

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

THÈSE PRÉSENTÉE À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DU
DOCTORAT EN GÉNIE
Ph. D.

PAR
Yanaï ELBAZ

ÉTUDE DES PROJETS DE DESIGN FACTUEL À L'AIDE D'UN MODÈLE
ANALYTIQUE – LE CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL

MONTRÉAL, LE 17 DÉCEMBRE 2012

© Tous droits réservés, Yanaï Elbaz, 2012

©Tous droits réservés

Cette licence signifie qu'il est interdit de reproduire, d'enregistrer ou de diffuser, en tout ou en partie, le présent document. Le lecteur qui désire imprimer ou conserver sur un autre média une partie importante de ce document, doit obligatoirement en demander l'autorisation à l'auteur.

PRÉSENTATION DU JURY
CETTE THÈSE A ÉTÉ ÉVALUÉE
PAR UN JURY COMPOSÉ DE

M. Edmond T. Miresco, directeur de thèse
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Thien-My Dao, président du jury
Département de génie mécanique à l'École de technologie supérieure

M. Gabriel J. Assaf, membre du jury
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

M. Vidal Essebag, examinateur externe
Faculté de médecine de l'Université McGill

M. Jean-Charles Pomerol, examinateur externe indépendant
Université Pierre et Marie Curie – Paris 6

ELLE A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 7 DÉCEMBRE 2012

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

J'exprime ma très sincère gratitude à Edmond T. Miresco, mon directeur de recherche, pour son appui constant, ses précieux conseils et les encouragements prodigués durant toute la période de mes études doctorales.

Je remercie les membres du jury pour leurs suggestions et commentaires judicieux, qui m'ont permis de développer la réflexion autour des thèmes centraux de cette recherche.

Cette thèse n'aurait pas pu être réalisée sans la participation de mes collègues du Centre universitaire de santé McGill, de nos principaux partenaires gouvernementaux et privés. Je les remercie cordialement de leurs contributions respectives.

J'adresse mes sincères remerciements à Richard Pavy, pour sa précieuse assistance technique dans la programmation du système interactif d'aide à la décision. Mes remerciements vont également à Alexandra Dorca, pour la relecture du manuscrit et pour ses commentaires pertinents.

Ma famille a toujours été à mes côtés au cours de mes études. Je souhaite leur témoigner toute ma reconnaissance pour le soutien appuyé et la confiance qu'ils m'ont accordée. Je remercie ma mère, Eva Amzallag, pour ses encouragements constants; mon père, Mikhaël Elbaz, et sa conjointe, Ruth Murbach, pour la curiosité intellectuelle et la rigueur qu'ils m'ont inculquées; mon frère, Yohann Elbaz, de la belle complicité que nous avons développée durant ces années.

À mes enfants, Talya et Gabriel

ÉTUDE DES PROJETS DE DESIGN FACTUEL À L'AIDE D'UN MODÈLE ANALYTIQUE – LE CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL

Yanaï ELBAZ

RÉSUMÉ

Le cadre conceptuel du design factuel a permis de repenser la construction hospitalière, en mettant l'accent sur la réalisation d'environnements qui favorisent la guérison dans des établissements flexibles, adaptables aux nouvelles technologies et efficaces économiquement. Dorénavant, deux objectifs guident le secteur de la santé : créer un environnement curatif et un environnement performant. Le design factuel reste pourtant un système dont les effets sont parfois difficiles à prouver objectivement. De plus, la conception de nouveaux hôpitaux se heurte au problème du financement de projets complexes. La crise financière, le vieillissement de la population et l'évolution des technologies médicales représentent autant de facteurs qui modifient la donne du financement de la construction hospitalière. Une des réponses pourrait être apportée par le partenariat public-privé, mode de construction innovant, qui tente de remplacer celui conventionnel surtout lorsqu'il s'agit de mégaprojets. Le partenariat public-privé est un cadre relativement récent au Canada, notamment au Québec. Dans le secteur de la santé, cela semble soulever des problèmes surtout au niveau de l'arrimage entre les structures publiques qui le gouvernement et les établissements privés qui s'engagent à financer, concevoir, construire, voire entretenir les infrastructures.

Cette thèse propose un outil d'évaluation des principales préconisations du design factuel dans deux modes de construction hospitalière : conventionnel et partenariat public-privé. Pour ce faire, nous avons réalisé un système interactif d'aide à la décision, qui permet aux utilisateurs de faire des simulations, de tester des hypothèses et de calculer des données dérivées. Le modèle est inspiré par le projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill et met en lien les composantes de la construction avec la position stratégique et le poids de décision des principaux types d'acteurs concernés par ce projet. La méthodologie de recherche comporte deux volets : qualitatif et quantitatif. Cette thèse comporte le recueil des données dans trois secteurs de l'hôpital, soit les unités de soins, les soins ambulatoires et les urgences. Une liste de paramètres mesurables a été définie compte tenu des principaux axes du design factuel. À cela s'ajoute l'analyse d'une vingtaine d'entrevues réalisées avec les principaux acteurs du projet de redéploiement. Le résultat réside dans le développement d'un système interactif d'aide à la décision flexible, qui permet de mettre en commun des données qualitatives et quantitatives, dans le but d'une évaluation compréhensive de deux modes de construction différents. Son architecture est simple et vise des publics divers, facilitant ainsi son emploi dans des contextes professionnels et géographiques variés.

Mots-clés : construction hospitalière, design factuel (*evidence-based design*), système interactif d'aide à la décision (SIAD), Centre universitaire de santé McGill, Québec, Canada.

ÉTUDE DES PROJETS DE DESIGN FACTUEL À L'AIDE D'UN MODÈLE ANALYTIQUE – LE CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL

Yanaï ELBAZ

ABSTRACT

The conceptual framework of evidence-based design has facilitated the rethinking of healthcare construction, by focusing on the creation of healing environments in buildings that are flexible, adaptable to new technologies, and economically efficient. Nowadays, two goals guide the healthcare sector: creating a healing environment and an efficient environment. However, evidence-based design remains a system whose effects are sometimes difficult to prove objectively. In addition, the construction of new hospitals faces problems with the financing of complex projects. The financial crisis, the aging population, and the evolution of medical technologies are all factors that affect the financing of hospital construction. One solution could be the public-private partnership, an innovative construction method, which attempts to replace the conventional one, especially for megaprojects. The public-private partnership is a relatively new framework in Canada, especially in the province of Québec. In the healthcare sector, this appears to be particularly problematic in regard to the link between the public structures of governance and the private firms that are willing to undertake the financing, design, construction, and maintenance of the establishments.

This thesis proposes a tool for evaluating the key features of evidence-based design within two construction models: the conventional method and the public-private partnership. To do this, an interactive decision support system is developed for users to perform simulations, to test hypotheses, and to calculate derived data. The model is inspired by the redevelopment project of the McGill University Health Centre, and it links construction elements to the strategic position and the weight in the decision-making processes of the key stakeholders involved in this project. The methodology of the research has two components: qualitative and quantitative. This thesis contains data collected in three hospital areas: inpatient units, outpatient units, and the emergency room. A list of measurable parameters has been defined accordingly to evidence-based design main principles. The research also includes the analysis of more than twenty interviews, conducted with key players of the redevelopment project. The end result is the development of a flexible, interactive decision support system, which merges qualitative and quantitative data for a comprehensive evaluation of two different construction methods. Its architecture is simple and was designed for a variety of audiences, thus facilitating its use in a range of professional and geographical contexts.

Keywords: hospital construction, evidence-based design, interactive decision support system (IDSS), McGill University Health Centre, Québec, Canada.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE : LE CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL	8
CHAPITRE 2 LE DESIGN FACTUEL.....	12
2.1 Le paradigme du design factuel.....	12
2.2 La médecine factuelle et les environnements curatifs	15
2.2.1 Chambres individuelles	16
2.2.2 Design de type village de santé	19
2.2.3 Matériaux de construction et intégration de la nature	23
2.2.4 Principaux avantages et limites des environnements curatifs	26
2.3 L'aménagement stratégique et les environnements performants.....	29
2.3.1 Trois niveaux de flexibilité.....	29
2.3.2 Intégration des nouvelles technologies médicales et de la communication.....	31
2.3.3 Une conception pour l'efficacité	35
2.3.4 Principaux avantages et limites des environnements performants	37
2.4 Conclusion	38
CHAPITRE 3 OBJECTIFS ET ENJEUX DE LA PLANIFICATION ET DE LA CONSTRUCTION DES HÔPITAUX	40
3.1 La planification.....	40
3.1.1 Objectifs de planification hospitalière.....	42
3.1.2 Défis d'un projet de redéploiement sur plusieurs sites.....	45
3.1.2.1 Planification clinique et programmation technique.....	46
3.1.2.2 Déplacement entre les sites	46
3.1.2.3 Communications et consultations virtuelles.....	47
3.2 Modes de réalisation	49
3.2.1 L'approche conventionnelle et le partenariat public-privé.....	49
3.2.2 Enjeux particuliers.....	51
3.2.2.1 Cadres de planification distincts.....	51
3.2.2.2 Impact sur le design.....	51
3.2.2.3 Relations et communications.....	54
3.2.2.4 Les risques à long terme	56
3.3 Conclusion	57
CHAPITRE 4 LE SYSTÈME INTERACTIF D'AIDE À LA DÉCISION POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL.....	59
4.1 Les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD)	60
4.1.1 L'intelligence artificielle	60

4.1.2	Principales caractéristiques des SIAD.....	62
4.2	Architecture du SIAD pour la construction hospitalière	66
4.2.1	Cadre interprétatif.....	66
4.2.2	Représentation graphique du SIAD pour la construction hospitalière	68
4.2.3	Le modèle Curatif – Performant – Coût (CP\$)	70
4.2.3.1	Les lieux analysés.....	71
4.2.3.2	Évaluation des paramètres curatifs et performants.....	72
4.2.3.3	Évaluation du coût.....	74
4.2.3.4	Représentation graphique du modèle CP\$	76
4.2.4	Le modèle Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat (SWR).....	77
4.2.4.1	Sur la nécessité d’un modèle complémentaire au modèle CP\$.....	77
4.2.4.2	La série d’entretiens	78
4.2.4.3	Modélisation des positions stratégiques (S) des acteurs	81
4.2.4.4	Modélisation du poids décisionnel (W) des acteurs.....	87
4.2.4.5	La spécificité des lieux (R).....	89
4.2.4.6	Représentation graphique du modèle SWR.....	90
4.2.4.7	Formalisme mathématique	91
4.2.4.8	Dynamique du modèle SWR.....	94
4.2.4.9	Résolution du modèle SWR	96
4.2.4.10	Analyses en sensibilité	101
4.3	Conclusion	102
CHAPITRE 5 INTERFACE GRAPHIQUE ET MANIPULATION DU SIAD POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL.....		104
5.1	Structure de l’interface graphique	104
5.2	Les boutons d’action.....	106
5.2.1	Le bouton « Ajouter ».....	109
5.2.2	Le bouton « Supprimer ».....	110
5.2.3	Les boutons « Agrandir » et « Minimiser ».....	111
5.2.4	Le bouton « Trier ».....	113
5.2.5	Le bouton « Paramètre à recalculer »	114
5.2.6	Le bouton « Sensibilités »	115
5.2.7	Le bouton « Comparer ».....	115
5.2.8	Le bouton « Entretiens ».....	116
5.2.9	Les boutons « Sauvergarder » et « Restaurer »	117
5.3	Les onglets	119
5.4	Interface du modèle SWR.....	119
5.5	Les tableaux de données	120
5.6	Le tableau des résultats	121
5.7	Le tableau des sensibilités	122
5.7.1	Exemple à deux acteurs	122
5.7.2	Unité et signe	124
5.8	La synthèse des paramètres mesurés	125
5.8.1	Le graphique à bulles.....	126

5.8.2	Recherche dans les paramètres mesurés.....	127
5.9	Le comparateur	128
5.10	La synthèse des entretiens	129
5.11	La zone d'information en pied de page	132
5.12	Conclusion	132
CHAPITRE 6	IMPLÉMENTATION DU SIAD POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL.....	134
6.1	Programmation du SIAD : une combinaison de JavaScript et d'OCaml.....	134
6.2	La couche graphique.....	135
6.2.1	Le HTML.....	136
6.2.2	Le CSS	137
6.2.3	Le SVG	137
6.3	La couche logique.....	137
6.4	Compatibilité avec les principaux navigateurs	140
6.5	Conclusion	142
CHAPITRE 7	APPLICATION ET VALIDATION DU SIAD DANS LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL.....	143
7.1	Le modèle CP\$ appliqué au projet de redéploiement du CUSM.....	144
7.1.1	Les unités de soins.....	145
7.1.2	Les centres ambulatoires	154
7.1.3	Les urgences	160
7.1.4	Vue générale du projet de redéploiement du CUSM selon le modèle CP\$	167
7.2	Le modèle SWR appliqué au projet de redéploiement du CUSM.....	169
7.2.1	Positions stratégiques des acteurs (S) par rapport au CP\$	170
7.2.1.1	Les représentants du CUSM.....	174
7.2.1.2	Les représentants des concepteurs-constructeurs	176
7.2.1.3	Les représentants des autorités publiques	178
7.2.2	Poids décisionnels (W) des acteurs	180
7.2.3	La spécificité des lieux	183
7.2.4	Résultat du projet de redéploiement dans le modèle SWR	184
7.2.4.1	Comparaison des résultats obtenus dans les modèles CP\$ et SWR.....	186
7.2.4.2	Modification du résultat	189
7.2.4.3	Calcul des sensibilités	191
7.3	Conclusion	194
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		197
ANNEXE I	LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL	204

ANNEXE II	LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CAMPUS DE LA MONTAGNE.....	209
ANNEXE III	RÉNOVATION DE L'UNITÉ DE SOINS CORONARIENS AU CAMPUS DE LA MONTAGNE	211
ANNEXE IV	LE CENTRE AMBULATOIRE DU CAMPUS DE LA MONTAGNE...	215
ANNEXE V	RÉNOVATION DU DÉPARTEMENT D'URGENCE AU CAMPUS DE LA MONTAGNE	220
ANNEXE VI	LE PROJET DE CONSTRUCTION DU CAMPUS GLEN.....	222
ANNEXE VII	L'UNITÉ DE SOINS INTENSIFS DU CAMPUS GLEN.....	228
ANNEXE VIII	LE SECTEUR DES SOINS AMBULATOIRES DU CAMPUS GLEN ..	231
ANNEXE IX	LE DÉPARTEMENT D'URGENCE DU CAMPUS GLEN.....	232
ANNEXE X	PARTICIPANTS À L'ÉTUDE	235
ANNEXE XI	Liste des paramètres évalués	239
ANNEXE XII	DOCUMENTS RELATIFS AUX ENTRETIENS SEMI-DIRIGÉS	244
ANNEXE XIII	GLOSSAIRE DE LA BASE DE DONNÉES DU SIAD	248
	Liste de références bibliographiques.....	251

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2.1	Portée du design basé sur les faits selon trois types d’environnement..... 14
Tableau 2.2	Effets des chambres individuelles vs les chambres à occupation multiple.. 17
Tableau 2.3	Avantages et désavantages des jardins curatifs 24
Tableau 2.4	Impact des nouvelles technologies sur la pratique médicale..... 34
Tableau 3.1	Critères de qualification des soumissions PPP dans le projet de redéploiement du CUSM 52
Tableau 3.2	Critères d'évaluation qualitative des soumissions PPP dans le projet de redéploiement du CUSM 52
Tableau 4.1	Exemple de rapport d'un SIAD..... 65
Tableau 4.2	Nombre de personnes interviewées par groupe..... 79
Tableau 4.3	Sujets récurrents dans les entretiens 81
Tableau 5.1	Extraits des tableaux des données 123
Tableau 5.2	Le tableau des résultats..... 124
Tableau 6.1	Les navigateurs testés compatibles avec le SIAD 140
Tableau 7.1	Notes CP\$ pour les unités de soins au campus de la Montagne..... 146
Tableau 7.2	Notes CP\$ pour les unités de soins au campus Glen..... 146
Tableau 7.3	Notes CP\$ pour les urgences au campus de la Montagne 162
Tableau 7.4	Notes CP\$ pour les urgences au campus Glen 164
Tableau 7.5	Notes moyennes en CP\$ par lieu et par site 168
Tableau 7.6	Notes pour les positions stratégiques S par acteur et par type d'environnement 171
Tableau 7.7	Extraits d'entretiens concernant le CP\$ par thème et par type d'acteurs ... 174

Tableau 7.8	Extraits d'entretiens concernant le poids décisionnel par thème et par type d'acteurs	180
Tableau 7.9	Tableau des résultats.....	185
Tableau 7.10	Tableau des résultats recalculés selon les valeurs modifiées pour les acteurs du CUSM	189
Tableau 7.11	Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur l'environnement curatif	192
Tableau 7.12	Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur l'environnement performant	193
Tableau 7.13	Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur le coût.....	194

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 3.1	Formule de calcul de la valeur actuelle nette ajustée du prix dans le projet de redéploiement du CUSM.....	53
Figure 3.2	Flux de la communication dans le mode PPP.....	54
Figure 3.3	Flux de la communication dans le mode conventionnel.....	55
Figure 4.1	Architecture centralisée d'un SIAD	62
Figure 4.2	Architecture hiérarchisée d'un SIAD.....	64
Figure 4.3	Exemple de représentation graphique d'un projet de construction.....	65
Figure 4.4	Cadre interprétatif pour l'élaboration du SIAD en design factuel.....	67
Figure 4.5	Les deux composantes du SIAD pour la construction hospitalière	69
Figure 4.6	Architecture hiérarchisée du SIAD pour la construction hospitalière.....	70
Figure 4.7	Le modèle CP\$	76
Figure 4.8	Représentation de la position stratégique (S) des acteurs dans un triangle CP\$	83
Figure 4.9	Calcul de coordonnées dans un triangle CP\$	84
Figure 4.10	Le modèle SWR.....	91
Figure 4.11	Choix d'une solution particulière par projection orthogonale	97
Figure 4.12	Choix de la solution la plus proche par projection orthogonale.....	99
Figure 5.1	L'interface du SIAD.....	105
Figure 5.2	Les boutons d'action du SIAD	106
Figure 5.3	Utilisation du bouton « Ajouter ».....	107
Figure 5.4	Suppression de l'acteur A1	108
Figure 5.5	Suppression de l'acteur A1 – seconde méthode.....	109

Figure 5.6	Bouton « Ajouter »	109
Figure 5.7	Bouton « Supprimer ».....	110
Figure 5.8	Bouton « Agrandir »	111
Figure 5.9	Version agrandie du triangle des positions stratégiques des acteurs	112
Figure 5.10	Bouton « Minimiser ».....	113
Figure 5.11	Bouton « Trier »	114
Figure 5.12	Bouton « Paramètre à recalculer ».....	114
Figure 5.13	Bouton « Sensibilités »	115
Figure 5.14	Bouton « Comparer »	116
Figure 5.15	Bouton « Entretiens »	116
Figure 5.16	Bouton « Sauvegarder »	117
Figure 5.17	Sauvegarde d'un tableau	117
Figure 5.18	Bouton « Restaurer »	118
Figure 5.19	Restauration d'un tableau.....	118
Figure 5.20	Les onglets.....	119
Figure 5.21	Les graphiques du modèle SWR	120
Figure 5.22	Exemple de calcul de sensibilités avec deux acteurs.....	124
Figure 5.23	La synthèse des paramètres mesurés	125
Figure 5.24	Le graphique à bulles pour le campus de la Montagne	126
Figure 5.25	Menu déroulant de filtre des paramètres mesurés	127
Figure 5.26	Ajout du lieu « Centre ambulatoire » au filtre des paramètres mesurés	128

Figure 5.27	Le comparateur	129
Figure 5.28	Synthèse des paramètres mesurés filtrés sur A1 et environnement performant	130
Figure 5.29	Menu déroulant de la synthèse des entretiens	131
Figure 5.30	La console au démarrage du SIAD.....	132
Figure 6.1	Schéma synthétique de l'architecture technique du SIAD.....	135
Figure 6.2	Extrait du code HTML du SIAD	136
Figure 6.3	Diagramme de classes simplifié	138
Figure 6.4	Implémentation technique d'un onglet.....	139
Figure 6.5	Comparaison des performances des navigateurs (2009)	142
Figure 7.1	Graphique à bulles pour les unités de soins au campus de la Montagne... 147	
Figure 7.2	Graphique à bulles pour les unités de soins au campus Glen.....	148
Figure 7.3	Triangles CP\$ par espace pour les unités de soins au campus de la Montagne	149
Figure 7.4	Triangles CP\$ par espace pour les unités de soins au campus Glen	149
Figure 7.5	Valeurs et triangle de la comparaison par espace des unités de soins.....	150
Figure 7.6	Valeurs et triangle des notes moyennes des unités de soins.....	151
Figure 7.7	Valeurs et triangle des notes moyennes des centres ambulatoires	154
Figure 7.8	Graphique à bulles pour le centre ambulatoire au campus de la Montagne	156
Figure 7.9	Graphique à bulles pour le centre ambulatoire au campus Glen	157
Figure 7.10	Valeurs et triangle de la comparaison par espace des centres ambulatoires.....	158
Figure 7.11	Valeurs et triangle des notes moyennes des urgences	161

Figure 7.12	Graphique à bulles pour les urgences au campus de la Montagne	163
Figure 7.13	Graphique à bulles pour les urgences au campus Glen	165
Figure 7.14	Valeurs et triangle de la comparaison par espace des urgences	166
Figure 7.15	Triangle de la comparaison Glen - de la Montagne par lieu	167
Figure 7.16	Positions stratégiques des 23 acteurs dans le triangle CP\$	172
Figure 7.17	Vue d'ensemble des triangles des positions stratégiques des groupes	173
Figure 7.18	Positions stratégiques des représentants du CUSM dans le triangle CP\$.....	175
Figure 7.19	Positions stratégiques des concepteurs-constructeurs dans le triangle CP\$.....	177
Figure 7.20	Positions stratégiques des représentants des autorités publiques dans le triangle CP\$.....	179
Figure 7.21	Radar des poids décisionnels des 23 acteurs par groupe	181
Figure 7.22	Radar des poids décisionnels des 23 acteurs par note.....	182
Figure 7.23	Triangle CP\$ des spécificités des lieux	184
Figure 7.24	Position des lieux étudiés dans le triangle CP\$	186
Figure 7.25	Résultat du H suivant la spécificité des lieux - Modèle SWR.....	187
Figure 7.26	Simulation du H en utilisant les valeurs du modèle CP\$	187
Figure 7.27	Comparaison des résultats dans les modèles SWR et CP\$.....	188
Figure 7.28	Simulation du résultat selon des valeurs modifiées pour les acteurs du CUSM	190

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CCFE	Conception-construction-financement-entretien
CHU	Centre hospitalier universitaire
CP\$	Curatif (environnement) – Performant (environnement) – Coût
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
CUSM	Centre universitaire de santé McGill
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IA	Intelligence artificielle
IE	Internet Explorer
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NDA	Note de l’auteur
PFI	<i>Private Finance Initiative</i>
PFT	Programme fonctionnel et technique
PPP	Partenariat public-privé
RUIS	Réseau universitaire intégré de santé
SIAD	Système interactif d’aide à la décision
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i>
SWR	Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux
UAL	Unité arithmétique et logique
VANA	Valeur actuelle nette ajustée
VML	<i>Vector Markup Language</i>

Pour le glossaire des abréviations de la base de données du SIAD, voir Annexe XIII.

INTRODUCTION

Depuis deux décennies, l'ingénierie des établissements hospitaliers est soumise tant à des innovations remarquables qu'à des exigences esthétiques, techniques et financières. La plupart des travaux sur les systèmes de santé tentent de comprendre les dysfonctionnements et de penser les réformes que réclament soignants et patients¹ (Cama, 2009; Dilani, 1999, 2001, 2004, 2006; K. Hamilton, 2000b, 2004, 2006; Hamilton et Watkins, 2009; Kobus *et al.*, 2000; Ulrich, 2000, 2006; Wagenaar, 2005, 2006b; etc.). Cette tendance est due, entre autres, à l'obsolescence des bâtiments, aux changements démographiques – notamment le vieillissement de la génération du *baby-boom* –, mais aussi à l'épuisement d'un modèle centralisé d'organisation physique et institutionnelle, hérité de la période moderniste (*Voir* Dilani, 1999 et Wagenaar, 2005, 2006b).

Le design fondé sur les faits ou le design factuel² est une direction relativement récente dans la construction hospitalière, à travers laquelle on tente de discerner ce que doit être l'hôpital du futur ou l'hôpital du XXI^e siècle : un établissement de santé qui adopte une approche basée sur les besoins socio-humains de trois catégories d'acteurs engagés dans le processus thérapeutique – le personnel médical, les patients et leurs familles (Cama, 2009; Dilani, 1999; K. Hamilton, 2000b, 2004, 2006; Hamilton et Watkins, 2009; Ulrich, 2006; Ulrich *et al.*, 2004; etc.).

La notion de design factuel est associée à celle de médecine fondée sur les preuves (*Voir* Righini et Le Gal, 2005). Cette dernière se distingue notamment par la composante de type qualitatif qui s'ajoute à l'épidémiologie clinique, dans le but d'améliorer la pratique médicale comme le développement du savoir. Plus concrètement, la médecine fondée sur les preuves s'intéresse aux réactions primaires des malades et du personnel médical, telles que le stress, la peur, les sentiments envers la vie et la mort. Dans ces circonstances, la conception dite

¹ Les génériques masculins ou féminins sont utilisés sans discrimination, uniquement dans le but d'alléger le texte.

² « Evidence-based design » et « evidence-based medicine » en anglais. Dans cette thèse, les concepts de « design factuel », « design fondé sur les preuves », « design basé sur les faits » sont synonymes.

factuelle invite les architectes et les ingénieurs à s'approprier la nouvelle philosophie de la guérison, pour pouvoir imaginer ainsi les environnements les plus adaptés aux patients et aux soignants (Miller et Swensson, 2002; Righini et Le Gal, 2005; Thrall, 2004; Van den Berg, 2005; Wagenaar, 2005, 2006b).

Le design factuel distingue deux types d'environnements :

1. L'environnement curatif³, qui réunit tous les aspects encourageant le rétablissement;
2. L'environnement performant, qui vise les éléments améliorant l'efficacité⁴ des processus de soins.

La palette du design factuel est large. Lorsqu'il s'agit de la création d'un environnement curatif, les sujets d'étude le plus souvent touchés sont : la réorganisation des lieux – notamment des chambres, des postes de travail et des couloirs –, l'intégration des éléments vivants (plantes, jardins curatifs) et la conception d'espaces de socialisation chaleureux (Cama, 2009; Dilani, 2004; Hamilton et Watkins, 2009; Kobus *et al.*, 2000; Van den Berg, 2005; Wagenaar, 2005, 2006b; etc.). En préférant des chambres individuelles, on améliore la qualité des soins, tout en encourageant la communication entre les patients et leurs familles d'une part, et le personnel médical de l'autre. Le choix des matériaux de construction et des couleurs modifie l'impact que l'hospitalisation a sur les malades. Les sons, l'éclairage, les plantes, les œuvres d'art sont quelques moyens à travers lesquels les designers tentent de rendre les édifices hospitaliers plus humains. Enfin, l'hôpital de demain est celui qui est le mieux intégré à la cité. Le recours à des métaphores urbaines (de la cité, du centre d'achats, de l'hôtel) aide les concepteurs à augmenter la visibilité de l'établissement et à le rendre plus familier aux patients.

Deuxièmement, dans le contexte de l'expansion des nouvelles technologies médicales et du vieillissement de la génération du *baby-boom*, les hôpitaux doivent être flexibles et

³ Le terme original en anglais est celui de « healing environment ».

⁴ Dans la plupart des textes recensés, on utilise le terme « efficacité » pour indiquer le rapport entre les moyens engagés et les résultats fournis, tandis que le concept de « l'efficacité » indique plutôt le rapport entre objectifs et résultats.

facilement adaptables (Cama, 2009; Gesler *et al.*, 2004; Kobus *et al.*, 2000). Les lieux doivent pouvoir être réaménagés sans trop de coûts supplémentaires et en temps optimal. Les derniers équipements et l'usage de plus en plus répandu des technologies de la communication dans la pratique médicale requièrent la planification adéquate des chambres, des salles d'opération et des postes de travail. L'intérêt est d'organiser l'espace de telle manière que l'on réduise les coûts opérationnels. L'emplacement stratégique des départements, l'utilisation commune des salles d'attente et des ressources technologiques sont quelques mesures efficaces pour accroître la performance au sein de l'établissement de santé (*Voir* Cama, 2009; Hamilton et Watkins, 2009; Gesler *et al.*, 2004).

Bien que les résultats des recherches récentes entreprises dans le domaine du design fondé sur les preuves plaident ouvertement pour la réalisation de tels projets de construction, certains gestionnaires continuent à s'interroger sur l'utilité des investissements dans des espaces plus grands ou dans le contrôle du bruit, par exemple (Carpenter, 2006, 2008). Les contraintes financières et celles liées à la résistance au changement représentent donc des limites qui ne peuvent pas être ignorées. Différentes études font également valoir la structure complexe et souvent aléatoire des divers acteurs qui interviennent dans la mise en œuvre des projets (Cama, 2009; Dilani, 1999; Ulrich *et al.*, 2004). Autrement dit, si le design factuel permet de rediscuter la forme, les fonctions et l'efficacité des établissements hospitaliers, tout en promouvant le bien-être des patients et la qualité de l'acte médical, il demeure cependant un idéal-type à atteindre, laissant à approfondir le contexte et les enjeux de sa matérialisation.

La situation semble se compliquer davantage dans un système public de santé tel que celui du Québec. Ici, l'État fixe les priorités selon son cadre budgétaire et sa vision de l'investissement dans la durée. Dans ces circonstances, de plus en plus de pays ont recours à des partenariats public-privé (PPP), que ce soient l'Initiative de financement privé (PFI – *Private Finance Initiative*) au Royaume-Uni et au Japon, les PPP en Australie, au Portugal et en Amérique du Nord (Barros et Martinez-Giralt, 2009; Stark, 2006; Yescombe, 2007). Au Canada, le Conseil pour les PPP a été créé en 1993, à peu près au même moment que le

Royaume-Uni annonçait son programme PFI. L'agence gouvernementale qui s'occupe avec le dossier PPP au Québec a été fondée en 2005.

Il y a quelques différences notables entre le mode construction conventionnel et le PPP, qui sont d'ailleurs assez faciles à cerner. Dans une approche conventionnelle, le client définit les spécifications du design et en assume les coûts. Par contre, dans le cadre d'un PPP, l'établissement précise ses exigences en termes de résultats, sans pour autant identifier les moyens par lesquels ils devront être atteints (Hodge et Greve, 2007; Yescombe, 2007). Plusieurs modèles de projets PPP ont été testés au fil du temps, combinant la conception, le financement, la construction et l'entretien des installations. L'un des avantages les plus cités d'un projet PPP est le transfert du risque financier des autorités publiques vers le secteur privé (*Voir* Lefranc et Morin, 2009; Stark, 2006; Yescombe, 2007).

Analyser la façon dont les principes du design factuel sont mises en œuvre dans un projet hospitalier, tout en tenant compte de l'influence des différents acteurs participant dans le processus de prise de décision et de conception, ainsi que du mode de construction choisi, est nouveau et permet de compléter la réflexion théorique autour de ce concept.

L'objectif principal de cette recherche doctorale est formulé ainsi : améliorer la conception et la réalisation d'un projet hospitalier de design factuel.

Cette recherche répond à deux objectifs spécifiques :

1. Développer un cadre d'évaluation d'un projet de construction hospitalière en prenant en compte les différents éléments de conception et de gouvernance;
2. Évaluer l'impact des modes de construction conventionnel et PPP sur le design factuel.

Pour ce faire, la recherche vise le développement d'un système d'aide à la décision (SIAD) en se basant sur deux modèles analytiques – de conception et de gouvernance. Les principaux utilisateurs de ce SIAD sont représentés par des planificateurs d'un projet de construction ou

de réaménagement, des concepteurs-constructeurs (incluant les ingénieurs, les architectes, les designers d'intérieur, etc.), des membres de l'administration d'un hôpital ou de différents comités de sélection, enfin, des chercheurs. Étant donné l'hétérogénéité des publics ciblés, il a été important de concevoir un système flexible, convivial, facile à utiliser. L'utilisation du SIAD dans des contextes géographiques et économiques divers est un autre élément important retenu durant la conception du système.

Le SIAD élaboré dans cette recherche doctorale peut donc servir à :

- l'amélioration des composantes du design factuel,
- la comparaison de deux projets différents,
- la planification d'un projet de construction (d'un hôpital ou d'un département),
- l'évaluation de l'écart entre les éléments planifiés et le résultat final,
- l'évaluation des soumissions pour un même hôpital ou pour différents secteurs d'un établissement de santé; etc.

Les données recueillies pour l'élaboration du système consistent principalement en des :

- paramètres mesurés pour la composante de conception – des grandeurs quantitatives,
- entretiens réalisés avec des acteurs-clés du projet de redéploiement au sujet de la gouvernance – des grandeurs qualitatives.

Pour les grandeurs quantitatives, nous avons réalisé, dans un premier temps, une revue de littérature extensive en matière de design factuel et de planification d'un projet de construction hospitalière, afin de définir la liste des caractéristiques évaluées. Nous avons ensuite découpé l'hôpital en trois lieux (les urgences, les unités de soins et les centres ambulatoires) et avons identifié des paramètres pour chaque type de lieu. En ce qui concerne les données pour le modèle de gouvernance, nous avons identifié trois groupes d'acteurs ayant un rôle décisionnel dans le projet : les représentants de l'établissement de santé, les concepteurs-constructeurs, enfin, les autorités publiques.

Un des défis, sinon le principal, de la réalisation de ce SIAD a été l'intégration des différents types de données, à première vue difficile à quantifier dans un même système. La modélisation du comportement des acteurs a représenté un autre enjeu important.

Le SIAD conçu dans cette thèse a été testé avec des données provenant du projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill (CUSM), à Montréal, recueillies entre 2009 et 2011. Le CUSM a pour mission d'exploiter dans le Québec contemporain des établissements d'excellence, répondant aux dernières tendances du design hospitalier en matière d'environnement curatif et de performance. Le CUSM offrira, à partir de 2015, des soins spécialisés sur trois campus, dont un construit à neuf et deux réaménagés. Le nouveau campus Glen est réalisé dans un cadre partenarial public-privé et les campus de la Montagne et Lachine sont rénovés dans un mode conventionnel. Dans cette recherche, nous avons retenu les campus Glen et de la Montagne.

Le domaine du design factuel peut être considéré comme étant encore à ses débuts au Canada, et cela, en dépit de plusieurs constructions récentes qui en sont des promotrices. Notre recherche contribuera de façon directe aux travaux déjà entrepris au Canada, en élargissant le champ théorique grâce à des données actuelles et une analyse rigoureusement documentée. De plus, l'étude des deux modes de construction évalués représente aussi un acquis important, d'autant plus que le cadre PPP est nouveau au Québec.

Traiter de deux problématiques *a priori* différentes – la conception et la gestion d'un projet de construction hospitalière – est un autre apport important de cette recherche. Les liens que nous tentons de tisser entre les éléments de conception et les facteurs décisionnels faciliteront la meilleure compréhension des enjeux qui peuvent être rencontrés durant la mise en œuvre d'un projet de design factuel. Enfin, essayer de modéliser le comportement humain selon deux variables – la position stratégique par rapport aux différents environnements du design factuel et le poids décisionnel dans le projet – est une des nouveautés proposées.

Le premier chapitre de la thèse fait le point sur le projet de redéploiement du CUSM. Nous nous appuyons théoriquement sur le design fondé sur les preuves dont nous délimitons les dimensions générales dans le chapitre 2. Le chapitre 3 regroupe les principaux enjeux liés à la planification d'un projet de construction hospitalière et les deux modes de construction étudiés. Les aspects théoriques soulevés dans les chapitres 2 et 3 servent d'axes pour structurer la base de données du SIAD, dont l'architecture est présentée dans le chapitre 4. L'interface graphique du SIAD et sa manipulation sont décrites dans le chapitre 5, alors que le chapitre 6 traite de l'implémentation du SIAD pour projets de construction hospitalière. L'application du SIAD au projet du redéploiement du Centre universitaire de santé McGill fait l'objet du chapitre 7. Une conclusion générale clôt la thèse.

CHAPITRE 1

CONTEXTE DE LA RECHERCHE : LE CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL

Fondé en 1997, le CUSM est le résultat de l'une des plus importantes fusions volontaires d'hôpitaux du Canada. Il réunit cinq établissements affiliés à l'Université McGill : l'Hôpital général de Montréal, l'Hôpital Royal Victoria, l'Hôpital de Montréal pour enfants, l'Institut thoracique et l'Hôpital neurologique. L'Hôpital de Lachine et le Centre d'hébergement de longue durée Camille-Lefebvre ont rejoint le CUSM en 2008 (*Voir Annexe I, Figures-A I-1 à I-6*). En tant que centre hospitalier universitaire (CHU), en plus de se concentrer sur les services offerts aux patients, le CUSM doit porter une attention particulière à l'enseignement et à la recherche, comme à l'évaluation des technologies et des approches d'intervention en santé. Le CUSM coordonne le Réseau universitaire intégré de santé (RUIS) de l'Université McGill, dont il définit les objectifs régionaux, notamment pour les soins ultraspécialisés⁵ (*Voir Annexe I, Figure-A I-7*).

Le CUSM est probablement l'un des centres de santé les plus complexes en Amérique du Nord. Plus de 36 000 patients sont hospitalisés annuellement au CUSM. L'établissement enregistre un peu plus de 780 000 visites ambulatoires. Le CUSM a environ 11 500 employés. Près de 4 500 étudiants et résidents y sont formés chaque année. Son Institut de recherche réunit plus de 600 chercheurs et 1 000 étudiants diplômés et postdoctorants.

Dès sa conception, les initiateurs de la fusion ont eu une vision qui outrepassait la simple réduction des coûts à court terme. Ils visaient à doter la région de Montréal et la province du

⁵ Depuis 2003, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec permet aux facultés de médecine d'organiser les soins de santé tertiaires. Le Québec a été ainsi divisé en quatre grandes régions, chacune étant desservie par une des facultés de médecine, respectivement de l'Université McGill, l'Université de Montréal, l'Université de Sherbrooke et l'Université Laval. Le RUIS de McGill comprend : le centre et l'ouest de l'île de Montréal; l'ouest de la Montérégie; l'Outaouais; l'Abitibi-Témiscamingue; les territoires cri; la baie James; et le Nunavik. Il couvre donc 63 % du territoire de la province, regroupant une population de 1,7 million de personnes (Réseau universitaire intégré de santé de l'Université McGill, 2010).

Québec d'un établissement d'envergure internationale sur les plans curatif, scientifique et technologique. Voici comment cette philosophie fut énoncée dans la mission du CUSM :

« Le CUSM, en tant qu'établissement résultant de l'intégration des hôpitaux [*NDA affiliés*] : poursuivra leurs missions respectives; offrira des soins généraux et spécialisés aux enfants, aux adolescents, aux adultes et aux personnes âgées; maintiendra leur engagement à dispenser des soins modernes, exemplaires et innovateurs aux usagers; à poursuivre des activités d'enseignement et de recherche à l'aube du XXI^e siècle; et prendra à son compte tous les droits et toutes les obligations de chacun des hôpitaux. » (Centre universitaire de santé McGill, 2008c, p. ND)

Pour mieux répondre à ses objectifs en matière de soins, de recherche et d'enseignement, le CUSM entama, au milieu des années 1990, une série d'études pour évaluer l'infrastructure des cinq hôpitaux affiliés et déterminer la pertinence de réaménagement ou de construction. Il a été ainsi montré que les installations de ces établissements hospitaliers étaient en mauvais état, peu accessibles et peu adaptables aux besoins des patients et aux nouvelles technologies médicales. La morphologie de plusieurs infrastructures était impropre sur le plan fonctionnel, architectural et électromécanique. Enfin, la mission d'enseignement du CUSM exigeait des locaux plus grands et certains bâtiments n'étaient guère conformes à ce critère. La décision de rénover les édifices existants ou de construire sur un nouveau site devenait primordiale (Centre universitaire de santé McGill, 1998, 2008a; Riley et Steinmetz, 2001).

En juin 1994, le gouvernement du Québec passa le décret 979-94, autorisant le financement de deux phases de planification qui devaient conduire à une programmation fonctionnelle et technique du déménagement des services de santé dispensés par les hôpitaux affiliés. À la suite de nombreuses activités de planification, engageant des représentants des patients et du personnel médical, des experts et les autorités publiques, le CUSM prit la décision d'exploiter, à partir du début de la deuxième décennie du XXI^e siècle, deux centres d'excellence, dans une infrastructure architecturale et technologique conforme aux dernières tendances du design hospitalier. Après l'unification de l'Hôpital de Lachine avec le CUSM, des travaux de rénovation y ont été également prévus. Le projet de redéploiement du CUSM comporte donc trois campus, dont un construit à neuf et deux autres inclus dans un

programme de restructuration fonctionnelle et technique. Les trois campus refléteront en égale mesure les principes du design fondé sur les preuves. Le coût actuel du projet est évalué à 2.25 milliards de dollars.

L'intégration des six hôpitaux en une seule entité – les trois campus du futur CUSM – assurera plus qu'elle ne le fait actuellement la visée régionale et la mise en valeur des services spécialisés du CUSM. Les volets de l'enseignement et de la recherche seront également mieux incorporés, ce qui facilitera davantage leur développement. Par contre, la conception d'un CHU est un exercice très complexe. Les enjeux d'un tel projet sont importants, d'autant plus que le CUSM réunit six hôpitaux dont les traditions et la culture organisationnelle peuvent être très différentes. Un des principaux défis du méga-hôpital sera sans doute de réussir l'intégration et l'harmonisation de ces environnements.

Soulignons que les initiateurs de la fusion et l'équipe de planification du projet de redéploiement ont essayé de disposer les services sur un seul site, afin d'en maximiser l'efficacité opérationnelle, mais l'absence d'un espace adéquat dans la zone du centre-ville montréalais, ainsi que des restrictions financières imposées par le gouvernement provincial, n'ont pas rendu possible ce scénario. Le CUSM est connu pour le rôle crucial que le département d'urgence en traumatologie de l'Hôpital général de Montréal joue dans le réseau hospitalier de l'île de Montréal. De ce point de vue, l'intérêt de préserver cet emplacement était incontournable, puisqu'il facilite l'accès de tous les points cardinaux. Aussi, dans l'hypothèse du déménagement des hôpitaux du CUSM ailleurs, la zone du centre-ville aurait été privée de l'accès rapide à des ressources hospitalières (*Voir Annexe I, Figure-A I-8*).

Le nouveau campus Glen est bâti sur la vieille gare de triage homonyme, située à proximité de la station de métro Vendôme. Ancienne propriété du Canadien Pacifique, le terrain a été acquis en décembre 1999 par la Corporation d'hébergement du Québec pour le compte du CUSM (*Voir Annexe I, Figure-A I-8 et Annexe VI, Figure-A VI-2*). Ce complexe hospitalier aura 500 lits, 19 salles d'opération et 69 civières d'urgence, et regroupera un centre

d'hospitalisation pour adultes, un centre ambulatoire, un centre d'oncologie, l'Hôpital de Montréal pour enfants, ainsi que l'Hôpital pour enfants Shriners. L'Institut de recherche du CUSM fera également partie de ce campus et intégrera le Centre d'innovation en médecine. Le campus Glen comprend 2.7 millions de pieds carrés de construction.

Le campus de la Montagne sera réorganisé sur l'actuel site de l'Hôpital général de Montréal. Orienté vers la communauté du centre-ville, cet établissement sera destiné notamment à la traumatologie et accueillera une part importante des urgences (*Voir* Annexe I, Figure-A I-8 et Annexe II). Il aura 268 lits, 11 salles d'opération et 38 civières d'urgence. Le redéploiement du campus Lachine suppose l'amélioration des installations et la création de chambres individuelles pour les patients. Ce campus abritera le Centre d'excellence en chirurgie bariatrique et un centre d'imagerie médicale conçu selon les plus hauts standards technologiques.

En 2007, le gouvernement du Québec a annoncé la structure de financement, de réalisation et d'opération qu'il prévoyait pour les futurs campus. Ainsi, le campus Glen est réalisé dans le cadre d'un partenariat public-privé, tandis que le campus de la Montagne – et subséquemment le campus Lachine – en mode conventionnel. Le modèle PPP pour lequel le gouvernement a opté est un CCFE, soit conception-construction-financement-entretien. Cette décision ne devrait pas surprendre si l'on mettait en lien avec la crise (financière) dans le secteur de la santé, l'expérience canadienne dans les PPP et l'émergence de ses formes de gouvernance au Québec, les dimensions et le coût du projet de redéploiement du CUSM, enfin, le fait que le campus Glen soit une nouvelle construction. Soulignons cependant que ces enjeux se sont superposés à ceux dus aux changements implicites du projet de redéploiement, notamment dans l'organisation de l'établissement. Comme la transformation du CUSM est en cours, il sera pratiquement impossible d'analyser exhaustivement la manière dont l'institution et ses partenaires ont géré la complexité de ce processus de réingénierie et de construction. Cette recherche en discerne les principales dimensions telles qu'observées à la fin de l'année 2011.

CHAPITRE 2

LE DESIGN FACTUEL

La synthèse présentée dans ce chapitre a été réalisée à partir d'articles scientifiques, de rapports de recherche et d'études parus les quinze dernières années. Les écrits recensés sont analysés selon deux volets. Le premier reprend les principaux aspects d'un environnement curatif; le deuxième soulève la question de la planification stratégique et de la flexibilité du design. Les thèmes abordés dans l'une ou l'autre de ces sections peuvent se recouper en raison de la nature des concepts étudiés. Ainsi, l'inclusion de la problématique des nouvelles technologies dans le deuxième volet ne signifie pas nécessairement qu'elle ne constitue pas un élément d'un environnement curatif. Au contraire, penser le design des chambres selon les dernières exigences technologiques peut avoir un effet sur la réduction du stress chez le personnel médical et les patients. L'organisation du corpus a été faite en fonction de la fréquence à laquelle un élément était une mesure tenant à l'environnement curatif plutôt qu'au design stratégique visant efficacité et performance ou *vice versa*.

2.1 Le paradigme du design factuel

De nombreuses recherches entreprises dans les années 2000 démontrent qu'un milieu hospitalier chaleureux, invitant à la socialisation, ouvert envers les familles des patients et laissant place aux éléments vivants, aide les malades à dépasser le stress provoqué par l'état de souffrance et de maladie (Annunziato, 2000; Hamilton et Watkins, 2009; Healthcare Financial Management Association, 2003; Livingston, 2004; Stichler, 2001; Ulrich *et al.*, 2004; Van den Berg, 2005; Wagenaar, 2005, 2006b; Wolf, 2003; etc.). La plupart de ces auteurs s'entendent pour dire que le design fondé sur les preuves réduit le stress et la fatigue du personnel et, par conséquent, augmente la performance générale à l'intérieur de l'établissement de santé.

En s'appuyant sur ce type d'études, les designers, les architectes et les ingénieurs proposent des plans de construction qui apportent des améliorations visibles en matière clinique,

économique, sociale et culturelle (American Hospital Association, 2002; K. Hamilton, 2004; Healthcare Financial Management Association, 2003; Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 2000; Verderber et Fine, 2000; etc.).

Parmi les mesures les plus efficaces qui peuvent être prises en ce sens, retenons celles proposées par Ulrich *et al.* (2004)⁶ :

- conception de chambres individuelles;
- installation de plafonds qui absorbent le son et élimination des sources de bruit (par exemple, l'utilisation des téléavertisseurs en mode silencieux);
- l'accès à des espaces verts ainsi qu'à des lieux de socialisation (cafétérias, jardins, lieux de repos, librairie, accès à l'Internet, etc.);
- perfectionnement de l'accessibilité à l'intérieur et à l'extérieur de l'hôpital;
- amélioration de la ventilation par l'usage de filtres performants et une vigilance accrue lors de la construction du bâtiment;
- correction de l'éclairage;
- design adéquat des couloirs, des départements et des postes de travail.

Par ailleurs, dans une étude menée en Grande-Bretagne par Gesler *et al.* (2004), à partir du programme public-privé de construction des hôpitaux, trois types d'environnements et quatre indicateurs ont été identifiés (*Voir* Tableau 2.1 ci-après).

⁶ L'équipe de chercheurs a analysé plus de 200 ouvrages.

Tableau 2.1 Portée du design basé sur les faits selon trois types d'environnements
Tiré de Gesler *et al.* (2004, p. 125)

Environnement d'intervention/ Indicateurs	Environnement physique	Environnement social	Environnement symbolique
Efficacité clinique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distinction nette des départements ▪ Accessibilité 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Systèmes de communication adaptés ▪ Suivi efficace des patients 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Design hygiénique
Intégration à la communauté	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rampes pour fauteuils roulants ▪ Entrées clairement marquées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Signalisation multilingue et graphique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visibilité du nom et des symboles de l'hôpital
Accès public et consumérisme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaces d'attente confortables 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Design axé sur les patients 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ « Patients-consommateurs » ▪ Hôpitaux de type villages-santé
Promotion du bien-être	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cours extérieures ▪ Éclairage et ventilation adéquats 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Différenciation public vs privé 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matériaux de construction naturels ▪ Couleurs chaudes

Quoique les coûts initiaux d'une telle démarche puissent s'avérer assez élevés, des analyses récentes révèlent qu'ils diminuent considérablement à long terme (Carpenter, 2006, 2008; Cassidy, 2003a, 2003b; Chaudhury *et al.*, 2005; Healthcare Financial Management Association, 2003; Ulrich *et al.*, 2004; Wagenaar, 2006b). Ce serait une des raisons pour laquelle les budgets alloués à la construction et au réaménagement des hôpitaux aux États-Unis se sont accrus d'un pourcentage important les dix dernières années (Carpenter, 2006, 2008). Sur le continent européen, la Suède, la Grande-Bretagne, l'Autriche et la France ont également procédé à la réorganisation de leurs réseaux de santé selon les principes de l'environnement curatif (Cereste *et al.*, 2003; Domenig *et al.*, 2003; Gesler *et al.*, 2004; Institution of Mechanical Engineers, 2003; Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 2000; Polak, 2006; etc.).

Tel que Zeidler, R. Hamilton, Montgomery et Sinclair l'ont soulevé dans le volume collectif paru sous la direction de Dilani en 2004, avec le patronage de l'ancienne lieutenant-gouverneure du Québec, l'orientation de la construction hospitalière au Canada suit cette vague. Les hôpitaux pour enfants de Calgary et de Toronto, le Centre des sciences de la santé Walter C. Mackenzie d'Edmonton et le Centre universitaire de santé McMaster sont parmi les plus cités par les spécialistes de ce domaine (*Voir* Donnelly, 2006; Miller et Swensson, 2002; Verderber et Fine, 2000; Zeidler, 2004). S'y ajoutent les projets récents de l'Hôpital Credit Valley à Mississauga et du Centre universitaire de santé McGill de Montréal (Centre universitaire de santé McGill, 2000; Sinclair, 2004; R. Hamilton, 2004, Pineault, 2004; Riley et Steinmetz, 2001).

Afin d'assurer le succès d'une telle initiative, il y aurait, *grosso modo*, dix étapes à respecter (K. Hamilton, 2004) :

1. Définir clairement les objectifs du projet;
2. Identifier les aspects-clés que l'architecture basée sur les faits devrait toucher;
3. Explorer les implications complexes de ce type de design;
4. Estimer les résultats potentiels;
5. Identifier les sujets-clés des résultats envisagés et en faire une revue de littérature;
6. Mesurer les facteurs qui pourraient conduire au succès ou à l'échec de la démarche;
7. Tester des projets alternatifs et, le cas échéant, en choisir la solution optimale;
8. Procéder à la construction, en respectant soigneusement le projet et en mesurant rigoureusement les résultats;
9. Réaliser une évaluation indépendante du projet;
10. Présenter publiquement les conclusions de l'évaluation, afin de bénéficier des commentaires formulés par les pairs.

2.2 La médecine factuelle et les environnements curatifs

Comme souligné auparavant, le design fondé sur les preuves s'adresse principalement à deux types d'acteurs : d'une part les patients et leurs familles, de l'autre le personnel médical.

Cette conception vise à diminuer l'anxiété et le stress à l'intérieur du bâtiment hospitalier, à renforcer la communication, enfin, à augmenter la satisfaction générale – des malades envers l'établissement des soins et des praticiens envers le lieu de travail. L'option de construire des chambres individuelles est devenue ainsi une priorité, comme la meilleure intégration des édifices à la cité. Une autre caractéristique prédominante est la présence de la nature et des éléments naturels.

2.2.1 Chambres individuelles

L'aménagement de chambres individuelles ou de chambres à occupation multiple est certainement le sujet qui, par sa nature controversée, est le plus documenté dans ce modèle de design. La plupart des auteurs plaident ouvertement pour des projets qui favorisent l'occupation individuelle des chambres (Barker et DeBord, 2005; Brown et Gallant, 2006; Brown et Taquino, 2001; Chaudhury *et al.*, 2005; Debajyoti *et al.*, 2008; Eagle, 2007a; K. Hamilton, 2000b; Hitchen, 2006; Milshtein, 2005; Murphy, 2000; Ulrich *et al.*, 2004; Van de Glind *et al.*, 2008).

L'une des démarches les plus rigoureuses a été entreprise par Chaudhury *et al.* (2005), qui ont analysé, à partir d'une vaste revue de littérature, les avantages et les désavantages de l'occupation individuelle vs l'occupation multiple dans les soins intensifs. Les chercheurs se sont penchés sur les aspects qui influent de manière directe sur les coûts opérationnels, le contrôle des infections, le transfert et le suivi des patients, enfin, l'impact thérapeutique en termes d'intimité, réduction du stress et implication de la famille dans le processus curatif (*Voir* Tableau 2.2 ci-après).

Tableau 2.2 Effets des chambres individuelles vs les chambres à occupation multiple
Tiré de Chaudhury *et al.* (2005, p. 775-776)

Catégories	Indicateurs	Chambres individuelles	Occupation multiple
Coûts	▪ Coûts opérationnels	↓	Non concluant
	▪ Coûts initiaux	↑	↓
	▪ Taux d'occupation	↑	↓
	▪ Durée de l'hospitalisation	↓	↑
	▪ Erreurs médicales	↓	↑
Contrôle des infections et des accidents	▪ Taux d'infections nosocomiales	↓	Non disponible
	▪ Transfert des patients	↓	↑
	▪ Durée de l'hospitalisation	↓	↑
	▪ Infections chez les patients brûlés	↓	Non disponible
	▪ Transmission du virus de l'hépatite C	↓	Non disponible
	▪ Transmission de la diarrhée	↓	↑
	▪ Chutes des patients nécessitant un suivi intensif	↑	↓
	▪ Chutes des patients âgés en dépit des mesures prises pour éviter les accidents	↓	↓
Impact thérapeutique	▪ Intimité	↑	↓
	▪ Utilisation des analgésiques	Non concluant	Non concluant
	▪ Consultation médicale	Non concluant	Non concluant
	▪ Préférence des patients pour le design des chambres	Non concluant	Non concluant
	▪ Bénéfices de la socialisation avec les collègues de chambre	Non applicable	Non concluant
	▪ Niveau du bruit	↓	↑
	▪ Trouble du sommeil	↓	↑
	▪ Chambres adaptables selon la gravité de la maladie	Non concluant	Non disponible
	▪ Satisfaction des patients	↑	↓
	▪ Suivi des patients	↑	↓
	▪ Agglomération des chambres	↑	↑
	▪ Réduction du stress par la musique	↑	↓

Parmi les principaux avantages de l'occupation individuelle, retenons l'amélioration visible des soins et du suivi médical, la réduction des infections hospitalières et la diminution de l'anxiété chez les patients. Pour les désavantages, restent notables le sentiment d'isolement éprouvé par les personnes hospitalisées et leur besoin accru d'interaction sociale.

Les résultats obtenus par Brown et Taquino (2001) sont similaires. Ils parlent de la réduction des infections nosocomiales et des maladies respiratoires dans la saison froide, ainsi que du contrôle individuel de l'éclairage et de l'atténuation du bruit.

En Amérique du Nord, les projets récents conçoivent souvent exclusivement des chambres individuelles (Babcock, 2005; Barista, 2000; Center for Health Design, 2008; Eagle, 2005). La situation n'est pas la même dans les pays européens, même si la tendance à envisager des chambres individuelles y gagne du terrain (Dilani, 1999, 2001; K. Hamilton, 2000b; Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 2000). La conception des chambres multiples pourrait s'expliquer par les espaces de construction plus réduits, mais aussi par une longue tradition des chambres où l'on côtoie deux, trois et même quatre, allant parfois jusqu'à huit lits dans certains pays (Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 2000; Verderber et Fine, 2000).

Cependant, la plupart des spécialistes penchent nettement pour les chambres individuelles, dénonçant les risques majeurs d'infection *a fortiori* dans les départements de chirurgie, de néonatalogie et des soins intensifs (Brown et Gallant, 2006; Brown et Taquino, 2001; Eagle, 2007a; Gallant et Lanning, 2001; Philipps *et al.*, 2002; Symon *et al.*, 2008). Il a également été prouvé qu'en dépit du coût initial élevé, la construction de chambres individuelles réduit les coûts à long terme s'agissant des infections hospitalières, du transfert des patients, des erreurs médicales et de celles liées à l'utilisation de médicaments (Carpenter, 2006; Chaudhury *et al.*, 2005; K. Hamilton, 2000a, 2000b, 2007; Hendrich *et al.*, 2004; Ulrich, 2000, 2006; Ulrich *et al.*, 2004). Enfin, le confort des patients dans une chambre individuelle est considérablement plus élevé : ils peuvent aménager les lieux et leurs proches peuvent être présents tout au long de l'hospitalisation, grâce aux espaces qui leur sont destinés.

Dans cette perspective, les chambres d'hôpital tendent à ressembler de plus en plus à de luxueuses chambres d'hôtel (Barista, 2000; Barker et DeBord, 2005; Cañizares, 2005; Center for Health Design, 2008; Dilani, 1999, 2001, 2004; Wagenaar, 2005). Les fenêtres sont larges, et le bâtiment conçu de telle manière que toutes les chambres puissent en bénéficier – modèles en L, T, Y ou en zigzag (*Voir* American Institute of Architects, 2004; Dilani, 2004; K. Hamilton, 2000b; Miller et Swensson, 2002; Monk, 2004). L'ameublement ne rappelle plus le formalisme d'antan; on y décèle des canapés-lits pour la famille, des chaises confortables et élégantes, des tables de travail (Center for Health Design, 2008; Kobylka, 2006; Livingston, 2004). Les couleurs sont soigneusement choisies et s'harmonisent aux tableaux qui ornent les murs des couloirs et des chambres⁷. Notons l'accent que plusieurs auteurs mettent sur la maîtrise de l'éclairage, que ce soit dans une chambre à un lit ou dans une chambre multiple. Dans certains cas, les patients ont même la possibilité de contrôler le chauffage, voire le choix de la nourriture si la situation le permet (Eagle, 2005, 2007a; Hoover et Schroeck, 2006; Kobylka, 2006).

2.2.2 Design de type village de santé

En se référant aux tendances du design hospitalier, de nombreux auteurs utilisent le terme de *medical mall* ou de village de santé, traçant un parallèle entre le design des grands centres d'achats et celui de l'hôpital du 21^e siècle (Barista, 2000; Barker et DeBord, 2005; Driesen, 2006; etc.). Cette orientation doit être mise en lien avec la médecine fondée sur les faits. Ainsi a-t-il été observé que patients et personnel médical se sentent mieux dans un environnement qui leur est familier, que ce soit la représentation d'un centre d'achats ou tout simplement de la ville. Dans un livre récent (Wagenaar, 2006b), deux chapitres touchent directement à cette thématique. Le sujet occupe également une place importante dans les volumes collectifs dirigés par Dilani les dix dernières années (1999, 2001, 2004, 2006). Bref, bon nombre d'auteurs – Allison (2007), Driesen (2006), Gallup 1999, Gaudin (2006), Kobus *et al.* (2000), Miller et Swensson (2002), Wagenaar (2006a), Westelaken (2006), etc. –

⁷ Cet aspect est crucial dans les hôpitaux pour enfants, où l'impact visuel est un élément essentiel dans la réduction de l'anxiété (Donnelly, 2006; Komiske, 2005).

imaginent les édifices hospitaliers comme des cités qui doivent avoir des rues, des boulevards, des esplanades et des parcs. Non seulement cette approche favorise-t-elle l'« humanisation » des bâtiments hospitaliers, mais elle aide aussi à l'intégration architecturale de ces édifices dans la cité.

Driesen (2006) commente largement l'exemple de l'Hôpital universitaire Gasthuisberg de Louvain, en Belgique, où l'objectif premier des architectes a été de rendre cohérentes la structure et la forme du site à l'organisation de la cité. Les concepteurs ont eu recours à la métaphore du cœur : l'espace a été divisé en quatre aires apparemment distinctes – correspondant aux compartiments du cœur – pour différencier nettement les soins, la recherche, les départements éducationnels et les lieux, pour ainsi dire, urbains.

Toujours d'une métaphore de la cité est-il question dans la conception du Centre de santé Trilium de Toronto; de larges couloirs, suggérant des rues, des jardins intérieurs, ressemblant aux parcs, des passages souterrains, tout a été conçu pour inspirer un environnement confortable (Black, 2004). C'est également le cas de l'Hôpital Farnham (Briggs et Liddell, 2004)⁸, du bâtiment Gonda de la clinique Mayo (Eagle, 2005) et du Centre médical Dartmouth-Hitchcock de Lebanon, New Hampshire (Carpenter, 2004), ce dernier ayant d'ailleurs été bâti en conjonction avec un centre d'achats. L'un des designers impliqués dans ce projet déclarait :

« People used to think it was frivolous to have an atrium space or a mall. But we're finding they're becoming incredible spaces for people to orient themselves around – for staff or physicians to have a chance meeting. » (Carpenter, 2004, p. 39)

L'interaction sociale a été également recherchée par les designers de l'Hôpital de cardiologie d'Indiana, qui ont maximisé l'espace, surtout celui des couloirs et des cours intérieures, pour permettre ainsi aux patients et à leurs familles de se promener sans que la circulation à

⁸ Le hall d'entrée de l'hôpital abrite des cafétérias, une pharmacie, un espace d'expositions et un autre de concerts, les deux derniers étant intégrés au circuit de la ville. Environ 40 % de l'espace de l'édifice, représentant 12 000 m², ont été loués à des institutions publiques et à des compagnies privées, pour des raisons économiques, mais aussi sociales, les gestionnaires de l'hôpital visant ainsi à créer un lieu d'interaction multifonctionnel (Briggs et Liddell, 2004).

l'intérieur du bâtiment augmente et qu'elle empiète sur le flux des personnes. Ce design encourage la communication entre les patients et leurs familles, un aspect important à prendre en considération dans un environnement qui se veut curatif (Barker et DeBord, 2005).

Par ailleurs, Johnson (2004) suggère que le design à partir des métaphores aide les architectes à mieux imaginer ce que les patients attendent à trouver dans un hôpital. Il recommande donc de lutter contre les stéréotypes qui font de l'hôpital un lieu où les patients peuvent voir seulement des praticiens en uniformes blancs, des fauteuils roulants, des bandages et des médicaments. Barker et DeBord le constatent aussi :

« New designs such as the cloverleaf, the hurricane, the ship and the bow-tie are changing long-established patterns in hospital design. Although change is often difficult, it offers a tremendous opportunity to help hospitals meet the challenges of 21st century health care. » (Barker et DeBord, 2005, p. 36)

Selon la nouvelle philosophie du design, il n'y a pas non plus de postes de travail *per se*. Les bureaux des infirmières sont généralement placés entre les chambres, pour faciliter une meilleure surveillance des malades (Barker et DeBord, 2005; Dilani, 2006; K. Hamilton, 2000a, 2000b; Hosking et Haggard, 1999; Wagenaar, 2006b).

Le déterminant économique de la santé est ici clairement identifié selon les règles et les tendances du marché. Le patient contemporain est une personne instruite sur les biens et les services qu'il consomme et les nouvelles technologies de l'information l'aident en ce sens (Driesen, 2006; Gaudin, 2006; Westelaken, 2006). Wagenaar (2006a) observe très bien le lien – repéré par maints sociologues – entre socialisation et magasinage : les hôpitaux semblent s'y adapter.

C'est dans le même sens que vont Blumenthal et Edwards (2000) dans l'analyse comparative qu'ils font des hôpitaux universitaires de Boston (États-Unis) et Londres (Grande-Bretagne). Pour survivre à la concurrence avec les hôpitaux généraux et les cliniques privées, ces hôpitaux doivent penser leurs politiques en termes de stratégies d'affaires. Selon ces auteurs,

il est primordial d'intégrer le mieux des équipes multidisciplinaires, pour réduire au maximum la durée des séjours hospitaliers des malades. De même, pour atteindre un nombre plus élevé de patients, il est nécessaire que les hôpitaux universitaires accordent une plus grande attention au bien-être des malades, en adaptant les lieux en conséquence.

Par exemple, les responsables de l'Hôpital pour enfants Evelina de Grande-Bretagne ont créé plusieurs lieux de loisirs et même une école. Le nouveau design a été réalisé selon les suggestions des enfants et de leurs parents (Baker, 2006). Quant à Bartley et Bjerke (2001), elles soulignent l'importance de consulter les médecins et les infirmières pendant la phase conceptuelle. Leurs conseils peuvent s'avérer particulièrement importants pour l'amélioration future de la performance médicale.

Ce genre de construction comporte, en général, la structure suivante : un large hall d'entrée, qui intègre les bureaux d'accueil et d'admission, des espaces-restauration et, parfois, des boutiques-cadeaux, une librairie ou une pharmacie; cours et fontaines intérieures et extérieures; couloirs larges; stationnements et tunnels souterrains. D'autres éléments peuvent être liés à la singularité du projet. C'est le cas de l'Hôpital pour enfants de Calgary, ouvert en septembre 2006, où l'on distingue l'usage que les designers ont fait de l'art non conventionnel, en s'inspirant, dans la conception du site, des dessins réalisés par les enfants; les formes et les couleurs des fenêtres du nouvel édifice respectent donc celles des dessins des enfants (Donnelly, 2006). Au Centre de santé Mercy d'Oklahoma City (États-Unis), un labyrinthe a été construit devant l'hôpital, des recherches antérieures indiquant que cette forme particulière contribue à la réduction du stress (Greene, 2005).

Retenons que le design de type village de santé est un design qui encourage, plus que d'autres, la socialisation. Bien qu'il y ait encore des personnes qui ne croient pas nécessairement à la guérison par le design, il est certain que ce type d'architecture conduit à une meilleure acceptation de l'hôpital, de l'hospitalisation et de la médecine en général au sein de la communauté locale (Baker, 2006; Briggs et Liddell, 2004; Cassidy, 2003a; Driesen, 2006; Gaudin, 2006; Wagenaar, 2006a; Westelaken, 2006; etc.).

2.2.3 Matériaux de construction et intégration de la nature

L'impact de la nature et des éléments naturels sur le bien-être des patients est un sujet largement débattu dans la littérature de spécialité. La plupart des designers prévoient ainsi l'aménagement de cours ou encore des jardins curatifs (*healing gardens*). Ces espaces verts aideraient les patients à dépasser le stress lié à la maladie et pourraient avoir des effets bénéfiques sur les difficultés d'ordre émotionnel et psychologique que peuvent éprouver les malades ou les membres de leurs familles lors du rétablissement (Black, 2004; Eagle, 2007b; Hartig, 2005; Marcus et Barnes, 1995; Rich, 2002; Richmond, 2005; Van den Berg, 2005; Wagenaar, 2006b; etc.). En général, les espaces publics tels que les cafétérias, les salles de conférences, les bibliothèques, donnent sur ces cours, ce qui facilite également une meilleure orientation visuelle.

Le Tableau 2.3, ci-après, résume les résultats d'une recherche entreprise par Marcus et Barnes (1995, p. 11-21). Plus de 70 % des participants à la recherche ont déclaré se sentir moins stressés après avoir visité un jardin de l'hôpital. Quatre-vingt-quatorze pour cent y sont allés pour se relaxer et environ soixante-dix pour se promener. Plus de la moitié des employés y vont régulièrement et 30 % des patients y bénéficient. Ces résultats, enregistrés il y a plus de 15 ans, sont reflétés dans la manière dont le design hospitalier a défini ses objectifs, les nouveaux bâtiments intégrant, sans exception, le concept de la nature.

Tableau 2.3 Avantages et désavantages des jardins curatifs

Type d'espace	Avantages	Désavantages
Espace vert à l'extérieur du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aide à l'orientation ▪ Usage multiple ▪ Image familière ▪ Intimité au rez-de-chaussée 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts d'entretien assez élevés ▪ Risque de surutilisation lorsque c'est le seul espace vert
Véranda à l'entrée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indicateur de l'entrée principale ▪ Espace d'attente 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risque de sous- ou surutilisation
Jardin à l'entrée	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visible et accessible ▪ Belle vue à l'entrée ▪ Estompe l'image du pavage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risque de réduction de la visibilité de l'entrée et du stationnement
Cour extérieure dans l'enceinte de l'hôpital	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semi-privée et sécuritaire ▪ Accès facile ▪ Protégée du vent et, parfois, du soleil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les usagers pourraient avoir le sentiment d'être dans une cage ▪ Certains patients seront obligés de couvrir les fenêtres pour avoir de l'intimité
Esplanades à l'intérieur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coûts d'entretien réduits ▪ Déplacement facile 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peu de qualités thérapeutiques à cause de l'usage extensif
Terrasse sur le toit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisation efficiente d'un espace qui reste d'habitude vide ▪ Belle vue panoramique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peut être inconfortable à cause du vent et du soleil
Jardin curatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encourage les bénéficiaires à en profiter, laissant entendre que le lieu a été pensé pour stimuler la guérison ▪ Bruit réduit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selon l'emplacement, la dimension et la visibilité, certains usagers pourraient ressentir de l'inconfort à l'idée de s'y rendre ▪ En l'absence d'un design adéquat, sa fonction peut être confondue
Jardin de méditation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lieu de méditation ▪ Par sa désignation, empêche les gens à s'y installer pour prendre le repas ou pour fumer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si visible de l'intérieur, les usagers pourraient avoir le sentiment d'être dans un aquarium ▪ Risque d'utilisation pour d'autres activités (lecture, écriture)
Serre à contempler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aire réduite ▪ Peut être admirée de l'intérieur ▪ Coûts d'entretien réduits 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les plantes ne peuvent pas être admirées de près ▪ Le bruit de la nature ne peut pas être entendu
Jardin de promenade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peut être utilisé par les visiteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si trop petit, peut donner le sentiment d'être dans une cage

Les avantages de l'intégration de la nature dans la conception d'un hôpital concernent également des aspects techniques, puisque les plantes réduisent la quantité de monoxyde de carbone⁹. Sachant que la qualité de l'air est essentielle pour le rétablissement, voire pour la diminution des risques d'infections hospitalières, une attention particulière est accordée à la maximisation de la ventilation naturelle.

Observons aussi que les designers préfèrent des matériaux de construction naturels : le bois, le granite et le verre (Dilani, 2001, 2004; Wagenaar, 2006b). Par exemple, au nouveau Centre régional des sciences de la santé de Thunder Bay, en Ontario, vu le désir du concepteur de mieux intégrer l'édifice à l'environnement naturel, le bois a été utilisé comme élément principal de la structure de résistance, même si des mesures spéciales ont dû être prises pour la sécurité de l'établissement, en raison des risques de combustion (Farrow, 2006)¹⁰. Par contre, les exigences d'hygiène commandent que ces matériaux soient non corrosifs, non poreux, durables et faciles à nettoyer (Bartley et Bjerke, 2001; Facility Guidelines Institute et American Institute of Architects, 2006; Institution of Mechanical Engineers, 2003; Kobus *et al.*, 2000). Harrison (1997) a analysé, dans *Civil Engineering*, les erreurs faites lors de la construction de l'Hôpital universitaire de Washington, où il a fallu remplacer toutes les pièces de céramique décorant les murs, qui s'étaient détériorées dans les cinq années après l'ouverture de l'édifice.

Le verre permet de maximiser l'éclairage naturel, dont le bénéfice pour les patients et le personnel médical est net, des études récentes ayant montré qu'il peut réduire la durée de l'hospitalisation : les cas de dépression et la prise d'analgésiques sont diminués (Van den Berg, 2005). Pour les salles d'opération et des lieux de travail du personnel médical, leurs demandes doivent être prises en compte (Epp *et al.*, 2001; Fontaine *et al.*, 2001; Romano, 2001). Ainsi, lors de la construction de l'Institut du cancer de Detroit, les infirmières ont

⁹ L'utilisation des plantes artificielles est restreinte, mais possible. À l'Hôpital Riverdale de Toronto, la plus grande institution de soins de longue durée du Canada, les plantes naturelles ont été remplacées par des plantes artificielles après que l'on ait observé que les patients âgés souffrant de sénilité occupaient leur temps à déplacer et à traîner les plantes au long des corridors (Tobia et Black, 2001).

¹⁰ Le bâtiment est le premier de ce genre au Canada (Farrow, 2006).

sollicité que l'éclairage se réalise indirectement, pour éviter la surchauffe de la zone de travail (Cassidy, 2003a). Plus au nord, à Thunder Bay (Ontario), où les conditions climatiques et géographiques écourtent l'éclairage diurne, l'édifice a été orienté en fonction du mouvement du soleil (Farrow, 2006). Le design adéquat a également permis l'éclairage naturel du centre de cancer, une zone habituellement murée à cause des émissions radioactives.

Une autre caractéristique importante est la propriété des matériaux de construction d'absorber le son, étant su que le bruit est un aspect des plus dénoncés durant l'hospitalisation (Fick et Vance, 2006; Intitution of Mechanical Engineers, 2003; Kobus *et al.*, 2000; Van des Berg, 2005; Wagenaar, 2006b). Il a été d'ailleurs démontré que la réduction du bruit de six décibels diminue le stress du personnel médical et améliore la qualité du sommeil des patients, ainsi que la communication entre les malades et les infirmières (Hagerman *et al.*, 2005; Joseph et Ulrich, 2007)¹¹.

Enfin, l'influence de la nature se répercute dans l'utilisation de certaines couleurs ou images qui peuvent affecter la convalescence des malades. On remarque la prédilection pour les couleurs chaudes et les pastels; par exemple, le Centre médical universitaire d'Ohio a opté pour le jaune et le brun (Babcock, 2005). Les couleurs aident également à délimiter différents départements et zones de l'hôpital, comme à l'Hôpital pour enfants de Calgary, où l'on a peint chaque étage dans une couleur différente (Donnelly, 2006).

2.2.4 Principaux avantages et limites des environnements curatifs

Les effets les plus importants d'une conception réalisant des environnements curatifs sont, d'après Cassidy (2003b) :

1. Réduction du stress et de l'angoisse des patients et des familles;

¹¹ La recherche a été conduite par Roger Ulrich, grâce à la collaboration avec une firme suédoise qui produit des systèmes de sons de haute technologie. Le chercheur a fait installer des plafonds qui absorbent le son et a mesuré les effets de la réduction du bruit sur les patients et les infirmières.

2. Amélioration de l'état d'esprit des praticiens et, par conséquent, augmentation de la performance au sein de l'établissement de santé;
3. Amélioration des capacités de traitement grâce à une meilleure utilisation des ressources;
4. Diminution notable du taux d'infections nosocomiales;
5. Réduction des accidents à l'intérieur de l'établissement par l'amélioration de la qualité de l'éclairage et de l'aménagement intérieur;
6. Limitation possible de l'utilisation de médicaments, notamment d'analgésiques grâce à l'environnement chaleureux et relaxant¹²;
7. Réduction des coûts variables grâce au design adapté à tous les types de bénéficiaires;
8. Minimisation des erreurs médicales puisque la conception factuelle diminue les transferts des patients et accorde de l'importance aux lieux de stockage et de distribution des médicaments;
9. Augmentation de la compétitivité sur le marché, sachant que les bénéficiaires préfèrent des environnements chaleureux, adaptés aux malades et à leurs proches.

Ces changements, imposés par les besoins des patients et de leurs familles, peuvent être admirablement mis en œuvre à l'occasion d'une nouvelle construction ou du réaménagement d'un site.

Pourtant, en dépit des bénéfices prouvés de cette approche, l'absence de données fermes peut servir d'argument à la résistance, au moment de sa mise en œuvre. D'ailleurs, même la question des avantages de l'éclairage naturel, rigoureusement et longtemps étudiée, pose parfois problème, les responsables de la construction des nouveaux hôpitaux refusant fréquemment les dépenses pour des vitres plus larges (Solovy, 2006). Retenons donc que la pensée orientée sur l'impact à moyen et à long termes est essentielle pour la réussite d'un tel projet (Gesler *et al.*, 2004; K. Hamilton, 2004; Symon *et al.*, 2008).

¹² Une étude menée auprès de l'Institut du cancer de Detroit fait état de la réduction de 54 % de l'utilisation des analgésiques dans un espace nouvellement aménagé, respectivement une réduction de 16 % de la médication en général (Cassidy, 2003b).

Avançons un deuxième exemple : une recherche de 2008 ne peut confirmer avec certitude les évidences scientifiques de l'impact de l'occupation individuelle des chambres sur la guérison. Van de Glind *et al.* ont analysé 25 études, pour conclure que les chambres individuelles ont seulement un effet modéré sur la satisfaction des patients au sujet des soins fournis, du niveau du bruit et de la qualité du sommeil. Des résultats contradictoires ont été également obtenus en ce qui concerne la diminution des infections nosocomiales, le facteur humain semblant donc tout aussi important que l'aménagement des lieux.

Ceci nous conduit au deuxième obstacle, qui peut être formulé ainsi : même si certaines données confirment la réduction des erreurs et des méfaits, ce type d'architecture ne constitue pas une panacée *per se* (Solovy, 2006; Ulrich *et al.*, 2004, Ulrich, 2006; Wagenaar, 2005, 2006b). En l'absence d'une collaboration efficace entre designers, chercheurs, administrateurs, personnel médical et patients, la mise en œuvre d'un design curatif peut voir ses effets limités.

Enfin, une troisième limite est dénoncée par les concepteurs. Lors d'un débat organisé par Health Facilities Management, Andrew Jarvis, un architecte qui a contribué à la conception de nombreux bâtiments hospitaliers aux États-Unis, a déclaré ceci :

« Evidence-based design is anchored in clinical reality. When evidence is not available, we in the design professions and in health care need to push the boundaries and support what we intuitively know makes a difference for patients » (Solovy, 2006, p. 33).

Paradoxalement, d'autre part, les designers craignent que l'approche centrée sur les preuves ne restreigne pas leur créativité (K. Hamilton, 2004).

Concluons que les résultats des études dans le domaine factuel devraient être considérés plutôt en termes de cadres descriptifs et interprétatifs qui appellent à la réflexion et au commentaire, mais aussi à des innovations.

2.3 L'aménagement stratégique et les environnements performants

Plus de 60 % des responsables de centres de santé américains qui réaménagent leurs édifices considèrent l'efficacité opérationnelle comme le facteur primordial dans la prise de cette décision. Le deuxième argument mentionné est la nécessité de mieux répondre aux besoins de plus en plus ponctuels des soins des patients (Carpenter, 2004).

Le design factuel ne vise pas seulement un changement esthétique. Des efforts notables ont été faits les dix dernières années pour organiser le bâtiment de telle façon que, par exemple, les employés gagnent du temps et économisent de l'énergie en entreprenant leurs activités quotidiennes. Cette approche permet, entre autres, de réduire au maximum les distances que les membres du personnel médical doivent parcourir sur le site et d'augmenter ainsi le confort personnel et l'efficacité professionnelle (American Hospital Association, 2002; Barker et DeBord, 2005; Carpenter, 2004; Cassidy, 2003a; Cole, 2006; K. Hamilton 2000a; Hendrich et Lee, 2005; Reiling *et al.*, 2003; etc.).

D'autre part, les changements rapides opérés dans le domaine technologique font que les bâtiments hospitaliers doivent être conçus adéquatement, pour pouvoir être adaptés facilement et sans trop de coûts supplémentaires aux nouveaux équipements (Bigelow et Arndt, 2005; Brailer, 2005; Cole, 2006; Harvey et Debajyoti, 2008; Nayar, 2005; etc.). En outre, des événements récents comme les catastrophes naturelles ou les attentats terroristes supposent que les hôpitaux soient plus que jamais flexibles, pour pouvoir accueillir, en cas d'urgence, un plus grand nombre de patients (Carpenter, 2006).

2.3.1 Trois niveaux de flexibilité

Harvey et Debajyoti (2008) insistent sur la nécessité de la planification à long terme, et cela, même si certains responsables d'établissements de santé préfèrent des résultats immédiats. Selon Cole (2006), à part l'impact que la conception peut avoir sur la création de milieux curatifs, les objectifs du design devraient comprendre : la flexibilité, qui se traduit

notamment par la facilité des réaménagements ultérieurs; les besoins de qualité des nouvelles constructions; enfin, la viabilité économique et sociale, indiquant, entre autres, la nécessité de se concentrer sur la durée de vie de l'investissement plutôt que sur les coûts immédiats.

Debajyoti *et al.* (2008) définissent principalement trois niveaux de flexibilité : d'adaptation (ou l'adaptabilité), de conversion et d'expansion. L'adaptabilité vise notamment la proximité, pour permettre d'adapter facilement les lieux et l'utilisation des services. En voici les principales mesures :

- la standardisation des chambres, des salles de consultation et de celles d'opération, afin de permettre leur utilisation multiple¹³;
- l'amélioration de l'utilisation des salles d'opération (par exemple, changer d'horaire ou prévoir l'utilisation conjointe);
- la conception du département d'urgences à côté d'un département qui ferme régulièrement en fin d'après-midi, pour utiliser ces chambres en cas de congestion¹⁴;
- la planification conjointe des lieux d'attente, des espaces de restauration et des zones d'achat;
- l'utilisation commune des services de laboratoire, de la pharmacie, des départements d'imagerie médicale, etc.

La flexibilité de conversion concerne la possibilité d'ajuster les lieux, notamment :

- ajouter de l'équipement mobile et convertir les espaces et les chambres non utilisés;
- placer des bureaux administratifs ou les départements de recherche à côté des départements complexes, tels que les soins intensifs ou les urgences, pour pouvoir les réaménager en cas d'expansion;
- prévoir la possibilité de reloger des services sur l'étage ou sur d'autres sites;

¹³ Voir également Egel (2005); Kobus *et al.* (2000); Lowe (2000); Wagenaar (2006b).

¹⁴ Ce modèle d'organisation a été appliqué lors de la construction d'un hôpital pour enfants en Grande-Bretagne. Au fait, les architectes ont tenu compte des observations du personnel médical, qui signalait la congestion des urgences durant l'hiver, à cause des maladies respiratoires (Baker, 2006).

- concevoir des espaces « neutres » sur chaque étage, qui peuvent être utilisés tantôt comme espaces de stockage, tantôt comme lieux de soins, selon le besoin immédiat;
- concevoir les zones destinées aux équipements mécaniques, électriques et de plomberie dans des interstices situés entre les étages occupés par les départements cliniques et les bureaux administratifs ou les salles d'enseignement¹⁵.

La flexibilité d'expansion concerne plus particulièrement :

- le design d'espaces adjacents en vue d'une future expansion des lieux;
- le surdimensionnement des fondations et des structures de résistance, pour que le bâtiment puisse abriter tous les appareils qui lui seront nécessaires;
- la construction d'étages supplémentaires, vides, sans murs intérieurs, d'autant plus que les coûts de construction initiaux s'avèrent moins élevés que ceux des interventions ultérieures de type mansardes.

D'autres auteurs insistent sur l'importance d'envisager des systèmes de sécurité adéquats, de bâtir des générateurs d'électricité supplémentaires, d'augmenter le contrôle de l'air et d'accroître les capacités d'isolation (Kobus *et al.*, 2000; Wagenaar, 2006b). Enfin, étant donné que les centres hospitaliers disposent, en général, de grands édifices, l'impact sur l'environnement est souvent assez important, ce qui fait que de plus en plus d'auteurs parlent de l'efficacité du « design vert » (Cama, 2009; Dilani, 2004; Hamilton et Watkins, 2009; Kobus *et al.*, 2000; May, 2004; Van den Berg, 2005; Wagenaar, 2006b).

2.3.2 Intégration des nouvelles technologies médicales et de la communication

La médecine est un secteur qui est très influencé par les changements de la technologie. Même pour des projets achevés, les lieux doivent être constamment ajustés : les chirurgiens ont besoin de salles d'opération plus grandes, pour les nouvelles technologies d'imagerie numérique; les équipements changent de design et de fonction, la plupart devenant mobiles;

¹⁵ Zeidler (2004, 2006) est un des promoteurs des interstices, construits pour la première fois au Canada il y a une trentaine d'années, au Centre de santé McMaster.

l'utilisation des réseaux informatiques est amplifiée, les dossiers des patients étant ainsi accessibles sur différents sites (Flynn, 2004; Hu et Huang, 2004; Jussaume 2000; Litch, 2007; etc.). C'est dire que les changements technologiques influent sur plusieurs éléments de l'architecture d'un hôpital : les salles d'opération, comme les chambres des patients, les services des urgences, les postes de travail des infirmières et les bureaux administratifs. « You have to plan for the obsolescence of technology », déclarait, il y a quelques années, l'architecte américain Ralph Hawkins (Flynn, 2004, p. 22).

D'ailleurs, des études récentes ont montré que les nouvelles technologies représentent un facteur particulièrement important dans l'évaluation des performances au sein de l'établissement hospitalier. En ce sens, Naing *et al.* (2008) présentent les résultats d'une recherche réalisée en Malaisie, en soulignant que : 78 % des hôpitaux participants à l'étude utilisent les nouvelles technologies pour réduire les erreurs médicales, 78 % dans le but d'améliorer la gestion des soins de santé et 74 % pour augmenter la compétitivité de l'établissement.

Certains hôpitaux ont adopté déjà la technologie sans fil, ce qui facilite l'utilisation des assistants personnels numériques et des ordinateurs portables tant par le personnel soignant que par les patients et les visiteurs. L'Hôpital universitaire George Washington, aux États-Unis, est un exemple, avec son programme d'intégration des assistants personnels numériques dans l'activité médicale (*Voir* Flynn, 2004). L'un des avantages les plus évidents de cette technologie est que la base de données des patients est disponible à tout moment et en tous lieux.

Aussi, les designers doivent retenir que l'hôpital du 21^e siècle fonctionne également dans un espace virtuel. Le concept de télémédecine a été introduit il y a une dizaine d'années pour répondre aux besoins de la population vivant dans des régions éloignées. De nos jours, la télémédecine est utilisée à une échelle encore plus large, en facilitant la communication entre les médecins, mais aussi entre les utilisateurs et les fournisseurs de soins de santé à l'échelle locale comme internationale.

Les nouveaux édifices seront bâtis de manière à ce que les plafonds des salles d'opération et des départements des urgences puissent soutenir des robots chirurgicaux et des appareils d'imagerie médicale (Edum-Fotwe *et al.*, 2003; Haugh, 2003; Joch, 2003; Oliver, 2004; Romano, 2001; Wade, 2005; etc.). En même temps, il faudra repenser l'architecture des départements d'imagerie médicale. Grâce aux technologies d'imagerie numérique, les chambres noires, les espaces utilisés pour le stockage des films et les salles de radiographie disparaîtront. Certains établissements prévoient encore de telles pièces, mais il est utile qu'elles soient dessinées pour être réaménagées facilement (Flynn, 2004). Ainsi, à l'Hôpital pour enfants de Toronto, les designers ont choisi de regrouper la radiologie avec les bureaux administratifs, le centre ambulatoire et la cafétéria, pour permettre de transférer facilement cet espace à la recherche (Zeidler, 2006).

Un nombre croissant d'hôpitaux va opter pour le stockage électronique des dossiers des patients; les bureaux centralisés des infirmières deviendront superflus, et on leur préférera des postes de travail indépendants (Flynn, 2004). En ce sens, les concepteurs du Centre médical méthodiste de Mansfield, aux États-Unis, ont prévu des postes informatiques de travail toutes les deux chambres, entourés de murs vitrés, pour faciliter en même temps la surveillance des patients (Barker et DeBord, 2005). Le même principe de la visibilité a été appliqué dans la conception de l'Hôpital pour enfants de Toronto et le Centre de sciences de la santé d'Edmonton (Zeidler, 2006).

Plusieurs hôpitaux envisagent de créer des « étages-technologies » afin de diminuer les coûts de réaménagement et faciliter une meilleure utilisation de l'espace, puisque les câbles et les fils électriques peuvent être regroupés plus facilement (*Voir* Zeidler, 2006).

Le tableau suivant présente les principaux impacts que les nouvelles technologies ont sur la pratique médicale comme sur le design hospitalier.

Tableau 2.4 Impact des nouvelles technologies sur la pratique médicale
Tiré de Flynn (2004, p. 22)

Technologie médicale	Lieux	Impacts sur l'organisation hospitalière	Implications pour le design
Robots médicaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salles d'opération 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amélioration de la performance médicale 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptation du design ▪ Connexion IT
Systèmes d'archivage connectés à Internet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Département d'imagerie ▪ Salles d'opération 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Élimination des chambres noires et des lieux de stockage des films radiographiques 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconfiguration de l'espace
Imagerie pour les patients externes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Département d'imagerie médicale 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Création de lieux d'intervention multidisciplinaire 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconfiguration de l'espace ▪ Révision des mesures de stérilisation ▪ Connexion IT
Imagerie dans les salles d'opération	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salles d'opération 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Placement de consoles de contrôle dans les salles d'opération 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptation du design ▪ Connexion IT
Réseaux sans fil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chambres ▪ Postes de travail du personnel médical 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Décentralisation des postes de travail ▪ Accès immédiat aux dossiers des patients ▪ Systèmes de communication non bruyants 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptation du design ▪ Antennes ▪ Connexion IT
Distributeurs de médicaments	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Postes de travail des infirmières 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction des erreurs de médication ▪ Meilleur contrôle de l'inventaire 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Élimination des lieux de stockage des médicaments ▪ Adaptation du design (espace pour les distributeurs) ▪ Connexion IT

Retenons donc qu'un design adapté aux nouvelles technologies prévoit l'introduction de réseaux informatiques sans fil, envisage la possibilité de câblage supplémentaire et planifie

l'expansion de la capacité électrique. La tendance est aussi pour une conception modulaire, qui permet le réaménagement facile des lieux. Dans la nouvelle conception des hôpitaux, une attention particulière devrait être accordée à la décentralisation des postes de travail, à la réorganisation des salles d'opération, du département de radiologie et des chambres des patients.

2.3.3 Une conception pour l'efficience

Le domaine de la santé n'a pas été contourné par les règles économiques. Ce milieu est de plus en plus performant et la population s'attend à pouvoir choisir parmi une diversité de produits et de services. Dans un tel contexte, les hôpitaux n'ont d'autre choix que d'aligner leur fonctionnement et organisation sur le spectre de la performance et de l'efficience.

Dans une étude comparative portant sur l'efficience des systèmes médicaux français et américains, Dervaux *et al.* (2004) ont mesuré la performance d'environ deux mille centres de santé – hôpitaux généraux, hôpitaux universitaires, cliniques privées, etc. Les auteurs ont conclu que les hôpitaux français enregistraient un taux d'inefficience technique plus élevé que ceux aux États-Unis à cause de leur taille, de la prépondérance de patients internes et de la surutilisation des lits. Dans les deux pays, les hôpitaux universitaires sont moins efficaces que les hôpitaux non universitaires. Cette situation tiendrait au fait que les hôpitaux universitaires soignent un plus grand nombre de maladies chroniques graves et que le processus thérapeutique est donc plus sophistiqué, impliquant plusieurs ressources.

Une étude similaire a été menée par Mintzberg (1997), qui a comparé un hôpital universitaire canadien et un centre de santé britannique. Il observe, entre autres, le point névralgique que constitue la coexistence de deux types de services dans les établissements universitaires de santé : les soins d'une part et l'enseignement et la recherche d'autre part. Cependant, la situation est contraire dans l'étude de McDermott (2007), qui démontre que les hôpitaux universitaires gèrent mieux l'utilisation des lits et, donc, de ce point de vue, ont des coûts réduits.

C'est dire que la construction d'un nouvel hôpital et le réaménagement d'un bâtiment de santé constituent un moment privilégié pour repenser l'organisation du fonctionnement d'un hôpital dans le but d'atteindre de meilleures performances.

Walston et Kimberly (1997) identifient principalement sept éléments d'une réingénierie hospitalière orientée vers la performance :

1. Réorganisation des soins, en rassemblant les unités qui requièrent des services similaires et en optant pour un design centré sur les patients;
2. Gestion des ressources cliniques, en mettant en place des protocoles et un design qui contribuent à la réduction de la durée de l'hospitalisation;
3. Décentralisation des services, par l'utilisation conjointe des services tels que les services de laboratoire, d'imagerie médicale et les services techniques;
4. Réorganisation des quarts de travail afin de maximiser l'utilisation des ressources;
5. Utilisation performante des ressources matérielles et techniques (par exemple, la mise en place d'un système de téléphonie mobile, qui permette aux infirmières, aux médecins et aux patients d'être contactés à tout moment, et l'utilisation conjuguée des services de radiologie et des salles d'opération);
6. Mise en place de projets qui encouragent la réalisation des économies, tels que des projets d'efficacité énergétique et mise à jour des systèmes informatiques;
7. Changements dans l'organisation générale, tels que : la réorganisation des départements et des quarts de travail; le changement des heures d'ouverture de certains départements; l'utilisation conjointe de certains services.

Ce genre de mesures permet d'optimiser l'utilisation du personnel, d'accroître la performance de l'acte médical, enfin, de rendre plus efficace la gestion générale de l'hôpital. Par contre, la réussite d'une telle démarche est influencée par les moyens que les gestionnaires se donnent pour mettre en œuvre le programme de réingénierie.

Plusieurs outils et méthodes d'évaluation ou de mesure de la performance venant des sciences économiques peuvent servir d'aide à améliorer les performances au sein des

établissements de santé. Citons, entre autres : les critères Baldrige, utilisés par Manjunath *et al.* (2007) dans la mesure des performances d'un hôpital en Inde; l'approche Toyota, qui vise plus particulièrement des indicateurs comme le respect des clients et du personnel médical, la satisfaction des clients, la minimisation des temps d'attente et des déplacements (Gibson, 2007); ainsi que la simulation à événements discrets, un système conçu en trois phases, allant de la planification, par le plan directeur, au design proprement dit (*ibid.*). Quelle que soit la méthode utilisée, la résistance au changement peut représenter une limite importante dans la mise en place d'un programme visant l'amélioration des performances, puisqu'il s'agit d'une modification de certaines habitudes de travail.

2.3.4 Principaux avantages et limites des environnements performants

Résumons les principaux effets prouvés d'un design axé sur la flexibilité, l'adaptabilité et l'efficacité (Chefurka *et al.*, 2000; Cole, 2006; Debajyoti *et al.*, 2008; Fisher *et al.*, 2004; Harvey et Debajyoti, 2008) :

1. Minimisation des distances à parcourir par le personnel médical et, par conséquent, amélioration du bien-être du personnel et de la qualité des soins grâce à la proximité des chambres et des postes de travail;
2. Optimisation de la gestion du flux des patients;
3. Amélioration de la supervision visuelle des patients par la déconstruction de l'espace;
4. Augmentation de l'efficacité des systèmes logistiques et d'infrastructure (la conception d'étages-technologie et le regroupement des aires techniques maximisent également l'espace réservé aux soins);
5. Amélioration de l'utilisation de l'espace, en concevant des lieux multi-usages, en optimisant les espaces adjacents (salles d'attente, lieux de repos, etc.) et en éliminant les espaces superflus;
6. Augmentation de la fonctionnalité de certaines aires, en regroupant les départements des soins de jour à ceux des urgences;
7. Planification de l'expansion future en disposant d'espaces « neutres » ou vides;

8. Contribution à l'environnement grâce à un « design vert »;
9. Réduction des coûts à moyen et long termes.

S'agissant des contraintes majeures, notons que les coûts initiaux d'un design stratégique peuvent représenter une limite importante. Bien qu'à long terme ils puissent être beaucoup réduits, l'idée de dépenser des frais supplémentaires pour surdimensionner les fondations ou bâtir des étages supplémentaires peut effrayer les responsables des établissements de santé.

Deuxièmement, la résistance au changement peut être encore plus importante que pour le design d'un environnement curatif, puisqu'il s'agit d'une modification de certaines habitudes de travail. Bate *et al.* (2000) insistent d'ailleurs sur l'adoption d'une approche culturelle (« *culturally sensitive* ») dans la réorganisation des activités d'un hôpital. C'est dire qu'il est crucial que les changements proposés à travers le design soient intégrés dans la vie organisationnelle, sinon ses effets se verront radicalement restreints. Et la façon la plus facile de rendre les acteurs sensibles au processus de changement est de les inclure.

2.4 Conclusion

Ce passage en revue de l'approche que nous étudions démontre que la conception centrée sur le bien-être des patients et la flexibilité du design représente la tendance majeure du 21^e siècle. Les bénéfices des différents aspects du design factuel sont, pour la plupart, prouvés et contribuent tant à améliorer la qualité des soins qu'à rendre plus efficaces les activités au sein des établissements de santé. C'est dire que l'impact de cette approche sur les patients et sur l'organisation de l'activité hospitalière est notable.

Par ailleurs, les contraintes qui ont été soulignées – notamment en termes financiers et de résistance au changement – représentent des limites importantes. La documentation insuffisante représente un autre obstacle, des recherches supplémentaires étant nécessaires pour confirmer plusieurs éléments du design factuel.

En plus de multiplier les études sur la conception fondée sur les faits, plusieurs auteurs indiquent la nécessité que les hôpitaux intègrent une logique d'affaires, par l'emploi des méthodes de mesure de la performance. L'on gagnerait ainsi à évaluer la performance de l'établissement non seulement en termes de coûts, mais aussi d'efficience des services rendus. Envisager des partenariats avec le secteur privé pour maximiser le financement des projets de design factuel est une autre recommandation (*Voir* Esposito, 2009; Flinders, 2005). Finalement, il demeure essentiel de planifier le changement en impliquant le personnel médical et les patients, et cela afin d'accroître les conditions facilitant la réussite de la mise en œuvre du projet.

Les principaux enjeux de planification et les différences notables entre deux modes de construction hospitalière sont passés en revue dans le chapitre 3.

CHAPITRE 3

OBJECTIFS ET ENJEUX DE LA PLANIFICATION ET DE LA CONSTRUCTION DES HÔPITAUX

La conception d'un nouvel hôpital offre une opportunité idéale pour créer un environnement performant, propice à la guérison. Par contre, cela représente un exercice difficile, d'autant plus s'il s'agit d'un centre universitaire de santé, qui doit répondre à au moins trois missions – clinique, de recherche et d'enseignement. C'est pourquoi les concepteurs-constructeurs d'hôpitaux formulent plusieurs types d'objectifs de planification. La première section de ce chapitre vise à passer en revue les grands axes de la planification, tout en saisissant les enjeux de réalisation, d'un établissement de santé sur plusieurs sites, comme le Centre universitaire de santé McGill.

Dans un deuxième temps, nous nous attardons sur les distinctions déterminantes entre le mode de construction conventionnel et le partenariat public-privé dans le secteur de la santé, tel qu'elles ressortent de la littérature de spécialité.

Les éléments qui se détachent de ces deux synthèses ont été utilisés en complément aux aspects soulevés dans le chapitre précédent afin de structurer la base de données du système interactif d'aide à la décision pour projets hospitaliers de design factuel.

3.1 La planification

Bon nombre d'auteurs et de professionnels, que ce soient des planificateurs, des architectes ou des fournisseurs de soins, avancent que tout projet de construction ou de réaménagement d'un établissement de santé qui intègre les principes du design factuel comprend en général les étapes suivantes (Dilani, 2004; Kobus *et al.*, 2000; K. Hamilton, 2004; Hamilton et Watkins, 2009; Wagenaar, 2006b) :

1. La définition des hypothèses et des objectifs de la planification, qui consistent principalement à :
 - décrire le contexte général du projet;
 - évaluer, selon le cas, les anciennes structures et les nouvelles infrastructures nécessaires;
 - réaliser des scénarios sur l'évolution des besoins;
 - estimer les risques et les bénéfices du projet;

2. L'identification des aspects-clés que l'architecture basée sur les faits devrait toucher :
 - faire une revue de littérature;
 - effectuer des études comparatives;
 - consulter les professionnels et les bénéficiaires;
 - explorer les implications du design du projet sur les bénéficiaires;

3. La réalisation du plan clinique et du programme fonctionnel et technique :
 - le plan clinique regroupe les lignes directrices pour les soins à fournir;
 - le programme fonctionnel et technique décrit l'organisation et le fonctionnement de l'établissement, les besoins en matière d'espace et d'équipements, les coûts immobiliers et l'échéancier des travaux;

4. La réalisation des devis de performance :
 - préciser les résultats attendus, tout en laissant à l'entrepreneur une certaine liberté quant aux choix des moyens et des méthodes de travail;

5. La phase de design :
 - analyser les spécifications incluses dans le plan clinique, le programme fonctionnel et technique, et dans le devis de performance;
 - concevoir le concept préliminaire;

- faire évaluer le concept préliminaire et, le cas échéant, l'ajuster;
- mettre en œuvre le concept.

Durant ce processus, les planificateurs et les concepteurs ont pour tâche de respecter un nombre d'objectifs spécifiques à la construction dans le secteur de la santé, tout en faisant preuve de flexibilité pour adapter le projet au contexte local. Dans le cas du Centre universitaire de santé McGill : un redéploiement sur plusieurs sites.

3.1.1 Objectifs de planification hospitalière

Il y a principalement cinq types d'objectifs que la planification pour la construction d'un établissement de santé devrait poursuivre (Cama, 2009; Dilani, 2004; Hamilton et Watkins, 2009; Kobus *et al.*, 2000; Wagenaar, 2006b; etc.) :

1. Objectifs socio-sanitaires :

- séparer les départements pour adultes de ceux pédiatriques, afin de respecter les différences physiologiques et psychologiques entre ces deux types de patients;
- dissocier les soins hospitaliers des services ambulatoires;
- envisager des unités efficaces, en mettant à contribution le concept de proximité;
- optimiser l'utilisation des équipements de pointe;
- intégrer les activités de recherche et d'enseignement aux secteurs cliniques dans les hôpitaux universitaires;

2. Objectifs urbains et architecturaux :

- créer un environnement curatif;
- renforcer les liens avec la communauté urbaine;
- faciliter l'accès et l'orientation;
- fragmenter les volumes, afin d'éviter l'apparence d'un bloc monolithique et de permettre la conception des vues dégagées et des jardins et/ou des cours à l'intérieur de l'hôpital;

- maximiser l'apport de lumière naturelle;
 - promouvoir le contrôle des facteurs de confort environnemental (air, température, éclairage, acoustique);
3. Objectifs opérationnels et fonctionnels :
- réduire les risques et l'impact défavorable de l'environnement sur la santé;
 - réaliser des bâtiments innovants, qui facilitent le déplacement, la communication et l'observation des patients;
 - encourager l'utilisation conjointe de certains services (radiologie, laboratoire, pharmacie, salles d'attente, etc.);
 - créer un espace flexible et facilement modifiable;
4. Objectifs techniques :
- intégrer les principes du développement durable;
 - mettre en place des systèmes électromécaniques flexibles, permettant d'être ajustés à différentes activités;
 - automatiser les systèmes de distribution interne;
 - employer des matériaux et des systèmes qui optimisent les coûts d'immobilisation, d'exploitation et d'entretien;
 - adopter des technologies performantes;
5. Objectifs de mise en œuvre :
- s'assurer que la mise en œuvre respecte la mission et la vision de l'hôpital;
 - choisir des équipes de construction et de gestion de projet avec une expérience adéquate en matière de construction hospitalière;
 - minimiser les risques liés au respect de l'échéancier et du budget.

Ces objectifs concernent, bien évidemment, l'ensemble des départements d'un hôpital, mais leur importance varie toutefois selon les différents types de lieux. Ainsi, pour les unités de soins hospitaliers, la création d'un environnement curatif est un objectif primordial. Tel qu'il a été vu dans le chapitre 2, cela peut s'accomplir par la maximisation de l'éclairage naturel, la facilitation du contrôle des facteurs de confort (air, température, éclairage), l'accès à des lieux de socialisation, une conception qui assure l'intimité des patients et qui confère un sentiment de sécurité, etc.

Les services ambulatoires, qui fournissent des soins multidisciplinaires, doivent être conçus avec suffisamment de flexibilité afin de pouvoir répondre aux besoins d'un grand nombre de spécialités médicales. Plutôt que par service, les soins ambulatoires devraient être regroupés selon le type de patients et les affinités des praticiens. Aussi, la conception visera l'accès rapide aux services de soutien, de diagnostic et de traitement (*Voir Kobus et al., 2000*).

Les départements auxiliaires comportent les services administratifs et logistiques, ainsi que ceux de diagnostic et de traitement. En règle générale, on favorisera l'utilisation conjointe et le regroupement. Pour prendre l'exemple du bureau d'admission, son emplacement idéal est dans le hall d'entrée, afin de desservir l'ensemble de la clientèle; des bureaux satellites doivent cependant être mis en place pour certaines missions spécifiques de l'hôpital (soins ambulatoires, pédiatrie, obstétrique). Les services de diagnostic et de traitement seront réunis dans une zone limitrophe aux unités de soins et aux services ambulatoires, car ils concernent tant les patients internes que ceux externes. Enfin, les départements logistiques peuvent être planifiés en dehors des aires cliniques, mais positionnés de telle manière pour pouvoir fournir des matériaux et de l'équipement à tous les départements (*Kobus et al., 2000, Wagenaar, 2006b*).

3.1.2 Défis d'un projet de redéploiement sur plusieurs sites

En commentant le projet de redéploiement de l'un des plus grands hôpitaux de Virginia, aux États-Unis, Cassidy dit ceci :

« It's one thing to build a new hospital on a nice, clean, unobstructed site. It's quite another to consolidate two healthcare facilities at one location, even adding a new structure atop one of the existing buildings. » (2008, p. 42)

L'auteur fait notamment référence à deux types de redéploiement et à leurs coûts, mais il n'en reste pas moins que l'organisation d'un tel centre multi-sites soulève des défis importants en matière de planification et de gestion des activités quotidiennes.

L'un des établissements de santé les plus connus au monde, la clinique Mayo de Rochester, en Minnesota, est déployé sur deux campus¹⁶. La clinique intègre une équipe multidisciplinaire de médecins, d'infirmières, de professeurs et de chercheurs. Les deux campus offrent des services à plus de deux mille patients hospitalisés par jour et à un nombre sensiblement plus grand de patients ambulatoires (Clinique Mayo, 2012). Afin d'améliorer le flux des patients et des visiteurs, la première mesure adoptée à Rochester a été la mise en place d'un service de transport et d'accompagnement entre les sites. De plus, compte tenu des hivers froids du Minnesota et la volonté des planificateurs de favoriser le déplacement à l'intérieur du campus du centre-ville, un espace souterrain a été conçu pour relier les différents établissements et le stationnement (Eagle, 2005). En 2005, la clinique a amorcé un projet de recherche-action dont l'objectif était de déterminer les besoins des patients et des visiteurs en matière de renseignements. Ainsi a-t-on installé des postes informatiques au long des corridors, ce qui assure un accès direct aux dossiers sur les maladies, mais aussi à des informations sur les deux campus et les services qui y sont offerts (Salter, 2006).

¹⁶ Le campus du centre-ville comprend les bâtiments Mayo, Gonda et Charlton, ainsi que l'Hôpital méthodiste. Le campus Saint-Mary réunit le département d'urgence, le bâtiment Generose et l'Hôpital pour enfants. Au total, la clinique compte trente bâtiments (Clinique Mayo, 2012).

3.1.2.1 Planification clinique et programmation technique

Disons-le d'emblée, la construction, voire la réorganisation d'un centre de santé sur plusieurs sites, suppose un important travail de programmation. Cela se traduit par l'élaboration d'un plan clinique et d'un programme fonctionnel et technique adaptés aux contraintes spatiales. Il s'agit d'évaluer rigoureusement les besoins de proximité de certains services, la duplication d'autres, ou encore les mesures qui seront mises en place pour combler les lacunes de chaque site (Kobus *et al.*, 2000, Salter 2006).

Bien que dès fois nécessaire, le transfert des patients doit être minimisé, sachant que cela représente une cause importante d'erreurs médicales (Cassidy, 2003a; Chaudhury *et al.*, 2005; Hendrich et Lee, 2005; Ulrich *et al.*, 2004)¹⁷. Ceci nous conduit à mentionner l'utilité de repenser la structure hospitalière, notamment en ce qui concerne l'introduction d'équipements mobiles et la proximité des services. La programmation visera donc l'intégration des services connexes sur le même site – par exemple, la traumatologie, l'orthopédie et la chirurgie. Les services indispensables, comme la médecine générale, les urgences, les soins intensifs, le laboratoire et la pharmacie, seront planifiés sur tous les sites. Aussi, la conception des chambres individuelles facilite l'adaptation des lieux aux soins multiples, ce qui réduit le taux des transferts et, par conséquent, les erreurs médicales reliées (Chaudhury *et al.* 2005).

3.1.2.2 Déplacement entre les sites

Le transfert des patients peut être requis pour assurer l'accès aux services spécialisés offerts seulement sur un site. Dans les cas graves, il faut prévoir le transport en ambulance. Sinon, on peut avoir recours au service de navettes qui doit être implanté, de toute manière, dans le cas d'un établissement multi-sites. L'exemple de la clinique Mayo cité antérieurement ainsi que la situation actuelle au Centre universitaire de santé McGill, où un réseau de minibus

¹⁷ Cassidy (2003a) note que le taux d'erreurs médicales dues aux transferts des patients s'élève à 75 % aux États-Unis.

assure le transport entre les sites, représentent des cas qui témoignent de la réussite de la mise en œuvre d'un tel système.

Dans une étude récente menée par Hendrich et Lee (2005), évaluant les impacts des transferts des patients, on dénonce les retards dus aux formalités administratives. Un autre élément qui influe sur les performances des hôpitaux si l'on considère les transferts des patients est la faible communication entre le personnel médical des différents départements (Eagle, 2005; Hendrich et Lee, 2005; Helleso *et al.*, 2005). L'adoption d'un système commun de communication est donc nécessaire, pour rendre accessibles les dossiers des patients à tous moments et en tous lieux (Cassidy, 2008; Hendrich et Lee, 2005).

Avant de discuter des impacts bénéfiques que les nouvelles technologies peuvent avoir sur la communication interdépartementale et sur la réduction du nombre des transferts, retenons l'option d'assurer le transport des médecins spécialistes. Ce scénario garantit le respect de l'intimité et les besoins de confort des patients, qui ne doivent plus se déplacer ou être déplacés, mais les coûts des ressources humaines peuvent augmenter (Kobus *et al.*, 2000).

3.1.2.3 Communications et consultations virtuelles

Tel qu'il a été vu dans le chapitre 2, l'implantation des systèmes de communication modernes et l'adoption des dernières technologies médicales ont un rôle éprouvé dans l'augmentation de la performance au sein d'un établissement de santé. Ces éléments constituent un aspect clé dans le fonctionnement de succès sur plusieurs sites. Non seulement cela permet d'équiper l'hôpital d'appareils mobiles, faciles à transporter, tels que des appareils d'imagerie médicale et d'électrocardiographie, mais peut aussi avoir un impact positif sur la rapidité de la transmission des données.

Ainsi, grâce à une base de données commune, le personnel médical a un accès immédiat aux dossiers des patients. Leur consultation est d'autant plus aisée dans le cas de l'implantation d'un réseau sans fil, rendant possible l'accès à partir d'appareils mobiles. La transmission des

données en ligne est également encouragée par l'adoption des technologies d'imagerie numérique, les résultats des tests pouvant être intégrés presque instantanément aux dossiers électroniques des patients. Les recommandations thérapeutiques peuvent également être transmises en ligne, mais la situation idéale est, probablement, celle de la vidéoconférence intégrée à un réseau de télésanté.

Des exemples de bonne pratique peuvent être retracés en Chine (Hu *et al.*, 2005), aux États-Unis (Bergmo, 2010, Breslow *et al.*, 2004), ainsi qu'à Montréal, où le CUSM coordonne ces activités à travers le Réseau intégré de santé de l'Université McGill. Grâce à la télémédecine, les consultations peuvent être réalisées en milieu virtuel, patient comme médecin restant sur place. L'infrastructure nécessaire comporte des salles de consultation adaptées, branchées à Internet et dotées d'un système audio-vidéo adéquat. Un fournisseur de soins sera présent pour établir la communication avec le médecin spécialiste trouvé sur l'autre site, pour fournir des explications et pour conseiller le patient pendant son évaluation, ce qui représente également une opportunité pour la formation continue.

Ceci nous conduit au sujet de la robotique, plus exactement à l'utilisation croissante en chirurgie de systèmes électromécaniques actionnés et contrôlés par des logiciels. En octobre 2006, le CUSM et l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal annonçaient une première, consistant en l'emploi d'un robot chirurgical pour une prostatectomie radicale (CUSM, 2006). Le principal obstacle à l'adoption de cette technologie à plus grande échelle est son coût extrêmement élevé; une solution serait l'utilisation conjuguée, comme il a été le cas en 2006 à Montréal. Il n'est donc pas étonnant que les recherches en matière de design factuel mettent l'accent sur l'installation de plafonds qui supportent des robots chirurgicaux tant dans les salles d'opération que dans les départements d'urgence (Barista, 2000; Flynn, 2004; Kobus *et al.*, 2000; Wade, 2005; Wagenaar, 2006). À l'avenir, les médecins spécialistes pourront diriger des interventions complexes à partir des sites extra-muros.

3.2 Modes de réalisation

3.2.1 L'approche conventionnelle et le partenariat public-privé

Les modes de réalisation des grands projets de construction hospitalière dépendent beaucoup du type de financement. Si en Grande-Bretagne le gouvernement travailliste approuvait, en 1999, un plan d'action à long terme, visant la construction de nouveaux hôpitaux en mode partenariat public-privé (Gesler *et al.*, 2004), aux États-Unis, les sources de financement seraient surtout privées ou tributaires des opérations financières des hôpitaux (Carpenter, 2006).

La Banque européenne d'investissement définit le partenariat public-privé (PPP) ainsi :

« Un partenariat public-privé consiste à confier au secteur privé l'exploitation et l'entretien à long terme d'une infrastructure, activités qui, habituellement, auraient été assurées par le secteur public. Un PPP implique une relation de partage des risques entre les promoteurs publics et privés, sur la base d'un engagement commun à réaliser un objectif d'intérêt public. » (2008, p. ND)

Dans un PPP, les relations entre les partenaires sont gérées par une structure gouvernementale, alors que les normes de construction sont définies par le bénéficiaire (c'est-à-dire l'établissement de santé). À la fin de l'entente (ce qui peut équivaut à 30 ans), les édifices sont cédés au bénéficiaire. Dans un projet dit conventionnel, on soumet en appel d'offres le projet en question et, une fois des travaux terminés, le bénéficiaire prend possession des lieux et décide de toutes les modifications subséquentes.

Hodge et Greve (2007) identifient les principaux secteurs où les projets PPP ont trouvé leur place :

- les projets d'infrastructure à long terme,
- les établissements publics,
- les projets de développement communautaire,
- enfin, les projets de développement économique et de renouvellement urbain.

Lorsqu'il opte pour un PPP, l'État invoque souvent son penchant réformiste, tout en mettant l'accent sur la flexibilité du secteur public (Carassus, 2006; Carette, 2004; Lefranc et Élie-Morin, 2009; Yescombe, 2007). Cependant, l'un des plus grands intérêts des autorités publiques pour un PPP reste l'accès à un financement riche et relativement facile. Bénéficiant d'un échéancier de remboursement étendu sur plusieurs années – en général entre 25 et 30 –, les établissements publics peuvent planifier simultanément des projets importants, sans pour autant être obligés de les financer immédiatement. Comme il a été souligné par Hamel, professeur d'urbanisme à Montréal, les PPP représentent « une manière de balayer la poussière sous le tapis, puisque les investissements ne passent plus sur la dette publique » (Lefranc et Élie-Morin, 2009, p. 12). Bowman (2000) va plus loin, en soutenant que le PPP (qui signifie pour elle « problème-problème-problème ») est un cadre qui rend légitime l'usage par le gouvernement d'une « méga carte de crédit ».

Flinders (2005) est, lui aussi, assez radical lorsqu'il résume les raisons pour lesquelles un gouvernement opte pour un PPP ainsi :

- l'existence d'une visée électorale à court terme;
- le PPP peut représenter un mécanisme à travers lequel différents ministères sauront intervenir davantage dans les secteurs qu'ils évaluent comme étant non efficaces;
- le concept de la rationalité limitée, qui indique que les politiciens prennent les décisions selon des renseignements qui leur sont fournis et non nécessairement sur la base d'une analyse pointue du contexte socio-économique local;
- l'influence idéologique de la troisième vague de développement telle que définie par Toffler, qui invoque les projets communs des secteurs public et privé;
- enfin, le PPP peut être perçu comme une méthode de modernisation, et cela même si les conséquences à long terme sont rarement définies.

Nous présentons en ce qui suit les principaux enjeux qui distinguent ces deux modes de construction dans le secteur de la santé.

3.2.2 Enjeux particuliers

3.2.2.1 Cadres de planification distincts

La différence notable en ce qui concerne la planification du projet réside dans la définition des spécifications conceptuelles. Pour un projet conventionnel, le bénéficiaire produit un document réunissant des spécifications pour la conception, tandis que pour un projet PPP des spécifications de performance sont définies (*Voir* Yescombe, 2007). Autrement dit, il s'agit, dans le premier cas, d'établir des normes techniques et conceptuelles particulières, et, dans le deuxième, de parler en termes de résultats attendus.

3.2.2.2 Impact sur le design

L'approche conventionnelle facilite une relation directe et soutenue entre le client et les concepteurs, alors que l'un des éléments les plus sensibles dans la mise en œuvre d'un PPP est sans doute la manière dont les architectes arrivent à intégrer les valeurs de l'établissement de santé dans le concept final. À ce sujet, l'architecte canadien Tye Farrow déplore la pauvreté de l'innovation dans un PPP (World Health Design, 2008). Dans la même lignée, les architectes et planificateurs interviewés par Lefranc et Élie-Morin (2009) pour un ample rapport sur le marché des PPP au Québec croient à l'unanimité que ce mode de conception-construction réduit l'innovation puisqu'il n'y a pas vraiment de dialogue avec les bénéficiaires.

Pour minimiser les risques du design, les projets de type PPP en Grande-Bretagne ont été évalués sur la base d'un schéma à trois dimensions (Gesler *et al.* 2004) :

1. Fonctionnalité : usage, accès et utilisation des espaces;
2. Intégration urbaine : innovation et satisfaction des usagers;
3. Standards : de performance, d'ingénierie et de construction.

Le CUSM a également opté pour une grille d'évaluation qui comporte trois catégories de critères (*Voir* Tableaux 3.1 et 3.2, ainsi que Figure 3.1 ci-après).

Tableau 3.1 Critères de qualification des soumissions PPP dans le projet de redéploiement du CUSM

Phase 1 – Critères d'éligibilité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La proposition doit être soumise à l'endroit spécifié et dans les délais prévus ▪ La proposition doit être présentée par un soumissionnaire ▪ La proposition doit contenir le dépôt de sécurité requis
Phase 2 – Critères de conformité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Généraux (par exemple, la proposition doit contenir la présentation détaillée du soumissionnaire) ▪ Techniques (par exemple, les documents fournis doivent être conformes aux exigences cliniques et techniques) ▪ Financiers (par exemple, le soumissionnaire doit prouver avoir la capacité financière pour honorer toutes ses obligations)
Phase 3 – Critères d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Critères d'évaluation qualitative (<i>Voir</i> Tableau 3.2 ci-après) ▪ Prix soumis (<i>Voir</i> Figure 3.1 ci-après)

Tableau 3.2 Critères d'évaluation qualitative des soumissions PPP dans le projet de redéploiement du CUSM

Critères d'évaluation qualitative	Score
Conception architecturale, intégration urbaine et qualité des espaces publics	20
Fonctionnalité des facilités par rapport à la mission et aux activités du campus Glen	40
Gestion des opérations et gestion énergétique	10
Solidité financière de la proposition	10
Qualité technique générale et évaluation de l'équipe du soumissionnaire	15
Gestion de projet	5
Total	100

Formule de calcul de la valeur actuelle nette ajustée (VANA) du prix soumis
$[(0.4 \times \text{VANA des paiements périodiques})/100,000] + [7,200 \times (1-Q)]$ <p>où Q = un centième du score obtenu à l'évaluation qualitative</p> <p>La plus basse VANA = la meilleure proposition</p>

Figure 3.1 Formule de calcul de la valeur actuelle nette ajustée du prix dans le projet de redéploiement du CUSM

À part une évaluation qui mette l'accent sur les éléments qualitatifs et non seulement sur les aspects financiers, une autre solution serait, selon Farrow, le transfert de l'équipe de conception du bénéficiaire au soumissionnaire gagnant. Ceci encouragerait l'originalité du PPP et assurerait une évolution plus cohérente de la philosophie du projet (World Health Design, 2008).

En effet, une des dispositions de l'approche PPP est que l'équipe architecturale du partenaire privé va assumer le design du bâtiment, et l'un des arguments majeurs formulés en faveur des PPP est la qualité apportée à travers la compétition. Une question se pose toujours à nous : qu'en est-il des très grands projets, comme le celui du CUSM, où le coût élevé limite le nombre de compétiteurs? C'est un des cas où le PPP peut effectivement être plus restrictif que la méthode conventionnelle.

Nous pouvons aussi avancer, sans risque, qu'un autre point négatif de l'approche PPP est l'absence de flexibilité (*Voir* Lefranc et Élie-Morin, 2009). Dans le mode conventionnel, l'établissement a une vision globale et bien déterminée sur le résultat qu'il attend et, en plus, peut intervenir durant le processus de conception, voire de construction. Ce type de collaboration est pratiquement inexistant dans un PPP après la clôture financière. Les conséquences les plus souvent nommées sont observées au niveau des matériaux choisis et des finitions, ainsi que de l'intégration des nouvelles technologies, notamment les mises à jour nécessaires à long terme.

Par ailleurs, même si cela peut sembler contradictoire, la rigidité du PPP représente un de ses avantages notables. Si dans le mode conventionnel on parle fréquemment de risques liés aux dépassements de budget et d'échéance, le PPP offre un cadre pour que la construction se poursuive sans problèmes majeurs une fois la clôture financière réalisée (*Voir Carassus, 2006; Carette, 2004; Yescombe, 2007*).

3.2.2.3 Relations et communications

La perception générale est que le PPP concerne principalement deux types de partenaires : les autorités publiques et les partenaires privés. En réalité, il faudrait parler d'une relation triangulaire. Il y a d'abord l'État, qui agit comme garant de l'investissement, ensuite les partenaires privés, enfin, le bénéficiaire, qui est, dans notre cas, le CUSM (*Voir Figure 3.2 ci-après*).

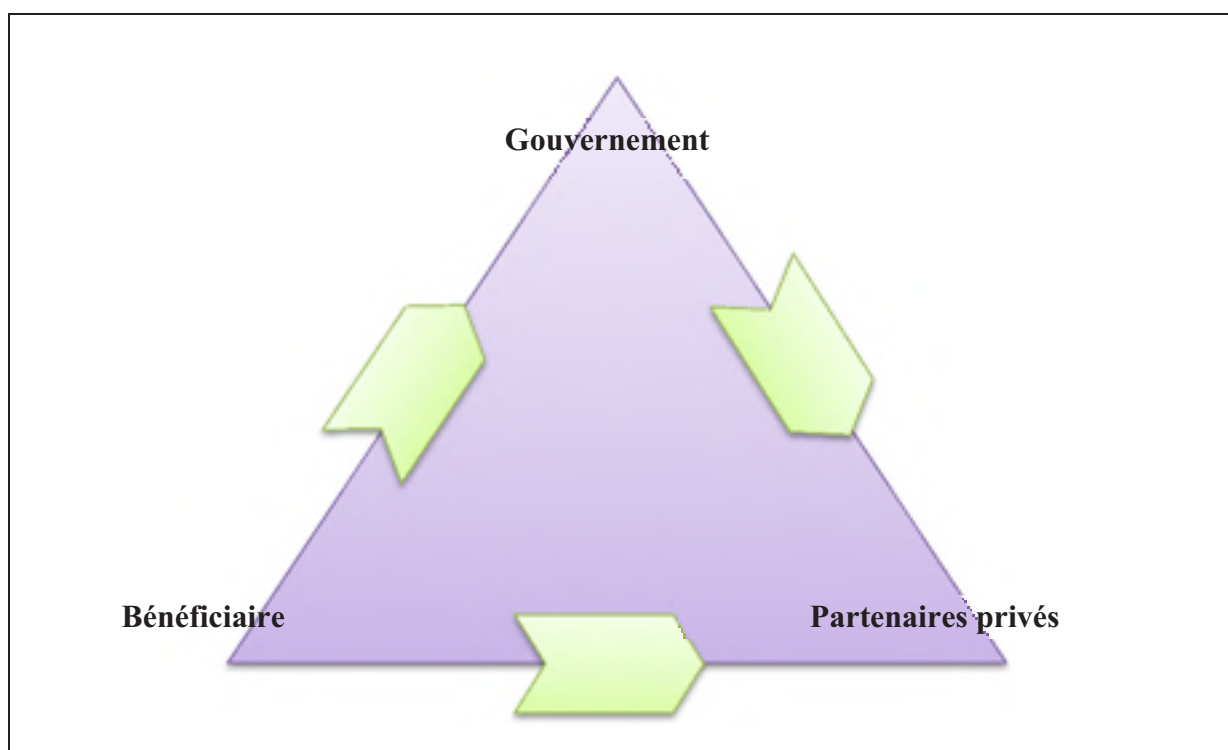


Figure 3.2 Flux de la communication dans le mode PPP

Wettenhall (2003) parle, en ce cas, de relations verticales. Ce sont des relations hiérarchiques, dans lesquelles une des parties contrôle les étapes du partenariat. Cela rend les négociations difficiles et suppose des vues différentes, ce qui pose problème durant le processus de planification. L'intervention de ces acteurs, qui ont des intérêts diversifiés, peut provoquer des ralentissements importants en cours de route. La situation semble encore plus complexe dans le cas d'une construction hospitalière, où une attention primordiale doit être accordée aux bénéficiaires de première ligne, c'est-à-dire les patients.

Les relations horizontales se distinguent par des niveaux de négociation plus clairs : l'établissement de santé négocie en parallèle avec les concepteurs, les contractants et l'institution qui finance le projet, soit, dans l'exemple étudié, le gouvernement du Québec (Voir Figure 3.3 ci-après).

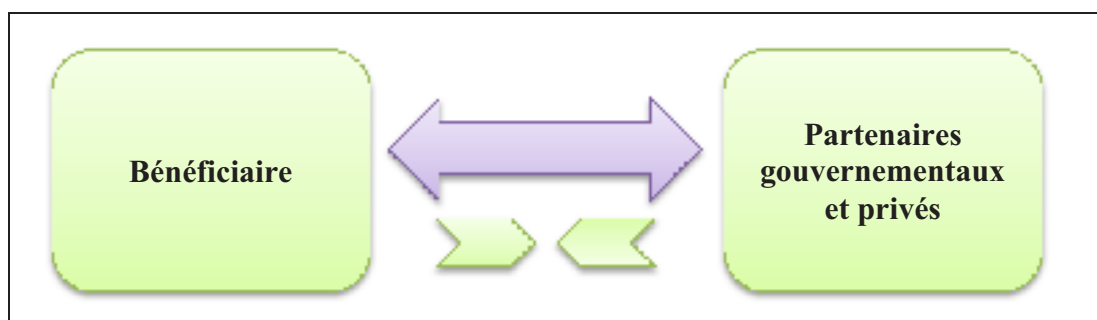


Figure 3.3 Flux de la communication dans le mode conventionnel

Nous comprenons que les relations hiérarchiques entre les différentes parties impliquées dans un PPP et la forte présence de l'État tout au long de la mise en œuvre du projet représentent autant d'éléments qui doivent être sérieusement pris en compte dans la discussion de ce mode de gouvernance. Quelles en sont les conséquences? Il est trop hâtif d'en parler au Québec, où les PPP sont encore à leurs débuts. Flinders (2005) croit, par exemple, qu'à force de produire de l'efficacité, le PPP peut en même temps avoir des effets importants au niveau des coûts politiques et démocratiques.

3.2.2.4 Les risques à long terme

Plusieurs auteurs s'entendent pour dire que les risques (financiers, opérationnels) touchant à la santé des citoyens peuvent difficilement être transférés à un organisme privé (*Voir* Lefranc et Élie-Morin, 2009; Shaoul, 2003; Yescombe, 2007; Shaoul, 2003). Shaoul (2003) opine que dans la mise en œuvre d'un PPP dans un secteur qui offre des services essentiels (la santé, l'éducation), on ne fait que transférer le risque au gouvernement et aux usagers contribuables. Dans ce contexte, la notion de transfert de risque, souligne-t-il, est imparfaite et mal employée.

D'ailleurs, tel que montré par Yescombe (2007), il y a plusieurs cas de projets PPP où les coûts ont été dépassés, notamment pour des écoles et hôpitaux en Grande-Bretagne et des autoroutes au Portugal et en Ontario. Au Canada, le Vérificateur général de l'Ontario a rapporté que l'Hôpital civique de Brampton, construit en mode PPP, aurait coûté la province 194 \$ millions de moins (valeur de référence de l'année 2003) s'il avait été réalisé dans un cadre conventionnel (Vérificateur général de l'Ontario, 2008).

La crise économique récente, notamment dans l'industrie bancaire, a donné une autre leçon au secteur des PPP : le transfert du risque financier vers le partenaire privé ne signifie pas qu'il n'y a pas d'impact sur le développement du projet. Des difficultés ont été mentionnées pour des projets de redéploiement au Québec, des projets d'infrastructures en Ontario, mais aussi en Grande-Bretagne, lorsque des membres d'un consortium PPP ont été incapables à trouver le montant nécessaire pour faire financer leurs projets (*Voir* Noël, 2009). Par conséquent, dans les deux modes de construction – conventionnel et PPP – des mesures de gestion du risque doivent être prises pour prévenir l'obstruction du progrès du projet.

Les risques associés à la conception et, subséquemment, au résultat (le bâtiment) représentent, au moins pour le secteur de la santé, des aspects très importants à considérer dans l'analyse de l'impact à long terme. Les hôpitaux sont des environnements qui évoluent vite de point de vue technologique, mais aussi organisationnel. Est-il vraiment réaliste de

penser que les spécifications techniques d'aujourd'hui, même si très détaillées, seront les mêmes dans vingt à trente ans? Quelques éléments de réponse se crayonnent déjà dans les études sur des PPP entamées il y a une dizaine d'années (les recherches en Grande-Bretagne, par exemple), et les constats ne sont toujours pas des très positifs.

3.3 Conclusion

La planification stratégique, que ce soit en mode conventionnel ou PPP, est essentielle au succès d'un grand projet de construction hospitalière. Tous les scénarios probables doivent être imaginés par le personnel médical et administratif. En aucun cas il ne faut oublier l'objectif primordial de tout système de santé : celui d'offrir les meilleurs soins possibles à ses patients.

Le principal aspect à retenir dans la planification et la gestion d'un centre hospitalier multi-sites, aussi paradoxal que cela puisse paraître, est de le considérer comme un ensemble et non comme une multitude de sites. Ainsi, les ressources allouées – matérielles ou humaines – doivent être d'une valeur semblable sinon identique. Cela confère une égalité de chances, pour ainsi dire, tant aux fournisseurs de soins, qu'aux patients. Les infrastructures similaires augmentent la performance au sein de l'établissement de santé. Un système informatique commun, comportant une seule base de données, garantit l'accès au même type de données partout, ce qui se traduit par la minimisation des problèmes de communication et, par conséquent, des erreurs médicales. En même temps, le centre hospitalier multi-sites doit être géré du point de vue des distances physiques qui séparent les différents départements. Des systèmes de transport et d'accompagnement adéquats, ainsi que des systèmes de télécommunications avancés doivent être mis en place. L'adoption des dernières technologies médicales et de l'information facilite la gestion des soins, en réduisant le transfert des patients et les erreurs associées.

Pour ce qui est du mode de réalisation, différentes expériences à travers le monde montrent que chacune de ces approches ait des avantages et des désavantages. Si la méthode

conventionnelle permet un contrôle plus serré du design et, subséquemment, du résultat final, donc de la construction, elle peut cependant générer des dépassements d'échéancier et de coût. La situation est pratiquement inverse dans un PPP, où l'on constate un contrôle plus faible, voire nul, durant la conception et la construction, mais où les délais et le budget devraient rester stables.

Le PPP pourrait engendrer une réforme dans la construction hospitalière, notamment dans un pays avec un réseau public de santé, en la sortant de la sphère d'influence politique. Cependant, dans la plupart des cas, l'État n'arrive pas à se défaire des mailles bureaucratiques, ce qui alourdit la communication entre les différents participants au projet et, implicitement, rend le processus PPP très complexe. Mintzberg (1996) soulignait, d'ailleurs, que la croyance que la politique et l'administration pourraient être séparées dans les affaires d'État n'est malheureusement qu'un mythe.

CHAPITRE 4

LE SYSTÈME INTERACTIF D'AIDE À LA DÉCISION POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL

L'objectif principal de cette thèse est l'amélioration du cadre factuel de conception et de réalisation d'un projet de construction hospitalier. À cette fin, nous avons visé la mise en œuvre d'un système interactif d'aide à la décision (SIAD), qui permet, entre autres, l'évaluation des préconisations du design factuel dans deux modes de construction, soit partenariat public-privé (PPP) et conventionnel. Cette démarche est inspirée par le projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill (CUSM), une des plus grandes initiatives de ce genre en Amérique du Nord. Les utilisateurs potentiels du SIAD sont des planificateurs, des concepteurs et des constructeurs (ingénieurs, architectes, designers d'intérieur), des membres de l'administration hospitalière ainsi que des membres de comités de sélection.

Le SIAD envisagé comporte principalement deux sous-systèmes, dont le résultat est unique, c'est-à-dire l'hôpital. Il s'agit, d'abord, d'évaluer les différents aspects du design factuel, en répondant à la question : Comment construire un bon hôpital? Dans un deuxième temps, nous nous intéressons aux facteurs humains qui, par leurs positions stratégiques et poids décisionnels distincts, influent sur un projet à des degrés différents.

Ce chapitre a pour objectif d'exposer le travail de réflexion qui est à la base de la création de chaque élément de ce SIAD. Nous reprenons les principaux arguments qui justifient l'architecture spécifique du SIAD proposé et présentons la façon dont nous avons intégré les principes du design factuel et les aspects de gouvernance ressortis de la documentation préliminaire du projet de redéploiement du CUSM. Le fonctionnement proprement dit du SIAD est présenté dans le chapitre 5.

L'enjeu principal auquel nous nous sommes confronté est, certes, l'inclusion dans un même système de :

- deux types de projets de construction :
 - o la rénovation du campus de la Montagne du CUSM – la composante conventionnelle;
 - o le projet de construction du campus Glen – la composante PPP;
- deux catégories d'indicateurs :
 - o des données quantitatives, regroupant des paramètres de design factuel mesurés sur les deux projets – la composante conception;
 - o des données qualitatives, provenant d'une série d'entretiens réalisés avec des intervenants majeurs dans le projet de redéploiement – la composante gestion.

4.1 Les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD)

Les systèmes interactifs d'aide à la décision sont des systèmes informatiques dont l'objectif est d'assister les utilisateurs durant un processus de décision. En analysant et en comparant les informations réunies dans des bases de données et de modèles, les SIAD permettent de modéliser et de représenter les processus décisionnels.

4.1.1 L'intelligence artificielle

L'objectif principal de l'intelligence artificielle est d'approcher les méthodes de raisonnement d'un expert en utilisant la puissance de calcul de l'ordinateur, afin d'aboutir à une décision de façon entièrement autonome, ou encore d'accompagner l'expert dans son processus décisionnel, en lui permettant d'effectuer des simulations.

Au commencement du processus de réflexion, la modélisation des données n'est pas encore fixée, puisque le problème n'est pas résolu. Mettre en place la réflexion se traduit par l'insertion des concepts empiriques dans des systèmes explicatifs, afin d'obtenir des concepts analytiques. C'est la raison pour laquelle les grands thèmes de l'intelligence artificielle sont

représentés par la modélisation des raisonnements et la modélisation des processus d'apprentissage (*Voir Lévine et Pomerol 1990*).

Les éléments qui interviennent dans la décision peuvent être de plusieurs types. Nous en mentionnons trois :

1. La logique floue, qui permet à une condition d'être dans un autre état que *vrai* ou *faux*; cette technique permet une représentation visuelle relativement simple, sous forme de tableaux;
2. Les liens logiques, représentés par des énoncés de type « si..., alors... »;
3. Les contraintes, indiquées par des énoncés du type « il faut que... ».

Les systèmes experts, en tant que systèmes d'information capables de faire des raisonnements et des choix comparables à ceux que feraient des humains dans un contexte similaire, représentent donc un moyen d'aboutir à l'intelligence artificielle (*Voir Lévine et Pomerol, 1990*). Il est possible que seule une partie du raisonnement soit codée dans le système expert, le reste étant du ressort de l'utilisateur, ce qui équivaut au côté interactif du SIAD.

Un système expert comprend une base de données, un moteur qui permet d'effectuer des recherches et de grouper des données, ainsi que des programmes facilitant le dialogue entre l'utilisateur du système et le système proprement dit. La principale caractéristique qui distingue un système expert d'autres systèmes est que sa programmation sépare la base de données du moteur qui l'exploite. Les connaissances et les règles sont ainsi écrites de façon indépendante, tandis que dans la programmation classique les procédures s'enchaînent. Par conséquent, un attribut important du système expert est la modularité, ce qui permet d'ajouter ou de retirer des informations sans empiéter sur le bon fonctionnement du programme. Ceci implique également la possibilité de réaliser facilement des mises à jour de la base de données. Enfin, puisque les règles sont indépendantes du langage de programmation, elles

sont accessibles aux utilisateurs qui ne sont pas des informaticiens. Autrement dit, la lisibilité est une autre caractéristique importante des systèmes experts (Lévine et Pomerol, 1990).

4.1.2 Principales caractéristiques des SIAD

L'architecture d'un SIAD est relativement simple, ce qui encourage son utilisation. Le système comporte des mémoires (des bases de faits), des processeurs (des bases de règles) et des modules de dialogue. Un type d'architecture centralisée est présenté dans la Figure 4.1.

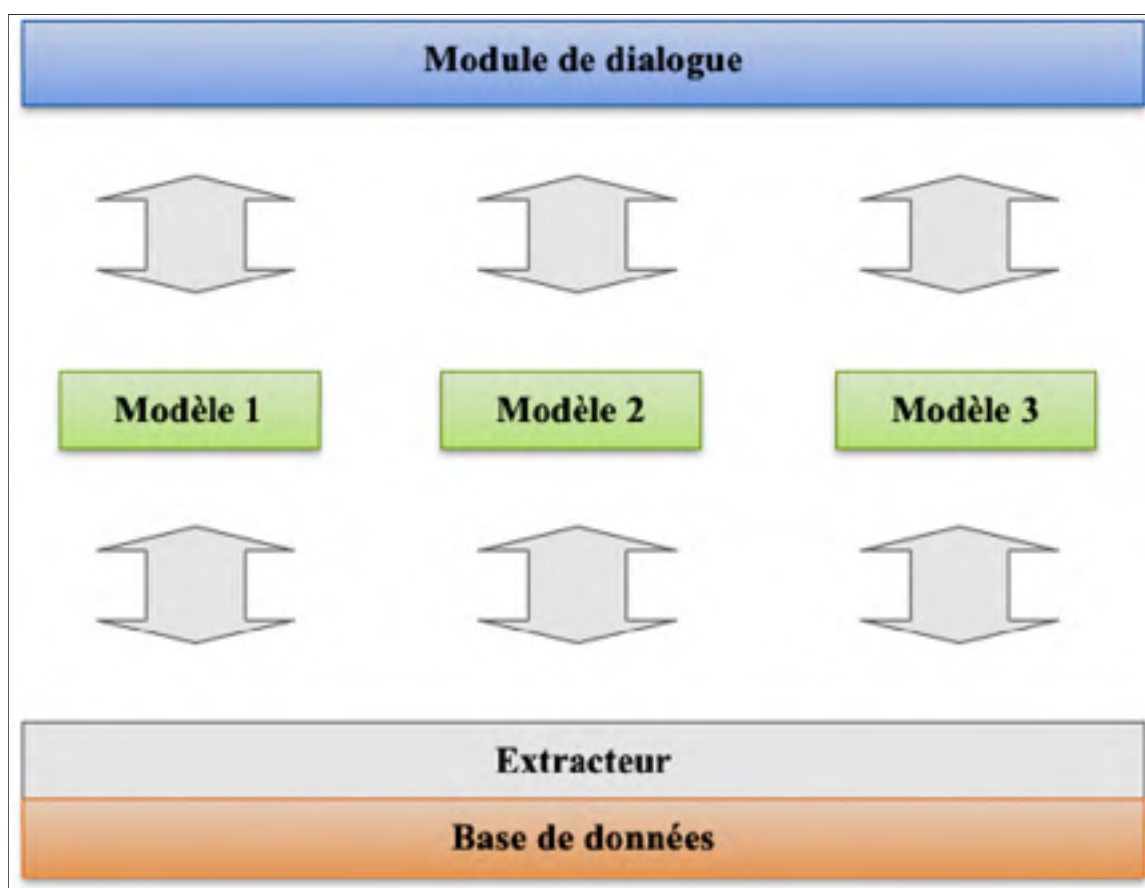


Figure 4.1 Architecture centralisée d'un SIAD
Tirée de Lévine et Pomerol (1990, p. 107)

La mémoire du système est représentée par une base de données préexistante ou créée au moment de la réalisation du SIAD (la deuxième option est idéale, puisqu'elle confère la possibilité de définir et d'organiser la base de données et, surtout, le langage d'interrogation). La base de données peut comprendre des données quantitatives et qualitatives, caractéristique qui confère au SIAD une flexibilité supplémentaire, en conduisant à l'obtention de résultats variables et en ordonnant une large palette de choix (Lévine et Pomerol, 1990).

En tant que système intelligent, le SIAD agit comme filtre de l'information, faisant passer seulement les renseignements nécessaires au niveau souhaité de décision. La base de données est ainsi utilisée pour définir des modèles de décision à travers une approche heuristique – que ce soient des modèles mathématiques, qualitatifs, de simulation ou de planification. Ces modèles sont interconnectés et l'utilisateur peut les manipuler pour obtenir des analyses alternatives. L'interface utilisateur-machine est donc très importante. Elle doit être accessible, flexible et adaptable, pour fournir à l'utilisateur la possibilité d'intervention (*idem*).

Il y a un deuxième type d'architecture possible – hiérarchisée (Figure 4.2 ci-après). Elle se distingue de l'architecture centralisée notamment par l'introduction d'un élément supplémentaire dans la mémoire du système : les bases de données « spécifiques », ce qui permet de mieux traiter les modèles. En plus de cela, il y a une fonction « superviseur », qui facilite le dialogue et la comparaison des modèles. La principale difficulté de cette approche consiste dans la réalisation du « superviseur », qui doit posséder des connaissances sur la totalité des modèles intégrés. En outre, les fonctions de recherche et d'extraction doivent être universelles (*Voir Lévine et Pomerol, 1990*).

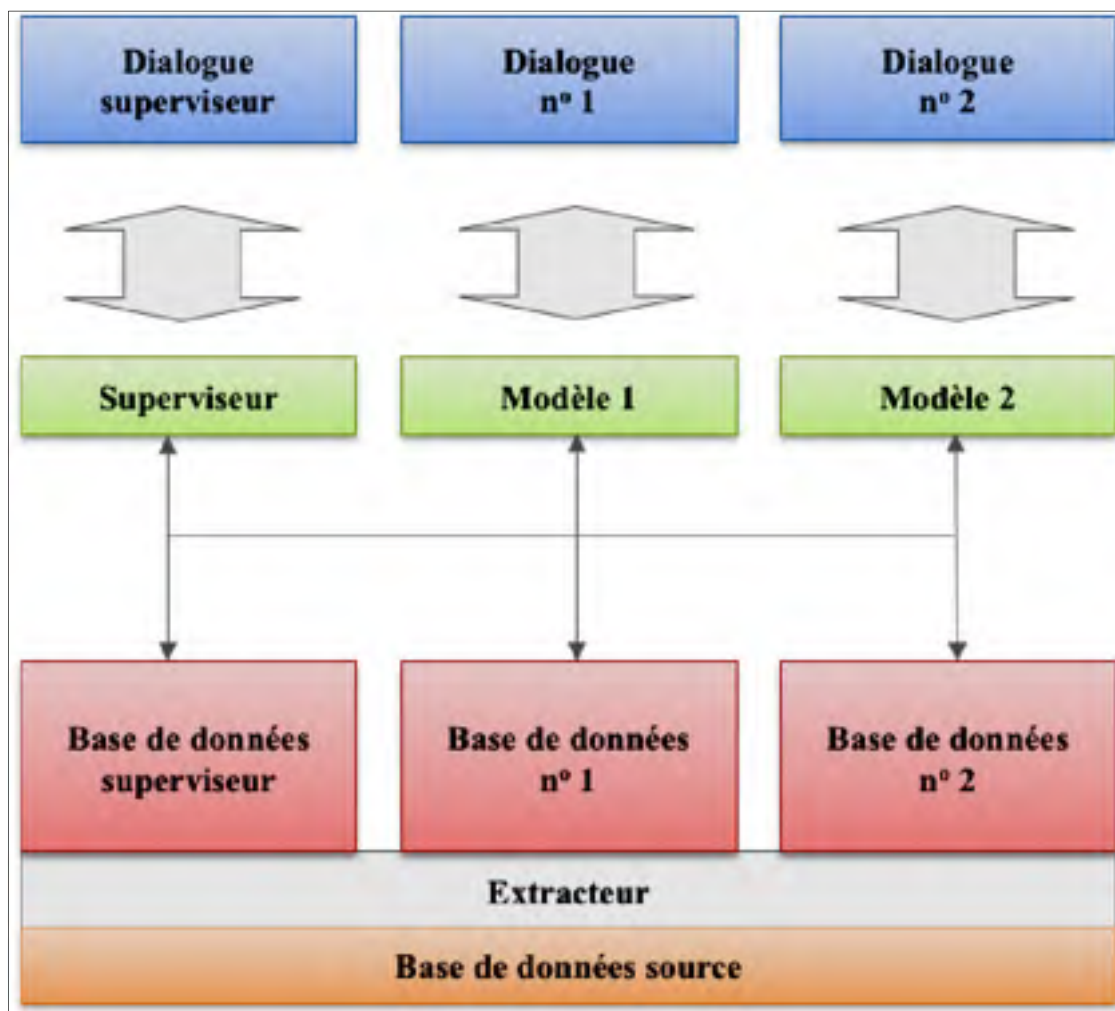


Figure 4.2 Architecture hiérarchisée d'un SIAD
Tirée de Lévine et Pomerol (1990, p. 109)

La représentation graphique des résultats de l'analyse est essentielle : elle doit organiser l'information sous une forme synthétique, mais intelligible. Selon les besoins et les préférences de l'utilisateur, elle peut prendre la forme de rapports, de graphiques, de vecteurs, de modèles en 3D, etc. (par exemple, voir Figure 4.3 et Tableau 4.1 ci-après).



Figure 4.3 Exemple de représentation graphique d'un projet de construction
Tirée de Tabesh et Staub-French (2006, p. 1503)

Tableau 4.1 Exemple de rapport d'un SIAD
Tiré de Lévine et Pomerol (1990, p. 233)

CONCLUSIONS INTERMÉDIAIRES	JUGEMENT
Résultat	Bon
Autofinancement	Bon
Rentabilité	Très bon
Haut de bilan	Bon
Bas de bilan	Mauvais
Diagnostic financier	Moyen
Gestion exploitation	Très mauvais
...	...

4.2 Architecture du SIAD pour la construction hospitalière

4.2.1 Cadre interprétatif

Tel qu'il a été vu précédemment, le design fondé sur les preuves fait référence tant à des éléments curatifs qu'à des aspects visant la performance. En réalité, il y a au moins deux autres aspects qui influent sur le résultat d'un projet de design factuel : le coût et les facteurs humains. Autrement dit, en l'absence d'un budget adéquat et d'une équipe de planification et de gestion qui soit favorable à l'approche factuelle, les chances de réussite du projet seront diminuées.

Pour ce qui est du coût, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'avec la contrainte factuelle il se répartit entre les éléments qui concernent la création d'un environnement curatif et ceux qui influent sur l'environnement performant. Pratiquement, le design factuel serait un cadre permettant de rationaliser les choix faits pendant la conception et la mise en place du projet.

Les facteurs humains – que ce soit le personnel médical, les patients, les décideurs – représentent un autre aspect à prendre en compte dans une analyse pragmatique d'un projet de design factuel. Par exemple, pour l'État, l'hôpital représente un centre de coût, et les patients sont des électeurs potentiels. L'équipe médicale sera sensible à des détails techniques qui paraîtront peut-être moins évidents et moins prioritaires aux patients. Rien ne garantit que les objectifs de ces acteurs soient convergents et encore moins qu'ils coïncident avec ceux des concepteurs et constructeurs. Cela est d'autant plus visible dans un PPP.

Certes, le PPP peut être considéré un mode de construction novateur. Il propose une répartition des risques différente du mode conventionnel, en obligeant à raisonner en coût global du cycle de vie et à ne pas se limiter à la phase de construction. Par contre, tout en incitant moins à réfléchir dans la durée, le mode conventionnel est moins contraignant pour ce qui est la mise en œuvre du projet. Quelles sont les différences entre la réalisation d'un projet de design factuel dans un mode conventionnel et dans un PPP est une des questions qui

se pose dans cette thèse. Car, si les principes du design factuel restent les mêmes, les acteurs changent ou n'ont pas le même poids dans la décision. À chaque mode de construction correspond donc une structure de gouvernance adaptée. Un des enjeux est de mesurer l'influence de la structure de gouvernance sur le design factuel.

Résumons ceci :

- le design factuel est un cadre conceptuel à deux axes : l'environnement curatif (« Curatif ») et l'environnement performant (« Performant »);
- le design factuel concerne divers types d'acteurs, qui ont des positions différentes sur le cadre conceptuel (« Position stratégique ») et dont les poids de décision varient (« Poids décisionnel »);
- enfin, le design factuel se traduit dans un établissement (« Hôpital ») dont la forme et les fonctions (« Lieux ») varient selon le financement (« Coût »), le concept architectural et les choix techniques (« Curatif », « Performant ») et les influences des acteurs (« Position stratégique », « Poids décisionnel »).

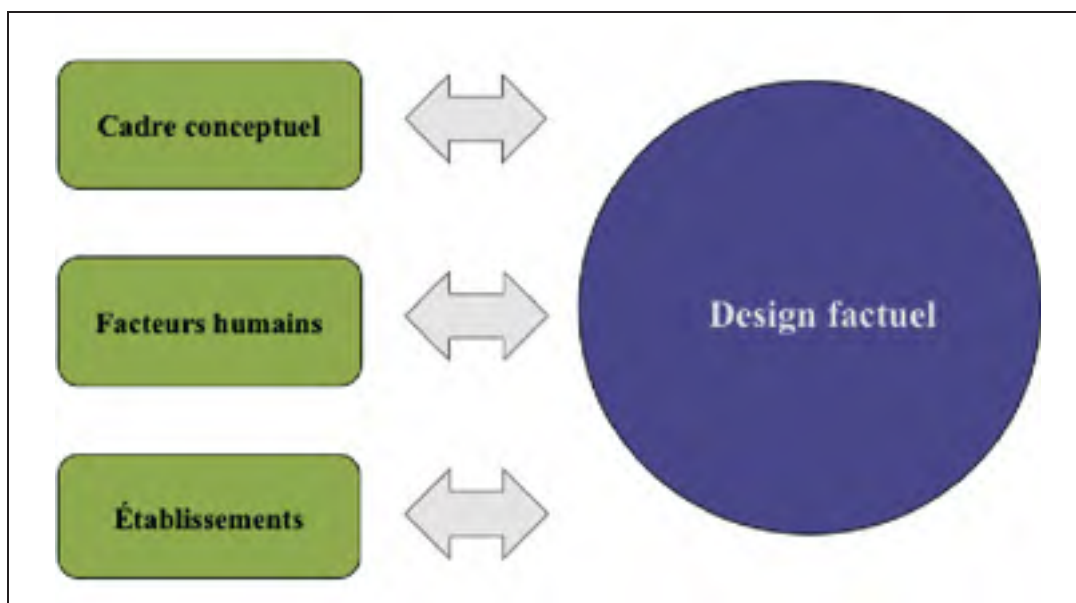


Figure 4.4 Cadre interprétatif pour l'élaboration du SIAD en design factuel

Pour faire encore plus simple, deux grandes catégories d'indicateurs pour l'analyse du design factuel peuvent être dégagées : des paramètres dits physiques (l'environnement curatif, l'environnement performant, les lieux, le coût) et des facteurs humains. Autrement dit, on peut distinguer au moins deux composantes principales qui structurent un projet de construction : la composante conception et la gouvernance. Puisque dans le premier cas il s'agit d'intégrer notamment des données quantitatives et dans le deuxième de trouver une façon pour évaluer les influences des acteurs, nous avons choisi pour ce SIAD une architecture hiérarchisée.

4.2.2 Représentation graphique du SIAD pour la construction hospitalière

Le modèle de SIAD proposé est structuré en deux parties (*Voir Figures 4.5 et 4.6*) :

- la première est une caractérisation des paramètres physiques de l'établissement; il en résulte le modèle Curatif – Performant – Coût (CPS);
- la seconde consiste à intégrer les rôles des différents acteurs du projet, générant le modèle Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux (SWR).

Ce SIAD s'adresse notamment aux planificateurs, aux concepteurs (architectes, ingénieurs) et aux administrateurs d'un hôpital. Il peut également être utilisé par des membres de divers comités de sélection. La base de données source est statique et regroupe six bases de données spécifiques (*Voir Figure 4.6*). Les utilisateurs peuvent manipuler le SIAD à travers des triangles, un radar, des tableaux, un graphique à bulles, etc. Le modèle mathématique SWR est original. L'élaboration des deux modèles, ainsi que de l'interface est présentée dans les sections suivantes.

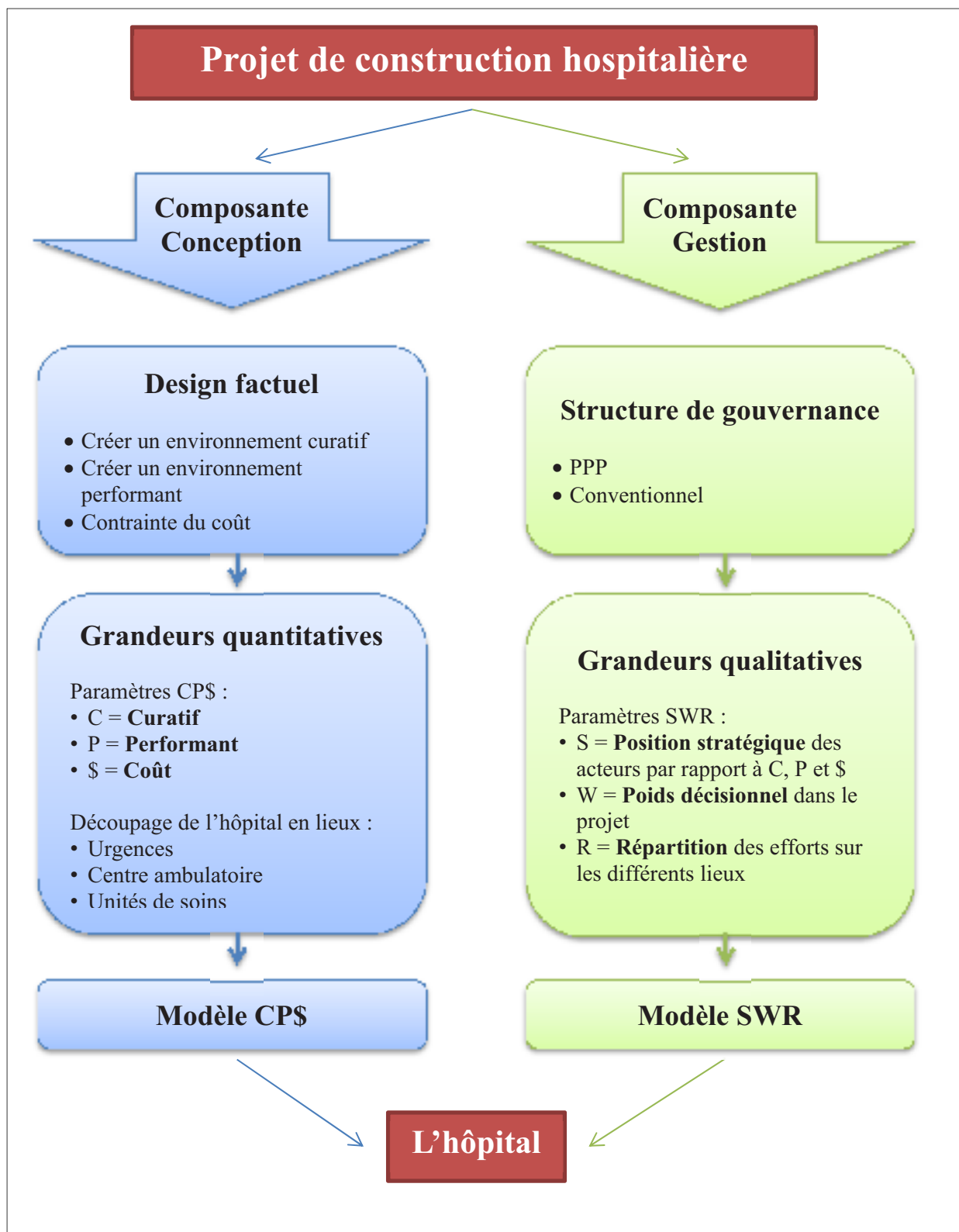


Figure 4.5 Les deux composantes du SIAD pour la construction hospitalière

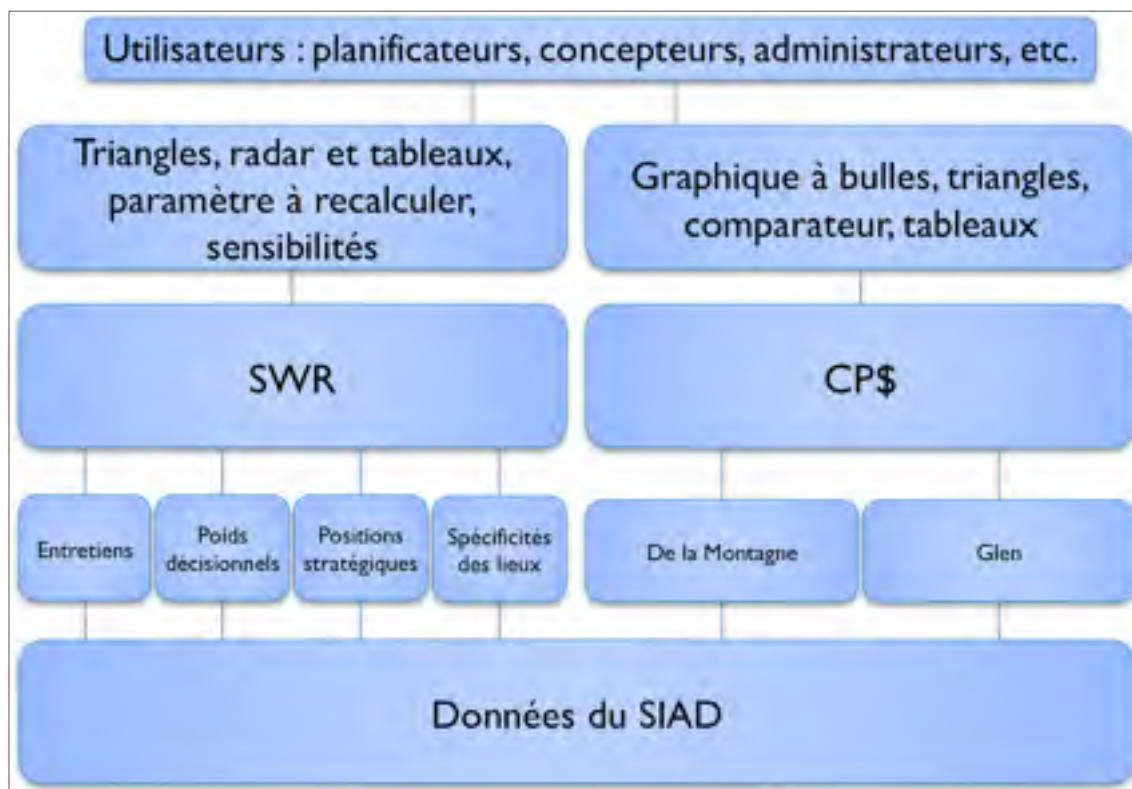


Figure 4.6 Architecture hiérarchisée du SIAD pour la construction hospitalière

4.2.3 Le modèle Curatif – Performant – Coût (CP\$)

Trois questions se posent principalement pour évaluer la réussite d'un projet de construction hospitalier conçu selon les normes du design factuel :

1. Est-ce que l'hôpital propose un bon environnement curatif?
2. Est-ce que l'hôpital propose un bon environnement performant?
3. Est-ce qu'il y a un bon rapport qualité/coût?

Le modèle que nous proposons ici, intitulé CP\$, spécifie le résultat obtenu – dans notre cas, le nouveau CUSM – selon trois critères :

- l'environnement curatif (*C*),
- l'environnement performant (*P*),
- le coût (*\$*).

Notons tout de suite que ces critères peuvent être à la fois quantitatifs et qualitatifs. En effet, une des principales difficultés rencontrées durant la création de notre SIAD a été de trouver une méthode pour évaluer les critères qualitatifs de façon objective, afin de pouvoir les utiliser dans le système informatique. Au fait, ces critères ont été évalués sur trois typologies de lieux de référence, chacune regroupant une multitude de paramètres mesurés.

La base de données de ce modèle est statique.

4.2.3.1 Les lieux analysés

L'hôpital est analysé comme un ensemble de lieux. Il s'agit d'unités et de départements qui correspondent à une partie du campus hospitalier et qui répondent à une mission spécifique de l'établissement.

Dans cette recherche, les lieux pris en compte sont :

- les unités de soins (notamment l'unité de soins intensifs),
- le centre ambulatoire,
- le département d'urgence.

Plusieurs arguments ont conduit à ce découpage :

- le besoin de systématisation des données pour la conception du système informatique;
- le constat, sur le terrain et dans la littérature, que les lieux les plus névralgiques de l'hôpital sont les urgences, les unités d'hospitalisation et les soins ambulatoires;
- la spécificité du projet de redéploiement du CUSM – qui comprend un projet de rénovation et un de construction en cours – et, par conséquent, l'absence de données pour certains départements.

Par ailleurs, la pertinence de notre choix a été confirmée lors de quatre groupes de discussion que nous avons conduits entre septembre et décembre 2009 avec les directeurs associés et des professionnels du projet de redéploiement (*Voir* Tableau-A X-1 en annexe 1 pour la liste des

participants). Il faut souligner que, pour des recherches ultérieures, d'autres découpages sont possibles, pouvant concerner tant la typologie des lieux, que leur nombre.

4.2.3.2 Évaluation des paramètres curatifs et performants

Chaque lieu est associé à un ensemble de paramètres mesurables, chacun de ces paramètres étant caractérisé en matière d'environnement curatif et/ou d'environnement performant.

La liste des paramètres a été élaborée selon les préconisations du design factuel et les différents types d'objectifs de planification et de construction hospitalière tels que reflétés dans les chapitres 2 et 3 respectivement. Ces paramètres reflètent également la structure du programme fonctionnel et technique et du plan clinique élaborés pour le projet de redéploiement du CUSM. Enfin, nous avons soumis cette liste à l'évaluation des directeurs associés du projet de redéploiement et des professionnels rencontrés durant les groupes de discussion (*Voir Annexe X, Tableau-A X-1 pour la liste des participants*). Nous avons ainsi constaté que les participants mettaient l'accent sur l'importance de distinguer entre les valeurs d'un même paramètre selon l'espace étudié. Pour donner un exemple : l'intensité de l'éclairage dans la salle de bain doit être plus grande que dans la chambre des patients.

C'est ainsi que nous avons pris la décision de regrouper les paramètres mesurés par sept types d'espace :

1. Chambres des patients / salles de consultation (29 paramètres),
2. Salles de bain (6 paramètres),
3. Couloirs (13 paramètres),
4. Hall d'entrée (13 paramètres),
5. Salles d'attente (13 paramètres),
6. Espaces de socialisation (5 paramètres),
7. Postes de travail (15 paramètres).

Il en résulte donc 94 paramètres par lieu, soit 282 paramètres par site. Du total des paramètres mesurés par chaque lieu, 70 concernent l'environnement curatif et 24 celui performant (*Voir* Annexe XI pour la liste intégrale des paramètres mesurés).

Le SIAD permet d'enregistrer sur chaque paramètre des données quantitatives (valeurs mesurées et de référence, évaluations) et qualitatives (extraits d'entretien, commentaires).

Pour chaque paramètre, nous avons identifié :

- le site (campus Glen ou de la Montagne);
- le lieu (unités de soins, centre ambulatoire ou urgences);
- le type d'espace (chambres des patients / salles de consultation, salles de bain, couloirs, hall d'entrée, salles d'attente, espaces de socialisation, postes de travail);
- la valeur qui ressort des plans;
- la valeur de référence optimale, représentée par la norme¹⁸;
- l'évaluation, de 1 à 5;
- des commentaires sous forme de texte.

Les notes sont accordées sur une échelle de 1 à 5 :

- peu satisfaisant – 1,
- moyennement satisfaisant – 2,
- satisfaisant – 3,
- très satisfaisant – 4,
- supérieur aux attentes – 5.

En principe, si la note n'est pas maximale (5), il y aura une différence entre la valeur mesurée et la valeur de référence. Ce n'est pas nécessairement le cas lorsque la norme est indiquée par une palette de valeurs. Par exemple, si la valeur de référence pour un espace est de 5 à 7

¹⁸ Le *Guide de performance des CHU*, élaboré en 2008 par la Corporation d'hébergement du Québec et le Bureau de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal.

mètres carrés et que la valeur mesurée est de 5, donc dans les normes, la note accordée peut être 4, « très satisfaisant ». Une valeur mesurée de 7 (ou supérieure) aurait été évaluée avec 5, « supérieur aux attentes ».

Nous avons conçu ce système d'évaluation sachant que les unités de mesure des différents paramètres n'étaient pas similaires. De plus, plusieurs sont strictement qualitatifs. Les quantifier sur une même échelle était une condition *sine qua non* du fonctionnement du SIAD. Le système d'évaluation est inspiré du système de notation imaginé par Ulrich et Joseph (2005) pour analyser les études factuelles dans le domaine de la construction hospitalière.

Pour la collecte des données et l'évaluation des paramètres, nous avons notamment consulté :

- les plans d'architecture et d'ingénierie réalisés par le consortium gagnant du projet Glen (2010-2011);
- les plans et devis réalisés par les firmes d'architecture et génie choisies par le CUSM pour le redéploiement du campus de la Montagne (2004-2011);
- le *Guide de performance des CHU*, élaboré en 2008 par la Corporation d'hébergement du Québec et le Bureau de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal.

Nous avons également bénéficié de l'appui des principaux professionnels concernés par les projets de construction respectifs (*Voir* Annexe X, Tableau-A X-2 pour la liste des collaborateurs).

4.2.3.3 Évaluation du coût

La dimension du coût peut sembler être la plus simple à quantifier puisque, contrairement à l'évaluation de l'environnement curatif ou performant, le coût est, par essence, de nature quantitative. Mais c'est en réalité le paramètre le plus complexe à modéliser. Éluder cet aspect ne représentait pas une option, car l'absence de limites pour le coût rend la question du choix entre la méthode conventionnelle de construction et le PPP inutile. Autrement dit,

construire ou rénover un hôpital selon les principes du design factuel tout en ayant un budget illimité ne pose pas de termes à une approche ou à l'autre.

Plusieurs questions se sont posées à nous : Fallait-il se limiter au coût de construction? Étant donné que l'intérêt du PPP est de mieux optimiser les coûts en prenant en compte le coût de possession sur trente ans, ne fallait-il pas plutôt raisonner en termes de coût global? À la difficulté de décider le périmètre pour le calcul du coût s'ajoute la difficulté de l'accès aux données : nous ne connaissons pas encore aujourd'hui le coût réel des deux projets de construction pris en exemple dans le cadre de cette thèse.

Il apparaît ambitieux de réaliser une analyse du coût global de possession pour chaque typologie de lieu. Par contre, le fait que le coût soit le facteur déterminant dans le choix du mode de construction n'est pas toujours évident. Pour prendre un exemple récent, le vérificateur général du Québec constate que les analyses comparées des deux modes de construction ne permettent pas de conclure que le PPP « est plus économique qu'une réalisation en mode traditionnel » (2010, p. 5). Par ailleurs, on peut argumenter que le coût global de possession ne permet pas de modéliser entièrement le concept de coût puisque nous ne savons pas au moment présent quels seront les besoins de demain. Ceci s'applique notamment aux technologies médicales et de la communication, tel qu'il a été décrit dans le chapitre précédent.

En fin de compte, nous avons choisi un modèle souple, de façon à rendre compte le mieux possible de cette dimension complexe. À défaut d'utiliser des informations sur le coût réel, que nous ne pouvons pas encore connaître, nous utilisons au mieux les données auxquelles peut avoir accès le décideur à ce stade du projet.

Dans ce modèle, la question qui se pose est : Dans quelle mesure un autre choix aurait-il pu coûter moins cher? Le coût sera donc évalué au niveau des lieux (par exemple : les urgences,

le centre ambulatoire, etc.), et le SIAD ne retiendra que des notes de 1 à 5 et des commentaires. Une note de 4 signifie donc que le rapport résultats/prix est très satisfaisant.

4.2.3.4 Représentation graphique du modèle CP\$

Pour chaque lieu de l'hôpital, on obtient donc les résultats suivants :

- C = la moyenne des évaluations des paramètres analysés sur le plan curatif,
- P = la moyenne des évaluations des paramètres analysés sur le plan performant,
- \$ = la note du rapport qualité/prix pour un lieu donné.



Figure 4.7 Le modèle CP\$

4.2.4 Le modèle Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux (SWR)

4.2.4.1 Sur la nécessité d'un modèle complémentaire au modèle CP\$

Le modèle CP\$ représente un état des lieux d'un hôpital sur le plan technique. Si nous nous accordons à dire que tout projet de construction vise à obtenir le meilleur hôpital possible selon les recommandations en vigueur, nous devons cependant constater que la note maximale n'est pas toujours obtenue par certains paramètres. Qui plus est, le modèle CP\$ a l'inconvénient de ne pas argumenter les choix effectués – pourquoi, par exemple, un tel paramètre n'obtient-il qu'un seul point? –, alors que c'est justement ce genre d'informations qui permet d'analyser les différences entre les deux modes de construction.

Un modèle complémentaire au CP\$ pourrait expliquer ces écarts en prenant en compte l'influence des interactions entre les acteurs du projet, qui ne partagent pas nécessairement les mêmes opinions et qui ne disposent pas non plus des mêmes leviers pour imposer leurs stratégies et points de vue. Autrement dit, le contexte dans lequel s'inscrit le projet a une influence directe sur le résultat. Le projet peut s'éloigner de l'idéal-type défini par le design factuel pour des raisons tout à fait rationnelles (par exemple, l'espace limité pour le campus de la Montagne), mais d'autres éléments peuvent expliquer cet écart, comme la spécificité du système de santé québécois, notamment le financement public et les prévisions sur la démographie, ainsi que le contexte politique.

Modéliser les aspects stratégiques, décisionnels, enfin, humains du projet peut s'avérer ambitieux, mais c'est utile dans l'essai de rendre compte de la complexité des enjeux de gouvernance, du comportement des principaux décideurs et des significations qu'ils accordent aux différents aspects du projet de redéploiement. Fellows et Liu (2003) soulignent d'ailleurs l'intérêt de telles enquêtes dans la recherche en génie de la construction.

Ce modèle mathématique est original et représente une combinaison de :

- la position stratégique (*S*) des principaux acteurs impliqués dans un projet de construction par rapport à l'environnement curatif, à l'environnement performant et au coût,
- le poids décisionnel de ces mêmes acteurs dans le projet (*W*),
- la répartition de l'effort global de *S* et *W* sur chacun des lieux étudiés (*R*).

Si le modèle CP\$ se base sur des données multiples, obtenues à la suite d'un découpage serré, la principale caractéristique du modèle SWR est de rendre compte de l'influence des facteurs humains à un niveau plus général. Pour ce faire, nous avons envisagé la réalisation d'entretiens avec les principaux intervenants dans le projet de redéploiement. La base de données du modèle SWR est statique.

4.2.4.2 La série d'entretiens

Nous avons sélectionné les sujets de l'enquête selon leur statut et la position qu'ils ont dans leur champ d'action et d'expertise (*Voir* Annexe X, Tableau-A X-3 pour la liste des personnes interviewées).

Trois groupes d'acteurs ont été ainsi repérés :

1. Représentants des autorités publiques (5 entrevues),
2. Représentants du CUSM – direction générale, représentants des patients et professionnels du projet de redéploiement (10 entrevues),
3. Concepteurs et constructeurs (8 entrevues)¹⁹.

¹⁹ Le projet de recherche en prévoyait 20, mais nous avons ajusté ce nombre initial pour pouvoir représenter uniformément le PPP et le mode conventionnel dans la catégorie des concepteurs-constructeurs.

Tel qu'il peut être facilement constaté dans le Tableau 4.2 ci-après, à la représentativité égale, nous avons préféré la variété des statuts et des positions hiérarchiques (*Voir* à ce sujet Fellows et Liu, 2003, et Zeisel, 2006).

Tableau 4.2 Nombre de personnes interviewées par groupe

Groupe	Institution	Nombre de personnes
Autorités publiques	Agence de la santé et des services sociaux de Montréal	1
Autorités publiques	Infrastructure Québec [l'ancienne Agence des partenariats public-privé du Québec]	1
Autorités publiques	Corporation d'hébergement du Québec	1
Autorités publiques	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal	2
CUSM	Comités des patients	2
CUSM	Direction générale	5
CUSM	Division de la planification et du redéploiement	3
Concepteurs et constructeurs	Lemay et associés [architecture design d'intérieur]	1
Concepteurs et constructeurs	André Ibgby Architectes [architecture]	1
Concepteurs et constructeurs	CIMA+ [génie civil]	1
Concepteurs et constructeurs	Dessau et Verreault [génie mécanique et électrique construction]	1
Concepteurs et constructeurs	Groupe Axor [gestion de projet]	1
Concepteurs et constructeurs	Pomerleau [construction]	1
Concepteurs et constructeurs	SNC-Lavalin [construction]	2

Les entrevues ont été réalisées entre octobre 2009 et février 2011, en français ou en anglais, selon la préférence des interlocuteurs. Chaque personne a reçu, avant l'entretien, un feuillet de renseignements, contenant la description des objectifs de la recherche, ainsi que des informations sur le respect de la confidentialité des réponses (*Voir* le feuillet en Annexe XII, section XII.1). Le guide d'entretien a compris des questions thématiques relativement ouvertes, laissant le choix à l'interviewé de s'exprimer librement (*Voir* le protocole en Annexe XII, section XII.2). Les entretiens ont une durée moyenne de quarante minutes.

Avec l'accord des répondants, les entretiens ont été enregistrés et ensuite transcrits intégralement. Dans le feuillet de renseignements, nous leur avons offert le choix de livrer le témoignage à titre officiel ou confidentiellement. Comme la plupart d'entre eux ont choisi la protection de l'anonymat, nous avons créé une liste de codes (de A1 à A23). Aucun nom n'apparaît donc dans la base de données du SIAD.

Le traitement de ces entretiens a été réalisé par analyse catégorielle. Ainsi, une liste de thèmes récurrents a été dressée selon la fréquence de catégories significatives. Plus précisément, nous avons poursuivi, avec Bardin (1993), les cinq étapes suivantes avant d'établir les axes thématiques et les différentes catégories d'indicateurs :

1. Identification des principaux éléments du contenu,
2. Détermination de l'importance de chaque élément,
3. Observation de l'impact de chaque élément sur d'autres attributs,
4. Identification de la récurrence de certains arguments,
5. Classification des indicateurs.

Nous avons ainsi retenu trois grands axes thématiques :

1. Le design factuel,
2. La gestion de projet,
3. Le mode de construction.

Chaque axe couvre plusieurs sujets spécifiques (*Voir* Tableau 4.3). Ces thèmes servent de base à la réflexion sur laquelle s'appuie la modélisation du comportement des acteurs dans le modèle SWR.

Tableau 4.3 Sujets récurrents dans les entretiens

Axe thématique	Sujet
Design factuel	Environnement curatif
Design factuel	Environnement performant
Design factuel	Curatif vs performant
Gestion de projet	Étapes du projet
Gestion de projet	Coûts
Gestion de projet	Échéanciers
Gestion de projet	Communication interne
Gestion de projet	Communication externe
Gestion de projet	Rôles dans le projet
Mode de construction	PPP
Mode de construction	Conventionnel
Mode de construction	PPP vs conventionnel

4.2.4.3 Modélisation des positions stratégiques (S) des acteurs

Le modèle SWR est mathématique et attribue une valeur chiffrée à chacune de ses variables.

La position stratégique *S* traduit l'importance qu'attache chaque acteur à chacun des pôles du modèle CP\$. Dans le modèle SWR, on ne cherche pas à savoir si un même acteur attache plus d'importance à la qualité de l'éclairage, au niveau de bruit ou à l'aménagement de l'espace. Ces paramètres mesurés font partie de la note *C* (environnement curatif) ou, selon le

cas, *P* (environnement performant). Autant le modèle CP\$ a pour objectif de réaliser un audit précis d'un projet de construction au niveau micro, autant le modèle SWR s'intéresse à expliquer les notes globales *C*, *P*, et *\$* au niveau macro.

Pour les positions stratégiques, on ne s'intéresse pas aux valeurs absolues, mais uniquement aux valeurs relatives d'un acteur par rapport à un autre. Prenons l'exemple du coût : l'intérêt est de déterminer si oui ou non les concepteurs et constructeurs seront les plus attachés à réduire les coûts; suivis des instances gouvernementales, qui s'intéressent aussi à l'environnement performant; enfin, du CUSM, dont les priorités sont surtout les environnements curatif et performant (*Voir Figure 4.8 ci-après*).

D'autre part, nous constatons également un intérêt à affiner les valeurs. Si nous supposons que pour le coût nous accordons des valeurs extrêmes aux concepteurs et constructeurs (5) et au CUSM (1), nous pouvons chercher à déterminer si la position des autorités publiques est plutôt de 2, 3 ou 4.

Nous avons adapté le système de notation de 1 à 5 utilisé par Ulrich et Joseph (2005) pour l'évaluation des projets de design factuel dans le secteur de la construction hospitalière. L'échelle est cette fois-ci la suivante :

- ne m'intéresse pas du tout – 1,
- ne m'intéresse que très peu – 2,
- me laisse indifférent – 3,
- m'intéresse – 4,
- m'intéresse beaucoup – 5.

Ces notes sont accordées en fonction de l'analyse de contenu des entretiens, notamment de l'axe « design factuel » et du sujet « coût » inclus dans l'axe « gestion de projet ».

La position stratégique d'un acteur se représente facilement dans un triangle CP\$:

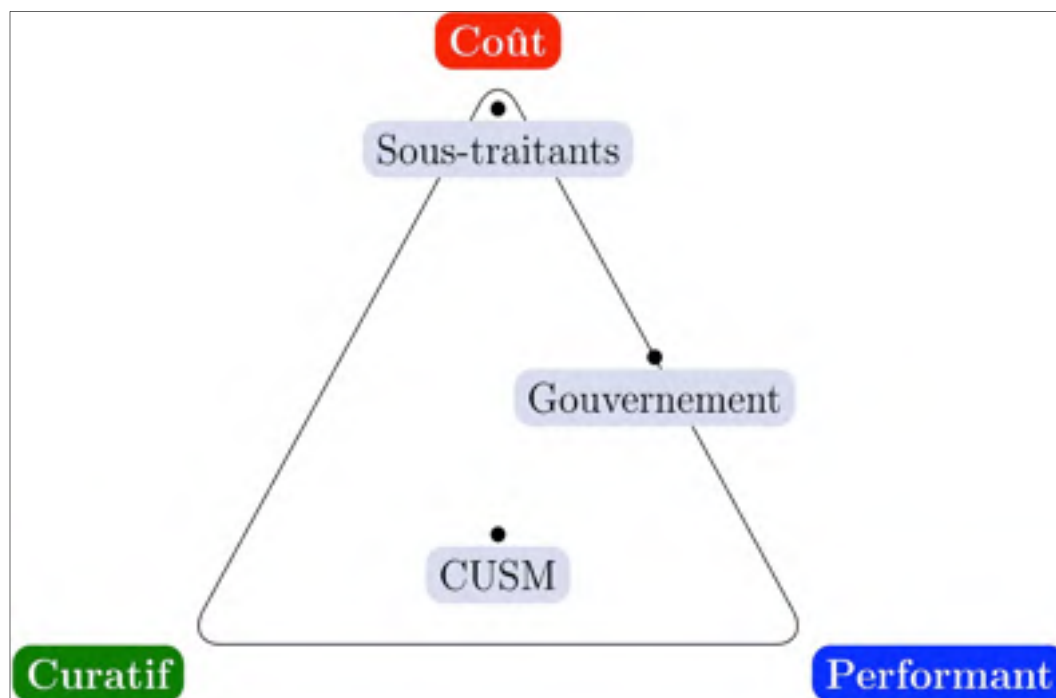


Figure 4.8 Représentation de la position stratégique (S) des acteurs dans un triangle CP\$

Sur la Figure 4.8 donnée en exemple :

- le CUSM est à mi-chemin entre l'environnement performant et l'environnement curatif, tout en prenant en compte le facteur coût, mais de façon limitée;
- les concepteurs et constructeurs sont focalisés sur l'aspect coût;
- les autorités publiques sont à mi-chemin entre le coût et l'environnement performant.

La position stratégique d'un acteur est le vecteur à trois dimensions (C , P et $\$$) correspondant à un unique barycentre des sommets du triangle CP\$. Les coefficients du barycentre sont, à un facteur près, les valeurs des notes (de 1 à 5).

A. Placer un point dans le triangle CP\$

Dans le triangle CP\$, un point A représentant la position d'un acteur dans le triangle est identifié par une position stratégique CP\$.

Pour placer un point identifié par un vecteur à trois dimensions (C, P, \$), il faut calculer les coordonnées dans un repaire orthogonal. Il s'agit donc de convertir des coordonnées barycentriques (C, P, \$) en abscisse/ordonnée (X, Y).

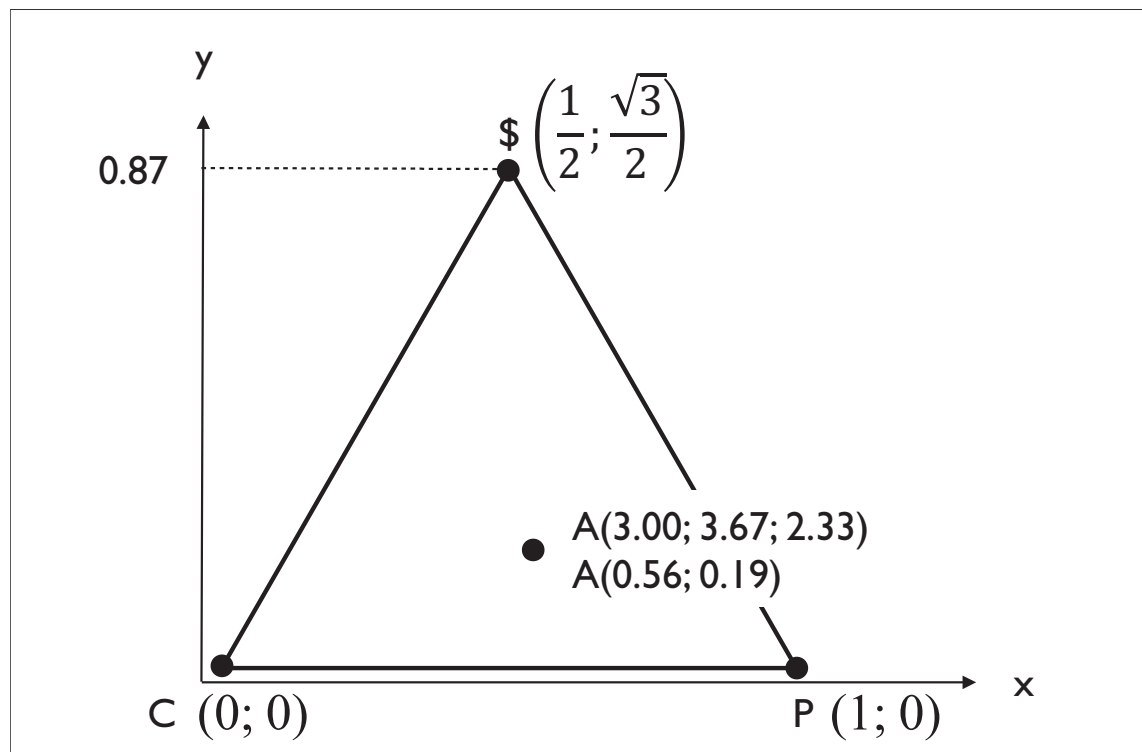


Figure 4.9 Calcul de coordonnées dans un triangle CP\$

Tout d'abord, les notes C, P et \$ sont converties sur une échelle de 0 à 1. De cette façon, un acteur ayant une position de 0 pour l'environnement performant sera situé exactement sur le coin (C, \$). Si on avait gardé une échelle de 1 à 5, les points se trouveraient toujours

strictement à l'intérieur du triangle sans jamais toucher les bords du triangle. Ce changement d'échelle traduit le fait que la note de 1 correspond au 0 mathématique.

On appelle μ_C , μ_P et $\mu_\$$ les coordonnées barycentriques normalisées. On a donc $\mu_C = C - 1$, $\mu_P = P - 1$, $\mu_\$ = \$ - 1$, et T , la somme des coefficients barycentriques :

$$\begin{aligned} T &= \mu_C + \mu_P + \mu_\$ \\ T &= (C - 1) + (P - 1) + (\$ - 1) \end{aligned} \quad (4.1)$$

Les coordonnées $(X; Y)$ se calculent par le produit matriciel suivant :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_C & X_P & X_\$ \\ Y_C & Y_P & Y_\$ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (C - 1)/T \\ (P - 1)/T \\ (\$ - 1)/T \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

Où les valeurs de X_C , X_P , $X_\$$, Y_C , Y_P , $Y_\$$ sont les coordonnées des coins du triangle CP\$, ce qui donne :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1/2 \\ 0 & 0 & \sqrt{3}/2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (C - 1)/T \\ (P - 1)/T \\ (\$ - 1)/T \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

B. Calculer le vecteur à trois dimensions $(C, P, \$)$ à partir d'un point (X, Y)

Il n'y a pas unicité des coordonnées barycentriques. En effet, $(\mu_C, \mu_P, \mu_\$)$ et $(2\mu_C, 2\mu_P, 2\mu_\$)$ représentent le même point : les coordonnées barycentriques sont définies à un facteur près. On souhaite toutefois faire correspondre à chaque point du triangle un unique vecteur à trois dimensions $(C, P, \$)$. Pour ce faire, on pose comme condition supplémentaire :

$$\mu_C + \mu_P + \mu_\$ = 1 \quad (4.4)$$

Il s'agit donc de résoudre l'équation :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_C & X_P & X_\$ \\ Y_C & Y_P & Y_\$ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu_C/T \\ \mu_P/T \\ \mu_\$/T \end{pmatrix} \text{ où } T = 1 \quad (4.5)$$

D'où il reste :

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1/2 \\ 0 & 0 & \sqrt{3}/2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu_C \\ \mu_P \\ \mu_\$ \end{pmatrix} \quad (4.6)$$

Ce qui donne :

$$\begin{aligned} X &= \mu_P + \mu_\$/2 \\ Y &= \sqrt{3}/2 \mu_\$ \end{aligned} \quad (4.7)$$

Soit :

$$\boxed{\begin{aligned} \mu_C &= 1 - \mu_P - \mu_\$ \\ \mu_P &= X - \sqrt{3}/3 Y \\ \mu_\$ &= 2\sqrt{3}/3 Y \end{aligned}} \quad (4.8)$$

Les nombres obtenus sont compris entre 0 et 1. On les convertit en notes comprises entre 1 et 5 en appliquant les formules suivantes :

$$\begin{aligned} N_C &= 4 \mu_C + 1 \\ N_P &= 4 \mu_P + 1 \\ N_\$ &= 4 \mu_\$ + 1 \end{aligned} \quad (4.9)$$

Il n'est pas possible d'avoir un acteur totalement désintéressé, avec 1 partout. L'acteur parfaitement indifférent aura 3 partout, n'ayant donc pas de préférence entre des options favorisant la création d'un environnement curatif, la réalisation d'un environnement

performant ou la diminution des coûts. Aussi, même un acteur n'attribuant qu'un seul point au coût préférera un hôpital moins cher, toutes choses égales par ailleurs.

4.2.4.4 Modélisation du poids décisionnel (W) des acteurs

Pour prendre en compte la différence des contributions de chaque acteur au projet, le modèle SWR fait intervenir la variable W . Le poids décisionnel W traduit le pouvoir d'un acteur à orienter les décisions dans le sens de sa position. Il y a bien sûr une grande différence entre le poids officiel, contractuel, et celui tacite, qui peut comprendre le pouvoir de persuasion des acteurs, le pouvoir de décision implicite, etc. Un bon exemple de poids décisionnel implicite est représenté par le pouvoir politique qui peut influencer la planification et la mise en œuvre d'un projet notamment dans un système public de santé tel que le Québec. Tous ces aspects intéressent cette recherche et sont inclus dans le SIAD.

Nous avons envisagé deux façons de concevoir le poids décisionnel des acteurs. Dans la première version, chaque acteur avait un poids décisionnel différent en fonction du lieu analysé. L'argument qui justifie ce choix réside dans le fait que les notes obtenues dans le modèle CP\$ sont différentes pour chaque lieu et qu'il est donc nécessaire que le modèle SWR puisse rendre compte de ces différences. Il n'y avait pas de raisons pour que la position des acteurs change d'un lieu à l'autre. Par contre, il apparaissait plausible que le poids décisionnel implicite varie d'un lieu à l'autre.

Prenons le cas du CUSM, où sont impliqués, entre autres, des concepteurs et constructeurs, des directeurs de projet et des représentants du gouvernement, ce dernier en tant que bailleur de fonds. Les directeurs ont un poids important dans la décision du fait de leurs positions hiérarchiques, mais leurs choix peuvent être orientés par les conseils des concepteurs, tout comme ils peuvent être bloqués par le bailleur de fonds. Ainsi aurait-on pu donner dans le modèle SWR un poids décisionnel plus important au CUSM pour les urgences, où les professionnels auraient influencé davantage la conception, et davantage de poids au gouvernement pour le centre ambulatoire.

Cette modélisation pose deux problèmes. D'abord, elle confond la notion de poids décisionnel avec celle de spécificité des lieux. Ensuite, elle oblige à attribuer à chaque acteur un poids décisionnel différent pour chaque lieu (urgences, centre ambulatoire et unités de soins), alors qu'il est difficile d'avoir accès à cette information de façon objective.

Dans la seconde façon de concevoir les poids décisionnels, nous distinguons donc le pouvoir hiérarchique des spécificités des lieux. Il n'y a plus maintenant qu'un seul poids par acteur commun à tous les lieux, donc à l'hôpital. Là encore, seul compte le poids relatif d'un acteur par rapport à l'autre.

On peut fixer la valeur de W en attribuant à chaque acteur une note de 1 à 5, où, en miroir avec l'échelle de Ulrich et Joseph (2005) :

- pas important – 1,
- peu important – 2,
- important – 3,
- très important – 4,
- extrêmement important – 5.

Comme pour les positions stratégiques des acteurs, les notes accordées pour leurs poids décisionnels sont soutenues par les entretiens, notamment les informations contenues dans l'axe gestion de projet. Tous les acteurs ne peuvent pas avoir le poids décisionnel maximal de 5. S'ils avaient tous un même poids décisionnel, alors ils partageraient la valeur 3.

Lorsqu'il n'y a que trois acteurs, on peut représenter le « centre de gravité de la décision » par un point dans le triangle « concepteurs et constructeurs – autorités publiques – CUSM » :

$$W = {}^t(W_{acteur_1} \quad W_{acteur_2} \quad W_{acteur_3} \quad \dots) \quad (4.10)$$

Ainsi, s'il y a 23 acteurs, alors W est un vecteur-colonne à 23 dimensions.

4.2.4.5 La spécificité des lieux (R)

Lorsque l'on combine les positions de chaque acteur pondérées par leurs poids, on obtient une note globale pour l'environnement performant, l'environnement curatif et le coût. Mais l'effort en CP\$ n'est pas nécessairement réparti uniformément sur chacun des lieux de l'hôpital. La spécificité des lieux est le critère qui détermine la répartition de cet effort sur les différents lieux.

On considère que cette répartition est commune aux différents acteurs. Si, par exemple, la spécificité des urgences fait que l'aspect « environnement performant » est plus important que pour les unités de soins, alors tout se passe comme si tous les acteurs accordaient une priorité à la performance des urgences, et ce, dans les mêmes proportions. Autrement dit, pour un lieu donné, les positions ajustées de chacun des acteurs sont biaisées de la même façon. C'est ce qu'on appelle la spécificité des lieux. La difficulté qui vient alors est de mesurer cette spécificité.

Pour les positions stratégiques et pour les poids décisionnels, nous avons imaginé que chaque acteur ajuste finement sa stratégie et que le contexte politique fait que toute une panoplie de configurations SW soit possible. Par exemple, si un acteur a une position qui attache peu d'importance à l'environnement curatif, elle peut être compensée par celle d'un autre acteur, pour lequel ce critère est plus important. Les variables S et W sont donc mesurables sur un intervalle de valeurs allant de 1 à 5.

Il apparaît plus difficile de quantifier de la même façon les spécificités des lieux. Concrètement, nous ne pouvons pas dire si la spécificité d'un lieu fait que la position de tous les acteurs se déplace de 10 ou 20 % en faveur de l'environnement curatif ou inversement. Le système de notation doit coller à la réalité et doit modéliser de façon simplifiée et plausible la manière dont les acteurs conduisent leur raisonnement.

Nous considérons alors que chaque lieu a des priorités différentes, qui ne s'expriment pas par une note allant de 1 à 5, mais par un ordonnancement des variables C , P et $\$$ depuis la plus importante à la moins importante.

Prenons le cas d'une unité de soins où, au-delà d'un certain niveau de bruit (environnement curatif), il n'est pas utile d'améliorer la modularité de l'espace (environnement performant) :

1. Dans la situation où le critère coût est le moins important, l'ordonnancement sera $CP\$$;
2. Au contraire, si le coût est le plus important, l'ordonnancement préférera toujours $\$$, quitte à sacrifier les environnements curatif et performant.

L'ordonnancement des variables a été établi selon l'information contenue dans les entretiens, mais aussi en tenant compte des objectifs de la construction hospitalière tels que présentés dans le chapitre 3.

4.2.4.6 Représentation graphique du modèle SWR

En résumé, le comportement des acteurs est modélisé par les variables suivantes :

- S – la matrice des positions stratégiques des acteurs; graphiquement, il s'agit des positions des acteurs dans le triangle $CP\$$;
- W – le vecteur colonne des poids décisionnels de chaque acteur;
- R – les permutations des C , P et $\$$, représentant la façon non uniforme dont sont répartis les efforts en C , P et $\$$ entre les différents lieux;
- H – enfin, la matrice donnant le résultat, c'est-à-dire la caractérisation de l'hôpital.

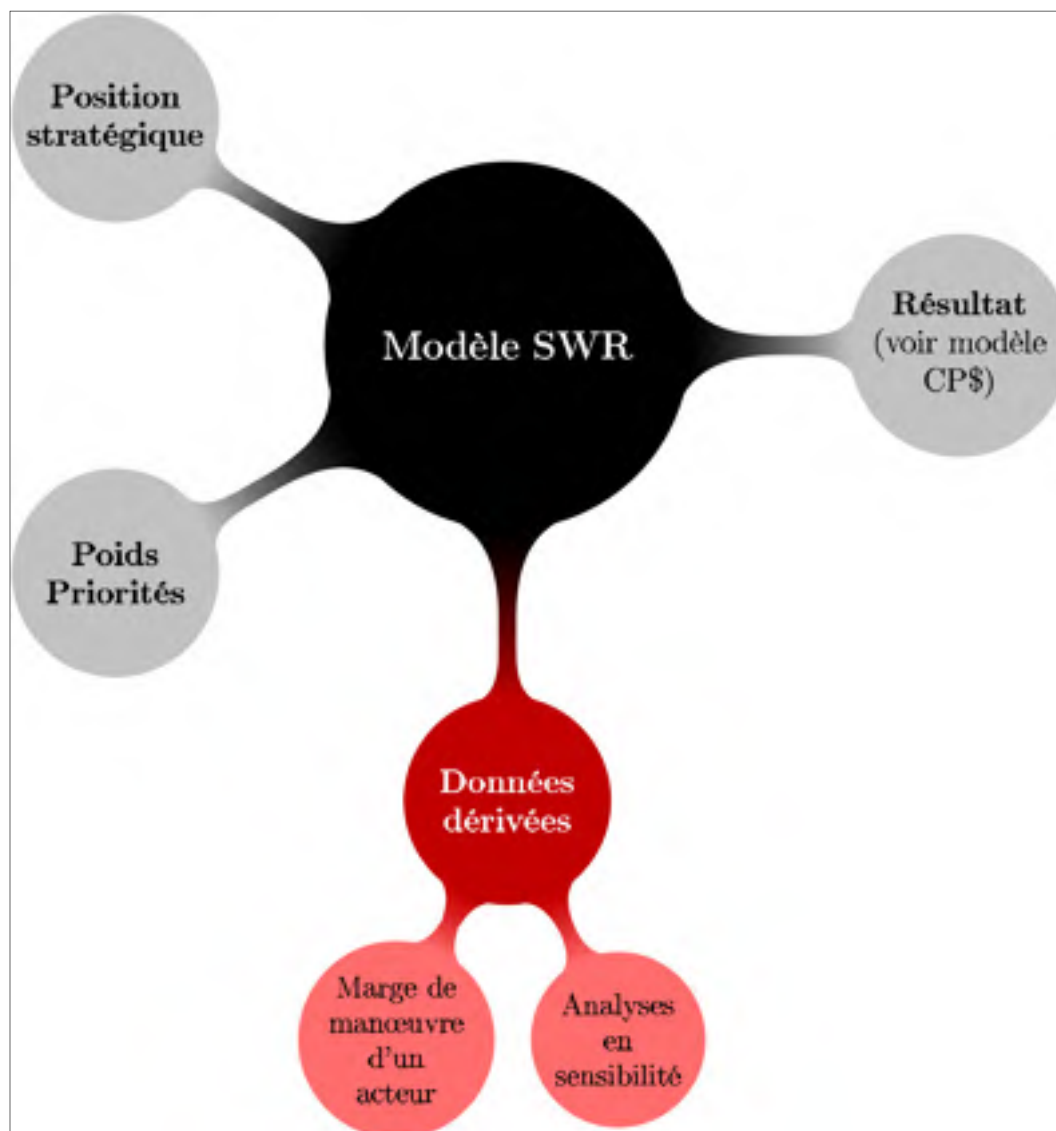


Figure 4.10 Le modèle SWR

4.2.4.7 Formalisme mathématique

On a deux composantes dans le modèle. La première partie est linéaire et concerne les variables S et W . En appliquant la matrice S au vecteur W , on obtient les notes globales en C , P et $\$$ pour l'hôpital. La seconde partie n'est pas linéaire et traite la répartition de l'effort global SW sur chaque lieu de l'hôpital.

Les poids décisionnels, les positions stratégiques et le résultat sont liés. Si :

1. a_k représente les acteurs et $k \in [1 \dots N_a]$;
2. x_1 , x_2 et x_3 représentent les paramètres (l'environnement curatif, l'environnement performant et le coût), notés x_i où $i \in [1 \dots N_x]$;
3. l_j représente les lieux et $j \in [1 \dots N_l]$;
4. $r_{i,j}$ représente l'ordre de priorité de x_i dans l_j ; à chaque lieu, on associe un des 6 ordres de priorités possibles : CP\$, CSP, PC\$, P\$C, \$CP ou \$PC;
5. $s_{i,k}$ représente la position stratégique de l'acteur a_k vis-à-vis du critère x_i ;
6. w_k représente le poids décisionnel de l'acteur a_k ;
7. $h_{i,j}$ représente la note pour le critère x_i attribuée au lieu l_j ;

on obtient le système suivant :

$$\boxed{(S \times W) \times R = H} \quad (4.11)$$

S et W se combinent en faisant une multiplication matricielle. On obtient une note de référence \bar{h}_i pour chaque x_i .

$$\bar{h}_i = \sum_{k=1}^{N_a} s_{i,k} w_k \quad (4.12)$$

Soit encore :

$$S \times W = \bar{H} \quad (4.13)$$

où \bar{H} représente les notes de référence.

Pour la variable r , plusieurs options sont envisageables. Le plus simple est d'attribuer une valeur à chaque position. Par exemple, si la spécificité du lieu est $P\$C$, on affecte à l'environnement performant un ajout de 20 %, à l'environnement curatif une déduction de 20 %, et le coût reste inchangé. Le problème de cette idée, de procéder par pourcentages d'ajout ou déduction, est qu'elle ne prend pas en compte l'aspect non linéaire du problème évoqué plus haut.

La seconde stratégie consiste à échanger les notes entre les lieux. Considérons les notes des unités de soins et des urgences; et supposons que leurs spécificités respectives valent $CP\$$ et $PC\$$. À partir de SW , on obtient une note globale de référence. L'environnement curatif arrive en première position pour les unités de soins et en deuxième position pour les urgences. La note des urgences représente alors la note de référence diminuée d'un demi-point, tandis que celle des unités de soins est incrémentée d'un demi-point. Pour l'environnement performant, la note des urgences est incrémentée d'un point, tandis que celle des unités de soins est diminuée d'un point.

On a donc, pour chaque lieu I_j et chaque critère X_i , la note $h_{i,j}$ correspondant à la note de référence incrémentée pour chaque lieu I_j , de l'écart des degrés de priorité de X_i entre I_j et I_j :

$$h_{i,j} = \bar{h}_i + \frac{1}{N_l} \sum_{j'=1}^{N_l} \text{Min}(r_{i,j'} - r_{i,j}; \bar{h}_i) \quad (4.14)$$

Le « Min » vient du fait que si la note de référence \bar{h}_i vaut seulement un point, on ne peut pas échanger deux points sur X_i entre I_j et I_j : \bar{h}_i détermine l'amplitude maximum des échanges. Ainsi, en dessous d'un certain seuil, c'est la stratégie de référence qui prime. Au-delà, le surplus est investi en fonction des spécificités des lieux.

4.2.4.8 Dynamique du modèle SWR

Quelles sont les variables endogènes et quelles sont les variables exogènes du modèle? Il n'y en a pas, car le modèle SWR provient de l'idée selon laquelle la combinaison des préférences et des poids des acteurs dans la décision (S et W) ainsi que des spécificités des lieux R conditionnent le résultat final H , c'est-à-dire l'hôpital construit.

Dans le calcul, plusieurs cas peuvent se présenter.

A. Un paramètre fixé, une variable exogène, une variable expliquée

Il est possible d'estimer les positions stratégiques des acteurs et d'évaluer l'hôpital dans CP\$. L'estimation des positions stratégiques revient à placer chacun des acteurs dans le triangle « Curatif – Performant – Coût ». À chaque configuration de positions stratégiques estimées correspond un poids décisionnel théorique des différents acteurs. L'interface du SIAD permet de déplacer facilement les acteurs et de voir instantanément leurs poids théoriques²⁰ recalculés.

De façon symétrique, on peut évaluer l'hôpital dans CP\$ et voir l'évolution des positions stratégiques en fonction des poids décisionnels. Dans tous les cas, un des paramètres est fixé, un est variable et le dernier est calculé.

B. Calculer des données dérivées à partir du modèle

On peut se donner S , W , R et H et évaluer les données dérivées du modèle :

- la valeur explicative du modèle : quelle est la distance entre ce qu'on estime être les valeurs de S , W et R et le résultat mesuré H ?

²⁰ C'est-à-dire la valeur de S , qui égalise au mieux l'équation vue plus haut : $(S \times W) \times R = H$

- la marge de manœuvre d'un acteur : quel est l'éventail des résultats théoriques possibles qu'on peut obtenir si un acteur décide de peser de tout son poids décisionnel dans une direction ou dans l'autre?

Comme nous le verrons dans la section suivante, sur la résolution du modèle SWR, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :

- une solution unique;
- un ensemble de solutions, situation dans laquelle l'on choisit la solution la plus vraisemblable à l'aide d'une heuristique;
- aucune solution, cas dans lequel on prend pour solution celle qui minimise la distance entre, d'un côté, les positions, les poids et les spécificités, et, de l'autre, H .

On peut chercher à estimer la « facilité » à obtenir le résultat, l'idée sous-jacente étant de mesurer la « stabilité » du modèle. Autrement dit, il s'agit de déterminer dans quelle mesure la modification d'un paramètre est susceptible de modifier l'équilibre du modèle.

Plusieurs modélisations de ce concept sont possibles. Dans tous les cas, on peut approcher ce concept par la sensibilité de S ou W par rapport à un déplacement de H . La question qui se pose est alors si une petite modification sur H demande un grand réajustement des positions stratégiques.

Quand le système a plusieurs solutions, si S est endogène, on mesure la distance entre le W utilisé et le W le plus proche pour lequel le système n'a plus de solution. Symétriquement si W est la variable endogène. Plus la distance trouvée est grande, plus on considère que le modèle est stable.

Quand le système n'a pas de solution, si W est endogène, on mesure la distance entre le S utilisé et le S le plus proche pour lequel le système a au moins une solution. Symétriquement si W est la variable endogène, on mesure la distance entre le W utilisé et le W le plus proche

pour lequel le système a au moins une solution. Plus la distance trouvée est grande, moins on considère que le modèle est stable.

4.2.4.9 Résolution du modèle SWR

Pour fixer les idées, avec $N_a = 3$ acteurs, $N_x = 3$ types de paramètres, l'équation $S \times W = \bar{H}$ donne :

$$\begin{pmatrix} s_{1,1} & s_{1,2} & s_{1,3} \\ s_{2,1} & s_{2,2} & s_{2,3} \\ s_{3,1} & s_{3,2} & s_{3,3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{h}_1 \\ \bar{h}_2 \\ \bar{h}_3 \end{pmatrix} \quad (4.15)$$

Voir Section 4.2.4.7, *Formalisme mathématique*, pour la signification des variables. Par exemple, $s_{2,3}$ représente la position de l'acteur n° 3 sur l'environnement performant (n° 2 dans l'ordre C-P-\$).

A. Résolution des poids décisionnels

Il s'agit de résoudre l'équation matricielle $SW = \bar{H}$ en trouvant la valeur de W . Suivant la valeur des paramètres, cette équation peut avoir une solution unique, une infinité de solutions ou aucune solution. Le premier cas ne présente aucune difficulté particulière. Il y a existence et unicité de la solution. Les valeurs peuvent être trouvées par le calcul. Cependant, la plupart du temps, dès qu'il y a plus de 3 acteurs, l'équation ne se résoudra pas simplement. On propose ci-dessous deux méthodes pour aboutir à une solution dans les cas où il n'y a pas unicité ni existence, en s'appuyant sur une interprétation géométrique du système.

Cas d'une infinité de solutions

Ce cas correspond, par exemple, à la situation où deux acteurs auraient exactement les mêmes positions stratégiques. Le système donne la même valeur, quelle que soit la

répartition de la somme des poids décisionnels entre ces deux acteurs. D'une manière générale, on rencontre ce cas de figure dès que les vecteurs-colonnes (les positions de chaque acteur) sont liés.

La figure ci-après montre l'ensemble des poids possibles pour les deux acteurs 1 et 2. Cet ensemble forme la droite (d_W) .

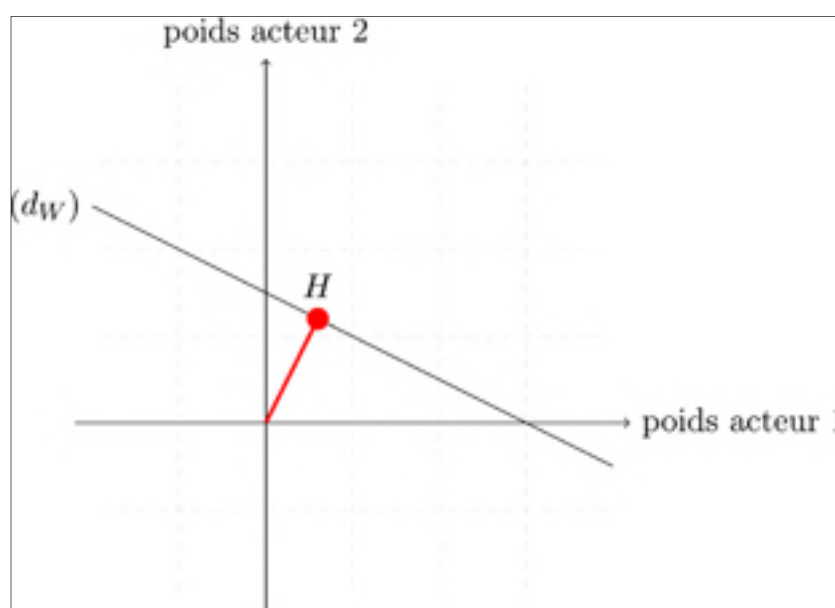


Figure 4.11 Choix d'une solution particulière par projection orthogonale

L'idée est de choisir comme solution particulière celle qui passe le plus près de zéro. Cette solution appartient à l'espace orthogonal de l'espace solution, qui est engendré par les vecteurs lignes de S . L'idée sous-jacente est qu'on va chercher la pondération des acteurs qui minimise les disparités de poids entre les acteurs.

Le raisonnement est le suivant :

- on a une équation du type $MX = Y$;
- on constate en particulier que l'ensemble des X vérifiant $MX = Y$ forment un espace vectoriel E ;
- pour une solution particulière X_0 , $MX_0 = Y$, alors $\forall X \in E$, $M(X_0 + X) = Y$, donc l'ensemble des solutions forme un espace affine noté E_{X_0} ;
- dans l'exemple donné, $E_{X_0} = (d_W)$;
- chercher le plus petit X_{best} solution \Leftrightarrow chercher le projeté orthogonal de $\vec{0}$ sur E_{X_0} ;
- pour chaque vecteur ligne M_i de M $\forall X \in E$ on a l'égalité scalaire $M_i \cdot X = 0$;
- ce qui revient à dire que E est orthogonal à l'espace engendré par les vecteurs lignes de M ;
- X_{best} est alors déterminé de manière unique par les deux équations :
 $MX_{best} = Y$ et $X_{best} =$ combinaison linéaire des vecteurs lignes de Y .

Sur la Figure 4.11, les deux équations correspondent à (d_W) et à la droite en rouge, dont l'intersection, le point H , est la solution particulière recherchée.

Cas où aucune solution n'existe

Ce cas correspond à la situation où tous les acteurs partagent des positions stratégiques similaires, mais où le résultat attendu est complètement opposé. Quelle que soit la façon dont on combine les poids décisionnels des acteurs, on n'obtient jamais le résultat attendu; le système n'a pas de solutions.

La Figure 4.12 ci-après montre l'ensemble des résultats atteignables avec différentes combinaisons de poids des acteurs 1 et 2. Cet ensemble forme la droite (d_W) .

L'idée est de chercher le résultat atteignable H' le plus proche de H . Le raisonnement est le suivant :

- on a une équation du type $MX = Y$;
- l'ensemble des vecteurs MX décrit un sous-espace vectoriel F tel que $Y \notin F$;
- F est engendré par les vecteurs colonnes de M donc un vecteur V est orthogonal à F ce qui équivaut à dire ${}^tMV = 0$;
- on cherche à résoudre $MX = Y_F$ où Y_F est la projection orthogonale de Y sur F ;
- $\forall Y \in F, Y_F - Y \perp F$;
- X_{best} est alors déterminé de manière unique par les deux équations :
 $MX_{best} = Y_F$ et ${}^tM(Y_F - Y) = 0$.

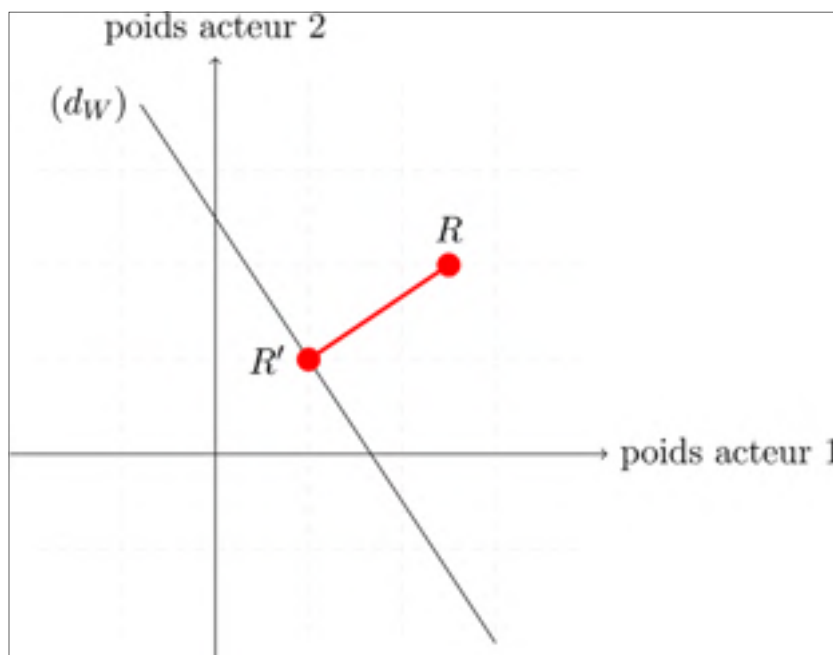


Figure 4.12 Choix de la solution la plus proche par projection orthogonale

B. Résolution des positions stratégiques

Cette fois-ci il s'agit de calculer la position d'un acteur en connaissant la position des autres acteurs et les poids de tout le monde.

Le résultat global \bar{H} , qui ne tient pas compte des spécificités des lieux, correspond à la somme pondérée des positions des différents acteurs par leurs poids. Si $\bar{H}_{|k}$ correspond au résultat partiel sans tenir compte de l'acteur k et S_k est la position stratégique de l'acteur k , alors $S \times W = \bar{H}$ donne $\bar{H} = \bar{H}_{|k} + w_k S_k$

On en déduit simplement une valeur solution de l'équation :

$$S_k^* = \frac{1}{w_k} (\bar{H} - \bar{H}_{|k}) \quad (4.16)$$

On remarque que l'équation n'a pas de sens si $w_k = 0$, ce qui est cohérent avec notre modèle. En effet, si le poids décisionnel d'un acteur est nul, il n'a aucune influence sur la décision et, donc, aucune de ses prises de position ne permettra d'égaliser les deux membres de l'équation $S \times W = \bar{H}$.

Dans le calcul des poids décisionnels, seul le poids relatif d'un acteur par rapport à l'autre compte. Quelles que soient les valeurs obtenues, on pouvait ré-étalonner les valeurs de façon à avoir des nombres compris entre 1 et 5. Ici, les positions des autres acteurs sont fixes. Si les valeurs trouvées pour S_k^* sortent de l'intervalle $[1; 5]$, alors on borne la valeur de S_k retenue entre 1 et 5 et on dit que l'acteur k a une marge de manœuvre insuffisante.

C. Résolution des spécificités des lieux

Il s'agit de calculer la variable R qui permet d'expliquer au mieux les différences entre les lieux. L'équation $(S \times W) \times R = H$ n'est pas linéaire. Le seul moyen générique pour la résoudre est d'utiliser un algorithme de recherche.

Dans le cas de R , il n'y aura jamais que 6 valeurs possibles correspondant aux différentes permutations de C-P-\$. Pour chaque permutation $R = \sigma_n, n \in [1; 3!]$, on mesure la distance $\|H - (S \times W) \otimes \sigma_n\|$ et on retient la valeur de R qui minimise cette distance.

4.2.4.10 Analyses en sensibilité

Le SIAD réalisé permet de tirer des analyses de la sensibilité d'une variable par rapport à l'autre.

On prend la norme euclidienne $\|\cdot\|$ sur l'espace des matrices. Soit M une matrice, alors :

$$\|M\| = \sqrt{\sum_{i,j} m_{i,j}^2} \quad (4.17)$$

On considère alors qu'un choc dH sur H :

- soit uniforme sur un lieu et on augmente la valeur numérique des critères note curatif, note performant et coût de 1 % pour un lieu donné;
- soit uniforme sur un critère et on augmente la valeur numérique d'un critère donné sur tous les lieux.

Étant donné que plusieurs cas de figure peuvent se rencontrer dans la résolution du modèle, faisant intervenir de nouvelles équations, on préférera une résolution numérique approchée. On prend dH assez faible, par exemple tel que $\|dH\|$ soit de l'ordre de $1\% \cdot \|H\|$.

Supposons que S soit la variable endogène (le raisonnement est symétrique avec W). Après résolution du système, H donne S et $H + dH$ donnerait S' :

$$\begin{aligned} S \times W &= H \\ S' \times W &= H + dH \end{aligned} \quad (4.18)$$

On définit l'élasticité de S par rapport à H par :

$$e_H(S) = \frac{\|S' - S\| / \|S\|}{\|dH\| / \|H\|} ; e_H(S) \in [0; +\infty] \quad (4.19)$$

4.3 Conclusion

Un système d'aide à la décision a pour vocation de construire un modèle pour un problème à résoudre. Dans le cas de cette thèse, il s'agit d'élaborer un système qui permet l'évaluation d'un projet de design factuel dans le secteur de la construction hospitalière.

Pour ce faire, nous avons défini une liste de paramètres physiques, qui constituent autant d'éléments de design factuel. Sans la contrainte financière, le design factuel ne soulèverait pas beaucoup de problèmes. C'est ainsi que le modèle CPS (Curatif – Performant – Coût) a été créé. À travers ce modèle, l'hôpital est découpé en lieux (départements, cliniques, etc.) qui sont caractérisés, chacun, par une liste de paramètres pour l'environnement curatif et celui performant, regroupés selon différents espaces étudiés (salles de bains, chambres des patients, couloirs, etc.). Le coût est évalué par lieu. Chaque paramètre est noté de 1 à 5, 5 étant la note maximale. La base de données de ce SIAD permet d'accéder à des renseignements ponctuels justifiant l'évaluation, notamment la valeur mesurée et celle qui figure dans les normes de construction. Il s'agit d'une base de données statique.

L'observation et l'analyse préliminaire du projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill nous ont facilité un autre constat : les facteurs humains ont un rôle particulièrement important dans la mise en œuvre d'un projet de design factuel. Nous avons donc décidé d'essayer de quantifier la position stratégique des différents acteurs du projet de construction par rapport aux éléments du modèle CP\$, ainsi que leur pouvoir décisionnel dans le projet. Ceci a permis la réalisation du modèle SWR (Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux). Les données à la base du SWR proviennent d'une série d'entretiens avec les principaux acteurs du projet de redéploiement : le CUSM, les autorités publiques, les concepteurs-constructeurs. Il s'agit d'une base de données statique. Les entretiens ont été analysés par catégories thématiques (design factuel, gestion de projet, mode de construction) et par sujets (environnement curatif, coût, PPP, etc.). Au moment de l'élaboration du SIAD, nous avons compris que les éléments CP\$ pèsent différemment selon les lieux de l'hôpital; le concept de résultat selon la spécificité de lieux (R) a été introduit. Le modèle SWR consiste donc à dire que : $(S \times W) \times R = H$, où H représente le résultat final, soit l'hôpital. Il s'agit d'un modèle mathématique qui attribue des valeurs chiffrées à chaque variable.

Les modèles CP\$ et SWR intégrés à ce SIAD représentent deux façons distinctes d'évaluer le résultat (l'hôpital). Cette architecture du système permet l'étude des aspects techniques d'un projet de design factuel tout en rendant compte de la composante humaine.

Si la réalisation du CP\$ a été relativement facile, la modélisation du comportement des acteurs (position stratégique et poids décisionnel) a constitué un défi, tout en étant une des contributions majeures de cette thèse au champ des systèmes interactifs d'aide à la décision. Tel qu'il en ressort des chapitres suivants, les utilisateurs de ce SIAD ont la possibilité de représenter l'influence des acteurs sur le projet et de faire des simulations pour tenter de changer le résultat d'un projet. Pour ce qui est de la partie CP\$, des analyses contrastées sont envisagées. Dans cette thèse, il s'agit de regarder les préconisations du design factuel dans deux modes de construction, mais les utilisateurs futurs pourront définir d'autres objets de

comparaison (par exemple : des hôpitaux distincts, le même projet à différentes étapes de la planification et de la construction, différents scénarios pour un même projet, etc.).

CHAPITRE 5

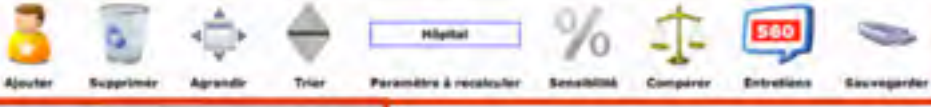
INTERFACE GRAPHIQUE ET MANIPULATION DU SIAD POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL

Ce SIAD a pour objectif d'évaluer des projets de construction de design factuel, en s'appuyant sur un relevé d'informations sur trois dimensions – l'environnement curatif (*C*), l'environnement performant (*P*) et le coût (*\$*). Les deux premières dimensions (*C*, *P*) correspondent aux principes généraux de planification et de construction hospitalière, tout en intégrant les préconisations du design factuel. La dernière (*\$*) prend en compte le ratio entre la qualité obtenue et le coût du projet. Le système calcule également le facteur humain, notamment selon la position stratégique des acteurs du projet (*S*) par rapport aux dites dimensions (*CP\$*) et leurs poids décisionnels (*W*). Enfin, le SIAD permet également d'effectuer une analyse comparative de deux modes de construction, soit conventionnel et le partenariat public-privé.

Dans ce chapitre, nous présentons l'interface graphique et le fonctionnement du SIAD. Nous avons mis l'accent sur une représentation graphique simple et conviviale, ainsi que sur l'aisance d'utilisation des différentes fonctions.

5.1 Structure de l'interface graphique

Le SIAD se compose de différentes zones qui permettent d'accéder aux fonctionnalités, d'afficher et de manipuler les données sources et des données calculées (*Voir* Figure 5.1 pour un aperçu général de l'interface).

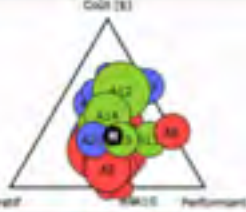
1


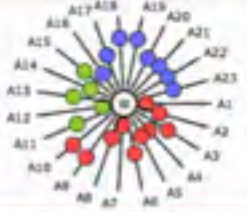
2
De la Montagne
Gén
Sauvegardés

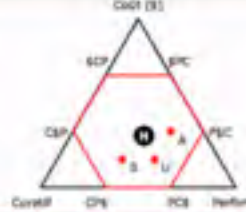
S
W
R

Positions stratégiques des acteurs
Poids décisionnels des acteurs
Résultat suivant la spécificité des lieux

3







4

Acteurs	Cureté	Performant	Coût (\$)	Acteurs	Poids des acteurs	Lieux	Spécificités des lieux
A1	4.00	5.00	3.00	A1	5.00	A	PS1, 1
A2	4.00	4.00	3.00	A2	4.00	U	PS1, 1
A3	4.00	5.00	2.00	A3	3.00	S	CPS, 1
A4	5.00	5.00	2.00	A4	4.00		
A5	5.00	5.00	2.00	A5	4.00		
A6	1.00	8.00	3.00	A6	8.00		
A7	5.00	4.00	3.00	A7	5.00		
A8	3.00	4.00	4.00	A8	4.00		
A9	3.00	5.00	1.00	A9	2.00		
A10	4.00	5.00	1.00	A10	2.00		
A11	4.00	3.00	4.00	A11	3.00		
A12	2.00	3.00	5.00	A12	5.00		
A13	2.00	5.00	3.00	A13	3.00		
A14	3.00	3.00	4.00	A14	4.00		
A15	3.00	4.00	3.00	A15	3.00		
A16	4.00	3.00	3.00	A16	4.00		
A17	5.00	3.00	4.00	A17	3.00		
A18	2.00	2.00	5.00	A18	2.00		
A19	3.00	2.00	5.00	A19	2.00		
A20	4.00	4.00	3.00	A20	3.00		
A21	4.00	3.00	3.00	A21	3.00		
A22	5.00	2.00	4.00	A22	3.00		
A23	1.00	3.00	4.00	A23	3.00		

5

H =

Lieux	Cureté	Performant	Coût (\$)
A	1.85	3.84	4.07
U	2.90	3.84	2.23
S	3.85	2.09	2.23
Hôpital	2.90	3.25	2.84

6

Sensibilités

7

Paramètres mesurés

8

Comparateur

9

Entretiens

10

E.S. - © 2011 - L&L 10 2010
 E.L. - © 2011 - L&L 10 2010
 S.S. - © 2011 - L&L 10 2010
 M. - © 2011 - L&L 10 2010

Figure 5.1 L'interface du SIAD

L'on distingue :

1. En haut, les boutons qui donnent accès aux fonctionnalités du SIAD pour manipuler les données;
2. Les onglets, rendant possible le basculement entre les jeux de données des campus Glen (PPP) et de la Montagne (conventionnel);
3. Le modèle SWR, affiché de façon graphique;
4. En dessous, les tableaux de données correspondant aux graphiques du modèle SWR;
5. Le tableau des résultats par lieu et du résultat global;
6. Le tableau des sensibilités, qui permet de contraster les degrés d'influence des variables sur le modèle;
7. La synthèse des paramètres mesurés;
8. Le comparateur de la différence pour une même variable entre les deux onglets;
9. La synthèse des entretiens, pour en afficher des extraits avec un filtre par thème;
10. Enfin, une console dépliant les opérations effectuées par le SIAD.

5.2 Les boutons d'action

L'interface du SIAD se veut intuitive, de sorte que l'utilisateur puisse découvrir, au fur et à mesure de sa manipulation, les différentes fonctionnalités offertes. L'interface emploie le cliquer-glisser pour activer les fonctionnalités.

Les boutons d'action (*Voir* Figure 5.2) ne sont pas entraînés lors du défilement de la page de haut en bas, mais restent figés en haut de la fenêtre du navigateur, et sont donc toujours accessibles.



Figure 5.2 Les boutons d'action du SIAD

En règle générale, on peut découvrir les fonctionnalités en sélectionnant les éléments actifs au-dessus desquels le curseur change d'icône. Tous les éléments actifs s'affichent en surbrillance, ce qui facilite l'identification rapide des actions possibles.

À titre d'exemple, présentons le mode d'emploi du bouton « Ajouter » (Voir Figure 5.3) :

- cliquer sur l'icône « Ajouter » et glisser la souris;
- l'icône « Ajouter » apparaît en bas, à droite, sous la souris, et les zones qui peuvent réagir à ce bouton sont mises en surbrillance;
- pour annuler l'action, il suffit de relâcher la souris, et l'icône disparaît;
- pour utiliser l'action, déplacer la souris au dessus d'une zone activable, qui apparaît alors en surbrillance en bleu, et relâcher la souris pour déclencher l'action.

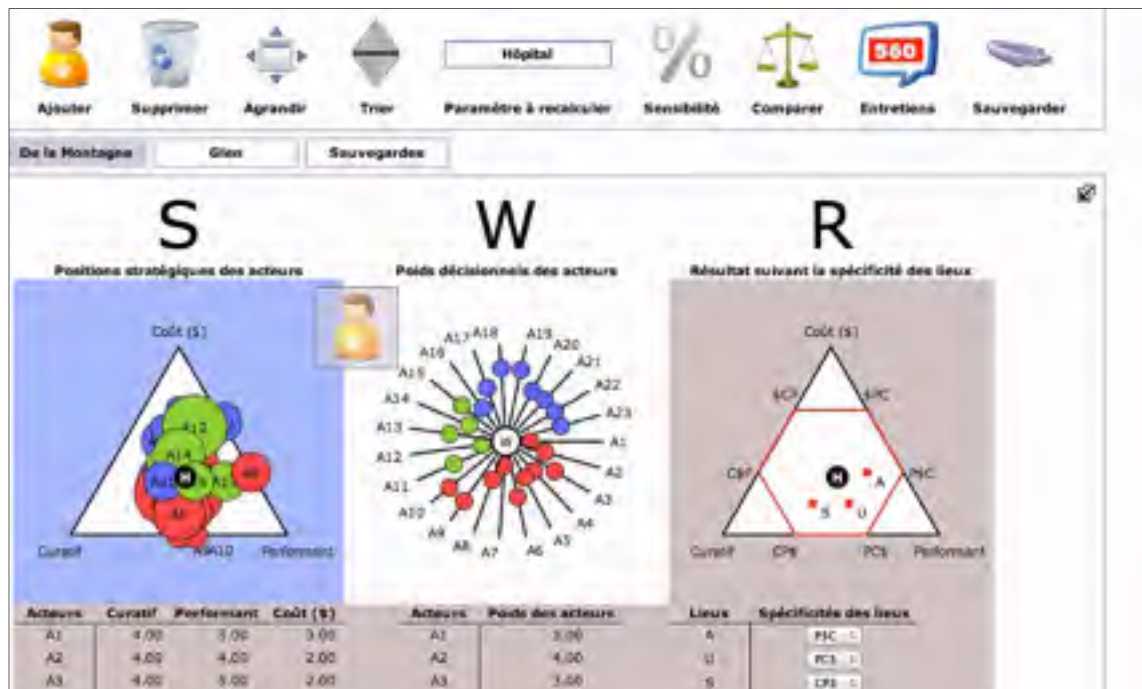


Figure 5.3 Utilisation du bouton « Ajouter »

Le double-clic cache souvent une fonction secondaire. Il permet de supprimer un acteur ou un lieu, ou de maximiser un graphique.

Dans certains cas, les composantes de l'interface peuvent aussi être cliquées-glissées d'une zone à l'autre pour activer des fonctionnalités. De la sorte, lorsqu'on déplace un acteur sur la synthèse des entretiens, on l'ajoute au filtre, et l'on obtient ainsi tous les extraits de l'entretien réalisé avec celui-ci.

Certains boutons peuvent s'utiliser dans les deux sens. Par exemple, pour supprimer un lieu ou un acteur, on peut soit déplacer l'icône « Supprimer » (la corbeille) au dessus du nom du lieu ou de l'acteur (comme pour ajouter un acteur en déplaçant le bouton « Ajouter »), soit, comme méthode alternative, on peut déplacer le nom du lieu ou de l'acteur sur l'icône « Supprimer » (Voir Figures 5.4 et 5.5).

Acteurs	Curatif	Performant	Coût (\$)
A1	4.00	5.00	3.00
A2	4.00	4.00	2.00
A3	4.00	5.00	2.00
A4	5.00	5.00	2.00
A5	5.00	5.00	2.00
A6	1.00	5.00	3.00
A7	5.00	4.00	3.00
A8	3.00	4.00	4.00

Figure 5.4 Suppression de l'acteur A1



Figure 5.5 Suppression de l'acteur A1 – seconde méthode

Dans ce qui suit, nous présenterons les boutons d'action de manière détaillée.

5.2.1 Le bouton « Ajouter »

Ce bouton (*Voir* Figure 5.6) permet d'ajouter des acteurs ou des lieux. Une boîte de dialogue apparaît, demandant le nom de l'élément à créer.



Figure 5.6 Bouton « Ajouter »

Lorsque la boîte de dialogue est affichée :

- entrer le nom du lieu ou de l'acteur;
- appuyer sur [Entrée] ou cliquer sur le bouton « Ajouter », à droite du champ de saisie pour ajouter l'acteur ou le lieu;

- si un élément avec un nom identique existe déjà, il n'est pas créé à nouveau (on ne peut donc pas avoir deux lieux ou deux acteurs portant le même nom);
- pour annuler l'action, il suffit d'appuyer sur [Échap] ou de cliquer ailleurs.

5.2.2 Le bouton « Supprimer »

Ce bouton (*Voir* Figure 5.7) permet de supprimer des lieux, des acteurs, des variables ajoutées au tableau des sensibilités et des variables ajoutées au comparateur, les filtres dans les synthèses des entretiens et des paramètres mesurés.



Figure 5.7 Bouton « Supprimer »

La suppression d'un élément du SIAD entraîne celle de tous les éléments liés :

- les sensibilités des positions stratégiques des acteurs ou des lieux;
- les sensibilités des poids décisionnels des acteurs;
- les comparaisons : si l'on utilise le SIAD pour comparer une variable entre les campus de la Montagne et du Glen, et que la variable est supprimée sur un des onglets, elle disparaît également du comparateur;
- si le paramètre à recalculer est un acteur et que celui-ci est supprimé, le paramètre à recalculer reprend la valeur par défaut (le résultat).

Retenons que les éléments peuvent également être supprimés par double-clic.

5.2.3 Les boutons « Agrandir » et « Minimiser »

Le bouton « Agrandir » (*Voir* Figure 5.8) permet d'afficher en grand un graphique, notamment :

- les graphiques du bloc SWL;
- les graphiques de synthèse des paramètres mesurés;
- le comparateur.

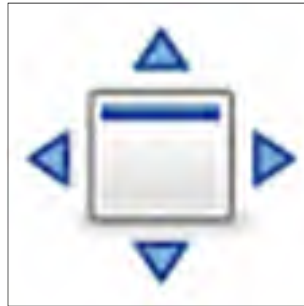


Figure 5.8 Bouton « Agrandir »

Il est particulièrement utile lorsque beaucoup d'éléments sont affichés et se superposent dans la taille allouée par défaut au graphique (*Voir* Figure 5.9).



Figure 5.9 Version agrandie du triangle des positions stratégiques des acteurs

En mode agrandi, le graphique utilise au maximum toute la taille de la fenêtre du navigateur. Pour revenir à la taille normale, il suffit de cliquer sur l'icône en haut à gauche (*Voir* Figure 5.10).



Figure 5.10 Bouton « Minimiser »

Des raccourcis sont également possibles. Ainsi, on peut agrandir un graphique en double-cliquant dessus; le double-clic permet aussi de revenir à la taille normale.

5.2.4 Le bouton « Trier »

Cette fonction permet de trier un tableau sur une colonne (*Voir* Figure 5.11).

Les tableaux qui peuvent être utilisés avec le bouton « Trier » sont :

- positions stratégiques des acteurs,
- poids décisionnels des acteurs,
- résultat,
- synthèse des paramètres mesurés,
- les deux tableaux de variables du comparateur.

Par défaut, les données sont triées en ordre croissant. Le sens du tri s'inverse lorsqu'on ordonne une seconde fois la même colonne. De plus, on peut trier un tableau en cliquant sur le nom de la colonne.



Figure 5.11 Bouton « Trier »

5.2.5 Le bouton « Paramètre à recalculer »

Lorsqu'on modifie une variable dans le SIAD, si rien d'autre ne change pas, l'équation $SW = H$ n'est plus vérifiée. Le paramètre à recalculer est la variable qui vient continuellement s'ajuster dès que le SIAD est modifié.

Le paramètre à recalculer peut être :

- le résultat H (par défaut),
- le poids décisionnel W d'un acteur,
- la position stratégique S d'un acteur.

Dans l'exemple ci-dessous, on remplace le résultat par le poids décisionnel des acteurs comme paramètre à recalculer (*Voir* Figure 5.12).

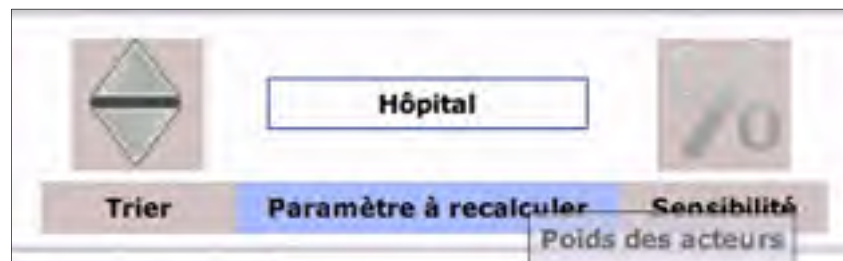


Figure 5.12 Bouton « Paramètre à recalculer »

5.2.6 Le bouton « Sensibilités »

Pour ajouter une variable au tableau des sensibilités, l'utilisateur du SIAD aura à employer le bouton « Sensibilités » (*Voir* Figure 5.13). La sensibilité représente l'influence d'une variable sur le paramètre à recalculer. Il n'est pas possible d'intégrer deux fois la même variable dans le tableau des sensibilités.



Figure 5.13 Bouton « Sensibilités »

5.2.7 Le bouton « Comparer »

Ce bouton permet d'ajouter une variable au comparateur (*Voir* Figure 5.14).

Les paramètres éligibles au comparateur sont :

- les positions stratégiques des acteurs,
- le résultat et les positions calculées des lieux,
- les lieux dans la synthèse des paramètres.



Figure 5.14 Bouton « Comparer »

5.2.8 Le bouton « Entretiens »

S'agissant des entretiens, un bouton a été créé pour permettre d'ajouter un filtre de recherche sur cette base de données (*Voir* Figure 5.15). Le nombre de paragraphes extraits des entrevues réalisées s'affiche sur fond rouge à l'intérieur du bouton.

Les éléments qui peuvent être ajoutés comme filtre de recherche sur les entretiens correspondent aux thèmes répertoriés :

- les environnements curatif et performant, ainsi que le coût,
- les acteurs,
- le poids décisionnel des acteurs.



Figure 5.15 Bouton « Entretiens »

D'autres thèmes, n'apparaissant pas dans l'interface du SIAD, peuvent être sélectionnés dans une liste déroulante (*Voir* Section 5.10, La synthèse des entretiens).

5.2.9 Les boutons « Sauvegarder » et « Restaurer »

Le bouton « Sauvegarder » est actif sur les deux onglets « De la Montagne » et « Glen ». Il permet de sauvegarder les valeurs d'un tableau avant de commencer à le modifier.



Figure 5.16 Bouton « Sauvegarder »

La Figure 5.17 donne la marche à suivre pour sauvegarder les valeurs du tableau des positions des acteurs. Les tableaux apparaissent en surbrillance lorsque l'icône de sauvegarde des tableaux est déplacée au-dessus.

Acteurs	Curatif	Performant	Coût (\$)
A1	4.00	5.00	3.00
A2	4.00	4.00	2.00
A3	4.00	5.00	2.00
A4	5.00	5.00	2.00
A5	5.00	3.00	2.00
A6	1.00	5.00	3.00
A7	5.00	4.00	3.00
A8	3.00	4.00	4.00

Figure 5.17 Sauvegarde d'un tableau

Une boîte de dialogue apparaît pour donner un nom à la sauvegarde. Il est ainsi possible de créer plusieurs versions différentes d'un même tableau correspondant à autant de simulations différentes.

Le bouton « Sauvegarder » est remplacé par un bouton « Restaurer » lorsque c'est l'onglet des sauvegardés qui est actif.



Figure 5.18 Bouton « Restaurer »

La Figure 5.19 donne la marche à suivre pour récupérer les anciennes valeurs d'un tableau. Dans l'exemple donné, si l'utilisateur avait modifié les positions des acteurs dans l'onglet « De la Montagne », elles auraient retrouvé leurs valeurs initiales telles qu'elles avaient été sauvegardées auparavant.

Candidat	Performant	Coût (\$)
A1	4.00	3.00
A2	4.00	4.00
A3	4.00	5.00
A4	5.00	5.00
A5	3.00	5.00
A6	1.00	3.00
A7	5.00	4.00
A8	3.00	4.00
A9	5.00	5.00
AC0	4.00	5.00
AC1	4.00	3.00
AC2	2.00	3.00
AC3	2.00	5.00
AC4	3.00	3.00
AC5	3.00	4.00
AC6	4.00	3.00
AC7	5.00	3.00
AC8	2.00	3.00
AC9	3.00	3.00
AD0	4.00	4.00
AD1	4.00	3.00
AD2	3.00	2.00
AD3	1.00	3.00

Figure 5.19 Restauration d'un tableau

5.3 Les onglets

Le SIAD a pour but de comparer deux jeux de données. Il est donc dupliqué, chacun des deux onglets correspondant à un campus, soit de la Montagne et Glen (*Voir* Figure 5.20).

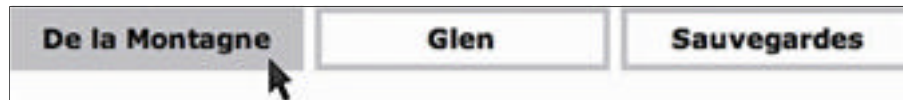


Figure 5.20 Les onglets

Les graphiques et les tableaux de données sont modifiables de façon indépendante sur les deux onglets. La synthèse des paramètres mesurés est fixe et contient les informations du site de l'onglet sélectionné. La synthèse des entretiens est commune aux deux onglets. Par défaut, l'onglet « De la Montagne » est sélectionné.

5.4 Interface du modèle SWR

Le modèle SWR constitue la zone principale du SIAD (*Voir* Figure 5.21). La plupart des éléments peuvent être déplacés :

- les positions stratégiques des acteurs peuvent être déplacées à l'intérieur du triangle CP\$ (Curatif-Performant-Coût), en faisant varier chacune des composantes de 1 à 5;
- les poids décisionnels des acteurs peuvent être déplacés, en variant de 1 à 5 sur le radar;
- les spécificités des lieux peuvent être modifiées : lorsqu'on déplace un lieu, sa spécificité est recalculée en fonction du coin le plus proche;
- le résultat, représenté par le point H (= hôpital), peut être déplacé.

Une des variables est choisie comme paramètre à recalculer. Étant donné que le SIAD est contraint par l'équation $SWR = H$, à chaque fois qu'un élément est modifié, le paramètre à recalculer s'ajuste en fonction.

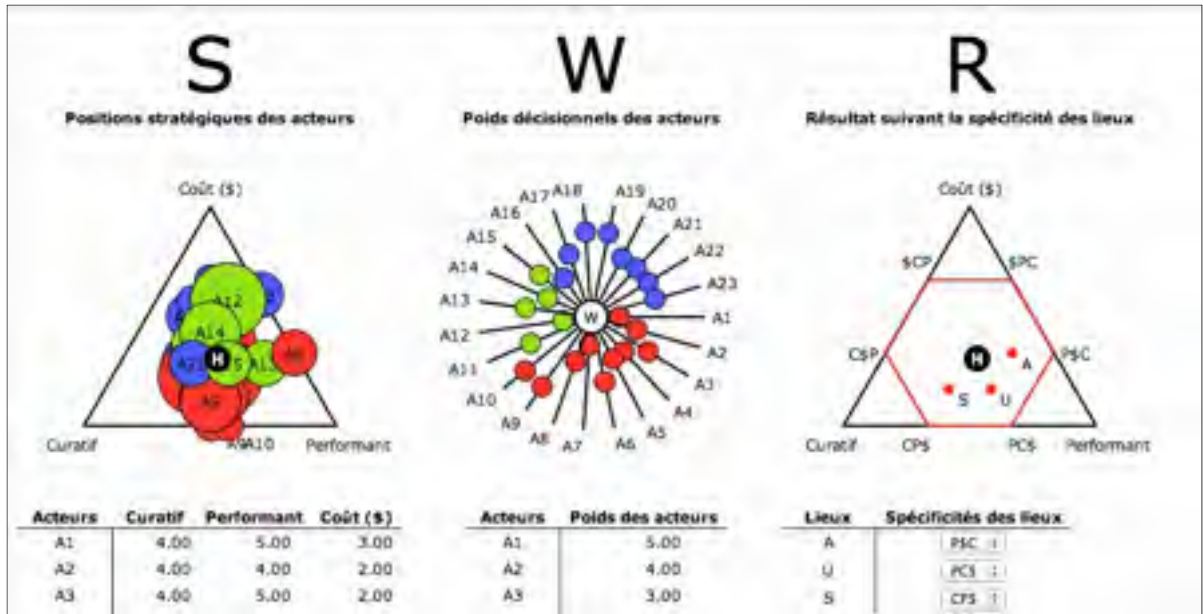


Figure 5.21 Les graphiques du modèle SWR

Comme pour toutes les parties du SIAD, un bouton permet de masquer (minimiser) le bloc des graphiques. Par défaut, il est affiché.

5.5 Les tableaux de données

Les tableaux de données sont le miroir des graphiques (*Voir* Tableau 5.1). Toute modification des chiffres se répercute sur les graphiques, et tout mouvement dans les graphiques apparaît dans les tableaux.

Tableau 5.5 Extraits des tableaux des données

Acteurs	Curatif	Performant	Coût (\$)	Acteurs	Poids des acteurs	Lieux	Spécificités des lieux
A1	4,00	5,00	3,00	A1	5,00	A	<input type="button" value="PSC ↓"/>
A2	4,00	4,00	2,00	A2	4,00	U	<input type="button" value="PCS ↓"/>
A3	4,00	5,00	2,00	A3	3,00	S	<input type="button" value="CPS ↓"/>
A4	5,00	5,00	2,00	A4	4,00		
A5	5,00	5,00	2,00	A5	4,00		
A6	1,00	5,00	3,00	A6	3,00		
A7	5,00	4,00	3,00	A7	5,00		

Lorsqu'un chiffre est modifié dans un tableau, la cellule apparaît en surbrillance :

- en vert si la valeur est augmentée;
- en rouge si la valeur est diminuée.

Lorsque le tableau de spécificités des lieux est modifié, la position du lieu dans le triangle est déplacée sur le coin concerné.

5.6 Le tableau des résultats

Le tableau des résultats est un bloc à part, fournissant deux types d'informations :

- la note globale pour l'hôpital, qui correspond au produit des positions stratégiques et des poids décisionnels des acteurs;
- les notes par lieu recalculées par le SIAD, équivalant à la redistribution des points en fonction des spécificités des lieux.

Dans le tableau de résultats donné en exemple ci-dessous (*Voir* Tableau 5.2), les spécificités des lieux sont les suivantes :

- centre ambulatoire – P\$,
- urgences – PC\$,
- unités de soins – CP\$.

Nous pouvons observer que les unités de soins, où la priorité est donnée à l'environnement curatif, ont le score le plus élevé, et qu'à l'inverse, le centre ambulatoire a la note la plus faible.

Tableau 5.6 Le tableau des résultats

H =	Lieux	Curatif	Performant	Coût (\$)
	A	1.95	3.84	4.07
U	2.90	3.84	2.23	
S	3.85	2.09	2.23	
Hôpital	2.90	3.25	2.84	

5.7 Le tableau des sensibilités

Dans le SIAD, la sensibilité représente l'influence d'une variable sur le paramètre à recalculer. Elle correspond à la dérivée du paramètre à recalculer.

Les sensibilités sont calculées sur les composantes des variables. Le SIAD calcule d'abord la dérivée partielle de chaque composante du paramètre à recalculer. Il calcule ensuite la moyenne quadratique des dérivées partielles pour obtenir une sensibilité globale.

Les sensibilités sont affectées principalement par le poids décisionnel des acteurs, mais aussi par la position dans le triangle CP\$.

5.7.1 Exemple à deux acteurs

Dans l'exemple suivant (*Voir* Figure 5.22), l'acteur A2 a un poids décisionnel supérieur à l'acteur A1. On constate qu'il a une influence plus importante sur le paramètre à recalculer (ici, le résultat) : au niveau global, on voit que les sensibilités sont plus élevées ([53.30; 6.89; 53.15] contre [12.04; 19.92; 12.41]).

En revanche, lorsqu'on analyse la situation pour chacun des environnements curatif, performant et coût, on observe que l'acteur A2 a un impact plus faible sur l'environnement performant (seulement 9.72).

Lorsqu'on déplace A2 autour de sa position [1.33; 5.00; 1.38], la composante traduisant l'environnement performant bouge peu et reste proche de son maximum. Ce qui change surtout, c'est l'arbitrage entre le coût et l'environnement curatif, où A2 obtient des scores élevés en raison de son poids décisionnel important par rapport à A1.

Ainsi, nous pouvons constater que plus un acteur se rapproche d'un des coins du triangle, plus les sensibilités diminuent. Par exemple, si l'on diminue de 0.5 point l'environnement performant de A2, à 4.50, l'environnement du résultat passe de 4.68 à 4.62, soit une différence de 0.6. Si l'on augmente de 0.5 point l'environnement performant de A1, à 1.83, l'environnement performant du résultat passe de 4.68 à 4.81, soit une différence de 0.13. Lorsque A2 se rapproche de la position centrale, les sensibilités globales se rééquilibrent également. Ainsi, pour la position [3.00; 3.00; 3.00] on obtient comme sensibilités globales [35.36; 35.36; 35.36].

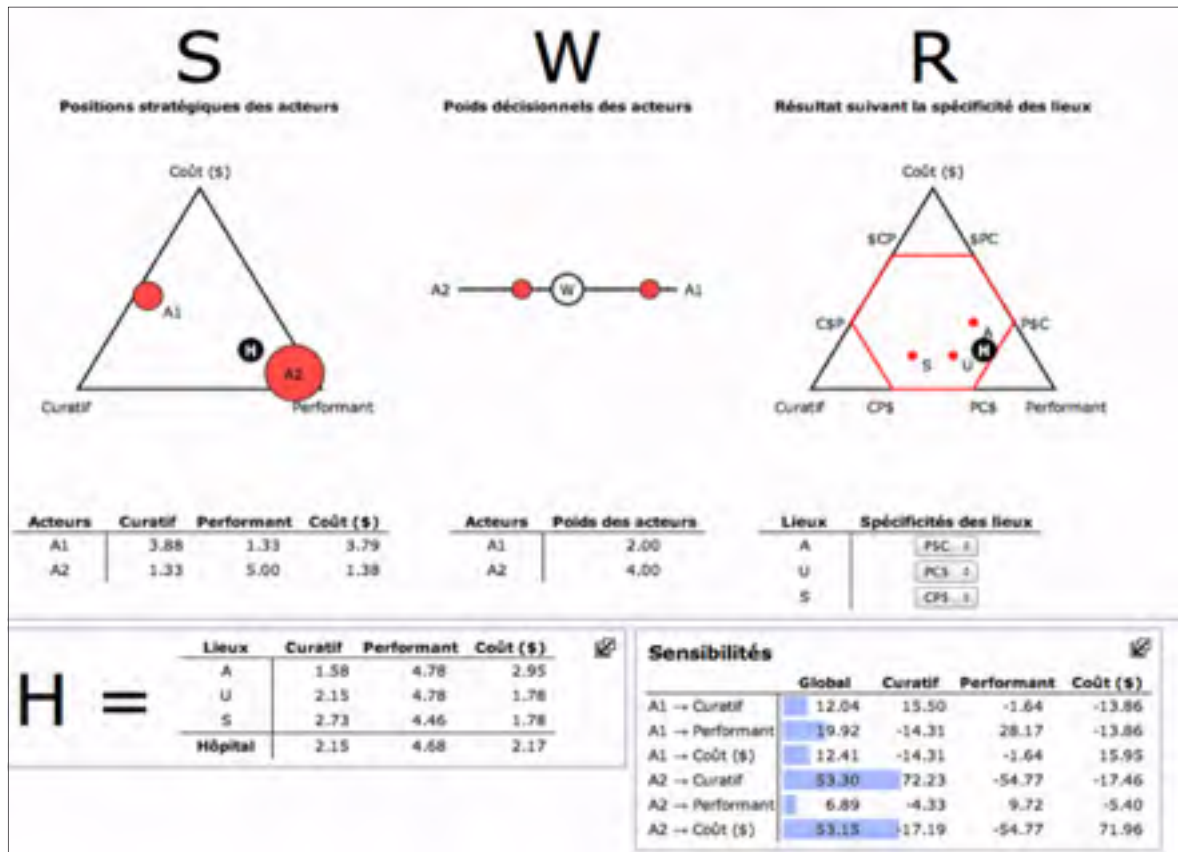


Figure 5.22 Exemple de calcul de sensibilités avec deux acteurs

5.7.2 Unité et signe

Les sensibilités sont exprimées en pourcentages. Par exemple, une sensibilité de 50.00 signifie que le résultat bouge de 0.5 point lorsque l'acteur bouge de 1.00 point. Si l'on choisit A1 comme variable à recalculer, étant donné que A2 a un poids décisionnel deux fois plus important, les sensibilités pour A2 peuvent atteindre 200 (200 %) : pour conserver l'égalité $SW = H$, le paramètre à recalculer A1 doit se déplacer deux fois plus que A2.

Lorsqu'on analyse les sensibilités non pas au niveau global, mais plutôt par composante (Curatif, Performant, Coût), on observe qu'elles peuvent être positives ou négatives. Si A2 décide de changer sa position en favorisant l'environnement curatif, il se rapproche dans le

triangle du point Curatif, en s'éloignant des points Coût et Performant. On obtient donc des sensibilités négatives dans les deux derniers cas.

5.8 La synthèse des paramètres mesurés

La synthèse des paramètres mesurés contient toutes les informations collectées sur les deux campus. Elle présente les résultats par site, par lieu, par espace et par environnement (Voir Figure 5.23). Un système de filtre permet de zoomer sur une partie des données ou, au contraire, d'afficher les résultats globaux pour l'ensemble du périmètre.



Figure 5.23 La synthèse des paramètres mesurés

5.8.1 Le graphique à bulles

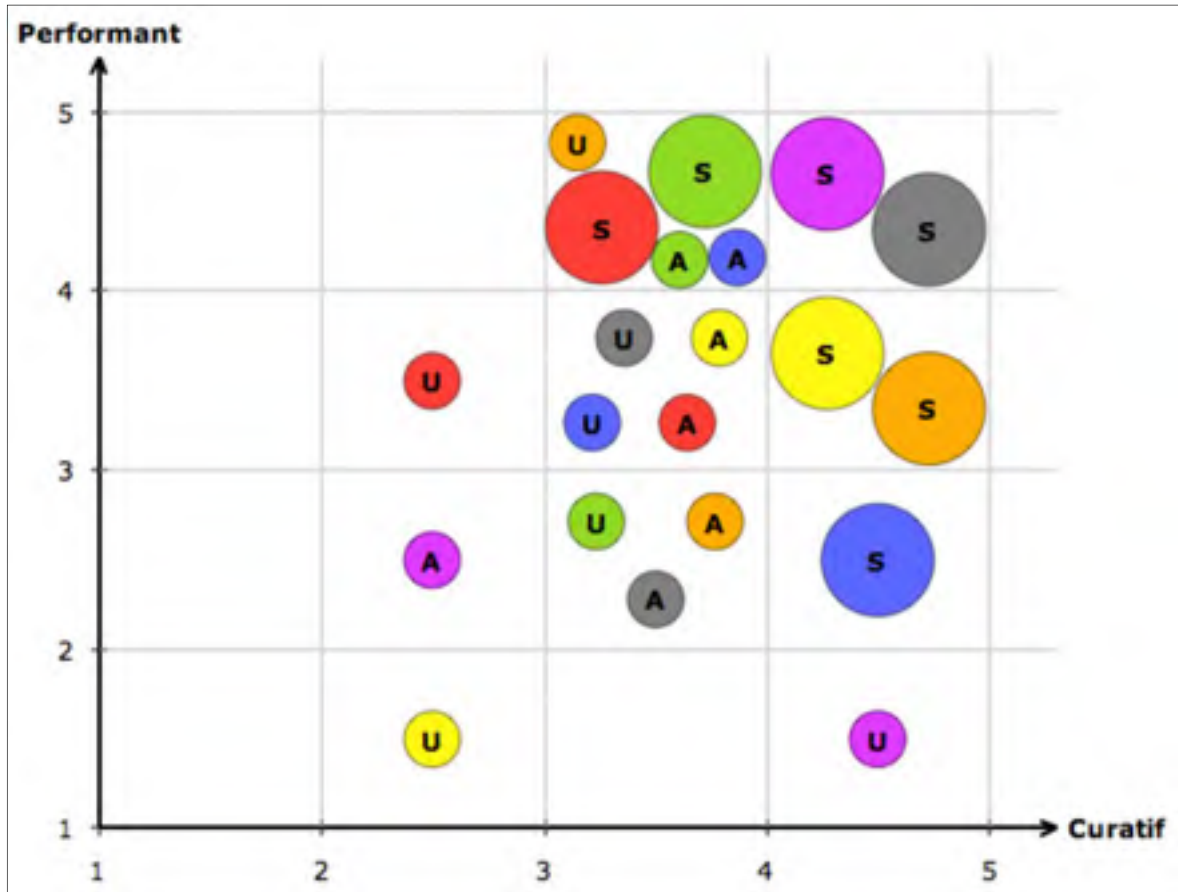


Figure 5.24 Le graphique à bulles pour le campus de la Montagne

Par défaut, ce graphique indique la répartition des résultats pour tous les lieux (Voir Figure 5.24). Il y a une bulle pour chaque espace. La position des bulles est donnée par le couple environnement curatif / environnement performant. La taille de chaque bulle est proportionnelle au coût. Les notes pour chaque espace sont calculées en faisant la moyenne des notes pour tous les paramètres mesurés.

5.8.2 Recherche dans les paramètres mesurés

Les données recueillies sont triées par site, par lieu, par espace et par environnement (Voir Figure 5.25). Le site est indiqué par l'onglet actif. Le lieu, l'espace et l'environnement peuvent être choisis dans la liste ou par une méthode alternative.

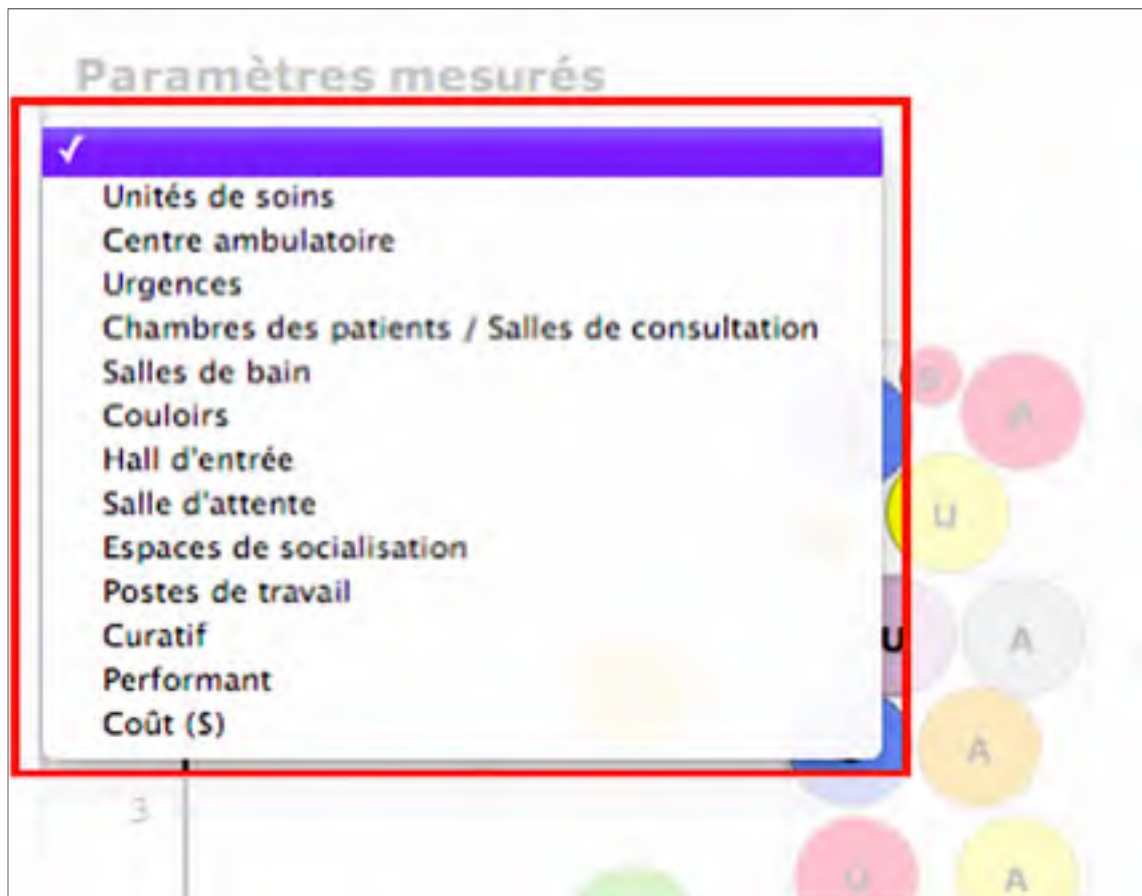


Figure 5.25 Menu déroulant de filtre des paramètres mesurés

On peut choisir un lieu en cliquant sur une bulle pour afficher le tableau détaillé des valeurs pour chaque espace. On peut ensuite ajouter le lieu au filtre par cliquer-glisser comme l'indique la Figure 5.26 ci-après.



Figure 5.26 Ajout du lieu « Centre ambulatoire » au filtre des paramètres mesurés

Lorsqu'un lieu est ajouté au filtre, seules les bulles concernées sont affichées dans le graphique et une série de mini-triangles apparaît sous le graphique. Chaque triangle correspond à un espace, et une bulle est affichée dans le triangle, positionnée en fonction de la moyenne des notes de l'espace.

Lorsqu'on clique sur un triangle, l'espace est ajouté au filtre, le triangle apparaît en fond jaune, et le tableau détaillant les résultats obtenus pour chaque paramètre mesuré est affiché. Ce tableau donne pour chaque environnement (Curatif, Performant et Coût), le nom du paramètre mesuré, sa valeur, la norme correspondant à la note maximale, l'évaluation de 1 à 5, et des commentaires le cas échéant.

5.9 Le comparateur

La Figure 5.27 donne un exemple d'utilisation du comparateur. On a ajouté tous les espaces du centre ambulatoire. Les points indiquent le décalage du campus de la Montagne par rapport au campus Glen. Nous observons que le rapport coût/résultat du Glen est meilleur que celui du campus de la Montagne, car toutes les flèches sont orientées vers le bas.

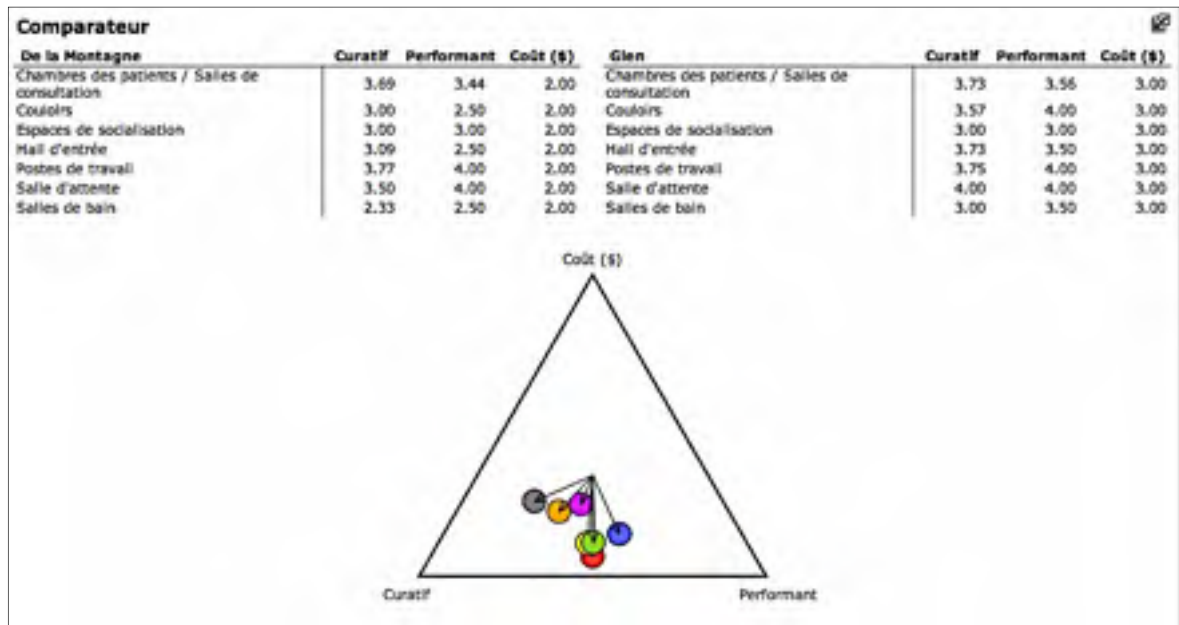


Figure 5.27 Le comparateur

Pour les salles d'attente par exemple (en bleu, à droite, le nom apparaît lorsqu'on passe la souris sur la bulle), le point s'éloigne de l'environnement curatif, en passant de 4.00 (Glen) à 3.50. Le déplacement est plus marqué pour les couloirs (en gris, à gauche), où les notes varient davantage que pour les salles d'attente, en passant de [3.57; 4.00; 3.00] à [3.00; 2.50; 2.00].

5.10 La synthèse des entretiens

Tous les entretiens ont été découpés par thème, et chaque extrait est associé à une liste de catégories (*Voir* Figure 5.28).

Entretiens		
c		
Performant A1		
Organisation	Thèmes	Extrait
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Curatif • Performant 	My view is that we have addressed the healing environment with more attention and vigour than we have the access, and there's a good reason for that: is that the healing environment is within our control, we can directly influence it; access and wait times and all of that is a much broader picture that, bluntly, NHC on its own may have an influence, but not more than that. Wants not there yet on that.
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Performant • Coût (\$) 	Let me give you one example of what we're wrestling with today, and that's the use of modern technology and egistics. The fact is that it's going to be very difficult to do that in our current scheme, because we don't have the money to do it, and to make a case for spending more capital money to put ACY's into the building depends upon a reduction in budget elsewhere. And because of our processes here, however sensible and right that is—and I believe it is sensible and right—I know it will be very, very difficult to achieve because of the structure here. [...] And the effort of that will be that we don't get as cutting edge in a technological sense as we could do if that were done differently. [...] So my answer to your question is: this will be one of the great tensions anywhere in the world, but it could have been better.
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Curatif • Performant • Coût (\$) 	From an individual patient point of view, the healing environment is clearly the more important. However, from a population medicine perspective, there is a balance here: it does not hope the population very much to treat half as many patients as you could and give them outstanding health care whilst the other half are having to wait. So there's a balance here. There are two comments to this. One is the physical environment that we build, and I believe passionately that spending money to do that is money well invested, because it reduces expenditures that we don't count elsewhere—length of stay, re-infection rates, nosocomial infections, medication outcomes in many ways. But on the other hand, if we do not improve our efficiency, then the sorts of excess times that we are seeing here and that are consistently unacceptable in other places will continue. So there has to be a balance between those two.
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Curatif • Performant 	We can have a better healing environment, and we will, and we can measure in some ways how much better the healing environment is, but we're missing the final step, which is to say, "So what does that mean for patient outcomes?"
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Curatif • Performant 	The number one, the reason that we do this is not so we have good looking buildings—and yes, we need that, and I don't underestimate the importance of that; but, ultimately the reason we're doing it is to improve the healthcare outcomes of the patients we serve. So that is my number one measurement.
DUSM A1	<ul style="list-style-type: none"> • Curatif • Performant 	There is nothing in our documentation about what does this mean for a patient in terms of healthcare outcomes. There is a lot in our documentation about improving the healing environment and the experience and the patient care and all of that, which is absolutely right—I support it fully. But we're missing that final step, which is to say, "So we're going to build new Paediatric and Adult Emergency Department, but what's our metrics going to be?"

Figure 5.28 Synthèse des paramètres mesurés filtrés sur A1 et environnement performant

Un menu déroulant, dont le fonctionnement est similaire à celui de la synthèse des paramètres mesurés, permet d'ajouter des mots-clés à la liste. Ceux-ci peuvent aussi être ajoutés par cliquer-glisser à partir du SIAD (notamment les acteurs, les environnements curatif, performant et coût). La liste déroulante est donnée dans la Figure 5.29 ci-après.

Les positions stratégiques et les poids décisionnels des acteurs ont été évalués en fonction du contenu des entretiens semi-dirigés. La synthèse des entretiens permet donc de justifier les notes choisies pour chacun des acteurs. Par exemple, l'acteur A6 obtient la note maximale pour l'environnement performant et la note minimale pour l'environnement curatif. En effet, nous pouvons facilement voir que cette entrevue a seulement quatre paragraphes qui traitent de l'environnement curatif; en revanche, douze paragraphes sont associés à celui performant. Il est également possible de lire les extraits respectifs, pour comprendre mieux le parti-pris de cet acteur pour l'environnement performant.

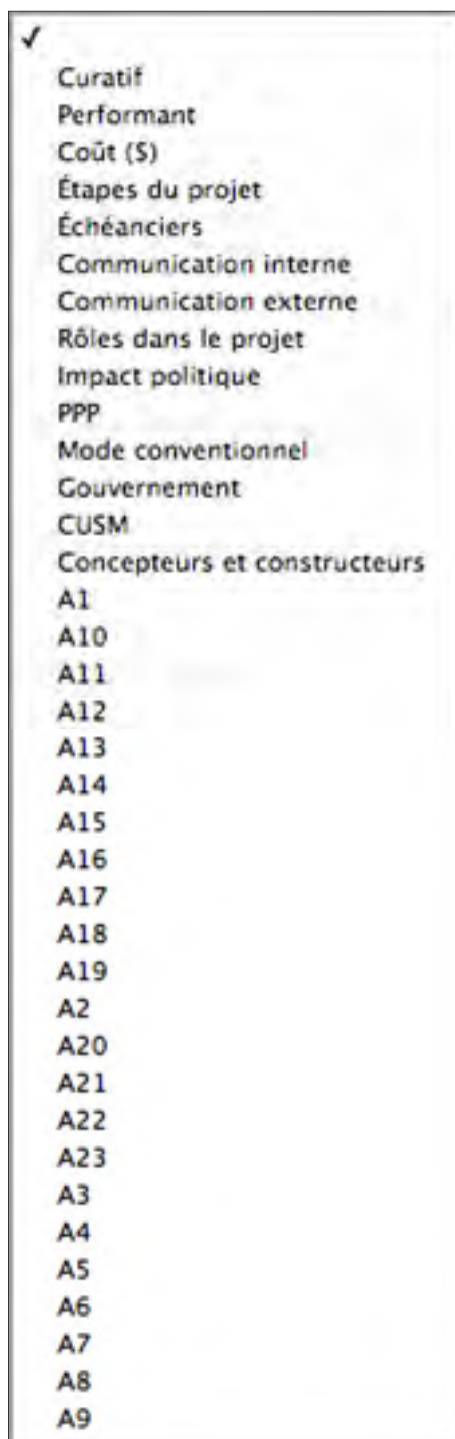


Figure 5.29 Menu déroulant de la synthèse des entretiens

5.11 La zone d'information en pied de page

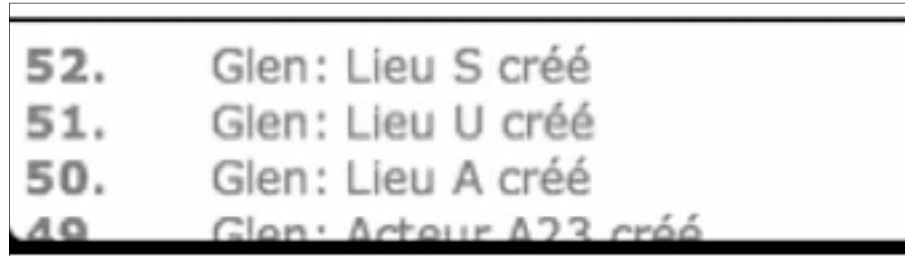


Figure 5.30 La console au démarrage du SIAD

Cette zone donne des informations sur les opérations effectuées (*Voir* Figure 5.30). Au démarrage, elle recense donc la création des 23 acteurs et des trois lieux pour chacun des deux onglets (ce qui fait 52 actions au total). Comme pour les boutons d'action, elle reste toujours affichée, fixée en bas de la fenêtre.

5.12 Conclusion

La principale caractéristique de l'interface proposée est son aspect intuitif. Nous savons que les SIAD se fondent sur l'interactivité, donc nous avons toujours gardé à l'esprit l'importance d'encourager l'utilisation facile de notre système. En effet, les fonctionnalités peuvent être devinées aisément, en utilisant le cliquer-glisser. Les éléments actifs sont ainsi mis en surbrillance, pour être identifiés facilement.

Dans certains cas, les fonctions sont doublées par une fonction secondaire. Par exemple, le double-clic permet de supprimer un acteur ou un lieu, de maximiser ou de minimiser un graphique.

Un autre aspect important est que le SIAD donne la possibilité de naviguer rapidement dans une base de données importante (modèle SWR, paramètres mesurés, entretiens), tout en permettant à l'utilisateur d'avoir une vue d'ensemble ou, au contraire, de se concentrer sur un aspect ponctuel.

L'emploi du jeu de données est convivial et se réalise de façon graphique, en manipulant les objets mis à disposition (triangle, radar), ou plus directement, en renseignant les données exactes dans les tableaux. La mise à jour des données est instantanée, quel que soit le mode de saisie.

CHAPITRE 6

IMPLÉMENTATION DU SIAD POUR PROJETS HOSPITALIERS DE DESIGN FACTUEL

Le SIAD est implémenté sous forme d'une page web. Toute la logique du fonctionnement, le modèle, les graphiques, les tableaux et les données sources sont contenus dans le code JavaScript de la page.

L'avantage de ce choix technologique est qu'il facilite la diffusion du SIAD à toute personne souhaitant l'exploiter. Pour l'emploi du SIAD, il n'y a pas besoin d'installer de logiciel; il suffit d'utiliser un navigateur pour Internet. Le SIAD peut être envoyé par courriel ou mis sur un site web. Il est de fait compatible MAC/PC/Linux. Toutefois, tel qu'il est montré dans ce chapitre, certaines contraintes de performance imposent des limitations.

6.1 Programmation du SIAD : une combinaison de JavaScript et d'OCaml

Le JavaScript est un langage très permissif. Quelles que soient les lignes de code qui lui sont fournies, il continue d'avancer sans vérifier le type des données utilisées; il peut donc échouer sans prévenir lorsqu'une erreur survient. Comme aucune vérification n'est faite *ex ante*, le développement d'une application complexe peut poser problème. Les incidents seront détectés seulement à l'emploi, à un moment où il n'est pas facile d'en deviner la cause exacte.

D'autres langages de programmation, beaucoup plus strictes, existent. Sans aucun lien *a priori* avec les technologies Web, OCaml est réputé pour être fortement typé (*Voir* INRIA, 2011). Inventé par des chercheurs français de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique, OCaml est un langage fonctionnel qui est très bien adapté pour implémenter des modèles de calcul. Une grande partie des erreurs est détectée avant la compilation.

Le module `Js_of_ocaml`, diffusé sous forme de logiciel libre, permet de transformer du code OCaml en code JavaScript sans altérer les performances (*Voir Ocsigen, 2011*). En utilisant ce pont, on peut donc profiter du meilleur de deux mondes : la simplicité et la versatilité du JavaScript, d'une part, et d'autre part, la rigueur d'OCaml.

6.2 La couche graphique

Comme l'expose le schéma synthétique de l'architecture technique du SIAD (*Voir Figure 6.1*), la couche graphique fait appel à trois technologies : le HTML (*Hypertext Markup Language*), le CSS (*Cascading Style Sheets*), et le SVG (*Scalable Vector Graphics*).

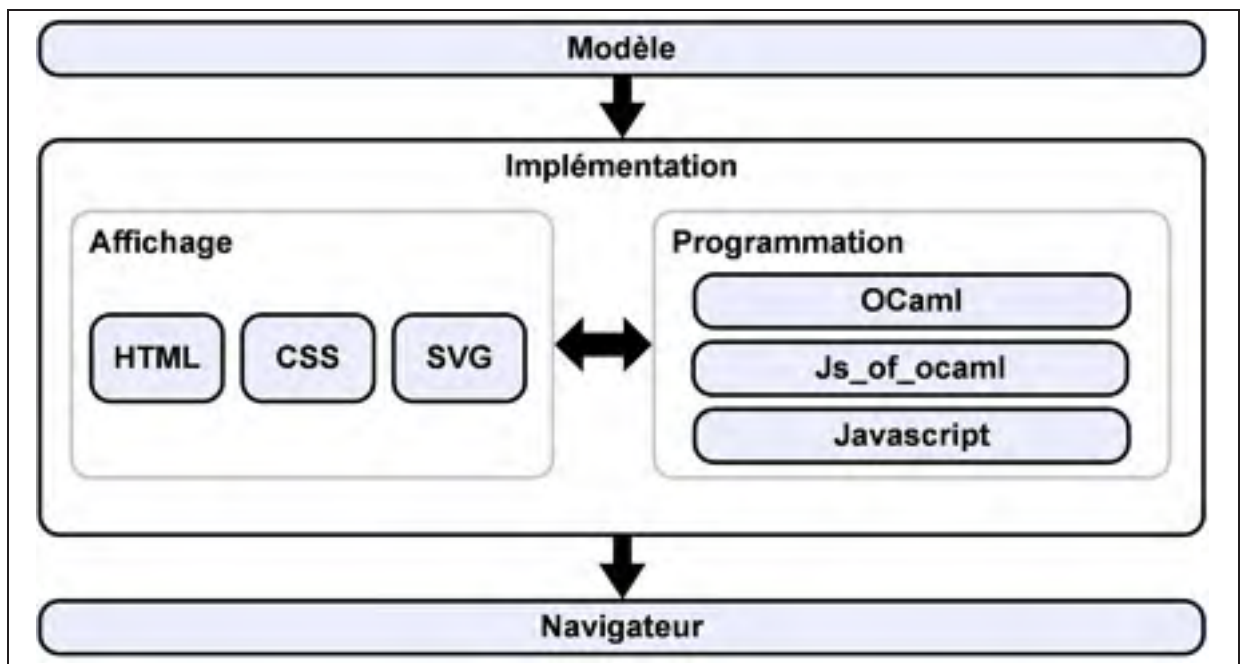


Figure 6.1 Schéma synthétique de l'architecture technique du SIAD

6.2.1 Le HTML

Le HTML gère la structure du SIAD. Chaque partie est constituée de balises et de sous-balises, comme reflété par la Figure 6.2 ci-dessous.

```

<html lang="fr">
<head>...</head>
<body style="padding-bottom: 50px; cursor: auto; ">
  <div class="debug" style="overflow-x: auto; overflow-y: auto; height: 50px; top: 2779px; width: 1432px;">
  </div>
  <div id="make_boutons">...</div>
  <table cellpadding="0" cellspacing="0" id="tab">...</table>
  <div id="make_onglet" style="display: block; ">
    <div id="id-26">
      <div class="block maximizable-block maximized">
        
        
        <div class="block-titre only-minimized">SWL</div>
        <table cellpadding="0" cellspacing="0" class="only-maximized">
          <tbody>
            <tr class="SWL-titre">...</tr>
            <tr class="SWL-soustitre">...</tr>
            <tr class="SWL-widget">...</tr>
            <tr class="SWL-tableau" valign="top">...</tr>
          </tbody>
        </table>
      </div>
    </div>
    <table cellpadding="0" cellspacing="0">
      <tbody>
        <tr valign="top">
          <td>
            <div class="block maximizable-block maximized">
              
              
              <div class="block-titre only-minimized">Résultat</div>
              <div class="only-maximized" style="margin-right: 50px;">
                <table cellpadding="0" cellspacing="0">
                  <tbody>
                    <tr>
                      <td class="SWL-titre">...</td>
                      <td class="tableau-résultat SWL-tableau">...</td>
                    </tr>
                  </tbody>
                </table>
              </div>
            </div>
          </td>
          <td>
            <div class="block maximizable-block maximized">
              
              
              <div class="block-titre">Sensibilités</div>
              <div class="SWL-tableau tableau-sensibilités only-maximized ui-droppable" id="id-45">...</div>
            </div>
          </td>
        </tr>
      </tbody>
    </table>
  </div>

```

Graphiques et tableaux du modèle SWR

Tableau des résultats

Tableau des sensibilités

Figure 6.2 Extrait du code HTML du SIAD

6.2.2 Le CSS

Le CSS s'occupe de la mise en forme : il explique au navigateur comment afficher les balises, les polices, les bordures, l'espacement des blocs, la couleur des éléments mis en surbrillance. Le CSS fait l'objet d'un fichier annexe qui est chargé par la page HTML.

6.2.3 Le SVG

Le SVG est une extension du HTML, permettant de réaliser des dessins vectoriels dans une page HTML. Il est donc pratique pour décrire des figures géométriques (polygones, cercles), dessiner des traits et afficher du texte. Nous avons eu recours à cet outil pour concevoir tous les graphiques du SIAD.

Les anciennes versions du navigateur Internet Explorer de Microsoft ne gèrent pas l'extension SVG, mais font usage d'une autre technologie : le VML (*Vector Markup Language*). Afin de rendre le SIAD compatible avec tous les navigateurs, nous avons fait appel à un outil intermédiaire, raphael.js, qui permet de réaliser des dessins vectoriels en utilisant automatiquement le VML ou le SVG, en fonction de ce que connaît le navigateur (*Voir Raphael.js, 2011*).

L'implémentation du SVG dans les navigateurs de nouvelle génération est beaucoup plus performante que celle du VML dans Internet Explorer.

6.3 La couche logique

Le SIAD est implémenté en utilisant la programmation-objet. Le programme est donc composé de différents objets qui interagissent entre eux.

Plus particulièrement, deux mondes sont en constante interaction :

- la partie invisible du programme, qui est constituée de variables;
- la partie visible, qui comprend tous les éléments graphiques.

Le diagramme de classes simplifié combine en pointillés les relations d'héritage entre les classes et en trait épais les liens épais (*Voir Figure 6.3*).

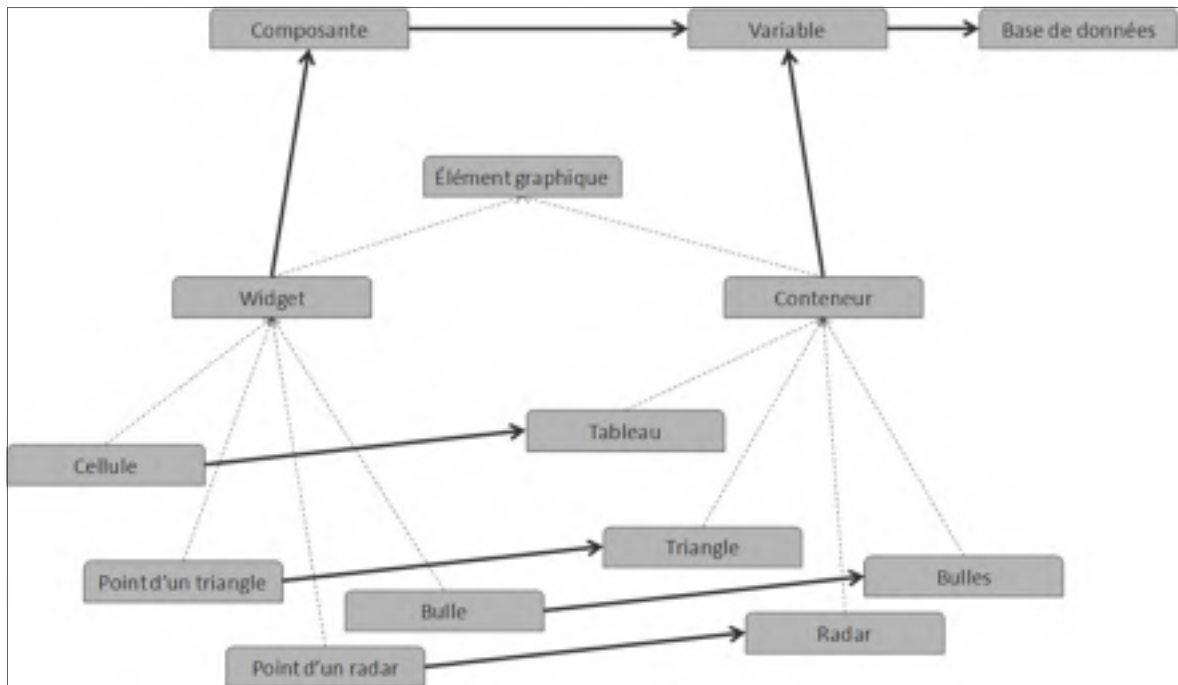


Figure 6.3 Diagramme de classes simplifié

Les variables ont plusieurs composantes, matérialisées par un trait plein, et sont elles-mêmes regroupées au sein d'un objet « base de données ». Les *widgets* sont les éléments graphiques unitaires, les « conteneurs » de *widget* sont un ensemble de *widgets*. Les cellules, les points d'un triangle, etc. sont des types particuliers de *widgets*. Ils possèdent donc un certain nombre de caractéristiques de base, avec des spécificités dont notamment la méthode d'affichage diffère. De même, les tableaux, triangles, radars et graphiques à bulles sont des types particuliers de conteneur.

Dès qu'une modification a lieu sur un objet, tous ses voisins en sont informés. Lorsqu'un élément graphique voit qu'une variable est modifiée, il se redessine. Si un *widget* est déplacé

ou modifié, les composantes liées au *widget* recalculent leur valeur en fonction de la nouvelle position de l'élément graphique.

À chacun de ces évènements, une fonction s'occupe de recalculer la nouvelle position de l'élément graphique ou la nouvelle valeur de la composante. Toutes ces fonctions de calcul font partie de la partie invisible du SIAD, qui a néanmoins toute son importance.

En complément de la Figure 6.3, le schéma ci-dessous montre comment sont orchestrées les différentes parties du SIAD autour d'un « onglet » (Voir Figure 6.4).

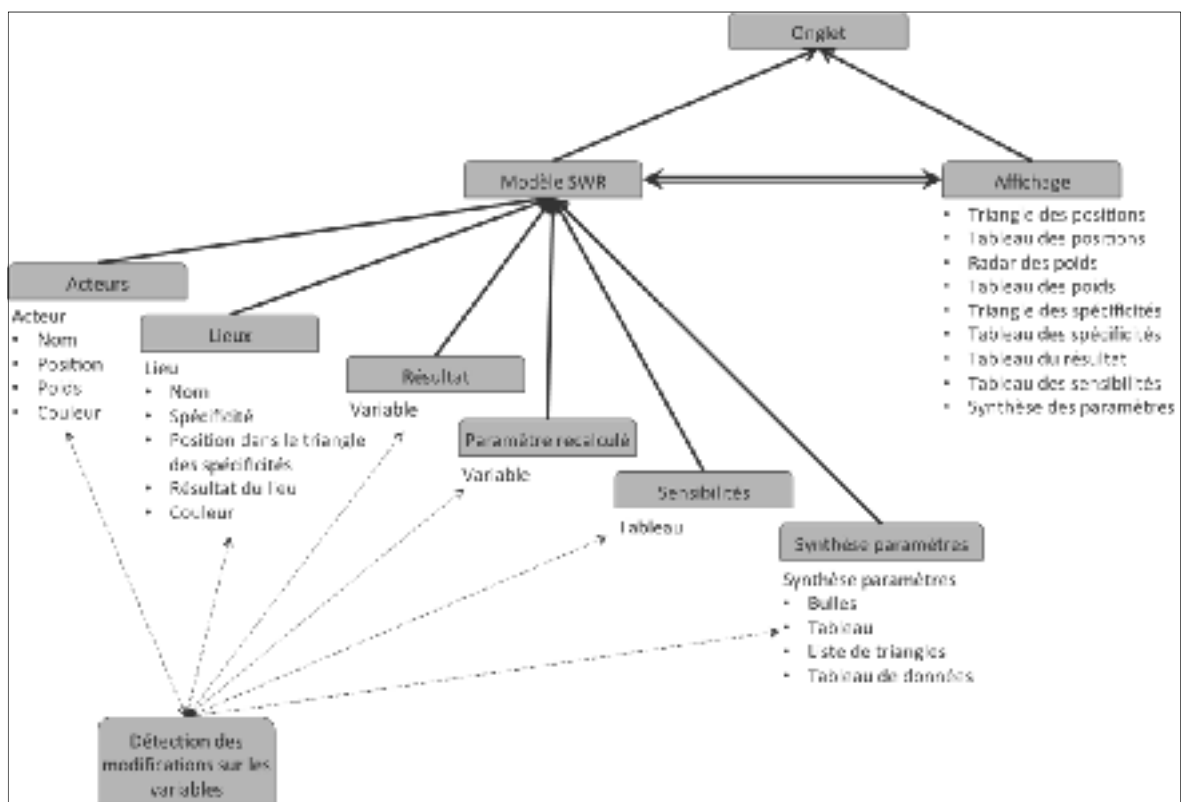


Figure 6.4 Implémentation technique d'un onglet

Un onglet est un objet pivot dans le SIAD, car il fait le lien entre la partie graphique et la partie invisible du système. Cette face cachée, que nous désignons par le nom de « modèle

SWR », contient tous les objets qui sont créés, modifiés et supprimés lors de l'utilisation du SIAD : les acteurs, les lieux, les variables représentant les poids décisionnels, les positions stratégiques, les spécificités, le résultat, les sensibilités et la synthèse des paramètres, initialisée pour chaque onglet avec le jeu de données correspondant au campus respectif. Elle conserve en mémoire la variable qui sert de paramètre à recalculer en cas de changement.

Lors de son initialisation, l'onglet crée tous les objets nécessaires au fonctionnement du SIAD, tout en gardant une trace des actions effectuées dans la console, et assigne à chaque variable sa méthode de calcul : calcul de la position stratégique d'un acteur, des poids décisionnels des acteurs, du résultat, des sensibilités, etc.

6.4 Compatibilité avec les principaux navigateurs

Des tests techniques ont été effectués sur les navigateurs présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.1 Les navigateurs testés compatibles avec le SIAD

Navigateur	Version	Système d'exploitation	Commentaires
Internet Explorer	7 et 8	Windows	Lenteur significative à l'exécution
Chrome	10.0 et supérieure	Windows, Mac OS X	OK
Firefox	4.0 et supérieure	Windows, Mac OS X, Linux	OK
Safari	5.0 et supérieure	Windows et Mac OS X	OK

Le bilan de nos tests est que tous les navigateurs de nouvelle génération, à une exception près, fonctionnent adéquatement avec le SIAD. Une lenteur significative à l'exécution est constatée avec le navigateur Internet Explorer (IE). Plusieurs explications sont possibles.

Tout d'abord, IE ne respecte pas tous les standards du web. Les instructions CSS ne sont pas toujours gérées correctement, donc l'affichage peut-être légèrement différent par moments, sans que cela empêche d'utiliser le SIAD. Deuxièmement, le format de dessin vectoriel (le VML) est distinct de celui employé par les autres navigateurs. Heureusement, nous pouvons avoir recours à une bibliothèque de dessins vectoriels, ce qui masque ces différences. Enfin, l'aspect le plus sensible est que l'implémentation de JavaScript est plus lente qu'avec les autres navigateurs.

Que ce soit au niveau de la gestion de l'interface graphique ou des calculs, les temps de traitement sont longs. Au démarrage du SIAD, ce sont surtout les chargements des 23 acteurs et de la synthèse des paramètres mesurés qui ralentissent le l'affichage de la page. Par conséquent, malgré de nombreuses optimisations, le SIAD reste lent sous IE7.

Par ailleurs, dans une comparaison réalisée en 2009, il est prouvé qu'IE7 était beaucoup plus lent que ses concurrents (*Voir* Figure 6.5). La version 8 est plus rapide (tout comme la version 9, qui n'est pas incluse dans la figure), les deux respectant davantage les standards du web.

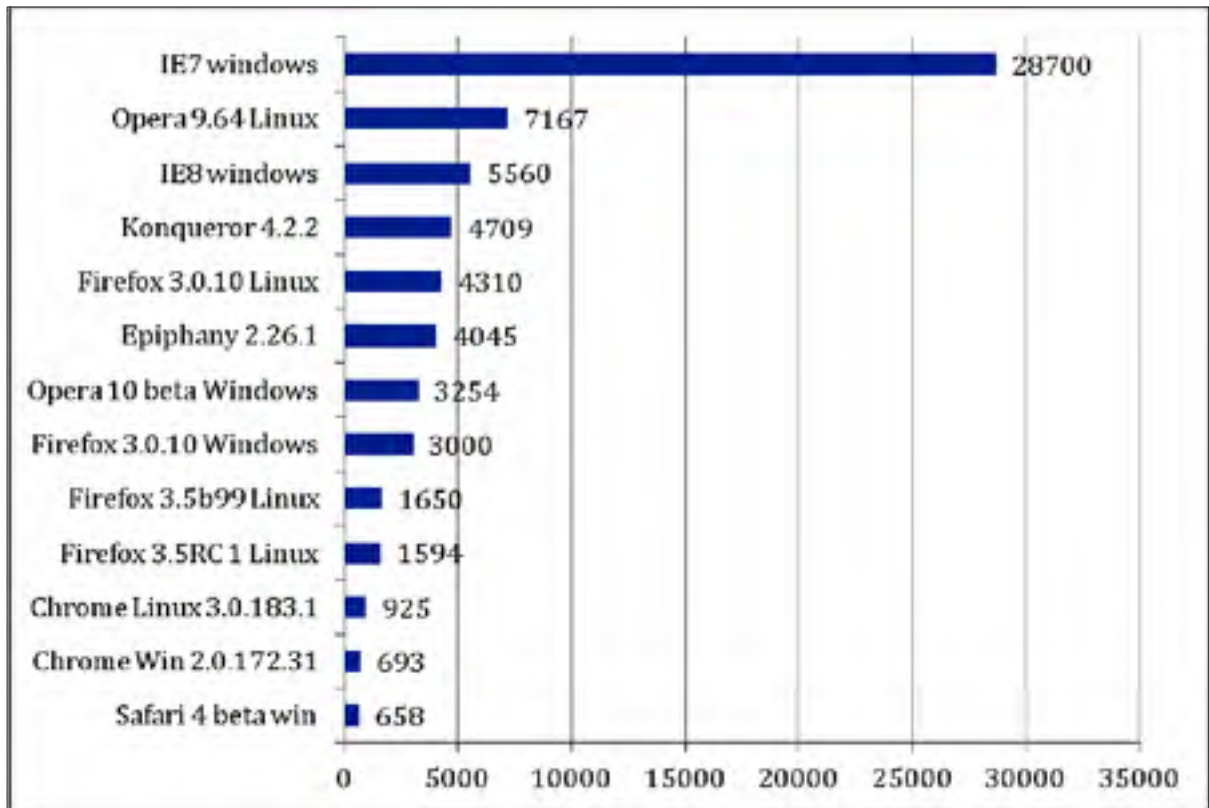


Figure 6.5 Comparaison des performances des navigateurs web (2009)
Tirée de x86 bar (2009, p. ND)

6.5 Conclusion

Les choix techniques opérés pour l'implémentation du SIAD sont novateurs, en proposant une combinaison de différentes technologies, afin d'arriver au résultat visé : un logiciel utilisable directement, sans installation requise, implémentant de manière robuste un modèle complexe et s'appuyant sur une interface graphique qui comporte les dernières technologies web, pour offrir un maximum de souplesse d'utilisation. Le fait de se baser sur une plateforme web rend le logiciel compatible avec tous les systèmes d'exploitation.

Le seul inconvénient est que la qualité du SIAD est fortement dépendante de celle du navigateur web. Selon les tests réalisés, l'exécution du SIAD est lente dans IE, alors que dans tous les autres navigateurs il fonctionne adéquatement.

CHAPITRE 7

APPLICATION ET VALIDATION DU SIAD DANS LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL

Le SIAD pour construction hospitalière élaboré dans le cadre de cette recherche doctorale vise à évaluer un projet de design factuel en utilisant deux modèles : Curatif – Performant – Coût (CP\$) et Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux (SWR). Autrement dit, il s’agit d’intégrer au SIAD deux composantes : « Conception » et « Gouvernance » (*Voir* Figure 4.5, p. 69). Le premier modèle reflète des paramètres physiques, mesurés, alors que le deuxième tient compte de l’influence des principaux acteurs d’un projet sur le résultat final.

Dans ce chapitre, nous présentons l’application du SIAD au projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill, plus précisément au :

- campus Glen, une nouvelle construction réalisée en mode PPP,
- campus de la Montagne, un réaménagement d’un site existant en mode conventionnel.

Cet exercice permet également de valider le système et fait la transition vers la conclusion finale de la thèse où l’on présente les principaux avantages, les limites et les possibilités de réutilisation du SIAD pour projets hospitaliers.

Ce chapitre est organisé en trois sections : le modèle CP\$, le modèle SWR et la discussion générale des résultats.

7.1 Le modèle CP\$ appliqué au projet de redéploiement du CUSM

Pour la composante Conception, le modèle CP\$ vise à mesurer et à évaluer différents paramètres de design factuel, regroupés selon²¹ :

- le type d'environnement : 70 paramètres pour l'environnement curatif, 24 paramètres pour celui performant et 1 pour le coût;
- le lieu : unités de soins; centre ambulatoire, urgences (l'intégralité des paramètres a été prise en compte pour chaque lieu, donc 95 paramètres par lieu);
- l'espace étudié : chambres des patients / salles de consultation (29 paramètres); salles de bain (6 paramètres); couloirs (13 paramètres); hall d'entrée (13 paramètres); salles d'attente (13 paramètres); espaces de socialisation (5 paramètres); postes de travail (15 paramètres)²².

Afin de rendre l'évaluation possible, un système de notation de 1 à 5, inspiré de l'échelle utilisée par Ulrich et Joseph (2005) pour les projets de design factuel, a été mis en place. Les notes – allant de 1 (peu satisfaisant), en passant par 2 (moyennement satisfaisant), 3 (satisfaisant), 4 (très satisfaisant), à 5 (supérieur aux attentes) – reflètent la différence des grandeurs mesurées par rapport à la norme, soit le *Guide de performance des CHU* (Corporation d'hébergement du Québec et Bureau de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal, 2008).

En ce qui suit, nous présentons la composante Conception par lieu. Nous comparons les scores obtenus dans les deux modes de construction, en commentant les situations similaires ou encore celles où l'on observe des écarts notables. Les données CP\$ sont incluses dans la zone 7 du SIAD, « Paramètres » (*Voir Figure 5.1, p. 105*).

²¹ Voir chapitre 4 pour la justification et la conception détaillée du modèle.

²² Rappelons ici que, dans cette recherche, le paramètre Coût a été mesuré seulement par lieu. Voir l'argument dans le chapitre 4.

7.1.1 Les unités de soins

Dans cette recherche, nous avons évalué les unités de soins intensifs. Le projet de réaménagement de ce département sur le campus de la Montagne a été achevé en décembre 2009; la conception du campus Glen était en cours au moment du recueil des données, en août 2011 (*Voir* Annexes III et VI pour des plans et des images). Dans le premier cas, nous avons eu accès à l'intégralité des données. Par contre, 13 paramètres sur 94 n'ont pas pu être mesurés sur le campus Glen; il s'agit notamment du design d'intérieur et de la signalisation dans différents espaces, qui n'étaient pas définis au moment de la recherche (*Voir* Annexe XI pour la liste intégrale des paramètres). Retenons donc cette limite partielle, tout en soulignant que cela n'empêche pas de réaliser l'exercice de simulation et l'évaluation comparative des deux lieux.

Observons d'abord les notes moyennes obtenues par chacun des sept espaces retenus (*Voir* Tableaux 7.1 et 7.2 ci-après).

Tableau 7.9 Notes CP\$ pour les unités de soins au campus de la Montagne















Unités de soins	Curatif	Performant	Coût (\$)
 Chambres des patients / Salles de consultation	4.11	3.27	4.00
 Couloirs	4.36	4.50	4.00
 Espaces de socialisation	3.00	4.50	4.00
 Hall d'entrée	4.18	3.50	4.00
 Postes de travail	3.85	4.00	4.00
 Salle d'attente	4.33	2.50	4.00
 Salles de bain	4.75	4.00	4.00
Notes moyennes	4.08	3.75	4.00

Tableau 7.2 Notes CP\$ pour les unités de soins au campus Glen

Unités de soins	Curatif	Performant	Coût (\$)
 Chambres des patients / Salles de consultation	4.24	4.00	3.00
 Couloirs	4.00	4.00	3.00
 Espaces de socialisation	4.00	4.00	3.00
 Hall d'entrée	3.89	4.00	3.00
 Postes de travail	4.15	4.00	3.00
 Salle d'attente	4.00	2.50	3.00
 Salles de bain	4.00	4.00	3.00
Notes moyennes	4.04	3.79	3.00

Les notes moyennes obtenues sont également représentées dans le graphique à bulles, la dimension de la bulle indiquant la note accordée au coût (*Voir Figures 7.1 et 7.2*).

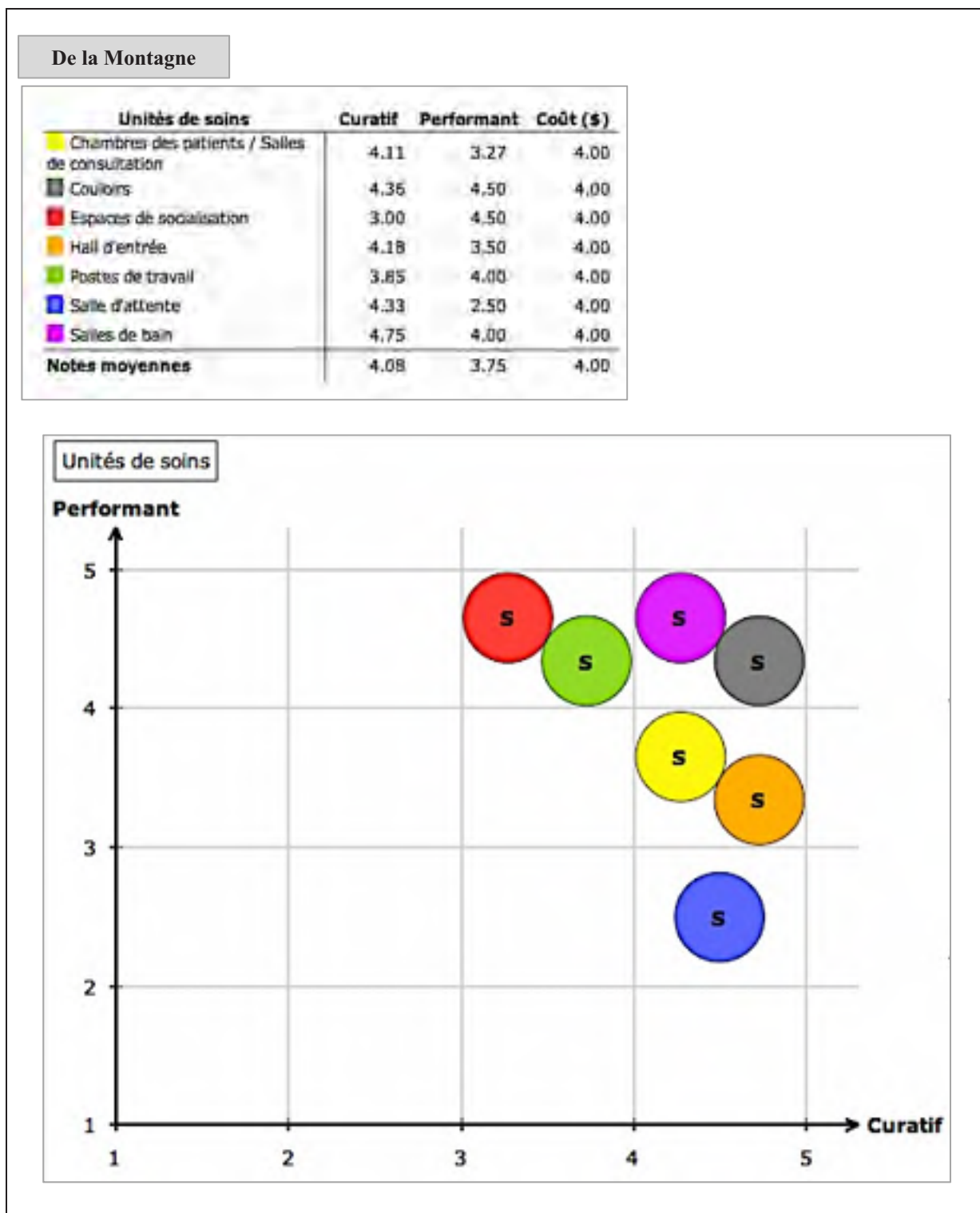


Figure 7.1 Graphique à bulles pour les unités de soins au campus de la Montagne

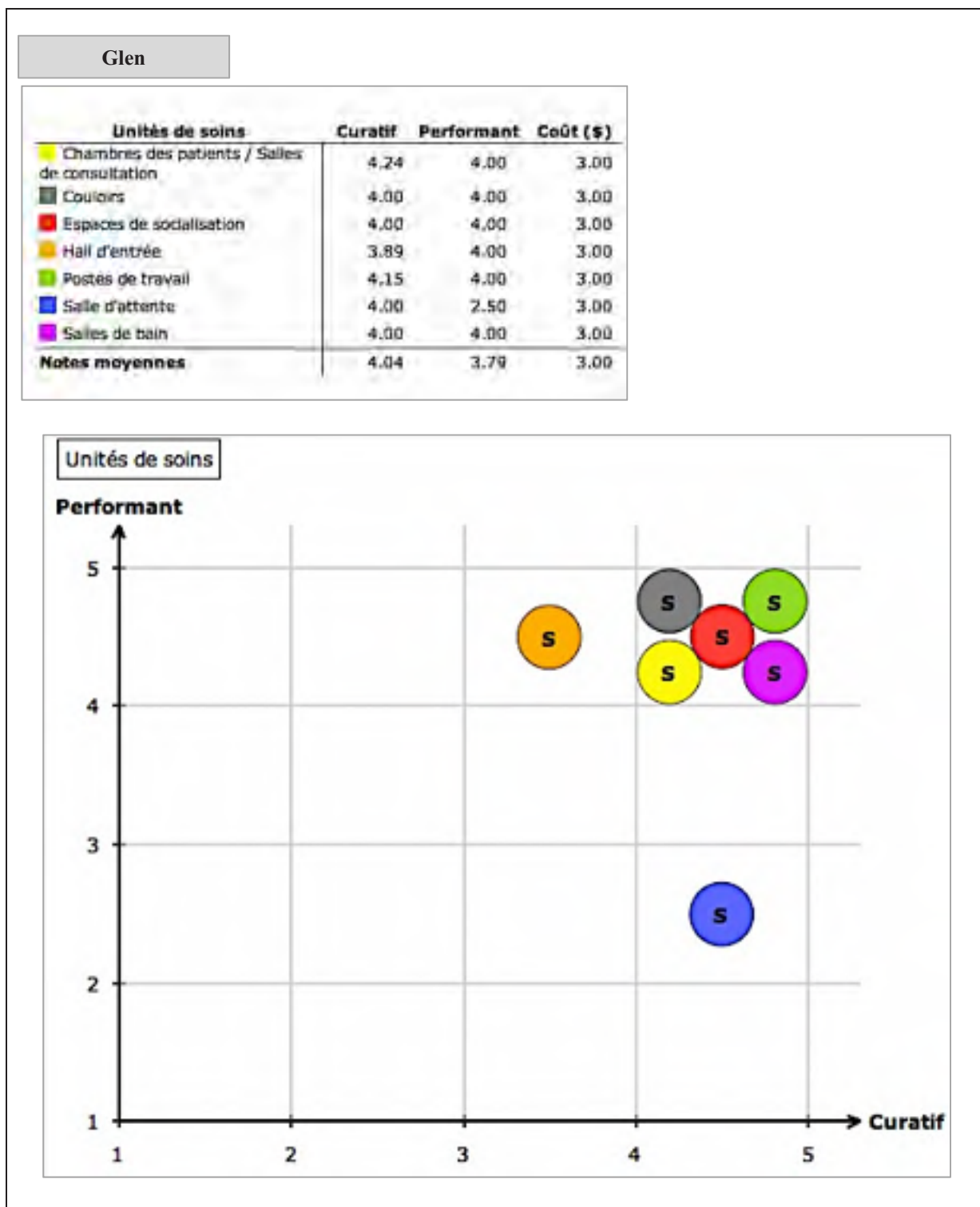


Figure 7.2 Graphique à bulles pour les unités de soins au campus Glen

Enfin, il y a les triangles des espaces, qui précèdent le prochain niveau de détail de la base de données :

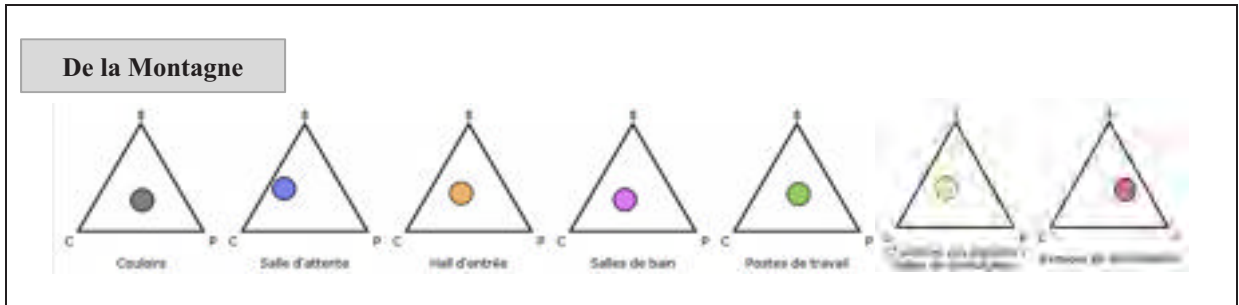


Figure 7.3 Triangles CP\$ par espace pour les unités de soins au campus de la Montagne

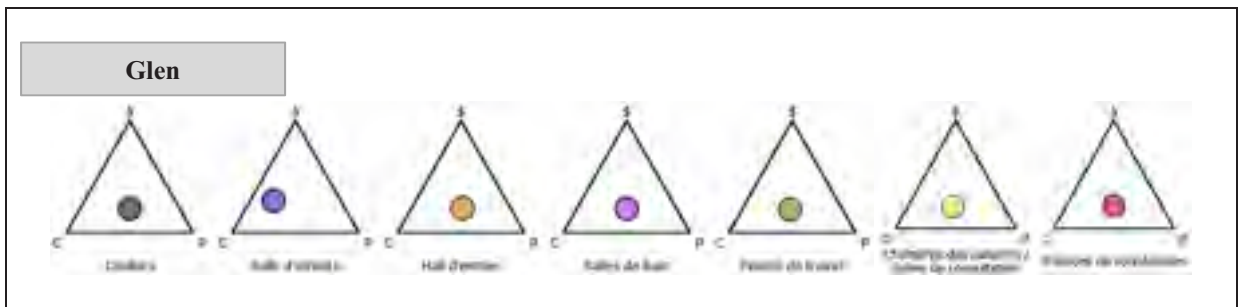


Figure 7.4 Triangles CP\$ par espace pour les unités de soins au campus Glen

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 5, à cette étape, deux options se présentent à l'utilisateur du SIAD. D'abord, on peut choisir de poursuivre l'analyse des données en observant les paramètres mesurés selon différents critères (par exemple, curatif, performant, coût). En cliquant sur un des triangles, le tableau des paramètres mesurés devient visible, et le triangle choisi est affiché en surbrillance (Voir Figure 5.23, p. 127).

Dans un deuxième temps, on peut soumettre les données au comparateur, par espace ou par lieu, ce qui facilite l'analyse contrastée des deux projets (Voir Figures 7.5 et 7.6).

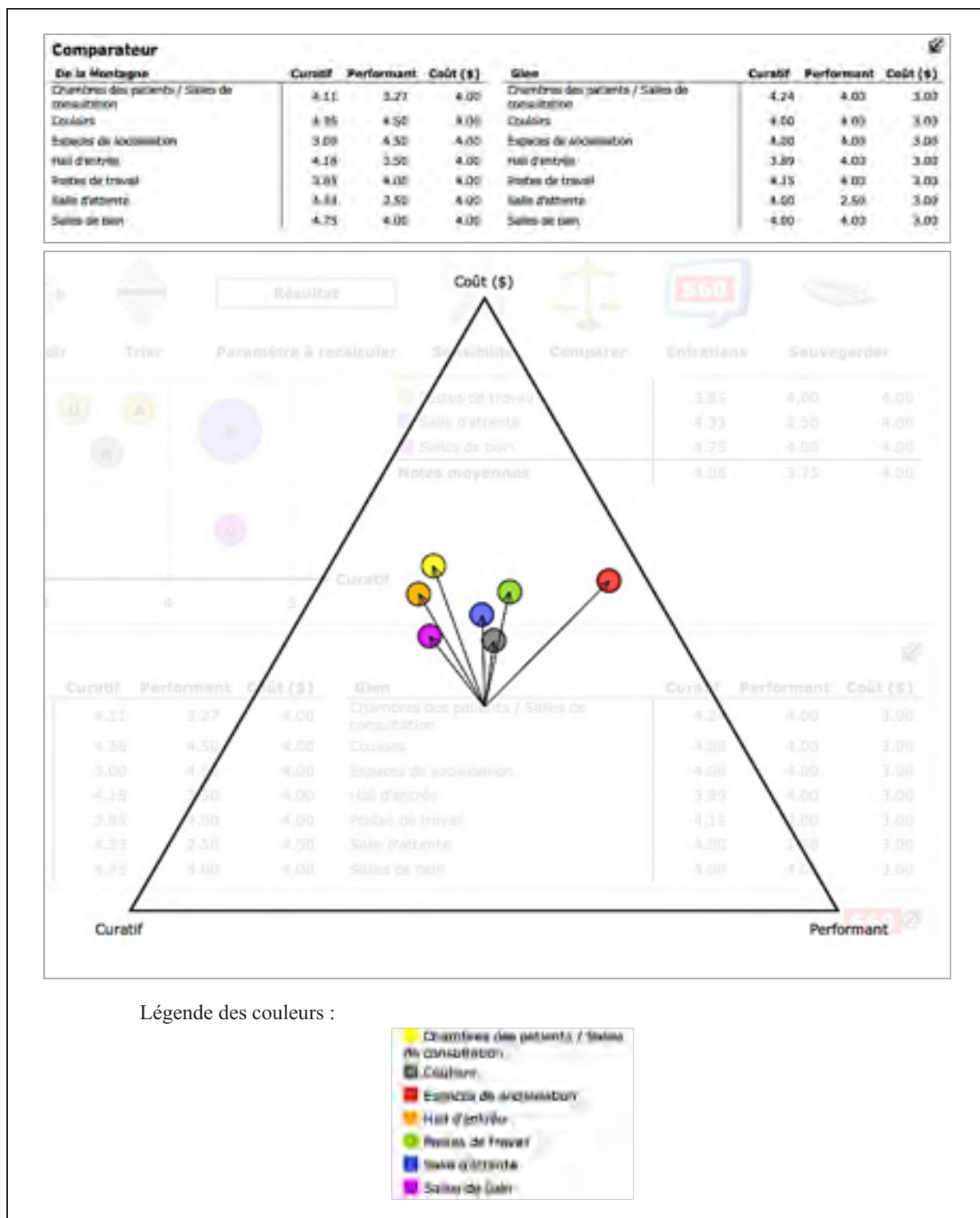


Figure 7.5 Valeurs et triangle de la comparaison par espace des unités de soins

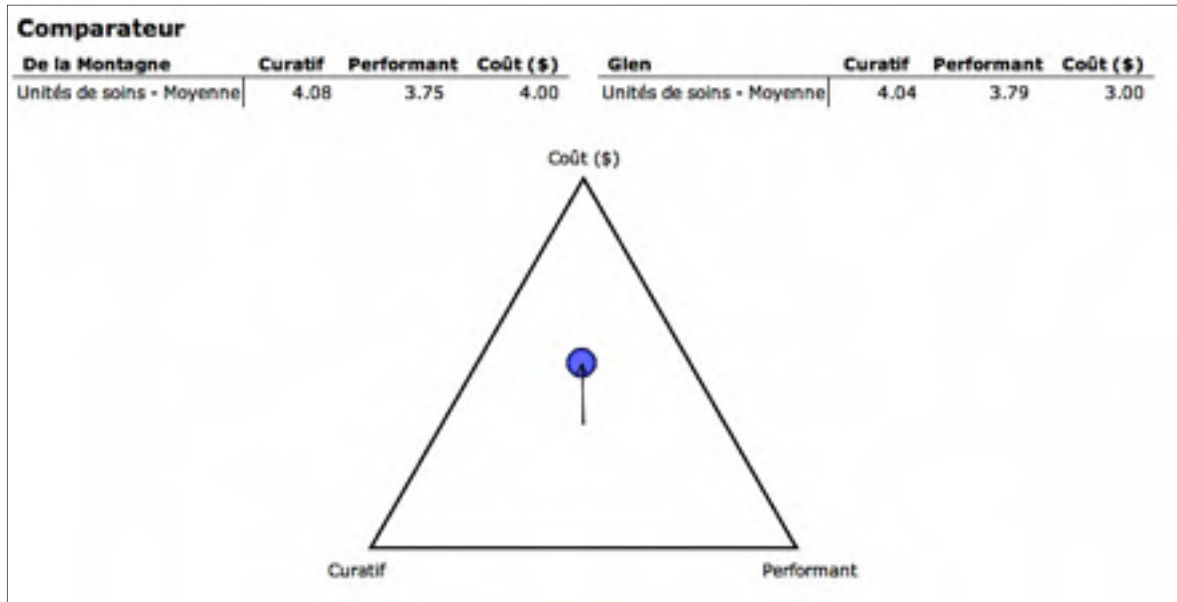


Figure 7.6 Valeurs et triangle des notes moyennes des unités de soins

En examinant les moyennes obtenues par les deux projets, nous pouvons constater que l'on accorde une importance particulière à l'environnement curatif des unités de soins, ce qui répond aux recommandations conceptuelles du design factuel. Le campus de la Montagne reçoit 4.08 en curatif, 3.75 en performant et 4.00 pour le coût. Pour le Glen, les moyennes sont : 4.04; 3.79; 3.00.

Dans le triangle de la Figure 7.6, la flèche est orientée vers le coût, indiquant que les unités de soins au campus de la Montagne obtiennent une meilleure évaluation que Glen pour le rapport coût/résultats. La flèche se déplace légèrement vers la gauche, ce qui signifie que le campus de la Montagne reçoit une note inférieure en performant.

La moyenne la plus grande en curatif est obtenue par les salles de bain des unités de soins au campus de la Montagne. Les couloirs, le hall d'entrée et la salle d'attente de ce campus reçoivent également des notes supérieures au Glen, ce qui s'explique par la qualité de l'éclairage, l'utilisation des couleurs et des luminaires, paramètres ayant obtenu la note 5

(Voir photos en Annexe III). Ainsi, 500 lx ont été mesurés, sachant que la norme recommande un niveau d'éclairage de 300 lx.

Glen obtient une note légèrement supérieure pour les chambres des unités de soins, grâce à la note maximale (5) accordée pour les dimensions prévues, dépassant la norme, ainsi que pour l'espace conçu pour la famille. Les chambres auront entre 28,66 et 34,5 m carrés, alors que la norme en impose 25.

Nous pouvons constater que la moyenne pour les espaces de socialisation des unités de soins de l'établissement de la Montagne est inférieure au Glen; cela se justifie par la note minimale attribuée pour le paramètre « Jardin curatif », absent à ce campus au moment de la collecte des données. Par ailleurs, sur les trois paramètres en environnement curatif pour les espaces de socialisation, seulement le salon de la famille a pu être noté au Glen, les deux autres (cafétéria et jardin curatif) n'étant pas élaborés au moment de la recherche.

La note inférieure reçue par les postes de travail des soins intensifs au campus de la Montagne provient du manque d'éclairage naturel direct, caractéristique qui est due à la structure existante du bâtiment.

Sur les deux campus, une large majorité de paramètres a été notée avec 4 (« très satisfaisant »), confirmant nettement l'inscription du projet de redéploiement du CUSM dans le cadre du design factuel.

Le campus de la Montagne a reçu vingt notes de 5 (« supérieur aux attentes »), notamment pour la qualité des planchers et des murs dans les différents espaces des unités de soins, ainsi que pour le niveau d'éclairage et le contrôle de la ventilation dans les chambres. Par exemple, dans les chambres des patients, la protection murale est installée jusqu'à 900 mm du plancher, avec plinthes remontées, pour augmenter la résistance au choc et faciliter l'entretien. Aussi, un thermostat mural est prévu dans tous les locaux pour contrôler la

température. Ce contrôle permet à l'utilisateur d'ajuster la température à l'intérieur d'une fenêtre prédéterminée par le gestionnaire. Un mode occupé-inoccupé est également possible sur le thermostat.

La signalisation, l'intimité et le salon de la famille ont également reçu des évaluations maximales au campus de la Montagne. Par exemple, ce dernier comprend un sofa à deux places, des chaises, des tables de coin, ainsi qu'une cuisinette avec évier et four à micro-ondes.

Les unités du campus Glen sont supérieures aux attentes sur sept paramètres : l'espace par patient, l'espace pour la famille, le respect de l'intimité, les dimensions des postes de travail, celles des chambres d'isolement, la qualité des matériaux utilisés pour les postes de travail. Les postes de travail mesurent 13,5 m carrés, la norme étant de 7,5 m carrés. Les planchers sont en vinyle en feuille à joints soudés avec plinthe intégrale.

Glen a une longueur d'avance au sujet de l'environnement performant, plus particulièrement pour les paramètres concernant les chambres. Cela s'explique par les notes supérieures obtenues pour les paramètres qui dépendent de l'espace de la chambre : emplacement du lit; équipements médicaux; intégration des nouvelles technologies; aménagement modulaire; etc. Ainsi, une niche par deux lits est prévue pour le personnel soignant, chacune étant dotée de deux chaises et des raccords pour deux ordinateurs. La surveillance visuelle est assurée par des cloisons vitrées.

Le campus de la Montagne perd des points pour la performance à cause des contraintes liées au bâtiment; la flexibilité de la structure, l'utilisation conjointe d'espace et la flexibilité d'aménagement sont particulièrement touchées par cette condition.

Nous constatons que dans les deux projets les salles d'attente obtiennent des évaluations faibles, à cause de la note minimale reçue pour l'optimisation de l'espace (1, c'est-à-dire « peu satisfaisant »).

Enfin, pour le coût, la note inférieure accordée aux unités de soins du Glen (3), alors que le campus de la Montagne obtient 4, peut trouver une explication dans les restrictions de l'enveloppe budgétaire du PPP.

7.1.2 Les centres ambulatoires

Aucun de ces projets n'est finalisé. Au moment de la collecte des données, 6 paramètres en curatif et/ou performant sur 94 étaient en cours de définition au campus de la Montagne et 18 au campus Glen. De plus, 6 paramètres ne s'appliquent pas aux centres ambulatoires (notamment ceux qui concernent les chambres d'isolement, l'emplacement du lit, l'espace pour la famille et l'emplacement des chambres).

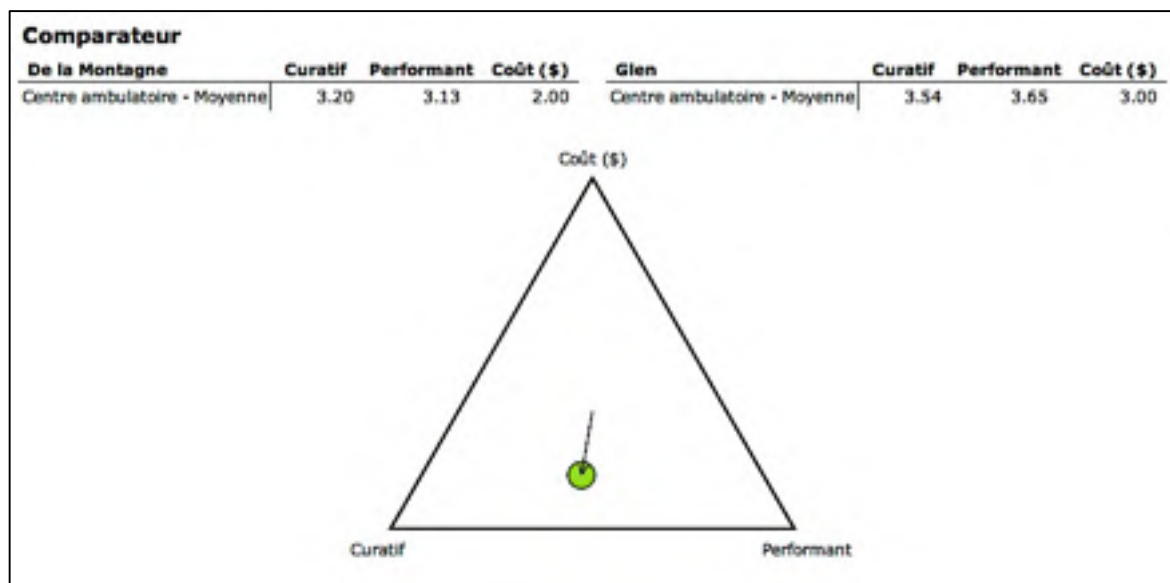


Figure 7.7 Valeurs et triangle des notes moyennes des centres ambulatoires

Dans le comparateur des notes moyennes, nous observons que la flèche est orientée vers le bas, à gauche, ce qui indique une note inférieure obtenue pour le paramètre coût au campus de la Montagne et un score supérieur pour le performant au Glen (la bulle représentant la tendance du score en ambulateur au campus de la Montagne par rapport au Glen s'éloigne de l'angle Performant).

Au fait, si l'on examine les moyennes générales, Glen a un avantage par rapport au centre ambulateur du campus de la Montagne, les notes passant de [3.54; 3.65; 3.00] à [3.20; 3.13; 2.00]. Le fait que le redéploiement du campus de la Montagne est un projet de rénovation peut expliquer ces résultats, sachant que le réaménagement d'un établissement ne constitue pas un cadre idéal pour la mise en œuvre des principes du design fondé sur les preuves. Les limitations structurelles peuvent être importantes, la flexibilité et l'adaptabilité de l'espace en étant affectées.

Les moyennes obtenues par les deux projets par type d'espace sont les suivantes (*Voir* Figures 7.8 et 7.9) :

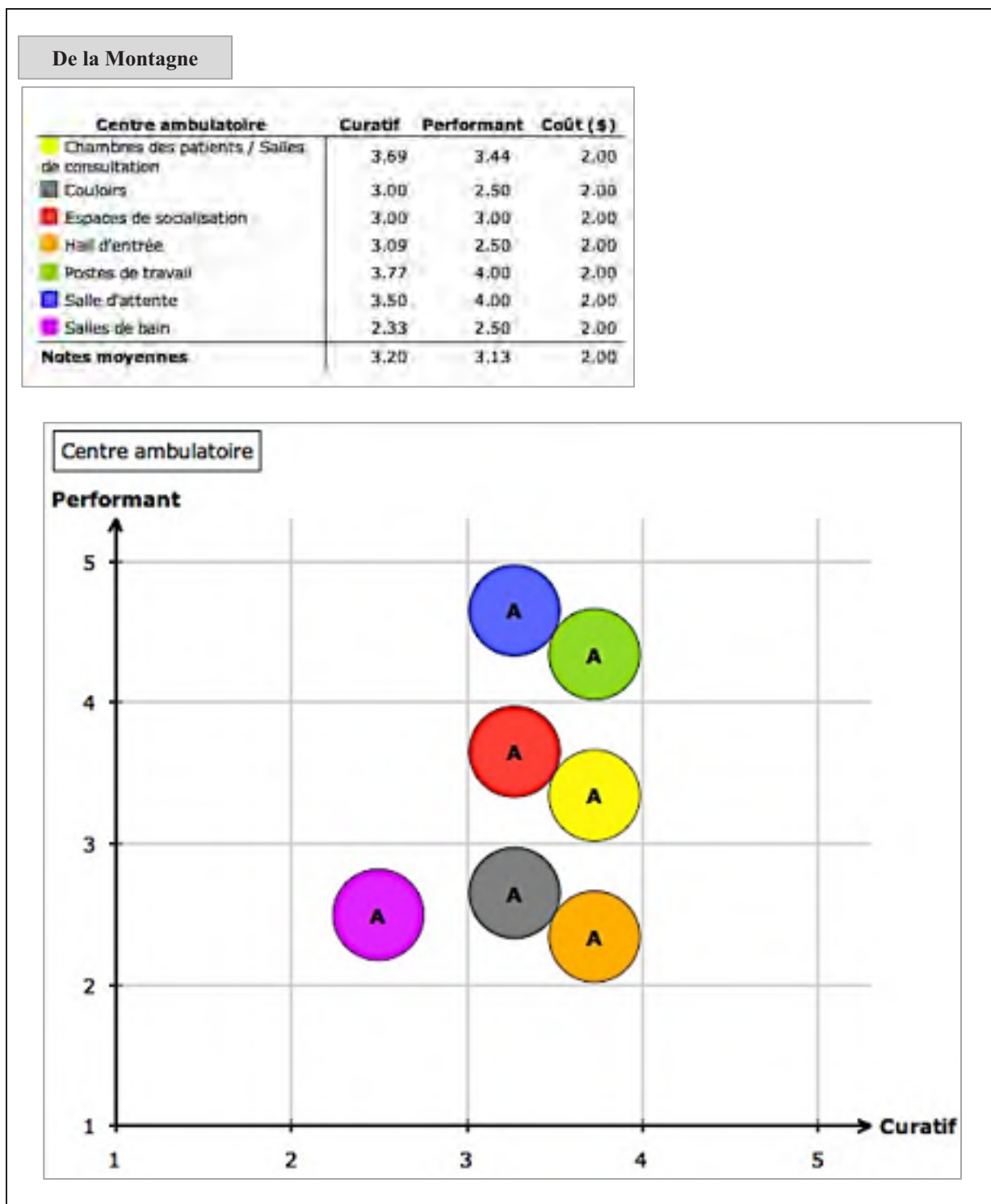


Figure 7.8 Graphique à bulles pour le centre ambulatoire au campus de la Montagne

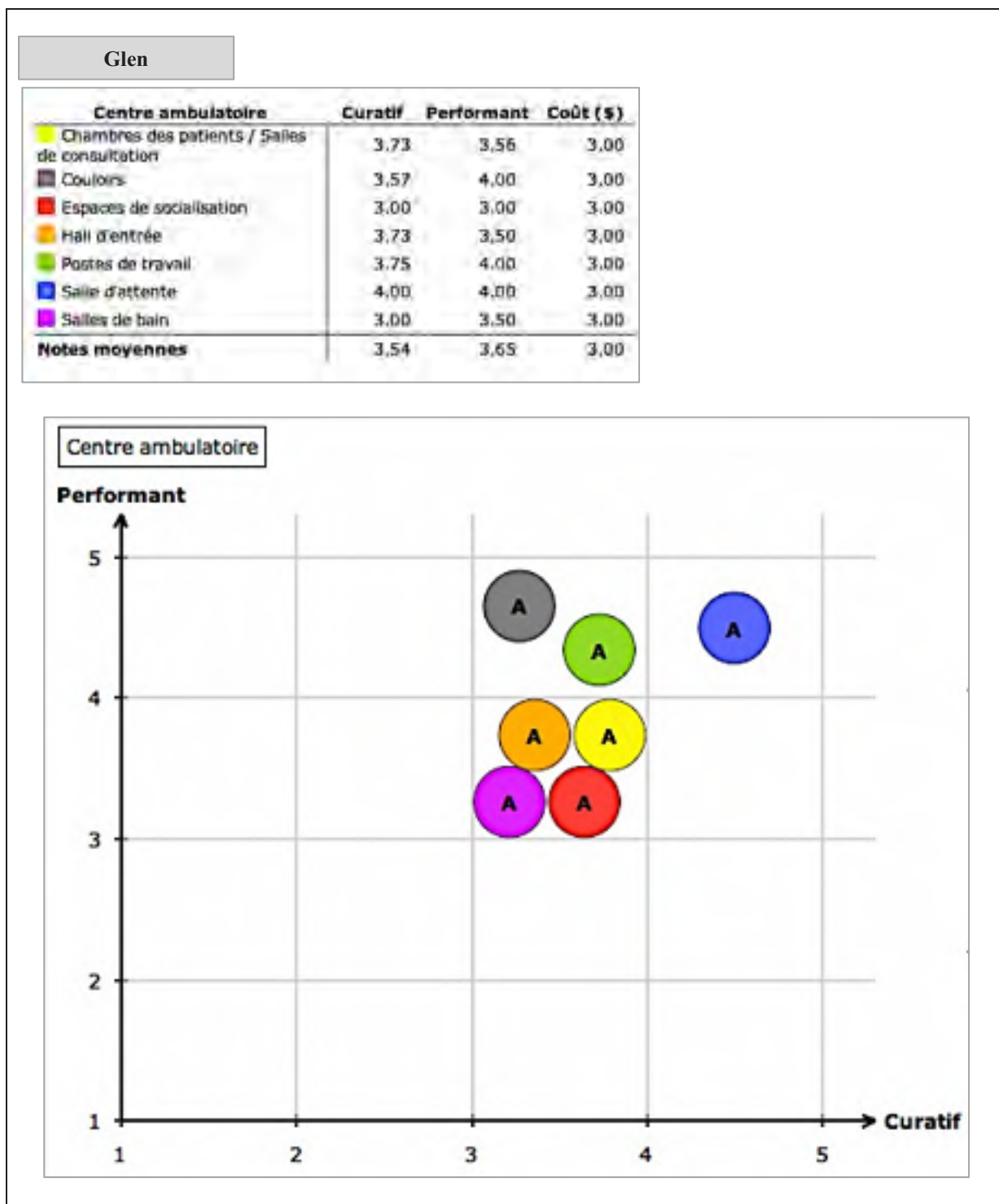


Figure 7.9 Graphique à bulles pour le centre ambulateur au campus Glen

Le comparateur donne les résultats suivants :

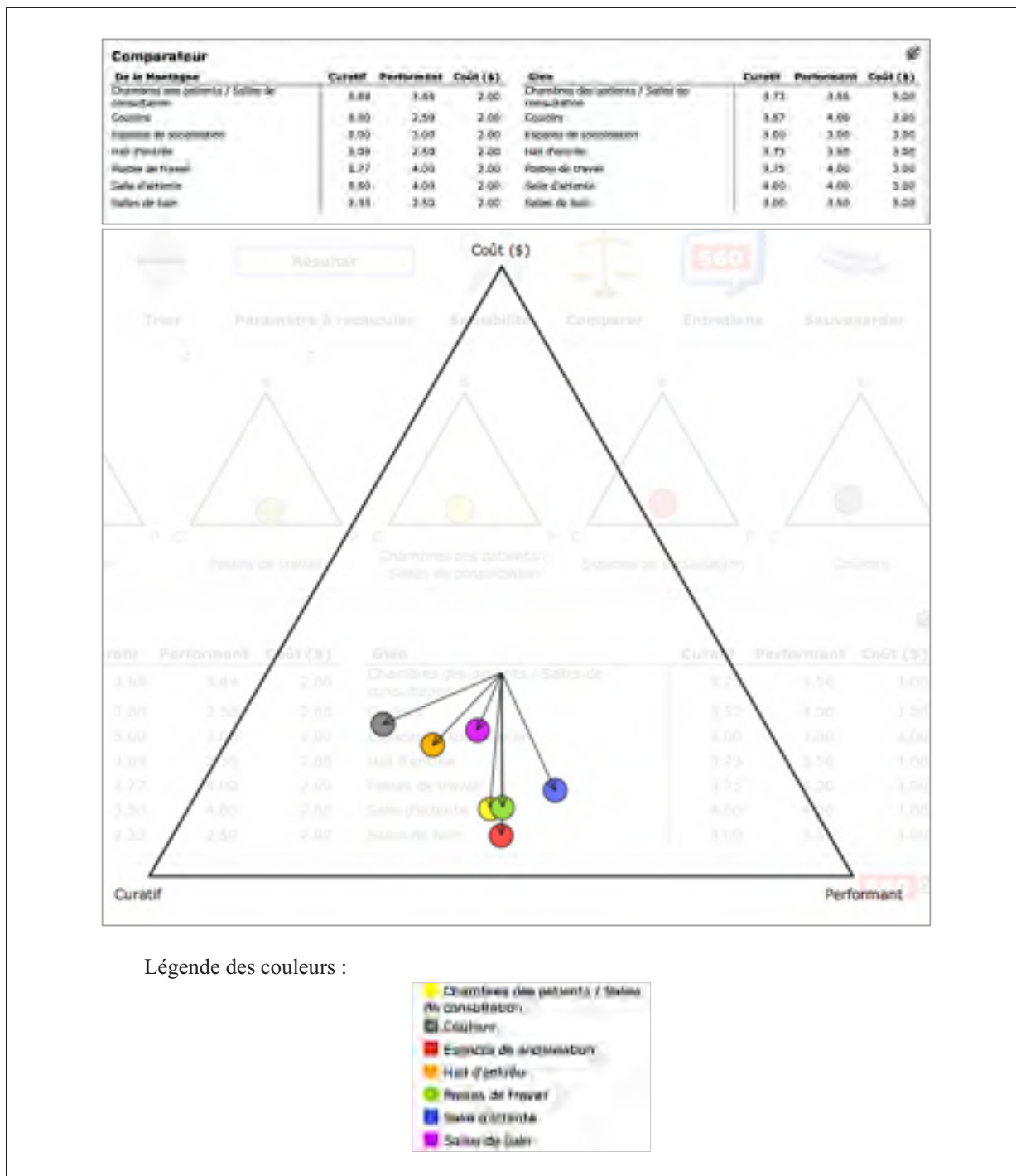


Figure 7.10 Valeurs et triangle de la comparaison par espace des centres ambulatoires

À une exception près – les salles de bain –, les notes obtenues par les différents espaces du centre ambulatoire au campus de la Montagne sont satisfaisantes pour l’environnement curatif. Deux notes de 1 ont été accordées pour les salles de bain. Il s’agit du niveau d’éclairage, jugé inadéquat à 100 lx, alors que la norme est 300 lx, et de l’absence des mesures de développement durable. Dans ce dernier cas, la norme recommande une conception favorisant la réduction de la consommation d’énergie et d’eau, or, à l’heure de la collecte des données, aucune stratégie d’économie n’était formulée.

Le centre ambulatoire du campus de la Montagne gagne beaucoup en aménagement intérieur, tel que nous pouvons d’ailleurs l’observer dans les images reproduites en Annexe IV. Des notes maximales ont été accordées au design d’intérieur des salles de consultation, du hall d’entrée et aux matériaux utilisés pour le plancher. Ce dernier est souple, prévoyant des joints soudés et des plinthes à gorge.

Le contrôle de l’éclairage et les systèmes de ventilation ont reçu les qualificatifs « très satisfaisants » (4). Le contrôle de l’éclairage est individuel. Pour la filtration, l’air neuf du bâtiment est traité à la source avec des filtres HEPA de 99.9 % d’efficacité. Par contre, le choix de matériaux durables au détriment de ceux acoustiques fait que le centre obtient seulement 2 (« moyennement satisfaisant ») pour le niveau de bruit.

En règle générale, nous constatons que les limitations du projet de redéploiement du campus de la Montagne dues au bâtiment existant sont reflétées par les notes accordées pour l’environnement performant : seulement 1 pour les distances et la visibilité, et 2 pour la flexibilité (aménagement modulaire). Le centre obtient pourtant 5 pour la possibilité d’expansion, grâce à un emplacement à proximité de l’Hôpital général de Montréal.

Sachant que le coût est évalué en termes de prix par rapport au résultat, la note accordée au centre ambulatoire du campus de la Montagne est moyennement satisfaisante (2). L’évaluation du coût obtient une note supérieure au Glen : 3.

Glen excelle dans l'environnement performant, avec treize notes de 4 et quatre de 3 sur vingt et un paramètres mesurés. Le design est uniforme, prévoyant l'aménagement modulaire. L'intégration des équipements médicaux est planifiée selon les diverses spécialités médicales. Le système électrique est adapté pour de possibles désastres naturels ou terroristes. Il y a une seule note moyennement satisfaisante (2), accordée pour l'absence de flexibilité des structures, qui est justifiée dans un commentaire par des limitations budgétaires ultérieures à la réalisation du programme fonctionnel et technique.

En général, les notes de l'environnement curatif du centre ambulatoire au Glen sont inférieures à celles pour la performance. Chaque fois qu'il s'agit du type d'éclairage, Glen perd des points à cause d'une conception qui ne favorise pas l'éclairage naturel. En revanche, le niveau d'éclairage est supérieur à la norme : 750 lx au lieu de 500 lx. Les systèmes de ventilation reçoivent aussi la note maximale : le changement d'air (total) à l'heure est de 12 au lieu de 6, comme prévu dans le guide de performance. Le design des salles de consultation et le niveau de bruit ont de très bonnes évaluations. Des mesures ont été prises pour assurer le respect de l'intimité et de la confidentialité, notamment dans le choix des matériaux.

7.1.3 Les urgences

Le département d'urgence du campus de la Montagne a été rénové au début des années 2000, ce qui explique la note générale moyennement satisfaisante des paramètres visant la performance. Les salles de bain, les chambres et les postes de travail obtiennent des évaluations clairement défavorables. Le décalage par rapport au site Glen est visible (*Voir Figure 7.11*).

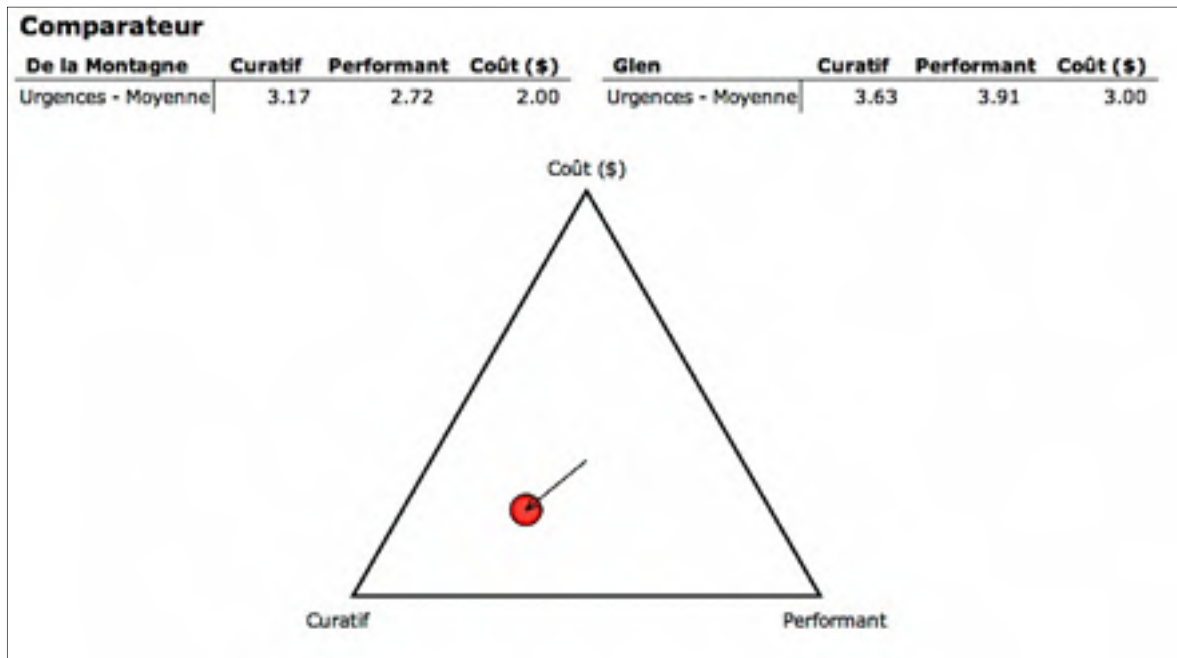


Figure 7.11 Valeurs et triangle des notes moyennes des urgences

La direction de la flèche indique l'éloignement du projet de la Montagne du score pour le performant obtenu par Glen [2.72 vs. 3.91], ainsi qu'une note inférieure pour le coût [2.00 vs. 3.00]. Au fait, sur sept espaces, deux sont jugés peu satisfaisants du point de vue de la performance – les chambres et les salles de bain; les postes de travail sont moyennement satisfaisants.

Sur vingt-quatre paramètres mesurés pour le critère de la performance, il y a neuf notes de 1, notamment pour, l'emplacement des salles de bain, la flexibilité, la possibilité d'expansion, l'emplacement des lits, l'emplacement des lavabos, les structures pour l'espace-patients (civières), enfin, les mesures de développement durable dans les chambres et les salles de bain.








Six autres paramètres ont reçu la note 2 : l'aménagement modulaire, l'emplacement des civières par rapport aux postes de travail, l'emplacement des équipements médicaux, la visibilité, l'optimisation de l'espace et l'adaptabilité aux désastres du système électrique. Les

seules notes de 4 ont été obtenues pour la visibilité dans les couloirs, l'accès direct aux urgences et l'emplacement des distributeurs de produits antibactériens.

Le rapport coût/résultats obtenus est jugé moyennement satisfaisant. Par ailleurs, les limitations importantes de l'espace font que le projet n'est plus conforme à la vision de redéploiement du CUSM. Il a été donc inclus dans un plan de réaménagement futur.

Voici les moyennes par type d'espace :

Tableau 7.3 Notes CP\$ pour les urgences au campus de la Montagne

Urgences	Curatif	Performant	Coût (\$)
 Chambres des patients / Salles de consultation	2.72	1.55	2.00
 Couloirs	3.27	3.50	2.00
 Espaces de socialisation	2.00	3.00	2.00
 Hall d'entrée	3.55	4.50	2.00
 Postes de travail	3.23	2.50	2.00
 Salle d'attente	3.40	3.00	2.00
 Salles de bain	4.00	1.00	2.00
Notes moyennes	3.17	2.72	2.00

L'évaluation de l'environnement curatif est relativement meilleure que celle pour la performance, mais les chambres et les espaces de socialisation sont notés comme étant moyennement satisfaisants.

Les notes les plus faibles accordées en matière de curatif concernent :

- l'espace réduit par patient : 6,5 m carrés au lieu de 11 m carrés;
- la conception qui n'assure pas le respect de l'intimité;
- l'absence d'espace pour la famille;

- la signalisation défectueuse;
- le niveau d'éclairage inadéquat : 300 lx au lieu de 500 lx dans l'espace-patient et les postes de travail.

Le graphique à bulles donne une image représentative des scores obtenus par les urgences de cet établissement :

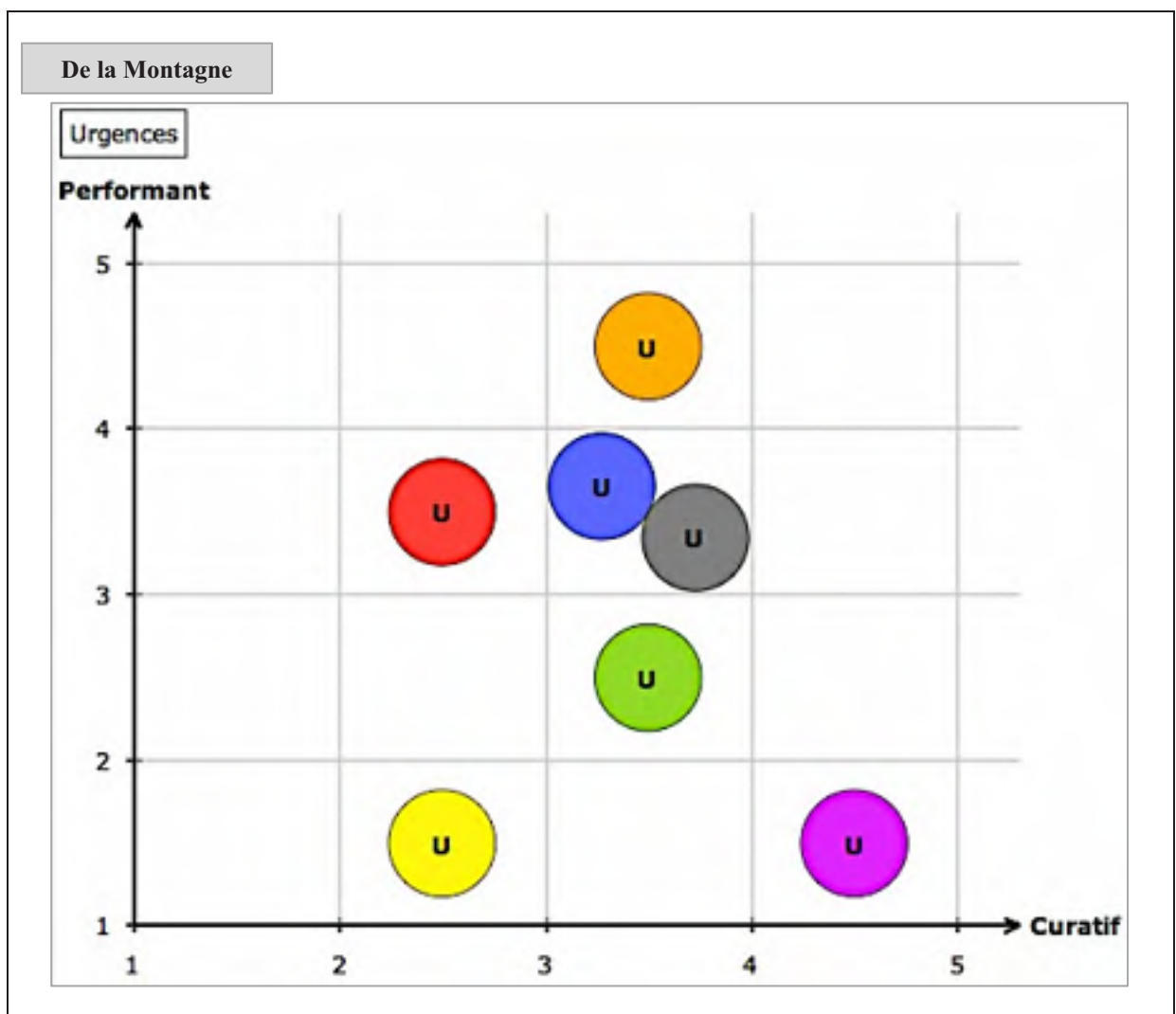









Figure 7.12 Graphique à bulles pour les urgences au campus de la Montagne

Dans ces circonstances, il n'est pas étonnant que les urgences du nouveau campus Glen obtiennent une évaluation supérieure pour les trois éléments du CP\$. Au fait, la moyenne des paramètres performants est très satisfaisante. Aussi, plusieurs paramètres ont reçu 5 pour l'environnement curatif, notamment : l'espace par patient, la signalisation, le niveau d'éclairage, les dimensions des postes de travail, etc. Le niveau d'éclairage pour les civières est de 1500 lx au lieu de 1000 lx, prévus dans le guide de performance. L'espace par patient est de 11,75 m carrés, légèrement supérieur à la norme, qui en prévoit 11. Les postes de travail sont conçus à 15,3 m carrés, alors que la norme en dit 14. Enfin, il y a un lavabo par civière; la norme en prévoit deux.

Par contre, dans le hall d'entrée et la salle d'attente, le type d'éclairage a été noté avec 1, à cause de l'absence de lumière naturelle (l'accès se fait par le sous-sol).

Tableau 7.4 Notes CP\$ pour les urgences au campus Glen

Urgences	Curatif	Performant	Coût (\$)
 Chambres des patients / Salles de consultation	4.17	3.90	3.00
 Couloirs	3.78	4.50	3.00
 Espaces de socialisation	3.00	3.00	3.00
 Hall d'entrée	3.82	4.50	3.00
 Postes de travail	4.00	4.00	3.00
 Salle d'attente	3.63	4.00	3.00
 Salles de bain	3.00	3.50	3.00
Notes moyennes	3.63	3.91	3.00

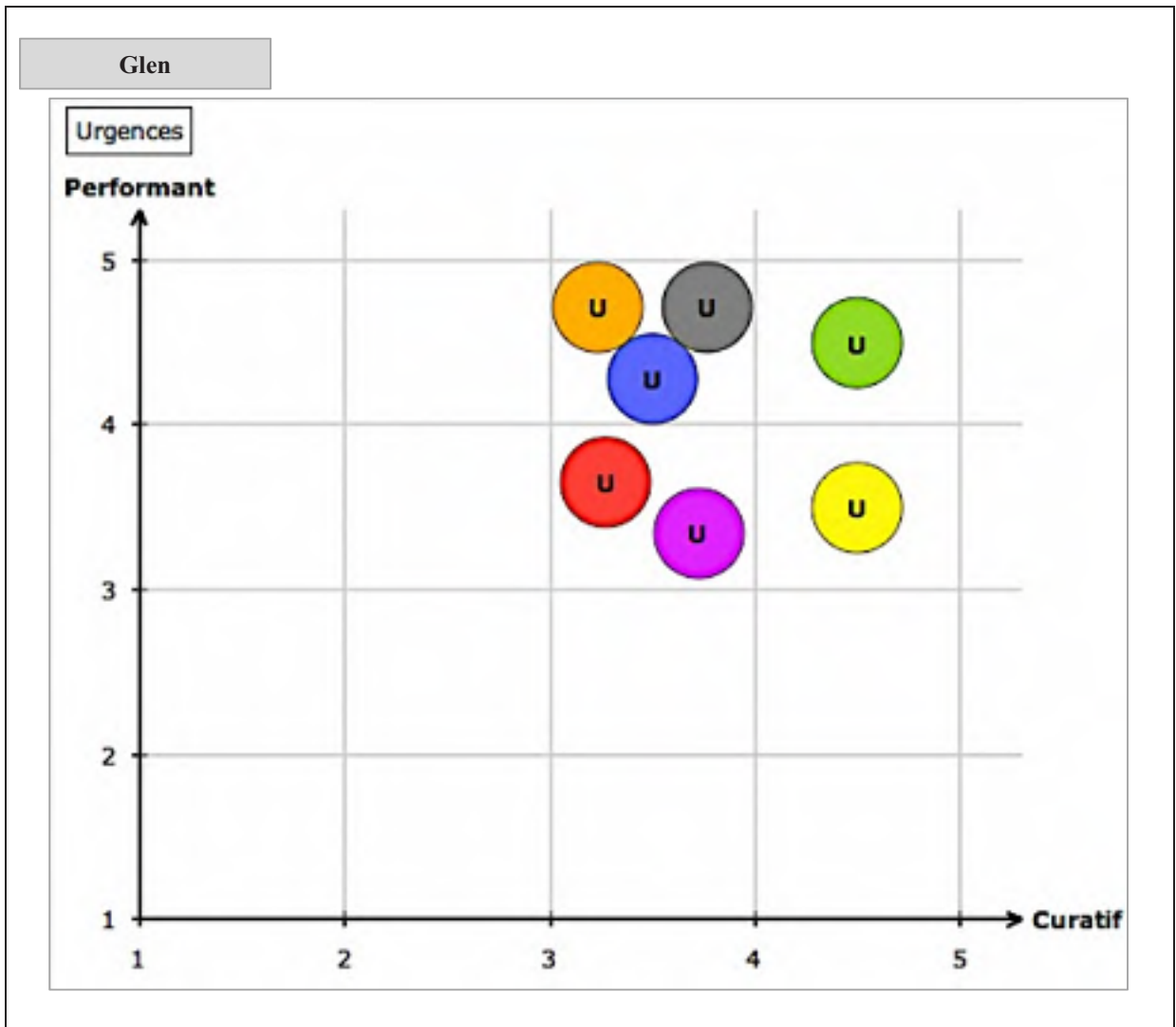
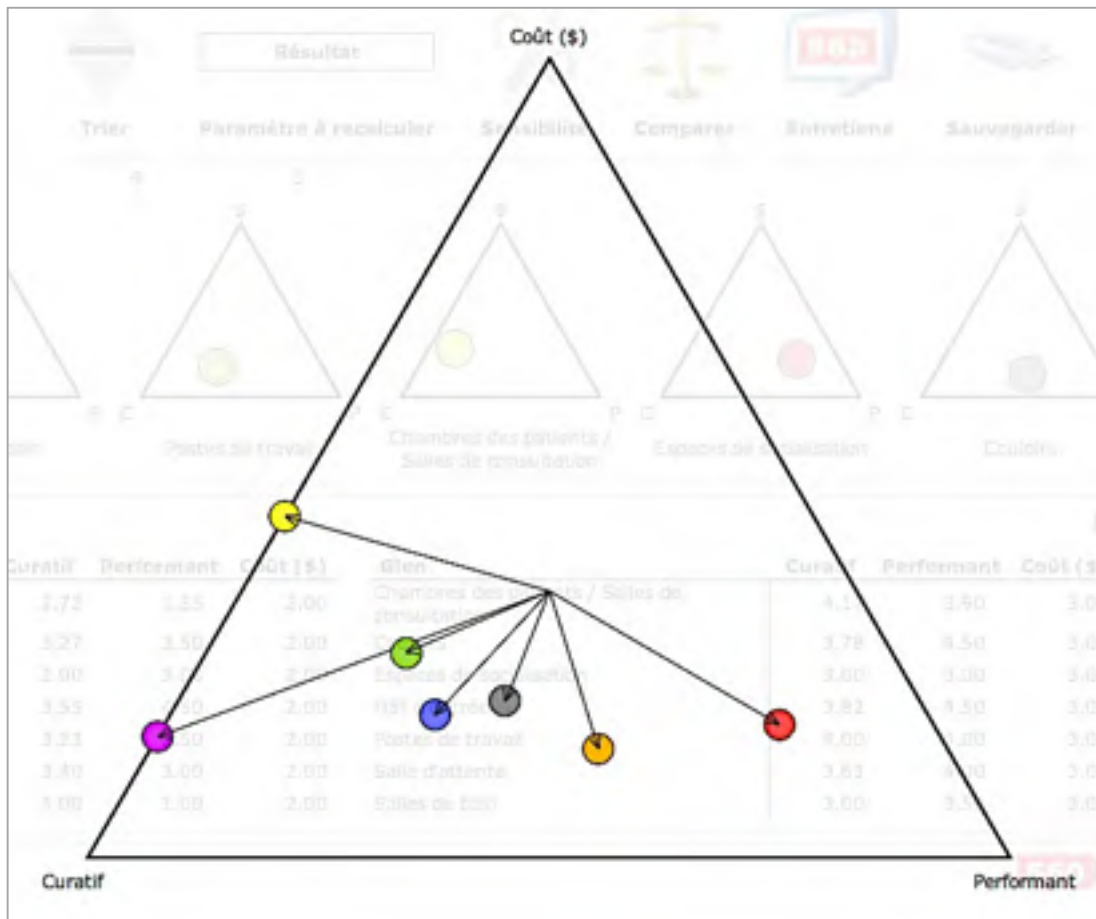


Figure 7.13 Graphique à bulles pour les urgences au campus Glen

Si l'on regarde le comparateur de la Figure 7.14, les différences notables entre les deux projets sont représentées par les flèches pour les chambres, les salles de bain et les espaces de socialisation. Pour les chambres, les valeurs passent de [4.17; 3.90; 3.00] pour le Glen à [2.72; 1.55; 2.00] pour de la Montagne. Les salles de bain des urgences sont notées avec [4.00; 1.00; 2.00] au campus de la Montagne, et la flèche indique clairement la différence de score par rapport au Glen, qui reçoit [3.00; 3.50; 3.00] pour le même espace.

Comparateur							
De la Montagne							
	Curatif	Performant	Coût (\$)	Client	Curatif	Performant	Coût (\$)
Chambres des patients / Salles de consultation	2.72	1.55	2.00	Chambres des patients / Salles de consultation	4.17	3.90	3.00
Couloirs	3.27	3.50	3.00	Couloirs	3.78	4.50	3.00
Espaces de socialisation	2.00	3.00	2.00	Espaces de socialisation	3.00	3.00	3.00
Hall d'entrée	3.55	4.50	3.00	Hall d'entrée	3.82	4.50	3.00
Postes de travail	3.23	2.50	2.00	Postes de travail	4.00	4.00	3.00
Salle d'attente	3.40	3.00	2.00	Salle d'attente	3.63	4.00	3.00
Salles de bain	4.60	1.00	2.00	Salles de bain	3.00	3.50	3.00



Légende des couleurs :

- Chambres des patients / Salles de consultation
- Couloirs
- Espaces de socialisation
- Hall d'entrée
- Postes de travail
- Salle d'attente
- Salles de bain

Figure 7.14 Valeurs et triangle de la comparaison par espace des urgences

7.1.4 Vue générale du projet de redéploiement du CUSM selon le modèle CPS

Le comparateur des notes moyennes des trois lieux étudiés donne le résultat suivant :

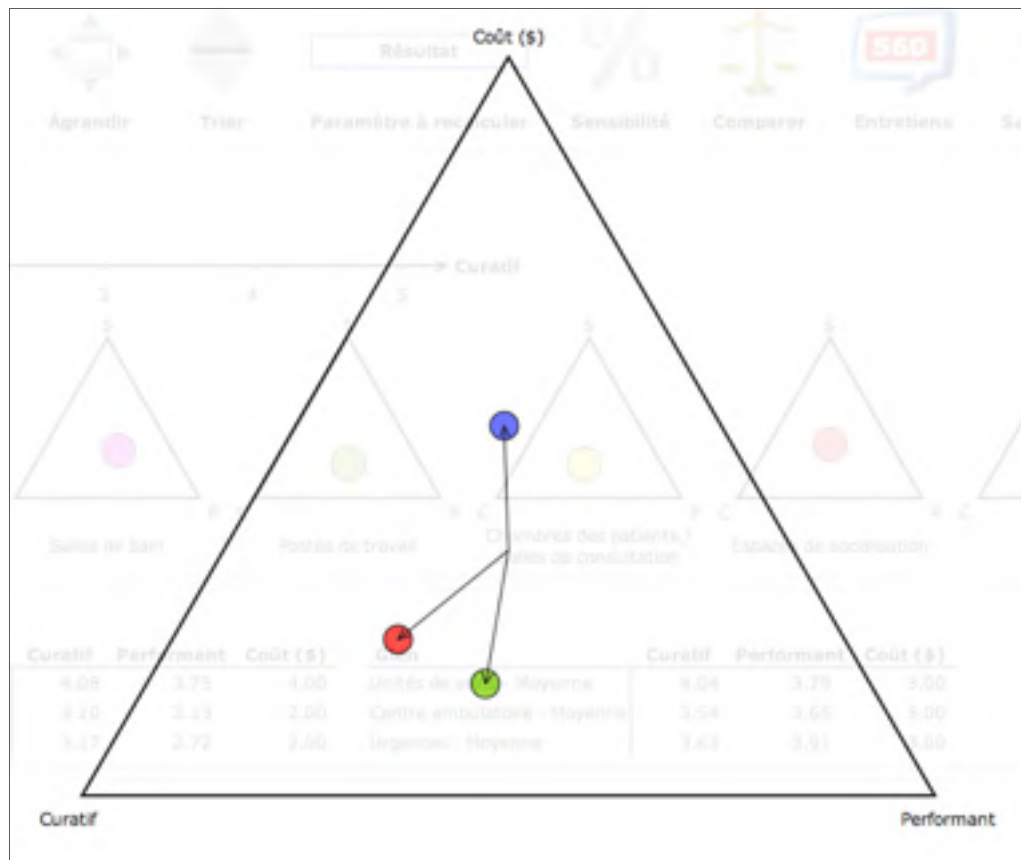


Figure 7.15 Triangle de la comparaison Glen – de la Montagne par lieu

Si l'on se fie aux orientations des flèches du comparateur, les résultats peuvent se résumer comme suit. Les unités de soins du campus de la Montagne (bulle bleue, en haut) se distinguent du Glen par une différence importante en matière de coût : la flèche « tire » beaucoup vers le haut, indiquant un meilleur score pour de la Montagne. L'orientation légère de la flèche vers la gauche montre un environnement performant moins bon qu'au campus Glen.

La direction de la flèche pour le centre ambulatoire (bulle verte, à droite) représente un résultat inférieur à celui obtenu sur le campus Glen en matière de coût (flèche orientée vers le bas) et une note inférieure en performant (flèche orientée vers la gauche).

Enfin, les urgences (bulle rouge, à gauche) sont, encore une fois, inférieures par rapport au Glen pour le coût, et nous constatons une grande différence dans la note pour l'environnement performant (la flèche « tire » beaucoup vers la gauche).

Les notes moyennes par lieu sont les suivantes :

Tableau 7.5 Notes moyennes en CP\$ par lieu et par site

Comparateur							
De la Montagne	Curatif	Performant	Coût (\$)	Glen	Curatif	Performant	Coût (\$)
Unité de soins - Moyenne	4.08	3.76	4.00	Unité de soins - Moyenne	4.04	3.74	3.00
Centre ambulatoire - Moyenne	3.20	3.13	2.00	Centre ambulatoire - Moyenne	3.54	3.65	3.00
Urgences - Moyenne	3.17	2.72	2.00	Urgences - Moyenne	3.63	3.41	3.00

Plusieurs observations s'imposent. D'abord, nous constatons que les projets de design factuel s'implémentent mieux dans le cas d'une nouvelle construction (le campus Glen). Le réaménagement d'un bâtiment comporte des contraintes qui sont parfois difficiles à dépasser, ce qui se reflète notamment dans les scores obtenus par le campus de la Montagne pour le centre ambulatoire et le département d'urgence. Par contre, lorsqu'il s'agit d'initiatives de réaménagement qui ne requièrent pas de modifications majeures, comme le projet des unités de soins, réalisé en mode conventionnel, celui-ci semble illustrer davantage les principes de l'environnement curatif, ce qui confirme la position de la plupart des auteurs consultés au sujet des différences entre les deux modes de construction : le mode conventionnel confère plus de liberté et de flexibilité au bénéficiaire dans la relation avec les concepteurs-constructeurs, ce qui peut se traduire par de meilleurs résultats.

Deuxièmement, nous observons que les lieux évalués au campus Glen obtiennent des notes supérieures pour les paramètres visant la performance. Une fois de plus, cela n'est pas surprenant, sachant que le projet du Glen est plus récent que celui du campus de la Montagne et qu'il reflète, donc, mieux, les recommandations formulées dans le document de référence pour les normes enregistrées, soit le *Guide de performance* (Voir Corporation d'hébergement du Québec et Bureau pour la modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal, 2008). Par ailleurs, l'accent mis sur la performance dans le cadre d'un projet PPP peut s'expliquer aussi par le désir du consortium qui assurera l'entretien du bâtiment à investir davantage au début du projet, pour réduire les coûts à moyen et à long termes.

Enfin, le coût du campus Glen est plus équilibré que les valeurs obtenues sur le campus de la Montagne, ce qui confirme, en effet, la caractéristique importante d'un projet PPP à améliorer le coût.

7.2 Le modèle SWR appliqué au projet de redéploiement du CUSM

Dans le chapitre 4, nous avons fourni une explication pour la nécessité d'un modèle complémentaire au CP\$. Nous avons aussi montré qu'il était important de pouvoir objectiver le plus possible les grandeurs qualitatives sur lesquelles se base SWR. C'est pourquoi, souvenons-nous, ce modèle est mathématique. Retenons donc que l'objectif de ce volet du SIAD est d'évaluer le projet de construction du point de vue de l'influence des facteurs humains, dont le comportement est modélisé sous forme de position stratégique S par rapport au CP\$ et de poids décisionnel W . L'hôpital représente, dans ce modèle, le résultat de l'action des décideurs concernés.

Le modèle SWR comporte trois types de renseignements :

1. Les notes obtenues par les 23 acteurs interviewés pour leurs positions stratégiques (S) par rapport aux critères CP\$,
2. Les notes accordées pour le poids décisionnel (W) de chaque acteur,
3. Enfin, les permutations des spécificités des lieux (R).

Puisque les projets Glen et de la Montagne font partie d'un même programme de redéploiement, les évaluations réalisées dans le modèle SWR visent le projet en général. Dans cette recherche, il n'y a pas de distinction à faire entre les critères *S* et *W* du campus Glen et ceux du campus de la Montagne. Par contre, signalons tout de suite que cela est possible et envisageable pour des utilisations futures du SIAD, qui viseraient la comparaison de deux projets distincts, gérés par des équipes différentes.

Les données à la base des notes accordées pour les valeurs *S* et *W* consistent dans des entretiens réalisés aux fins de cette recherche. Les extraits de ces entretiens peuvent être consultés dans la zone « Entretiens » du SIAD et sont organisés par :

- acteurs : 23 au total;
- établissements : CUSM (10 personnes), Gouvernement (5 personnes), Concepteurs et constructeurs (8 personnes);
- thèmes : 11 au total, par exemple, « Curatif », « Performant », « Coût », « PPP », « Mode conventionnel », etc. (*Voir* Tableau 4.3, p. 81)²³.

Nous présentons en ce qui suit les notes obtenues par les différents groupes pour *S* et *W*, tout en accompagnant les observations par des extraits pertinents d'entretien, de la même manière dont nous avons procédé pour les notes de la composante Conception.

7.2.1 Positions stratégiques des acteurs (*S*) par rapport au CP\$

Nous nous sommes intéressé à l'importance que les différents intervenants dans le projet donnaient aux trois dimensions du modèle CP\$, soit l'environnement curatif, l'environnement performant et le coût (*Voir* Tableau 7.6 ci-après pour la totalité des notes accordées par acteur et par type d'environnement)²⁴.

²³ Initialement, nous avons retenu 12 thèmes (*Voir* Tableau 4.3, p. 81). Par la suite, à des fins de synthèse, nous avons choisi d'inclure la catégorie « PPP vs conventionnel » dans les catégories « PPP » et « Mode conventionnel ».

²⁴ Le système d'évaluation est : 1 – ne m'intéresse pas du tout; 2 – ne m'intéresse que peu; 3 – me laisse indifférent; 4 – m'intéresse; 5 – m'intéresse beaucoup (*Voir* chapitre 4).

Tableau 7.6 Notes pour les positions stratégiques *S* par acteur et par type d'environnement

Acteurs	Curatif	Performant	Coût (\$)
A1	4.00	5.00	3.00
A2	4.00	4.00	2.00
A3	4.00	5.00	2.00
A4	5.00	5.00	2.00
A5	5.00	5.00	2.00
A6	1.00	5.00	3.00
A7	5.00	4.00	3.00
A8	3.00	4.00	4.00
A9	5.00	5.00	1.00
A10	4.00	5.00	1.00
A11	4.00	3.00	4.00
A12	2.00	3.00	5.00
A13	2.00	5.00	3.00
A14	3.00	3.00	4.00
A15	3.00	4.00	3.00
A16	4.00	3.00	3.00
A17	3.00	3.00	4.00
A18	2.00	2.00	5.00
A19	3.00	2.00	5.00
A20	4.00	4.00	3.00
A21	4.00	3.00	3.00
A22	3.00	2.00	4.00
A23	1.00	3.00	4.00

Les positions stratégiques des acteurs sont représentées par des bulles dans le triangle CP\$; les dimensions sont proportionnelles aux différents poids décisionnels (*Voir* Figure 7.16 ci-après).

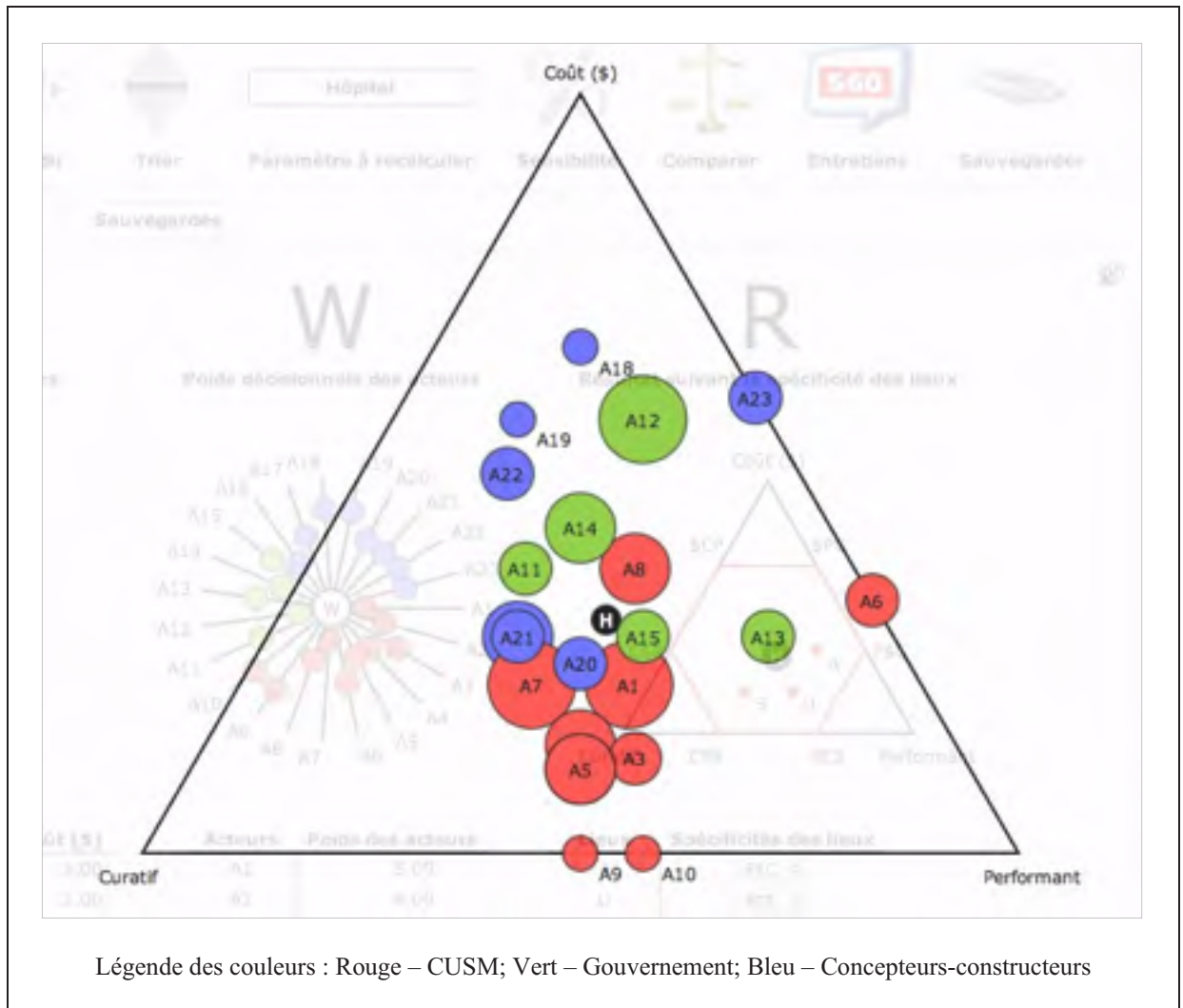


Figure 7.16 Positions stratégiques des 23 acteurs dans le triangle CP\$

Tel que nous pouvons l'observer dans cette représentation graphique :

- le CUSM se situe à mi-chemin entre *Curatif* et *Performant*, avec une légère préférence pour la performance;
- les concepteurs et constructeurs préfèrent *Coût* et *Curatif*, où le coût est plus important;
- les autorités publiques se placent entre *Coût* et *Performant*, accordant plus de poids au coût.

Les tendances observées au sein des trois groupes sont représentées dans la Figure 7.17, alors que le Tableau 7.7 affiche la répartition des extraits d'entretiens par thème et par groupe d'acteurs.

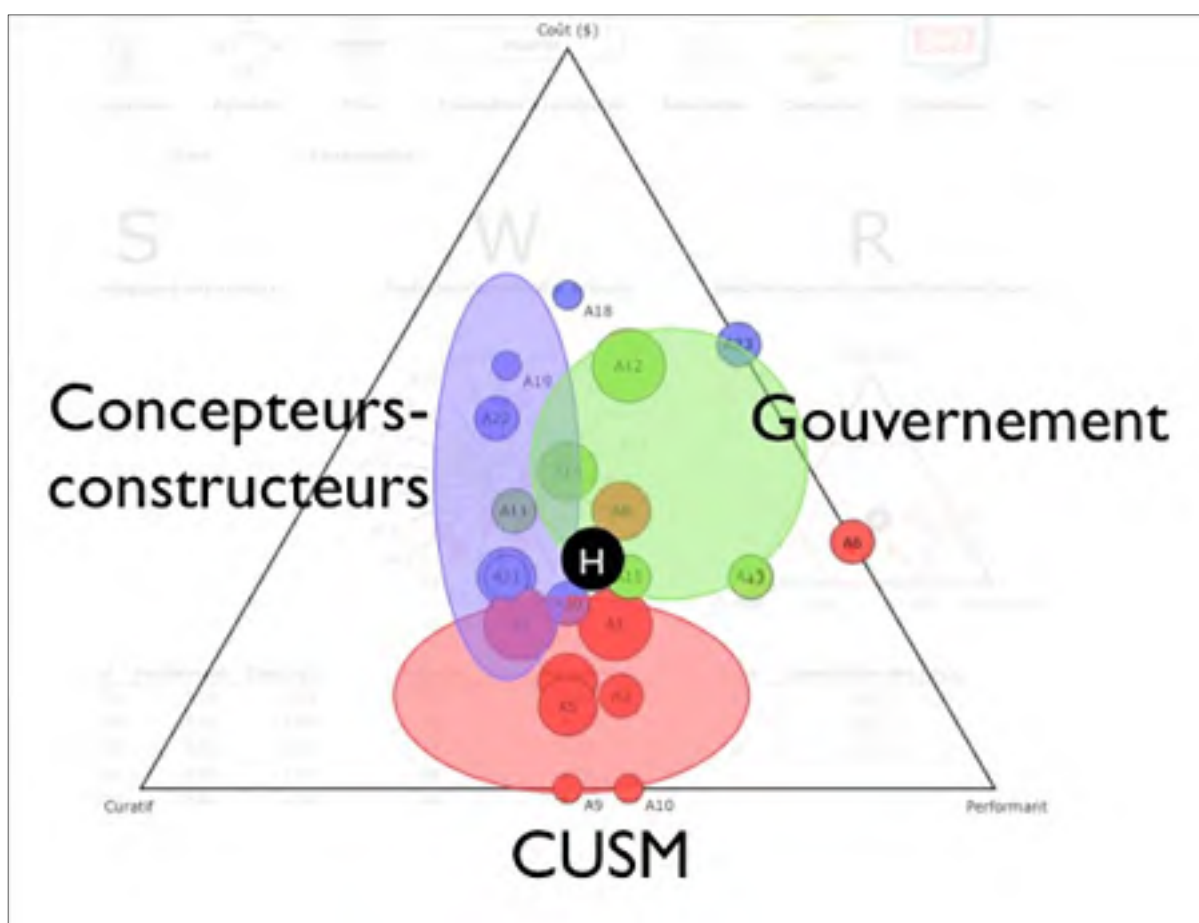


Figure 7.17 Vue d'ensemble des triangles des positions stratégiques des groupes

Tableau 7.7 Extraits d'entretiens concernant le CPS par thème et par type d'acteurs

Extraits Thème / Type d'acteurs	Environnement curatif	Environnement performant	Coût
CUSM (10 personnes)	36	50	23
Autorités publiques (5 personnes)	13	18	33
Concepteurs et constructeurs (8 personnes)	25	26	39

7.2.1.1 Les représentants du CUSM

Le groupe des personnes interviewées du CUSM (les acteurs A1 à A10) obtient une note globale de 4 pour l'environnement curatif et de 4.7 pour l'environnement performant. La position stratégique par rapport au coût est évaluée à 2.3. Quatre personnes sur dix s'intéressent beaucoup à l'environnement curatif (note 5), et sept accordent une très grande importance à l'environnement performant (note 5). Un seul interviewé se prononce en faveur du coût (note 4). Observons également qu'il y a une seule note inférieure à 3 pour les environnements curatif et performant : l'acteur A6 obtient 1 pour l'environnement curatif et 5 pour celui performant. Par contre, pour la catégorie coût, sur dix notes, nous comptons deux minimums (1) et quatre notes de 2 (*Voir* Tableau 7.7 *supra* et Figure 7.18 ci-après).

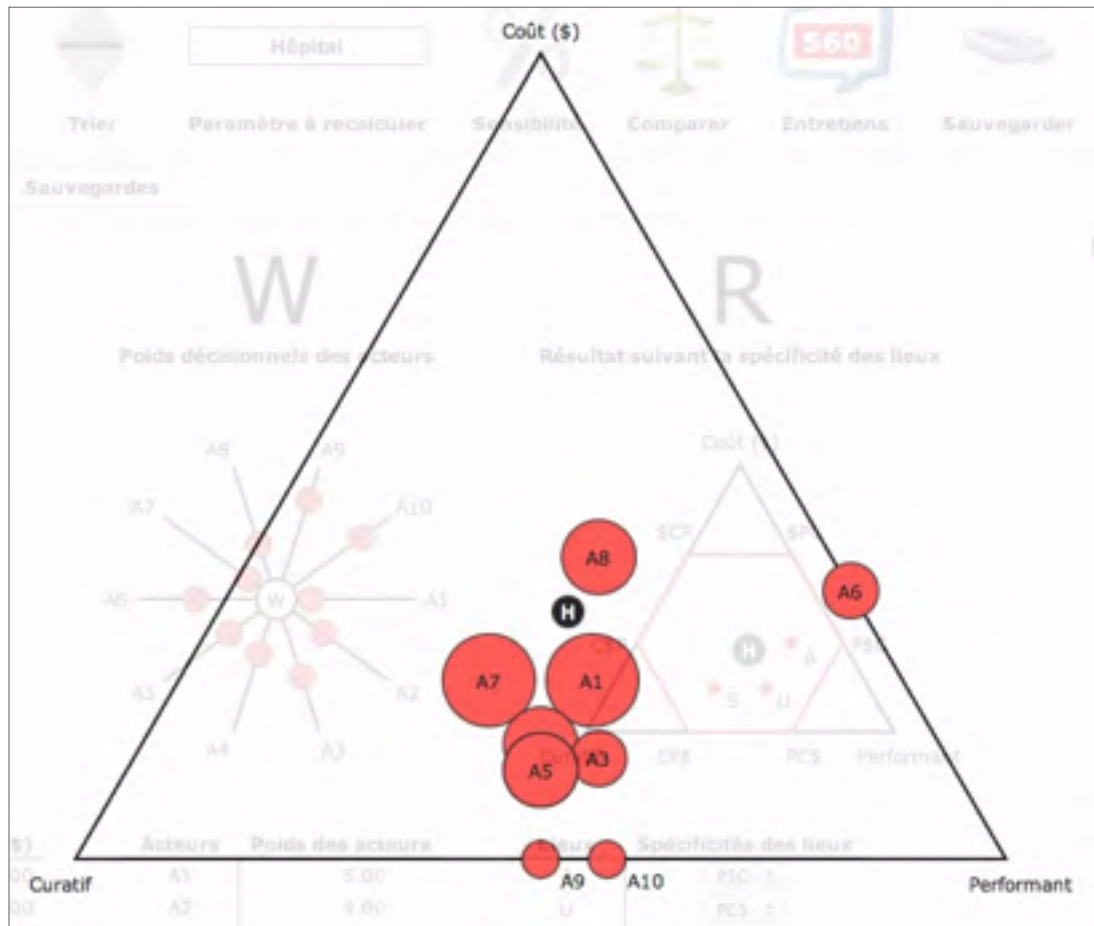


Figure 7.18 Positions stratégiques des représentants du CUSM dans le triangle CP\$

En guise d'exemple, nous citons un extrait d'entretien représentatif pour les catégories thématiques « Curatif » et « Performant » :

« From an individual patient point of view, the healing environment is clearly the more important. However, from a population healthcare perspective, there is a balance here: it does not help the population very much to treat half as many patients as you could and give them outstanding health care whilst the other half are having to wait. So there's a balance here. There are two components to this.

One is the physical environment that we build, and I believe passionately that spending money to do that is money well invested because it reduces expenditures that we don't count elsewhere—length of stay, re-infection rates, nosocomial infections, healthcare outcomes in many ways.

On the other hand, if we do not improve our efficiency, then the sorts of access times that we are seeing here and that are completely unacceptable in other places will continue. So there has to be a balance. » (A2, 2009, p. ND)

A3 résume bien la position du CUSM sur le coût :

« While costs are important because the issues of financing in the province [*NDA of Québec*] are not easy at the moment, if that is all you hear about a project and nothing else, it gives a very negative connotation. And unfortunately, there's been way too much on that aspect and not enough on the fact that the facilities that we have in Montreal are far, far, far behind just about every other city in our country, never mind comparing elsewhere. Unfortunately, that's not what Quebecers hear. They just hear about the costs of these projects, and you would be hard-pressed in another Canadian city to find a facility like Notre-Dame Hospital or the Royal Victoria Hospital. In fact, in Calgary, they blew up a facility that was very similar to the Royal Victoria. It is surprising that that aspect of the project is not more in the public. » (A3, 2009, p. ND)

7.2.1.2 Les représentants des concepteurs-constructeurs

Les acteurs A16 à A23, qui représentent les concepteurs et les constructeurs, ont des positions modérées par rapport aux environnements curatif et performant, alors que plusieurs obtiennent des notes supérieures pour le coût. Le fait de parler beaucoup de coût est tout à fait prévisible, sachant que le projet de redéploiement représente, en fin de compte, une source de revenus pour les concepteurs-constructeurs.

Les acteurs qui reçoivent les plus grandes notes en curatif sont des architectes, et ceci ne constitue pas une surprise; tel que nous l'avons vu dans le chapitre 3, les concepteurs plaident ouvertement pour la promotion du design factuel.

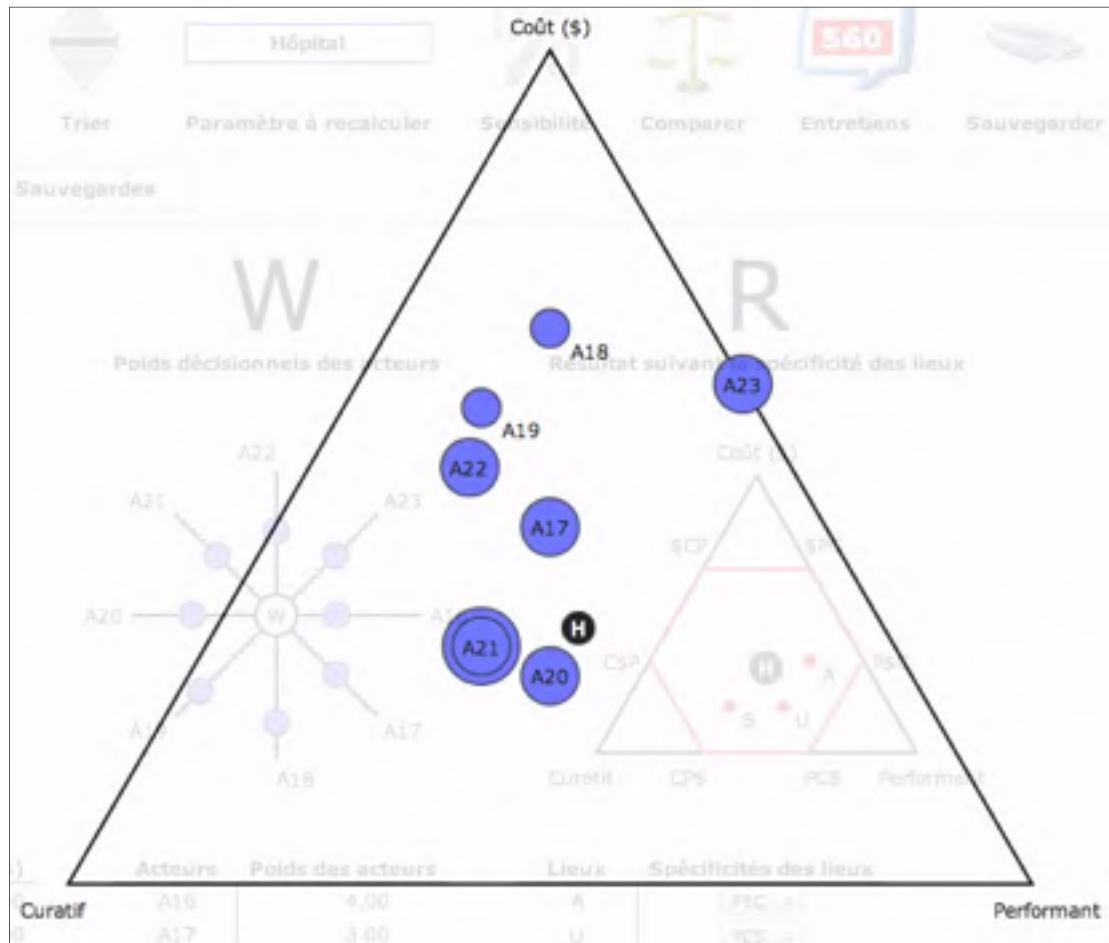


Figure 7.19 Positions stratégiques des concepteurs-constructeurs dans le triangle CP\$

Même si la plupart des personnes interviewées dans ce groupe maîtrisent la notion de performance, l'importance accordée à cet environnement ne semble pas être très grande. Parmi les huit interlocuteurs, trois reçoivent la note 2 et quatre la note 3, tandis qu'un seul se prononce clairement en faveur de cet environnement (note 4). Deux arguments pourraient servir à expliquer cette tendance.

Le premier est que ces acteurs ne semblent pas souhaiter distinguer entre l'environnement curatif et celui performant, préférant plutôt adresser le cadre conceptuel du design factuel dans son ensemble. En second lieu, lorsqu'il s'agit de performance, plusieurs d'entre eux s'attaquent tout de suite à la question du mode de construction. Autrement dit,

l'environnement performant n'est pas sujet de débat tant qu'il est évident que le mode de construction conventionnel est plus adapté à une telle réalisation. Voici un extrait d'entretien à l'appui de cette hypothèse :

« Et c'est certain que c'est pas toujours évident de prévoir pour les années futures les modifications des nouvelles technologies. Et quels budgets on va avoir retenus dans le projet pour ça? Moi, je pense que c'est justement le genre de choses où c'est plus facile de faire quand on fait de façon traditionnelle : au fur et à mesure que les besoins vont se faire sentir ou que les technologies vont arriver, faire les adaptations au projet, puis on va payer le juste prix. » (A22, 2009, p. ND)

7.2.1.3 Les représentants des autorités publiques

Le plus grand intérêt des autorités publiques – les acteurs A11 à A15 – est pour le coût, et l'environnement performant compte plus que celui curatif (*Voir* Tableau 7.7 *supra* et Figure 7.20 ci-après).

Sur cinq personnes interviewées, deux se voient accorder la note 2 pour l'environnement curatif et deux autres obtiennent 3. Voici quelques extraits révélateurs appuyant cette évaluation :

« En termes de priorité, je peux pas les comparer, parce qu'on parle de deux choses différentes. [Mais], s'il y avait une priorité à mettre, c'est sur la performance. Pourquoi? Parce que curatif, c'est plein, c'est plein de compétence partout. [...] Mais dans l'opération, c'est la performance qu'il faut. » (A12, 2009, p. ND)

« Je pense qu'aujourd'hui, si je regarde par exemple tous les critères d'évaluation, c'est sûr qu'en fin de compte on cherche la fonctionnalité. Je ne sais pas si tu connais un peu l'entente de partenariat, mais lorsque nous sommes à 3 % de différence entre l'un et l'autre, c'est la fonctionnalité qui est là. » (A14, 2009, p. ND)



Figure 7.20 Positions stratégiques des représentants des autorités publiques dans le triangle CP\$

L'importance accordée à la performance devrait être mise en lien avec la préférence évidente que les autorités publiques ont pour le sujet du coût. Ces résultats ne sont pas surprenants, étant donné que le contexte de la recherche est celui d'un système public de santé :

« C'est sûr que, dans le contexte politique qu'on vit, avec les années PQ, les années libérales, les problèmes économiques et tout ça, les gens, actuellement, ce qu'ils font, c'est la mathématique de la chose. La mathématique purement comptable : on en a pour combien de milliards? » (A13, 2009, p. ND).

« Je sens que l'argent va primer sur les soins. C'est certain qu'on a un budget au Québec qu'il faut respecter. » (A15, 2009, p. ND).

7.2.2 Poids décisionnels (*W*) des acteurs

Les notes accordées pour les poids décisionnels des acteurs sont reflétées par les extraits d'entretiens codés sous les thèmes de l'axe « Gestion de projet », plus particulièrement : « Rôles », « Impact politique », « Communication interne » et « Échéanciers » (*Voir* Tableau 7.8 pour le nombre d'extraits par thème²⁵).

Tableau 7.8 Extraits d'entretiens concernant le poids décisionnel par thème et par type d'acteurs

Extraits Thème / Type d'acteurs	Rôles	Impact politique	Communication interne	Échéanciers
CUSM (10 personnes)	22	31	27	29
Autorités publiques (5 personnes)	20	11	17	29
Concepteurs et constructeurs (8 personnes)	21	18	15	18

Dans l'évaluation des poids décisionnels, nous avons également utilisé les renseignements biographiques enregistrés en début de chaque entretien : l'expérience de travail, le parcours et le rôle dans le projet de redéploiement du CUSM, les acquis et les défis au niveau professionnel et personnel (*Voir* Annexe XII, section XII.2 pour la grille des questions). Afin de protéger l'identité de nos interlocuteurs, cette information n'a pas été intégrée à la base de données du SIAD.

Sur un total de vingt-trois personnes rencontrées, trois ont obtenu la note maximale (5) et six la note 4. La plupart des acteurs ont un rôle assez important (3) dans le projet. Enfin, quatre interlocuteurs ont la note 2. Réitérons que les poids décisionnels importants sont ceux situés à proximité du centre W du radar reproduit dans les Figures 7.21 et 7.22.

²⁵ Les notes vont de 1—pas important, en passant par 2—peu important, 3—important, 4—très important, à 5—extrêmement important.

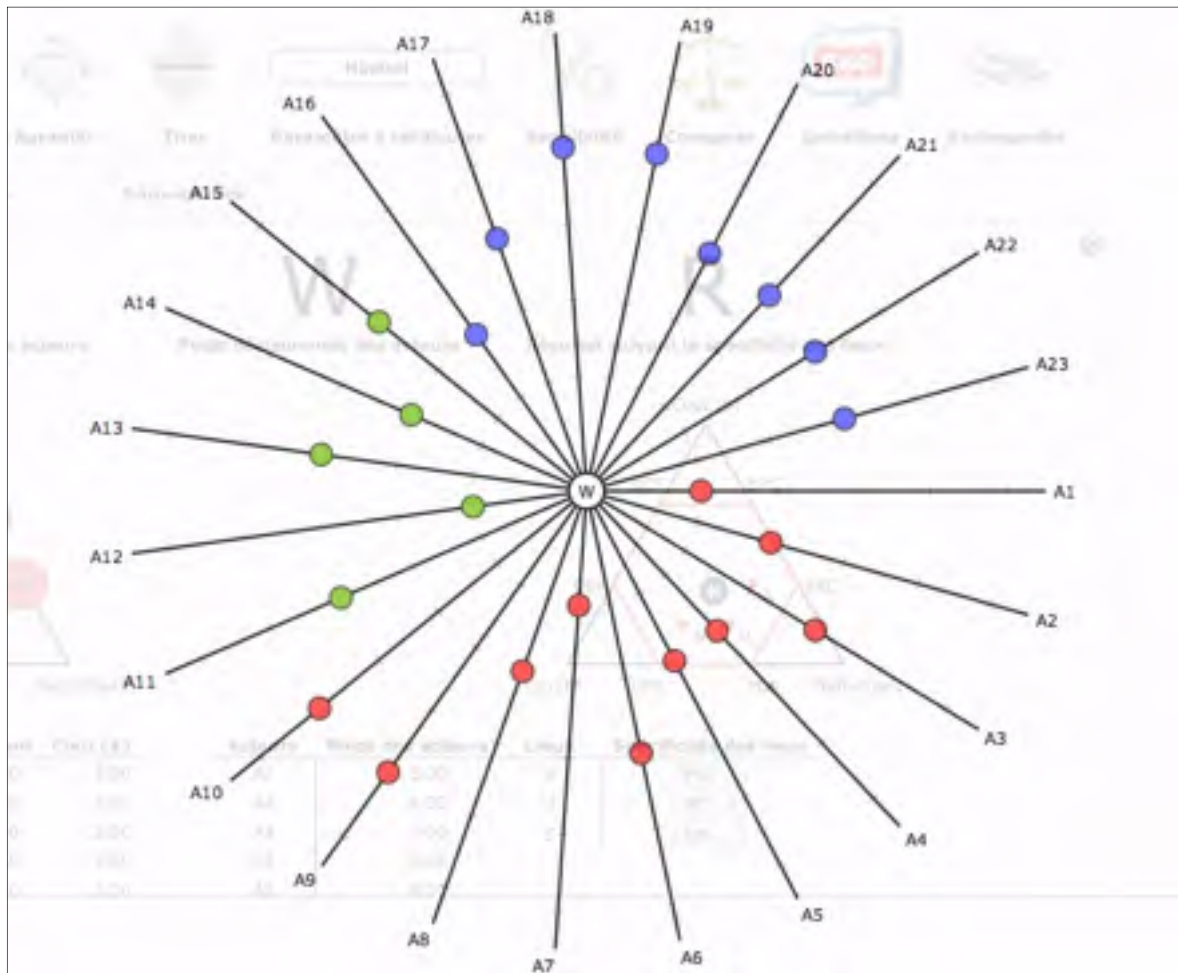


Figure 7.21 Radar des poids décisionnels des 23 acteurs par groupe

Les personnes ayant les poids décisionnels les plus importants figurent parmi les représentants du CUSM (acteurs A1 et A7) et ceux des autorités publiques (acteur A12). Les acteurs A2, A4, A5 et A8 du CUSM, comme A14 du Gouvernement et A16 parmi les concepteurs-constructeurs reçoivent la note 4, qui indique un rôle très important dans le projet. La Figure 7.22 présente le radar des poids décisionnels par notes.

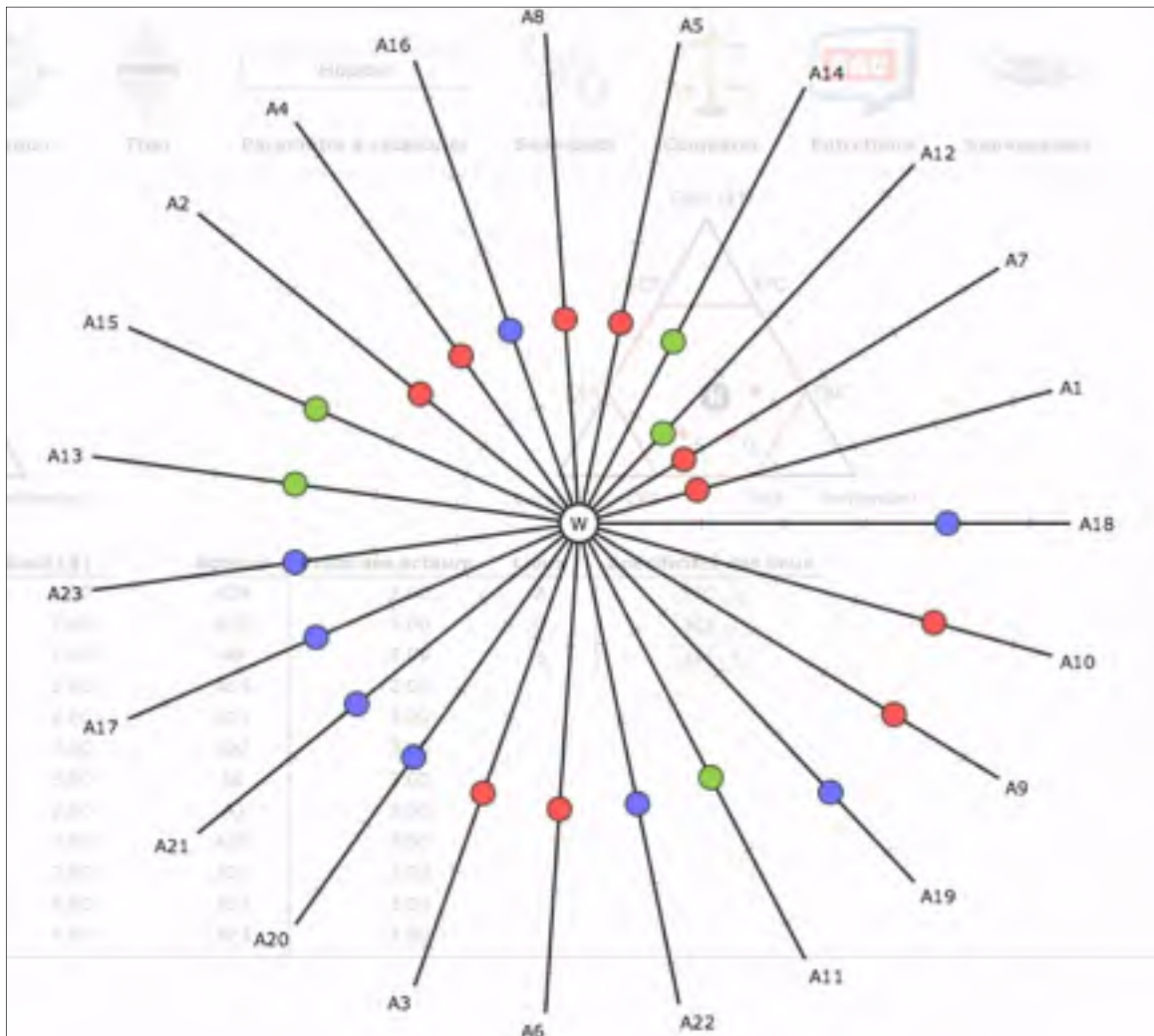


Figure 7.22 Radar des poids décisionnels des 23 acteurs par note

En règle générale, les membres du CUSM et les concepteurs et constructeurs ont tendance à mettre l'accent sur le poids décisionnel important des représentants des autorités publiques, alors que ceux derniers s'orientent plutôt à souligner le rôle de l'équipe de l'hôpital. Cette absence d'accord peut poser problème, et voici comment A19 résume cette position :

« Je pense que un des problèmes de ce projet-là [*NDA le projet du CUSM*] et des gros projets dans PPP, c'est que celui qui décide de l'argent ce n'est pas celui qui décide du temps et, surtout, ce n'est pas celui qui décide du programme. Trois décideurs, trois têtes distinctes qui, à mon opinion, n'arrivent pas à concilier les trois objectifs. » (2011, p. ND)

Par ailleurs, la majorité des interviewés pensent que l'influence politique sur le projet est notable, en l'expliquant par l'appartenance des soins de santé au système public. Cela est reflété dans les notes obtenues pour le poids par les autorités publiques : deux notes de 4 et 5 respectivement, et trois notes de 3.

Les délais enregistrés durant la planification du projet de redéploiement sont dus, selon nos interlocuteurs, au système de gouvernance compliqué. L'acteur A12, même s'il représente les autorités publiques, opine :

« Je suis assez catégorique là-dessus : c'est comme ça habituellement au gouvernement, le temps, ça n'a aucune valeur. Je suis assez catégorique, là. Mais quand tu passes par une entreprise privée, tu sais que tu perds un mois, tu viens de perdre l'argent. Il y a pas cette notion-là dans une entreprise d'État » (A12, 2009, p. ND).

Enfin, soulignons que, pour plusieurs des acteurs, le rôle le plus important devrait appartenir au CUSM, même si ce n'est pas le cas. Voici ce qu'en pense l'acteur A21 :

« Le maître d'œuvre devrait être le CUSM, mais je crois que, dans les faits, c'est le gouvernement et, dans le cadre du PPP, ce sera beaucoup le proposant qui soit requis » (A21, 2009, p. ND).

7.2.3 La spécificité des lieux

Tel que nous avons montré dans le chapitre 4, le SIAD incorpore la notion de spécificité des lieux pour rendre compte du fait que l'effort en CP\$ n'est pas réparti uniformément sur les différents lieux d'un établissement hospitalier.

L'ordonnancement proposé dans ce SIAD est le suivant :

- centre ambulatoire (A) – P\$C,
- unités de soins (S) – CP\$,
- urgences (U) – PC\$.

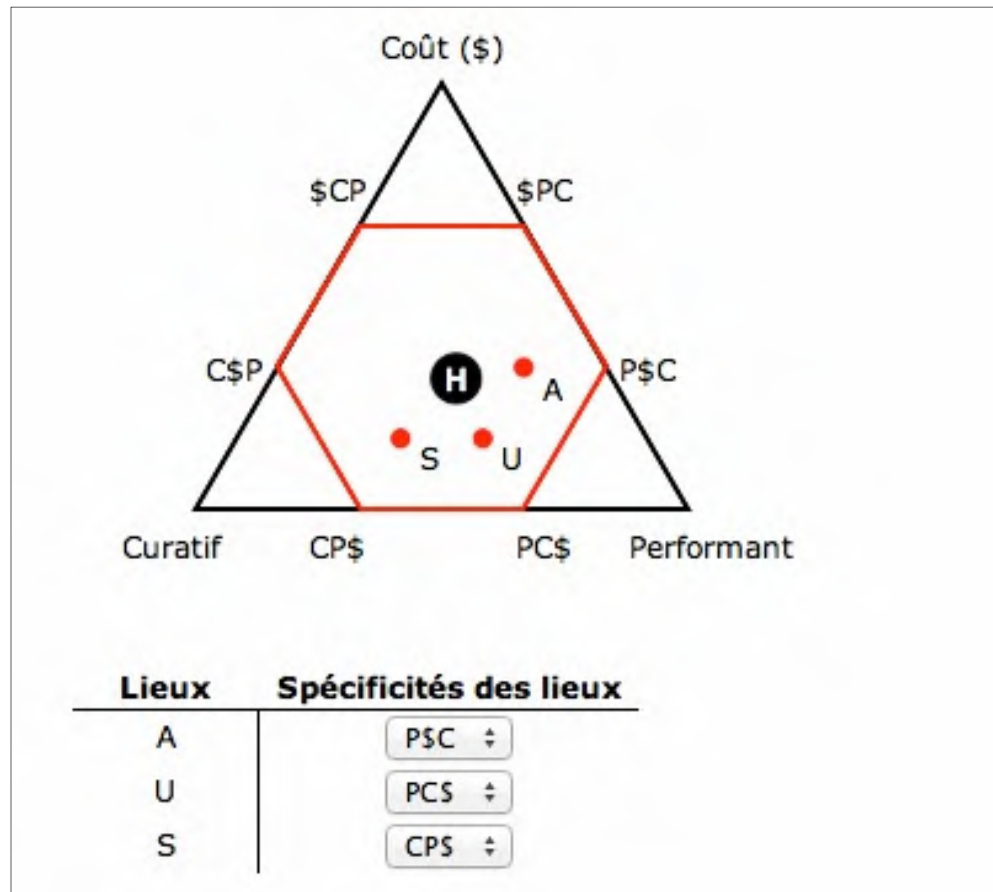


Figure 7.23 Triangle CP\$ des spécificités des lieux

7.2.4 Résultat du projet de redéploiement dans le modèle SWR

Le résultat est représenté par le point H dans le triangle CP\$ (Voir Figure 7.23 *supra*). Aussi, on peut le visualiser dans le tableau des résultats, qui fournit deux types d'informations :

1. Le résultat global, qui correspond au produit des positions stratégiques (S) et des poids décisionnels (W) des acteurs;
2. Le résultat recalculé par lieu, équivalant à la redistribution des points en fonction des spécificités des lieux.

Tableau 7.9 Tableau des résultats

H =	Lieux	Curatif	Performant	Coût (\$)
	A	1.95	3.84	4.07
U	2.90	3.84	2.23	
S	3.85	2.09	2.23	
Hôpital	2.90	3.25	2.84	

Le résultat obtenu est un établissement où l'environnement performant emporte sur celui curatif. La note pour le coût est légèrement inférieure à la note obtenue pour l'environnement curatif. Par contre, retenons que les notes générales [2.90; 3.25; 2.84] sont relativement équilibrées.

Par contre, des différences plus importantes peuvent être constatées lorsque le SIAD recalcule les notes par lieu. Il y a une différence d'environ 2 points entre la note pour le curatif et celle pour le coût dans le centre ambulatoire [1.95 vs. 4.07]. Dans les unités de soins, la préférence est accordée à l'environnement curatif [3.85]; le coût vient en deuxième position [2.23]; et l'environnement performant occupe la dernière place [2.09]. Enfin, aux urgences, l'intérêt est, avant tout, pour leur performance [3.84]. Les positions qu'occupent les différents lieux dans le triangle CP\$ selon les notes recalculées par le SIAD sont représentées dans la figure ci-après.

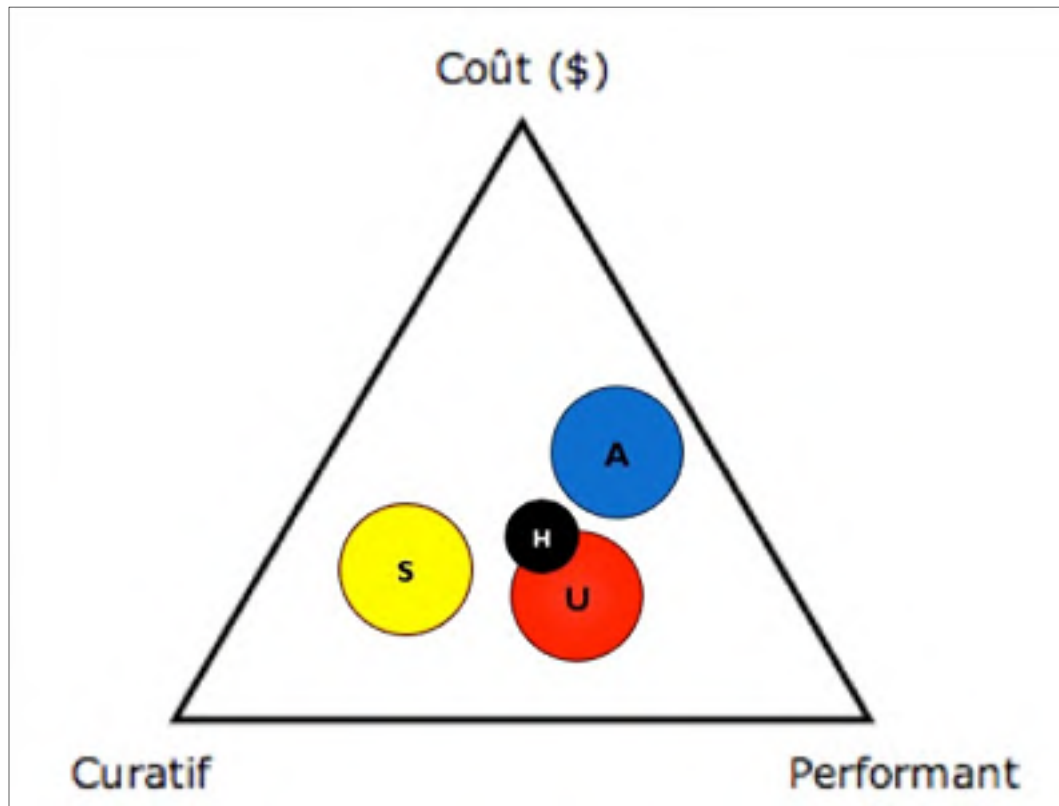


Figure 7.24 Position des lieux étudiés dans le triangle CP\$

7.2.4.1 Comparaison des résultats obtenus dans les modèles CP\$ et SWR

La Figure 7.25 représente le résultat suivant la spécificité des lieux dans le modèle SWR. Nous avons déplacé le point H dans le triangle CP\$ jusqu'à ce que les notes globales du tableau H reflètent la note moyenne de l'hôpital en CP\$, et le résultat ainsi obtenu est reproduit dans la Figure 7.26 ci-après. Enfin, la Figure 7.27 met en exergue les deux résultats (triangles et tableaux).

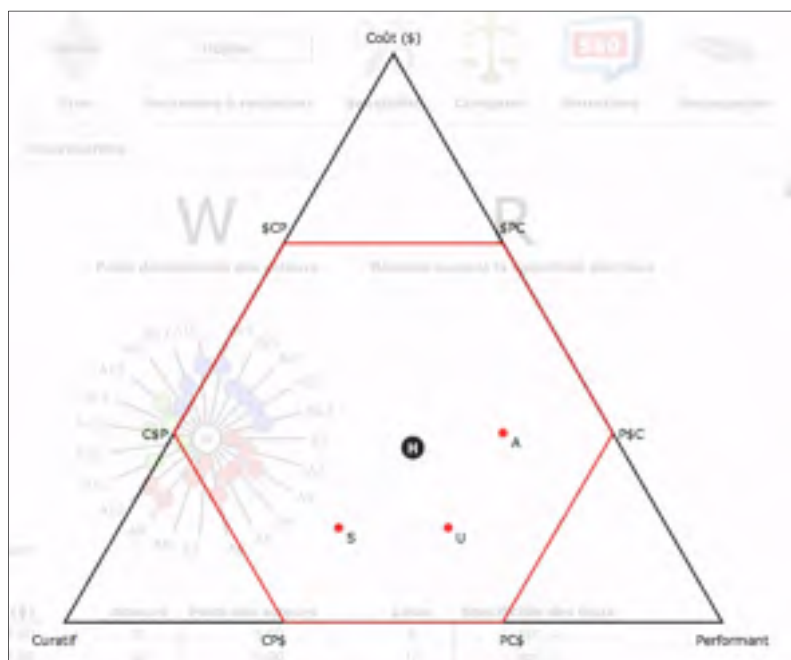


Figure 7.25 Résultat suivant la spécificité des lieux – Modèle SWR

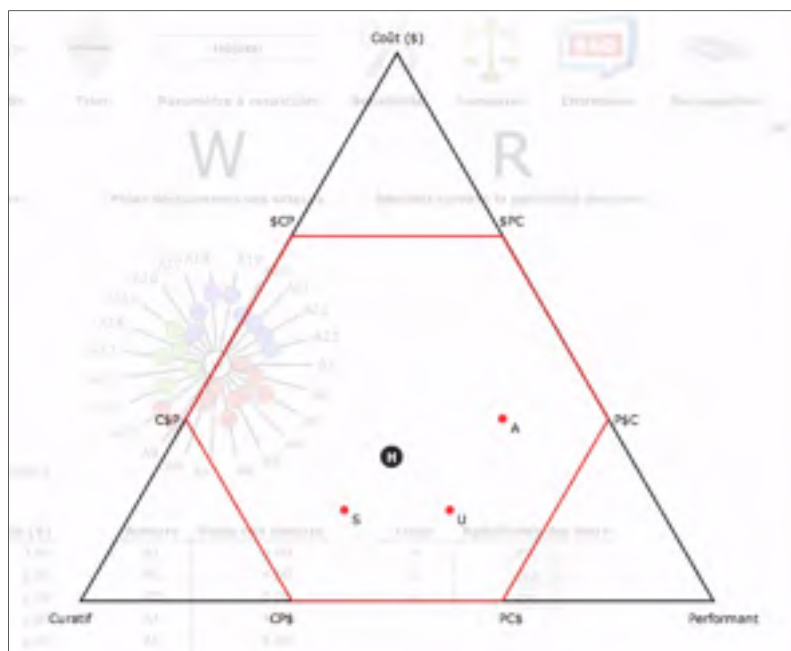


Figure 7.26 Simulation du H en utilisant les valeurs du modèle CPS

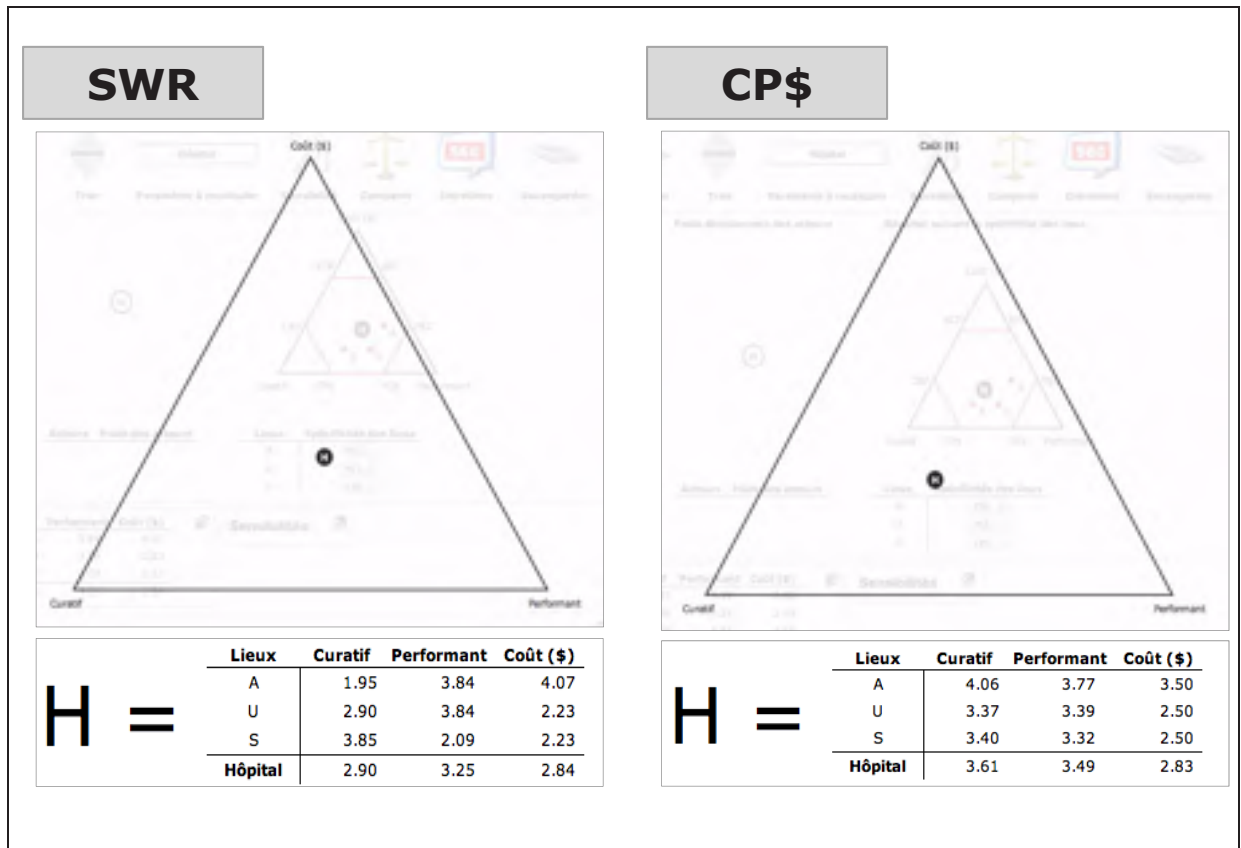


Figure 7.27 Comparaison des résultats dans les modèles SWR et CP\$

Retenons que l'évaluation pour le coût est pratiquement la même dans les deux modèles [2.84 SWR; 2.83 CP\$]. L'environnement performant reçoit 3.49 en CP\$ et 3.25 en SWR. Une différence plus importante peut être observée pour l'environnement curatif [3.61 CP\$; 2.90 SWR], et plusieurs explications sont possibles. Elle pourrait être justifiée par l'absence de certaines données dans la base de données CP\$, ou encore par la difficulté d'évaluer très strictement les grandeurs qualitatives dans le modèle SWR. Par ailleurs, il peut s'agir tout simplement des préférences des acteurs interviewés pour l'environnement performant, alors que dans les faits, le projet propose un modèle plus équilibré.

Cette comparaison naïve des deux modèles prouve pourtant un point important : il n’y a pas de différences notables entre les deux types de résultat. Par exemple, le point H selon les valeurs CP\$ aurait pu se situer à l’opposé du point H en SWR, signifiant l’instabilité du SIAD.

7.2.4.2 Modification du résultat

Tel que nous avons vu dans le chapitre 4, en plus d’aider les utilisateurs à prendre une décision, les SIAD permettent aux décideurs d’intervenir dans le calcul, en changeant des données et en faisant de simulations.

Alors que le modèle CP\$ est statique, constituant principalement dans une importante base de données, le modèle SWR est, par définition, l’interface dynamique du SIAD. Les positions stratégiques *S* des acteurs peuvent être modifiées, tout comme les poids décisionnels, ce qui conduit au recalcul du résultat final. Les utilisateurs peuvent ainsi prévoir différents scénarios et établir des plans d’action pour leur projet.

Prenons un exemple. Faisons l’hypothèse que tous les acteurs du CUSM changent de position stratégique et adoptent 5 pour *Curatif*, 4 pour *Performant* et 1 pour *Coût*. Le SIAD recalcule le résultat en fonction des paramètres modifiés. Le nouveau résultat sera le suivant :

Tableau 7.10 Tableau de résultats recalculés selon des valeurs modifiées pour les acteurs du CUSM

		Lieux	Curatif	Performant	Coût (\$)
H =	A		2.75	3.80	3.16
	U		3.50	3.80	1.87
	S		4.25	2.01	1.87
	Hôpital		3.50	3.20	2.30

Les nouvelles positions stratégiques et le nouvel résultat suivant la spécificité des lieux sont représentés dans la figure suivante.



Légende : En petit, la simulation du résultat dans le triangle R

Figure 7.28 Simulation du résultat selon des valeurs modifiées pour les acteurs du CUSM

7.2.4.3 Calcul des sensibilités

Le SIAD peut calculer des sensibilités sur les composantes des variables, afin d'évaluer l'influence d'une variable sur le paramètre à recalculer (*Voir* section 5.7 de la thèse pour le calcul des sensibilités et un exemple à deux acteurs).

Les Tableaux 7.11 à 7.13 ci-après donnent les sensibilités du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs respectivement sur l'environnement curatif, l'environnement performant et le coût. Les données ont été triées par sensibilité globale décroissante.

Nous constatons que l'ordre varie entre les trois tableaux. Par exemple, A23 arrive deuxième pour l'environnement curatif, alors que son poids décisionnel est faible relativement aux autres acteurs, et en sixième pour l'environnement performant. Il en résulte que l'influence d'un acteur dépend de son poids tout en variant pour les environnements curatif, performant et coût selon la position stratégique. On obtient ainsi, par ordre décroissant, les degrés d'influence des acteurs pour chacun des coins du triangle CP\$.

Tableau 7.11 Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur l'environnement curatif

	Global	Curatif	Performant	Coût
A12 → Curatif	3.92	5.44	-1.81	-3.63
A23 → Curatif	3.16	4.44	-1.78	-2.67
A6 → Curatif	2.67	3.70	-2.47	-1.23
A14 → Curatif	2.42	3.40	-1.36	-2.04
A1 → Curatif	2.37	3.29	-2.19	-1.10
A8 → Curatif	2.21	3.13	-1.56	-1.56
A2 → Curatif	2.00	2.72	-2.04	-0.68
A13 → Curatif	1.96	2.72	-1.81	-0.91
A7 → Curatif	1.95	2.74	-1.65	-1.10
A16 → Curatif	1.92	2.72	-1.36	-1.36
A22 → Curatif	1.82	2.47	-0.62	-1.85
A15 → Curatif	1.61	2.27	-1.36	-0.91
A17 → Curatif	1.61	2.27	-0.91	-1.36
A4 → Curatif	1.54	2.06	-1.65	-0.41
A5 → Curatif	1.54	2.06	-1.65	-0.41
A3 → Curatif	1.30	1.74	-1.39	-0.35
A21 → Curatif	1.28	1.81	-0.91	-0.91
A11 → Curatif	1.24	1.74	-0.69	-1.04
A20 → Curatif	1.24	1.74	-1.04	-0.69
A18 → Curatif	1.15	1.54	-0.31	-1.23
A19 → Curatif	0.85	1.13	-0.23	-0.91
A10 → Curatif	0.74	0.91	-0.91	0.00
A9 → Curatif	0.57	0.69	-0.69	0.00

Tableau 7.12 Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur l'environnement performant

	Global	Curatif	Performant	Coût
A12 → Performant	3.39	-0.91	4.54	-3.63
A14 → Performant	2.42	-1.36	3.40	-2.04
A16 → Performant	2.42	-2.04	3.40	-1.36
A7 → Performant	2.37	-2.19	3.29	-1.10
A22 → Performant	2.20	-1.23	3.09	-1.85
A23 → Performant	2.18	0.00	2.67	-2.67
A2 → Performant	2.00	-2.04	2.72	-0.68
A1 → Performant	1.95	-1.65	2.74	-1.10
A8 → Performant	1.85	-1.04	2.60	-1.56
A17 → Performant	1.61	-0.91	2.27	-1.36
A21 → Performant	1.61	-1.36	2.27	-0.91
A4 → Performant	1.54	-1.65	2.06	-0.41
A5 → Performant	1.54	-1.65	2.06	-0.41
A11 → Performant	1.47	-1.04	2.08	-1.04
A15 → Performant	1.28	-0.91	1.81	-0.91
A20 → Performant	1.24	-1.04	1.74	-0.69
A18 → Performant	1.15	-0.31	1.54	-1.23
A3 → Performant	1.02	-1.04	1.39	-0.35
A6 → Performant	1.01	0.00	1.23	-1.23
A13 → Performant	0.98	-0.45	1.36	-0.91
A19 → Performant	0.98	-0.45	1.36	-0.91
A9 → Performant	0.57	-0.69	0.69	0.00
A10 → Performant	0.56	-0.68	0.68	0.00

Tableau 7.13 Sensibilité du résultat par rapport aux positions stratégiques des acteurs sur le coût

	Global	Curatif	Performant	Coût
A2 → Coût (\$)	2.89	-2.04	-2.04	4.08
A1 → Coût (\$)	2.73	-1.65	-2.19	3.84
A7 → Coût (\$)	2.73	-2.19	-1.65	3.84
A16 → Coût (\$)	2.42	-2.04	-1.36	3.40
A4 → Coût (\$)	2.33	-1.65	-1.65	3.29
A5 → Coût (\$)	2.33	-1.65	-1.65	3.29
A12 → Coût (\$)	1.96	-0.91	-1.81	2.72
A14 → Coût (\$)	1.92	-1.36	-1.36	2.72
A8 → Coût (\$)	1.85	-1.04	-1.56	2.60
A6 → Coût (\$)	1.82	-1.17	-1.39	2.56
A3 → Coût (\$)	1.72	-1.04	-1.39	2.43
A13 → Coût (\$)	1.70	-0.45	-1.81	2.27
A15 → Coût (\$)	1.61	-0.91	-1.36	2.27
A21 → Coût (\$)	1.61	-1.36	-0.91	2.27
A20 → Coût (\$)	1.47	-1.04	-1.04	2.08
A23 → Coût (\$)	1.45	0.00	-1.78	1.78
A22 → Coût (\$)	1.33	-1.23	-0.62	1.85
A17 → Coût (\$)	1.28	-0.91	-0.91	1.81
A11 → Coût (\$)	1.24	-1.04	-0.69	1.74
A10 → Coût (\$)	1.13	-0.68	-0.91	1.59
A9 → Coût (\$)	0.98	-0.69	-0.69	1.39
A19 → Coût (\$)	0.49	-0.45	-0.23	0.68
A18 → Coût (\$)	0.44	-0.31	-0.31	0.62

7.3 Conclusion

Nous avons pu tester le SIAD pour construction hospitalière réalisé dans le cadre cette recherche doctorale en lui soumettant des données recueillies en 2010 et 2011 sur deux projets du programme de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill : la nouvelle construction Glen (PPP) et le réaménagement du campus de la Montagne (mode conventionnel).

La composante Conception du SIAD, soit le modèle Curatif – Performant – Coût (CP\$) facilite l'évaluation et la comparaison de près de cent paramètres de design factuel. Nous avons observé que le Glen a une longueur d'avance sur le campus de la Montagne pour l'intégralité des scores obtenus pour le centre ambulatoire et les urgences. Par contre, le projet des unités de soins du campus de la Montagne surclasse Glen pour l'environnement curatif et le rapport résultat/coût.

Plusieurs conclusions s'en dégagent. Tout d'abord, si l'on compare les notes obtenus par les deux campus, on constate que le design factuel s'applique mieux dans une nouvelle construction. Deuxièmement, le résultat supérieur obtenu par les unités de soins du campus de la Montagne peut suggérer que le mode de réalisation (conventionnel) a facilité la mise en œuvre de ce projet. Enfin, globalement, le projet Glen semble être plus orienté vers la performance et le coût, ce qui se justifie par le mode de réalisation retenu (PPP).

Le modèle CP\$ permet à l'utilisateur d'observer et de représenter les paramètres évalués à plusieurs niveaux : par lieu, par type d'espace, par type d'environnement. L'utilisateur a le choix d'opter pour des vues globales (par exemple : le graphique à bulles, les triangles des espaces, le tableau des notes par lieu et par type d'espace) ou d'aller dans le détail, en analysant le paramètre choisi directement dans la base de données, qui apparaît sous forme de tableau.

Réitérons que le modèle CP\$ est statique, s'agissant ici de mesurer des grandeurs quantitatives. Par contre, le contenu de la base de données peut être facilement mis à jour.

Pour la composante Gestion du SIAD, nous avons opté pour un modèle mathématique, SWR, soit Position stratégique (S) des acteurs – Poids décisionnel (W) – Résultat suivant la spécificité des lieux (R). Les données utilisées pour alimenter ce modèle proviennent d'entretiens réalisés avec les principaux acteurs du projet de redéploiement : représentants du CUSM, des autorités publiques et des concepteurs-constructeurs.

Cette fois-ci, les évaluations ont concerné le projet de redéploiement dans son ensemble, les deux campus confondus. Par contre, tel que nous l'avons souligné, des utilisations futures contrastées sont possibles dans l'éventualité de l'étude de deux établissements distincts, avec des équipes de gestion différentes.

Le résultat calculé par le SIAD selon les valeurs de S et W , soumises à l'influence de la spécificité des différents lieux de l'hôpital, correspond à celui obtenu dans le modèle CPS, ce qui constitue une validation du système.

Le modèle SWR est dynamique, et nous avons montré comment l'utilisateur du SIAD peut modifier des valeurs, recalculer d'autres, calculer des sensibilités, et cela afin de pouvoir réaliser différents scénarios de projet. Les résultats de ces variantes peuvent être sauvegardés grâce à la fonction spécifique.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le SIAD pour projets hospitaliers de design factuel

Cette recherche doctorale a visé l'optimisation de la construction hospitalière, en proposant un système d'aide à la décision (SIAD) pour l'évaluation des principes du design factuel dans des projets de design factuel.

Tel qu'il a été vu dans les premiers chapitres de cette thèse, la conception fondée sur les preuves représente la tendance actuelle dans le secteur de la santé. Les États-Unis et les pays scandinaves en sont des promoteurs reconnus. Les hôpitaux au Canada et au Québec adoptent également la nouvelle approche, en proposant des infrastructures qui intègrent ces principes. Les trois projets de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal – le Centre universitaire de santé McGill, le Centre hospitalier de l'Université de Montréal et le Centre hospitalier universitaire Sainte-Justine – promeuvent, sans exception, les préconisations du design factuel.

L'évaluation de ce type d'initiatives est essentielle pour continuer à fournir des preuves et contribuer, ainsi, au développement du champ des études dites factuelles. D'ailleurs, tous les auteurs consultés s'entendent pour dire que toute démarche de réalisation d'un projet de design fondé sur les faits doit comprendre une étape d'évaluation.

Plusieurs auteurs ont réalisé des évaluations qualitatives extensives (*Voir Chaudhury et al., 2005; Gesler et al., 2004; Ulrich et al., 2004; Van de Glind et al., 2008; etc.*), mais nous n'avons pas trouvé de système semblable à celui que nous avons élaboré. Créer un SIAD pour les projets de design factuel représente donc une contribution marquante de cette thèse.

Plusieurs aspects distinguent notre SIAD. Il s'agit d'abord de la structure Conception – Gestion que nous proposons. Alors que les évaluations des projets de design factuel réalisées jusqu'à maintenant concernent les grands axes thématiques tels que présentés dans le chapitre 2 (chambres individuelles, intégration des éléments vivants, flexibilité, adaptabilité,

etc.), ce SIAD intègre la composante dite de gestion. Nous rendons ainsi compte de l'influence des différents décideurs sur la manière dont le projet de design factuel est planifié et mis en place. Pratiquement, dans notre vision, les deux composantes – Conception et Gestion – représentent autant de modalités pour succéder au résultat final : l'hôpital bâti. Le SIAD se base sur deux modèles, qui sont originaux : CP\$ et SWR (*Voir infra*).

Dans un deuxième temps, l'architecture du système créé est hiérarchique, ce qui permet l'intégration et la manipulation de plusieurs bases de données. Une fonction « Comparateur » a été conçue afin de rendre possible la comparaison de deux projets distincts. Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés à un projet réalisé en mode conventionnel et à un partenariat public-privé (PPP).

Le modèle CP\$

Le modèle Curatif – Performant – Coût (CP\$) est un modèle statique. Il comprend la base de données des grandeurs quantitatives, soit les paramètres de design factuel mesurés sur deux sites et sur plusieurs lieux de l'hôpital. Dans ce modèle, l'utilisateur peut effectuer des comparaisons et des analyses ponctuelles. La base de données peut être changée dans le fichier Excel d'origine, mais non pas à travers l'interface utilisateur – SIAD.

Alors que les paramètres mesurés sont inspirés, en grande partie, par les synthèses sur le design factuel et sur la planification hospitalière présentées dans les chapitres 2 et 3, une contribution importante de cette recherche doctorale est le traitement de l'hôpital par lieux (unités de soins, centre ambulatoire, urgences) et l'analyse des lieux par types d'espace (chambres des patients / salles de consultation; salles de bain; salles d'attente; couloirs; etc.). Ces découpages contribuent à la rigueur de l'évaluation des grandeurs mesurées. L'organisation des paramètres par type d'espace est aussi originale.

La littérature de spécialité parle en général de deux principales composantes du design factuel : l'environnement curatif et l'environnement performant. Nous avons montré dans

cette thèse que, sans la contrainte financière, l'intégration du design factuel dans le secteur de la construction hospitalière ne poserait pas nécessairement problème, donc nous proposons un modèle non à deux, mais à trois dimensions : Curatif, Performant et Coût.

Aussi, en examinant, dans le chapitre 3, les principaux enjeux de mise en œuvre d'un projet de construction hospitalière dans les modes conventionnel et PPP, nous avons constaté le grand impact que les ressources humaines ont sur des projets de design factuel. Nous avons ainsi justifié l'importance d'un modèle complémentaire au CP\$: le modèle SWR.

Le modèle SWR

Le modèle Position stratégique – Poids décisionnel – Résultat suivant la spécificité des lieux (SWR) est un modèle mathématique. Il s'agit là de tenir compte de l'influence des principaux acteurs d'un projet sur la mise en œuvre des principes du design factuel. La modélisation du comportement humain constitue une contribution majeure de cette thèse.

Nous avons innové en intégrant dans le SIAD des entretiens réalisés avec les principaux acteurs du projet. La grille de questions ainsi que le système d'évaluation des extraits d'entretien sont originaux. Qui plus est, en nous inspirant d'un système de notation à 5 niveaux proposé par Ulrich et Joseph (2005), nous en avons créé deux distinctes pour être en mesure d'évaluer les positions stratégiques (*S*) des acteurs par rapport au CP\$ et leurs poids décisionnels (*W*) dans le projet.

Cette modélisation a également tenu compte du concept, nouveau, de spécificité de lieux, en avançant que le poids décisionnel *W* et la position stratégique *S* se manifestent différemment selon les lieux de l'hôpital.

Le modèle SWR représente la partie dynamique du SIAD. L'utilisateur peut changer le résultat *H* (l'hôpital) ou des valeurs de *S*, *W* et *R*. Le SIAD recalcule le résultat selon les nouvelles données. Cela permet de réaliser des scénarios divers, que le système sait

sauvegarder. La structure du modèle SWR est originale et représente un apport majeur de cette thèse.

Implémentation et manipulation du SIAD

L'architecture du SIAD nous appartient. Nous avons opté pour une structure conviviale, intuitive. Le SIAD peut pratiquement être manipulé sans manuel d'emploi. Les fonctions sont intuitives et peuvent être repérées facilement, un utilisant le cliquer-glisser. Les éléments actifs sont mis en surbrillance.

L'emploi du jeu de données est rapide et se réalise de façon graphique, en manipulant les objets (triangle, radar) ou en insérant les données dans les tableaux. La mise à jour des données est instantanée, quel que soit le mode de saisie.

Le SIAD est implémenté en tant que page web, et il n'y a pas de logiciel à installer pour son fonctionnement.

Application du SIAD au projet de redéploiement du CUSM

Nous avons testé le fonctionnement du SIAD à l'aide des données collectées sur deux sites du projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill à Montréal (CUSM), un des établissements hospitaliers les plus complexes en Amérique du Nord : le campus Glen, une nouvelle construction réalisée en mode PPP et le campus de la Montagne, un réaménagement en mode conventionnel. Les résultats obtenus dans les deux modèles ne diffèrent pas beaucoup, ce qui permet d'affirmer que le système est viable.

Le SIAD nous a permis d'observer les principales distinctions en matière de curatif, performant et coût sur les deux campus. Mentionnons quelques-unes des conclusions tirées. Le projet Glen a une longueur d'avance sur le performant et le coût équilibré, confirmant les caractéristiques des PPP vues dans le chapitre 3. L'environnement curatif se réalise mieux

dans un projet conventionnel, même s'il s'agit d'un projet de réaménagement. En général, les préconisations du design factuel s'implémentent mieux dans les nouvelles constructions, le projet de la Montagne perdant souvent des points pour l'absence de flexibilité de l'établissement existant.

Pour ce qui est du modèle SWR, nous avons retenu l'importance que les acteurs-clés du CUSM accordent à l'environnement curatif et à celui performant. Les concepteurs-constructeurs adressent beaucoup la question du coût, en montrant de la modération par rapport aux environnements curatif et performant, qu'ils confondent souvent, à une seule exception près : les architectes. Les représentants des autorités publiques mettent l'accent sur le coût, préférant ensuite l'environnement performant à celui curatif.

Ces résultats correspondent à l'image du projet de redéploiement, qui est en cours. Ajoutons à cela une autre contribution de la thèse. La collecte des données réalisées dans le projet du CUSM représente un acquis important. Tel que nous avons déjà mentionné, il s'agit d'un des projets de redéploiement les plus grands dans le monde (le budget actualisé est de 2.25 milliards de dollars). Avoir la chance d'effectuer des recherches alors que le projet est en cours est une opportunité pour le champ du design factuel.

Limites de la recherche

La principale limite de cette recherche est représentée par le fait que le projet de redéploiement n'est pas achevé, donc l'accès aux données a été légèrement réduit, notamment pour le campus Glen. Cependant, cela n'a pas empêché d'en faire des simulations. L'évaluation du coût par lieu représente un exemple de cette limite. Puisque le projet de redéploiement du CUSM est en cours, nous n'avons pas eu accès aux montants précis, en proposant d'évaluer le ratio coût/résultat escompté. Par contre, étant donné la flexibilité du SIAD, les utilisateurs futurs ont la possibilité d'ajouter des données concrètes pour ce paramètre.

Le groupe des acteurs interviewés n'est pas représentatif, mais, d'autre part, ce n'était pas non plus un objectif déclaré de la recherche. Nous pouvons pourtant imaginer qu'un échantillonnage différent apportera un plus d'informations à la base de données. Comme le SIAD est flexible et permet l'ajout d'acteurs, les futurs utilisateurs pourront envisager cette option.

Dans cette étude, les positions stratégiques et les poids décisionnels ont été évalués pour l'ensemble du projet de redéploiement du CUSM. Nous estimons l'utilité de procéder à une évaluation défalquée, pour obtenir des résultats plus pointus lorsqu'il s'agit de comparer deux modes de construction ou simplement deux projets.

Enfin, en dépit des améliorations successives, le SIAD reste lent sous Internet Explorer.

Utilisation future et recommandations

Les principaux utilisateurs du SIAD sont des planificateurs, des concepteurs-constructeurs (ingénieurs, architectes, designers d'intérieur), des administrateurs d'hôpitaux, des gestionnaires de projet, des membres de différents comités de sélection et des chercheurs.

Le système est convivial et encourage l'interaction. Il pourra être utilisé pour définir des scénarios de planification, évaluer des soumissions ou encore des projets déjà réalisés. Des décideurs, mais aussi des planificateurs, des architectes et des ingénieurs pourront le trouver nécessaire dans leur pratique professionnelle.

Au fait, ce SIAD peut servir à comparer deux projets hospitaliers différents (par exemple, au Québec, les projets de redéploiement du CUSM et du Centre hospitalier de l'Université de Montréal) ou encore des projets de réaménagement de certains secteurs d'un établissement de santé. Il est utile tant pour la planification d'un projet de construction qu'à l'évaluation de son résultat. Le SIAD peut également être utilisé pour évaluer deux soumissions pour un

projet; il aurait pu servir, par exemple, à l'exercice d'évaluation des soumissions pour le campus Glen du CUSM.

Le découpage de l'hôpital en lieux fait que le SIAD peut être employé tant pour l'évaluation de l'hôpital dans son ensemble, que pour celle d'un département à la fois. De plus, le comparateur fonctionne même si les données sont incomplètes, ce qui confère un plus de flexibilité au système. Les grilles d'évaluation sont simples (des notes de 1 à 5) et peuvent être employées aisément. Les concepteurs peuvent ainsi utiliser le SIAD pour mesurer l'évolution du concept et représenter le meilleur résultat visé.

Accentuons donc l'adaptabilité du SIAD, y compris à d'autres contextes géographiques. Les modèles sur lesquels se base le système rendent possible leur application ailleurs, n'étant pas concentrés sur des circonstances particulières. Pratiquement, tout projet de construction peut être inclus dans ce SIAD.

Pour ce qui du projet de redéploiement du CUSM, nous trouvons qu'il serait bénéfique de refaire la simulation à la fin de la construction. Cela permettra d'observer les différences entre les étapes de planification et le résultat obtenu.

ANNEXE I

LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CENTRE UNIVERSITAIRE DE SANTÉ MCGILL (CUSM)



Figure-A I-1 L'Hôpital général de Montréal
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-2 L'Hôpital Royal-Victoria
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-3 L'Hôpital de Montréal pour enfants
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-4 L'Institut thoracique de Montréal
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-5 L'Hôpital neurologique de Montréal
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-6 L'Hôpital Lachine
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

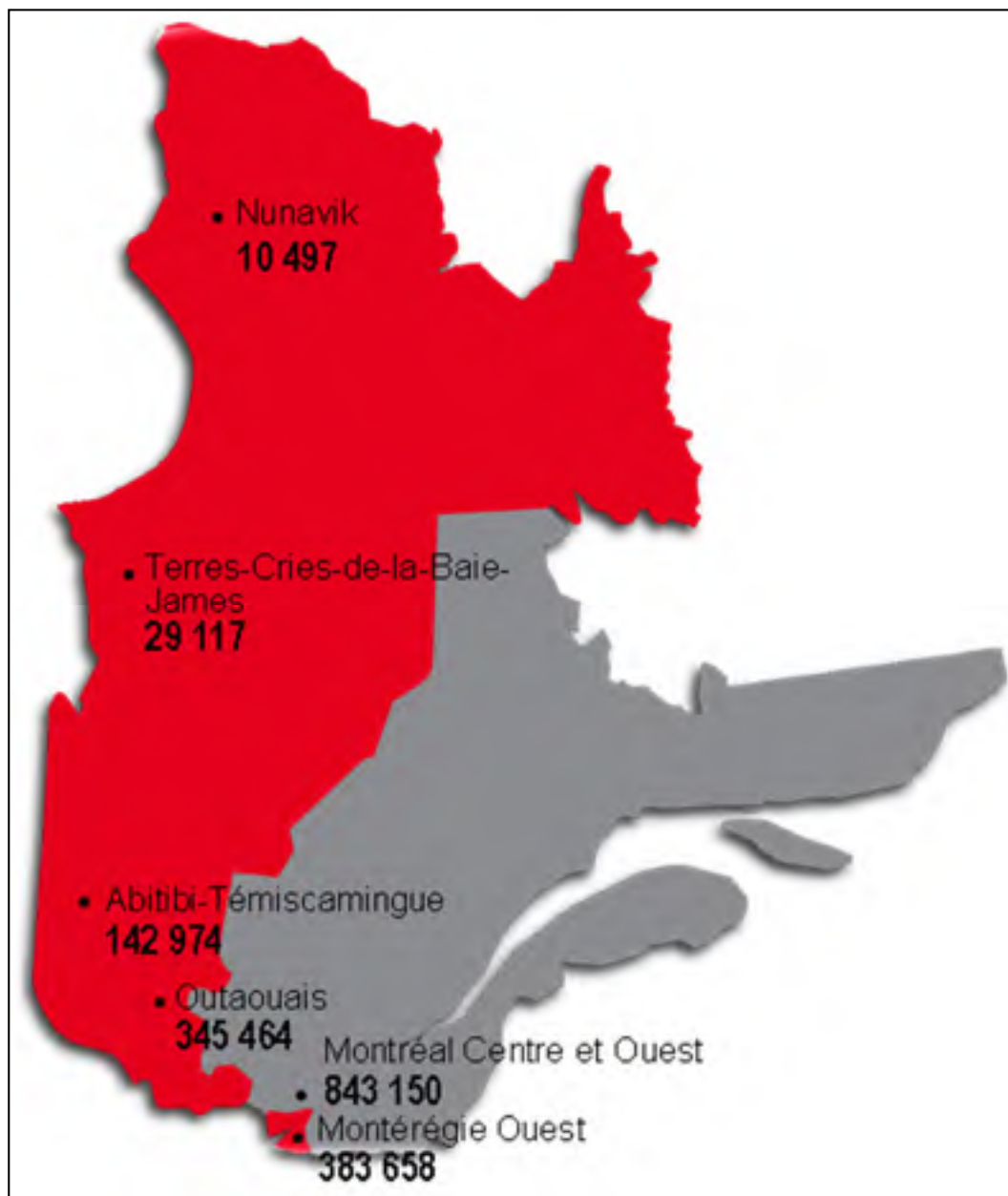


Figure-A I-7 Le RUIS de McGill
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A I-8 Les futurs campus Glen et de la Montagne
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE II

LE PROJET DE REDÉPLOIEMENT DU CAMPUS DE LA MONTAGNE



Figure-A II-1 L'Hôpital général de Montréal et, dans le rectangle supérieur, la proposition de redéploiement (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A II-2 Le futur campus de la Montagne (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



- Légende : 1-Intégration d'un centre médical situé 1750, avenue Cedar.
 2-Rénovation de la Cour Ouest : nouvelle salle d'urgence, bloc opératoire, unité de stérilisation, ajout d'un toit vert et d'une terrasse de 1 650 m carrés.
 3-Stationnement partiellement souterrain et ajout d'un toit vert de 775 m carrés.
 4-Agrandissement du bois des Bénédictins d'environ 563 m carrés.

Figure-A II-3 Modifications apportés au campus (août 2011)
 Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A II-4 Échéancier des travaux (août 2011)
 Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE III

RÉNOVATION DE L'UNITÉ DE SOINS CORONARIENS AU CAMPUS DE LA MONTAGNE

The composite image consists of a large poster at the bottom and four smaller photographs above it. The poster, titled 'TRAVAUX DE RÉNOVATION / RENOVATION WORK', is for the 'RÉAMÉNAGEMENT DE L'UNITÉ DE SOINS CORONARIENS / CARDIAC INTENSIVE CARE UNIT RENOVATION' at the 'Centre universitaire de santé McGill / McGill University Health Centre'. It specifies the location as 'PAVILLON 10^e, 11^e ÉTAGE / PAVILLON 10^e, 11th FLOOR' and the duration as 'Duolet: Octobre 2008 - Septembre 2009 / Duolet: October 2008 - September 2009'. A central floor plan highlights the renovation area in yellow. Logos for 'GEMINO' and 'PMA' are visible at the bottom of the poster. The four photographs show: 1) A long, modern hallway with large windows and a clean, bright atmosphere. 2) A room with a bed and medical equipment, showing the transition from an old to a new setup. 3) A hallway with a bed in the foreground, partially covered with white plastic, indicating ongoing work. 4) A room with a bed and medical equipment, showing the final or near-final state of the renovation.

Figure-A III-1 Affiche annonçant des travaux de réaménagement
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A III-2 Plan de réaménagement de l'unité
des soins coronariens
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A III-3 Bureau d'accueil
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figures-A III-4 et III-5 Corridors
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A III-6 Chambre
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A III-7 Vue panoramique
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE IV

LE CENTRE AMBULATOIRE DU CAMPUS DE LA MONTAGNE



Figure-A IV-1 Vue en perspective vers l'est
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-2 Vue en perspective vers le sud
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-3 Vue sur les entrées
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-4 Vue aérienne
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-5 Plan d'étage en 3D
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-6 Détails du plan d'étage en 3D
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-7 Entrée et corridor
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figures-A IV-8 et IV-9 Corridors
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-10 Salle d'attente
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IV-11 Salle d'attente
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE V

RÉNOVATION DU DÉPARTEMENT D'URGENCE
AU CAMPUS DE LA MONTAGNE

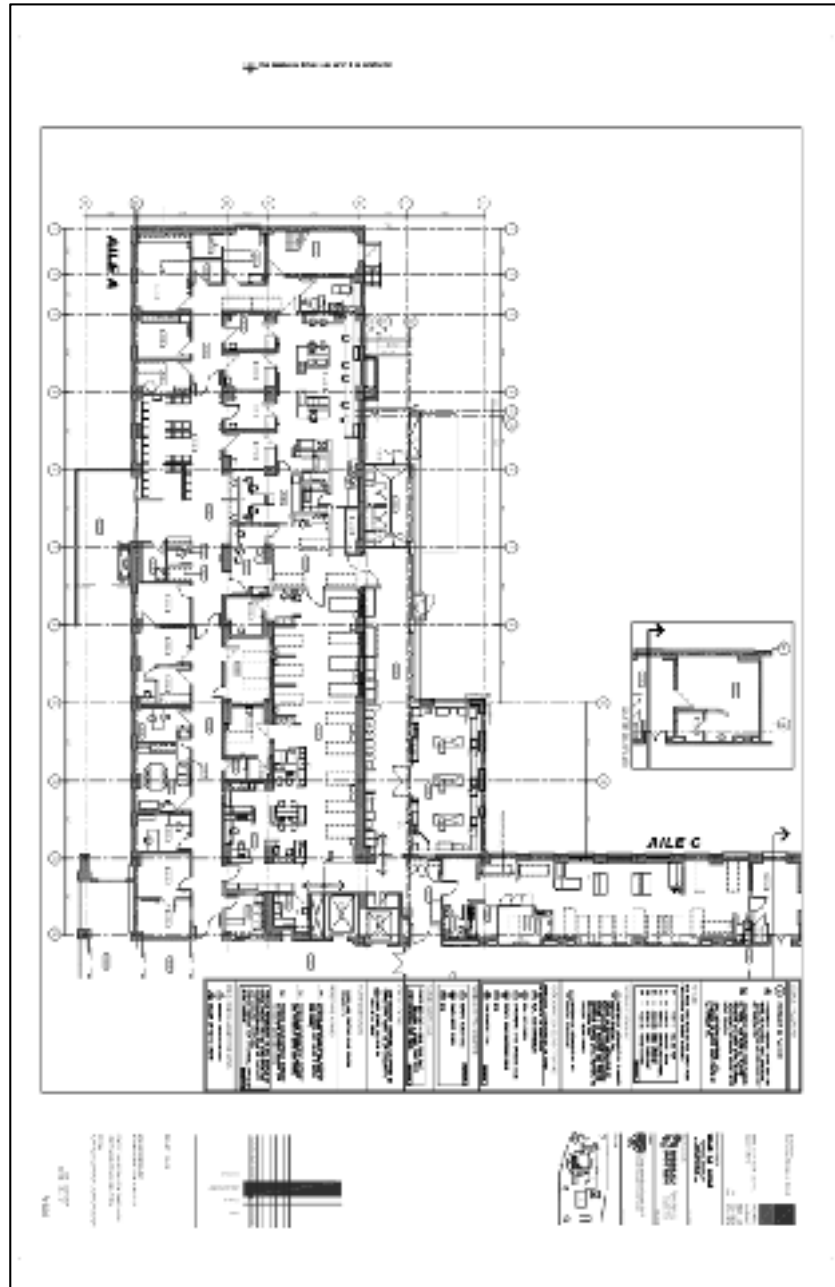


Figure-A V-1 Plan de réaménagement du département d'urgence
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A V-2 Admission
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A V-3 Postes de travail
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE VI

LE PROJET DE CONSTRUCTION DU CAMPUS GLEN



Figure-A VI-1 Le futur campus Glen (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-2 Le futur campus Glen (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Légende : A-Hôpital Shriners pour enfants. B-Hôpital pour enfants. C-Hôpital pour adultes. D-Centre du cancer. E-Centre de recherche. F-Stationnement.

Figure-A VI-3 Plan d'aménagement paysager (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

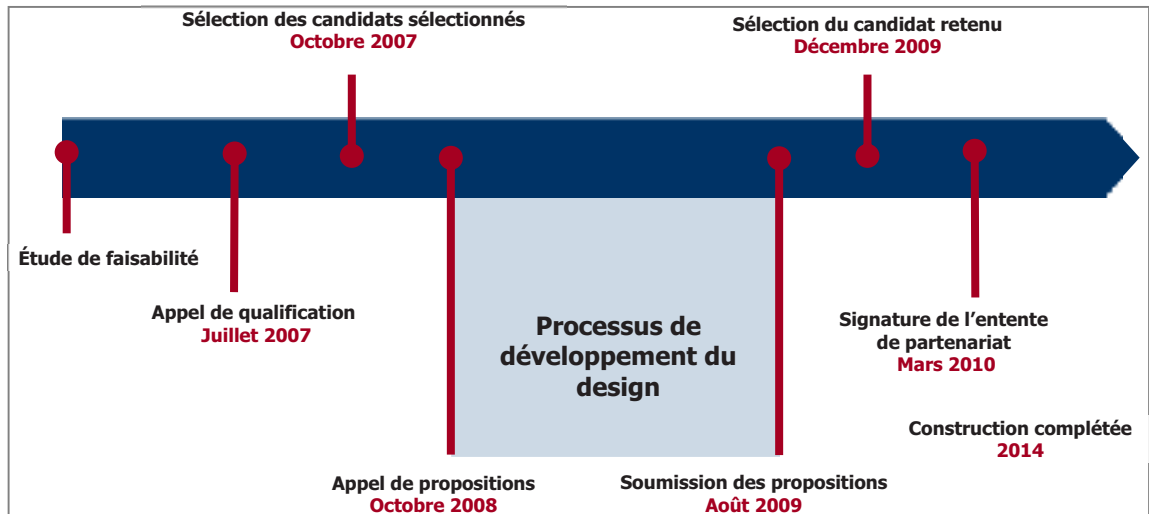


Figure-A VI-4 Échéancier de construction (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-5 Hôpital pour adultes (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-6 Hôpital pour enfants (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-7 Entrée à l'Hôpital pour adultes (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-8 Entrée à l'Hôpital pour enfants (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-9 Atrium à l'Hôpital pour adultes (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-10 Corridor (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-11 Chambre d'une unité de soins pour adultes (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VI-12 Chambre d'une unité de soins pour enfants (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE VII

L'UNITÉ DE SOINS INTENSIFS DU CAMPUS GLEN



Figure-A VII-1 Plan des soins intensifs, bloc D, niveau 3 (août 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A VII-2 Plan des soins intensifs, bloc D, niveau 3 – nord (août 2011)
 Reproduit avec l’autorisation du CUSM

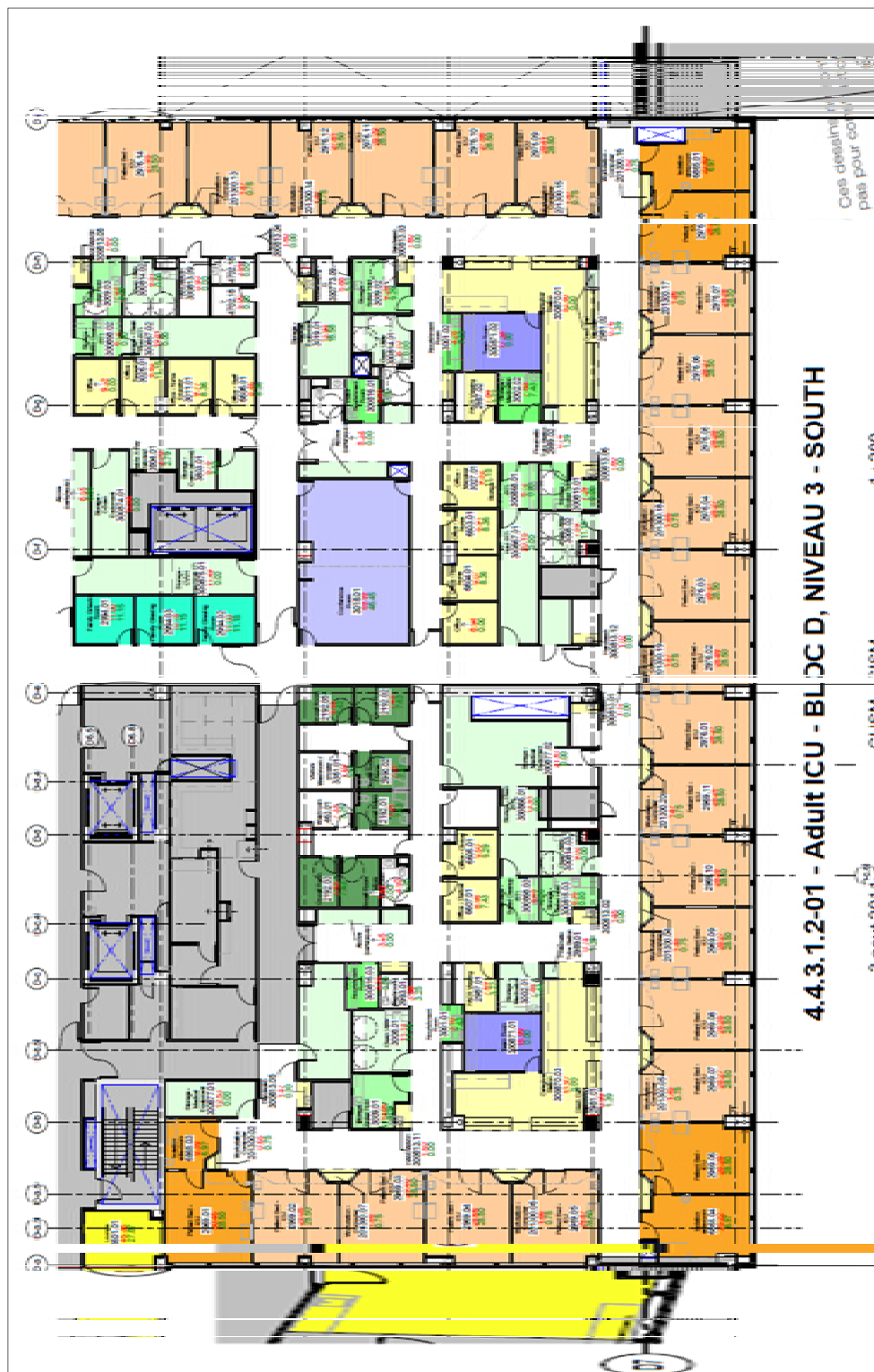


Figure-A VII-3 Plan des soins intensifs, bloc D, niveau 3 – sud (août 2011)
Reproduit avec l’autorisation du CUSM

ANNEXE VIII

LE SECTEUR DES SOINS AMBULATOIRES DU CAMPUS GLEN

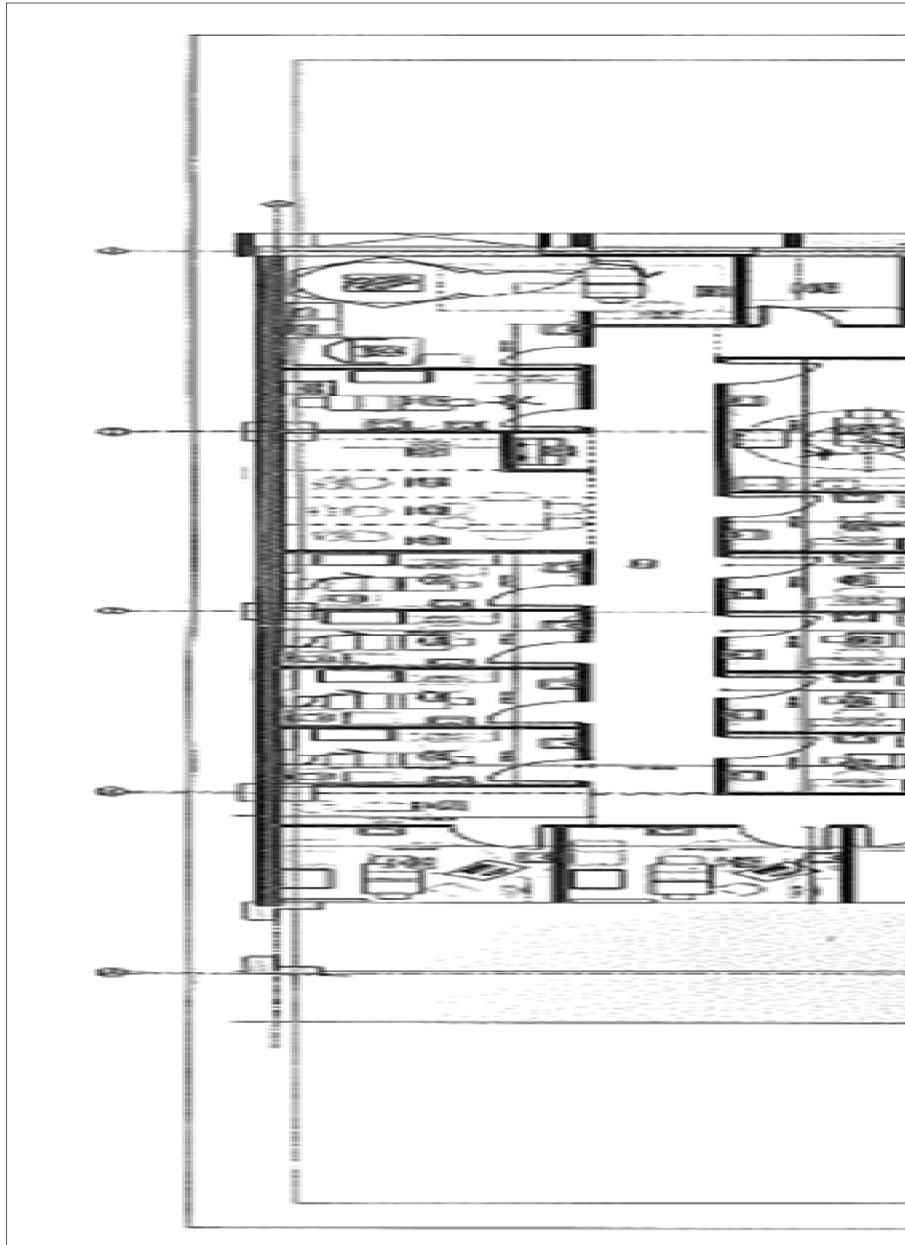


Figure-A VIII-1 Plan d'aménagement du département de chirurgie dans le centre ambulatoire, bloc D, niveau S1 (décembre 2010)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE IX

LE DÉPARTEMENT D'URGENCE DU CAMPUS GLEN



Figure-A IX-1 Plan du département d'urgence, bloc C, niveau S1 (mars 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IX-2 Plan du département d'urgence, bloc C, niveau S1 (mars 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IX-3 Salle d'attente (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM



Figure-A IX-4 Salle d'attente (décembre 2011)
Reproduit avec l'autorisation du CUSM

ANNEXE X

PARTICIPANTS À L'ÉTUDE

Tableau-A X-1 Participants aux groupes de discussions (septembre – décembre 2009)

Participants	Fonctions	Institutions
Nadim Abou-Chacra, ing.	Chargé de projet principal	Pageau Morel et associés
St-Clair Armitage	Directeur du projet PPP	CUSM
Antonin Bouchard, ing.	Directeur associé de l'ingénierie et des opérations	CUSM
Imma Franco	Directrice associée à la planification des programmes et services du projet de redéploiement	CUSM
James Gabriel, ing.	Chargé de projets	Dupras Ledoux
Louis Gagnon, ing.	Vice-président	Groupe Axor
André Ibghy, arch.	Président-directeur général	André Ibghy Architectes
Dany Journo, ing.	Directeur associé de la gestion de projets	CUSM
Kathleen Lanni	Présidente-directrice générale	GSM Design Intérieurs
Pierre Major	Directeur associé à la planification et la construction du projet de redéploiement	CUSM
Davor Paki, arch.	Architecte	André Ibghy Architectes
Sheila Theophanides, arch.	Directrice du studio santé	Lemay et associés
Robin H. Wright, arch.	Chef de service en gestion de projets	CUSM

Tableau-A X-2 Collaborateurs pour l'évaluation des paramètres mesurés
(janvier 2010 – mars 2011)

Participants	Fonctions	Institutions
Nadim Abou-Chacra, ing.	Chargé de projet principal	Pageau Morel et associés
Vincent Ayotte-Larose, ing.	Ingénieur électrique	Dupras Ledoux
André Bernard, ing.	Ingénieur en architecture	SNC-Lavalin
Viviane Chami, ing.	Chargée de projet	CUSM
James Gabriel, ing.	Chargé de projets	Dupras Ledoux
Kathleen Lanni	Designer, présidente-directrice générale	GSM Design Intérieurs
Davor Paki, arch.	Architecte	André Ibghy Architectes
Khalid Saadaoui, ing.	Ingénieur mécanique	Dupras Ledoux
Sheila Theophanides, arch.	Directrice du studio santé	Lemay et associés

Tableau-A X-3 Personnes interviewées (octobre 2009 – février 2011)

	Participants	Fonctions	Institutions
Autorités publiques	Pierre Gauthier	Directeur général de la gestion de projet et de l'expertise technique	Corporation d'hébergement du Québec
	Clermont Gignac	Directeur exécutif	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal
	Hai Pham-Huy	Directeur associé, Gestion des immobilisations et des technologies médicales	Agence de la santé et des services sociaux de Montréal
	Gabriel Soudry	Vice-président	Infrastructure Québec (ancienne Agence des partenariats public-privé du Québec)

	Participants	Fonctions	Institutions
	Réal Tessier	Directeur Gestion des risques, opportunités et changements	Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal
CUSM	St Clair Armitage	Directeur du projet PPP	CUSM
	Gail Campbell	Membre du Comité central des patients	CUSM
	Imma Franco	Directrice associée à la planification des programmes et services du projet de redéploiement	CUSM
	Ann Lynch	Directrice générale associée, Opérations cliniques et Affaires soins infirmières	CUSM
	Pierre Major	Directeur associé à la planification et la construction du projet de redéploiement	CUSM
	Maria Mastracchio-Lafontaine	Membre du Comité central des patients	CUSM
	Dr Tim Meagher	Directeur général associé, Affaires médicales et Développement clinique	CUSM
	Dr Vassilios Papadopoulos	Directeur général associé, Recherche Directeur de l'Institut de recherche du CUSM	CUSM
	L'Hon. Dr Arthur T. Porter	Directeur général et chef de la direction	CUSM
	Normand Rinfret	Directeur général associé et chef des opérations	CUSM

	Participants	Fonctions	Institutions
Concepteurs et constructeurs	Charles Chebl	Vice-président principal	SNC-Lavalin [soumissionnaire PPP]
	André Dufour	Vice-président principal	SNC-Lavalin Investment [soumissionnaire PPP]
	Yvan Dupont	Président-directeur général	Axor [gestion de projet]
	Saadé Fadous	Vice-président principal – Construction	Pomerleau [construction]
	André Ibghy	Président-directeur général	André Ibghy, Architectes [architecture]
	Louis Lemay	Président-directeur général	Lemay et Associés [architecture, design d'intérieurs]
	Kazimir Olechnowicz	Président-directeur général	Cima + [génie civil]
	Rosaire Sauriol	Vice-président	Dessau et Verreault [génie mécanique et électrique construction]

ANNEXE XI

LISTE DES PARAMÈTRES ÉVALUÉS

Tableau-A XI-2 Ensemble des paramètres mesurés sur les deux campus étudiés

Types d'espace	Type d'environnement	Paramètres
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Occupation individuelle vs multiple
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Espace par patient
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Espace pour la famille
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Intimité / confidentialité
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Design d'intérieur
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Type d'éclairage
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Niveau d'éclairage
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Contrôle de l'éclairage
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Contrôle du chauffage
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Niveau de bruit
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Systèmes de ventilation : changement d'air / heure
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Systèmes de ventilation : filtration
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Qualité de l'air : humidification

Types d'espace	Type d'environnement	Paramètres
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Contrôle de la ventilation
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Planchers
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Murs
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Chambre d'isolement (décontamination) : espace
Chambres des patients / Salles de consultation	Curatif	Chambre d'isolement (décontamination) : design
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Design uniforme vs variable
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Aménagement modulaire
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Emplacement des chambres par rapport aux postes de travail du personnel soignant
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Emplacement du lit
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Emplacement du lavabo et des distributeurs de produits antibactériens
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Équipements médicaux
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Nouvelles technologies
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Développement durable
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Structures
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Système électrique adapté (désastres naturels ou terroristes)
Chambres des patients / Salles de consultation	Performant	Possibilité d'expansion

Types d'espace	Type d'environnement	Paramètres
Salles de bain	Curatif	Design d'intérieur
Salles de bain	Curatif	Niveau d'éclairage
Salles de bain	Curatif	Planchers
Salles de bain	Curatif	Murs
Salles de bain	Performant	Emplacement
Salles de bain	Performant	Développement durable
Couloirs	Curatif	Dimensions
Couloirs	Curatif	Type d'éclairage
Couloirs	Curatif	Niveau d'éclairage
Couloirs	Curatif	Niveau de bruit
Couloirs	Curatif	Systèmes de ventilation : changement d'air / heure
Couloirs	Curatif	Systèmes de ventilation : filtration
Couloirs	Curatif	Qualité de l'air : humidification
Couloirs	Curatif	Planchers
Couloirs	Curatif	Murs
Couloirs	Curatif	Design d'intérieur
Couloirs	Curatif	Signalisation
Couloirs	Performant	Distances (ascenseurs-chambres; chambres-postes de travail; etc.)
Couloirs	Performant	Design qui encourage la supervision visuelle des patients
Hall d'entrée	Curatif	Design d'intérieur
Hall d'entrée	Curatif	Type d'éclairage
Hall d'entrée	Curatif	Niveau d'éclairage
Hall d'entrée	Curatif	Niveau de bruit
Hall d'entrée	Curatif	Systèmes de ventilation : changement d'air / heure

Types d'espace	Type d'environnement	Paramètres
Hall d'entrée	Curatif	Systèmes de ventilation : filtration
Hall d'entrée	Curatif	Qualité de l'air : humidification
Hall d'entrée	Curatif	Accès
Hall d'entrée	Curatif	Planchers
Hall d'entrée	Curatif	Murs
Hall d'entrée	Curatif	Signalisation, visibilité
Hall d'entrée	Performant	Distances (stationnement-entrée; entrée-bureau d'admission; bureau d'admission-unités de soins)
Hall d'entrée	Performant	Emplacement des distributeurs de produits antibactériens
Salle d'attente	Curatif	Design d'intérieur
Salle d'attente	Curatif	Espace pour la famille / les enfants
Salle d'attente	Curatif	Type d'éclairage
Salle d'attente	Curatif	Niveau de bruit
Salle d'attente	Curatif	Systèmes de ventilation : changement d'air / heure
Salle d'attente	Curatif	Systèmes de ventilation : filtration
Salle d'attente	Curatif	Qualité de l'air : humidification
Salle d'attente	Curatif	Planchers
Salle d'attente	Curatif	Murs
Salle d'attente	Curatif	Signalisation
Salle d'attente	Performant	Nouvelles technologies : avertissement des patients par système électronique
Salle d'attente	Performant	Emplacement des distributeurs de produits antibactériens
Salle d'attente	Performant	Optimisation de l'espace
Espaces de socialisation	Curatif	Cafétéria
Espaces de socialisation	Curatif	Jardin curatif

Types d'espace	Type d'environnement	Paramètres
Espaces de socialisation	Curatif	Salon de la famille
Espaces de socialisation	Performant	Emplacement
Espaces de socialisation	Performant	Optimisation de l'espace
Postes de travail	Curatif	Dimensions
Postes de travail	Curatif	Design d'intérieur
Postes de travail	Curatif	Type d'éclairage
Postes de travail	Curatif	Niveau d'éclairage
Postes de travail	Curatif	Contrôle de l'éclairage
Postes de travail	Curatif	Contrôle du chauffage
Postes de travail	Curatif	Niveau de bruit
Postes de travail	Curatif	Systèmes de ventilation : changement d'air / heure
Postes de travail	Curatif	Systèmes de ventilation : filtration
Postes de travail	Curatif	Qualité de l'air : humidification
Postes de travail	Curatif	Contrôle de la ventilation
Postes de travail	Curatif	Planchers
Postes de travail	Curatif	Murs
Postes de travail	Performant	Nouvelles technologies
Postes de travail	Performant	Visibilité

ANNEXE XII

DOCUMENTS RELATIFS AUX ENTRETIENS SEMI-DIRIGÉS

XII.1 Formulaire d'information et de consentement²⁶

Titre de la recherche : *Étude des projets de design factuel à l'aide d'un modèle analytique – le Centre universitaire de santé McGill*

École de technologie supérieure, Université du Québec

Recherche de doctorat de Yanai Elbaz

Directeur de recherche : Prof Edmond T. Miresco

Objectifs et description de la recherche : Cette recherche vise à étudier le design factuel grâce à l'analyse du projet de redéploiement du Centre universitaire de santé McGill (CUSM). Plus concrètement, elle se propose à réévaluer le design factuel, en le soumettant à l'épreuve de la réalité inédite d'une construction sur plusieurs sites, selon des modalités distinctes – mode conventionnel et partenariat public-privé –, et intégrer ces données à un système interactif d'aide à la décision (SIAD). Le but est d'obtenir un modèle relativement global, qui serve aux décideurs de la santé dans de contextes nationaux, économiques et curatifs variés.

Lieu et durée de la recherche : Montréal, septembre 2009 – mars 2011

Description des procédés :

Aux fins de cette recherche, 23 entretiens semi-dirigés sont réalisés avec des personnes-clés du projet de redéploiement du CUSM : représentants des autorités publiques (n = 5), professionnels du projet de redéploiement (n = 8); directeurs du projet de redéploiement, représentants des patients et direction générale du CUSM (n = 10)²⁷.

Chaque entretien aura une durée moyenne de quarante minutes.

Les questions portent sur le projet de redéploiement du CUSM, notamment les deux modes de construction, l'environnement curatif, la planification stratégique, le rôle des principaux acteurs du projet, les phases du projet, les principaux atouts et enjeux, etc.

Toutes les informations contenues dans l'entrevue seront utilisées aux fins définies par le projet.

Les participants à l'étude sont encouragés de demander tout éclaircissement et tout renseignement au cours de l'entrevue ou de la recherche.

²⁶ Version de février 2011.

²⁷ Les génériques masculins sont utilisés sans discrimination, seulement afin d'alléger le texte.

Les personnes interviewées peuvent refuser en tout temps de répondre à certaines questions et d'aborder certains thèmes ou même mettre fin à l'entrevue, et ce, sans qu'aucun préjudice ne leur soit causé.

Pour faciliter le travail de l'interviewer, les entrevues seront enregistrées. Toutefois, l'enregistrement sera détruit dès que la transcription aura été réalisée.

Les transcriptions seront conservées pendant 10 ans et pourront servir à la réalisation de publications ultérieures. Les transcriptions seront conservées sur support papier dans un endroit sécuritaire, sous clé, ou en format électronique, protégées par un mot de passe.

Les personnes interviewées ont le choix d'opter ou non pour le respect de la confidentialité :

- Si les sujets choisissent à livrer le témoignage à leur titre officiel, ils peuvent solliciter que toute citation verbatim soit soumise à leur approbation avant publication.
- Si, par contre, les sujets optent pour la confidentialité, les entretiens respectifs seront traités en conséquence. De ce fait, aucun nom ne sera cité et le matériel sera codé. Seul le chercheur aura l'accès à la liste des noms et des codes et celle-ci sera préservée pendant 10 ans dans un endroit sécuritaire, sous clé, ou en format électronique protégé par un mot de passe.

La participation à cette recherche est volontaire et les sujets ne recevront aucune contribution financière.

Il n'y a aucun risque connu lié à la participation à cette recherche.

La participation à cette recherche représente une occasion de passer en revue les principaux moments et enjeux du projet de redéploiement du CUSM. Ainsi les participants contribueront-ils de manière directe à une thèse de doctorat portant sur l'un des plus grands projets de construction hospitalière en Amérique du Nord.

Pour tout renseignement supplémentaire concernant le projet, veuillez communiquer avec :

Yanaï Elbaz

[adresse professionnelle]

Pour des références sur le chercheur, vous pouvez contacter le directeur de recherche :

Edmond T. Miresco

[adresse professionnelle]

Je soussigné(e) consens librement à participer à la recherche intitulée *Étude des projets de design factuel à l'aide d'un modèle analytique – le Centre universitaire de santé McGill*. J'ai pris connaissance du formulaire et je comprends le but, la nature, les avantages et les inconvénients de cette recherche. Je suis satisfait(e) des explications, précisions et réponses que le chercheur m'a fournies, le cas échéant, quant à ma participation à ce projet.

J'accepte de livrer mon témoignage à titre officiel (veuillez encercler la réponse) :

OUI NON

Rédigé en 2 exemplaires, un pour chacune des parties.

Signature du participant ou de la participante : Date :

Signature du chercheur : Date :

XII.2 Guide d'entretien²⁸

Expérience de travail

→ Depuis combien d'années travaillez-vous sur des projets d'hôpitaux et en quoi consiste plus exactement cette expérience de travail?

Le projet du CUSM : étapes, acquis, défis...

→ Depuis quand êtes-vous impliqué dans le projet de redéploiement du CUSM et quelles sont les principales étapes du processus de redéploiement depuis votre participation?

→ Quels sont les principaux défis que vous avez rencontrés? Et les principaux acquis tant au niveau professionnel que personnel?

→ Si vous avez eu l'occasion de participer à un autre projet de redéploiement ou de construction dans le domaine de la santé, qu'est-ce qui distingue le projet du CUSM de ces autres projets?

Délais

→ Est-ce que le développement du projet s'est réalisé dans les meilleurs délais (par ex., en ce qui concerne la planification, la sélection des professionnels, etc.)? Sinon, qu'est-ce qu'on aurait pu faire différemment?

Documents du projet

→ Si l'on parlait des documents du redéploiement – par exemple, le Plan clinique, le PFT, les devis de performance – est-ce qu'ils confèrent une image cohérente du projet?

→ Quels sont les principaux éléments en matière d'environnement curatif qui ressortent de ces documents?

→ Et en matière d'environnement performant (flexibilité, adaptabilité, etc.)?

→ Le projet réussit-il à transmettre l'idée que les patients sont le but ultime du CUSM?

Perception du projet

→ D'après vous, comment est-ce que la communauté montréalaise perçoit les projets de redéploiement des CHU, notamment celui du CUSM?

²⁸ Version de février 2011.

Rôle dans le projet

→ Qui, selon vous, détient le rôle le plus important dans le projet – le CUSM, le gouvernement, les professionnels, etc.?

Impact de la gouverne politique

→ Quelle est votre opinion sur l'impact de la gouverne politique sur le projet de redéploiement? Comment, plus exactement, les politiques gouvernementales ont influencé-elles le projet?

Curatif *versus* performant

→ Qu'est-ce qui est le plus important pour vous : avoir un environnement curatif ou un environnement performant?

→ Pouvez-vous me décrire, dans vos propres termes, l'hôpital idéal en matière d'environnement curatif?

→ Et l'hôpital performant?

Nouvelles technologies

→ Pensez-vous que le nouveau CUSM sera un hôpital à la fine pointe du design et de la technologie?

→ Sinon, pourquoi et qu'est-ce qu'on pourrait changer pour faire ainsi?

Modes de construction

→ Quel est, d'après vous, le mode de construction le plus adapté pour la construction d'un méga-hôpital tel que le CUSM – conventionnel ou PPP? Pourquoi?

→ Quels sont les principaux bénéfices et risques de la construction en mode conventionnel (campus de la Montagne)?

→ Et du PPP (campus Glen)?

→ Quel mode de construction favorise le mieux la création d'un environnement curatif et/ou d'un environnement performant? Pourquoi?

Communication

→ Comment évaluez-vous la communication entre les différentes institutions participantes au projet – institutions gouvernementales, CUSM, partenaires professionnels, etc.?

→ Que changeriez-vous dans la façon dont cette communication a lieu?

Analyse comparative PPP-conventionnel

→ Si l'on était à comparer le PPP et la méthode conventionnelle, sur quels aspects ou éléments mettriez-vous l'accent? Par exemple : détails architecturaux, planification, gestion de projet, etc.

Divers

→ Aimerez-vous ajouter quelque chose à notre entretien?

ANNEXE XIII

GLOSSAIRE DE LA BASE DE DONNÉES DU SIAD

3P	Partenariat public-privé
ADM	Aéroports de Montréal
AGV	<i>Automated guided vehicles</i>
AMT	Agence métropolitaine de transport
BAFO	<i>Best and Final Offer</i>
Bureau du DE	Le Bureau du Directeur exécutif, Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal
Bureau du PM	Bureau du Premier ministre
CHQ	Corporation d’hébergement du Québec
CHU	Centre hospitalier universitaire
CHUM	Centre hospitalier de l’Université de Montréal
CR-CHUM	Centre de recherche du Centre hospitalier de l’Université de Montréal
CUSM	Centre universitaire de santé McGill
DE’s Office	Le Bureau du Directeur exécutif, Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec – Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal
Design-build	Conception-construction – méthode de construction
DnT	Isolement acoustique normalisé
ED	<i>Emergency Department</i>
E-En Bref	Le bulletin informatif du CUSM
EPC	<i>Engineering, procurement, construction</i> – méthode de construction
EPCM	<i>Engineering, procurement, construction management</i> – méthode de construction

ER	<i>Emergency Room</i>
FTP	<i>Fonctional and technical program</i>
GISM	Groupe immobilier santé McGill – consortium gagnant pour la construction du campus Glen
HEPA	<i>High efficiency particulate air</i>
IAGC	Ingénierie, approvisionnement et gestion de construction – méthode de construction
ICU	<i>Intensive care unit</i>
La 25	L'autoroute 25
La 30	L'autoroute 30
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> – système nord-américain de standardisation de bâtiments à haute qualité environnementale
MGH	<i>Montreal General Hospital</i>
MNI	<i>Montreal Neurological Institute</i>
MUHC	<i>McGill University Health Centre</i>
Neuro	Institut et hôpital neurologiques de Montréal
OSM	Orchestre symphonique de Montréal
P3	Partenariat public-privé
PFT	Programme fonctionnel et technique
PPP	Partenariat public-privé
PPPQ	Agence des partenariats public-privé du Québec
PQ	Parti Québécois
RFP	<i>Request for Proposals</i>
RFQ	<i>Request for Qualification</i>
RUIS	Réseau universitaire intégré de santé
Specs	Spécifications techniques
The General	<i>Montreal General Hospital</i>

The Jewish

The Jewish General Hospital

TIC

Technologies of information and communication

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allison, David. 2007. « Hospital as City. Employing Urban Design Strategies for Effective Wayfinding ». *Health Facilities Management*, vol. 20, n° 6, p. 61-65.
- American Hospital Association. 2002. *In Our Hands : How Hospital Leaders Can Build a Thriving Workforce*. En ligne. 94 p. <<http://www.aha.org/aha/issues/Workforce/inourhands2001.html>>. Consulté le 4 août 2012.
- American Institute of Architects. 2004. *Health Facilities Review 2003-2004*. Mulgrave : The Images Publishing Group, 168 p.
- Annunziato, Lisa. 2000. « Hospitality Healing ». *Contract*, vol. 42, n° 10, p. 54-59.
- Babcock, Regina Raiford. 2005. « Bedside Manner ». *Buildings*, vol. 99, n° 5, p. 62-64.
- Baker, Ted. 2006. « Taking the Fear Out of Hospital ». *Hospital Doctor*, 9 février, p. 24-26.
- Banque européenne d'investissement. 2008. *Le Centre européen d'expertise en matière de PPP. Fiche d'information*. En ligne. <<http://www.eib.org>>. Consulté le 4 août 2012.
- Bardin, Laurence. 1993. *L'analyse de contenu*. Paris : Presses Universitaires de France, 291 p.
- Barista, Dave. 2000. « Health Care Embraces Hospitality ». *Building Design and Construction*, vol. 41, n° 11, p. 36-40.
- Barker, Brad T., et Donald R. DeBord. 2005. « Innovative Hospital Designs Make a Difference ». *Trustee*, vol. 58, n° 10, p. 34-37.
- Barros, Pedro Pita, et Xavier Martinez-Giralt. 2009. « Contractual Design and PPPs for Hospitals : Lessons for the Portuguese Model ». *European Journal of Health Economics*, vol. 10, n° 4, p. 437-453.
- Bartley, Judene, et Nancy B. Bjerke. 2001. « Infection Control Considerations in Critical Care Unit Design and Construction : A Systematic Risk Assessment ». *Critical Care Nursing Quarterly*, vol. 24, n° 3, p. 43-58.
- Bate, Paul, Raza Khan et Annie J. Pyle. 2000. « Culturally Sensitive Structuring : An Action Research-based Approach to Organization Development and Design ». *Public Administration Quarterly*, vol. 23, n° 4, p. 445-473.
- Bergmo, Trine S. 2010. « Economic Evaluation in Telemedicine – Still Room for Improvement ». *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 16, n° 5, p. 229-231.

- Bigelow, Barbara, et Margaret Arndt. 2005. « Transformational Change in Health Care : Changing the Question ». *Hospitals Topics*, vol. 83, n° 2, p. 19-27.
- Black, Susan. 2004. « Environmental Makeover : Transforming a 1950's Hospital with the Health Gardens Planning Concept ». In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 137-143. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Blumenthal, David, et Nigel Edwards. 2000. « A Tale of Two Systems : The Changing Academic Health Center ». *Health Affairs*, vol. 19, n° 3, p. 86-102.
- Bowman, Louise. 2000. « P3-Problem, Problem, Problem ». *Project Finance*, n° du mois de juin, p. 25-27.
- Brailer, David J. 2005. « Economic Perspectives on Health Information Technology : Aggressive Adoption Will Reduce Costs and Improve Quality in Health Care ». *Business Economics*, vol. 40, n° 3, p. 6-15.
- Breslow, Michael J., Brian A. Rosenfeld, Martin Doerfler, Gene Burke *et al.* 2004. « Effect of a multiple-site intensive care unit telemedicine program on clinical and economic outcomes: an alternative paradigm for intensivist staffing ». *Critical Care Medicine*, vol. 32, n° 1, p. 31-38.
- Briggs, John, et Chris Liddell. 2004. « Together at Last ». *HD*, vol. 35, n° 7, p. 20-25.
- Brown, Katherine Kay, et Dennis Gallant. 2006. « Impacting Patient Outcomes through Design : Acuity Adaptable Care/Universal Room Design ». *Critical Care Nursing Quarterly*, vol. 29, n° 4, p. 326-341.
- Brown, Phyllis, et Lauren T. Taquino. 2001. « Designing and Delivering Neonatal Care in Single Rooms ». *Journal of Perinatal and Neonatal Nursing*, vol. 15, n° 1, p. 68-83.
- Cama, Rosalyn. 2009. *Evidence-Based Healthcare Design*. Hoboken : John Wiley & Sons, 256 p.
- Cañizares, Ana G. 2005. *Great New Buildings of the World : Works from Tadao Ando to Zaha Hadid*. New York : Harper Collins Publishers, 192 p.
- Carassus, Jean. 2006. « Public Private Partnership as Innovation in Services : Global Solution, Local Issues ». *CIB Joint Symposium, Rome, 2006*. En ligne. 12 p. <http://desh.cstb.fr/file/rub49_doc49_1.pdf>. Consulté le 4 août 2012.
- Carette, Denis. 2004. « Les partenariats public-privé ». *Bâtir en santé*, vol. 2, n° 7, p. 1-4.

- Carpenter, Dave. 2004. « Good, Old-fashioned Building Boom ». *Hospitals and Health Networks*, vol. 78, n° 3, p. 34-43.
- Carpenter, Dave. 2006. « The Boom Goes On ». *Hospitals and Health Networks*, vol. 80, n° 3, p. 48-54.
- Carpenter, Dave. 2008. « Hospital Construction Roars Right Along ». *Hospitals and Health Networks*, vol. 82, n° 3, p. 40-44.
- Cassidy, Robert. 2003a. « An Opportunity for Wellness ». *Building Design and Construction*, vol. 44, n° 4, p. 46-51.
- Cassidy, Robert. 2003b. « Positive Prognosis ». *Building Design and Construction*, vol. 44, n° 2, p. 32-38.
- Cassidy, Robert. 2008. « When One Is Better Than Two : Carilion Roanoke Memorial Hospital ». *Building Design and Construction*, vol. 49, n° 6, p. 42.
- Center for Health Design. 2008. « The Pebble Project ». In *Site de Center for Health Design*. En ligne. <<http://www.healthdesign.org/research/pebble/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Centre universitaire de santé McGill. 1998. *Rapport sur les activités de planification de la création d'un nouveau centre*. Montréal : Centre universitaire de santé McGill, 70 p.
- Centre universitaire de santé McGill. 2000. *Site de la conférence Healing by Design. Building for Health Care in the 21st Century / L'hôpital du XXI^e siècle. Édifier un modèle de guérison*. En ligne. <<http://muhc-healing.mcgill.ca/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Centre universitaire de santé McGill. 2006. *La chirurgie robotique utilisée avec succès pour traiter le cancer de la prostate*. In *Le site du Centre universitaire de santé McGill*. En ligne. <http://www.cusm.ca/media/news/item/?item_id=22243>. Consulté le 4 août 2012.
- Centre universitaire de santé McGill. 2007. *Projet de redéploiement. Offre de services : Soins cliniques, recherche et enseignement*. Montréal : Centre universitaire de santé McGill, 272 p.
- Centre universitaire de santé McGill. 2008a. *Étalonnage international des centres hospitaliers universitaires*. Document de travail, 47 p.
- Centre universitaire de santé McGill. 2008b. *Projet de redéploiement du CUSM. Programme fonctionnel et technique*. Montréal : Centre universitaire de santé McGill, 1002 p.

- Centre universitaire de santé McGill. 2008c. *Valeurs et mission du CUSM. Ancienne version du site web du CUSM*. Montréal : Centre universitaire de santé McGill, 2 p.
- Cereste, Marco, Neil F. Doherty et Cheryl J. Travers. 2003. « An Investigation into the Level and Impact of Merger Activity Amongst Hospitals in the UK's National Health Service ». *Journal of Health Organization and Management*, vol. 17, n° 1, p. 6-25.
- Chaudhury, Habib, Atiya Mahmood et Maria Valente. 2005. « Advantages and Disadvantages of Single- Versus Multiple-Occupancy Rooms in Acute Care Environments. A Review and Analysis of the Literature ». *Environment and Behavior*, vol. 37, n° 6, p. 760-786.
- Chefurka, Tannis, Faith Nesdoly et John Christie. 2000. « Concepts of Flexibility in Healthcare Facility Planning, Design and Construction ». In *Site de la conférence Healing by Design : Building for Health Care in the 21st Century*. (Montréal, 20-21 septembre 2000). En ligne. <http://muhc-healing.mcgill.ca/english/Speakers/chefurka_p.html>. Consulté le 4 août 2012.
- Clinique Mayo. 2012. « Mayo Clinic in Rochester, Minnesota ». In *Le site de la Clinique Mayo*. En ligne. <<http://www.mayoclinic.org/rochester/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Cole, John. 2006. « Strategic Planning for Healthcare Facilities ». In *The Architecture of Hospitals*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 356-361. Amsterdam : NAI Publishers.
- Corporation d'hébergement du Québec et Modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal. 2008. *Guide de performance*, 228 p. En ligne. <<http://construction3chu.msss.gouv.qc.ca/site/download.php?f=dc4ca20d0c77008490d40b22bd407437>>. Consulté le 4 août 2012.
- Debajyoti, Pati, Tom Harvey et Carolyn Cason. 2008. « Inpatient Unit Flexibility : Design Characteristics of a Successful Flexible Unit ». *Environment and Behavior*, vol. 40, n° 2, p. 205-232.
- Dervaux, Benoît, Gary D. Ferrier, Hervé Leleu et Vivian Valdmanis. 2004. « Comparing French and US Hospital Technologies : A Directional Input Distance Function Approach ». *Applied Economics*, vol. 36, n° 10, p. 1065-1081.
- Dilani, Alan. 1999. *Design and Care in Hospital Planning*. Stockholm : Karolinska Institutet, Public Health and Treatment Research, and Design & Health, 274 p.
- Dilani, Alan (ed.). 2001. *Design & Health. The Therapeutic Benefits of Design*. Stockholm : Svensk Byggtjänst, 328 p.

- Dilani, Alan (ed.). 2004. *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*. Tryckeri : International Academy for Design and Health, 326 p.
- Dilani, Alan (ed.). 2006. *Design & Health IV. Future Trends in Healthcare Design*. Tryckeri : International Academy for Design and Health, 314 p.
- Domenig, Günther, Hermann Eisenköck, Herfried Peyker, Rupert Gruber et Peter Zinganel. 2003. *Bauten und Projekte für das Gesundheitswesen. Hospital Buildings and Healthcare-related Projects. 1991-2002*. Graz : Architectur Consult ZT GmbH, 98 p.
- Donnelly, Erin. 2006. « Picture Perfect ». *Building*, vol. 56, n° 5, p. 51-53.
- Driesen, Geert. 2006. « A Strategy for Re-urbanizing Hospitals ». In *The Architecture of Hospitals*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 106-112. Amsterdam : NAI Publishers.
- Eagle, Amy. 2005. « All Together Now. Building Connects Diverse Activities of Mayo Clinic Complex ». *Health Facilities Management*, vol. 18, n° 12, p. 10-18.
- Eagle, Amy. 2006. « Fitting In ». *Health Facilities Management*, vol. 19, n° 2, p. 18-25.
- Eagle, Amy. 2007a. « Creating the [Patient-centered] Room ». *Health Facilities Management*, vol. 20, n° 6, p. 40-44.
- Eagle, Amy. 2007b. « Orchard Fresh ». *Health Facilities Management*, vol. 20, n° 9, p. 10-16.
- Edum-Fotwe, Francis T., Charles Egbu et Alistair G. F. Gibb. 2003. « Designing Facilities Management Needs into Infrastructure Projects : Case from a Major Hospital ». *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 17, n° 1, p. 43-50.
- Epp, Timothy, Renée S. MacPhee et Ava-Ann Allman. 2001. « Let There Be Light : The Aging Eye Needs More Illumination than Is Available in Many Facilities ». *Canadian Nursing Home*, vol. 12, n° 2, p. 4-9.
- Esposito, Marie-Claude. 2009. « La Public Finance Initiative : de la production d'équipements à la gestion de services ». *Observatoire de la Société britannique*, n° 7, mars 2009, p. 135-149.
- Facility Guidelines Institute et American Institute of Architects. 2006. *Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities*. Washington : American Institute of Architects, 326 p.

- Farrow, Tye S. 2006. « The New Green Field Hospital in Ontario ». In *Design & Health IV. Future Trends in Healthcare Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 301-313. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Fellows, Richard, et Anita Liu. 2003. *Research Methods for Construction*, 2^e édition. Oxford : Blackwell Science, 262 p.
- Fick, Douglas D., et Gary L. Vance. 2006. « Quiet Zone ». *Health Facilities Management*, vol. 19, n^o 8, p. 21-24.
- Fisher, Elliott S., David E. Wennberg, Thérèse A. Stukel et Daniel J. Gottlieb. 2004. « Variations in the Longitudinal Efficiency of Academic Medical Centers ». *Health Affairs – Web Exclusive*. En ligne. 15 p. <<http://content.healthaffairs.org/cgi/reprint/hlthaff.var.19v1.pdf>>. Consulté le 4 août 2012.
- Flinders, Matthew. 2005. « The Politics of Public-Private Partnerships ». *British Journal of Politics and International Relations*, vol. 7, n^o 2, p. 215-239.
- Flynn, Larry. 2004. « Ultra-Tech Hospitals ». *Building Design and Construction*, vol. 45, n^o 2, p. 21-27.
- Fontaine, Dorrie K., Linda Prinkey Briggs et Briggit Pope-Smith. 2001. « Designing Humanistic Critical Care Environments ». *Critical Care Nursing Quarterly*, vol. 24, n^o 3, p. 21-34.
- Gallant, Dennis, et Karen Lanning. 2001. « Streamlining Patient Care Processes through Flexible Room and Equipment Design ». *Critical Care Nursing Quarterly*, vol. 24, n^o 3, p. 59-76.
- Gallup, Joan Whaley. 1999. *Wellness Centers. A Guide for the Design Professional*. New York : John Wiley & Sons, 264 p.
- Gaudin, Bruno. 2006. « The Hospital and the City ». In *The Architecture of Hospitals*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 113-119. Amsterdam : NAI Publishers.
- Gesler, Wil, Morag Bell, Sarah Curtis, Phil Hubbard et Susan Francis. 2004. « Therapy by Design : Evaluating the UK Hospital Building Program ». *Health and Place*, vol. 10, n^o 2, p. 117-128.
- Gibson, Ian W. 2007. « An Approach to Hospital Planning and Design Using Discrete Event Simulation ». In *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference* (Washington, décembre 2007). Piscataway : Institute of Electrical and Electronics Engineers Press.

- Greene, Jan. 2005. « New Jersey Health System Builds Hospital for Staff Efficiency ». *Health Facilities Management*, vol. 18, n° 10, p. 4-6.
- Hagerman, Inger, Gundars Rasmanis, Vanja Blomkvist, Roger Ulrich *et al.* 2005. « Influence of Intensive Coronary Care Acoustics on the Quality of Care and Physiological State of Patients ». *International Journal of Cardiology*, vol. 98, n° 2, p. 267-270.
- Hamilton, Kirk D. 2000a. « Design for Critical Care Facilities ». In *Site de la conférence Healing by Design : Building for Health Care in the 21st Century*. (Montréal, 20-21 septembre 2000). En ligne. <http://muhc-healing.mcgill.ca/english/Speakers/hamilton_p1.html>. Consulté le 4 août 2012.
- Hamilton, Kirk D. 2000b. « Design for Patient Units ». In *Site de la conférence Healing by Design : Building for Health Care in the 21st Century*. (Montréal, 20-21 septembre 2000). En ligne. <http://muhc-healing.mcgill.ca/english/Speakers/hamilton_p2.html>. Consulté le 4 août 2012.
- Hamilton, Kirk D. 2004. « Hypothesis and Measurement : Essential Steps Defining Evidence-Based Design ». *Healthcare Design*, n° 4, mars 2004, p. 43-46.
- Hamilton, Kirk D. 2006. « The Four Levels of Evidence-Based Practice ». *The AIA Journal of Architecture*. En ligne. <http://www.aia.org/nwsltr_aiaj.cfm?pagename=aiaj_a_20041201_fourlevels>. Consulté le 4 août 2012.
- Hamilton, Kirk D. 2007. « In Search of Evidence ». *Health Facilities Management*, vol. 20, n° 8, p. 21-24.
- Hamilton, Kirk D., et David H. Watkins. 2009. *Evidence-Based Design for Multiple Building Types*. Hoboken : John Wiley & Sons, 272 p.
- Hamilton, Robert. 2004. « Planning of the Pre-Concept Architectural Design for the McGill University Health Centre, Montreal » In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 59-71. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Harrison, Tom. 1997. « Saving Face ». *Civil Engineering*, vol. 67, n° 5, p. 44-47.
- Hartig, Terry. 2005. « Healing Gardens ». In *Evidence Based Design : Architecture as Medicine?*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 31-34. Groningen : Foundation '200 years University Hospital Groningen'.
- Harvey, Tom E., et Pati Debajyoti. 2008. « Functional Flexibility ». *Health Facilities Management*, vol. 21, n° 2, p. 29-34.

- Haugh, Richard. 2003. « The Future is Now for Surgery Suites ». *Hospitals and Health Networks*, vol. 77, n° 3, p. 50-54.
- Healthcare Financial Management Association. 2003. *Design for Success : Efficiency and Effectiveness through Facility Design*. En ligne. 16 p. <http://www.healthdesign.org/resources/pubs/articles/pdfs/hfm_spec_section.pdf>. Consulté le 4 août 2012.
- Helleso, Ragnhild, Lena Sorensen et Margarethe Lorensen. 2005. « Nurses' Information Management Across Complex Health Care Organizations ». *International Journal of Medical Informatics*, vol. 74, n° 11-12, p. 960 – 972.
- Hendrich, Ann L., Joy Fay et Amy K. Sorrells. 2004. « Effects of Acuity-Adaptable Rooms on Flow of Patients and Delivery of Care ». *American Journal of Critical Care*, vol. 13, n° 1, p. 35-45.
- Hendrich, Ann L., et Nelson Lee. 2005. « Intra-Unit Patient Transports: Time, Motion, and Cost Impact on Hospital Efficiency ». *Nursing Economics*, vol. 23, n° 4, p. 157-166.
- Hitchen, Lisa. 2006. « Doubts Cast Over Single Room Plan ». *Hospital Doctor*, 9 février, p. 2.
- Hodge, Graeme A., et Carsten Greve. 2007. « Public-Private Partnerships : An International Performance Review ». *Public Administration Review*, vol. 67, n° 3, p. 545-558.
- Hoover, Monte, et Robert Schoeck. 2006. « Better Space, Better Health ». *Building Operating Management*, vol. 53, n° 5, p. 45-52.
- Hosking, Sarah, et Liz Haggard. 1999. *Healing the Hospital Environment. Design, Management and Maintenance of Healthcare Premises*. London : Taylor & Francis Group, 193 p.
- Hu, Daiping, Wiguo Xu, Huizhang Shen et Li Mengyu. 2005. « Study on information system of health care services management in hospital ». In *Proceedings of the 2005 International Conference on Services Systems and Services Management*. (Chongqing, juin 2005), p 1498-1501. Chongqing : Institute of Electrical and Electronics Engineers Press.
- Hu, Jin-Li, et Yuan-Fu Huang. 2004. « Technical Efficiencies in Large Hospitals : A Managerial Perspective ». *International Journal of Management*, vol. 21, n° 4, p. 506-514.
- Institut national de recherche en informatique et en automatique. 2011. « Le langage Caml ». In *Le site de Caml*. En ligne. <<http://caml.inria.fr/>>. Consulté le 4 août 2012.

- Institution of Mechanical Engineers. 2003. *Healthcare Engineering – Latest Developments and Applications*. London : Professional Engineering Publishing Ltd., 254 p.
- Joch, Alan. 2003. « At Long Last, Hospitals Are Going High-Tech ». *Architectural Record*, vol. 191, n° 9, p. 179-184.
- Johnson, Donald E. L. 2004. « Metaphors Help Architects Get Into the Minds of Hospital's Patients ». *Health Care Strategic Management*, vol. 22, n° 11, p. 13-16.
- Joseph, Anjali, et Roger Ulrich. 2007. *Sound Control for Improved Outcomes in Healthcare Settings*. En ligne. 15 p. <http://www.healthdesign.org/research/reports/documents/CHD_Issue_Paper4.pdf>. Consulté le 4 août 2012.
- Jussaume, Mark. 2000. « Infrastructure Plans : Investments that Pay ». *Engineered Systems*, vol. 17, n° 6, p. 58-63.
- Kobus, Richard L., Ronald L. Skaggs, Michael Bobrow, Julia Thomas et Thomas M. Payette. 2000. *Building Type Basics for Healthcare Facilities*. New York : John Wiley & Sons, 258 p.
- Kobylka, Janet. 2006. « Furniture that Fits ». *Health Facilities Management*, vol. 19, n° 8, p. 25-30.
- Komiske, Bruce King (ed.). 2005. *Children's Hospitals. The Future of Healing Environments*. Victoria : Images Publishing, 168 p.
- Lefranc, Hélène, et Marie-Claude Elie-Morin. 2009. « Dossier. Faut-il avoir peur des PPP? ». *Esquisses*, vol. 19, n° 5, p. 12-29.
- Lévine, Pierre, et Jean-Charles Pomerol. 1990. *Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts*. Paris : Édition Hermès, 335 p.
- Litch, Bonnie K. 2007. « The Marriage of Form and Function : Creating a Healing Environment ». *Healthcare Executive*, vol. 22, n° 4, p. 20-27.
- Livingston, Heather. 2004. « Design Matters in Health-care Facilities ». *AIArchitect*. En ligne. <<http://www.aia.org/aiarchitect/thisweek04/tw0416/0416pebble.htm>>. Consulté le 4 août 2012.
- Lowe, Alan. 2000. « The Construction of a Network at Health Waikato. The "Towards Clinical Budgeting" Project ». *Journal of Management in Medicine*, vol. 14, n° 34, p. 210-239.

- Manjunath, Usha, Bhimaraya A. Metri et Shalini Ramachandran. 2007. « Quality Management in a Healthcare Organisation : A Case of South Indian Hospital ». *Total Quality Management Magazine*, vol. 19, n° 2, p. 129-139.
- Marcus, Clare Cooper, et Marni Barnes. 1995. *Gardens in Healthcare Facilities : Uses, Therapeutic Benefits, and Design Recommendations*. Pleasant Hill : Center for Health Design, 96 p.
- May, Ellen Lanser. 2004. « Building Green Hospitals ». *Healthcare Executive*, vol. 19, n° 4, p. 38-40.
- McDermott, Christopher M. 2007. « Hospital Operations and Length of Stay Performance ». *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 27, n° 9, p. 1020-1042.
- Miller, Richard L., et Earl S. Swensson. 2002. *Hospital and Healthcare Facility Design*, 2^e édition. New York : W. W. Norton & Company, 384 p.
- Milshtein, Amy. 2005. « Room for the Cure ». *Contract*, vol. 47, n° 10, p. 72-77.
- Ministère de l'Emploi et de la Solidarité. 2000. *Demain l'Hôpital*. Paris : Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, 176 p.
- Mintzberg, Henry. 1996. « Managing Government. Governing Management ». *Harvard Business Review*, vol. 74, n° 1, p. 75-83.
- Mintzberg, Henry. 1997. « Toward Healthier Hospitals ». *Health Care Management Review*, vol. 22, n° 4, p. 9-19.
- Monk, Tony. 2004. *Hospital Builders*. Chichester : Wiley-Academy, 224 p.
- Montgomery, Terry. 2004. « The Urban Village as Healing Environment ». In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 197-205. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Murphy, Erin. 2000. « The Patient Room of the Future ». *Nursing Management*, vol. 31, n° 3, p. 38-40.
- Naing, Thiri, Yusserie Zainuddin, et Suhaiza Zailani. 2008. « Determinants of Information System Adoption in Private Hospitals in Malaysia ». In *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, ICTTA 3rd Conference*. Damas (7-11 avril 2008), p. 1-2. Damas : Institute of Electrical and Electronics Engineers Press.

- Nayar, Jean. 2005. « High-Touch Healing ». *Contract*, vol. 47, n° 10, p. 56-61.
- Noël, André. 2009. « La crise frappe, les PPP vacillent ». *La Presse*, n° du 19 février 2009. En ligne. <<http://www.cyberpresse.ca/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Ocsigen. 2011. « Js_of_ocaml ». In *Le site d'Ocsigen*. En ligne. <http://ocsigen.org/js_of_ocaml/manual/>. Consulté le 4 août 2012.
- Oliver, Kate L. 2004. « OR Expansion – A Journey into the Unknown ». *Association of Operating Room Nurses Journal*, vol. 79, n° 2, p. 369-373.
- Philipps, Stephen J., Gail A. Eskes, Gordon J. Gubitz et Queen Elizabeth II Health Sciences Centre Acute Stroke Team. 2002. « Description and Evaluation of an Acute Stroke Unit ». *Canadian Medical Association Journal*, vol. 167, n° 7, p. 655-660.
- Pineault, Marc. 2004. « Development of a Tool for Evaluating Proximity Requirements in the Programming and Design of a New Hospital ». In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 47-57. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Polak, Claude. 2006. « L'architecture hospitalière, aujourd'hui et demain. Entretien avec Jean-Philippe Pargade ». In *Site CyberAchi.com*. En ligne. <<http://www.cyberarchi.com/actus&dossiers/entretiens/index.php?dossier=82&article=4745>>. Consulté le 4 août 2012.
- Raphael.js. 2011. « Raphaël – JavaScript Library ». In *Le site de Raphaël.js*. En ligne. <<http://raphaeljs.com/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Reiling, John, Carole Breckbill, Mike Murphy, Sue McCullough et Sonja Chernos. 2003. « Facility Designing around Patient Safety and its Effect on Nursing ». *Nursing Economics*, vol. 21, n° 3, p. 143-147.
- Réseau universitaire intégré de santé de l'Université McGill. 2010. « Qu'est-ce que le RUIS? ». In *Site du RUIS McGill*. En ligne. <http://www.medicine.mcgill.ca/ruis/fr/home_whatIsRUIS.htm>. Consulté le 4 août 2012.
- Rich, Motoko. 2002. « Healthy Hospital Designs – Improving Decor and Layout Can Have Impact on Care; Fewer Fractures and Infections ». *The Wall Street Journal*, 27 novembre 2002, p. B-1, B-4.
- Richmond, Holly. 2005. « Healing Gardens ». *Contract*, vol. 47, n° 10, p. 62-68.
- Righini, Marc, et Grégoire Le Gal. 2005. « Principes de la médecine fondée sur les preuves ». *Médecine thérapeutique*, vol. 11, n° 6, p. 424-427.

- Riley, Donna, et Nicolas Steinmetz. 2001. « Moving Towards a New Vision for Healthcare. The McGill University Health Centre, Montreal ». In *Design & Health. The Therapeutic Benefits of Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 127-132. Stockholm : Svensk Byggtjanst.
- Romano, Michael. 2001. « The Latest Surgery Suite, and a Room with a View ». *Modern Healthcare*, vol. 31, n° 9, p. 26-30.
- Salter, Chuck. 2006. « A Prescription for Innovation ». *Fast Company*, n° 104, p. 83-87.
- Shaoul, Jean. 2003. « A Financial Analysis of the National Air Traffic Services PPP ». *Public Money and Management*, vol. 23, n° 3, p. 185-194.
- Sinclair, Ian. 2004. « Enshrining Humanistic Design in the Project Plan ». In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 207-215. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Solovy, Alden. 2006. « Designing a Healing Environment ». *Health Facilities Management*, vol. 19, n° 6, p. 30-40.
- Stark, David. 2006. « Healthcare Procurements Methods ». In *Design & Health. Future Trends in Healthcare Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 93-98. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Stichler, Jaynelle F. 2001, « Creating Healing Environments in Critical Care Units ». *Critical Care Nursing Quarterly*, vol. 24, n° 3, p. 1-20.
- Symon, Andrew, Jeanette Paul, Maggie Butchart, Val Carr et Pat Dugard. 2008. « Maternity Unit Design: Background to Multi-Site Study in England ». *British Journal of Midwifery*, vol. 16, n° 1, p. 29-33.
- Tabesh, Reza A., et Sheryl Staub-French. 2006. « Modeling and Coordinating Building Systems in Three Dimensions : A Case Study ». *Canadian Journal of Civil Engineering*, vol. 33, n° 12, p. 1490-1504.
- Teltsch, Dana Y., James Hanley, Peter Goldberg, Ash Gursahaney et David L. Buckeridge. 2011. « Infection Acquisition Following Intensive Care Unit Room Privatization ». *Archives of Internal Medicine*, vol. 78, n° 1, p. 32-38.
- Thrall, Terese Hudson. 2004. « Healing Environments : Four Themes Guide Planners in Creating Spaces that Allow Patients to Recover more Quickly ». *Hospitals and Health Networks*, vol. 78, n° 5, p. 49-52.

- Tobia, Nadia, et Susan Black. 2001. « Designing for Dementia ». In *Design & Health. The Therapeutic Benefits of Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 187-194. Stockholm : Svensk Byggtjanst.
- Ulrich, Roger. 2000. « Evidence Based Environmental Design for Improving Medical Outcomes ». In *Site de la conférence Healing by Design : Building for Health Care in the 21st Century*. (Montréal, 20-21 septembre 2000). En ligne. <http://muhc-healing.mcgill.ca/english/Speakers/ulrich_p.html>. Consulté le 4 août 2012.
- Ulrich, Roger. 2006. « Evidence-based Health-care Architecture ». *The Lancet*, n° 368, p. 538-539.
- Ulrich, Roger, et Anjali Joseph. 2005. *Scorecards for Evidence-Based Design*. En ligne. 3 p. <<http://www.healthdesign.org>>. Consulté le 4 août 2012.
- Ulrich, Roger, Craig Zimring, Xiaobo Quan, Anjali Joseph et Ruchi Choudhary. 2004. *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century : A Once-in-a-Lifetime Opportunity*. En ligne. 69 p. <<http://www.rwjf.org/files/publications/other/RoleofthePhysicalEnvironment.pdf>>. Consulté le 4 août 2012.
- Van de Glind, Irene, Stanny de Roode et Anne Goossensen. 2008. « Do Patients in Hospitals Benefit from Single Rooms? A Literature Review ». *Health Policy*, vol. 84, n° 2-3, p. 153-161.
- Van den Berg, Agnes E. 2005. *Health Impacts of Healing Environments*. Groningen : Foundation '200 years University Hospital Groningen', 96 p.
- Verderber, Stephen, et David J. Fine. 2000. *Healthcare Architecture in an Era of Radical Transformation*. New Haven : Yale University Press, 416 p.
- Vérificateur général de l'Ontario. 2008. « Projet des partenariats entre les secteurs public et privé de l'Hôpital de Brampton ». In *Rapport annuel 2008*, p. 120-144. En ligne. <<http://www.auditor.on.ca>>. Consulté le 4 août 2012.
- Vérificateur général du Québec. 2010. *Rapport spécial portant sur la vigie relative aux projets de modernisation des centres hospitaliers universitaires de Montréal*. En ligne. 38 p. <http://www.vgq.gouv.qc.ca/fr/fr_publications/fr_rapport-annuel/fr_2010-2011-Rapport-CHU/fr_Rapport2010-2011-CHU.pdf>. Consulté le 4 août 2012.
- Wade, Rick. 2005. « The ED Challenge : Designing for Excellence ». *Health Facilities Management*, vol. 18, n° 1, p. 27-41.

- Wagenaar, Cor (ed.). 2005. *Evidence Based Design : Architecture as Medicine?* Groningen : Foundation '200 years University Hospital Groningen', 46 p.
- Wagenaar, Cor. 2006a. « The Architecture of Hospitals. Introduction ». In *The Architecture of Hospitals*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 110-119. Amsterdam : NAI Publishers.
- Wagenaar, Cor (ed.). 2006b. *The Architecture of Hospitals*. Amsterdam : NAI Publishers, 544 p.
- Walston, Stephen L., et John R. Kimberly. 1997. « Reengineering Hospitals: Evidence from the Field ». *Hospital and Health Services Administration*, vol. 42, n° 2, p. 143-164.
- Westelaken, Han. 2006. « Atrium Hospital in Heerlen ». In *The Architecture of Hospitals*, sous la dir. de Wagenaar, Cor, p. 124-129. Amsterdam : NAI Publishers.
- Wettenhall, Roger. 2003. « The Rhetoric and Reality of Public-Private Partnerships ». *Public Organization Review : A Global Journal*, vol. 3, n° 1, p. 77-107.
- Wolf, Emily J. 2003. « Promoting Patient Safety through Facility Design ». *Healthcare Executive*, vol. 18, n° 4, p. 16-20.
- World Health Design. 2008. « Inquiry. Partnership on the Precipice ». *World Health Design*, n° 2, p. 16-17.
- X86bar. 2009. « Où vont les navigateurs web ». En ligne. <<http://x86bar.wordpress.com/2009/06/12/ou-vont-les-navigateurs-web/>>. Consulté le 4 août 2012.
- Yescombe, Edward R. 2007. *Public-Private Partnerships. Principles of Policy and Finance*. Oxford : Elsevier, 350 p.
- Zeidler, Eberhard H. 2004. « Holistic Healthcare Buildings ». In *Design & Health III. Health Promotion through Environmental Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 219-229. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Zeidler, Eberhard H. 2006. « Hospital Design for Emotional and Cultural Needs ». In *Design & Health IV. Future Trends in Healthcare Design*, sous la dir. de Dilani, Alan, p. 183-196. Tryckeri : International Academy for Design and Health.
- Zeisel, John. 2006. *Inquiry by Design*. New York : Norton, 416 p.