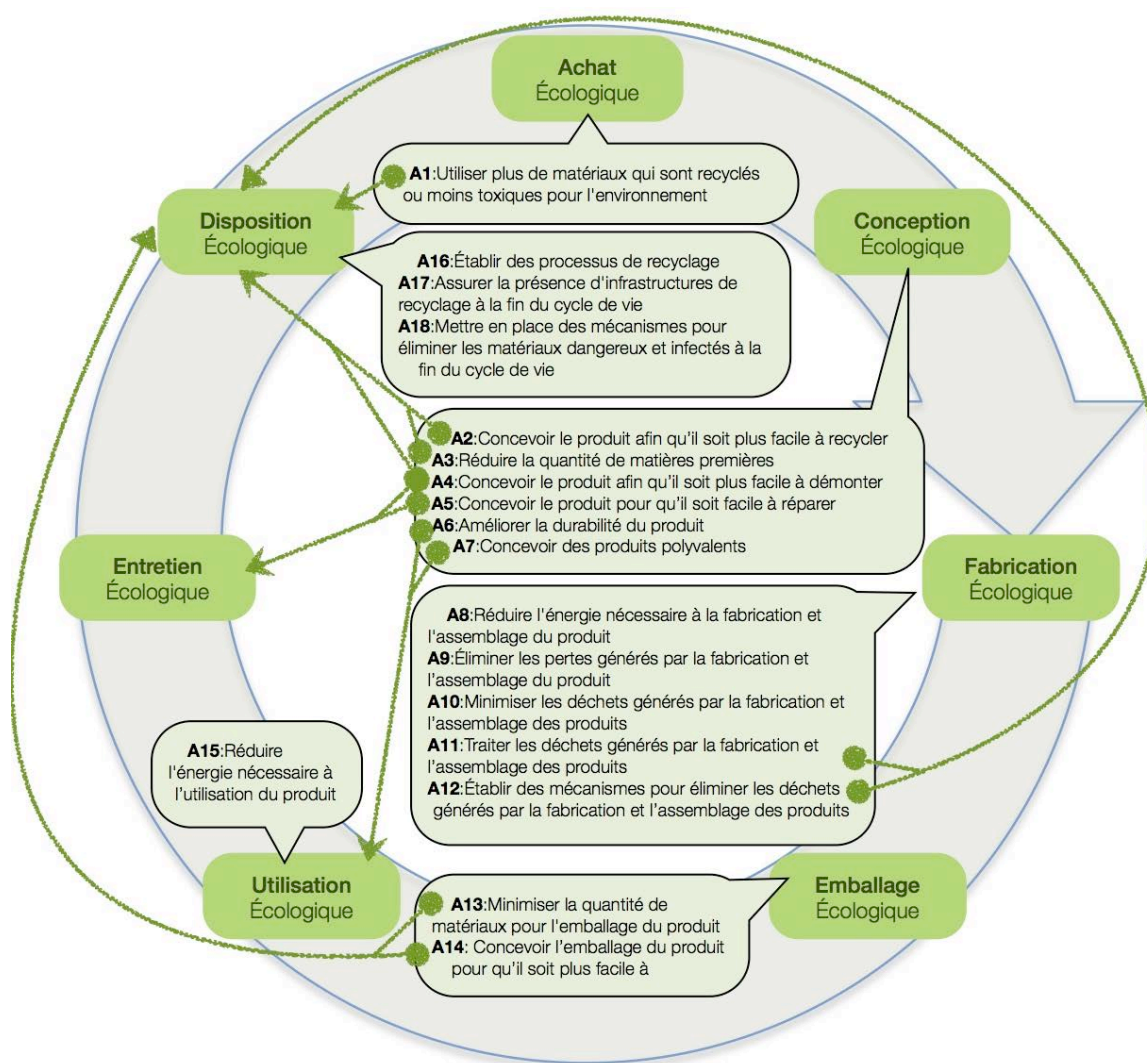


Figure 2-3 : Les initiatives environnementales potentielles au cours de chaque étape du cycle de vie de l'appareil médical et leurs interactions

La Figure 2-1 vue précédemment démontre le sens dans lequel les activités s'influencent, soit dans le sens des aiguilles d'une montre. La Figure 2-3 ajoute des liens supplémentaires d'influences et on constate que près de la moitié des activités ont un lien direct supplémentaire avec les autres processus.

**L'activité A1**, « Utiliser plus de matériaux qui sont recyclés ou moins toxiques pour l'environnement » influence la disposition écologique d'au moins une façon supplémentaire. En utilisant des produits plus écologiques, il devient plus facile et économique d'en disposer écologiquement.

**L'activité A2**, « Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à recycler », influence la disposition écologique en augmentant la quantité d'éléments recyclés et en diminuant les coûts.

**L'activité A3**, « Réduire la quantité de matières premières », influence la disposition écologique en facilitant le recyclage. Si on utilise davantage de matières recyclables, on en augmente la demande.

**L'activité A4**, « Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à démonter », influence la disposition écologique et l'entretien écologique. Cela facilite et diminue les coûts de traitement des déchets et de l'entretien d'où l'augmentation du taux de réparation des équipements existant et de la diminution d'achat de nouveaux.

**L'activité A5**, « Concevoir le produit pour qu'il soit facile à réparer », influence l'entretien écologique en favorisant sa durée de vie.

**L'activité A6**, « Améliorer la durabilité du produit », influence sa phase d'utilisation écologique en diminuant la fréquence de son remplacement.

**L'activité A7**, « concevoir des produits polyvalents », influence sa phase d'utilisation écologique en diminuant la quantité d'appareil utilisée.

Ces différentes activités faisant partie des étapes du cycle de vie externe à l'hôpital auront un impact sur les étapes de vie de l'hôpital et par le fait même, auront un impact environnemental.

## **2.3 Modèle de gestion européen des déchets médicaux électroniques dans les hôpitaux**

Dans les activités précédentes, aucun processus global de gestion n'est proposé comme tel. L'Union Européenne est la seule union ou pays à proposer, voire imposer, un modèle de gestion du cycle de vie des appareils médicaux. Dans ce sens, la DEEE encadre la gestion des déchets électroniques dans l'Union Européenne. Cette section en fait ressortir les lignes principales.

Cette directive couvre dix catégories d'appareils électroniques : les gros appareils ménagers, les petits appareils ménagers, les équipements informatiques et de télécommunications, le matériel grand public, l'équipement d'éclairage (à quelques exceptions près), les outils électriques et électroniques (à l'exception des gros outils industriels fixes), les jouets, les équipements de loisir et de sport, les équipements médicaux (à l'exception de tous produits implantés ou infectés), les instruments de surveillance et de contrôle et finalement, les distributeurs automatiques.

En résumé, la directive considère le producteur comme responsable du recyclage et de la disposition écologique de son produit. L'imputabilité de la conformité aux directives de disposition appartient donc au fabricant. Une non-conformité à cette directive peut engendrer des amendes illimitées ainsi que des peines sévères d'emprisonnement (Austin, 2005).

La présente recherche concerne principalement les appareils de la catégorie 8, les équipements médicaux (à l'exception de tous produits implantés ou infectés) ainsi que certains équipements de la catégorie 9 et les instruments de surveillance et de contrôle.

En général, on peut dire que la littérature est relativement restreinte en ce qui a trait aux pratiques de gestion des appareils médicaux électroniques non implantés et non radioactifs. Par contre, la directive DEEE propose, pour les appareils médicaux électroniques et électriques (Catégories 8 et 9), de suivre la même procédure que pour les déchets industriels. En ce qui concerne les appareils médicaux implantés, ils ne sont pas soumis à cette réglementation. La plupart du temps, ils sont incinérés (Pecht, et al., 2004 et Conran 2007).

Pour l'instant, vu la haute technologie que possèdent ces appareils ainsi que l'aspect sécuritaire important qu'ils doivent avoir, cette procédure demeure volontaire pour les producteurs à cause de la difficulté à se conformer aux directives DEEE et RoHS. Contrairement aux autres,

producteurs, ils ont jusqu'au 2 janvier 2016 pour s'y conformer (Durand-Viel, D., 2011 ; Goodman, P., 2011).

En Europe, la responsabilité incombe au producteur des appareils médicaux électroniques de s'assurer de la bonne gestion de la fin de vie de leurs appareils.

Le schéma suivant, Figure 2-4, s'inspire de celui proposé par la directive DEEE pour le traitement des appareils électroniques généraux. Il schématise le traitement des appareils médicaux électroniques non implantés dans le cas des centres hospitaliers. En ce qui concerne les appareils produits en Europe pour le marché extérieur, le producteur n'a aucune obligation de se conformer à la réglementation. Les processus de disposition et de traitement représentent les points culminants du schéma. La disposition s'effectue soit par le manufacturier, soit par l'hôpital. Lorsque c'est l'hôpital, le manufacturier contribue avec d'autres intervenants, à la mise en place d'un système pour collecter leurs appareils sinon il se déplace personnellement pour la collecte. Ces appareils seront ensuite envoyés dans une installation de traitement approuvée et autorisée (AATF) pour y être recyclés et reconditionnés. Dans le cas où il devient impossible de les collecter séparément (pièces de réparation ou d'entretien par exemple), l'hôpital les dispose pour enfouissement.

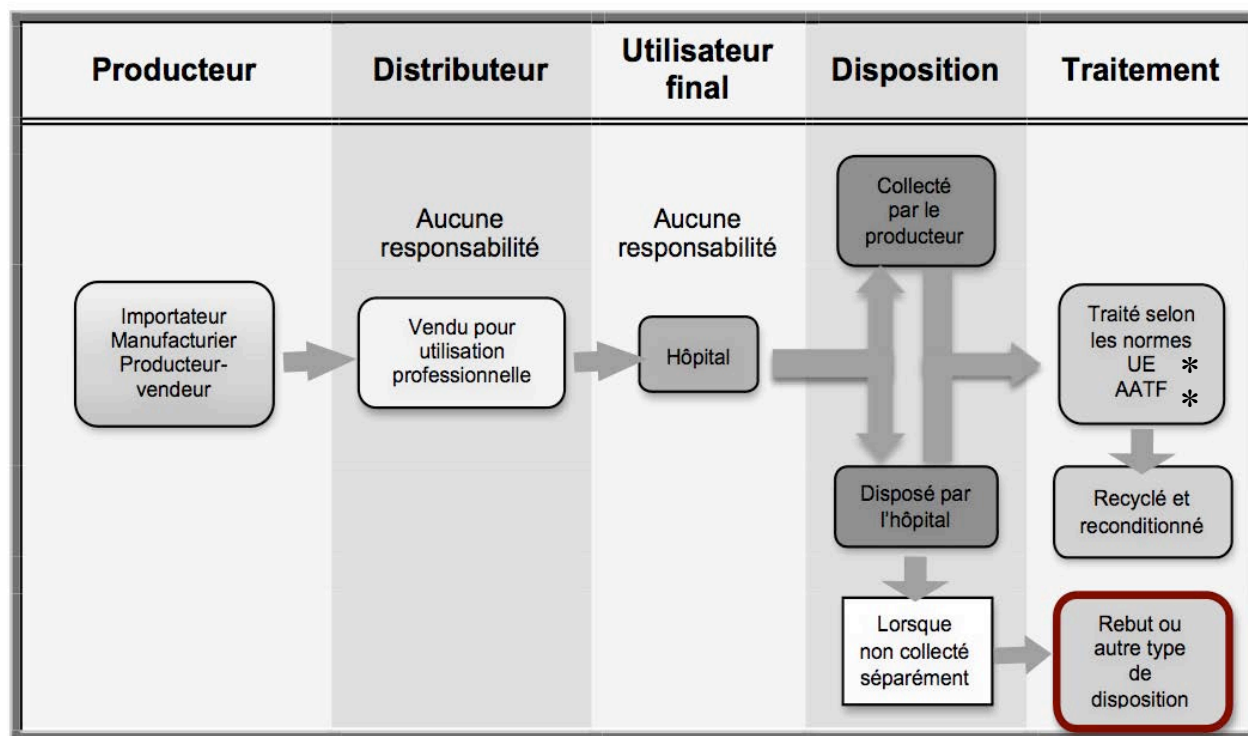


Figure 2-4 : DEEE : Processus et responsabilités des producteurs d'appareils médicaux électroniques

\* *Approved authorised treatment facility (AATF)* (Installation de traitement approuvée et autorisée)

\* UE : Union Européenne

Source : adapté de Conran (2007)

## 2.4 Les appareils médicaux électroniques dans les services de santé au Québec

Le Québec possède un inventaire national de certains de ses équipements qu'il gère via le système Actifs+ Réseau ([Actifs+ Réseau](#)). Cet inventaire contient les équipements médicaux d'une valeur supérieure à 100 000 \$ ou de nature stratégique. Ses derniers sont décrits et listés plus loin.

Le système Actifs+ Réseau offre un service de planification, de gestion, d'allocation des budgets, de prise de décision, etc. Il permet de passer toutes les commandes des appareils du PCEM (Plan de conservation de l'équipement et du mobilier) (MSSS, 2011a; 2012b).

Il gère les acquisitions par le biais de trois types de programmes possibles pour les hôpitaux: (1) le maintien des actifs, (2) la consolidation du parc et (3) le programme sur les projets de développement. La section suivante détaille chacun de ses programmes.

### **2.4.1 Maintien des actifs**

Le maintien des actifs touche le remplacement et le rehaussement des équipements médicaux. Il permet de remplacer un appareil désuet par un nouveau. Ce qui implique que le nombre d'appareils contenu dans le parc du centre de santé doit rester inchangé. Dans le cas où le nombre varie, il s'agit d'un ajout et entre dans les catégories de consolidation ou de développement de service.

Il se gère à l'aide du PCEM basé sur un plan triennal révisé et mis à jour annuellement. Chaque établissement a l'obligation de se doter du PCEM et doit le présenter en fonction de ses différentes installations (départements) (MSSS, 2011a).

#### **2.4.1.1 Budgets pour le maintien du parc des équipements médicaux des centres de santé du Québec (PCEM)**

Depuis 2009, le MSSS s'est doté d'un plan triennal dans le but de maintenir son parc d'équipement. Pour ce faire, il répartit son budget en trois parties: une partie pour le Ministère, une autre pour les différentes agences et une troisième pour les centres hospitaliers.

Le Ministère conserve 5% de l'enveloppe provinciale. Cette réserve sert à financer l'acquisition d'équipement d'une valeur unitaire de 1 million de dollars et plus. Le financement doit obligatoirement être tripartite (MSSS, Agence, l'établissement).

L'Agence prend ensuite 10% du budget alloué à sa région. Ce budget régional sert à pallier aux urgences, à compléter le financement de projet prioritaire, à supporter les projets d'envergures, à appuyer les projets ministériels et à aider les centres de santé à respecter les paramètres nationaux (MSSS, 2010b).

La figure 2-5 permet de visualiser les dépenses budgétées pour l'acquisition d'appareils médicaux pour 5 ans, en incluant des projections à partir de 2012. On constate en 2009-2010 une progression importante des dépenses pour rattraper le retard accumulé depuis plusieurs années. Par la suite cette progression ralentie pour atteindre 2% en 2013, soit 255 millions de dollars.

Comme mentionné au point 1.1.2.4, chaque appareil acheté remplace un ancien. Ce qui implique qu'en 2012, par exemple, 250,30 millions d'appareils se retrouvent en fin de vie.

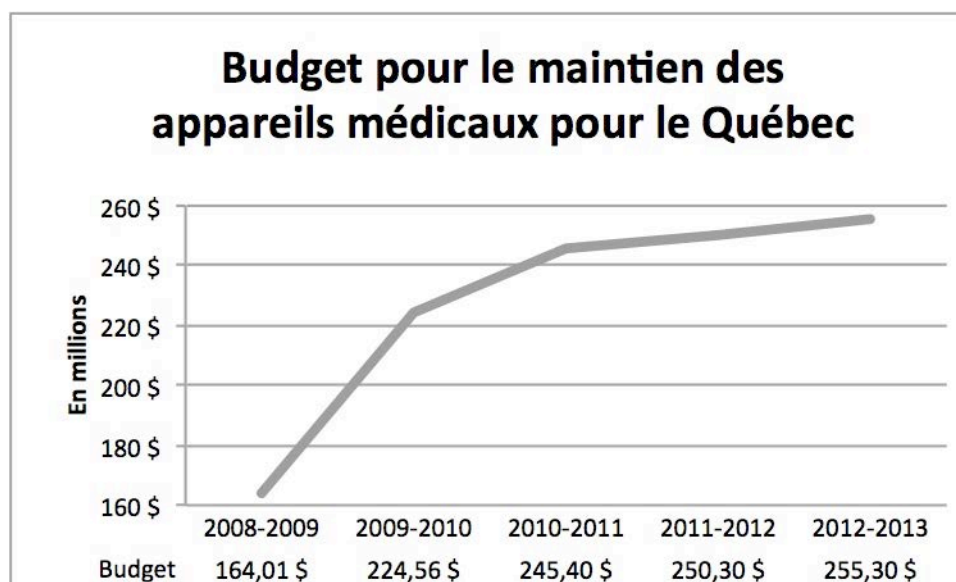


Figure 2-5 : Budget pour le maintien des appareils médicaux pour le Québec

Source : (MSSS, 2010d)

#### **2.4.1.2 Budgets pour le maintien du parc des équipements médicaux des centres de santé de Montréal (PCEM)**

Pour le PCEM, Montréal touche environ 35% de l'enveloppe provinciale. Cette proportion se corrèle au budget global alloué pour la santé illustrée dans la Figure 1-5 du chapitre 1. En jetant un coup d'œil au Tableau 2.4 on peut déduire qu'en 2011, puisque le budget de maintien des actifs ne touche que les appareils que l'on remplace, 86 millions d'appareils électroniques se sont retrouvés en fin de vie et ont nécessité une gestion relative à la disposition. On peut d'ailleurs imaginer que la progression des enveloppes pour Montréal suivra celle de la Province, soit 2% d'augmentation pour 2011-2012 et 2012-2013.

Tableau 2.4 : Valeur de l'enveloppe pour le maintien des actifs des équipements médicaux pour Montréal

Montréal	2008-2009	2009-2010	2010-2011
Total pour les centres de santé	48 219 091 \$	70 659 973 \$	77 151 254 \$
<b>Réserve de l'Agence de Montréal</b>	9 041 079 \$	8 380 946 \$	9 150 850 \$
Subvention total pour Montréal	57 260 170 \$	79 040 919 \$	86 302 104 \$
Progression		38,04%	9,19%
% de l'enveloppe provinciale	34,91%	35,2%	35,17%
<b>Réserve du MSSS</b>	0 \$	11 228 000 \$	12 270 000 \$

Sources : (MSSS, 2009b; 2010b)

Le Tableau 2.5 reprend les centres de santé de la Figure 1-6 du chapitre 1 qui représentent 93,22% du parc d'équipements médicaux de Montréal. Il illustre la distribution des budgets dans les divers centres. Dans ce sens, en 2010-2011, le Gouvernement a donné aux hôpitaux, à deux exceptions près, 7,15% de la valeur de leur parc d'équipements médicaux en subvention. Par contre, on constate que pour 2008-2009 et 2009-2010 la proportion n'est pas uniforme pour chaque hôpital. Les enveloppes pouvaient passer en 2008-2009 de 0,03% pour le CSSS Cavendish à 8,4% pour le CUSM et en 2009-2010 de 0,14% pour le CSSS Cavendish à 8,01% pour le CUSM.



Tableau 2.5 : Subvention pour le maintien des actifs des équipements médicaux d'hôpitaux de Montréal

Hôpitaux	Subvention 2010-2011	Proportion du parc
CUSM	16 688 156 \$	7,15 %
CHUM	14 259 743 \$	7,15 %
CHU Ste-Justine	5 610 494 \$	7,15 %
Hôpital Maisonneuve -Rosemont	7 254 922 \$	7,15 %
Hôpital Général juif	6 248 249 \$	6,95 %
Hôpital Sacré-Cœur de Montréal	5 964 875 \$	7,15 %
Centre Hospitalier de St. Mary	2 374 116 \$	7,15 %
Hôpital Santa Gambini	1 450 173 \$	7,15 %
Institut de Cardiologie de Montréal	3 364 344 \$	7,15 %
Institut universitaire de gériatrie de Montréal	553 931 \$	7,15 %
CSSS du Cœur-de-l'Île (Hôpital Jean-Talon)	1 233 039 \$	7,15 %
CSSS de Dorval-Lachine-LaSalle (Hôpital de Lasalle)	1 152 014 \$	7,15 %
CSSS d'Ahuntsic et Montréal-Nord (Hôpital Fleury)	1 252 331 \$	7,15 %
CSSS de l'Ouest-de-l'Île (Hôpital General du Lakeshore)	1 504 227 \$	7,15 %
CSSS du Sud-Ouest – Verdun (Hôpital Verdun)	2 544 186 \$	7,15 %
CSSS Cavendish (Hôpital Richardson)	280 396 \$	7,02 %
Total pour le maintien des actifs	77 151 254 \$	7,15 %
<b>Fond de l'Agence</b>	9 150 850 \$	
Total disponible aux service de Santé de Montréal	86 302 104 \$	

Source : (MSSS, 2009b)

## 2.4.2 Consolidation du parc

La consolidation consiste à ajouter un équipement médical à un service déjà existant. Le budget alloué ne touche que l'achat d'équipement et aucun autre coût associé à son utilisation, à son entretien, etc. Il aide le service à optimiser et à stabiliser son offre de soin.

Selon le niveau financier du besoin, l'accord peut venir soit de l'Agence soit du MSSS. Lorsque le coût de l'équipement médical est de 200 000\$ ou moins, l'autorisation doit venir de l'Agence. Tandis que pour ceux de plus de 200 000\$, l'autorisation doit venir du MSSS. À noter que le niveau d'autorisation peut changer en fonction des centres hospitaliers (MSSS, 2009a).

### 2.4.3 Projets de développement

Le développement d'un service ressemble à la consolidation. Le service de soins doit déjà être existant. Par contre, un budget supplémentaire est alloué pour l'ajout de personnels, d'appareils médicaux, etc. et doit être autorisé par le Ministère. Pour certains services, une autorisation du Ministre lui-même est nécessaire. Le Tableau 2.6 en fournit quelques exemples.

Tableau 2.6 : Développement de services requérant l'autorisation du Ministre

Unités de soins intensifs périnataux	Radiothérapie
Unités de soins pour les grands brûlés	Hémodialyse
Unités de grossesse à risques élevés	Tomodensitométrie (TDM)
Tomographie par émission de positrons ou de photons (TEP)	Résonance magnétique (IRM)
Neurochirurgie, chirurgie cardiaque et chirurgie néonatale	Lithotritie extracorporelle
Transplantation d'organe et greffe de la moelle osseuse	

Source : (MSSS, 2009a)

## 2.5 Processus d'achat

Comme illustré à la Figure 2-2, le processus d'achat amorce le cycle de vie d'un appareil médical dans l'hôpital. Cette étape aura une influence écologique sur le reste de sa vie. Au Québec, tous les organismes publics doivent se plier à la loi 17 légiférant les contrats des organismes publics. Cette loi statue sur les grandes lignes de fonctionnement pour tous les organismes, mais entre également dans le détail en fonction de leur différent type. À échéance, il se doit d'attribuer le contrat au plus bas soumissionnaire conforme (MSSS, 2012a). Ce dernier n'a pas l'obligation d'être le plus bas soumissionnaire, mais doit être le plus bas en fonction de divers critères classés en ordre d'importance. Dans la section suivante, nous définissons les différents types d'appels d'offres ainsi que les principales lignes les influençant.

### 2.5.1 Catégories d'appels d'offres

Pour tout type d'appel d'offres, l'organisme public doit consigner par écrit toutes les informations relatives à cet appel d'offres. Il ne peut fractionner ses besoins ou effectuer toutes autres manœuvres dans le but d'échapper à ses obligations d'appel d'offres.

Il existe trois types d'appel d'offres :

#### L'entente de gré à gré

Cet appel d'offres est le plus simple. Il ne consiste qu'à trouver un fournisseur que l'organisme considère apte à répondre à ses besoins.

#### L'appel d'offres sur invitation

Un avis est envoyé à un minimum de trois fournisseurs du Québec. Dans le cas exceptionnel où ce ne serait pas possible, une justification étoffée doit être fournie.

#### L'appel d'offres public

Les spécificités de l'appel d'offres doivent être rendues publiques de telle façon que toute entreprise intéressée puisse avoir la possibilité d'y participer. Dépendamment du type d'organisme public, le média de transmission peut changer (Assemblée Nationale, 2006).

Le Tableau 2.7 résume les obligations relatives au montant des contrats.

Tableau 2.7 : Conditions pour définir les types d'appels d'offres obligatoires ou optionnels

Contrat	Obligatoires	Optionnels
Moins de 25 000\$	Entente de gré à gré	Appel d'offres sur invitation Appel d'offres public
Entre 25 000\$ et 100 000\$	Appel d'offres sur invitation	Appel d'offres public
100 000\$ et plus	Appel d'offres public	

Source : (Québec, 2009)

## **2.5.2 Responsabilité des organismes du système de la santé**

Chacun des trois niveaux d'intervention du système de santé possède son niveau de responsabilité.

Le centre de santé (CLSC, hôpital, etc.) doit mettre en place différents mécanismes permettant de bien gérer leur institution tant au niveau des budgets, qu'au niveau de la planification, des ressources mobilières, etc. À l'aide de ces mécanismes, il doit établir le plan triennal relatif au PCME tout en identifiant les impacts de celui-ci. Ce plan doit détailler les différents budgets et être approuvé par le conseil d'administration pour l'être ensuite par l'Agence. Cette dernière

approbation se fait à l'aide de l'outil Actifs+ Réseau. Par la suite, le centre de santé tient à jour le plan triennal et l'inventaire national lors de l'acquisition ou la disposition de nouveaux appareils.

L'Agence régionale supervise différents centres de santé. Elle distribue les budgets et elle s'assure de leurs conformités aux politiques ministérielles. À échéance, elle transmet au Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) les informations colligées.

Le Ministère détermine les orientations au niveau de la santé. Il établit les budgets et les priorités au niveau des acquisitions, au niveau du personnel, etc. Il s'assure de la conformité des politiques mises en place soit au niveau national, soit au niveau provincial (MSSS, 2010d).

### **2.5.3 Catégorie d'achats au sein du PCEM**

Il existe quatre types de catégories d'achat au sein du PCEM; les achats de moins de 100 000\$, les achats regroupés, les achats stratégiques et les achats de 100 000 \$ et plus.

#### Achats de moins de 100 000\$

Pour les achats de moins de 100 000\$ et pour des appareils ayant un coût unitaire inférieur à 10 000\$, l'Agence peut permettre à l'établissement de ne pas fournir de détails sur les appareils commandés.

#### Achats regroupés

Lorsque plusieurs centres de santé du Québec font part d'un besoin de remplacement d'un équipement médical spécifique, le Ministère peut ouvrir un processus d'achat. Dans le cas où un établissement a besoin d'un type de ces équipements, il doit y participer et se soumettre au processus (MSSS, 2011a).

#### Achats stratégiques


Les achats stratégiques touchent des équipements qui ont un impact très important au niveau des installations, au niveau du personnel, au niveau des coûts d'utilisation, etc. Pour l'ajout ou le remplacement de ces appareils, l'établissement doit avoir l'aval du Ministère. Le Tableau 2.8 en dresse la liste.

Tableau 2.8 : Listes des appareils dits stratégiques

Analyseur de fonction pulmonaire	Laser à diode	Préparateur de lame d'échantillon liquide en cytologie
Analyseur de microbiologie automatisé	Laser à argon	Préparateur de tissu automatisé
Analyseur de réplication (PCR)	Laser à colorant	Programmateurs de stimulateur cardiaque
Analyseur d'hématologie automatisé	Laser à excimère	Radiographie
Anesthésie (appareil)	Laser YAG	Radiographie de pièces anatomiques
Archivage d'images (PACS)	Laser à krypton	Stérilisateur à l'oxyde d'éthylène
Bronchoscope flexible	Laser YLF	Stérilisateur à vapeur
Chambre hyperbare	Laveuse d'endoscopes	Système d'aide au diagnostic
Coloration de lames histologiques	Lecteur de cassettes au phosphore (CR)	Système de monitoring physiologique
Coloscope	Microscope opératoire	Système d'imagerie en pathologie
Console de contrôle pour cœur mécanique	Microtome (cryostat)	Tomographe oculaire
Duodélescope	Microtome [ultra]	Urétroscope
Échographe	Monteur de lames	Ventilateur de soins critiques
Électrorétinographe	Numériseur de lames	Ventilateur de transport
Gastroscope	Phacoémulsificateur	Ventilateur haute fréquence
Hémodialyseur	Polysomnographe	
Incubateur pour nouveau-né	Pompe à perfusion	

Source : Agence de la santé et services sociaux de Montréal

### 100 000 \$ et plus

Les achats de 100 000 \$ et plus doivent se faire par appel d'offres public. En santé il s'effectue par le biais du système électronique d'appel d'offres [se@o](https://www.seao.ca/index.aspx)  <sup>13</sup>. Ce système permet aux fournisseurs de pouvoir soumissionner sans contrainte à l'appel d'offres.

\*\*\*

La revue de littérature avait pour but, dans un premier temps, de comprendre ce qui caractérise un appareil médical électronique. Dans un second temps, elle ressort les différentes activités pouvant alléger son poids écologique en fonction des différentes étapes de son cycle de vie. Dans un troisième temps, elle présente le modèle de gestion européen des résidus des appareils médicaux

<sup>13</sup> <https://www.seao.ca/index.aspx>

électroniques. Dans un quatrième temps, elle présente les différents types d'acquisition touchant les appareils médicaux québécois et finalement, elle ressort différents éléments influençant son processus d'achat dans les centres de santé québécois.

Ces informations servent de base à la proposition de recherche exposée au prochain chapitre.

## **CHAPITRE 3     DESIGN DE LA RECHERCHE ET MÉTHODOLOGIE**

Le chapitre 3 présente les différents aspects méthodologiques de la recherche terrain. En premier lieu, il rappelle les objectifs de la recherche et le raisonnement qu'il y a mené. Ensuite, il précise les différentes modalités de cueillette et de traitement des données. Finalement, il présente les mesures prises par le chercheur pour se conformer aux normes d'éthique de la recherche en vigueur à l'École Polytechnique de Montréal.

### **3.1 Rappel de la problématique et des objectifs de recherche**

#### **3.1.1 Rappel du sujet de recherche**

Les chapitres 1 et 2 ont présenté le contexte de la recherche et les principaux thèmes pertinents. Cette section vise à rappeler les grands objectifs à partir de questions de recherche qui ont motivé le chercheur tout au cours du processus (définition du sujet de recherche, choix du cadre méthodologique, volet opérationnel de la recherche).

Au Canada comme dans la plupart des pays industrialisés, les hôpitaux comptent parmi les plus importantes institutions du secteur médical. Outre les retombées positives évidentes sur la santé des patients, ces organisations peuvent également avoir des impacts considérables au niveau environnemental. En effet, à mesure qu'ils progressent en sophistication technologique, les services hospitaliers ont recours à de plus en plus d'appareils médicaux électroniques. Or, l'achat, l'installation, l'utilisation et la mise hors service de ces appareils comportent une dimension environnementale réelle et encore très mal comprise, particulièrement au Québec et au Canada. Cette recherche exploratoire vise à mieux comprendre les diverses facettes de cette problématique.

### 3.1.2 Question de recherche

Dans ce contexte, ce mémoire de maîtrise a pour but de répondre à la question de recherche suivante :

Est-ce que le processus de gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux montréalais est écologique ?

Cette question principale se décline en quatre questions spécifiques que voici :

- Quels sont les facteurs qui influencent le cycle de vie des appareils médicaux dans les hôpitaux ?
- Quels sont les acteurs qui influencent le cycle de vie des appareils médicaux ?
- Comment se gère le cycle de vie des appareils médicaux dans les hôpitaux montréalais ?
- Comment définir et sélectionner les critères évaluant la conformité d'un processus de gestion écologiques des appareils médicaux électroniques ?

### 3.1.3 Cadre de la recherche : approche exploratoire

Le but de cette recherche est d'établir un premier portrait d'ensemble compte tenu du fait qu'il s'agit d'une problématique encore très peu couverte dans les milieux académiques et très peu présente dans le milieu des pratiques professionnelles tant au niveau politique, qu'institutionnel et organisationnel. Dans ce sens, elle ne cherche aucunement à tracer un portrait exact de la situation, ce qui nécessiterait une autre méthodologie et beaucoup plus de ressources.

Dans un premier temps, la recherche vise à classer et à mettre en évidence les activités pouvant être reliées à une saine gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. Dans un second temps, elle cible les acteurs ayant un pouvoir d'influence sur le cycle de vie des appareils médicaux. Dans un troisième temps, elle vise à déterminer la façon dont on gère le cycle de vie des appareils médicaux électroniques spécifiquement dans le milieu hospitalier montréalais. Dans un quatrième temps, elle définit et sélectionne différents critères permettant d'évaluer le processus de gestion écologique des hôpitaux. Globalement, cette étude fournit un portrait de la



situation actuelle dans les hôpitaux montréalais et identifie les défis auxquels ces hôpitaux sont confrontés en rapport avec la gestion du parc d'appareils médicaux électroniques.

### **3.1.4 Stratégie de recherche : études de cas**

Cette recherche procède par études de cas. Sans chercher à établir un portrait détaillé de chaque institution, elle vise tout de même à connaître les particularités de chacune vis-à-vis la gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. L'étude de cas permet donc, par l'étude empirique d'exemples complexes, de faire ressortir les éléments clés pouvant générer un portrait d'ensemble. Souvent associée à une étude de type exploratoire et à l'utilisation de données qualitatives, l'étude de cas constitue un outil puissant pour générer des connaissances à partir d'observations de situations organisationnelles (Gagnon, 2005). Dans ce sens, elle répond à deux questions fondamentales : le comment et le pourquoi (Yin, 2003). Le comment permet d'établir les différents processus et le pourquoi permet d'en établir les motivations.

Pour cette recherche, l'approche monographique (Gauthier, 2009) a été privilégiée. Cette approche décrit de manière exhaustive une situation afin de confirmer ou enrichir une théorie plus générale. Pour ce faire, elle recueille de l'information sur plusieurs aspects d'une problématique pour ensuite la traiter comme un tout opérant. Des techniques propres aux études qualitatives permettent de recueillir et de traiter ces informations. Cette recherche mise sur des entrevues semi-dirigées avec des acteurs du terrain et l'analyse de documentation interne. Les entrevues permettent de dresser un bilan sommaire du parc d'appareils médicaux électroniques, plus précisément elles permettent de comprendre le processus d'acquisition, d'entretien et de disposition de ces appareils.

La partie suivante détaille le protocole de recherche utilisé pour la collecte d'informations pertinentes à la problématique.

## **3.2 Terrain de la recherche**

Les appareils médicaux électroniques touchent plusieurs types de centres de santé. L'identification du terrain de recherche devait donc tenir compte de la grande variété de centres (taille et volume d'opérations) afin de pouvoir dégager le portrait le plus juste possible. Initialement, des choix ont été faits quant à la localisation et au type de centres.

### **3.2.1 Choix du type d'établissement médical**

Notre choix s'est arrêté sur les hôpitaux de Montréal. Montréal représente la ville la plus importante du Québec tant au niveau économique qu'au niveau de l'importance de sa population. Elle est le centre névralgique du Québec. Elle possède également le plus grand nombre d'hôpitaux allant du simple hôpital à l'hôpital hyperspécialisé.

### **3.2.2 Sélection des hôpitaux**

Pour les hôpitaux, la recherche avait deux critères de sélection : i) avoir au minimum un hôpital par catégorie et ii) couvrir environ 80% du parc d'appareils médicaux de l'île de Montréal. Neuf hôpitaux de la région de Montréal sur seize ont été contactés et ont répondu à l'appel. Ces hôpitaux possèdent des parcs d'équipements médicaux dont la valeur totalise près de 837 millions de dollars (Tableau 1.3). Ceci représente 77,5% de la totalité des parcs des centres de santé de Montréal. Les hôpitaux sélectionnés représentent près du tiers du parc d'appareils médicaux du Québec (Tableau 1.1 et tableau 2.5).

Ces hôpitaux sont classés en cinq catégories :

- 1 Les centres hospitaliers de soins généraux et spécialisés universitaires (CHSGS-U)
- 2 Les gros centres hospitaliers de soins généraux et spécialisés non-universitaires (CHSGS-NU-G)
- 3 Les petits centres hospitaliers de soins généraux et spécialisés non-universitaires (CHSGS-NU-P)
- 4 Les instituts hospitaliers ultra-spécialisés (IHUS)
- 5 Les CSSS à mission hospitalière (CSSSH)

### **3.2.3 Choix des participants de la recherche**

Afin d'obtenir les données les plus pertinentes à la recherche, le choix des participants s'est avéré des plus critique. Les personnes ciblées par cette étude jouent un rôle central dans les décisions prises lors de l'achat d'équipement électronique. Dans la plupart des cas, ces intervenants appartiennent à un département de génie biomédical ou son équivalent. D'autres intervenants ont également été sollicités afin de compléter les informations fournies par le premier répondant. Ces

personnes provenaient de départements reliés aux activités de gestion des équipements, par exemple le département de l'environnement des services techniques. Également, les rencontres du directeur du génie biomédical de l'Agence de Montréal et de la directrice du CSI se sont avérées pertinentes à cette recherche pour permettre une meilleure vue d'ensemble.

Le tableau 3.1 présente le rôle joué par les intervenants ayant pris part à la recherche. La codification utilisée sera expliquée au tableau 4.1 du chapitre 4.

Tableau 3.1 : Récapitulatif des 16 répondants, par institution.

<b>Institution</b>	<b>Poste occupé</b>
CHSGS-U	Directeur adjoint, Plan, équipements et technologie
	Conseiller cadre, Direction des services techniques, Environnement
CHSGS-U	Chef adjoint, Service de physique et Génie biomédical
CHSGS-U	Chef du Génie biomédical
	Environnement
CHSGS-NU-G	Responsable Entretien et disposition biomédicale
	Coordonnateur Génie biomédical
CHSGS-NU-G	Chef du Génie biomédical
CHSGS-NU-P	Chef du Génie Biomédical
	Chef de l'Environnement
IHUS	Chef du Génie biomédical
CSSSH	Responsable du Génie biomédical
	Responsable Achat biomédical
CSSSH	Responsable du Génie biomédical
CSI	Directrice générale
Agence SSS Mtl.	Chef du Génie biomédical

### 3.3 Démarche de collecte de données

La collecte de données s'est faite au cours d'entrevues semi-dirigées, à l'aide d'un guide. Cette section couvre la démarche et décrit sommairement le déroulement des entrevues.

#### 3.3.1 Construction de l'instrument de mesure

Le point 2.2.2 du deuxième chapitre classe sous diverses étapes du cycle de vie, plusieurs activités et sous-activités pouvant impacter les hôpitaux. Plusieurs de ces activités, jugées pertinentes à notre problématique, ont permis de concevoir les principaux critères utilisés dans l'instrument de mesure. D'autres critères sont inspirés des différentes données de la mise en

contexte et du reste de la revue de littérature. Finalement, quelques critères sont ressortis des entrevues préliminaires auprès des quatre hôpitaux.

### **3.3.2 Entrevues semi-dirigées**

La collecte de données primaires a été obtenue par le biais d'entrevues semi-dirigées auprès des différents décideurs. Ces entrevues semi-dirigées permettent, à l'aide d'un guide d'entrevue, une interaction verbale, sur le ton de la conversation, entre le chercheur et l'interviewé. Le chercheur abordera plusieurs thématiques qui lui permettront d'obtenir les informations relatives à sa problématique. De cette interaction surgira une compréhension plus complète du phénomène étudié (Gauthier, 2009).

Ces entrevues comportaient 39 questions, certaines de nature générale, d'autres spécifiques. La majorité des questions étaient semi-ouvertes. Quelques questions fermées ont servi à catégoriser l'hôpital et le répondant. La revue de littérature et les questions de recherche ont servi de base à la conception du guide.

Le guide se subdivise en cinq parties principales : 1) Données quantitatives; 2) Processus des achats; 3) Processus d'entretien; 4) Processus de disposition; 5) Général. Les parties 2 à 4 s'appuient sur les différentes étapes du cycle de vie des appareils médicaux électroniques influençant sa gestion dans les hôpitaux.

Le guide d'entrevue a également permis de poser des questions supplémentaires en fonction des réponses obtenues. Ceci a permis d'améliorer la richesse de l'information et donne une meilleure vue d'ensemble du processus de gestion des appareils médicaux électroniques.

La conception du guide d'entrevue s'est faite en deux étapes. La première consistait à valider le questionnaire et la seconde servait à la récolte des données utilisées dans cette recherche.

Dans un premier temps, des entrevues dans quatre hôpitaux différents ont permis de tester la version préliminaire du guide. Au cours de ces entrevues de validation, le chercheur a colligé les commentaires des interviewés ayant trait à la clarté et à la pertinence des questions. Cela a permis au chercheur de se familiariser davantage avec le domaine, de concevoir des questions plus pertinentes afin d'obtenir du répondant des réponses plus précises et plus riches en information.

Le guide d'entrevue utilisé pour les hôpitaux se retrouve à l'Annexe H.

### **3.3.3 Déroulement des entrevues**

Les personnes ciblées sont des décideurs et occupent des postes de direction et possèdent un agenda passablement rempli. Pour cette raison, la collecte de données s'est effectuée à l'intérieur de trois mois et demi, soit entre le 1<sup>er</sup> novembre 2011 et la mi-février 2012.

Le chercheur a effectué personnellement ces entrevues, directement dans le milieu de travail du participant. Chaque entrevue durait entre 60 minutes et 1 heure 30 et avec l'accord du participant, était enregistrée en format audio numérique.

Au début de chaque rencontre, un résumé de la recherche fut remis au répondant afin de lui fournir les grandes lignes de l'entrevue. Ensuite, la question de la confidentialité et de l'anonymat a été abordée suivi de la signature d'un formulaire d'information et de consentement (Annexe I).

À la fin de l'entrevue, le chercheur s'est engagé à fournir un document synthèse de la recherche et sur demande, une copie électronique de son mémoire.

### **3.3.4 Traitement des données**

À la fin de chaque entrevue, les enregistrements audio ont été transférés sur ordinateur et transformés en fichier mp3 pour ensuite être effacés de l'enregistreur. Ces enregistrements sont gardés sur le disque dur de l'ordinateur du chercheur, protégé par un mot de passe, ainsi que sur un système « cloud » (DropBox) non partagé et protégé par un mot de passe.

La retranscription s'est ensuite faite sur plusieurs plans. Dans un premier temps, un fichier Excel a été monté répertoriant toutes les questions posées lors des entrevues. Ce fichier servait à entrer des données quantitatives ou des mots tels « oui, non, consensus, détail, etc. » permettant de voir en un seul coup d'œil les tendances. En parallèle, la retranscription globale des propos a été effectuée sur Word. Des annotations sur le ton de la voix et les impressions du chercheur y ont été intégrées. Ses données ne sont accessibles qu'au chercheur et son directeur de recherche, et ne seront en aucun cas retransmises aux institutions participantes.

## **3.4 Méthode d'analyse des données**

Une fois les transcriptions effectuées, l'information a été reproduite sous forme de tableau par catégories et sous catégories pour chaque hôpital. Par la suite, les données ont été retravaillées.

Chacun des interlocuteurs utilisait ses propres expressions, sa propre façon de s'exprimer. Afin de permettre une analyse comparative, ces propos ont été transformés en termes communs. À noter que les termes ne devaient en aucun cas altérer la valeur de l'information. Lorsqu'il y avait un risque, le propos demeurait inchangé. Cette méthode a permis de faire ressortir les similitudes et les divergences entre les données recueillies.

### **3.5 Éthique de la recherche**

Lorsqu'une recherche requière la participation de sujets humains, elle doit recevoir l'autorisation du Comité d'éthique de la recherche de l'École Polytechnique de Montréal. Ce comité évalue la conformité du protocole de recherche en regard des normes en vigueur à l'École Polytechnique de Montréal. Cette recherche a reçu un certificat de conformité éthique avant le début de la cueillette de données (Certificat CÉR-11/12-01).

Au début de chaque entrevue, le participant devait lire le formulaire d'information et de consentement. Ce document inclut, entre autres, une description du projet, les avantages et les inconvénients pouvant découler de sa participation, la possibilité pour lui de se retirer, des détails sur la confidentialité des données et un accès facile pour avoir des informations supplémentaires relatives à la recherche ou pour formuler une plainte, s'il y a lieu.

À la fin de la lecture, ce document était signé par le participant et ensuite par le chercheur. Tous documents et formulaires sont conservés 10 ans avant leur destruction intégrale.

## **CHAPITRE 4 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS**

Le Chapitre 4 présente les résultats colligés lors des entrevues auprès de onze organisations : neuf hôpitaux, l'Agence de santé et des services sociaux de Montréal et un organisme à but non lucratif. Ces résultats sont donc directement tirés des entrevues même si la séquence de présentation n'est pas la même que dans le guide d'entrevue (Annexe H). Étant donné que certaines questions sont demeurées sans réponses et que d'autres ont été tenues confidentielles, il fut décidé de présenter les résultats suivant sept thèmes spécifiques. L'Annexe J propose une correspondance entre les questions du guide et ces thèmes.

Les deux premiers thèmes permettent de mieux identifier les différents acteurs et de définir les hôpitaux couverts par notre recherche. Les quatre suivants touchent les différentes étapes du cycle de vie des appareils médicaux électronique dans l'hôpital. Finalement, le septième traite des impacts de restrictions budgétaires ainsi que des connaissances écologiques générales du répondant.

### **4.1 Acteurs influençant le cycle de vie d'un appareil médical dans un hôpital**

La collecte de données démontre que plusieurs acteurs jouent un rôle dans la gestion du cycle de vie des appareils médicaux. Globalement, il y a le Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) les agences régionales, les hôpitaux, les fabricants d'appareils médicaux électroniques et d'autres intervenants tels que : organismes à but non lucratif, ferrailleurs, recycleurs, revendeurs d'appareils usagés, etc. La Figure 4-1 illustre les acteurs ayant une influence sur les hôpitaux au niveau de la gestion du cycle de vie des appareils médicaux. Leur rôle spécifique sera mis en évidence tout au long de ce chapitre.

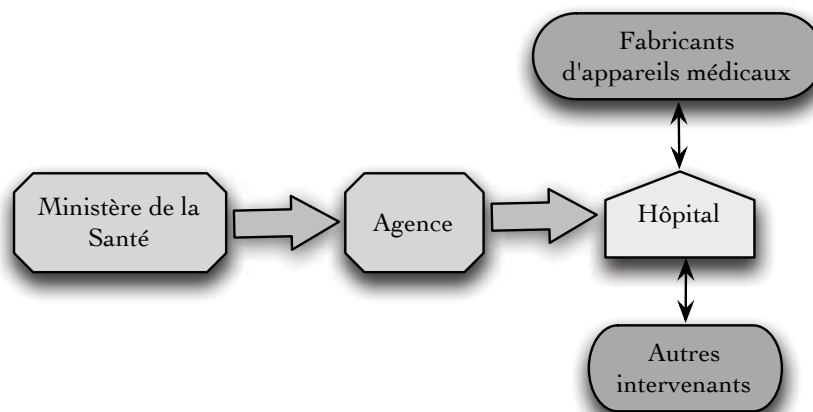


Figure 4-1 : Acteurs influençant les hôpitaux au niveau de la gestion du cycle de vie de leurs appareils médicaux

Au niveau des hôpitaux, trois départements sont souvent mentionnés comme jouant un rôle dans la gestion des appareils médicaux : 1) la direction des technologies biomédicales qui gère le génie biomédical (GBM), 2) la direction des services techniques, responsable de l'environnement et des installations et 3) la direction des ressources financières qui administre les achats et les approvisionnements. Dépendamment de la structure de l'hôpital, de son importance et de sa grosseur, la dénomination des départements peut changer ou encore, un même département peut regrouper plusieurs fonctions. La Figure 4-2 donne un aperçu global des acteurs influençant le cycle de vie des appareils médicaux dans un hôpital type.

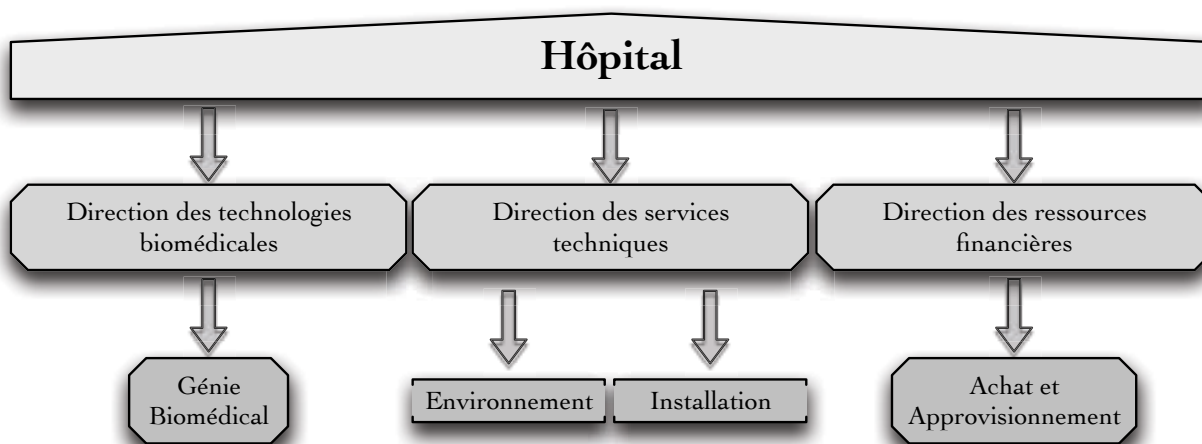


Figure 4-2 : Acteurs de la gestion du cycle de vie des appareils médicaux dans un hôpital



## 4.2 Hôpitaux couverts par l'enquête

Cette recherche touche neuf des hôpitaux faisant partie des centres de santé montréalais. Comme mentionné au chapitre 3, et ce, afin de préserver la confidentialité des répondants, nous avons remplacé le nom des hôpitaux par un système de codification illustrant leur type d'hôpital. Le Tableau 4.1 nous en donne la correspondance.

Tableau 4.1: Correspondance des répondants

Hôpitaux	Correspondance
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés - universitaire	CHSGS-U-A
	CHSGS-U-B
	CHSGS-U-C
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés - non-universitaire – gros (parc de 40 M\$ et plus)	CHSGS-NU-G-A
	CHSGS-NU-G-B
Centre hospitalier de soins généraux et spécialisés - non-universitaire – petit (parc de moins de 40 M\$)	CHSGS-NU-P
Institut hospitalier ultra spécialisé	IHUS
CSSS à mission hospitalière	CSSSH-A
	CSSSH-B

## 4.3 Analyse du processus d'achat dans les hôpitaux

Comme mentionné au point 2.2.2, l'achat écologique constitue la première étape du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. En effet, le processus d'acquisition d'appareils médicaux est le plus complexe des processus d'achat qu'on retrouve dans les hôpitaux. Cette section analyse les données recueillies sur le terrain concernant les divers volets de ce processus, soit les méthodes d'allocation des budgets, l'achat de l'équipement proprement dit, les initiatives écologiques considérées lors de l'achat et finalement le processus d'installation des appareils.

### 4.3.1 Méthodes d'acquisition par types de budget

Tel que vu aux points 2.4.1 à 2.4.3 du chapitre 2, il existe trois types de méthodes d'allocation du budget : la méthode du maintien des actifs, la méthode de consolidation du parc et celle de développement de projets. L'acquisition est préliminaire au processus d'achat. Elle décrit et analyse les façons de faire sur le terrain en fonction du type du budget dont elle dépend.

### 4.3.1.1 Maintien des actifs

En 2008, le Ministère met en place un système de renouvellement du parc. Du même coup, il augmente les budgets de façon importante. Par exemple, un des gros hôpitaux (CHSGS-NU-G-B) a vu son budget passer d'environ 850 000 dollars par année à 6,5 millions.

En 2009, débutent les plans triennaux pour les centres de santé du Québec. Ce plan triennal couvre les périodes de 2009 à 2012. Dès 2008, les centres de santé et les hôpitaux connaissent les budgets alloués et peuvent prévoir leurs besoins de remplacement d'équipement. Ils ont la responsabilité de réévaluer ce plan chaque année. Dans la plupart des cas, l'élaboration et la réévaluation du plan se font en comités ou chaque département est représenté. Ce plan ne touche que le remplacement d'appareils. Le Chapitre 2 (point 2.4.2) donne plus de détails sur les critères de remplacement. La Figure 4-3 illustre ce processus.

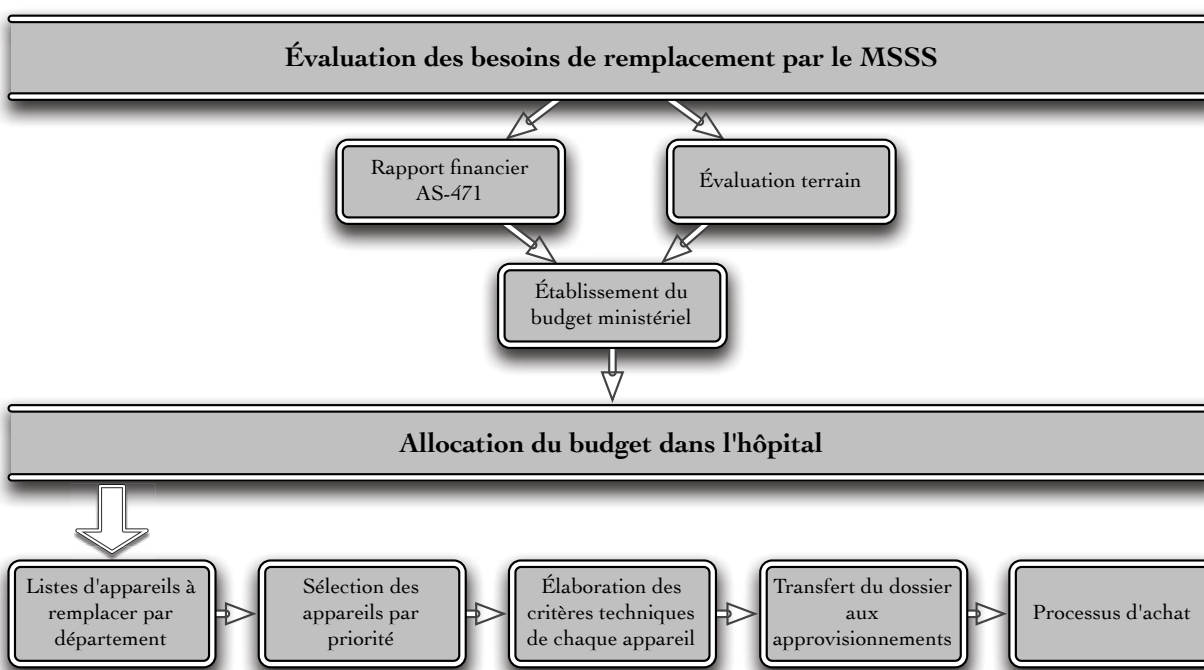


Figure 4-3 : Processus d'évaluation et d'allocation du budget relatif au maintien des actifs des appareils médicaux

#### *4.3.1.1.1 Élaboration du budget ministériel*

Comme mentionné au point 1.1.3.1 du Chapitre 1, le budget du plan triennal s'établit à l'aide du rapport financier AS-471. Ce rapport contient les diverses informations relatives au parc dont la date d'achat de l'équipement, la durée de vie de l'équipement et le coût de remplacement de chaque équipement. Afin d'établir ce budget, le Ministère envoie des équipes sur le terrain pour évaluer les besoins. Des recommandations sont alors transmises au Ministère pour l'achat des équipements, un plan triennal est conçu et réparti en proportion de la valeur du parc de chaque hôpital.

C'est le directeur du département de génie biomédical (GBM) qui est responsable du processus d'élaboration des besoins et des critères des équipements. Dans les deux hôpitaux universitaires possédant le plus d'appareils médicaux, cette responsabilité incombe au département du Plans d'équipement et technologie biomédicale pour l'un et au Service de physique et génie biomédical pour l'autre.

#### *4.3.1.1.2 Élaboration des besoins et allocation du budget dans l'hôpital*

Pour la majorité des hôpitaux interrogés, le processus d'élaboration des besoins et d'allocation des budgets est relativement le même.

Chaque département fait une liste des appareils qu'il veut remplacer en fonction des divers critères de désuétudes. Ensuite, le GBM et ces départements constituent un comité, chargé de débattre de l'importance des besoins exprimés. Une liste d'appareils est alors établie en fonction des priorités. À noter que plus l'hôpital est petit, moins il y a de comités et plus ces comités comptent d'intervenants.

Arrivé aux consensus et à l'élaboration d'une liste définitive d'appareils à remplacer, le département de GBM entreprend le processus d'acquisition proprement dit. Chaque appareil est identifié en fonction de l'urgence de son remplacement. Dans le cas où certains appareils coûtent plus cher que prévu, les moins prioritaires sont retirés de la liste. L'inverse est aussi vrai. C'est pourquoi on préconise de mettre plus d'appareils que moins dans cette liste. Par contre, un des gros hôpitaux (CHSGS-NU-G-A) fonctionne différemment. Dès sa réception, le budget est réparti selon la valeur monétaire des équipements de chaque département.

#### *4.3.1.1.3 Élaboration des critères de chaque appareil à remplacer*

Pour chaque appareil, on traduit les besoins en spécificités techniques au moyen d'une grille qui permet d'analyser de façon objective les différentes caractéristiques techniques, ergonomiques, la qualité des matériaux, la facilité d'entretien, etc. À noter que les critères changent en fonction de chaque type d'appareils. Par la suite, on attribue à chaque critère un pourcentage afin de déterminer son importance. Un pourcentage plus élevé implique que le critère est plus important. Cette grille se conçoit sous la supervision du directeur de GBM en partenariat avec les différents utilisateurs, et des spécialistes.

Suite à cette opération, le GBM récupère les réquisitions unité par unité et ensuite les regroupe par appareils qu'il inclut dans un dossier détaillé. Le dossier complété est alors transféré au département d'approvisionnement, responsable des achats.

#### **4.3.1.2 Consolidation du parc**

Comme mentionné au point 2.4.2 du chapitre 2, il s'agit d'ajouter un ou des appareils supplémentaires à ceux que l'on possède déjà, ayant comme impact l'augmentation du parc. Les besoins du département sont déterminés par unité. Pour ce faire, on considère la durée d'une opération sur ledit appareil, le temps de nettoyage de l'appareil entre chaque intervention, le nombre de patients visés par l'utilisation de l'appareil, par jour, la durée d'entretien de l'appareil, etc. Par exemple, supposons que le calcul illustre un besoin de 22 endoscopes, mais que l'hôpital n'en possède que 20, les deux supplémentaires feront partie d'un projet de consolidation. Le processus de transmission de la demande de budget est le même que pour un projet de développement. Le dossier est transmis à l'Agence, qui le retourne à l'hôpital pour corrections et/ou précisions, pour ensuite être transférée au Ministère aux fins d'approbation. Le dossier est alors présenté au Conseil du Trésor qui vote le budget. L'hôpital peut alors commencer son processus d'achat.

#### **4.3.1.3 Projets de développement**

Un hôpital peut avoir besoin soit d'augmenter sa capacité par l'achat d'un nouvel appareil, soit de devoir ajouter un nouveau service. Par exemple, un hôpital qui possède deux CT Scan et qui veut augmenter sa capacité par l'ajout d'un troisième augmente donc sa capacité en équipement, mais également en personnel.

Les projets s'initient sur deux volets : le premier vient du Ministère et le second vient de l'hôpital.

Un budget de développement est alloué par le Ministère soit suite à une analyse de besoins ou soit pour répondre à une crise médiatisée telle une pandémie. Le MSSS possède plusieurs équipes qui visitent les différents hôpitaux. Ils questionnent le nombre d'appareils, besoins, les problèmes rencontrés, etc. Ces données servent à établir, une liste de besoins et d'appareils (exemple l'ajout de trois incubateurs qui favoriseraient à une économie de temps et mouvements et un meilleur fonctionnement du service), laquelle liste est ensuite transférée au Ministère. L'analyse de la demande peut prendre un certain temps avant l'allocation du budget. Malheureusement, pour des questions de manque d'argent, il arrive que l'on réduise le nombre d'appareils requis. À noter que cet exercice peut également mener à un projet de consolidation.

Lorsque le processus est une initiative de l'hôpital, à l'instar du projet de consolidation, les besoins doivent être clairement définis. Par exemple, il doit être démontré que les listes d'attente pour l'utilisation de ce service se rapprochent ou dépassent le seuil critique. Contrairement à la consolidation, la demande de financement se fait par l'adoption de trois budgets plutôt qu'un seul. Le premier, concerne l'achat de l'équipement, le second, celui des opérations couvrant le fonctionnement de l'appareil, les besoins en personnels, le contrat de service pour l'entretien, etc., et le troisième, celui de l'installation. Ses trois budgets touchent également trois services : GBM, Opérations et Services techniques.

Les hôpitaux regroupent leurs budgets de consolidation et de développement. Le Tableau 4.2 représente la proportion des budgets alloués à la consolidation et au développement pour 2011, par rapport à la valeur globale du parc.

Tableau 4.2 : Budget de consolidation et de développement pour 2011 en fonction du parc

Hôpitaux	Budget de consolidation et de développement pour 2011 en fonction du parc
CHSGS-U-A	4,28 %
CHSGS-U-B	2,51 %
CHSGS-U-C	2,55 %
CHSGS-NU-G-A	1,23 %
CHSGS-NU-G-B	3,34 %
CHSGS-NU-P	0,90 %
IHUS	7,44 %
CSSSH-A	0,00 %
CSSSH-B	1,55 %

\*Note : Ces données, reçues des répondants, représentent la proportion du budget de consolidation et de développement alloué divisé par la valeur du parc d'appareils médicaux de chaque hôpital.

Même si l'hôpital reçoit de l'argent de fonds privés, les sommes sont minimales par rapport au fonds reçu du Ministère et l'utilisation de ces argent reçus du privé est assujettie à des règles spécifiques du Ministère. Lorsque les budgets sont accordés à l'hôpital, le processus d'achat proprement dit débute.

### 4.3.2 Achat des appareils médicaux

Le point portant sur l'achat d'équipement comporte quatre sous-sections : la description sommaire des compagnies d'appareils médicaux, le processus d'achat, les différentes politiques écologiques et les différents critères d'achat des appareils médicaux.

#### 4.3.2.1 Compagnies d'appareils médicaux

Comme mentionné au point 2.1.3 du chapitre 2, le monde des appareils médicaux de haute technologie est un milieu assez restreint et l'est davantage en Amérique du Nord. En effet, ce sont toujours les mêmes grands fournisseurs bien établis au Canada, que l'on retrouve dans les hôpitaux montréalais. Aussi, les achats se faisant souvent avec les mêmes fournisseurs, au cours du temps, des habitudes de travail se sont développées. GE Healthcare, Siemens, Philips, Varian Medical, Dräger, Welch Allyn, Baxter, Toshiba, etc., sont les compagnies que l'on retrouve le plus souvent. Comme souligné par un des responsables du GBM :

*« Les marques les plus fréquentes dans le système de santé, c'est toujours les mêmes; c'est les grands fournisseurs bien établis au Canada. »*

Malheureusement, les hôpitaux n'ont pas été en mesure de fournir de données précises sur la quantité d'appareils (question 1 et 4) ainsi que la valeur des appareils en fonction de chaque compagnie composant leur parc d'appareils médicaux (Question 4).

Toutefois, bien qu'il s'agisse d'entreprises multinationales, il est rare qu'on fasse affaires directement avec une entreprise européenne. Ces multinationales ont « pignon sur rue » en Amérique du Nord et davantage aux États-Unis (point 2.1.4). Au point 2.2, il est mentionné qu'en Europe, les réglementations sont strictes en matière de gestion écologique des appareils médicaux électroniques. Lors de notre recherche, on constate que ses compagnies d'appareils médicaux sont les mêmes en Europe qu'au Québec (Annexe E). Malgré cela, du point de vue de nos répondants, ces compagnies ne se démarquent pas en matière d'écologie.

À noter qu'il n'y a aucun fabricant d'appareils médicaux électronique au Québec, seulement des postes de vente et de maintenance.

#### **4.3.2.2 Processus d'achat**

Le processus d'achat proprement dit est sous la responsabilité du département des achats qui traite les différents dossiers de réquisitions.

En premier lieu, le département des achats vérifie auprès de l'Agence si un appareil fait partie d'un processus gouvernemental d'achats regroupés. Si c'est le cas, il a l'obligation d'y participer et le MSSS se charge des négociations.

Si la réquisition n'est pas touchée par un achat regroupé (point 2.5.3), le département des achats fait approuver par l'Agence l'achat de tous les appareils de 100 000\$ et plus, ainsi que tous les appareils stratégiques. Cependant, il y a deux exceptions : pour les hôpitaux universitaires, l'Agence passe le seuil de 100 000\$ à 500 000\$ et pour les petits hôpitaux, le seuil passe de 100 000\$ à 25 000\$. La Figure 4-4, illustre les différents niveaux d'approbation.

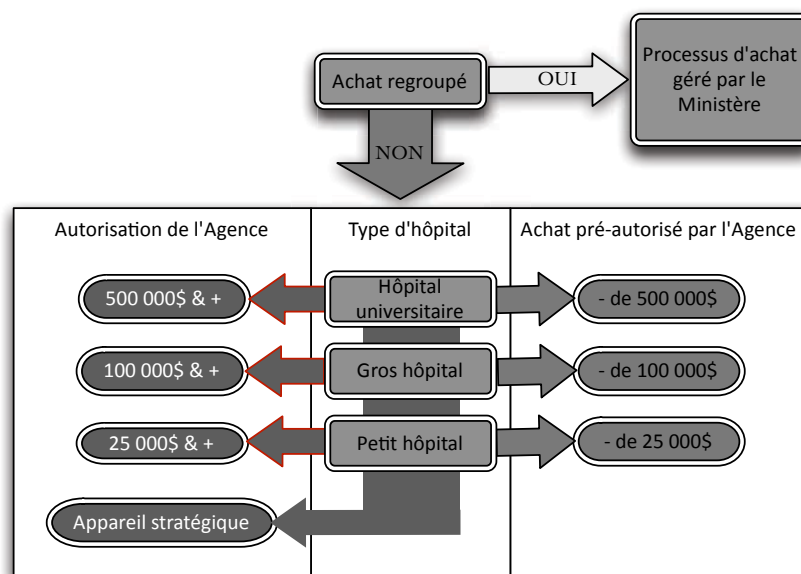


Figure 4-4 : Niveau d’approbation des achats par types d’hôpitaux

Suite à l’approbation de l’Agence, les hôpitaux commencent à approcher les différentes compagnies. Comme la plupart des institutions publiques, les hôpitaux sont assujettis à la loi 17 (point 2.5) qui encadre les acquisitions. Ce qui implique que pour les réquisitions d’une valeur de moins de 25 000\$ on peut faire des ententes de grés à grés, tandis que pour les réquisitions se situant entre 25 000\$ et 100 000\$, on doit aller en appel d’offres auprès d’un de trois soumissionnaires. Finalement, pour les requêtes de plus de 100 000\$, l’hôpital a l’obligation d’aller en appel d’offres publiques.

Les compagnies rédigent leurs soumissions selon les spécifications techniques et selon les exigences requises dans la grille d’évaluation soumise par les hôpitaux. Les soumissions comprennent également les coûts, les échéanciers de livraison et doivent être remises à une date déterminée, sous enveloppes cachetées, confidentielles et clairement identifiées, une pour les spécifications, une autre pour les coûts.

Les soumissions qui répondent aux spécifications techniques sont les seules considérées. Les autres sont rejetées et les enveloppes contenant le prix de leurs soumissions sont retournées, fermées, à la compagnie.

Les soumissions conformes aux spécifications sont alors ouvertes et comparées. On pourrait croire que le plus bas soumissionnaire remporte automatiquement le contrat. Ce n’est pas le cas.



Comme mentionné, chaque critère de la grille a un niveau d'importance illustré en pourcentage. Cette pondération permet de choisir le plus bas soumissionnaire pour le meilleur appareil.

Lors des négociations, l'uniformisation du parc est souvent privilégiée et cela présente un problème, par le fait que l'on doit aller en appel d'offres. Dans la plupart des cas, la recherche d'uniformisation n'est quand même pas un critère suffisamment puissant pour déloger le plus bas soumissionnaire conforme et/ou pondéré. Il arrive que, pour uniformiser les modèles et faire baisser le prix total d'acquisition, l'on augmente le nombre d'appareils commandés en vue du remplacement éventuel d'appareils s'approchant de leur fin de vie. À la fin du processus de soumission, le choix est validé par la direction et est ensuite soumis à l'Agence pour approbation.

Lorsque l'Agence approuve, le département des Achats et approvisionnements finalise la transaction et rédige les contrats. De son côté, le GBM enregistre les différentes commandes touchant les équipements stratégiques (Tableau 2.9) et ceux de 100 000\$ et plus sur Actif+ réseau.

Lorsque l'appareil nécessite une installation, la négociation des frais à encourir se fait lors du processus d'achat, mais ces frais ne font pas partie du même budget. L'installation est du ressort des Services techniques qui prévoit dans son propre budget les frais d'installation. C'est pour cela qu'il est primordial de prévoir les sommes afférentes à l'acquisition et également à l'installation des équipements. La synchronisation et la concertation des services en cause sont nécessaires afin de ne pas laisser des sommes d'argent inutilisées.

Finalement, il existe un processus de révision pour mettre à jour la liste des priorités. Ce processus peut aller de formel à informel et de simple à complexe, en fonction des différents types d'hôpitaux.

#### **4.3.2.3 Politiques écologiques**

L'enquête révèle très peu d'initiatives concrètes quant à la prise en compte de la disposition des appareils lors de l'acquisition (contrat). Selon l'ensemble des répondants rencontrés, il en ressort que sept hôpitaux, parmi les neuf représentés dans l'échantillon, ne se soucient pas de la disposition de l'appareil. En somme, on considère que, pour ce type d'appareils, tous les fournisseurs se valent.

Pour deux des neuf hôpitaux, on peut déceler une légère sensibilité vis-à-vis la disposition des

appareils. Par exemple, l'établissement CHGS-U-A impose une clause contractuelle lors d'achat d'appareils volumineux de haute technologie, comme un LINAC (accélérateur linéaire) utilisé en radiothérapie par exemple, obligeant le fournisseur à reprendre l'appareil sans frais dans l'éventualité où l'établissement referait affaire avec lui lors du remplacement. De même, cet hôpital exige de ses fournisseurs qu'ils mettent en évidence les matériaux possiblement toxiques à l'utilisation, à l'entretien ou à la disposition lors des soumissions. Mis à part ces dispositions, aucun hôpital visité n'impose une responsabilité de disposition de l'appareil au fournisseur et aucun ne suit le processus proposé par la directive DEEE (figure 2.3). De plus, le type de matériaux utilisés dans l'appareil fait rarement la différence entre deux soumissionnaires. Le second hôpital, classé parmi les petits établissements (CHSGS-NU-P), exige de connaître les composantes des appareils afin de leur accorder une pondération lors de l'évaluation préachat. Cet hôpital accorde aussi de l'importance à un appareil facile à démonter pour faciliter son recyclage. Malgré l'intérêt de ces mesures, ces critères restent marginaux dans l'évaluation globale des propositions de fournisseurs. (Activité A4, points 2.2.2.2 et 2.2.2.5).

Par contre, il existe dans la plupart des hôpitaux, des politiques écologiques pour la gestion des déchets domestiques (non traitées dans notre recherche) (points 1.1.4.1) comme le papier, les piles, le matériel informatique, etc. Ces politiques et ces processus se gèrent par les Services techniques. Par exemple, le CUSM a gagné un prix en 2011 relatif à une saine gestion des déchets électroniques domestiques (non-médicaux)<sup>14</sup>. Néanmoins, malgré que les méthodes et les processus pourraient être utilisés en partie pour la gestion des appareils médicaux électroniques en fin de vie, le lien ne se fait pas. Notre recherche démontre que pour sept hôpitaux, les Services techniques et le GBM ne se concertent pas au niveau de la disposition de ces appareils.

#### **4.3.2.4 Critères d'achat influençant l'écologie des appareils médicaux**

Lors du processus d'achat d'un nouvel appareil, l'hôpital considère une multitude de critères pour fixer son choix. Parmi ces critères, certaines influencent le cycle de vie écologique de l'appareil. De la collecte de données auprès des hôpitaux, cinq critères ressortent soit : la compacité de l'appareil, son degré de facilité d'entretien, sa durabilité et son évolutivité de même que la standardisation de ses accessoires et son degré de polyvalence et de multifonctionnalité. Dans

---

<sup>14</sup> <http://cusm.ca/newsroom/nouvelles/sortir-les-e-dechets>

tous les cas, l'ergonomie, la simplicité et le coût d'entretien sont des critères déterminants lors de la sélection. La Figure 4-5 démontre si le répondant accorde de l'importance et de l'intérêt ou pas relativement aux différents critères d'achat écologique. Lorsque le répondant nuance sa réponse, que dans certains cas il considérerait le critère important et dans d'autres cas non, la mention « Oui Non » est inscrite au tableau.

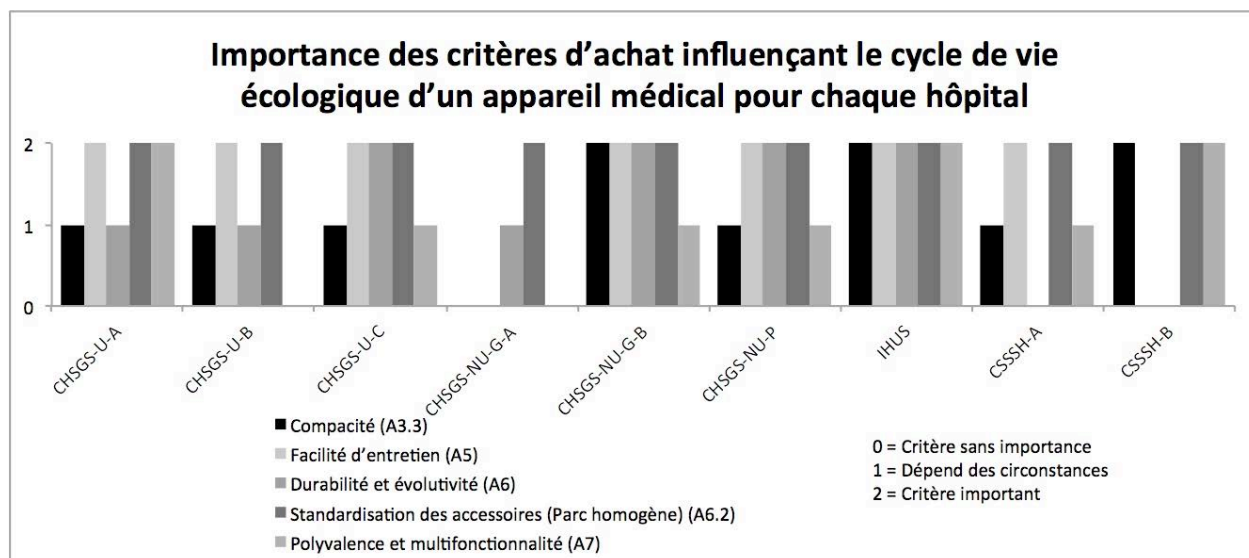


Figure 4-5 : Importance de certains critères d'achat influençant le cycle de vie écologique d'un appareil médical pour chaque hôpital

#### 4.3.2.4.1 Compacité des appareils électroniques

La compacité des appareils ayant été identifiée comme une initiative environnementale avantageuse à l'égard du matériel électronique (activité A3.3 de la section 2.2.2), il était plausible que ce critère puisse être perçu comme important lors de l'achat. Cette hypothèse est d'autant plus justifiée dans un contexte où beaucoup d'hôpitaux se plaignent du manque d'espace.

Lors des entrevues, ce critère n'est pas ressorti comme étant très important. En effet, cinq hôpitaux considèrent ce critère de façon mitigée. Dépendamment des circonstances, le poids et le volume sont pris en compte, mais le plus souvent, c'est davantage l'ergonomie de l'appareil qui prédomine. Par contre, l'hôpital qui n'estime pas comme importante la compacité de l'appareil a mentionné qu'« *il faut juste que ça rentre dans l'ascenseur, c'est tout* ».

Les observations sur le terrain révèlent deux cas précis où le critère de compacité est important : (i) lorsqu'il y a impact sur l'infrastructure et (ii) lorsque l'appareil est mobile. Le premier cas est celui où le poids, la superficie de plancher occupé (« *footprint* ») ou le volume ont un impact sur l'infrastructure du lieu d'installation (salle). Par exemple, l'appareil à IRM Magnetom Verio 3T de Siemens possédant un aimant pesant 6,3 tonnes<sup>15</sup> peut nécessiter un renforcement de la structure par le rajout de piliers.

Lorsqu'un appareil doit être installé dans une salle de traitement ou de diagnostic, il est souvent nécessaire de planifier son espace. Dans ce sens, trois hôpitaux mentionnent que, lors du processus de soumission, l'hôpital fournit un plan du lieu au fournisseur et exige une proposition d'aménagement qui tienne compte des caractéristiques des appareils. Un responsable du GBM a mentionné à ce propos que :

*« Maintenant, on demande au soumissionnaire de proposer un plan de disposition dans le local. Dans ce sens, on donne le plan du local avec les appareils déjà en place et la compagnie propose des arrangements avec son appareil. Ça baisse nos coûts et ça permet à la compagnie de mieux vendre son produit. »*

Malgré le bien-fondé de ces initiatives, on peut difficilement les relier à une préoccupation environnementale. Au mieux, elles permettent à l'hôpital de diminuer les coûts supplémentaires liés à l'installation. Par ailleurs, cela transfère la problématique de l'espace au fournisseur, le sensibilisant à la nécessité de rendre son appareil plus compact, ce qui aura un effet bénéfique écologique.

Le second cas touche les appareils mobiles. Ces appareils doivent être facilement manipulables et déplaçables par le personnel. Un appareil plus lourd peut occasionner des blessures et des maladies professionnelles plus facilement qu'un appareil léger. Également, avec le nombre de personnes qui circulent dans un hôpital, un appareil plus volumineux est plus difficile à transporter dans les couloirs et les ascenseurs.

En somme, le critère de compacité comme initiative environnementale est actuellement presque inexistant au sein des hôpitaux. Les entrevues révèlent même que certains intervenants ont des

---

<sup>15</sup> [www.medical.siemens.com](http://www.medical.siemens.com)

réserve vis-à-vis ce critère. Un gestionnaire dira que le matériel compact est souvent moins performant (90% du travail) mais moins cher.

*« Un appareil peut être moins performant, mais faire 90% de l'ouvrage pour relativement moins cher. Lorsque l'on est capable de le placer à des endroits où il n'y a pas besoin de la pleine performance, ça peut être avantageux. »*

Un autre gestionnaire affirmera qu'un appareil compact est moins robuste, qu'il nécessite plus de maintenance et qu'il dure moins longtemps.

*« Souvent lorsque l'appareil est plus petit il est moins robuste. On veut que ça dure quand même longtemps. Donc le dilemme qui se présente, c'est un gros appareil qui dure plus longtemps versus un petit qui dure moins. »*

#### 4.3.2.4.2 Facilité d'entretien de l'appareil

Tout comme le critère précédent, la facilité d'entretien de l'appareil peut avoir un impact important sur le plan environnemental (activité A5, section 2.2.2).

Sur le plan de l'entretien, deux groupes d'hôpitaux émergent clairement des données : ceux qui considèrent la facilité d'entretien comme un critère crucial et ceux qui n'y accordent pas vraiment d'importance. Les deux hôpitaux interrogés n'accordant pas d'importance à ce critère le font pour deux raisons distinctes. Le plus gros hôpital considère que de nos jours, tous les appareils des compagnies concurrentes se valent au niveau de la facilité d'entretien et que le débat ne touche que le coût de l'entretien. Pour le plus petit, son entretien se fait presque uniquement en sous-traitance et le GBM ne fait l'entretien que pour des appareils très faciles à entretenir.

Le GBM évalue également la fiabilité de l'entreprise. Lorsque l'hôpital fait l'entretien à l'interne, l'entreprise doit être capable de lui fournir les pièces de remplacement en quantité suffisante et en temps voulu. Le fournisseur doit également posséder un service à la clientèle capable de répondre aux interrogations des techniciens de l'hôpital. Dans le cas où l'entretien se fait par le biais d'une sous-traitance, l'hôpital s'assure que l'entreprise remplira efficacement les termes spécifiés au contrat. Une entreprise qui ne peut subvenir efficacement aux besoins d'entretien n'est pas intéressante pour l'hôpital.

Sans égard aux deux catégories d'hôpitaux susmentionnées, tous les hôpitaux visités sont sensibles à la fiabilité perçue du fournisseur, à la fréquence et au coût d'entretien des appareils.

Mais comme le critère précédent, la préoccupation vis-à-vis la facilité et la fiabilité est davantage liée à l'efficacité de son entretien (coût) qu'à des soucis environnementaux.

#### *4.3.2.4.3 Durabilité et évolutivité de l'appareil*

La recherche empirique a également permis d'évaluer la sensibilité des organisations vis-à-vis les critères de durabilité et d'évolutivité des appareils tel que suggéré à la section 2.2.2 (activité A6). Tous les répondants se sont montrés interpellés par la durabilité des appareils, mais le groupe de répondants n'est pas unanime sur la question d'évolutivité. Certes, tous préféreraient des appareils évolutifs, mais du même souffle, ils reconnaissent les limites de cette approche étant donné les changements très rapides de la technologie. Dans certains cas, et pour des appareils jugés « moins technologiques », on recherche des appareils modulaires qui possèdent un module mécanique et un module électronique pouvant être mis à jour. Par exemple, certaines pompes volumétriques permettent ce type d'optimisation, ce qui génère une économie appréciable. Par contre, un de nos répondants affirme au sujet des fournisseurs d'appareils médicaux que :

*« Les entreprises préfèrent normalement remplacer complètement l'appareil plutôt que de le rehausser. »*

La motivation des hôpitaux à adhérer à ces deux critères est d'ordre pécuniaire exclusivement. Les préoccupations écologiques liées à la disposition n'entrent aucunement en ligne de compte.

#### *4.3.2.4.4 Standardisation des accessoires de l'appareil (homogénéisation du parc)*

La standardisation des accessoires des appareils médicaux électroniques peut constituer une stratégie importante sur le plan environnemental (section 2.2.2); les données obtenues auprès des hôpitaux montréalais permettent de comprendre l'importance qu'on y accorde en 2012.

Tous s'entendent sur l'importance de ce critère lors de l'achat. Deux stratégies sont possibles pour s'assurer d'acquérir un stock d'accessoires communs à plusieurs appareils. La première consiste à acquérir des accessoires compatibles à plusieurs appareils différents. Par exemple, un hôpital possède souvent des moniteurs à signes vitaux provenant de plusieurs compagnies. Chaque moniteur nécessite plusieurs accessoires tels des brassards, des capteurs pour oxymètre et des protège sondes pour la température. L'hôpital fera donc des efforts pour trouver des accessoires communs à ces différents modèles. La seconde consiste à bâtir un parc d'appareils relativement semblables, voire identiques, c'est-à-dire un parc homogène. Dans tous les cas, cela représente un défi d'importance pour le milieu hospitalier.

En pratique, la première stratégie s'avère difficile à appliquer puisque les fournisseurs tendent à concevoir des produits très spécifiques à leurs propres équipements et la vente de ces produits et accessoires représente des entrées d'argent non négligeables. Un des responsables du GBM a affirmé que :

*« Souvent les compagnies vendent leurs appareils pas chers et ils font leur argent avec les accessoires, comme pour les cartouches d'imprimantes. »*

L'usage d'accessoires différents de ceux suggérés par les fabricants implique un risque énorme dans le secteur hospitalier. Des erreurs de calibration ou une défaillance soudaine peuvent entraîner de mauvais diagnostics et/ou des traitements inadéquats, ce qui s'avère extrêmement difficile à justifier dans ce milieu.

Un exemple rapporté par un répondant illustre bien ce problème. Certains thermomètres possèdent des gaines jetables pour diminuer les risques de propagation de virus. Dans le but d'économiser sur l'achat de ces gaines, un hôpital a choisi de commander des gaines provenant d'un fournisseur différent. Ce choix « économique » a eu pour résultats des erreurs de mesure de température parce que la gaine n'était pas parfaitement adaptée au thermomètre en question.

Un exemple similaire est rapporté au niveau des connecteurs. Le connecteur permet la jonction entre un appareil et un accessoire. Dans le domaine médical, contrairement à d'autres secteurs (commercial ou industriel), il n'y a pas de standardisation des connecteurs. Le fabricant d'appareils médicaux conçoit ses accessoires selon ses propres spécifications. Aussi, deux fabricants peuvent concevoir un connecteur semblable pour deux types différents d'applications ce qui peut entraîner des erreurs d'utilisation. L'erreur médicale devient donc possible et peut avoir de graves conséquences sur la santé d'un patient. Dans ce sens, un des répondants a mentionné que :

*« Dans la chambre d'un patient d'un autre hôpital que le mien, il y avait une pompe pour le soluté et un tensiomètre; l'un pousse du liquide dans le bras du patient et le second de l'air dans un brassard. Les deux connecteurs étaient identiques. L'infirmière a fait une erreur d'inattention en interchangeant les deux connecteurs. L'appareil a envoyé 700 ml d'air dans la veine du patient qui est ensuite décédé d'une embolie. »*

Pour contrer ce problème de diversité de connecteurs et d'accessoires, l'homogénéisation du parc semble la solution ultime. Comme mentionné au processus d'achat, la seule volonté d'homogénéiser un parc n'est pas suffisante pour déloger le plus bas soumissionnaire.

Cela nécessite de transformer cette volonté en critères objectifs reliés au coût d'un parc non standardisé. Par exemple, dans la soumission, on peut considérer les critères reliés aux coûts de formation, aux coûts de gestion d'inventaires multiples et aux risques d'erreurs reliés à l'utilisation d'appareils et d'accessoires multiples.

Dans ce sens, le coût de la formation et le risque d'erreur associé sont souvent négligés. En effet, pour des raisons de compressions budgétaires, les hôpitaux optimisent l'utilisation de leur personnel. L'intégration et la gestion de la formation, avec les contraintes de chiffres de jours, de soir, de nuit, deviennent alors un réel casse-tête. On parle donc d'heures supplémentaires, de difficulté de gestion, etc., et tout cela, à des coûts non négligeables.

De plus, augmenter la quantité d'équipements différents pour effectuer un même travail amène plus de chance d'erreurs. Si l'hôpital réussit à déterminer tous ses coûts et ses risques, il devient possible de modifier le prix des soumissionnaires et d'amener l'hôpital à choisir l'appareil qui uniformisera son parc.

#### *4.3.2.4.5 Polyvalence et multifonctionnalité de l'appareil*

La polyvalence et la multifonctionnalité des appareils électroniques médicaux (activité A7) ont également fait l'objet d'une collecte d'informations auprès des répondants. Sur ce point, les hôpitaux semblent avoir des positions divergentes, mais elles se rejoignent sur quelques aspects.

Tous les répondants s'entendent sur le fait que les appareils sont plus multidisciplinaires aujourd'hui qu'il y a 20 ans. L'exemple typique de cette réalité fait référence aux appareils de surveillances des signes vitaux. De nos jours, un seul appareil permet de vérifier le pouls, la tension, le rythme cardiaque et la température.

Par contre, ils s'entendent tous pour dire qu'il ne faut pas aller dans le multidisciplinaire de façon outrancière et qu'un appareil doit répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs, sans plus. Cependant, pour les soins dispensés directement au chevet des patients, la multifonctionnalité des appareils mobiles est privilégiée. Un seul appareil prend moins de place et se déplace plus facilement. En outre, plus on augmente la quantité d'utilisateurs différents, plus un appareil justifie une polyvalence accrue. Par ailleurs, afin de sauver de l'espace, un hôpital mentionne que pour la gestion du sang et le soutien à la chirurgie, on privilégie l'appareil multifonctionnel. Par exemple, pour une chirurgie cardiaque à cœur ouvert, on utilise la technique de la circulation



extra-corporelle (CEC). Cette technique permet de maintenir la circulation et l'oxygénation du sang durant l'opération à la place du cœur et des poumons. Pour y arriver, le médecin a besoin d'un oxygénateur, d'une pompe et d'un échangeur thermique. Tous ces appareils programmables et de grandes précisions prennent énormément de place autour du patient, d'où l'intérêt de diminuer le nombre d'appareils en les rendant plus multifonctionnels.

Il y a néanmoins des inconvénients à utiliser un appareil multifonctionnel. Premièrement, la plupart du temps, il est plus coûteux qu'un appareil simple. Deuxièmement, un appareil servant plusieurs utilisateurs, à cause de sa polyvalence, n'est pas toujours souhaité, car plus un appareil est crucial et plus on l'utilise fréquemment, moins l'utilisateur veut le partager. Dans ce sens, même si un équipement ne sert que 10% du temps, lorsque l'utilisateur en a besoin, « il en a besoin maintenant ». Le responsable du GBM d'un des hôpitaux souligne que :

*« Il peut être dangereux de prendre un appareil multifonction. Si un département l'utilise et qu'un autre département en a besoin, ça ne va pas. Les gens ne sont pas patients. Même si le département n'utilise pas l'appareil 90% du temps, lorsqu'il en a besoin il en a besoin maintenant. »*

Troisièmement, il y a les impacts du bris. Par exemple, lorsqu'un appareil multifonction brise, ça équivaut à perdre l'usage de plusieurs appareils.

\*\*\*

Cette section fait ressortir l'importance que tous les hôpitaux accordent à certains des cinq critères ayant une influence positive sur l'écologie. Dans ce sens, on veut un appareil compact pour sauver de l'espace ou pour qu'il soit plus ergonomique. En ce qui concerne l'entretien, la motivation est que les coûts soient le moins élevés possible. Concernant la durabilité de l'appareil, c'est le même principe. On veut qu'il soit durable pour économiser de l'argent, mais par contre, on remet en question la possibilité de le faire évoluer. Également, tous les hôpitaux recherchent la standardisation au niveau de l'utilisation des accessoires que ce soit parce que l'on désire posséder un parc homogène ou parce qu'on désire des accessoires compatibles à différents appareils. Ces choix sont faits en fonction des risques d'erreurs lors de l'utilisation et/ou pour des raisons économiques. Finalement, un appareil polyvalent n'est pas toujours souhaitable pour un hôpital. Le critère demeure pratique. Dans tous les cas, l'aspect écologique est loin d'en être la motivation contrairement à l'argent.

### 4.3.3 Initiatives écologiques lors de l'achat

À part les quelques initiatives des politiques écologiques mentionnées à la section 4.2.3.2, l'enquête n'a pas révélé de pratiques réellement significantes sur le plan environnemental. À ce jour, aucun fournisseur des hôpitaux étudiés (île de Montréal) n'est audité quant à leurs possibles politiques écologiques internes. De ce fait, les gestionnaires en place (dans les hôpitaux) ne sont pas à même de créer une liste répertoriant ceux qui possèdent les meilleures pratiques environnementales. Par ailleurs, la Loi 17 ne permet pas encore aujourd'hui de privilégier ces d'entreprises plus écologiques. Le MSSS ne dispose actuellement d'aucune formule incitative visant à encourager les acheteurs (hôpitaux) à se procurer des appareils électroniques sur la base de critères qui tiendraient compte de l'impact sur l'environnement.

## 4.4 Utilisation d'appareils médicaux nécessitant des accessoires réutilisables et consommables

La phase du cycle de vie d'un appareil médical électronique relatif à son utilisation couvre plusieurs aspects. Par contre, nous nous sommes concentrés sur l'aspect qui représentait un impact écologique majeur dans les hôpitaux.

La plupart des appareils médicaux nécessitent des accessoires qui se connectent de la machine au patient. Ces accessoires sont soit consommables, ce qui implique qu'ils seront jetés après utilisation, soit réutilisables après retraitement (désinfection et remise à neuf). On retrouve ces accessoires dans le tableau 1.4 du chapitre 1 démontrant que les accessoires font partie des déchets infectés, non anatomiques et infectieux.

D'après les données recueillies, il est clair que la sécurité et les coûts sont des critères de décision prioritaires par rapport à l'impact des activités sur l'environnement. L'impact environnemental est très peu évoqué lorsqu'on invite les gestionnaires à se prononcer sur ce qui est pris en compte lors des acquisitions d'accessoires.

Le commentaire suivant provenant d'un responsable du génie biomédical illustre clairement la position observée dans la plupart des hôpitaux:

*« La question que l'on se pose : est-ce que la vie d'un patient est plus importante que l'environnement ou non ? »*

Historiquement, les hôpitaux ont longtemps utilisé des consommables ; ensuite, il y a une vingtaine d'années, les pressions budgétaires les ont incités à se tourner vers des « réutilisables ». Il semble bien que la tendance actuelle soit un retour vers les accessoires jetables à cause principalement des risques de propagation d'infection, et ce, même si la quantité de plastiques et d'autres substances similaires désinfectées expédiées dans les dépotoirs ou incinérées s'accroît à une vitesse vertigineuse.

En pratique, certains accessoires jetables, qui n'ont pas été conçus pour être retraités, demeurent très difficiles à être remis à neuf. Par exemple, nettoyer un tube mis en contact avec des fluides corporels peut s'avérer extrêmement complexe et dangereux. La méthode de stérilisation doit être efficace et complète pour l'entièreté du tube, ce qui génère des coûts importants. Le milieu du tube doit être exempt de toute trace de souillure. Dans ces cas-là, l'utilisation d'un accessoire à usage unique et jetable est pratiquement obligatoire.

La Figure 4-6 indique de façon concise la tendance relative à l'utilisation d'accessoires consommables ou jetables en indiquant la motivation des gestionnaires pour ce choix. Dans certains cas, l'utilisation d'un type d'accessoire domine légèrement ; dans un seul cas, l'approche s'avère équilibrée.

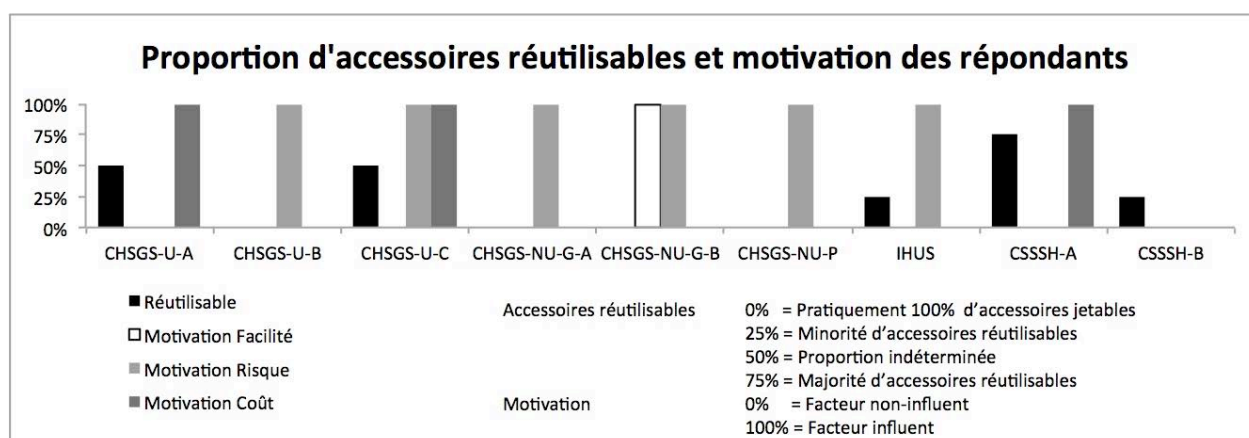


Figure 4-6 : Proportion d'accessoires réutilisables et motivation des répondants

Le choix entre l'utilisation d'accessoires consommables versus les réutilisables s'appuie sur trois motivations principales : la facilité, le risque pour le patient et le coût comme le mentionne l'un des responsables du GBM.

*« Dans les hôpitaux, la sécurité prime beaucoup plus que le côté environnemental. On doit envoyer dans les dépotoirs des quantités*

*pharamineuses de plastiques, de substances dues aux consommables. Même si normalement, il est beaucoup plus cher d'acheter un instrument à usage unique que le réutilisable, c'est plus facile pour un centre de santé d'avoir un instrument à usage unique. Il est mis en contact avec un patient et disposé de façons sécuritaires. »*

Les risques reliés au patient, l'influence du coût global des accessoires et les différentes possibilités de stérilisation pour les accessoires réutilisables sont traités davantage dans la section suivante. La motivation pour l'hôpital à avoir un processus simple ne sera pas traitée en détail.

#### **4.4.1 Risques reliés au patient**

Tous les répondants rencontrés s'entendent pour dire qu'un accessoire jetable est 100% sécuritaire au niveau du risque de propagation d'infection. Il est toujours neuf et sans contaminant. Une fois utilisé, on en dispose de façon simple et sécuritaire. Par contre, deux des hôpitaux, dont un universitaire et un autre faisant partie des CSSS, ne considèrent pas qu'un risque existe dans leur hôpital à l'utilisation d'accessoires réutilisables. À cause des risques, les hôpitaux n'ont pas toute la latitude possible au niveau du choix entre des accessoires réutilisables et les jetables. Dans ce sens, certaines directives gouvernementales obligent les hôpitaux à utiliser des jetables. Pour les accessoires non couverts par ces directives, le choix incombe à l'hôpital.

#### **4.4.2 Influence du coût sur le choix d'accessoires consommables ou réutilisables**

Le coût en accessoires pour un appareil englobe, sur une période donnée, l'achat de l'accessoire, le coût relié à la disposition et le coût relié au retraitement lorsqu'il s'agit d'un accessoire réutilisable. De nos jours, c'est le facteur de risque plus que le prix qui influence les achats d'accessoires. Huit hôpitaux considèrent que les réutilisables sont plus économiques, mais que leur choix est souvent motivé par le facteur de risque. Par contre, un des hôpitaux universitaires appréhende que le réutilisable ne soit pas nécessairement le moins cher. Il fait une analyse détaillée des coûts qui influencent son choix basé sur le prix global.

#### **4.4.3 Types de stérilisation pour les accessoires réutilisables**

Comme mentionné, les répondants s'entendent presque tous pour dire que la stérilisation, faite à l'interne ou à l'externe, est souvent plus économique que l'utilisation du jetable.

#### **4.4.3.1 Stérilisation des accessoires réutilisables à l'interne**

La gestion interne de la stérilisation et de la remise à neuf est souvent compliquée pour un hôpital. L'établissement a la responsabilité de la sécurité du patient. Il doit donc s'assurer que le processus est respecté, que les travailleurs soient supervisés et que les stérilisateurs soient en bon état de fonctionnement. Malheureusement, la stérilisation se fait dans des milieux qui ne sont pas toujours propices, que ce soit au niveau de l'organisation et la disposition des locaux, ou des structures, ou des bâtiments, etc. Les bâtiments dans lesquels nos hôpitaux sont installés sont souvent vétustes ; ils ont été agrandis au fil du temps, ne sont pas conçus pour être désinfectés facilement ni pour favoriser la circulation d'accessoires en vue d'un retraitement. De plus, l'hôpital doit faire l'inspection et s'assurer de la conformité de l'accessoire malgré son usure. Finalement, en cas de défaillance, l'hôpital porte toute la responsabilité, ce qui inquiète, entre autres, le Contrôle des infections.

#### **4.4.3.2 Stérilisation des accessoires réutilisables à l'externe**

Il y a plusieurs avantages à envoyer ses accessoires à l'externe pour le retraitement plutôt que de le faire à l'hôpital. Les entreprises qui se spécialisent dans le traitement des réutilisables, le font dans un univers contrôlé, garantissent la stérilisation et assument toute la responsabilité de la qualité de l'opération.

Ce processus est évidemment plus simple pour l'entreprise spécialisée que pour l'hôpital. On pourrait même dire que ce processus est presque aussi simple que celui de la disposition du jetable et, comme l'ont mentionné huit hôpitaux, il est toujours plus économique.

Comme on peut le constater, l'utilisation d'accessoires représente une problématique importante dans les hôpitaux. Ces accessoires utilisés en très grande quantité sont en contact avec le patient et sont considérés comme étant des vecteurs de virus et de bactéries de toutes sortes ce qui représente une source de risque non négligeable. Lorsque le choix d'un accessoire réutilisable versus un jetable se fait, deux critères principaux sont considérés : l'importance du risque et le coût. La disposition de ces accessoires, en plus de demander une désinfection avant disposition, a un impact sur la déplétion des ressources et est disposée dans les dépotoirs. Dans ce sens, même si cela représente un impact écologique majeur, il n'entre jamais en ligne de compte.

## 4.5 Entretien du parc des équipements médicaux électroniques

Dans l'hôpital, c'est le département du GBM qui a la responsabilité de l'entretien du parc des appareils médicaux. Le GBM met en place un processus d'entretien afin d'être capable de bien assurer sa mission. Dépendamment des hôpitaux, la proportion du budget du parc consacré à l'entretien comporte des différences. Ces budgets tiennent compte de l'entretien fait à l'interne, incluant les salaires, et ceux faits à l'externe. Le Tableau 4.3 illustre les données fournies par les répondants.

Tableau 4.3 : Proportion du budget du parc consacré à l'entretien des appareils médicaux

Hôpitaux	% du budget du parc consacré à l'entretien
CHSGS-U-A	3,77 %
CHSGS-U-B	7,82 %
CHSGS-U-C	N/A
CHSGS-NU-G-A	3,94 %
CHSGS-NU-G-B	4,45 %
CHSGS-NU-P	3,91 %
IHUS	5,31 %
CSSSH-A	2,32 %
CSSSH-B	6,21 %

\* Note : Ces données reçues des répondants sont calculées à l'aide du budget d'entretien pour les appareils médicaux, divisé par la valeur de son parc d'appareils médicaux dans son hôpital

Les sommes consacrées à l'entretien diffèrent énormément d'un hôpital à l'autre, allant du simple au double. Plusieurs raisons peuvent expliquer cet état, par exemple : les critères utilisés dans le calcul des coûts d'entretien (pièces salaires, etc.), les types d'appareils utilisés dans l'hôpital ou tout simplement la méconnaissance des véritables budgets consacrés à l'entretien.

L'entretien des appareils médicaux est dispendieux et pour réduire ces coûts, plusieurs utilisent des pièces usagées. Le point 4.5.1 en fait le survol. Par la suite, on décrit en détail le processus d'entretien proprement dit.

### 4.5.1 Utilisation de pièces usagées pour la réparation

L'avantage principal d'utiliser des pièces usagées est d'ordre pécuniaire. Malgré ce qu'on pourrait anticiper, aucun des hôpitaux visités ne compile de listes de pièces réutilisables en vue

de la réparation (activité A5.2). Toutefois, tous les hôpitaux affirment utiliser de telles pièces, majoritairement des pièces provenant de l'interne. La plupart du temps, le technicien démonte l'appareil, détermine les pièces qui semblent importantes et les met dans des compartiments identifiés. Sinon, il garde une ou deux unités au complet qu'il entrepose pour usage ultérieur. Même si l'entreposage peut être vu comme une limite (besoin d'espace), les répondants affirment que les bénéfices sont largement supérieurs. Une telle approche permet de sauver du temps et d'avoir le maximum de pièces disponibles en cas de besoin.

#### **4.5.2 Processus d'entretien des appareils médicaux**

L'entretien peut se faire par deux intervenants : par le personnel du GBM de l'hôpital et/ou par un sous-traitant. Plus un hôpital détient un parc important, plus son effectif relié au GBM est important et structuré. Par exemple, les hôpitaux universitaires possèdent des équipes spécialisées par domaine qui sont responsables de types d'appareils spécifiques. Pour les plus petits hôpitaux ayant moins d'effectifs (parfois un ou deux techniciens maximum), ces techniciens étant plutôt des généralistes, l'hôpital tend à avoir recours à la sous-traitance.

Lorsque l'hôpital effectue lui-même son entretien, il établit une procédure formelle d'entretien se basant sur le manuel du fabricant. Il utilise pour ce faire un système d'entretien qui peut être plus ou moins évolué et détaillé, dépendamment du niveau de l'hôpital. La plupart des techniciens du GBM suivent des formations dispensées par le fabricant pour entretenir et réparer les équipements. Le nombre et la complexité des formations dépendent de l'hôpital. Les formations les plus complexes donnent au technicien les compétences et le droit de faire l'entretien et les réparations de l'appareil au même titre que les techniciens du fabricant. Plus un hôpital possède un parc important, plus il développe l'expertise nécessaire pour réparer ou faire l'entretien d'appareils sophistiqués.

Dans le cas où l'hôpital sous-traite son entretien, deux critères de discrimination sont importants : la grosseur de l'appareil et sa mobilité. Si l'appareil est fixe ou volumineux, le sous-traitant effectue l'entretien et la réparation directement à l'hôpital. Par contre, si l'appareil est facilement transportable, l'hôpital a la possibilité d'envoyer l'appareil directement chez la compagnie. Comme illustrée à la Figure 4-8, notre recherche démontre que trois hôpitaux envoient normalement leurs appareils mobiles chez le sous-traitant et qu'un seul hôpital ne sous-traite que les appareils volumineux et fixes. Par ailleurs, seulement deux hôpitaux sous-traitent

pratiquement tout l'entretien et la réparation de leurs appareils. Pour ces deux hôpitaux, les compagnies viennent directement sur place pour en faire l'entretien. Ces hôpitaux n'effectuant que l'entretien d'appareils simples. Dans le cas où le technicien constate un bris de pièce mécanique facilement remplaçable, il peut faire l'opération directement sans passer par la sous-traitance et ainsi économiser du temps et de l'argent. La figure suivante illustre le processus d'entretien général utilisé par les hôpitaux

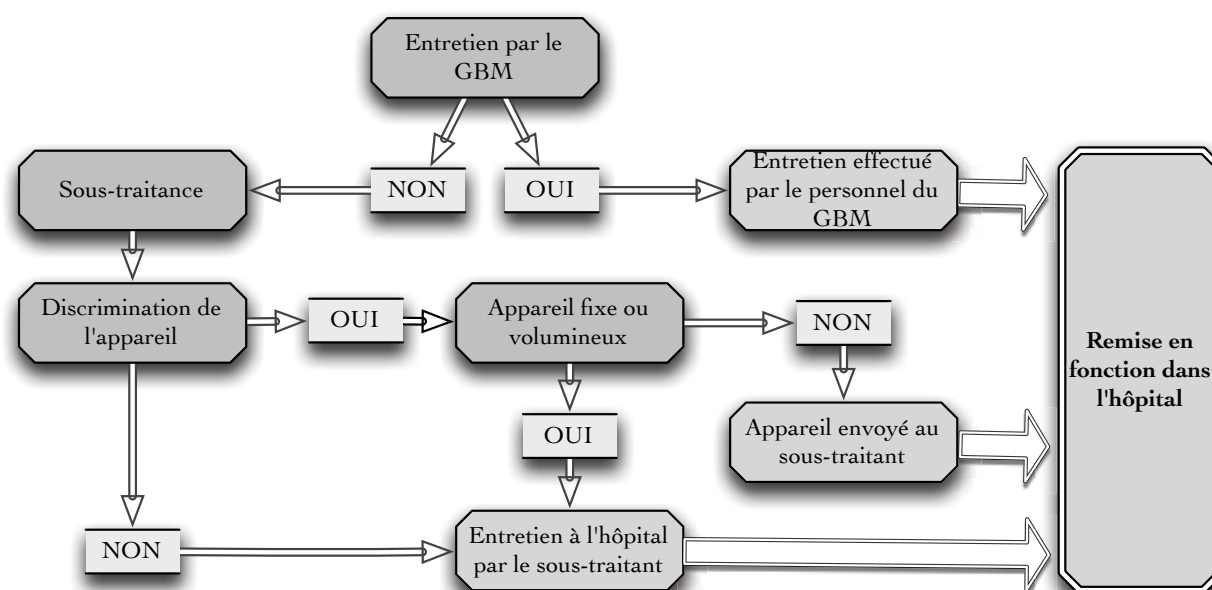


Figure 4-7 : Processus d'entretien général d'un appareil médical électronique

Tous les hôpitaux font de l'entretien par eux-mêmes, mais pas tous dans la même proportion. Les hôpitaux universitaires le font eux-mêmes pratiquement à 100%. Tandis que les plus petits, comme les CSSSH, ne font l'entretien que pour des appareils standards non spécialisés. Il arrive également que les techniciens de l'hôpital et de la compagnie travaillent en tandem afin de résoudre un problème.

Dans le cas d'une réparation, le processus est similaire à l'entretien. Lorsqu'un utilisateur constate une défaillance, il contacte le GBM et un technicien se déplace et inspecte l'appareil. Il vérifie s'il s'agit d'un problème d'utilisateur ou un problème de machine. S'il constate une défaillance, il commence la procédure de réparation. Pour un appareil mobile, il l'apporte pour



réparation (interne ou externe) et pour un appareil fixe, un technicien, soit du GBM ou soit d'un sous-traitant, effectue la réparation sur place.

La Figure 4-8 donne une vue d'ensemble des choix propres à chaque hôpital en matière d'entretien.

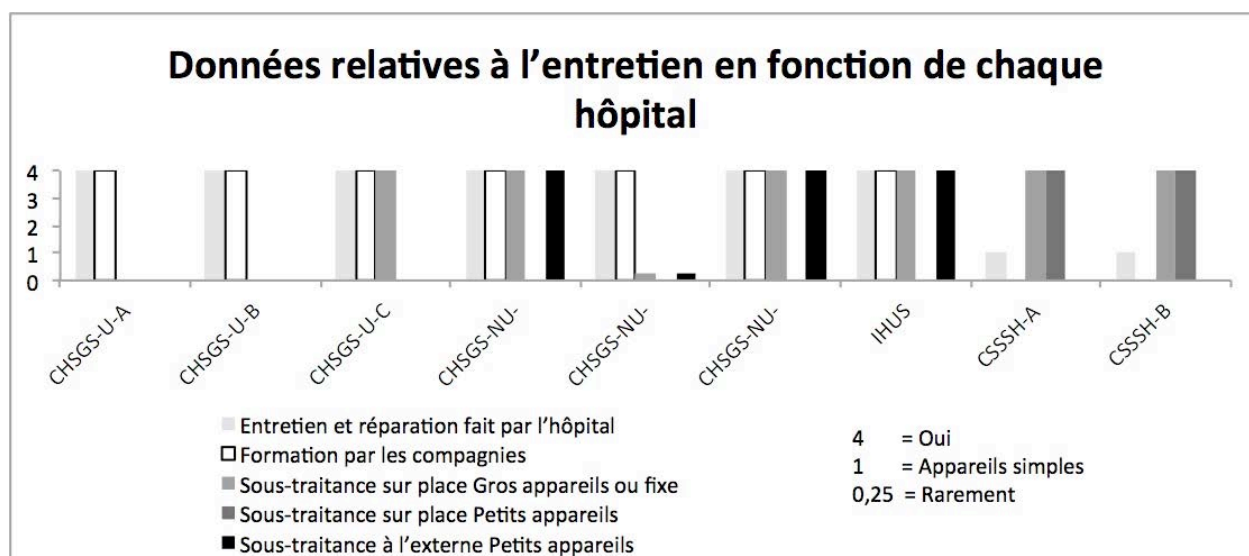


Figure 4-8 : Données relatives à l'entretien en fonction de chaque hôpital

\* Voir l'Annexe G pour des exemples de classification par poids

## 4.6 La disposition des appareils médicaux électroniques

La disposition des appareils médicaux représente un irritant pour les hôpitaux analysés. Dans certains cas, une saine gestion de la disposition des appareils peut représenter une entrée d'argent par contre pour d'autres, cela représente des coûts et un budget doit être prévu. Notre étude démontre que sept des neuf hôpitaux visités n'attribuent aucun budget spécifique pour la disposition et aucune disposition écologique ne se fait. D'ailleurs, peu d'informations quantitatives relatives à la disposition est colligé par les hôpitaux, car ces données sont considérées non importantes par les hôpitaux. Par exemple, l'information touchant les poids des appareils arrivés en fin de vie et les poids de chaque composante toxique et écotoxique nécessitant un traitement ne sont pas collectés.

Lorsqu'un budget pour la disposition existe, il se trouve compris dans celui des Services techniques et non celui du GBM. Un budget spécifique démontre une volonté de se défaire de ces équipements en fin de vie de façon plus écologique.

Les prochaines sections présentent la disposition des appareils médicaux sous plusieurs facettes. Les différents types de désuétudes menant à la disposition sont décrits, suivis d'une description des critères généralement utilisés pour prendre les décisions relatives à la disposition, puis nous analysons le processus de disposition réelle pour terminer avec le processus complet d'un organisme à but non lucratif, le CSI, acteur désigné par le Ministère.

#### **4.6.1 Types de désuétudes propres aux appareils médicaux électroniques**

Notre recherche démontre que tous nos répondants considèrent qu'il existe 6 types de désuétudes menant à la fin de vie d'un appareil médical électronique.

##### **4.6.1.1 Appareil non économique à réparer**

Lorsque l'appareil n'est plus réparable à un coût raisonnable, on le considère comme non économique à réparer ou non réparable.

Dans ce cas, le département de GBM informe l'utilisateur que l'appareil n'est plus réparable. Ensuite, il émet une lettre de mise au rebut et l'on retire l'appareil.

##### **4.6.1.2 Fin du support de l'appareil**

Après un certain temps, l'entreprise qui fabrique l'appareil arrête de le soutenir et de fournir les pièces pour l'entretien. Les pièces sont alors discontinuées.

Pour pallier à ce problème, les hôpitaux tiennent compte de l'âge de création du modèle (plateforme) de l'appareil. Si l'entreprise utilise une plateforme depuis longtemps, il y a un risque qu'elle sorte un nouveau modèle et que la production de l'ancien appareil soit discontinuée quelques années plus tard.

Lorsque l'hôpital achète un équipement, il veut qu'il soit le plus récent possible. Il s'assure que l'appareil ait une durée de vie supérieure à 10 ans et que l'entreprise s'engage à le soutenir pendant cette période.

##### **4.6.1.3 Changement de pratiques médicales**

Lorsque la manière d'assurer des soins change, il arrive que l'on doive changer les appareils afin de se plier aux nouvelles pratiques. L'équipement est fonctionnel, mais il est désuet. Il se peut également qu'un médecin qui utilisait un type particulier de machine quitte l'hôpital et que plus

personne n'utilise ce type de machine. Ce dernier cas est assez rare, mais peut se produire dans des domaines hyperspécialisés ou en région.

#### **4.6.1.4 Dangerosité de l'appareil : non sécuritaire pour le patient**

L'appareil n'est plus fiable et peut soit provoquer des erreurs médicales, des erreurs de diagnostic et ainsi causer des dommages directs au patient.

#### **4.6.1.5 Désuétude technique de l'appareil**

Le fabricant propose une durée de vie théorique à ses appareils. La plupart du temps, cette évaluation est assez représentative de la réalité. Lorsque l'appareil s'approche de sa fin de vie théorique, le département de GBM le regarde de plus près. Il est parfois possible, à un coût raisonnable, de rallonger sa vie et de le conserver une ou plusieurs années supplémentaires. Par contre, le GBM tient compte de la proposition du fabricant pour prévoir le renouvellement de son parc.

La désuétude technique est le type de désuétude le plus fréquent et représente environ 90% des cas de remplacement d'effectifs. Par contre, notre recherche suppose que les hôpitaux universitaires ont tendance à faire exception pour les appareils de pointes.

#### **4.6.1.6 Désuétude technologique de l'appareil**

Il existe plusieurs cas de désuétude technologique. Par exemple un nouveau modèle beaucoup plus performant (10 fois plus performant pour un coût 10 fois moindre) ou un appareil ou un système qui offre une accentuation de compatibilité avec d'autres appareils et qui présente un gain en efficacité opérationnelle.

La recherche démontre que le niveau de désuétude technologique peut changer en fonction de la vocation de l'hôpital. Dans ce sens, il existe une différence entre les hôpitaux universitaires et non-universitaires. Les hôpitaux universitaires, en plus d'offrir des soins de santé, ont une mission d'éducation, de recherche et d'évaluation des technologies et des procédés d'intervention en santé. Ceci implique que le cycle de vie de leurs appareils est raccourci, car ils arrivent plus rapidement à une désuétude technologique. À ce propos, un des répondants a affirmé que :

*« Il est logique de penser que la désuétude technologique est plus rapide pour les hôpitaux universitaires. Il faut dire que les hôpitaux universitaires ont une*

*mission de soins, de recherche, d'enseignement et d'évaluation de la technologie. Donc, ils doivent être à l'avant-garde sur l'évaluation et l'utilisation des technologies. Ainsi, la désuétude technologique peut arriver plus rapidement. »*

Pour l'instant, l'objectif de remplacement d'appareils frappés de désuétude technologique n'est pas complètement atteint. Afin de combler le retard, le gouvernement libère progressivement des fonds.

#### **4.6.2 Critères influençant la disposition de l'appareil**

Deux critères de base influencent la disposition : la grosseur de l'appareil et l'urgence d'en disposer.

Plus un appareil occupe de l'espace et plus son poids est important, plus rapidement l'hôpital voudra s'en débarrasser. Même si certains hôpitaux conservent des endroits pour entreposer les appareils en fin de vie, l'espace représente toujours une réalité problématique.

Au niveau de l'urgence de disposition, l'impact est plus grand pour les appareils volumineux. La gestion de sa fin de vie se fera moins bien si la présence de l'ancien appareil comporte un risque de retarder le projet.

#### **4.6.3 Processus de disposition réelle de l'appareil dans les hôpitaux**

Le processus de disposition s'amorce normalement à la réception du nouvel appareil qui est mis en service et testé. Lorsqu'il est en fonction, on se débarrasse de l'ancien après l'avoir nettoyé des substances dangereuses. Officiellement, pour la disposition, l'hôpital doit se conformer à trois étapes : afficher l'appareil sur le Réseau, l'offrir au CSI et finalement en disposer au rebut. Dans les faits, le processus est plus complexe et pas nécessairement suivi à la lettre. Par contre, puisque personne n'est responsable de vérifier si les hôpitaux suivent les procédures, les hôpitaux font pratiquement ce qu'ils veulent. À ce point-ci, nous décrivons les différentes méthodes ou étapes de disposition que les hôpitaux peuvent utiliser.

La Figure 4-9 résume et schématise les processus possibles pour un appareil en fin de vie.

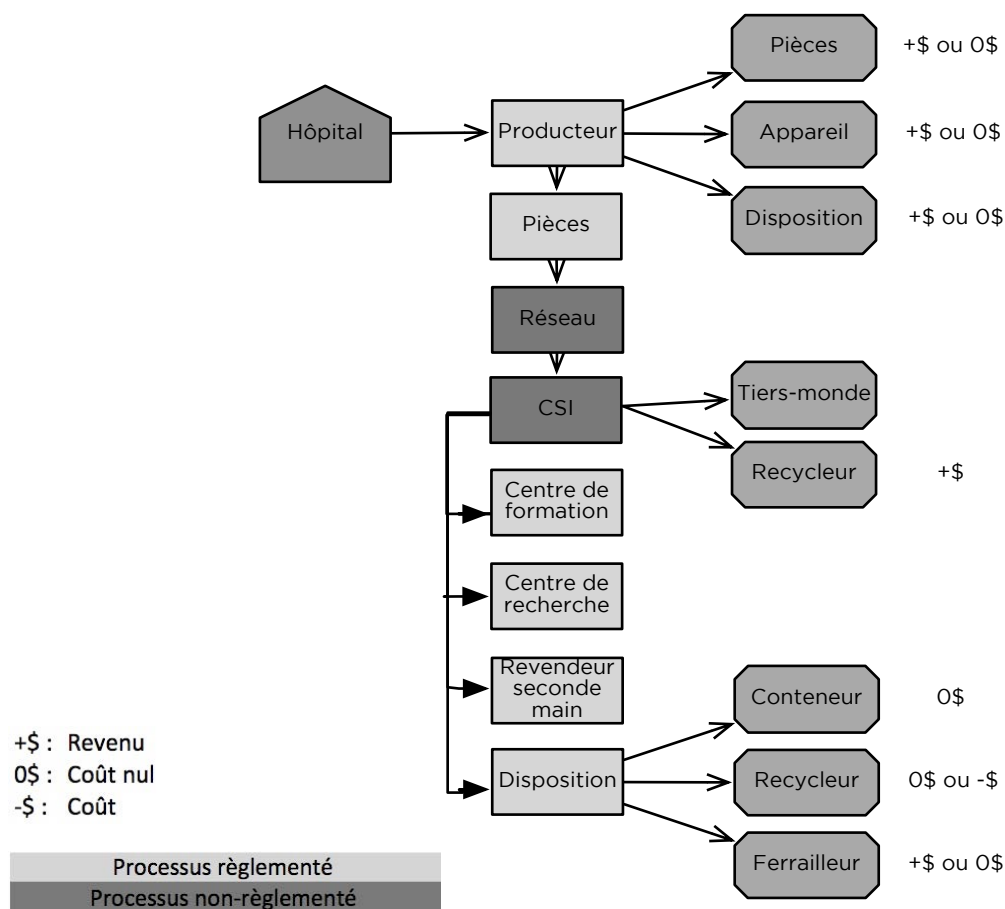


Figure 4-9 : Processus réel de disposition de l'appareil médical

#### 4.6.3.1 Reprise de l'appareil par le fournisseur

Le fournisseur peut reprendre un appareil pour plusieurs raisons. Il peut s'en servir pour faire baisser la soumission, pour faire de l'argent ou pour garder de bonnes relations avec ses clients. Le fournisseur peut alors le récupérer soit pour en disposer ou soit pour le revendre.

##### 4.6.3.1.1 Reprise de l'appareil par le fournisseur pour disposition

Lors du remplacement d'équipement, on peut négocier avec le fournisseur la reprise de l'ancien. Normalement, on le fait pour les gros appareils, car la désinstallation représente beaucoup de temps et beaucoup d'argent. Par exemple, un CT scan coûte 1.5 million à l'achat et son démantèlement peut coûter jusqu'à 1 000\$. Ce dernier montant semble négligeable en proportion de la valeur de l'équipement, mais puisqu'il tombe sur un autre budget, il représente un impact non négligeable. On peut également négocier la disposition lorsqu'il s'agit d'appareils plus petits

et en grande quantité. Le fournisseur rapporte l'appareil pour disposition ou il le laisse au conteneur de l'hôpital, ce qui simplifie le processus de disposition pour l'hôpital.

La plupart des hôpitaux ne savent pas de quelles façons le fournisseur dispose des appareils recueillis. Par contre, selon un de nos répondants, la compagnie GE possède, aux États-Unis, un centre qui s'occupe de traiter les différentes composantes écologiquement.

#### *4.6.3.1.2 Reprise de l'appareil par le fournisseur pour la revente*

Le fournisseur peut-être intéressé à l'équipement pour deux raisons pécuniaires soit pour récupérer les composantes pour utilisation future ou soit pour recycler l'appareil et le revendre. Dans ce sens, les fournisseurs maintiennent un lien étroit avec les hôpitaux. Ils connaissent en partie les besoins des autres hôpitaux. Ce qui leur permet de rediriger les appareils aux bons endroits.

Ensuite, pour les appareils restants, l'hôpital passe à la seconde étape, la récupération de pièces.

#### **4.6.3.2 Récupération des pièces usagées de l'appareil**

Comme mentionné précédemment (4.5.1) la récupération des pièces se fait de deux façons. La première façon consiste à conserver l'unité au complet et à retirer les pièces au besoin. La seconde façon consiste à récupérer et à classer les pièces pour utilisation future. Si aucune pièce n'est récupérée, l'appareil est affiché sur le Réseau.

#### **4.6.3.3 Seconde vie de l'appareil**

L'hôpital peut donner une seconde vie à son appareil. Pour ce faire, il peut le mettre sur le Réseau, l'envoyer au CSI, le vendre à une entreprise privée, le donner à un centre de recherche ou à un centre de formation.

#### 4.6.3.3.1 *Le Réseau*

Pour la plupart des hôpitaux, il est rare qu'on réussisse à se débarrasser d'un équipement sur le Réseau. L'appareil est disponible sur le Réseau pendant 1 à 2 semaines et s'il n'y a pas de preneur, on passe à l'étape suivante.

La plupart du temps, on trouve preneur pour les pièces qui permettent à un autre hôpital de réparer ses unités pour lesquelles le fabricant ne soutient plus l'appareil. Sinon, c'est pour permettre à l'hôpital de patienter davantage (1 ou 2 ans) avant de pouvoir remplacer ses appareils lors de l'attribution du budget du Ministère. Par contre, lorsqu'il s'agit d'un appareil coûteux à installer, comme les scans, l'installation peut coûter jusqu'à 30 000\$. Il faut que la durée de vie restante de l'appareil soit intéressante pour compenser ces coûts faramineux. Lorsque l'appareil n'intéresse pas les membres du Réseau, l'hôpital entre en contact avec le CSI. Par contre, ce n'est pas toujours fait.

#### 4.6.3.3.2 *Collaboration Santé Internationale (CSI)*

Collaboration Santé Internationale (CSI) est un organisme non-gouvernemental (ONG) sans but lucratif qui travaille dans des pays en voie de développement dans le domaine de la santé et l'éducation dans une optique de développement durable. Le CSI approvisionne les ONG en équipements, appareils et fournitures médicales, en médicaments et en mobiliers.

Depuis 1996, il est le seul organisme accrédité par le Ministère pour recevoir tous les surplus des centres de santé québécois. D'avril 2010 à mars 2011, le CSI a reçu des régions de Montréal, Laval, Lanaudière et de la Montérégie, 560 appareils sur les 1500 envoyés dans les pays du tiers monde.

#### 4.6.3.3.3 *Don ou vente à une entreprise privée de revente d'appareils usagé*

Certains hôpitaux vendent leurs appareils dans le réseau privé à des entreprises telles que Phoenix<sup>16</sup>. Par contre, à cause de l'incertitude légale sur la disposition, ces cas semblent assez rares.

---

<sup>16</sup> [www.phoenixmedic.com](http://www.phoenixmedic.com)

#### *4.6.3.3.4 Don à un centre de recherche*

Il arrive rarement qu'un appareil soit donné à un centre de recherche. Quand cela se produit, même si l'équipement n'est plus aussi stable et sécuritaire pour le patient, l'incidence est de moindre importance s'il s'agit d'expériences faites avec des souris, par exemple.

#### *4.6.3.3.5 Don à un centre de formation*

Il n'arrive pratiquement jamais qu'un équipement soit envoyé dans un centre de formation, mais cela peut se produire lorsque l'équipement perd de sa performance, mais demeure fonctionnel. Une machine à anesthésie peut être récupérée par un cégep par exemple.

### **4.6.3.4 Disposition finale de l'appareil**

La disposition finale de l'appareil est l'étape ultime. L'hôpital extrait les matériaux toxiques qu'il traite lors d'un processus relatif aux matériaux dangereux et il sécurise l'appareil. À partir de ce point, il peut en disposer soit dans le conteneur pour l'envoi à la décharge, soit par le biais d'un ferrailleur ou par le biais d'un recycleur. On note qu'aucun symbole facilitant le recyclage ne marque les différentes composantes des appareils

#### *4.6.3.4.1 Recycleur*

Le recycleur doit donner l'assurance qu'il respecte les normes environnementales. Lors de notre étude, 2 hôpitaux sur 9, soit un universitaire et un petit, ont affirmé qu'ils font affaires avec ce type d'entreprises (Figure 4-10). Le plus petit hôpital a même assuré que, depuis 5-6 ans, plus aucun équipement ne se retrouve au conteneur et que les entreprises offrent une rémunération en retour. Par contre, l'hôpital universitaire doit payer lorsqu'il s'agit d'électronique et il est rémunéré pour le métal. Dans tous les cas, ce sont les Services techniques qui gèrent cette procédure. Par contre, pour des raisons de confidentialité, aucune information sur le nom d'entreprises ou les revenus afférents n'a été obtenue.



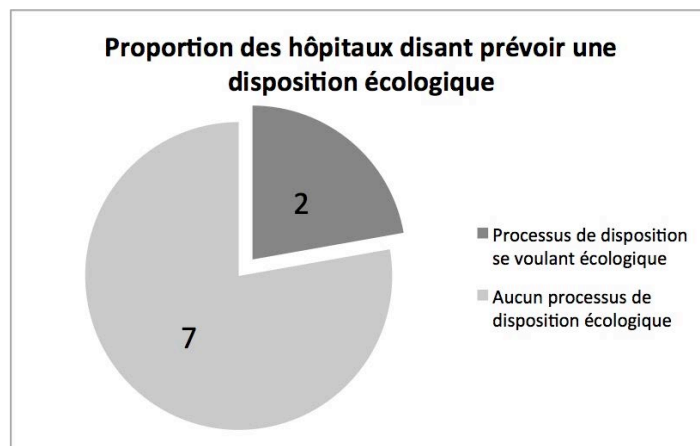


Figure 4-10 : Proportion des hôpitaux disant prévoir une disposition écologique

#### 4.6.3.4.2 Ferrailleur

Deux méthodes sont utilisées. Dans le premier cas, l'hôpital entrepose les appareils qui ont de la valeur en métaux et les vend à un ferrailleur qui vient les récupérer. Le reste est mis au conteneur. La seconde consiste à mettre l'appareil à côté du conteneur. Toutes les deux ou trois semaines, les ferrailleurs se servent et ce qui n'est pas pris est envoyé au conteneur. C'est la méthode la plus répandue dans les hôpitaux visités.

Dans tous les cas, lorsque le ferrailleur a récupéré les métaux de valeur, on suppose qu'il dispose du surplus au dépotoir.

#### 4.6.3.4.3 Conteneur (pour enfouissement)

La disposition par enfouissement est le mode le plus répandu dans le milieu hospitalier. Un des gros hôpitaux a même mentionné que près de 95% des appareils sont envoyés à l'enfouissement.

### 4.6.4 Processus du CSI

L'élaboration du processus du CSI nous pousse à lui consacrer une partie détaillée. Cette partie couvre la description de ses partenaires, ses critères d'admissibilité concernant les appareils, le processus d'acquisition et celui de disposition, la disposition dans les pays du tiers monde et finalement les différents problèmes et défis auxquels le CSI est confronté.

#### **4.6.4.1 Partenaires du CSI**

Le CSI a des clients qu'il appelle partenaires, à qui il envoie du matériel médical, dans plusieurs pays du tiers-monde. Ces pays sont situés en Afrique, en Amérique du Sud, en Amérique Centrale et aux Philippines en Asie. Le CSI catégorise ses partenaires en trois types : les Centres de santé, les Dispensaires et les Hôpitaux. Par contre, il préfère faire affaires avec des établissements privés, des ONG, etc. plutôt que des organismes publics à cause de l'importance du mouvement de personnel qui engloutit les efforts investis. Il arrive fréquemment qu'un hôpital d'ici trouve lui-même le partenaire dans le pays en développement. Le CSI privilégie cette approche, car il possède une plus grande assurance que les équipements serviront à leur juste valeur.

#### **4.6.4.2 Critères d'admissibilité des appareils.**

Le CSI refuse rarement des appareils. Par le passé, le refus d'appareils a eu pour effet de décourager certains hôpitaux. Un appareil pourrait être refusé s'il était non fonctionnel et non réparable, trop spécialisé et/ou impossible à utiliser, dont les pièces n'étaient pas disponibles ou lorsqu'il n'y avait pas de personnel qualifié pour effectuer la réparation. Cette dernière difficulté est aujourd'hui de plus en plus rare.

#### **4.6.4.3 Processus**

Le GBM offre ses appareils au CSI. Il en donne le descriptif et si le CSI est intéressé, il se déplacera pour aller les chercher.

Le CSI fait alors appel à des techniciens de l'extérieur pour inspecter, tester et remettre en état les appareils. Dans le cas où il y a des appareils qui ne sont plus utilisables, il en dispose. Les autres sont remisés pour un envoi ultérieur.

Lorsque le CSI accumule suffisamment de matériel pour remplir un conteneur, il en informe son partenaire et s'assure que celui-ci a l'infrastructure nécessaire pour recevoir l'appareil avant de lui faire parvenir. Le CSI envoie un conteneur d'équipement et de matériel médical diversifiés par semaine.

#### **4.6.4.4 Disposition**

Le CSI récupère et recycle le maximum possible de matériaux. Les appareils qu'il n'envoie pas et dont il doit se débarrasser sont traités pour le recyclage. Il démonte l'appareil et trie les composantes en fonction des différents matériaux tels les métaux ferreux, non-ferreux, le plastique, le caoutchouc, etc. Ensuite, ces matériaux sont vendus à l'usine de récupération (AIM<sup>17</sup>).

#### **4.6.4.5 Disposition dans les pays du tiers monde**

Normalement, la deuxième vie est plus courte que la première. Ce qui est encore plus vrai ici puisque les hôpitaux du tiers monde usent leurs équipements à la limite. La disposition chez le partenaire peut comporter certains problèmes. Lorsque l'appareil arrive en fin de vie, il est jeté dans la cour. Par contre, il semblerait qu'un appareil ayant deux ans de vie ici peut en avoir dix dans un pays du tiers-monde. Il faut mentionner qu'on est moins tenu de suivre les protocoles dans ces contrées que dans les pays occidentaux.

#### **4.6.4.6 Problèmes et défis du CSI**

Le CSI a plusieurs défis qui touchent l'approvisionnement, le manque de techniciens qualifiés et l'impossibilité de servir le marché québécois.

##### *4.6.4.6.1 Approvisionnement*

Pour pallier au problème, le CSI doit faire un effort auprès des personnes-ressources stratégiques responsables du GBM dans les centres de santé pour resserrer les liens et contacter les différents directeurs du GBM des agences pour pouvoir profiter de leurs vieux appareils.

##### *4.6.4.6.2 Pénurie de techniciens qualifiés*

Le CSI ne possède pas de techniciens spécialisés à plein temps. Ce sont des personnes qui viennent offrir leur aide pratiquement bénévolement et il en manque. Le CSI fait également affaire avec Phoenix<sup>18</sup> qui lui offre son aide pour les pièces et certaines réparations.

---

<sup>17</sup> [www.recyclageaim.com](http://www.recyclageaim.com)

<sup>18</sup> [www.phoenixmedic.com](http://www.phoenixmedic.com)

#### *4.6.4.6.3 Besoin du marché québécois*

Le CSI a beaucoup de demandes de particuliers pour des appareils désuets. Par contre, ces appareils ayant été déclassés, ils doivent sortir du pays pour être réutilisés. Il est donc impossible de disposer du matériel désuet dans le privé. Ainsi, certains besoins québécois ne peuvent être comblés à cause du déclassement des appareils.

## **4.7 Restrictions budgétaires et connaissances écologiques des répondants**

### **4.7.1 Effets des restrictions budgétaires sur les hôpitaux**

Avant la mise en place du plan triennal, les restrictions budgétaires avaient de sérieux impacts sur le renouvellement du parc d'appareils. Avant 2007-2008, on remplaçait les équipements presque exclusivement pour cause de désuétude technique ou lorsqu'ils représentaient un danger pour le patient. De plus, la tendance était d'allonger le plus possible leur cycle de vie quitte à payer cher pour y arriver. Par ailleurs, certains hôpitaux ont mis fin au contrat de service considéré comme plus dispendieux et ont décidé de faire faire le travail par les techniciens de l'hôpital.

### **4.7.2 Connaissances et conscience écologiques du répondant**

La plupart des répondants semblent se soucier de l'environnement, mais ils ne semblent pas avoir le temps de vraiment s'y intéresser. Ils considèrent que ce n'est pas prioritaire et qu'ils ont déjà beaucoup d'autres choses à faire. Mais dans leur vie personnelle, tous semblent faire de grands efforts écologiques en recyclant, compostant, etc.

Nos répondants ne connaissent peu ou pas les nouvelles normes européennes sur la gestion de fin de vie des appareils médicaux électronique. Par contre, le deux tiers des répondants croit que les normes sont sûrement plus strictes en Europe qu'en Amérique, ceci s'expliquant par la quantité de personnes au mètre carré. En effet, plus un État produit de déchets et moins il a d'espace pour les stocker, plus il est obligé de les gérer.

\*\*\*

En conclusion, l'enquête auprès des répondants a montré combien les hôpitaux sont des organisations complexes. Conséquemment, les processus de gestion sont nombreux et certains

volets, comme la communication de l'information, se révèlent être un défi de taille pour les professionnels concernés.

Dans ce sens, il existe plusieurs freins à une saine gestion de la fin de vie des équipements électroniques. Par sa complexité, le processus d'acquisition en comporte plusieurs. Premièrement, puisque l'hôpital est un organisme public, il doit se plier à de sévères contraintes réglementaires. Deuxièmement, les appareils médicaux sont extrêmement spécialisés et il existe relativement peu de fabricants, ce qui réduit les possibilités de choisir un appareil plus écologique qu'un autre ; de plus, l'aspect écologique d'un appareil n'est pas un critère. Troisièmement, les accessoires utilisés avec les appareils représentent également une problématique écologique importante. À cause des risques d'infections, les accessoires réutilisables sont souvent délaissés au profit des jetables, ce qui a un impact négatif sur l'écologie. Finalement, la disposition écologique des appareils médicaux demeure marginale. À part deux hôpitaux, aucun ne considère l'aspect écologique de la disposition comme étant important.

La plupart des personnes interrogées dans les hôpitaux sont touchées par ce manque de sensibilité environnementale et ils se sentent mal à l'aise avec ce problème. Selon eux la plupart des répondants, il ne s'agit clairement pas d'une priorité. On considère que le mandat des hôpitaux est de s'occuper exclusivement de soigner des patients et qu'on n'a ni le temps, ni l'argent pour disposer écologiquement des appareils.

## **CHAPITRE 5    INTERPRÉTATION ET DISCUSSION**

Le but de cette recherche était d'examiner les différentes pratiques reliées à la gestion écologique des appareils médicaux électroniques, et plus précisément de vérifier sur le terrain, dans les hôpitaux montréalais, comment s'effectue la gestion de ces appareils. Les résultats obtenus et décrits au chapitre 4 permettent de dresser un portrait global de la situation et pourront contribuer à faire avancer les connaissances dans le domaine sur le plan pratique. Également, ces résultats permettent de développer des normes opérationnelles pouvant être appliquées dans les hôpitaux.

La recherche théorique a démontré que peu d'études sont disponibles sur le sujet à travers le monde. Les données sur les déchets médicaux électroniques demeurent encore aujourd'hui très fragmentaires, à l'image des pratiques qui sont, il faut le reconnaître, à leurs premiers balbutiements. À cet égard, on peut affirmer que la présente recherche fait œuvre utile en traitant du sujet spécifiquement pour les hôpitaux montréalais. À ce jour, elle est aussi l'une des seules couvrant la question de la gestion écologique des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux.

Sur le terrain, cette recherche a permis de constater l'ouverture et les préoccupations écologiques des gestionnaires des déchets des appareils médicaux électroniques et les défis que rencontrent ces derniers, tant sur le plan financier, sur le plan des infrastructures que sur le plan des connaissances pour gérer efficacement et écologiquement le cycle de vie de leurs appareils.

### **5.1 Retour sur les résultats**

Le modèle de Harbec (2009) présenté au chapitre 2 fait état de dix-huit activités pouvant influencer le cycle de vie des appareils médicaux électroniques. De ces activités, onze ont un impact sur la gestion de la vie de l'appareil dans les hôpitaux. Or, les résultats empiriques obtenus auprès des hôpitaux indiquent qu'aucune de ces activités n'est considérée comme importante pour leur valeur écologique.

En somme, le portrait des pratiques écologiques liées à la gestion de ces appareils n'est pas très encourageant. Il existe certes des directives ministérielles encadrant la disposition des appareils médicaux. Ces directives précisent le retrait de l'inventaire d'un appareil qui n'est plus fonctionnel et la mise en disposition sur le Réseau en premier lieu et la mise en disposition au

CSI, en deuxième lieu. Par contre, sur le terrain, aucune précision n'est donnée aux gestionnaires. Outre ces directives, l'hôpital est livré à lui-même et fait ce qu'il veut, comme illustré à la Figure 4-9.

Des initiatives de dispositions plus écologiques d'appareils électroniques domestiques sont parfois prises par les Services techniques. Ces initiatives pourraient servir, en partie, à la gestion des déchets médicaux électroniques. Malheureusement dans la plupart des cas, ça ne se fait pas. Par ailleurs, lorsqu'un hôpital dit disposer écologiquement de ses appareils, il ne semble pas être en mesure de communiquer ses façons de faire de façon précise pour des raisons de confidentialité.

Les freins à l'introduction de politiques claires, voire d'une culture organisationnelle axée sur la gestion de cycle de vie des appareils médicaux électroniques, sont encore nombreux. La présente étude a permis d'en relever plusieurs qui relèvent soit de l'hôpital soit d'acteurs externes. Dans les paragraphes suivants certains seront abordés.

Trois de ces freins dépendent des hôpitaux. Premièrement, comme mentionnés, les Services techniques sont responsables de la disposition générale dans les hôpitaux. On pourrait donc croire qu'ils ont une connaissance accrue dans ce domaine qui pourrait être bénéfique à la disposition des appareils médicaux électroniques. Par contre, on a constaté un manque de communication assez fréquent entre les Services techniques de l'hôpital et le Génie biomédical. Ce manque de communication a comme impact que les compétences relatives à la gestion des déchets électroniques des Services techniques ne sont pas transférées au GBM.

Deuxièmement, le manque de temps, le manque d'argent et le manque de connaissances sont des éléments importants qui freinent la gestion efficace des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux. Les gestionnaires se disent souvent débordés et malgré leur bonne volonté, ils ne sont pas en mesure d'identifier des solutions à la problématique d'une gestion plus écologique du cycle de vie de leurs appareils électroniques.

Troisièmement, le manque d'homogénéité du parc présente plusieurs difficultés quant à la réparation, à l'entretien et à l'utilisation des accessoires. En effet, la diversité des marques, pour un même type d'appareil, implique une augmentation de l'inventaire des pièces pour la réparation et l'entretien et augmente la quantité des accessoires requis pour ces appareils.

Dans le domaine hospitalier, une quantité importante d'accessoires est utilisée. De ces accessoires, certains sont jetables, d'autres sont réutilisables. Notre recherche a démontré que la plupart des accessoires sont jetés plutôt que réutilisés. Également, il a été constaté que la gestion des accessoires réutilisables représente souvent un problème.

Trois autres freins dépendent des autres acteurs. En premier lieu, comme mentionné précédemment, le Ministère a mis en place un processus de disposition qui ne tient pas compte de la disposition finale (mise au rebut) lorsqu'un appareil n'est plus fonctionnel.

En second lieu, le CSI qui est censé recevoir les appareils fonctionnels en fin de vie refusés par le Réseau, ne les reçoit pas majoritairement. De ces équipements, plusieurs sont mis au rebut tout simplement. Dans ce sens, le rôle crucial du CSI doit être véhiculé de façon proactive notamment par l'établissement d'un réseau fort avec les personnes-clefs dans les hôpitaux ayant une influence sur la disposition des appareils médicaux.

Le troisième frein vient que le Ministère s'occupe des appels d'offres regroupés. Ce processus peut nuire à l'homogénéisation d'un parc dans un même hôpital. Ainsi, en priorisant un appareil spécifique au terme d'un processus d'appel d'offres, le Ministère se trouve à « imposer » des équipements à un grand nombre d'institutions, sans égard au parc déjà en place. On constate donc qu'une motivation légitime sur le plan de coûts (achats regroupés) peut générer des effets moins désirables à l'échelle locale. Au final, la recherche aura permis de constater que, même si les hôpitaux montréalais proposent peu d'initiatives de nature écologique par rapport à leur parc d'équipements médicaux électroniques, on ne peut conclure à un « retard » par rapport aux autres hôpitaux canadiens ou américains ou européens.

Comme il a été constaté, très peu d'information est disponible relativement à la présence de système de gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les centres de santé. Bien que dans l'Union Européenne, la directive DEEE encadrera la fin de vie des appareils médicaux électroniques et électriques, ce ne sera qu'à partir de 2016. Jusqu'à ce moment, l'information sur le processus de gestion sur le terrain reste encore imprécise. Par ailleurs, comme mentionné, cette directive ne touche que les fabricants et non les clients. Au niveau des centres de santé canadiens et américains, l'information est encore moins disponible que pour l'Europe. Par contre, ce manque d'information ne peut conclure qu'aucune action écologique sur



le terrain n'est faite. Il demeure possible qu'un hôpital ou une compagnie d'appareils médicaux posent des actions écologiques et qu'elles ne soient pas communiquées.

## **5.2 Contribution théorique**

Il existe très peu d'études concernant la gestion écologique des appareils médicaux électroniques proprement dits. Par contre, la littérature couvre amplement les appareils électroniques domestiques au niveau des processus de gestion et de disposition, au niveau des statistiques et au niveau des dangers reliés à une mauvaise disposition des déchets électroniques. Cette recherche a permis de colliger des informations et des pratiques transférables et applicables au secteur médical.

Cette recherche présente de l'information puisée dans différents articles scientifiques et des informations issues de documents légaux relatifs à la gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques. Ces documents légaux concernent les fabricants d'appareils médicaux électroniques et non les hôpitaux, mais n'en demeurent pas moins très pertinents.

La consultation de ces articles et documents a permis de présenter l'état actuel de la recherche et d'illustrer que la gestion des appareils médicaux électroniques est à peu près inexplorée et qu'il reste encore beaucoup de place pour la recherche et le développement.

Cette recherche terrain a permis de dresser un portrait des hôpitaux montréalais, de les classer par importance et par vocation ; d'identifier les principaux acteurs impliqués; de faire ressortir les contraintes et les défis entourant la gestion des appareils médicaux électroniques. Également, la recherche a permis de dresser un portrait réel du processus de disposition des appareils en fin de vie. Par leur diversité et leur précision, ces informations contribuent grandement à alimenter la littérature scientifique sur le sujet.

## **5.3 Contribution pratique**

Les résultats obtenus sur le terrain suggèrent que la gestion écologique du cycle de vie des appareils médicaux électroniques ne représente pas encore une problématique importante pour les hôpitaux montréalais. Bien sûr, il existe une sensibilisation et une ouverture chez la majorité des personnes-clés rencontrées sur le terrain. Toutefois, il reste encore des pas importants à franchir afin de pouvoir observer des changements significatifs.

La présente recherche contribue aussi à mettre en évidence les problématiques, les défis et les contraintes vécus sur le terrain. Elle fait connaître les actions initiées localement, ce qui permet de partager des pratiques, d'envisager des pistes de solution, de développer des outils communs de saine gestion et éventuellement d'établir des politiques environnementales.

Elle démontre également que la plupart des hôpitaux ne disposent pas des outils nécessaires à une saine gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques et qu'il demeure difficile pour eux de les développer.

En chiffrant l'impact réel d'avoir un parc possédant des accessoires homogènes pour un même type d'appareils, mais de marque différente ou en chiffrant l'impact d'avoir un parc d'appareils homogène dans les appels d'offres, le Ministère pourrait avoir un impact sur les fournisseurs. Cette position du Ministère pourrait même contribuer à créer un effet domino sur les dispositions écologiques, sur le reste du Canada, voire des États-Unis et de l'Europe.

La recherche démontre également l'inexistence de critères écologiques dans le processus d'appel d'offres. Insérer des critères écologiques précis dans le processus d'appel d'offres peut inciter les compagnies à mettre en place des processus écologiques et économiques. Notons, par exemple, la reprise d'une IRM gratuitement pour en disposer écologiquement, tout en fournissant la documentation validant le processus écologique.

Finalement, la recherche démontre qu'une saine gestion du cycle de vie des appareils débute dès le processus d'acquisition et que des décisions et des actions peuvent être prises à toutes ces étapes.

## **5.4 Limites de la recherche**

Cette recherche comporte quelques limitations dont il faut tenir compte. Tout d'abord, l'échantillon est constitué de neuf des seize hôpitaux de Montréal. Les hôpitaux sélectionnés sont parmi les plus importants, mais une étude sur la totalité des établissements aurait permis d'assurer une plus grande validité des résultats. Il est peu probable que le portrait d'ensemble eut été radicalement différent, mais il faudra sans doute étendre l'étude à tous les centres pour poser un jugement définitif sur la question.

Par ailleurs, l'enquête sur le terrain a permis de rencontrer au moins un gestionnaire par établissement (études de cas simplifiées), ce qui représente aussi une limite. En effet, des études

de cas en profondeur auraient exigé plusieurs répondants par institution, ce qui s'est avéré impossible compte tenu des contraintes de temps imposées au projet de recherche. Les personnes rencontrées occupent des postes de gestion et ne sont pas toujours en contact direct avec le terrain. Dans ce sens, la rencontre avec des techniciens de l'hôpital, des personnes de l'entretien, mais aussi avec des intervenants externes (recycleurs, employés des agences de santé et ministères) auraient été bénéfiques à une collecte d'information plus complète et ainsi, éclairer davantage la problématique.

Finalement, il faut rappeler la limite géographique imposée à la recherche. Le choix d'étudier les hôpitaux montréalais a déjà été justifié et a permis de réaliser la recherche dans un temps raisonnable. Toutefois, on ne peut rien conclure des pratiques existantes dans d'autres grands centres québécois (Québec, Sherbrooke, Outaouais, etc.) où il pourrait exister des pratiques différentes. Ce point reste à examiner ultérieurement.

## **5.5 Recommandations**

Cette partie annonce diverses recommandations classées par étape du cycle de vie et met en évidence les différents acteurs qui sont considérés comme parties prenantes. Comme dans plusieurs milieux de travail, les répondants rencontrés se disent en manque de temps pour réaliser l'ensemble des tâches sous leurs responsabilités. Le département de Génie biomédical n'échappe pas à la situation. Dans un tel contexte, peu importe le processus que l'on veut développer, il doit être simple et représenter une valeur économique appréciable par les intervenants.

### **5.5.1 Achat**

#### **1) Utilisation d'une clause environnementale dans les appels d'offres**

Acteur : Ministère de la Santé

La loi 17 comporte une clause plus ou moins précise quant au respect de l'environnement.

*« 4° la mise en place de procédures efficaces et efficientes, comportant notamment une évaluation préalable des besoins adéquate et rigoureuse qui tienne compte des orientations gouvernementales en matière de développement durable et d'environnement » (Assemblée Nationale, 2006).*

Dans les faits, cette clause n'a pas d'impact dans le choix des appareils médicaux dans les hôpitaux. L'ajout et la promotion d'une clause environnementale plus spécifique dans la loi permettraient de privilégier les appareils ou les compagnies ayant des procédures écologiques.

## **2) Homogénéisation du parc d'équipement**

Acteurs : Hôpitaux et le Ministère de la Santé

Avoir un parc homogène n'est pas toujours critique. Par contre, élaborer un processus qui serait en mesure d'en faire une analyse détaillée des coûts (formation de personnel, maintien d'inventaires plus gros, coût de gestion supplémentaire, etc.) et du risque, permettrait à l'hôpital de prendre une décision éclairée. En mettant ces informations dans l'appel d'offres, il est possible que le choix d'appareils favorisant un parc homogène soit préféré.

## **3) Reprise des gros équipements en fin de vie par les fournisseurs**

Acteurs : Hôpitaux et le Ministère de la Santé

Lors du remplacement de gros appareils et lorsque le CSI ou un autre Centre de Santé n'est pas intéressé, l'hôpital ou le Ministère peut demander ou exiger que la compagnie qui vend la nouvelle dispose de l'ancien écologiquement. Il y a certaines compagnies qui le font déjà, la tendance pourrait être normalisée.

## **5.5.2 Utilisation**

### **4) Utiliser davantage d'accessoires réutilisables et faire le retraitement par des compagnies**

Acteurs : Hôpitaux et le Ministère de la Santé

La gestion des accessoires jetables est simple, mais très polluante ; en revanche, la gestion des accessoires réutilisables est problématique à plusieurs niveaux. Pour la plupart des hôpitaux, la stérilisation à l'interne n'est pas souhaitable. Une solution qui pourrait être analysée serait de faire affaire avec des compagnies spécialisées en remise à neuf. Plusieurs entreprises œuvrent dans ce domaine. Un choix judicieux de ces entreprises et la mise en place un processus simple pourraient avoir un impact écologique positif important.

### **5.5.3 Disposition**

#### **5) Élaboration d'un processus écologique de mis au rebut**

Acteurs : Hôpitaux (GBM et Services techniques), le Ministère de la Santé et le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

La présente recherche montre qu'il n'y a pas de processus de disposition officiel dans les hôpitaux. La création de ce processus peut se faire en partenariat avec les ministères et les hôpitaux. Dans l'hôpital, les Services techniques ont parfois des processus de recyclage d'appareils électroniques domestiques. Ces processus pourraient être adaptés à la réalité des appareils médicaux électroniques. Par ailleurs, deux des hôpitaux rencontrés ont mentionné qu'ils avaient un processus écologique de disposition. Le partage de leurs processus avec le reste du Réseau de santé permettrait d'étendre les pratiques.

Ainsi, les ministères de l'Environnement et de la Santé pourront développer des outils économiques pour la disposition des appareils médicaux (cibler des entreprises privées pour la disposition, payant et non payante, etc.). Ces outils devront être simples à utiliser et offrir une certaine souplesse pour permettre à l'hôpital de bien fonctionner sans augmenter sa tâche. Comme il existe déjà des organisations publiques et privées que gèrent les déchets électroniques de façon écologique, une mise en commun des informations et des ressources pourrait mener à des actions plus cohérentes.

## **5.6 Avenues de recherche**

Au terme de cette recherche, plusieurs questions demeurent encore inexplorées et pourront alimenter des travaux ultérieurs sur le sujet. Par exemple, cette recherche a relevé que peu d'information était disponible quant à la quantité réelle de déchets, par type de déchets engendrés par les hôpitaux. En disposant de cette information, il serait alors possible de mieux analyser le système et de poser des actions écologiques ciblées.

Une autre avenue serait de répertorier et d'analyser les meilleures pratiques de gestion écologiques des appareils médicaux sur le terrain. À partir de cela, le chercheur aurait la possibilité de présenter un modèle regroupant les meilleures pratiques applicables dans des centres de santé, de les mettre en pratique, pour finalement en faire le bilan. Dans ce sens, une

recherche sur l'élaboration d'un cadre organisationnel comportant des règles, des procédures et des modalités de gestion permettrait de vérifier s'il est possible d'avoir une approche écologique qui soit efficace et économique quant aux achats, à l'entretien, à la réparation et à la disposition des appareils médicaux électroniques.

Également, l'homogénéité du parc des appareils pose problème. Il serait intéressant de pousser l'analyse plus loin pour mieux comprendre les impacts en termes de coûts (formation de personnel, maintien d'inventaires plus gros, coût supplémentaire de gestion, etc.), de risque et d'impact écologique. Ces analyses permettraient aux hôpitaux de vérifier si l'homogénéisation d'un parc est réellement bénéfique et réalisable et si cet élément pouvait entrer dans les critères d'appel d'offres si nécessaire.

L'étude a également montré que d'un point de vue écologique, la gestion d'accessoires réutilisables est souvent problématique. Une avenue de recherche serait d'analyser les avantages et les inconvénients, sur le plan écologique, organisationnel et économique, de faire affaires avec des compagnies spécialisées en remise à neuf, de réaliser ces opérations à l'interne ou d'utiliser des accessoires jetables.

Finalement, cette recherche a démontré que le CSI envoyait dans les pays du tiers monde des appareils médicaux en vue d'une seconde vie. Par contre, est-ce une solution écologique ? Une recherche pourrait déterminer si ce transfert d'appareils n'est pas plus dommageable pour l'écologie que de leur envoyer des appareils neufs du fait qu'ils n'ont pas la possibilité de bien disposer de ces appareils en fin de vie. Dans cette lignée, il serait intéressant de faire une discrimination des appareils en fonction de l'impact écologique de leur deuxième vie.

## CONCLUSION

Cette recherche avait pour but d'analyser le cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux montréalais afin de savoir si les processus en place sont écologiques. Pour ce faire, nous avons considéré les facteurs et les acteurs qui influencent le cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans les hôpitaux et étudié comment, dans la pratique, se gère le cycle de vie de ces appareils sur le terrain.

Dans un premier temps, cette étude a permis d'établir une vue d'ensemble des pratiques courantes dans le monde des appareils électroniques en général et des appareils électroniques médicaux en particulier et de faire des liens entre les différents processus.

Dans un deuxième temps, l'étude a fourni un portrait du système hospitalier québécois et plus particulièrement montréalais, a permis de classifier les hôpitaux et organismes et a illustré l'ampleur des parcs d'appareils médicaux électroniques.

Dans un troisième temps, des entrevues semi-dirigées ont mis en lumière le contexte, les défis et les contraintes (administratives, budgétaires, de temps et d'espace, de personnel) auxquels doivent faire face les gestionnaires pour gérer écologiquement les appareils médicaux.

Dans l'ensemble, il ressort que la gestion écologique des appareils médicaux électroniques se fait de façon rudimentaire, que le facteur économique passe avant le facteur écologique, que l'information ne circule pas suffisamment entre les organisations et qu'un protocole de gestion des appareils médicaux électroniques faciliterait la tâche des gestionnaires, favoriserait de meilleures pratiques et influencerait de façon significative notre environnement tout en prenant soin de la santé des patients.

## BIBLIOGRAPHIE

Agence Canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS) (2007). Introduction à la réglementation sur les instruments médicaux. *Tour d'horizon des technologies de la santé*, Numéro 5 - Janvier 2007 : <http://cadth.ca/fr/products/environmental-scanning/health-technology-update/health-technology-update-issue5/medical-device> [13 février 2012].

Alhumoud, J.M., & Alhumoud, H.M. (2007). An analysis of trends related to hospital solid wastes management in Kuwait. *Management of Environmental Quality*, 18(5), 502-513.

Alvim-Ferraz, M.C.M., & Afonso, S.A.V. (2005). Incineration of healthcare wastes: management of atmospheric emissions through waste segregation. *Waste Management*, 25, 638-648.

Anderson, D. R. (2005). Corporate Survival: The critical Importance of Sustainability Risk Management. *Business Insurance* : [http://dairyland.cpcusociety.org/file\\_depot/0-10000000/0-10000/8177/folder/49665/CPCU.DC.Meeting\\_2006.05.17\\_AndersonDan.SustainabilityRM.pdf](http://dairyland.cpcusociety.org/file_depot/0-10000000/0-10000/8177/folder/49665/CPCU.DC.Meeting_2006.05.17_AndersonDan.SustainabilityRM.pdf) [26 juin 2009].

Apple, 2010. A Greener Apple : [www.apple.com/hotnews/agreenerapple](http://www.apple.com/hotnews/agreenerapple) [23 mars 2010].

Assemblée Nationale (2006). *Projet de loi no 17 : Loi sur les contrats des organismes publics*. Éditeur officiel du Québec, 35<sup>e</sup> législature, 2<sup>e</sup> session, chapitre 29 : <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2006C29F.PDF> [23 février 2012].

Austin, M. (2005). Discard with care [electrical waste]. *Supply Management*, 10, 28-29.

Barber, J. (2007). Mapping the movement to achieve sustainable production and consumption in North America. *Journal of Cleaner Production*, 15(6), 499-512.

Baxter. (2007). Sustainability Report. Deerfield: Baxter International Inc.: [http://sustainability.baxter.com/quick\\_links/archives.html](http://sustainability.baxter.com/quick_links/archives.html) [19 juillet 2009].



Bentley, T.G.K., Effros R.M., Palar, K., & Keeler, E.B. (2008). Waste in the U. S. Health Care System: A Conceptual Framework. *The Milbank Quarterly*, 86(4), 629-659.

Binder, C., & Domnitcheva, S. (2003). When waste becomes intelligent: Assessing the environmental impact of microchip tagging. On SETAC. Zurich, Switzerland: Citeseer : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.67.284&rep=rep1&type=pdf> [26 juillet 2009].

Bogaert, S., Van Acoleyen, M., Van Tomme, I., De Smet, L., Fleet, D., & Salado, R. (2008). Study on RoHS and WEEE Directives - final report : [www.mg.gov.pl/NR/rdonlyres/6178185C-DCEB-4E7A-B0D8-920A480D1FEC/53497/2007\\_study\\_on\\_rohs\\_and\\_weee\\_directives\\_final\\_repor.pdf](http://www.mg.gov.pl/NR/rdonlyres/6178185C-DCEB-4E7A-B0D8-920A480D1FEC/53497/2007_study_on_rohs_and_weee_directives_final_repor.pdf) [13 juillet 2009].

Brahma, N. K. (2006). Sustainable design conditions in controlling wastes. On AIChE Spring National Meeting. New York, NY 10016-5991, United States: American Institute of Chemical Engineers.

Centre national de la recherche scientifique (CNRS) (2011). Classification et étiquetage harmonisés européen des substances chimiques cancérrogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction selon les critères de DSD au 22 janvier 2011. France, Centre national de la recherche scientifique : [www.prc.cnrs-gif.fr/spip/IMG/pdf/cmr-dsd.pdf](http://www.prc.cnrs-gif.fr/spip/IMG/pdf/cmr-dsd.pdf) [3 février 2012].

Chung, S.-S., & Lo, C. W. H. (2003). Evaluating sustainability in waste management: the case of construction and demolition, chemical and clinical wastes in Hong Kong, *Resources, Conservation and Recycling*, 37(2), 119-145.

CIHI (Canadian Institute for Health Information) (2008). National health expenditure trends, 1975 2008. Ottawa : Author : [http://secure.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw\\_page=PG\\_2490\\_E&cw\\_topic=2490&cw\\_rel=AR\\_31\\_E](http://secure.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=PG_2490_E&cw_topic=2490&cw_rel=AR_31_E) [29 mars 2010].

CMQ (Collège des médecins du Québec) 2009. Répartition des médecins omnipraticiens selon la région administrative et selon le sexe. Montréal, Québec, Canada :

<http://www.cmq.org/Public/TravailObligations/Statistiques/RepartitionOmnisRegion.aspx> [5 septembre 2010].

CMS (Centers for Medicare & Medicaid Services) (2010). National Health Expenditure Accounts (NHEA) : [www.cms.hhs.gov/NationalHealthExpendData/downloads/tables.pdf](http://www.cms.hhs.gov/NationalHealthExpendData/downloads/tables.pdf) [23 mars 2010].

Conran, P. (2007 ). Guide to WEEE 2007 : Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Regulations 2006. Cambridge, Workplace Law Publishing.

Consulting, E. (2004). Planning for Waste Management Facilities: A Research Study (1 85112 713). London: Office of the Deputy Prime Minister : [www.northamptonshirewastenetwork.org/dbdocs/160443010904odpm\\_plan\\_030747.pdf](http://www.northamptonshirewastenetwork.org/dbdocs/160443010904odpm_plan_030747.pdf) [27 aout 2009].

Cui, J. (2005). Mechanical Recycling of Consumer Electronic Scrap. (Licentiate, Luleå University of Technology, Luleå, Sweden), 156. (UMI No. ISSN:I402-1757). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.108.2756&rep=rep1&type=pdf> [21 juin 2009].

Da Silva, C.E., Hoppe, A.E., Ravanello, M.M., & Mello, N. (2004). Medical wastes management in the south of Brazil. Waste management, 25(6), 600-605.

De Almeida, A. b. T., Ferreira, F. J. T. E., Fong, J. o., & Fonseca, P. (2007). EUP Lot 11 Motors. Coimbra, Portugal: University of Coimbra : [www.ecomotors.org/files/Lot11\\_Motors\\_FinalReport.pdf](http://www.ecomotors.org/files/Lot11_Motors_FinalReport.pdf) [14 juin 2009].

Diaz, L.F., Eggerth, L.L., Enkhtsetseg, S., & Savage, G.M. (2007). Characteristics of healthcare wastes. Waste Management, 28(7), 1219-1226.

Durand-Viel, D. (2011). La Directive "RoHS" révisée (adoptée le 27 mai 2011) s'applique aux dispositifs médicaux. France, TÜV Rheinland : [http://www.tuv.com/media/france/essentiel/directives/Revised\\_RoHS\\_applies\\_to\\_MD\\_v1.pdf](http://www.tuv.com/media/france/essentiel/directives/Revised_RoHS_applies_to_MD_v1.pdf) [16 février 2012].

Environment Canada (2001). Toxic and hazardous materials in electronics: An environmental scan of toxic and hazardous materials in IT and telecom products and waste. Ottawa : Environment Canada, National Office of Pollution Prevention.

Environment Agency (2010). Guidance note for approval as an approved authorised treatment facility (AATF) or approved exporter (AE) for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *WMP7*, Version 5, September 2010 : <http://www.environment-agency.gov.uk/static/documents/Business/WMP7paper.pdf> [9 février 2012].

Fisher, M. M., Mark, F. E., Kingsbury, T., Vehlow, J., & Yamawaki, T. (2005). Energy recovery in the sustainable recycling of plastics from end-of-life electrical and electronic products. On International Symposium on Electronics and the Environment. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society : [www.p2pays.org/ref/47/46162.pdf](http://www.p2pays.org/ref/47/46162.pdf) [13 juin 2009].

Freegard, K., Morton, R., Coggins, C., Hearn, G., Froes, D., & Alger, M. (2005). Develop a process to separate brominated flame retardants from WEEE polymers Interim Report (1-84405-147-1). Banbury, Oxon : [www.wrap.org.uk/downloads/RandDIntRepPLA-037\\_BFR.1ff73f14.2201.pdf](http://www.wrap.org.uk/downloads/RandDIntRepPLA-037_BFR.1ff73f14.2201.pdf) [17 aout 2009].

Gagnon, Y. C. (2005). L'étude de cas comme méthode de recherche : guide de réalisation, Presses de l'Université du Québec, Sainte-Foy, 128 pages.

Galarneau, D. (2003). Les professionnels de la santé. L'emploi et le revenu en perspective, L'édition en ligne, 4(12) : [http://www.statcan.gc.ca/pub/75-001-x/01203/6699-fra.html#Ref\\_Def](http://www.statcan.gc.ca/pub/75-001-x/01203/6699-fra.html#Ref_Def) [3 septembre 2010].

Gauthier, B. (2009). Recherche sociale : de la problématique à la collecte de données, Presses de l'Université du Québec, Sainte-Foy, 767 pages.

Goodman, P. (2006). Review of Directive 2002/95/EC (RoHS) Categories 8 and 9 - Final Report. Leatherhead, Surrey, England: European Commission, DG Environment : [www.dfrsolutions.com/uploads/publications/2006\\_Epidemiological\\_Study\\_Pb-free\\_Solder.pdf](http://www.dfrsolutions.com/uploads/publications/2006_Epidemiological_Study_Pb-free_Solder.pdf) [3 aout 2009]

Goodman, P. (2011). Recast RoHS and WEEE Directives. *RoHS WEEE recast article*, Dec 2011: [www.bisevents.co.uk/sites/default/files/RoHS%20WEEE%20recast%20article%20Dec%202011%20-%20Dr%20Paul%20Goodman.pdf](http://www.bisevents.co.uk/sites/default/files/RoHS%20WEEE%20recast%20article%20Dec%202011%20-%20Dr%20Paul%20Goodman.pdf) [16 février 2012].

Griese, H., Poetter, H., Schischke, K., Ness, O., & Reichl, H. (2004). Reuse and lifetime extension strategies in the context of technology innovations, global markets, and environmental legislation [electronics], IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, p. 173–178, 10–13 May 2004

Hall, K. (2007). Design Reuse and Medical Devices. *Medical Device Technology*, 18(1), 36-37.

Hamoda, H. M., El-Tomi, H. N., & Bahman, Q. Y. (2005). Variations in hospital waste quantities and generation rates. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 40(2), 467-476.

Harbec, S. (2009). The uptake of sustainable wastes management : The case of electronic medical equipment (M.Sc.A, École Polytechnique de Montréal, Montréal, Québec, Canada.

HCIC (Health Care in Canada) (2009). A Decade in Review, Institut canadien d'information sur la santé : [http://secure.cihi.ca/cihiweb/products/HCIC\\_2009\\_Web\\_e.pdf](http://secure.cihi.ca/cihiweb/products/HCIC_2009_Web_e.pdf) [23 mars 2010].

HDM, Hôtel-Dieu de Montréal (1992). Manuel de gestion des déchets à risque.

Hedlund-Åström, A. (2005). Model for End of life Treatment of Polymer Composite Materials. (Ph.D., KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden), 165 : <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:12611> [29 juin 2009].

IBM. (2008). How it Works: The truth about e-waste. United States: IBM Corporation : [www-01.ibm.com/software/info/television/html/A310579I89986U29.html](http://www-01.ibm.com/software/info/television/html/A310579I89986U29.html) [13 août 2009].

Idée Consulting (2012). Règlementation des dispositifs médicaux : <http://home.nordnet.fr/~idrubaix/contexteCA.html#id1> [13 février 2012].

Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2011), Estimation de la population des régions administratives, 1<sup>er</sup> juillet des années 1986, 1991, 1996, 2001 et 2006 à 2011 (découpage

géographique au 1<sup>er</sup> juillet 2011), Québec : [www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons\\_regnl/regional/ra\\_total.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/dons_regnl/regional/ra_total.htm) [22 février 2012].

Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) (2004). Caractérisation des risques chimiques et professionnels de la filière de gestion des déchets : Analyse à priori des risques potentiels. Paris, INRS, Note scientifique et technique : <http://lara.inist.fr/handle/2332/1641?show=full> [3 février 2012].

ISO (1997). ISO 14040:1997. Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework. Geneva : International Standard Organization.

ISQ (Institut de la statistique) 2009. Profils des régions et des MRC. Québec, Québec, Canada : [http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region\\_00/region\\_00.htm](http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region_00/region_00.htm) [5 septembre 2010].

Kirschner, M. (2008). Manufacturing industry challenges and responses to EU, California, and other product-targeted environmental regulations. UC Berkeley, Institute of Governmental Studies : <http://escholarship.org/uc/item/9ss42035> [13 juillet 2009].

Klopffer, W., Curran, A. C., Frankl, P., Heijungs, R., Köhler, A., & Olsen, S. I. (2007). Nanotechnology and Life Cycle Assessment: A Systems Approach to Nanotechnology and the Environment. Washington, DC : <http://orbit.dtu.dk/getResource?recordId=210599&objectId=1&versionId=1> [3 juin 2009].

Krisiunas, E., Seto, H.W., Ching, P., Law, R., & Salkin, I.F. (2000). Hong Kong Hospital Authority clinical waste management program: a model for success. In: Poon CS, Lei PCK, editors. Waste Management: The Challenge for Asian Cities – Search for a Sustainable Future, vol. 1. Proceedings of ISWA International Symposium & Exhibition on Waste Management in Asian Cities. Hong Kong, 23rd–26th October 2000. 84–89.

Kurk, F., & Eagan, P. (2008). The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention assistance options. *Journal of Cleaner Production*, 16(6), 722-726.

Lee, H. M., Gay, R., Lu, W. F., & Song, B. (2006). The Framework of Information Sharing in End-of-Life for Sustainable Product Development. On 2006 IEEE International Symposium on

Electronics and the Environment. Singapore :  
[http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=4053365](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4053365) [10 septembre 2009].

Lefebvre, E., Lefebvre, L.A., Harbec, S., & Huard M.V. (2009). The Uptake of Sustainable Waste Management in the Healthcare Sector, IAMOT 2009.

Lefebvre, E., Romero, A., & Lefebvre, L.-A. (2011). Greening the e-medical equipment: assessing the initiatives undertaken by the producers. Paper presented at the Proceedings of the 4th WSEAS international conference on Energy and development - environment - biomedicine.

Lefebvre, L.A., Lefebvre, E., & Mohnen, P. (2001). The Global information infrastructure: From the virtual enterprise to the virtual economy. Doing business in the knowledge-based economy: Facts and policy challenges. (81-115). Boston: Kluwer

Lewis, H., Gertsakis, J., Grant, T., Morelli, N., & Sweatman, A. (2001). Design + Environment: A Global Guide to Designing Greener Goods, , Greenleaf Publishing Limited, Sheffield.

Liroff, R. A. (2005). Protecting Public Health, Increasing Profits And Promoting Innovation By Benchmarking Corporate Governance of Chemicals in Products. Rose Foundation for Communities and the Environment :  
[www.resourcesaver.org/file/toolmanager/CustomO16C45F61114.pdf](http://www.resourcesaver.org/file/toolmanager/CustomO16C45F61114.pdf) [17 juin 2009].

Lofthouse, V. A. (2009). Ecodesign Information : <http://ecodesign.lboro.ac.uk> [18 juin 2009].

Mato, R.R.A.M., & Kassenga, G.K. (1997). “A study on problems of management of medical solid wastes in Dar es Salaam and their remedial measures”, Resources, Conservation and Recycling, 21, 1-16.

McCrack, A.M. (1980). Solid Waste Incineration and Heat Recovery at the Royal Jubilee Hospital B.C. (March). Toronto, Ontario: Fisheries and Environment Canada, Environment Canada, Environmental Protection Service, Pacific Region.

Ministère de la Justice (2011). Codification; Règlement sur les instruments médicaux, DORS/98-282. Canada, Ministère de la Justice : <http://www.laws.justice.gc.ca/PDF/Reglement/S/SOR-98-282.pdf> [11 mars 2012].

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE) (2006). S'informer/matériel médical - Février 2006. Le marché de l'industrie de l'instrumentation médicale en Nouvelle-Angleterre : [www.mdeie.gouv.qc.ca/objectifs/informer/par-secteur-dactivite/sante-et-biotechnologies/materiel-medical/page/fiches-marches-11168/?tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[mode\]=single&tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[backPid\]=410&tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[currentCat\]=&cHash=18bfad8c705351d3c2f0e0ab5c501584](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/objectifs/informer/par-secteur-dactivite/sante-et-biotechnologies/materiel-medical/page/fiches-marches-11168/?tx_igaffichagepages_pi1[mode]=single&tx_igaffichagepages_pi1[backPid]=410&tx_igaffichagepages_pi1[currentCat]=&cHash=18bfad8c705351d3c2f0e0ab5c501584) [28 juillet 2010].

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE) (2010). L'industrie manufacturière québécoise du matériel médical : Une industrie aux multiples facettes. Québec, MDEIE : [www.mdeie.gouv.qc.ca/objectifs/informer/par-secteur-dactivite/sante-et-biotechnologies/page/profils-industriels-11047/?tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[mode\]=single&tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[backPid\]=156&tx\\_igaffichagepages\\_pi1\[currentCat\]=&cHash=d9855ad7d45d1dd6f11ef3189de70621](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/objectifs/informer/par-secteur-dactivite/sante-et-biotechnologies/page/profils-industriels-11047/?tx_igaffichagepages_pi1[mode]=single&tx_igaffichagepages_pi1[backPid]=156&tx_igaffichagepages_pi1[currentCat]=&cHash=d9855ad7d45d1dd6f11ef3189de70621) [11 février 2012].

Mohee, R. (2005), "Medical wastes characterization in healthcare institutions in Mauritius", *Waste Management*, 25, 575-581.

MSSS (2006), Rapport annuel de gestion 2005-2006. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/4b1768b3f849519c852568fd0061480d/d7800ed45d9afe9f85257211006b9045?OpenDocument> [24 février 2012].

MSSS (2007), Contour financier - Dépenses par programme et par région - 2005-2006. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=MMMceWg+sms> [27 février 2012].

MSSS (2008), Contour financier - Dépenses par programme et par région - 2006-2007. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=E32J03GQh1E> [27 février 2012].

MSSS (2009a). Ajout d'équipement médical, non médical et mobilier; Cadre de gestion. Annexe à la circulaire 2009-023. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/dfeaec2f73c3d1c68525656b00163b18/11a7a01a694ccefl852575ca005602c1> [13 février 2012].

MSSS (2009b). Programme de maintien d'actifs volet équipement : Enveloppes régionales de renouvellement des équipements médicaux, des équipements non médicaux et du mobilier : Exercice budgétaire 2009-2010. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1958741> [22 février 2012].

MSSS (2009c), Contour financier - Dépenses par programme et par région - 2007-2008. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=3+Vv+xoduYk=> [27 février 2012].

MSSS (2010a). Maintien du parc d'équipement médical; Cadre de gestion. Annexe à la circulaire 2010-022 (03.02.30.08). Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : [http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/1f71b4b2831203278525656b0004f8bf/04605722a0d4dba7852577c30052b047/\\$FILE/Annexe.pdf](http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/1f71b4b2831203278525656b0004f8bf/04605722a0d4dba7852577c30052b047/$FILE/Annexe.pdf) [13 février 2012].

MSSS (2010b). Programme de maintien d'actifs volet équipement : Enveloppes régionales de renouvellement des équipements médicaux, des équipements non médicaux et du mobilier : Exercice budgétaire 2010-2011. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : [http://www.dsp.santemontreal.qc.ca/index.php?id=523&tx\\_wfqbe\\_pi1\[uid\]=1199](http://www.dsp.santemontreal.qc.ca/index.php?id=523&tx_wfqbe_pi1[uid]=1199) [22 février 2012].

MSSS (2010c), Contour financier - Dépenses par programme et par région - 2009-2010. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=VgZ02u8MZrw=> [27 février 2012].

MSSS (2010d). Normes et Pratiques en Gestion, Tome II. Annexe à la circulaire 2010-022 (03.02.30.08) maintien du parc d'équipement médical, Cadre de gestion : <http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/1f71b4b2831203278525656b0004f8bf/04605722a0d4dba7852577c30052b047?OpenDocument> [25 juillet 2010].

MSSS (2011a), Normes et pratiques de gestion, tome II, répertoire ; Circulaire No dossier 2011-036. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : [http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/1f71b4b2831203278525656b0004f8bf/730fe10f1ecd1089852578f60052c6f2/\\$FILE/2011-036.pdf](http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/d26ngest.nsf/1f71b4b2831203278525656b0004f8bf/730fe10f1ecd1089852578f60052c6f2/$FILE/2011-036.pdf) [13 février 2012].



MSSS (2011b), Contour financier - Dépenses par programme et par région - 2010-2011. Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=5Vb3Vd1m9zs> [27 février 2012].

MSSS (2012a). *Documents d'appel d'offres avec contrat biens et services intégrés*. Documents types d'appel d'offres Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : [http://www.msss.gouv.qc.ca/reseau/affaires\\_reseau/index.php?appel-doffres](http://www.msss.gouv.qc.ca/reseau/affaires_reseau/index.php?appel-doffres) [16 février 2012].

MSSS (2012b). Système de gestion des actifs immobiliers et de l'équipement médical (Actifs+ Réseau) Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux : <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=fbF8rbIH72g> [16 février 2012].

Newton, M., Johnson, J., & Pfahl, R. C. (2005). Results from the 2004 iNEMI Environmentally Conscious Electronics (ECE) roadmap. On iNEMI Environmentally Conscious Electronics. Herndon, Virginia, United States : [http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/Presentations/Lead-Free\\_and\\_Environmental/Results\\_from\\_the\\_2004\\_iNEMI\\_ECE\\_RM.pdf](http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/Presentations/Lead-Free_and_Environmental/Results_from_the_2004_iNEMI_ECE_RM.pdf) [10 juin 2009].

Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(6), 843-858.

OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2008). Données OCDE sur l'environnement, COMPENDIUM 2006-2008. Paris, France : [www.oecd.org/dataoecd/22/58/41878186.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/22/58/41878186.pdf) [29 mars 2010].

OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2009). OECD Health Data 2009 - Frequently Requested Data. Paris, France : [www.oecd.org/document/16/0,3343,en\\_2649\\_34631\\_2085200\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/16/0,3343,en_2649_34631_2085200_1_1_1_1,00.html) [29 mars 2010].

OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2010). OECD Health Data 2010 - Eco-Santé OCDE 2010. Paris, France : <http://stats3.oecd.org/WBOS/index.aspx> [2 septembre 2010].

OCDE (Organisation for Economic Cooperation and Development) (2011). Base de données de l'OCDE sur la santé 2011 - Données fréquemment demandées : [http://www.oecd.org/document/60/0,3746,fr\\_2649\\_33929\\_32368700\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/60/0,3746,fr_2649_33929_32368700_1_1_1_1,00.html) [28 mars 2012].

OMS (Organisation mondiale de la Santé) (2010). Aide-mémoire N°346 – Septembre 2010. Dispositifs médicaux : [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs346/fr/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs346/fr/index.html) [28 juillet 2010].

Paquette, J. (2005). The Supply Chain Response to Environmental Pressures. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology : <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/34530/70925356.pdf?sequence=1> [5 août 2009].

Parajuli, D. (2006). Development of Some Novel Lignin Derivatives For Adsorptive Removal Of Heavy Metals And Recovery Of Precious Metals .PhD. Thesis, Fac. Science and Engineering, Saga Univ., Japan, 98: <http://portal.dl.saga-u.ac.jp/degree/123456789/8312> [9 juin 2009].

Pecht M, Fukuda Y, Rajagopal S. (2004). The impact of lead-free legislation exemptions on the electronics industry. IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing , 27(4), 221–232.

Prüss, A., Giroult E., & Rushbrook, P. (1999). Safe management of wastes from health-care activities, World Health Organization Geneva : [www.emro.who.int/ceha/pdf/Wastes\\_SafeManagement.pdf](http://www.emro.who.int/ceha/pdf/Wastes_SafeManagement.pdf) [28 mars 2010].

Qdais, H.A., Rabi, A., & Abdulla, F. (2006). Characteristics of the medical waste generated at the Jordanian hospitals. Clean technology Environmental 9(2), 147-152.

Québec (2009). Loi sur les contrats des organismes publics : Politique de gestion contractuelle concernant la conclusion des contrats d’approvisionnement, de services et de travaux de construction des organismes publics du réseau de la santé et des services sociaux. Québec, Publications du Québec, L.R.Q., c. C-65.1, a. 26 : [http://www.msss.gouv.qc.ca/reseau/affaires\\_reseau/index.php?documents-legaux](http://www.msss.gouv.qc.ca/reseau/affaires_reseau/index.php?documents-legaux) [5 mars 2012].

Québec (2012). Loi sur les services de santé et les services sociaux. Québec, Publications du Québec, L.R.Q., c S-4.2 : <http://canlii.ca/t/q4mt> [5 mars 2012].

Raman, N., Vijayan A., & Kumar, A. (2006). Development of a pollution prevention tool for the assessment of hospital waste management systems. *Environmental Progress*, 25(2), 93-98.

Rink, D.R., & Fox, H.W. (1999). Strategic propcurement planning across the product's sales cycle: A conceptualisation. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 7(2). 28-42.

Santé Canada (2012). Liste des instruments médicaux homologu s : <http://webprod3.hc-sc.gc.ca/mdll-limh/dispatch-repartition.do?type=active&lang=fra> [13 février 2012].

Schischke, K., Hagel ken, M., & Steffenhagen, G. (2005). An Introduction to EcoDesign Strategies - Why, what and how? : [http://people.plan.aau.dk/~henrik/er/EU\\_EcoDesign\\_Intro.pdf](http://people.plan.aau.dk/~henrik/er/EU_EcoDesign_Intro.pdf) [12 aout 2009].

Steinhilper, R. (2000). European Union Environmental Initiatives : How US manufacturers, remanufacturers and service parts distributors can profitably prepare for regulatory compliance. On European Union Environmental Initiatives : <http://bigrshow.com/apics/EUenvironment-Steinhilper.pdf> [17 aout 2009].

Stiles, D. A. (2007). Cleaning the medical electronic environment: how you can contribute. *Biomedical Instrumentation Technology*, 41(6), 453-454.

Sundin, E. (2004). Product and Process Design for Successful Remanufacturing. (Ph. D., Linköping University, Linköping, Sweeden) : <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:20932/FULLTEXT01> [5 septembre 2009].

Talbot, S. (2005). Plates-formes cycle de vie produit et performance environnementale dans les PME canadiennes. Ph.D.  cole Polytechnique de Montréal, Québec, Canada.

Tsai, W., & Hung, S.-J. (2009b). Treatment and recycling system optimisation with activity-based costing in WEEE reverse logistics management: an environmental supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 47(19), 5391-5420.

Tudor, T.L., Marsh, C.L., Butler, S., Van Horn, J.A., & Jenkin, L.E.T. (2008). Realising resource efficiency in the management of healthcare waste from the Cornwall National Health Service (NHS) in the UK. *Waste Management*, 28(7), 1209-1218.

U.S. Census Bureau, (2002). Measuring America: The Decennial Censuses From 1790 to 2000 : [www.census.gov/prod/www/abs/ma.html](http://www.census.gov/prod/www/abs/ma.html) [1 avril 2010].

U.S. Census Bureau (2009). The 2010 Statistical Abstract, The National Data Book : [www.census.gov/compendia/statab](http://www.census.gov/compendia/statab) [1 avril 2010].

U.S. EPA (1972). Solid Waste Handling and Disposal in Multistory Buildings and Hospitals. EPA Office of Research and Development: Washington, DC.

U.S. EPA (1992). Guides to Pollution Prevention, Selected Hospital Waste Streams, EPA Office of Research and Development: Washington: DC.

U.S. EPA (2008). Electronics Waste Management in the United States - Apporach 1, Final - July, 2008 EPA530-R-08-009 - Office of Solid Waste U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC : [www.epa.gov/osw/conservematerials/ecycling/docs/app-1.pdf](http://www.epa.gov/osw/conservematerials/ecycling/docs/app-1.pdf) [23 mars 2010].

Utterback, J.M. (1994). Mastering the dynamics of innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change. Boston, Mass : Harvard Business School Press.

Yin, R. K. (2003). Case study research : design and methods, 3<sup>e</sup> edition, Sage Publications, Thousand Oaks, Californie.

## REFERENCES DES COMPAGNIES D'APPAREILS MEDICAUX CONSULTES

Abbott-----	<a href="http://www.abbott.com">www.abbott.com</a>
Abbott Medical Optics-----	<a href="http://www.amo-inc.com">www.amo-inc.com</a>
AGFA-----	<a href="http://www.agfa.com">www.agfa.com</a>
Alma Laser -----	<a href="http://www.almalasers.com">www.almalasers.com</a>
Aloka-----	<a href="http://www.aloka.com">www.aloka.com</a>
Autolab -----	<a href="http://www.ecochemie.nl">www.ecochemie.nl</a>
Baxter -----	<a href="http://www.baxter.com">www.baxter.com</a>
Biosound-----	<a href="http://www.biosound.com">www.biosound.com</a>
Bird-----	<a href="http://www.birdhealthcare.com">www.birdhealthcare.com</a>
Bp TRU -----	<a href="http://www.bptru.com">www.bptru.com</a>
Cardiac Science-----	<a href="http://www.cardiacscience.com">www.cardiacscience.com</a>
Codman-----	<a href="http://www.codman.com">www.codman.com</a>
Conmed-----	<a href="http://www.conmed.com">www.conmed.com</a>
Cooper Surgical -----	<a href="http://www.coopersurgical.com">www.coopersurgical.com</a>
Covidien -----	<a href="http://www.covidien.com">www.covidien.com</a>
Cutera -----	<a href="http://www.cutera.com">www.cutera.com</a>
Cynosure-----	<a href="http://www.cynosure.com">www.cynosure.com</a>
Defibtech -----	<a href="http://www.defibtech.com">www.defibtech.com</a>
Dormier MedTech-----	<a href="http://www.dornier.com">www.dornier.com</a>
Dräger-----	<a href="http://www.draeger.com">www.draeger.com</a>
Esaote -----	<a href="http://www.esaote.com">www.esaote.com</a>

Fudji Film -----	<a href="http://www.fujifilm.com">www.fujifilm.com</a>
Fuji – Fujinon-----	<a href="http://www.fujinon.com">www.fujinon.com</a>
Fukuda Denshi-----	<a href="http://www.fukuda.com">www.fukuda.com</a>
Ge Healthcare-----	<a href="http://www.gehealthcare.com">www.gehealthcare.com</a>
Hitachi -----	<a href="http://www.hitachimed.com">www.hitachimed.com</a>
Huntleigh -----	<a href="http://www.huntleigh-diagnostics.com">www.huntleigh-diagnostics.com</a>
Jumper Medical-----	<a href="http://www.jumper-med.com">www.jumper-med.com</a>
Karl Storz-----	<a href="http://www.karlstorz.de">www.karlstorz.de</a>
Konica Minolta -----	<a href="http://www.konicaminolta.com">www.konicaminolta.com</a>
Leica Microsystems-----	<a href="http://www.leica-microsystems.com">www.leica-microsystems.com</a>
LifeSource-----	<a href="http://www.andmedical.com">www.andmedical.com</a>
Lumenis -----	<a href="http://www.surgical.lumenis.com">www.surgical.lumenis.com</a>
Maquet -----	<a href="http://www.maquet.com">www.maquet.com</a>
Medelkom -----	<a href="http://www.medelkom.com">www.medelkom.com</a>
Medicon Instrumente -----	<a href="http://www.medicon.de">www.medicon.de</a>
Medison -----	<a href="http://www.medison.com">www.medison.com</a>
Medlink Imaging -----	<a href="http://www.medlinkimaging.com">www.medlinkimaging.com</a>
Medtronic -----	<a href="http://www.lifepak.de">www.lifepak.de</a>
Mettler Electronics Corp -----	<a href="http://mettlerelectronics.com">http://mettlerelectronics.com</a>
Mindray -----	<a href="http://www.mindray.com">www.mindray.com</a>
Newman Medical -----	<a href="http://www.newman-medical.com">www.newman-medical.com</a>
Nicolet Vascular -----	<a href="http://www.nicoletvascular.com">www.nicoletvascular.com</a>
Nihon Kohden -----	<a href="http://www.nihonkohden.com">www.nihonkohden.com</a>
Olympus -----	<a href="http://www.olympus-global.com">www.olympus-global.com</a>

Omron Healthcare -----	<a href="http://www.omronhealthcare.com">www.omronhealthcare.com</a>
PerkinElmer -----	<a href="http://las.perkinelmer.com">http://las.perkinelmer.com</a>
Pentax -----	<a href="http://www.pentaxmedical.com">www.pentaxmedical.com</a>
Philips -----	<a href="http://www.healthcare.philips.com">www.healthcare.philips.com</a>
Puritan Bennett -----	<a href="http://www.puritanbennett.com">www.puritanbennett.com</a>
Quantel Medical -----	<a href="http://www.quantel-medical.com">www.quantel-medical.com</a>
Quantum Medical Imaging -----	<a href="http://www.quantummedical.net">www.quantummedical.net</a>
Sanyo -----	<a href="http://biomedical.sanyo.com">http://biomedical.sanyo.com</a>
Schiller -----	<a href="http://www.schiller.ch">www.schiller.ch</a>
Sciton -----	<a href="http://www.sciton.com">www.sciton.com</a>
Sechrist -----	<a href="http://www.sechristusa.com">www.sechristusa.com</a>
Shenzhen Well.D Medical Electronics Co. -----	<a href="http://www.welld.net">www.welld.net</a>
Siemens -----	<a href="http://www.medical.siemens.com">www.medical.siemens.com</a>
SIUI -----	<a href="http://www.siui.com">www.siui.com</a>
SonoScape -----	<a href="http://www.sonoscape.com">www.sonoscape.com</a>
Sonosite -----	<a href="http://www.sonosite.com">www.sonosite.com</a>
SSI Laser Engineering -----	<a href="http://www.ssilaserengineering.com">www.ssilaserengineering.com</a>
Swissray -----	<a href="http://www.swissray.com">www.swissray.com</a>
Terumo -----	<a href="http://www.terumo-cvs.com">www.terumo-cvs.com</a>
ThermoFisher Scientific -----	<a href="http://www.fishersci.com">www.fishersci.com</a>
Thermo Scientific -----	<a href="http://www.thermo.com">www.thermo.com</a>
Toshiba -----	<a href="http://medical.toshiba.com">http://medical.toshiba.com</a>
Uniscan -----	<a href="http://www.uniscan.com">www.uniscan.com</a>
Valleylab -----	<a href="http://www.valleylab.com">www.valleylab.com</a>

Waters -----	<a href="http://www.waters.com">www.waters.com</a>
Wavelight -----	<a href="http://www.wavelight.com">www.wavelight.com</a>
Welch Allyn -----	<a href="http://www.welchallyn.com">www.welchallyn.com</a>
Zeiss -----	<a href="http://www.zeiss.com">www.zeiss.com</a>
Zewa Medical Technology-----	<a href="http://www.zewa.com">www.zewa.com</a>
Ziemer -----	<a href="http://www.ziemergroup.com">www.ziemergroup.com</a>
Zoll -----	<a href="http://www.zoll.com">www.zoll.com</a>



## REFERENCES DE COMPAGNIES ET INSTITUTIONS DIVERSES CONSULTEES

APIBQ -----	<a href="http://www.apibq.org">www.apibq.org</a>
Approvisionnement Montréal --	<a href="http://www.appromtl.com">www.appromtl.com</a>
Call 2 Recycle -----	<a href="http://www.call2recycle.org">www.call2recycle.org</a>
CCME -----	<a href="http://www.ccme.ca">www.ccme.ca</a>
CEFIC-----	<a href="http://www.cefic.be">www.cefic.be</a>
CONAE -----	<a href="http://www.conae.gov.ar">www.conae.gov.ar</a>
CREM -----	<a href="http://centrederecyclage.com">http://centrederecyclage.com</a>
CSRA -----	<a href="http://region04.cpacsante.qc.ca">http://region04.cpacsante.qc.ca</a>
CSRE -----	<a href="http://www.csre.qc.ca">www.csre.qc.ca</a>
Dixon -----	<a href="http://www.batteriesdixon.com">www.batteriesdixon.com</a>
EBFRIP -----	<a href="http://www.ebfrip.org">www.ebfrip.org</a>
FDA -----	<a href="http://www.fda.gov">www.fda.gov</a>
MDDEP -----	<a href="http://www.mddep.gouv.qc.ca">www.mddep.gouv.qc.ca</a>
Parts Source -----	<a href="http://www.mypartssource.com">www.mypartssource.com</a>
PC Recycle -----	<a href="http://www.pcrecycle.ca">www.pcrecycle.ca</a>
Phoenix Medic -----	<a href="http://www.phoenixmedic.com">www.phoenixmedic.com</a>
RoHS -----	<a href="http://www.rohs.eu">www.rohs.eu</a>
Source Médical -----	<a href="http://www.sourcemedical.com">www.sourcemedical.com</a>
Sogique (Actifs+ Réseau)	<a href="http://www.sogique.qc.ca">www.sogique.qc.ca</a>

**ANNEXE A – Estimation annuelle de la quantité de produits  
électroniques prêts pour sa gestion de fin de cycle de vie pour  
les États-Unis de 1999 à 2007**

Année	TV		Ordinateurs		Téléphones cellulaires		Total		
	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Lbs/Per sonne
1999	16,5	497,7	123,7	553,5	18,8	5	159	1056	7,7
2000	19	585	117,7	690,4	25	6,7	162	1282	9,1
2001	19,8	615,1	135,9	823,5	37,9	8,9	194	1448	10,2
2002	19,9	635,8	150,1	987	55,2	11,2	225	1634	11,4
2003	23,5	734,1	174,5	1196,2	75,8	14,5	274	1945	13,4
2004	23,5	753,6	190,4	1272,9	96,8	17	311	2044	13,9
2005	24	786	201,6	1368	116,5	18,6	342	2173	14,7
2006	25,7	846,8	189,4	1242,1	127,8	19	343	2108	14,1
2007	26,9	910,6	205,5	1321,9	140,3	19,2	373	2252	14,9

Sources : (U.S. EPA, 2008)

Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques prêts pour sa gestion de fin de cycle de vie (États-Unis) (Figure 1-6)

**ANNEXE B – Estimation annuelle de la quantité de produits  
électroniques collectés pour le recyclage pour les États-Unis  
de 1999 à 2007**

<b>Année</b>	<b>TV</b>		<b>Ordinateurs</b>		<b>Téléphones cellulaires</b>		<b>Total</b>		
	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Unité (million)	Tonne (000)	Lbs/Per sonne
<b>1999</b>	2,6	74,1	19,2	82,4	1,9	0,5	24	157	1,2
<b>2000</b>	3,0	86,8	18,5	102,5	2,5	0,7	24	190	1,3
<b>2001</b>	3,1	89,4	21,2	119,7	3,8	0,9	28	210	1,5
<b>2002</b>	3,4	97,5	25,5	151,4	5,5	1,1	34	250	1,7
<b>2003</b>	3,9	109,7	29,3	178,8	7,6	1,4	41	290	2
<b>2004</b>	4,3	118,4	34,7	199,9	9,7	1,7	49	320	2,2
<b>2005</b>	4,5	125,2	38,1	217,9	11,7	1,9	54	345	2,3
<b>2006</b>	5,8	152,1	42,8	223,0	12,8	1,9	61	377	2,5
<b>2007</b>	6,3	168,1	48,2	244,0	14,0	1,9	69	414	2,7

Sources : (U.S. EPA, 2008)

Estimation annuelle de la quantité de produits électroniques collectés pour le recyclage (États-Unis) (Figure 1-7)

**ANNEXE C – Proportions des appareils recyclés pour les États-  
Unis de 1999 à 2007**

	<b>TV</b>	<b>Produits informatiques</b>	<b>Téléphones cellulaires</b>
<b>Année</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>1999</b>	15,76 %	15,52 %	10,11 %
<b>2000</b>	15,79 %	15,72 %	10,00 %
<b>2001</b>	15,66 %	15,60 %	10,03 %
<b>2002</b>	17,09 %	16,99 %	9,96 %
<b>2003</b>	16,60 %	16,79 %	10,03 %
<b>2004</b>	18,30 %	18,22 %	10,02 %
<b>2005</b>	18,75 %	18,90 %	10,04 %
<b>2006</b>	22,57 %	22,60 %	10,02 %
<b>2007</b>	23,42 %	23,45 %	9,98 %

Les produits informatiques incluent les moniteurs, les processeurs, les ordinateurs portables, les claviers, les souris et les périphériques d'impression.

Sources : (U.S. EPA, 2008)

Proportion des appareils recyclés basée sur les Annexe 1 et 2 et Figure 1-8

## **ANNEXE D – Impacts prévus des initiatives écologiques**



Condensé des sous activités écologiques avec leurs auteurs et leurs impacts par étape du cycle de vie et par activité ressortie par Harbec (2009).

### Achat écologique

A1 - Utiliser plus de matériaux qui sont recyclés ou moins toxiques pour l'environnement	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A1.1 Utiliser des matériaux recyclable sans perte de propriétés (aluminium, acier, verre et céramique) (Lofthouse, 2009).	Diminution de l'impact négatif en fin de cycle de vie
A1.2 Éviter, éliminer ou réduire l'utilisation de matériaux dangereux (plomb (Goodman, 2006; Lofthouse, 2009), cadmium (Goodman, 2006; Lofthouse, 2009), mercure (Goodman, 2006), chrome hexavalent (Goodman, 2006), biphényles polybromés (Goodman, 2006) et polybromodiphényléthers (PBDE) (Goodman, 2006).	Normalement pas plus coûteux (Goodman, 2006). Peut réduire les coûts de maintenance et de manutention (Schischke, Hagel Ken, Steffenhagen, Fraunhofer & Berlin, 2005).
A1.3 Utiliser des matériaux renouvelables (bois, laine, papier, chanvre, cuir, sisal, jute, coton et bioplastiques) (Lofthouse, 2009).	Renouvelables naturellement par la nature (Lofthouse, 2009). Aucun effet néfaste pour l'environnement (Lofthouse, 2009). Faible coût pour l'élimination (Lofthouse, 2009).
A1.4 Utiliser des matériaux biodégradables et biocompatibles (bioplastiques, fabriqués à partir de composants végétaux, comme l'amidon, l'acide polylactique, etc.) (Lofthouse, 2009).	Donne une bonne image corporative (Lofthouse, 2009). Disposable dans le compost (Lofthouse, 2009). Limite : disponible dans un établissement de compost ou installations personnelles (Lofthouse, 2009).

A1 - Utiliser plus de matériaux qui sont recyclés ou moins toxiques pour l'environnement	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A1.5 Éviter, éliminer ou réduire l'utilisation de matériau plastique tel que le PVC (Lofthouse, 2009).	Diminue les produits toxiques qui le compose (plomb, cadmium, organoétains, phtalate et plastifiants) (Lofthouse, 2009).
A1.6 Utiliser des nano-particules biologiques (biodégradables, hautement résistants, polymères stables) (Brahma, 2006).	Maintient l'équilibre de la biodiversité (Brahma, 2006). Parfaitement recyclable (Brahma, 2006).
A1.7 Utiliser des matériaux plastiques récupérables grâce à des méthodes de récupération énergétique (retardateurs de flamme bromés (RFB)) (Freeguard, et al., 2006).	Réduction des déchets (Consulting, 2004). Réduction de la toxicité (Consulting, 2004). Récupération d'énergie (Consulting, 2004). Limite : résidus de cendres dans l'environnement (Consulting, 2004).

### Conception écologique

A2 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à recycler	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A2.1 Marquer le produit de symboles moulés indiquant les matériaux utilisés (Lofthouse, 2009).	Augmente la valeur du produit expiré (Lofthouse, 2009). Facilite le recyclage (Lofthouse, 2009). Diminue les impacts négatifs sur l'environnement (Lofthouse, 2009).
A2.2 Réduire les différents types de matériaux utilisés et concevoir le produit facilement démontable (Lofthouse, 2009).	Simple à démonter = Simple à recycler (Lofthouse, 2009).

A2 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à recycler	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A2.3 Identifier la compatibilité des matériaux.</p> <p>Certains matériaux peuvent être recyclés ensemble.</p> <p>Les peintures, retardateurs de flamme, Blindage EMI, etc., diminuent grandement la capacité de recyclage (Lofthouse, 2009).</p>	<p>Augmente la recyclabilité du produit (Lofthouse, 2009).</p>

A3 - Réduire la quantité de matières premières	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A3.1 Réduire la quantité de matière première vierge en utilisant différent type de récupération : réutilisation (Lee, et al., 2006; Lofthouse, 2009), remise à neuf (Lee, et al., 2006), ré-usinage (Lee, et al., 2006), et recyclage (Lee, et al., 2006; Lofthouse, 2009).</p>	<p>Diminue la demande de matières premières vierges (IBM, 2008).</p> <p>Diminue l'impact sur l'environnement (Lee, et al., 2006).</p> <p>Réduction des coûts.</p> <p>Limite : Besoin d'un suivi étroit des produits (Lee, et al., 2006).</p>
<p>A3.2 Utiliser des nanomatériaux produits à partir de matières premières renouvelables (Klöppfer, et al., 2007).</p>	<p>Réduit sensiblement l'utilisation de matières premières et d'énergie (Klöppfer, et al., 2007).</p> <p>Réduction des coûts.</p>

A3 - Réduire la quantité de matières premières	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A3.3 Diminuer la quantité de matières premières lors de la conception du produit (Lofthouse, 2009).	<p>Réduction de la quantité de matériaux (Schischke, et al., 2005).</p> <p>Diminution du coût du produit (Schischke, et al., 2005).</p> <p>Plus écologiques (Schischke, et al., 2005).</p> <p>Réduction de la grosseur du produit (Schischke, et al., 2005).</p> <p>Réduction de l'emballage (Schischke, et al., 2005).</p>

A4 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à démonter	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A4.1 Concevoir les sous-ensembles rapidement et facilement démontables.</p> <p>Utiliser des outils standardisés, réduire le nombre et le type de pièces.</p> <p>Éviter les longs désassemblages.</p> <p>Permettre le démontage de plusieurs pièces et composantes en une seule opération.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Réduction du coût d'assemblage et de désassemblage (réutilisation, réparation, recyclage, etc.) (Nnorom &amp; Osibanjo, 2008; Schischke, et al., 2005).</p>
<p>A4.2 Lors de l'utilisation de circuits électriques :</p> <p>Monter les composantes sur une carte électronique avec des fils détachables.</p> <p>Ne pas souder.</p> <p>Utiliser des connecteurs faciles à retirer.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Réduction du temps et du coût du désassemblage.</p>

A4 - Concevoir le produit afin qu'il soit plus facile à démonter	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A4.3 Lors du choix des fixations à utiliser :</p> <p>Être cohérent dans le choix de la taille et du type de vis.</p> <p>Utiliser des vis filetées plutôt que des boulons, des fixations à pression, qui clip ou qui s'emboîte en place.</p> <p>Éviter l'utilisation d'adhésifs qui nécessitent des produits chimiques pour les dissoudre.</p> <p>(si les adhésifs sont nécessaires : employer des adhésifs avec une très basse quantité de dissolvant dangereux, réduire au minimum l'utilisation de silicone, choisir des joints qui peuvent être facilement enlevés et se rappeler que les surfaces propres, facilitent le recyclage).</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Réduction du temps et du coût du désassemblage.</p>
<p>A4.4 Lorsque l'utilisation d'étiquettes est nécessaire et critique :</p> <p>Éviter le mélange de matériaux polymères compatibles (ainsi que le PVC).</p> <p>Éviter les étiquettes en plastique sur des pièces métalliques.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Facilite le recyclage.</p>
<p>A4.5 Concevoir le produit pour faciliter le nettoyage (pour réutilisation ou réusinage).</p> <p>Permettre un nettoyage facile et rapide, une faible rétention d'eau et faciliter le séchage.</p> <p>Éviter les dommages dus au nettoyage (choix du bon matériau).</p> <p>Identifier les pièces à nettoyer.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Diminution des polluants.</p> <p>Diminution des coûts.</p>

A5 - Concevoir le produit pour qu'il soit facile à réparer	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A5.1 Posséder un processus de réusinage qui permet au produit de répondre à la performance du produit d'origine par le nettoyage, la réparation et la restauration.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Prolonge la durée de vie du produit (Lofthouse, 2009).</p> <p>Retarde la fréquence à laquelle les entreprises doivent faire face aux déchets (Lofthouse, 2009).</p> <p>Plus avantageux que le recyclage (moins dispendieux de réparer et de réutiliser un produit que de le reproduire avec des produits recyclables transformés en matières premières) (Sundin, 2004).</p>
<p>A5.2 Faire une liste des pièces potentiellement réutilisables et réparables.</p> <p>Repenser la fabrication des pièces réutilisables.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Diminution de l'utilisation de nouvelles pièces (Lofthouse, 2009).</p> <p>Diminution du prix des pièces de remplacement (Lofthouse, 2009).</p>

A6 - Améliorer la durabilité du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A6.1 Concevoir le produit avec la longévité appropriée en analysant la durée de vie optimale et en analysant l'avancement de la désuétude technologique (Lofthouse, 2009).</p>	<p>Diminue la durée de vie des déchets (Lofthouse, 2009).</p>

A6 - Améliorer la durabilité du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A6.2 Concevoir un produit évolutif :</p> <p>Faciliter les mises à niveau à un faible coût à l'aide d'anciennes ou de nouvelles composantes.</p> <p>Concevoir des accessoires polyvalents à une multitude de produits.</p> <p>Rendre possible des mises à jour esthétiques.</p> <p>Faciliter la réparation, construire avec un matériau esthétique résistant.</p> <p>Produire avec les technologies actuelles tout en gardant à l'esprit des mises à niveau pour les technologies émergentes.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Évite des mises à niveau perpétuel et élimination prématurée (Lofthouse, 2009).</p> <p>Prolonge la vie du produit (Stiles, 2007).</p> <p>Plus durables = frais moins élevés pour les consommateurs (Nnorom &amp; Osibanjo, 2008).</p>

A7 - Concevoir des produits polyvalents	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A7.1 Gérer les déchets électroniques pour leurs donner une seconde vie (don, délocalisation et réutilisation).</p> <p>(Stiles, 2007)</p>	<p>Occasions de gagner de l'argent avec un produit dépassé.</p> <p>Diminution des coûts de recyclage.</p>

## Fabrication écologique

A8 - Réduire l'énergie nécessaire à la fabrication et l'assemblage du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A8.1 Analyser en détail la consommation d'énergie (directe/indirecte et intérieur/extérieur) (Steinhilper, 2000).</p> <p>Utiliser de la cogénération (Baxter, 2007), utiliser de l'énergies renouvelables (Baxter, 2007), améliorer le délais d'exécution, (Baxter, 2007), améliorer l'efficacité des transports (Baxter, 2007) et utiliser des emballages plus léger (Baxter, 2007).</p> <p>(Utiliser de la matière première vierge, dépense beaucoup plus d'énergie que d'utiliser de la matière recyclée) (Cui, 2005).</p>	<p>Amène à améliorer/remplacer l'équipement de fabrication par des nouveaux ayant une meilleure efficacité énergétique (Steinhilper, 2000).</p> <p>Réalise des économies (Newton, et al., 2005).</p> <p>Réduit la pollution (aide à prévenir le smog, les pluies acides et les changements climatiques) (Newton, et al., 2005).</p> <p>Optimise l'efficacité énergétique, (réduction du transport) (Lofthouse, 2009).</p>
<p>A8.2 Réduire l'énergie nécessaire à la fabrication de produits par une écoconception (Schischke, et al., 2005).</p>	<p>Économies de coûts par la réduction de la consommation de matières, de déchets et d'énergie à la fabrication (Schischke, et al., 2005).</p>
<p>A8.3 Réduire la consommation d'énergie par une remise à neuf :</p> <p>Le produit doit posséder un noyau non consommé, éliminé ou avec un mauvais fonctionnement, une restauration parfaite est possible, peut être produit en production de masse, ça valeur est proche du produit d'origine, un faible coût pour l'acquisition du produit et une stabilité technologique.</p> <p>(Sundin, 2004)</p>	<p>Diminue l'utilisation de matières premières et d'énergie (Sundin, 2004).</p> <p>La remise à neuf dépense moins d'énergie que l'utilisation de matières recyclées (Sundin, 2004).</p>



A9 - Éliminer les pertes générées par la fabrication et l'assemblage du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A9.1 Suivre les trois étapes :</p> <p>Identifier et enlever de la conception les matériaux en excès.</p> <p>Simplifier le démontage nécessaire au recyclage.</p> <p>Choisir en priorité des matériaux faciles et rentables à recycler.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Minimisation des coûts du fabricant (Lofthouse, 2009).</p> <p>Minimisation des déchets (Lofthouse, 2009).</p> <p>Préservation des ressources naturelles (Lofthouse, 2009).</p>
A9.2 Limiter les pertes générées lors du processus de fabrication en vérifiant le potentiel de réutilisation des déchets (Lofthouse, 2009).	
A9.3 Concevoir les pièces ou les modules pour une utilisation multiple (Lofthouse, 2009).	
A9.4 Minimiser les produits défectueux (Lofthouse, 2009).	

A10 - Minimiser les déchets générés par la fabrication et l'assemblage des produits	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A10.1 Éduquer les utilisateurs et leurs donner de la rétroaction (Lofthouse, 2009).	<p>Minimise l'impact des déchets de papier venant des photocopieurs, des eaux usées des éviers, baignoires, lave-linges, les emballages de différents produits, le bruit, la chaleur des portes de four, l'odeur de nouveau four, les détergents dans les eaux de lavage, etc.</p>
A10.2 Fournir des fonctions pour réduire la consommation de matières (Lofthouse, 2009).	
A10.3 Minimiser la quantité de produits consommables pour utiliser le produit (Lofthouse, 2009).	

A10 - Minimiser les déchets générés par la fabrication et l'assemblage des produits	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A10.4 Concevoir facilement démontable, recyclable et réutilisable (Lofthouse, 2009).	(Lofthouse, 2009).
A10.5 Utiliser des sources d'énergie alternative (Lofthouse, 2009).	

A12 - Établir des mécanismes pour éliminer les déchets générés par la fabrication et l'assemblage des produits	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A12.1 Utiliser un logiciel de gestion de déchets (Ex. Dataquest Solution) (Goodman, 2006).	Assurer un meilleur contrôle des activités.
A12.2 Collecter et transporter séparément les DEEE collectés (Griese, et al., 2004).	Assurer un meilleur contrôle des activités.

### Emballage écologique

A13 - Minimiser la quantité de matériaux pour l'emballage du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A13.1 Suivre cette hiérarchie pour l'emballage :</p> <p>Réduire (le poids, les matériaux et le volume).</p> <p>Réutiliser (encourager les clients en les rendant utile pour une utilisation future).</p> <p>Recycler (produit facile à séparer, fournir de l'information détaillée sur les types de matériaux et pour le recyclage).</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Réduit les déchets pour le consommateur (Lofthouse, 2009).</p> <p>Donnent une bonne image à l'entreprise (Lofthouse, 2009).</p>

A13 - Minimiser la quantité de matériaux pour l'emballage du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A13.2 Transporter séparément les produits concentrés et les bouteilles vides.</p> <p>Remplir les bouteilles sur le site avec le produit concentré et de l'eau.</p> <p>(Lofthouse, 2009)</p>	<p>Diminue le volume de l'emballage (Lofthouse, 2009).</p> <p>Diminue le coût de transport (Lofthouse, 2009).</p>

A14 - Concevoir l'emballage du produit pour qu'il soit plus facile à recycler	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A14.1 Utiliser des emballages solubles et faciles à démonter (Lofthouse, 2009).</p>	<p>Diminue le coût du recyclage (Lofthouse, 2009).</p> <p>Diminue les effets néfastes sur l'environnement (Lofthouse, 2009).</p>

## Utilisation écologique

A15 - Réduire l'énergie nécessaire à l'utilisation du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A15.1 Utiliser de l'écoconception :</p> <p>Réduire l'énergie nécessaire à l'utilisation du produit en le concevant de façon à permettre une utilisation en demi-charge (Lofthouse, 2009).</p> <p>Concevoir le produit en gardant à l'esprit l'efficacité (Lofthouse, 2009).</p> <p>Concevoir aujourd'hui pour demain, planifier des mises à jour futures avec de futures économies d'énergie (Lofthouse, 2009).</p> <p>Utiliser de nouvelles composantes (Lofthouse, 2009).</p>	<p>Diminuer le coût d'utilisation du produit durant sa vie utile.</p>
<p>A15.2 Optimiser l'efficacité du système : efficace grâce à une meilleure synergie (Lofthouse, 2009).</p> <p>Trouver toutes les pertes :</p> <p>Utiliser des simulations par ordinateur (Lofthouse, 2009).</p> <p>Utiliser une approche technologique (Lofthouse, 2009).</p> <p>Faire de nouveaux réglages pour minimiser la consommation d'énergie (Lofthouse, 2009).</p> <p>Trouver d'autres sources d'énergie et/ou sources de consommations d'énergie (Paquette, 2006; Steinhilper, 2000).</p>	<p>Pour l'électronique portable, la consommation d'énergie est le point le plus important. La génération de CO<sub>2</sub> de la pile durant son utilisation, a un impact très négatif (Kirschner, 2008).</p> <p>Permet de réduire les coûts d'exploitation (Anderson, 2005).</p> <p>Évite d'inutiles consommation (Steinhilper, 2000).</p> <p>Réduit les polluants (Anderson, 2005; de Almeida, et al., 2007).</p> <p>Réduit les émissions de gaz à effet de serre (Anderson, 2005; de Almeida, et al., 2007).</p> <p>Donne une meilleure sécurité à son approvisionnement en énergie (de Almeida, et al., 2007).</p>

A15 - Réduire l'énergie nécessaire à l'utilisation du produit	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A15.3 Avoir un contact étroit avec les clients :</p> <p>Créer un centre d'analyse afin de savoir comment les consommateurs utilisent les produits (Lofthouse, 2009).</p> <p>Fournir les spécifications de consommation d'énergie avec le produit (Lofthouse, 2009).</p> <p>Fournir le support/rétroaction aux consommateurs au sujet de leurs consommations d'énergie (Lofthouse, 2009).</p> <p>Éduquer les consommateurs pour qu'ils sachent comment économiser de l'énergie pendant l'utilisation du produit (Newton, et al., 2005).</p>	<p>Assure une information de qualité afin de prendre de meilleures décisions.</p>
<p>A15.4 Utiliser des nanomatériaux permet de réduire la consommation d'énergie (Klöppfer, et al., 2007).</p>	<p>Peut avoir des effets inconnus</p> <p>Si les avantages sont bien démontrés, la société pourra plus facilement accepter les risques potentiels (Klöppfer, et al., 2007).</p>

### Disposition écologique

A16 - Établir des processus de recyclage	
Activités spécifiques	Impacts des activités
<p>A16.1 Créer ou rejoindre un comité de déchets électroniques.</p> <p>Évaluer et élaborer un programme de collecte, de récupération et de recyclage de ces déchets. (Stiles, 2007)</p>	<p>Utilise et partage les connaissances au niveau des processus de recyclage avec d'autres (Stiles, 2007).</p>
<p>A16.2 Adapter les installations médicales aux nouveaux équipements conçus en vertu de la directive RoHS (pour l'Union européenne uniquement) (Stiles, 2007).</p>	<p>Diminue les pénalités pour non-conformité (Stiles, 2007).</p>

A16 - Établir des processus de recyclage	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A16.3 Développer de nouvelles techniques pour extraire les métaux précieux utilisés dans les composantes électroniques et électriques (or, palladium, platine, argent) (Parajuli, 2006).	Diminue l'utilisation de matières premières précieuses vierges (Parajuli, 2006). Diminue le coût des produits (Parajuli, 2006).
A16.4 Utiliser une structure cyclique : déchets, réutiliser, recycler, production, déchets, etc. (Sundin, 2004).	Assure un meilleur contrôle des activités écologiques.

A17 - Assurer la présence d'infrastructures de recyclage à la fin du cycle de vie	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A17.1 Établir des politiques de déchets électroniques : Contribution de technologies de l'information (TI), des infrastructures et du secteur du génie biomédical (Stiles, 2007).	Permet de prendre de meilleures solutions.
A17.2 Consolider toutes les émissions et les sources des déchets électroniques (Stiles, 2007).	Plus rentable (Stiles, 2007).
A17.3 Utiliser des sociétés de gestion de déchet électronique : Ils fournissent différents services, des conteneurs spéciaux et des cartons d'expédition en incluant des étiquettes d'expédition prépayée pour le centre de recyclage (Stiles, 2007).	Simplifie la gestion des déchets.
A17.4 Mettre en place des programmes pour isoler les déchets électroniques dans les installations (Stiles, 2007).	Limite la contamination (Stiles, 2007). Aide au ramassage (Stiles, 2007).

A18 - Mettre en place des mécanismes pour éliminer les matériaux dangereux et infectés à la fin du cycle de vie	
Activités spécifiques	Impacts des activités
A18.1 En général, les produits infectés nécessitent une incinération et ne peuvent pas être recyclés (Goodman, 2006).	<p>Diminue le risque de propagation d'infection (Goodman, 2006).</p> <p>Limite : c'est polluant (Goodman, 2006).</p>












**ANNEXE E – Survol des équipements médicaux électroniques  
par compagnie**





















À l'aide des sites Internet de chaque compagnie, il a été possible de déterminer le type d'instrument ainsi que le territoire qu'ils desservent.





Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Clients		
				Amérique	Europe	Asie
Abbott	Nutrition	Companion® Enteral Pump		X	X	X
Abbott Medical Optics	Laser à excimère	STAR S4 IR™ Excimer Laser		X	X	X
AGFA	Imagerie radiographique (X-Ray)	DX-Si X-ray system		X	X	X
Alma Laser	Laser à argon	Harmony®XL		X	X	X
Aloka	Imagerie échographique	ProSound Alpha 10		X	X	X
Autolab	Mesure électrochimique	PGSTAT101		X	X	X
Baxter	Gestion de médicament	AS50 AUTO SYRINGE Infusion Pump		X		
Baxter	Gestion de médicament	Colleague			X	
Biosound	Imagerie échographique	MyLab® 70 XVision		X	X	


				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Bird	Analyseur d'oxygène	Vivo 30		X	X	
Bp TRU	Sphygmomanomètre / tensiomètre	BPM-200		X	X	
Cardiac Science	Défibrillateur	Powerheart AED G3 Défibrillateurs		X	X	X
Cardiac Science	ECG , Électrocardiogramme	Burdick Atria 6100		X	X	X
Cardiac Science	Oxymètre de SpO2s	Burdick Oxy 100 Oxymètre de SpO2		X	X	X
Cardiac Science	Sphygmomanomètre / tensiomètre	Burdick 90217 Ambulatory Blood Pressure System		X	X	X
Cardiac Science	Surveillance des signes vitaux	The Cardiac Science 5300 vital signs monitor		X	X	X
Codman	Bistouri électrique / coagulateur	MALIST™ CMC®-III Bipolar Cut and Coagulation System		X	X	
Conmed	Bistouri électrique / coagulateur	System 7550™ with ABC®		X	X	X
Cooper Surgical	Surveillance prénatal	CooperSurgical Fetal Monitor F9		X	X	
Covidien	Oxymètre de SpO2s	Nellcor™ OxiMax™ Pulse Oximetry System		X	X	X







				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Cutera	Laser à argon	Titan®		X	X	X
Cynosure	Laser ND-YAG	Affirm Anti-Aging Workstation		X	X	X
Defibtech	Défibrillateur	Lifeline AED		X		
Dormier MedTech	Laser à diode	Medilas D MultiBeam		X	X	X
Dräger	Anesthésie	Apollo® Anesthesia Workstation		X	X	X
Dräger	Ventilateur mécanique	Fabius Tiro®		X	X	X
Dräger	Surveillance des signes vitaux	Infinity® Delta		X	X	X
Esaote	ECG , Électrocardiogramme	P8000		X	X	X
Esaote	Imagerie échographique	MyLab™20 Plus		X	X	X
Esaote	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	S-Scan		X	X	X
Fudji Film	Imagerie radiographique (X-Ray)	VELOCITY Unity		X	X	X

				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Fudji Film	Radiologie numérique/digitale (CR)	FCR VELOCITY U		X	X	X
Fuji - Fujinon	Endoscope	EPX-4400HD		X	X	X
Fukuda Denshi	ECG , Électrocardiogramme	CardiMax FCP-7101		X	X	X
Fukuda Denshi	Surveillance des signes vitaux	DS-7300 Series Bedside monitor		X	X	X
Fukuda Denshi	Imagerie échographique	UF-850XTD		X	X	X
Ge Healthcare	Incubateur	Care Plus® Incubators		X	X	X
Ge Healthcare	Anesthésie	Datex-Ohmeda ADU Plus Carestation		X	X	X
Ge Healthcare	Ventilateur mécanique	Engström Pro		X	X	X
Ge Healthcare	ECG , Électrocardiogramme	MAC® ECG		X	X	X
Ge Healthcare	Surveillance prénatal	Corometrics® 250cx Series		X	X	X
Ge Healthcare	Imagerie échographique	LOGIQ® ultrasound systems		X	X	X




				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Ge Healthcare	TEP-scan (PET Scanners)	Discovery PET/CT 600		X	X	X
Ge Healthcare	Imagerie radiographique (X-Ray)	NuBOOM		X	X	X
Ge Healthcare	Imagerie radiographique (X-Ray)	Definium AMX700		X	X	X
Ge Healthcare	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	Discovery MR750		X	X	X
Ge Healthcare	Tomographie numérique (CT)	BrightSpeed		X	X	X
Hitachi	Imagerie échographique	HI VISION™ 6500		X	X	X
Hitachi	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	Echelon™ 1.5T		X	X	X
Hitachi	Tomographie numérique (CT)	ECLOS16™		X	X	X
Hitachi	Chromatographie	LaChrom Elite® HPLC		X	X	X
Hitachi	Spectrophotométrie	F-2500 Fluorescence Spectrophotometer		X	X	X
Huntleigh	Oxymètre de SpO2s	Smartsigns MiniPulse - Hand Held Oxymètre de SpO2		X	X	X

				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Huntleigh	Surveillance prénatal	Sonicaid Team - Fetal Monitoring with FHR Analysis		X	X	X
Huntleigh	Surveillance des signes vitaux	Smartsigns LitePlus - Vital Signs Monitor		X	X	X
Jumper Medical	Surveillance prénatal	Fetal Doppler JPD-100A				X
Jumper Medical	Imagerie échographique	Convex Ultrasound Scanner US2216				X
Jumper Medical	Imagerie radiographique (X-Ray)	X-Ray JPX-05				X
Karl Storz	Endoscope	Tricam 3D Imaging System		X	X	X
Konica Minolta	Imagerie radiographique (X-Ray)	REGIUS PureView System			X	X
Leica Microsystems	Microscope	Leica DMD108		X	X	X
LifeSource	Sphygmomanomètre / tensiomètre	Advanced Manual Inflate UA-705		X		X
LifeSource	Thermomètre	Fast-Read Digital Thermometer DT-704		X		X










				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Lumenis	Laser au Co2	UltraPulse Encore		X	X	X
Maquet	Anesthésie	KION-I Anesthesia System		X	X	X
Maquet	Ventilateur mécanique	SERVO-I Universal		X	X	X
Maquet	Endoscope	VASOVIEW 6 Endoscopic Vessel Harvesting System		X	X	X
Medelkom	Imagerie échographique	SLE - 901		X		X
Medicon Instrumente	Bistouri électrique / coagulateur	Electric Oscillating Dressing Saw			X	
Medison	Imagerie échographique	Accuvix v10		X	X	X
Medlink Imaging	Imagerie radiographique (X-Ray)	Optima URS Plus LP		X		
Medtronic	Défibrillateur	LIFEPAK® 15 Monitor/Défibrillateur			X	
Mettler Electronics Corp	Imagerie échographique	Sonicator 740x		X		









				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Mindray	Anesthésie	WATO EX-65		X	X	X
Mindray	ECG , Électrocardiogramme	DECG-03A		X	X	X
Mindray	Oxymètre de SpO2s	PM-60		X	X	X
Mindray	Surveillance des signes vitaux	BeneView T8		X	X	X
Mindray	Imagerie échographique	DC-6		X	X	X
Newman Medical	Surveillance prénatal	DigiDop 701		X		
Newport Medical	Analyseur d'oxygène	MAXO2 (OM25-series) monitors		X	X	X
Newport Medical	Ventilateur mécanique	e500 ventilator		X	X	X
Nicolet Vascular	Surveillance respiratoire	AM 1 PEF Meter		X	X	X
Nihon Kohden	Défibrillateur	Défibrillateur TEC-7621		X	X	X




				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Nihon Kohden	Analyseur d'oxygène	ZS-900P		X	X	X
Nihon Kohden	Anesthésie	AG-920R		X	X	X
Nihon Kohden	ECG , Électrocardiogramme	ECG-1500K		X	X	X
Nihon Kohden	Oxymètre de SpO2s	OLV-2700		X	X	X
Nihon Kohden	Surveillance des signes vitaux	WEP-4204		X	X	X
Olympus	Endoscope	BF-UC160f-OL8		X	X	X
Omron Healthcare	ECG , Électrocardiogramme	Portable ECG Monitor, HCG-801		X	X	X
Omron Healthcare	Sphygmomanomètre / tensiomètre	IntelliSense® Professional Digital Blood Pressure Monitor, HEM-907XL		X	X	X
Omron Healthcare	Surveillance des signes vitaux	Prodigy II 2220/P		X	X	X
Omron Healthcare	Thermomètre	Digital Fever Thermometer, MC-130MO		X	X	X
Pentax	Endoscope	EB-1970UK		X	X	X
PerkinElmer	Analyse d'éléments organiques	PerkinElmer 2400 Series II Oxygen Analysis Kit		X	X	X








				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Philips	Défibrillateur	The HeartStart FR2+ Défibrillateur		X	X	X
Philips	Anesthésie	IntelliVue Anesthetic Gas Modules – G1 and G5		X	X	X
Philips	Ventilateur mécanique	Respironics V200		X	X	X
Philips	Surveillance prénatal	Avalon FM40		X	X	X
Philips	Imagerie échographique	CX50 CompactXtreme Ultrasound System		X	X	X
Philips	TEP avecTDM (PET With CT)	GEMINI TF PET/CT		X	X	X
Philips	Imagerie radiographique (X-Ray)	Allura Xper FD20		X	X	X
Philips	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	Achieva 3.0T X-series MRI		X	X	X
Philips	Tomographie numérique (CT)	Brilliance CT		X	X	X
Puritan Bennett	Ventilateur mécanique	The Puritan Bennett 540™ ventilator		X		
Puritan Bennett	Surveillance respiratoire	Renaissance® II Spirometry System		X		

				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Quantel Medical	Laser à diode	SUPRA 577 nm		X	X	X
Quantum Medical Imaging	Imagerie radiographique (X-Ray)	Quantum RAD-X High Frequency Radiographic Imaging System		X		
Schiller	Défibrillateur	ARGUS PRO LifeCare 2		X	X	X
Schiller	ECG , Électrocardiogramme	CARDIOVIT CS-200 Excellence		X	X	X
Schiller	Moniteur cardiaque	BP-200 plus		X	X	X
Schiller	Oxymètre de SpO2	ARGUS OXM Oxymètre de SpO2		X	X	X
Sciton	Laser ND-YAG	ClearScan		X	X	X
Sechrist	Ventilateur mécanique	Millennium®		X	X	X
Shenzhen Well.D Medical Electronics Co.	Imagerie échographique	WED-9618CII				X
Siemens	LINAC, accélérateur linéaire médical	PRIMUS™ Linear Accelerator		X	X	X
Siemens	Imagerie échographique	ACUSON SC2000 volume imaging ultrasound system		X	X	X

				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Siemens	TEMP (Caméra gamma) (SPECT)	Symbia T		X	X	X
Siemens	TEP avecTDM (PET With CT)	Biograph™ TruePoint™ PET•CT		X	X	X
Siemens	Imagerie radiographique (X-Ray)	AXIOM Artis U		X	X	X
Siemens	Imagerie radiographique (X-Ray)	MAMMOMAT Novation S		X	X	X
Siemens	Imagerie radiographique (X-Ray)	MULTIX TOP		X	X	X
Siemens	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	MAGNETOM Symphony		X	X	X
Siemens	Tomographie numérique (CT)	SOMATOM Définition		X	X	X
SIUI	Imagerie échographique	Apogee 1100				X
SonoScape	Imagerie échographique	SSI-8000		X	X	X
Sonosite	ECG , Électrocardiogramme	BioZ Dx Diagnostic System		X	X	X
Sonosite	Imagerie échographique	M-Turbo		X	X	X













				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
SSI Laser Engineering	Laser au Co2	ULTRA MD CO2 Laser System		X		
Swissray	Imagerie radiographique (X-Ray)	ddRCombi Trauma		X	X	X
Terumo	Coeur-poumon artificiel	Sarns™ Modular Perfusion System 8000		X	X	X
Thermo Fisher Scientific	Chromatographie	FOCUS GC SSL-FI		X	X	X
Thermo Fisher Scientific	Spectrophotométrie	NanoDrop 8000		X	X	X
Thermo Scientific	Analyse d'éléments organiques	FLASH 2000 NC		X	X	X
Thermo Scientific	Spectroscopie de masse	TSQ Quantum AccessMAX		X	X	X
Toshiba	Imagerie échographique	Aplio XG and MX		X	X	X
Toshiba	Imagerie radiographique (X-Ray)	T.RAD Plus Digital		X	X	X
Toshiba	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	Vantage Titan MR		X	X	X










				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Toshiba	Tomographie numérique (CT)	Aquilion Premium		X	X	X
Uniscan	Mesure électrochimique	Model 370 Scanning Electrochemical Workstation			X	
Valleylab	Bistouri électrique / coagulateur	Force FX™ ElectroSurgical Generator		X		
Waters	Spectroscopie de masse	MALDI SYNAPT HDMS™		X	X	X
Wavelight	Laser à excimère	ALLEGRETTO WAVE		X	X	X
Welch Allyn	Défibrillateur	AED 10™ Défibrillateur		X	X	X
Welch Allyn	ECG , Électrocardiogramme	CP 300 Exercise ECG		X	X	X
Welch Allyn	Sphygmomanomètre / tensiomètre	Platinum Series DS58 Hand Aneroids		X	X	X
Welch Allyn	Sphygmomanomètre / tensiomètre	Welch Allyn ABPM 6100		X	X	X
Welch Allyn	Surveillance des signes vitaux	Propaq® Encore Monitors		X	X	X
Welch Allyn	Endoscope	RL-150™ Rhinolaryngo-scope		X	X	X

				Clients		
Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Amérique	Europe	Asie
Welch Allyn	Stéthoscope	Elite™ Electronic Stethoscope		X	X	X
Welch Allyn	Thermomètre	SureTemp® Plus 692		X	X	X
Zeiss	Microscope	SteREO Discovery.V8		X	X	X
Zewa Medical Technology	Sphygmomanomètre / tensiomètre	UAM-880		X	X	
Zewa Medical Technology	Thermomètre	Delwa-Star MultiScan		X	X	
Ziemer	Laser à excimère	FEMTO LDV		X	X	X
Zoll	Défibrillateur	E Series® Défibrillateur		X	X	X

**ANNEXE F – Équipements médicaux électroniques par classe  
de risque (Normes canadiennes)**


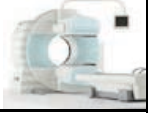























Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Classe
Ge Healthcare	Imagerie radiographique (X-Ray)	NuBOOM		2
Philips	Imagerie radiographique (X-Ray)	Allura Xper FD20		2
Karl Storz	Endoscopes	Tricam 3D Imaging System		2
Codman	Bistouri électrique / coagulateur	MALIS™ CMC®-III Bipolar Cut and Coagulation System		2
Fudji Film	Radiologie numérique/digitale (CR)	FCR VELOCITY U		2
Cardiac Science	ECG (Électrocardiogramme)	Burdick Atria 6100		2
Welch Allyn	Thermomètres	SureTemp® Plus 692		2
Welch Allyn	Stéthoscopes	Elite™ Electronic Stethoscope		2
Siemens	TEP avec TDM (PET With CT)	Biograph™ TruePoint™ PET•CT		3
Siemens	LINAC, accélérateur linéaire médical	PRIMUS™ Linear Accelerator		3
Esaote	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	S-Scan		3
Abbott Medical Optics	Laser à excimère	STAR S4 IR™ Excimer Laser		3

Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image	Classe
Dräger	Anesthésie	Apollo® Anesthesia Workstation		3
Ge Healthcare	Incubateurs	Care Plus® Incubators		3
Philips	Ventilateur mécanique	Respironics V200		3
Baxter	Gestion de médicament	Colleague		3
Nihon Kohden	Oxymètre de SpO2s	OLV-2700		3
Welch Allyn	ECG (Électrocardiogramme)	CP 300 Exercise ECG		3
Puritan Bennett	Surveillance respiratoire	Renaissance® II Spirometry System		3
Welch Allyn	Surveillance des signes vitaux	Propaq® Encore Monitors		3
Cardiac Science	Défibrillateur	Powerheart AED G3 Defibrillators		4




## **ANNEXE G –Appareils médicaux électroniques par poids**

Cette classification par poids provient de l'évaluation des répondants lors des entrevues

Poids	Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image
Gros	Siemens	TEP avecTDM (PET With CT)	Biograph™ TruePoint™ PET•CT	
Gros	Siemens	TEMP (Caméra gamma) (SPECT)	Symbia T	
Gros	Philips	Tomographie numérique (CT)	Brilliance CT	
Gros	Siemens	LINAC, accélérateur linéaire médical	PRIMUS™ Linear Accelerator	
Gros	Esaote	IRM , Imagerie par résonance magnétique (MRI)	S-Scan	
Gros	Ge Healthcare	Imagerie radiographique (X-Ray)	NuBOOM	
Gros	Siemens	Imagerie radiographique (X-Ray)	AXIOM Artis U	
Gros	Abbott Medical Optics	Laser à excimère	STAR S4 IR™ Excimer Laser	
Gros	Waters	Spectroscopie de masse	MALDI SYNAPT HDMS™	
Gros	Dräger	Anesthésie	Apollo® Anesthesia Workstation	
Moyen	Ge Healthcare	Incubateur	Care Plus® Incubators	

Poids	Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image
Moyen	Dräger	Ventilateur mécanique	Fabius Tiro®	
Moyen	Aloka	Imagerie échographique	ProSound Alpha 10	
Moyen	Alma Laser	Laser à argon	Harmony®XL	
Moyen	SSI Laser Engineering	Laser au Co2	ULTRA MD CO2 Laser System	
Moyen	Karl Storz	Endoscope	Tricam 3D Imaging System	
Moyen	Cynosure	Laser ND-YAG	Affirm Anti-Aging Workstation	
Moyen	Codman	Bistouri électrique / coagulateur	MALIS™ CMC®-III Bipolar Cut and Coagulation System	
Moyen	Fudji Film	Radiologie numérique/digitale (CR)	FCR VELOCITY U	
Moyen	Sonosite	ECG, Électrocardiogramme	BioZ Dx Diagnostic System	
Petit	Nihon Kohden	Défibrillateur	Defibrillator TEC-7621	
Petit	Schiller	Moniteur cardiaque	BP-200 plus	
Petit	Ge Healthcare	Surveillance prénatal	Corometrics® 250cx Series	

Poids	Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image
Petit	Baxter	Gestion de médicament	Colleague	
Petit	Cardiac Science	Défibrillateur	Powerheart AED G3 Defibrillators	
Petit	Philips	Surveillance prénatal	Avalon FM40	
Petit	Nihon Kohden	Oxymètre de SpO2s	OLV-2700	
Petit	Welch Allyn	Surveillance des signes vitaux	Propaq® Encore Monitors	
Petit	Bird	Analyseur d'oxygène	Vivo 30	
Petit	Puritan Bennett	Ventilateur mécanique	The Puritan Bennett 540™ ventilator	
Petit	Dormier MedTech	Laser à diode	Medilas D MultiBeam	
Petit	Philips	Anesthésie	IntelliVue Anesthetic Gas Modules – G1 and G5	
Petit	Medicon Instrumente	Bistouri électrique / coagulateur	Electric Oscillating Dressing Saw	
Petit	Welch Allyn	Sphygmomanomètre / tensiomètre	Welch Allyn ABPM 6100	
Petit	Welch Allyn	Thermomètre	SureTemp® Plus 692	
Petit	Jumper Medical	Surveillance prénatal	Fetal Doppler JPD-100A	

Poids	Compagnie	Type d'instrument	Nom de l'équipement	Image
Petit	Mindray	Oxymètre de SpO <sub>2</sub> s	PM-60	
Petit	Nihon Kohden	Analyseur d'oxygène	ZS-900P	
Petit	Welch Allyn	Stéthoscope	Elite™ Electronic Stethoscope	

## **ANNEXE H – Guide d’entrevue**





# Gestion des déchets médicaux électroniques dans les hôpitaux de Montréal, constats et défis

## Guide d'entrevue

### Partie I - Appareils médicaux électroniques

Notre recherche désigne les appareils médicaux électroniques, tous les équipements qui fonctionnent électroniquement et qui ont pour but de détecter, prévenir, maintenir, surveiller, traiter, soulager, soigner, etc. des personnes. Par contre, on exclut tous appareils implantés ou infectés, car leur fin de vie est traitée différemment.

On retrouve par exemple dans ses appareils, des IRM, moniteurs cardiaques, appareils de surveillance respiratoire, des stéthoscopes, différents lasers, ventilateurs mécaniques, appareils d'anesthésie, LINAC, thermomètres, différents instruments d'analyses, etc. (Voir détails en annexe).

1. Quel nombre d'appareils médicaux électronique votre hôpital possède-t-il?  
\_\_\_\_\_
2. Quelle est la valeur globale de vos appareils médicaux électroniques?  
\_\_\_\_\_ \$
3. Quelles sont vos dépenses annuelles pour les appareils médicaux électroniques en ce qui concerne :  
L'achat : \_\_\_\_\_ \$  
L'entretien: \_\_\_\_\_ \$  
La disposition : \_\_\_\_\_ \$
4. Quelle marque d'appareils médicaux électroniques les plus populaires achetez-vous?

	Marque	Fréquence	Quantité d'appareils	Valeur totale
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

## Partie II - Achat des appareils médicaux électroniques

5. Êtes-vous responsable des achats des appareils médicaux électroniques?

☐ Oui ☐ Non

Y a-t-il d'autres intervenants?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, qui sont-ils?

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

## Processus d'achat des appareils médicaux électroniques

6. Quel est le processus d'achat des appareils électroniques et qui en sont les acteurs?

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Est-ce que votre hôpital a une politique d'achats écologiques?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

Si oui, qui est responsable de l'application/mise en oeuvre de cette politique?

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

8. Existe-t-il des incitatifs/subventions pour l'achat d'appareils dits écologiques? Si oui, lesquels?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

9. Certaines entreprises ont des politiques environnementales/écologiques. Existe-t-il une liste de compagnies préférentielles basées sur ses politiques? Si oui, qui en est responsable et comment est-elle utilisée?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

#### Considérations lors de l'achat

10. Lorsque vous effectuez l'achat d'un appareil, est-ce que vous prévoyez comment vous allez en disposer à la fin de son cycle de vie utile? Si oui, de quelles façons?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

11. Lors de l'achat, est-ce que vous considérez ces différents critères?

- 11.1. Est-ce que vous vous informez si les appareils sont faits de matériaux recyclés ou s'il y a un effort pour utiliser des matériaux le moins toxiques possible pour l'environnement?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

- 11.2. Appareils faciles à recycler

Sur les nouveaux appareils médicaux, est-ce que vous avez constaté l'apparition de symboles «écologiques»? Si oui, de quels types et avez-vous des exemples?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

- 11.3. Est-ce que le choix d'un appareil facile à démonter est privilégié lors de l'achat?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

## 11.4. Appareils faciles à réparer

11.4.1. Est-ce que le coût/facilité de réparation est considéré lors de l'achat?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

11.4.2. Est-ce qu'une liste des pièces potentiellement réutilisables et réparables est produite?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

11.5. Est-ce que le choix d'un appareil durable qui peut évoluer fait partie de vos critères de sélection?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

## 11.6. Appareils le plus compacts possible

Est-ce que le poids/volume d'un appareil est considéré?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

## 11.7. Appareil polyvalent, multidisciplinaire

Encouragez-vous l'achat d'appareils qui possèdent des accessoires communs/compatibles avec d'autres appareils?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

11.8. Avez-vous des politiques d'achat visant à diminuer l'acquisition ou l'utilisation d'appareils qui utilisent des consommables. Si oui, sont-elles efficaces?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

### Partie III - Entretien des appareils médicaux électroniques

12. Qui est en charge de l'entretien?

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

13. Existe-t-il une procédure formelle pour l'entretien?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

14. Utilise-t-on des pièces usagées pour la réparation?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

### Partie IV - Disposition des appareils médicaux électroniques

15. Comment sont prises les décisions relativement à la disposition des équipements médicaux électroniques dans votre établissement ?

15.1. Considérez-vous différentes manière de disposer des équipements (rebus-enfouissement, seconde vie interne/externe, récupération interne/externe, etc.)?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

15.2. Quels sont les principaux critères qui influencent la manière de gérer la fin de vie utile de ces équipements (le poids, le prix, le type d'appareils, etc.)?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

15.3. Est-ce que la question de disposition des équipements médicaux électroniques est discutée au niveau des instances supérieures et décisionnelles de votre établissement (la Direction)?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

15.4. Êtes-vous soumis à des directives internes qui dictent la façon de faire?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

15.5. Êtes-vous soumis à des directives ou normes externes provenant d'autorités gouvernementales (ministère) pour la disposition des équipements médicaux électroniques?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

16. Existe-t-il des procédures quant à leur mise au rebus (poubelle, donation, recyclage, etc.)?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

Si oui, qui en est responsable?

Nom : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Poste : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_

Courriel : \_\_\_\_\_

17. Existe-t-il des processus et infrastructures de recyclages et si oui, fonctionnent-elles?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

18. Existe-t-il des mécanismes pour éliminer les matériaux dangereux et infectés à la fin du cycle de vie et si oui, fonctionnent-ils?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

Si oui, depuis combien de temps ? \_\_\_\_\_

19. Quel est l'obstacle le plus important qui décourage la gestion des déchets électroniques médicaux?

---

---

---

---

20. Pensez-vous créer ou rejoindre un comité de déchets électroniques?

☐ Oui ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

21. Quel est l'incitatif le plus important utilisé pour encourager la gestion des déchets électroniques médicaux? S'il y en a plusieurs, les ordonner en ordre d'importance.

- ☐ Conscience des employés de l'hôpital
- ☐ Image corporative
- ☐ Pécuniaire
- ☐ Réglementation gouvernementale
- ☐ Autre \_\_\_\_\_
- ☐ Aucune

### Partie V - Questions générales

22. Quels sont les effets des restrictions budgétaires et de l'interdiction de faire des déficits dans les hôpitaux?

Effets positifs (ex. on fait plus attention à ce qu'on jette)

---

---

---

---

Effets négatifs (on ne peut pas mettre du temps pour s'occuper des déchets)

---

---

---

---

23. Mondialement, il existe de nouvelles réglementations sur la gestion des déchets électroniques. Voyez-vous les effets de ces nouvelles réglementations dans votre milieu? Si oui, de quelle façon?

☐ Oui      ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

24. Pensez-vous que les normes écologiques sont plus contraignantes/exigeantes en Europe comparée au Canada et aux États-Unis d'Amérique?

☐ Oui      ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

24.1 Au niveau des normes écologiques, pensez-vous que cette situation par rapport à l'Europe va changer? Si oui, de quelles façons?

☐ Oui      ☐ Non

Justification :

---

---

---

---

25. Quels sont les politiques internes et/ou externes qui ont un effet positif sur l'environnement sans qu'elles aient été élaborées dans ce but? Pourquoi et comment?

---

---

---

---



26. Quels sont les intervenants internes ou externes qui ont un poids dans une gestion écologique et pourquoi ?

---

---

---

---

**Merci de votre participation!**

Moulay Vincent Huard

[moulay-vincent.huard@polymtl.ca](mailto:moulay-vincent.huard@polymtl.ca)

————— Fin du questionnaire —————

## **ANNEXE I – Formulaire d’information et de consentement**



## FORMULAIRE D'INFORMATION ET DE CONSENTEMENT

Ayant été approché pour participer au projet de recherche décrit dans ce formulaire de consentement, veuillez lire attentivement le texte qui suit. N'hésitez pas à poser toutes les questions qui vous viennent à l'esprit au chercheur qui vous a remis le présent formulaire, avant de prendre votre décision finale. Si vous acceptez de participer au projet de recherche, ce chercheur conservera le formulaire que vous aurez signé et il vous en remettra une copie.

### **Titre de la recherche**

Gestion du cycle de vie des appareils médicaux électroniques : constats et défis au sein des hôpitaux montréalais.

### **Identification du ou des membre(s) de l'équipe de recherche**

**Chercheur principal** : Moulay Vincent HUARD étudiant à la maîtrise recherche (M.Sc.A.) en génie industriel ; [moulay-vincent.huard@polymtl.ca](mailto:moulay-vincent.huard@polymtl.ca)

**Directeur de recherche** : Mario Bourgault, professeur titulaire; 514-340-4711 poste 5956; [mario.bourgault@polymtl.ca](mailto:mario.bourgault@polymtl.ca)

### **Brève description du projet de recherche**

Au Canada comme dans la plupart des pays industrialisés, les hôpitaux comptent parmi les plus importantes institutions du secteur médical. Outre les retombées positives évidentes sur la santé des patients, ces organisations peuvent également avoir des impacts considérables au niveau environnemental. En effet, à mesure qu'ils progressent en sophistication technologique, les services hospitaliers ont recours à de plus en plus d'appareils médicaux électroniques. Or, l'achat, l'installation, l'utilisation et la mise hors service de ces appareils comportent une dimension environnementale réelle et encore très mal comprise, particulièrement au Québec et au Canada.

L'étude à laquelle vous avez été invité(e) à participer vise à déterminer comment se gère le cycle de vie des appareils médicaux électroniques dans le milieu hospitalier montréalais. L'entrevue sera divisée en cinq parties. Elle portera sur (1) un bilan sommaire de votre parc d'appareils médicaux électroniques, (2) l'achat de ces appareils, (3) leur entretien, (4) les différentes méthodes de disposition utilisées et finalement, (5) des points généraux permettant de finaliser cette vue d'ensemble.

Les résultats permettront la rédaction d'un mémoire de maîtrise recherche (M.Sc.A.) et la publication éventuelle d'un ou de plusieurs articles de recherche. L'étude totalisera environ 8 hôpitaux de la région de Montréal.

### **Nature et durée de votre participation au projet de recherche**

Dans le cadre de la présente étude, vous êtes invité(e) à participer à une entrevue d'une durée d'environ 60 minutes qui pourra être effectuée sur votre lieu de travail ou à tout autre endroit qui vous convient, entre les mois de septembre et novembre 2011. Cette entrevue pourra être enregistrée avec votre accord.

Pour participer à cette étude, vous devez respecter les critères suivants :

- Homme ou femme de 18 ans et plus.
- Avoir été impliqué ou être impliqué dans la gestion d'une ou des étapes du cycle de vie des appareils médicaux électroniques de votre institution.

Vous ne pouvez pas participer à cette étude si vous ne respectez pas les critères précédents.

Notez que vous ne toucherez aucune rémunération pour participer à cette recherche.

**Avantages pouvant découler de votre participation au projet de recherche**

En participant à cette recherche, vous pourrez en retirer des effets tangibles, notamment :

- Avoir accès au rapport présentant les meilleures pratiques en termes de cycle de vie des hôpitaux de la région métropolitaine.
- Collaborer à l'avancement de la recherche sur le sujet
- Mettre à jour certaines problématiques écologiques de votre institution.
- Participer à une étude qui pourra avoir un effet prépondérant au prêt des décideurs gouvernementaux quant à la problématique des déchets électroniques dans les hôpitaux.

**Inconvénients pouvant découler de votre participation au projet de recherche**

La participation à cette entrevue lors de vos heures de travail implique que pourriez ne pas être disponible pour satisfaire aux exigences de votre emploi du temps professionnel. En cas de suspension / d'interruption volontaire ou involontaire de la part du sujet ou de celle du responsable de la recherche, une seconde période pourrait être sollicitée avec l'accord du sujet, pour recueillir les informations manquantes.

**Refus ou retrait de votre participation au projet de recherche**

Il est entendu que votre participation au projet de recherche est tout à fait volontaire, et que vous restez libre à tout moment de mettre fin à celle-ci sans avoir ni à motiver votre décision ni à subir de préjudice de quelque nature que ce soit.

**Arrêt du projet de recherche par le chercheur**

Le chercheur responsable de l'étude peut mettre fin à votre participation, sans votre consentement, pour les raisons suivantes :

- Si vous ne respectez pas les consignes du projet de recherche.
- S'il existe des raisons administratives d'abandonner l'étude.

**Confidentialité**

Soyez assuré(e) que toutes les informations recueillies seront traitées de façon confidentielle. Ainsi, toutes les personnes pouvant avoir accès à cette information auront signé un engagement de confidentialité.

Le chercheur responsable utilisera les données de l'étude à des fins de recherche uniquement, dans le but de répondre aux objectifs scientifiques du projet de recherche décrits dans le formulaire d'information et de consentement. Les enregistrements des entrevues et les renseignements fournis seront détruits dix ans après la fin du projet de recherche.

Les données du projet de recherche pourront être publiées dans des revues scientifiques ou partagées avec d'autres personnes lors de discussions scientifiques. Aucune publication ou communication scientifique ne renfermera quoi que ce soit qui puisse permettre de vous identifier personnellement.

**Accès aux chercheurs**

Si vous avez des questions concernant le projet de recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur responsable de l'étude, soit :

Vincent Huard; [moulay-vincent.huard@polymtl.ca](mailto:moulay-vincent.huard@polymtl.ca)

**En cas de plaintes**

Pour tout problème concernant votre participation à ce projet, vous pouvez, après en avoir discuté avec la personne responsable du projet, faire part de vos préoccupations au président du Comité d'Éthique de la Recherche de l'École Polytechnique de Montréal au (514) 340-4711, poste 4567 ou par courriel : [bernard.lapierre@polymtl.ca](mailto:bernard.lapierre@polymtl.ca).

**Information sur la surveillance éthique**

Le Comité d'Éthique de la Recherche de l'École Polytechnique de Montréal a approuvé ce projet de recherche et s'assure du respect des règles éthiques durant tout le déroulement de la recherche. Pour toute information, vous pouvez joindre le secrétariat du Comité au numéro : (514) 340-4990.

**Consentement du participant**

Je déclare avoir lu le présent formulaire de consentement, particulièrement quant à la nature de ma participation au projet de recherche. Je reconnais qu'on m'a expliqué le projet, qu'on a répondu à toutes mes questions et qu'on m'a laissé le temps voulu pour prendre une décision.

Je consens librement et volontairement à participer à ce projet. On me remettra une copie signée de ce présent formulaire.

Nom du participant à l'entrevue : \_\_\_\_\_

Signature du participant : \_\_\_\_\_

**Déclaration du chercheur**

Je, soussigné(e) \_\_\_\_\_, certifie:

Avoir expliqué au signataire intéressé les termes du présent formulaire, avoir répondu aux questions qu'il m'a posées à cet égard, avoir clairement indiqué qu'il reste à tout moment libre de mettre un terme à sa participation au projet de recherche décrit ci-dessus. Je lui remettrai une copie signée du présent formulaire de consentement.

Signature du chercheur : \_\_\_\_\_

Fait à \_\_\_\_\_, le \_\_\_\_\_.

**ANNEXE J – Correspondances des questions du guide  
d’entrevue avec les sections du mémoire**

#	Questions	Correspondance du mémoire
<b>Partie I - appareils médicaux électroniques</b>		
1	Quel nombre d'appareils médicaux électroniques votre hôpital possède-t-il?	4.6 Aucune données
2	Quelle est la valeur globale de vos appareils médicaux électroniques?	Données confidentielles
3	Quelles sont vos dépenses annuelles pour les appareils médicaux électroniques en ce qui concerne :	
	Maintient des actifs	Données confidentielles
	L'achat	4.4.1.3
	L'entretien	4.6
	La disposition	4,7
4	Quelle marque d'appareils médicaux électroniques les plus populaires achetez-vous?	4.4.2.1
<b>Partie II - Achat des appareils médicaux électroniques</b>		
5	Êtes- vous responsable des achats des appareils médicaux électroniques?	4.4.1.1.1
<b>Processus d'achat des appareils médicaux électroniques</b>		
6	Quel est le processus d'achat des appareils électroniques et qui en sont les acteurs?	4.4
7	Est-ce que votre hôpital a une politique d'achats écologiques?	4.3.3



#	Questions	Correspondance du mémoire
8	Existe-t-il des incitatifs/subventions pour l'achat d'appareils dits écologiques? Si oui, lesquels?	4.3.3
9	Certaines entreprises ont des politiques environnementales/écologiques. Existe-t-il une liste de compagnies préférentielles basées sur ses politiques? Si oui, qui en est responsable et comment est- elle utilisée?	4.3.3
<b>Considérations lors de l'achat</b>		
10	Lorsque vous effectuez l'achat d'un appareil, est-ce que vous prévoyez comment vous allez en disposer à la fin de son cycle de vie utile ?	4.3.2.3
11	Lors de l'achat, est-ce que vous considérez ces différents critères?	
11.1	Est-ce que vous vous informez si les appareils sont faits de matériaux recyclés ou s'il y a un effort pour utiliser des matériaux le moins toxiques possible pour l'environnement?	4.3.2.4
11.2	Appareils faciles à recycler Sur les nouveaux appareils médicaux, est-ce que vous avez constaté l'apparition de symboles «écologiques»? Si oui, de quels types et avez-vous des exemples?	4.6.3.4
11.3	Est-ce que le choix d'un appareil facile à démonter est privilégié lors de l'achat?	4.3.2.4
11.4	Appareils faciles à réparer	
11.4.1	Est-ce que le coût/facilité de réparation est considéré lors de l'achat?	4.3.2.4
11.4.2	Est-ce qu'une liste des pièces potentiellement réutilisables et	4.5.1

#	Questions	Correspondance du mémoire
	réparables est produite?	
11.5	Est-ce que le choix d'un appareil durable qui peut évoluer fait partie de vos critères de sélection?	4.3.2.4
11.6	Appareils le plus compacts possible Est-ce que le poids/volume d'un appareil est considéré?	4.3.2.4
11.7	Appareil polyvalent, multidisciplinaire.	4.3.2.4
11.7.1	Encouragez-vous l'achat d'appareils qui possèdent des accessoires communs/compatibles avec d'autres appareils?	4.3.2.4
11.8	Avez-vous des politiques d'achat visant à diminuer l'acquisition ou l'utilisation d'appareils qui utilisent des consommables ?	4.4
<b>Partie III - Entretien des appareils médicaux électroniques</b>		
12	Qui est en charge de l'entretien?	4.5
13	Existe-t-il une procédure formelle pour l'entretien?	4.5
14	Utilise-t-on des pièces usagées pour la réparation?	4.5.1
<b>Partie IV - Disposition des appareils médicaux électroniques</b>		
15	Comment sont prises les décisions relativement à la disposition des équipements médicaux électroniques dans votre établissement ?	
15.1	Considérez-vous différentes manière de disposer des équipements (rebus-enfouissement, seconde vie interne/externe, récupération interne/externe, etc.)?	4.6
15.2	Quels sont les principaux critères qui influencent la manière de gérer la fin de vie utile de ces équipements (le poids, le prix, le	4.6.1 - 4.6.2

#	Questions	Correspondance du mémoire
	type d'appareils, etc.)?	
15.3	Est-ce que la question de disposition des équipements médicaux électroniques est discutée au niveau des instances supérieures et décisionnelles de votre établissement (la Direction)?	4.6.1 - 4.6.2
15.4	Êtes-vous soumis è des directives internes qui dictent la façon de faire?	4.6.3
15.5	Êtes-vous soumis à des directives ou normes externes provenant d'autorités gouvernementales (ministère) pour la disposition des équipements médicaux électroniques?	4.6.3
16	Existe-t-il des procédures quant à leur mise au rebus (poubelle, donation, recyclage, etc.)?	4.6.3
	Si oui, qui en est responsable?	4.6
17	Existe-t-il des processus et infrastructures de recyclages et si oui, fonctionnent-elles?	4.6.3.4
18	Existe-t-il des mécanismes pour éliminer les matériaux dangereux et infectés à la fin du cycle de vie et si oui, fonctionnent-ils?	4.6.3-4.7.3.4
19	Quel est l'obstacle le plus important qui décourage la gestion des déchets électroniques médicaux?	Conclusion ch.4
20	Pensez-vous créer ou rejoindre un comité de déchets électroniques?	Non (implicite)
21	Quel est l'incitatif le plus important utilisé pour encourager la gestion des déchets électroniques médicaux? S'il y en a plusieurs, les ordonner en ordre d'importance.	5.5

#	Questions	Correspondance du mémoire
<b>Partie V - Questions générales</b>		
22	Quels sont les effets des restrictions budgétaires et de l'interdiction de faire des déficits dans les hôpitaux?	4.7.1
23	Mondialement, il existe de nouvelles réglementations sur la gestion des déchets électroniques. Voyez-vous les effets de ces nouvelles réglementations dans votre milieu? Si oui, de quelle façon?	4.7.2
24	Pensez-vous que les normes écologiques sont plus contraignantes/exigeantes en Europe comparée au Canada et aux États-Unis d'Amérique?	4.7.2
24.1	Au niveau des normes écologiques, pensez-vous que cette situation par rapport à l'Europe va changer? Si oui, de quelles façons?	4.7.2
25	Quels sont les politiques internes et/ou externes qui ont un effet positif sur l'environnement sans qu'elles aient été élaborées dans ce but? Pourquoi et comment?	Aucune réponse
26	Quels sont les intervenants internes ou externes qui ont un poids dans une gestion écologique et pourquoi ?	Aucune réponse