

GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES

Sondès Chaabane

▶ **To cite this version:**

Sondès Chaabane. GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES. Sciences de l'ingénieur [physics]. INSA de Lyon, 2004. Français. NNT : . tel-00008835

HAL Id: tel-00008835
https://theses.hal.science/tel-00008835

Submitted on 21 Mar 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

N° d'ordre 04ISAL0038 Année 2004

Thèse

Gestion prédictive des Blocs Opératoires

Présentée devant
L'institut National des Sciences Appliquées de Lyon

Pour obtenir
Le grade de docteur

Formation doctorale :
Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise

École doctorale :
Informatique et Information pour la Société

Par
Sondes CHAABANE
(Ingénieur en Informatique)

Soutenue publiquement le 09 juillet 2004

Jury MM.

	Alain GUINET	Directeur de recherche (INSA de Lyon)
	Jean-Paul VIALE	Professeur des Universités Praticien Hospitalier, Hôpital de la Croix-Rousse
Rapporteur	Michel GOURGAND	Professeur des Universités (Université Blaise Pascal)
Rapporteur	Christian TAHON	Professeur des Universités (Université de Valenciennes)
	Gilbert LIEGEOIS	Maître de conférence, Délégué Général Pôle Productique Rhône-Alpes
	Laurent RAISIN-DADRE	Directeur de Département de Conseil en Stratégie, Hospices Civils de Lyon
(Membre invité)	Alain DUSSAUCHOY	Professeur des Universités (Université Claude Bernard Lyon1)
(Membre invité)	Pierre LADET	Professeur des Universités (Institut National Polytechnique de Grenoble)

GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES

RESUME

La gestion des blocs opératoires est actuellement l'objet de multiples questionnements, aussi bien sur le court terme que sur le long terme. Elle se heurte en effets aux problèmes aigus d'emploi des ressources aussi bien humaines que matérielles, qui sont aujourd'hui toutes deux disponibles en capacité finie. Dans l'investigation de cette problématique, nos travaux de recherche ont été effectués selon trois axes principaux. En premier lieu, dans une perspective initiale descriptive, nous avons analysé les différentes activités, ressources et flux du processus opératoire. Cette analyse nous a permis d'identifier les forces et faiblesses d'un existant et de modéliser ses différentes entités de gestion. Ensuite, nous avons proposé les différentes étapes d'une organisation de gestion d'un processus opératoire. Nous nous sommes limités dans notre étude aux périodes pré- (avant l'intervention) et per-opératoire (pendant l'intervention). Enfin, nous avons proposé des outils de résolution et expérimenté la capacité de ceux-ci à répondre aux différents problèmes de gestion. Quatre problèmes de gestion ont été identifiés : la programmation des interventions, la définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, la planification du bloc opératoire et enfin l'ordonnancement des salles d'opérations. Nous avons conçu une extension de la méthode Hongroise pour la résolution des problèmes de programmation et de planification opératoire. La définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations a été définie comme un problème linéaire. L'ordonnancement des salles d'opérations a été identifié comme un problème de type Flow-Shop Hybride à trois étages sans temps d'attente avec contraintes de précédences. Il a été résolu à l'aide des règles connues d'ordonnancement et d'affectation.
Ces travaux nous ont permis de démontrer que des méthodes d'analyse et outils de résolution issus du manufacturier peuvent être appliqués au domaine hospitalier.

Mots clés : Gestion des Blocs Opératoires, Gestion des Ressources Humaines et Matérielles, Programmation Opératoire, Méthode Hongroise, Flow-Shop Hybride.

OPERATING THEATRE PREDICTIVE MANAGEMENT

ABSTRACT

Due to the shortage of the human and financial resources, the Operating Theatre Management is nowadays a major concern, on the short term as well as on the medium term. Indeed, all these structures in the eastern countries share the major problem of limited human and financial support. In this respect, our study was carried out along three steps. First, we analysed the process activities of the operating room, its resources and flows. This analysis allowed us to identify the forces and weaknesses of the actual process and to define the major management issues. Second, we studied the organisational levels of the operating process. We limited our study to the pre-operative (before surgery) and the per-operative (during surgery) steps of the operating procedure. Finally, we presented the tools to solve the identified management questions and we specified their effectiveness. Four problems were actually identified : intervention programming adjusted operating theatre staffing, operating theatre planning and operating theatre schedule. We have developed an heuristic method based on the extended Hungarian method to solve the intervention programming as well as the operating theatre planning. The operating staffing was solved modelling to a linear program. The operating theatre scheduling was identified as a three-stage hybrid flow-shop organisation with no-wait and precedence constraints. This problem was solved by well known scheduling and assignment methods.
These works lead us to conclude that analysis methods and management tools from manufacturing systems can be used to hospitals systems.

Key words : Operating Theatre Management, Human and Material Resources Management, Interventions Programming Problem, Hungarian Method, Hybrid Flow-Shop.

INSA DE LYON
DEPARTEMENT DES ETUDES DOCTORALE
Septembre 2003

Ecoles Doctorales et Diplômes d'Etudes Approfondies

habilités pour la période 1999-2003

ECOLES DOCTORALES n° code national	RESPONSABLE PRINCIPAL	CORRESPONDANT INSA	DEA INSA n° code national	RESPONSABLE DEA INSA
CHIMIE DE LYON **(Chimie, Procédés, Environnement)** **EDA206**	M. D. SINOU UCBL1 04.72.44.62.63 Sec 04.72.44.62.64 Fax 04.72.44.81.60	**M. R. GOURDON** 87.53 Sec 84.30 Fax 87.17	Chimie Inorganique **910643** Sciences et Stratégies Analytiques **910634** Sciences et Techniques du Déchet **910675**	 M. R. GOURDON Tél 87.53 Fax 87.17
ECONOMIE, ESPACE ET MODELISATION DES COMPORTEMENTS **(E^2MC)** **EDA417**	M.A. BONNAFOUS LYON 2 04.72.72.64.38 Sec 04.72.72.64.03 Fax 04.72.72.64.48	**Mme M. ZIMMERMANN** 60.91 Fax 87.96	Villes et Sociétés **911218** Dimensions Cognitives et Modélisation **992678**	Mme M. ZIMMERMANN Tél 60.91 Fax 87.96 M. L. FRECON Tél 82.39 Fax 85.18
ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE **(E.E.A.)** **EDA160**	**M. D. BARBIER** INSA DE LYON 85.47 Fax 60.82		Automatique Industrielle **910676** Dispositifs de l'Electronique Intégrée **910696** Génie Electrique de Lyon **910065** Images et Systèmes **992254**	M. M. BETEMPS Tél 85.59 Fax 85.35 M. D. BARBIER Tél 85.47 Fax 60.82 M. J.P. CHANTE Tél 87.26 Fax 85.30 Mme I. MAGNIN Tél 85.63 Fax 85.26
EVOLUTION, ECOSYSTEME, MICROBIOLOGIE , MODELISATION **(E2M2)** **EDA403**	**M. J.P FLANDROIS** UCBL1 04.78.86.31.50 Sec 04.78.86.31.52 Fax 04.78.86.31.49	**M. S. GRENIER** 79.88 Fax 85.34	Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques **910509**	M. S. GRENIER Tél 79.88 Fax 85.34
INFORMATIQUE ET INFORMATION POUR LA SOCIETE **(EDIIS)** **EDA 407**	**M. L. BRUNIE** INSA DE LYON 87.59 Fax 80.97		Documents Multimédia, Images et Systèmes d'Information Communicants **992774** Extraction des Connaissances à partir des Données **992099** Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise **950131**	M. A. FLORY Tél 84.66 Fax 85.97 M. J.F. BOULICAUT Tél 89.05 Fax 87.13 M. A. GUINET Tél 85.94 Fax 85.38
INTERDISCIPLINAIRE SCIENCES-SANTE **(EDISS)** **EDA205**	**M. A.J. COZZONE** UCBL1 04.72.72.26.72 Sec 04.72.72.26.75 Fax 04.72.72.26.01	**M. M. LAGARDE** 82.40 Fax 85.24	Biochimie **930032**	M. M. LAGARDE Tél 82.40 Fax 85.24
MATERIAUX DE LYON **UNIVERSITE LYON 1** **EDA 034**	**M. J. JOSEPH** ECL 04.72.18.62.44 Sec 04.72.18.62.51 Fax 04.72.18.60.90	**M. J.M. PELLETIER** 83.18 Fax 85.28	Génie des Matériaux : Microstructure, Comportement Mécanique, Durabilité **910527** Matériaux Polymères et Composites **910607** Matière Condensée, Surfaces et Interfaces **910577**	M. J.M.PELLETIER Tél 83.18 Fax 85.28 M. H. SAUTEREAU Tél 81.78 Fax 85.27 M. G. GUILLOT Tél 81.61 Fax 85.31
MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE FONDAMENTALE **(Math IF)** **EDA 409**	**M. F. WAGNER** UCBL1 04.72.43.27.86 Fax 04.72.43.00.35	**M. J. POUSIN** 88.36 Fax 85.29	Analyse Numérique, Equations aux dérivées partielles et Calcul Scientifique **910281**	M. G. BAYADA Tél 83.12 Fax 85.29
MECANIQUE, ENERGETIQUE, GENIE CIVIL, ACOUSTIQUE **(MEGA)** **EDA162**	**M. F. SIDOROFF** ECL 04.72.18.61.56 Sec 04.72.18.61.60 Fax 04.78.64.71.45	**M. G.DALMAZ** 83.03 Fax 04.72.89.09.80	Acoustique **910016** Génie Civil **992610** Génie Mécanique **992111** Thermique et Energétique **910018**	M. J.L. GUYADER Tél 80.80 Fax 87.12 M. J.J.ROUX Tél 84.60 Fax 85.22 M. G. DALMAZ Tél 83.03 Fax 04.78.89.09.80 M. J. F. SACADURA Tél 81.53 Fax 88.11

En grisé : Les Ecoles doctorales et DEA dont l'INSA est établissement principal

Septembre 2003

INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

***Directeur* : STORCK A.**

***Professeurs* :**

AUDISIO S.	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
BABOT D.	CONT. NON DESTR. PAR RAYONNEMENTS IONISANTS
BABOUX J.C.	GEMPPM***
BALLAND B.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BAPTISTE P.	PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
BARBIER D.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BASTIDE J.P.	LAEPSI****
BAYADA G.	MECANIQUE DES CONTACTS
BENADDA B.	LAEPSI****
BETEMPS M.	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
BIENNIER F.	PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
BLANCHARD J.M.	LAEPSI****
BOISSON C.	VIBRATIONS-ACOUSTIQUE
BOIVIN M. (Prof. émérite)	MECANIQUE DES SOLIDES
BOTTA H.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Développement Urbain
BOTTA-ZIMMERMANN M. (Mme)	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Développement Urbain
BOULAYE G. (Prof. émérite)	INFORMATIQUE
BOYER J.C.	MECANIQUE DES SOLIDES
BRAU J.	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Thermique du bâtiment
BREMOND G.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
BRISSAUD M.	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
BRUNET M.	MECANIQUE DES SOLIDES
BRUNIE L.	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
BUREAU J.C.	CEGELY*
CAVAILLE J.Y.	GEMPPM***
CHANTE J.P.	CEGELY*- Composants de puissance et applications
CHOCAT B.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Hydrologie urbaine
COMBESCURE A.	MECANIQUE DES CONTACTS
COUSIN M.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
DAUMAS F. (Mme)	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et Thermique
DOUTHEAU A.	CHIMIE ORGANIQUE
DUFOUR R.	MECANIQUE DES STRUCTURES
DUPUY J.C.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
EMPTOZ H.	RECONNAISSANCE DE FORMES ET VISION
ESNOUF C.	GEMPPM***
EYRAUD L. (Prof. émérite)	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
FANTOZZI G.	GEMPPM***
FAVREL J.	PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
FAYARD J.M.	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS
FAYET M.	MECANIQUE DES SOLIDES
FERRARIS-BESSO G.	MECANIQUE DES STRUCTURES
FLAMAND L.	MECANIQUE DES CONTACTS
FLORY A.	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATIONS
FOUGERES R.	GEMPPM***
FOUQUET F.	GEMPPM***
FRECON L.	REGROUPEMENT DES ENSEIGNANTS CHERCHEURS ISOLES
GERARD J.F.	INGENIERIE DES MATERIAUX POLYMERES
GERMAIN P.	LAEPSI****
GIMENEZ G.	CREATIS**
GOBIN P.F. (Prof. émérite)	GEMPPM***
GONNARD P.	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
GONTRAND M.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
GOUTTE R. (Prof. émérite)	CREATIS**
GOUJON L.	GEMPPM***
GOURDON R.	LAEPSI****.
GRANGE G.	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
GUENIN G.	GEMPPM***
GUICHARDANT M.	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
GUILLOT G.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
GUINET A.	PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS
GUYADER J.L.	VIBRATIONS-ACOUSTIQUE
GUYOMAR D.	GENIE ELECTRIQUE ET FERROELECTRICITE
HEIBIG A.	MATHEMATIQUE APPLIQUEES DE LYON
JACQUET-RICHARDET G.	MECANIQUE DES STRUCTURES
JAYET Y.	GEMPPM***
JOLION J.M.	RECONNAISSANCE DE FORMES ET VISION
JULLIEN J.F.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
JUTARD A. (Prof. émérite)	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
KASTNER R.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Géotechnique
KOULOUMDJIAN J.	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
LAGARDE M.	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE
LALANNE M. (Prof. émérite)	MECANIQUE DES STRUCTURES
LALLEMAND A.	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
LALLEMAND M. (Mme)	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Energétique et thermique
LAUGIER A.	PHYSIQUE DE LA MATIERE

Mai 2003

LAUGIER C.	BIOCHIMIE ET PHARMACOLOGIE

LAURINI R.	INFORMATIQUE EN IMAGE ET SYSTEMES D'INFORMATION
LEJEUNE P.	UNITE MICROBIOLOGIE ET GENETIQUE
LUBRECHT A.	MECANIQUE DES CONTACTS
MASSARD N.	INTERACTION COLLABORATIVE TELEFORMATION TELEACTIVITE
MAZILLE H.	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
MERLE P.	GEMPPM***
MERLIN J.	GEMPPM***
MIGNOTTE A. (Mle)	INGENIERIE, INFORMATIQUE INDUSTRIELLE
MILLET J.P.	PHYSICOCHIMIE INDUSTRIELLE
MIRAMOND M.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Hydrologie urbaine
MOREL R.	MECANIQUE DES FLUIDES ET D'ACOUSTIQUES
MOSZKOWICZ P.	LAEPSI****
NARDON P. (Prof. émérite)	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS
NIEL E.	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
NORTIER P.	DREP
ODET C.	CREATIS**
OTTERBEIN M. (Prof. émérite)	LAEPSI****
PARIZET E.	VIBRATIONS-ACOUSTIQUE
PASCAULT J.P.	INGENIERIE DES MATERIAUX POLYMERES
PAVIC G.	VIBRATIONS-ACOUSTIQUE
PELLETIER J.M.	GEMPPM***
PERA J.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Matériaux
PERRIAT P.	GEMPPM***
PERRIN J.	INTERACTION COLLABORATIVE TELEFORMATION TELEACTIVITE
PINARD P. (Prof. émérite)	PHYSIQUE DE LA MATIERE
PINON J.M.	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
PONCET A.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
POUSIN J.	MODELISATION MATHEMATIQUE ET CALCUL SCIENTIFIQUE
PREVOT P.	INTERACTION COLLABORATIVE TELEFORMATION TELEACTIVITE
PROST R.	CREATIS**
RAYNAUD M.	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Transferts Interfaces et Matériaux
REDARCE H.	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
RETIF J-M.	CEGELY*
REYNOUARD J.M.	UNITE DE RECHERCHE EN GENIE CIVIL - Structures
RIGAL J.F.	MECANIQUE DES SOLIDES
RIEUTORD E. (Prof. émérite)	MECANIQUE DES FLUIDES
ROBERT-BAUDOUY J. (Mme) (Prof. émérite)	GENETIQUE MOLECULAIRE DES MICROORGANISMES
ROUBY D.	GEMPPM***
ROUX J.J.	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON – Thermique de l'Habitat
RUBEL P.	INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION
SACADURA J.F.	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON - Transferts Interfaces et Matériaux
SAUTEREAU H.	INGENIERIE DES MATERIAUX POLYMERES
SCAVARDA S.	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
SOUIFI A.	PHYSIQUE DE LA MATIERE
SOUROUILLE J.L.	INGENIERIE INFORMATIQUE INDUSTRIELLE
THOMASSET D.	AUTOMATIQUE INDUSTRIELLE
THUDEROZ C.	ESCHIL – Equipe Sciences Humaines de l'Insa de Lyon
UBEDA S.	CENTRE D'INNOV. EN TELECOM ET INTEGRATION DE SERVICES
VELEX P.	MECANIQUE DES CONTACTS
VIGIER G.	GEMPPM***
VINCENT A.	GEMPPM***
VRAY D.	CREATIS**
VUILLERMOZ P.L. (Prof. émérite)	PHYSIQUE DE LA MATIERE

Directeurs de recherche C.N.R.S. **:**

BERTHIER Y.	MECANIQUE DES CONTACTS
CONDEMINE G.	UNITE MICROBIOLOGIE ET GENETIQUE
COTTE-PATAT N. (Mme)	UNITE MICROBIOLOGIE ET GENETIQUE
ESCUDIE D. (Mme)	CENTRE DE THERMIQUE DE LYON
FRANCIOSI P.	GEMPPM***
MANDRAND M.A. (Mme)	UNITE MICROBIOLOGIE ET GENETIQUE
POUSIN G.	BIOLOGIE ET PHARMACOLOGIE
ROCHE A.	INGENIERIE DES MATERIAUX POLYMERES
SEGUELA A.	GEMPPM***
VERGNE P.	LaMcos

Directeurs de recherche I.N.R.A. **:**

FEBVAY G.	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS
GRENIER S.	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS
RAHBE Y.	BIOLOGIE FONCTIONNELLE, INSECTES ET INTERACTIONS

Directeurs de recherche I.N.S.E.R.M. **:**

PRIGENT A.F. (Mme)	BIOLOGIE ET PHARMACOLOGIE
MAGNIN I. (Mme)	CREATIS**

** **CEGELY*** *CENTRE DE GENIE ELECTRIQUE DE LYON*
*** **CREATIS*** *CENTRE DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS EN TRAITEMENT DE L'IMAGE ET DU SIGNAL*
**** **GEMPPM*** *GROUPE D'ETUDE METALLURGIE PHYSIQUE ET PHYSIQUE DES MATERIAUX*
***** **LAEPSI*** *LABORATOIRE D'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DES PROCEDES ET SYSTEMES INDUSTRIELS*

A mon cher père

A ma chère mère

A la mémoire de mon grand-père

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Jean Paul VIALE, Professeur des Universités Praticien Hospitalier à l'Hôpital de la Croix-Rousse pour l'honneur qu'il me fait en présidant le jury de ma thèse et pour toutes ses précieuses contributions.

Je tiens à exprimer ma gratitude à Monsieur Alain GUINET, Professeur à l'INSA de Lyon, pour la confiance qu'il m'a accordée en me permettant d'effectuer une thèse sous sa direction. Ses conseils et son aide ont été des plus utiles pour l'aboutissement de ce travail.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Monsieur Gilbert LIEGEOIS, Délégué Général Pôle Productique Rhône-Alpes pour son aide précieuse et ses précieux conseils afin d'améliorer la qualité de mes travaux de thèse.

Je remercie Monsieur Christian TAHON, Professeur à l'Université de Valenciennes, pour l'attention et l'intérêt qu'il a bien voulu porter à mon travail et pour avoir accepté la lourde tâche de rapporteur.

Mes remerciements vont également à Monsieur Michel GOURGAND, Professeur à l'Université Blaise Pascal, pour ses précieux conseils, pour avoir étudié mes travaux et pour avoir accepté d'être rapporteur.

J'exprime ma reconnaissance et mes remerciements à Monsieur Alain DUSSAUCHOY, Professeur à l'Université Claude Bernard Lyon1, pour sa précieuse contribution, pour son aide durant les années de mes travaux de thèse, pour ses intéressants conseils et pour avoir accepté de participer à ce jury.

Je remercie Monsieur Laurent RAISIN-DADRE, Directeur de Département de Conseil en Stratégie aux Hospices Civils de Lyon, pour l'intérêt qu'il a bien voulu exprimer à mes travaux et pour avoir accepté de participer à ce jury malgré ses responsabilités.

J'exprime mes remerciements à Monsieur Pierre LADET, Professeur à l'Institut National Polytechnique de Grenoble, pour l'ensemble des conseils et des remarques qu'il a pu me faire tout au long de ma thèse.

J'ai beaucoup de reconnaissances envers tout le personnel de : service d'anesthésie-réanimation et service d'hygiène de l'Hôpital de la Croix-Rousse, laboratoire PRISMA, Département Génie Industrielle de l'INSA de Lyon, Bâtiment Nautibus de l'Université Claude Bernard Lyon1. Je remercie également tous les membres de groupes HRP et HRP2 en particulier : Brigitte Luquet, Nicole Smolski, Françoise Malblanc, Eric Marcon, Said Kharraja, Ahmed Bounekkar, Lorraine Trilling...

Je n'oublierai pas mes collègues et amis Catherine Combes et Pierre Baptiste.

Mes remerciements vont à mes frères Mohamed Anouar et Mohamed, à ma sœur Amira et à toute ma grande famille en France, à Tunis et à Takrouna.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance et mon amour à tous mes amis : Anne, Houda, Annie, Françoise, Ying, Fadoua, Mohammed, Abdes, Samer, Adel, Nadira ..... A tous ceux qui de près ou de loin m'ont encouragé, m'ont supporté et soutenu dans des moments difficiles. Ils sont nombreux et tous présents dans mon cœur.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. HOSPITAL RESOURCE PLANNING : HRP 1

1.1 PRESENTATION DU PROJET 1
1.2 PARTENAIRES DU PROJET 2
1.3 HOPITAL DE LA CROIX ROUSSE 2

2. PROBLÉMATIQUE INDUSTRIELLE 3

2.1 CONTEXTE HOSPITALIER 3
2.2 TRAVAIL A REALISER 3
2.3 DEMARCHE ENTREPRISE 4

3. PLAN DE LA THÈSE 4

CHAPITRE 1. ANALYSE DES ACTIVITES, DES RESSOURCES ET DES FLUX DU PROCESSUS OPERATOIRES EXISTANT

1. TRAJECTOIRE DE PATIENT 6

2. ANALYSE DU PROCESSUS OPÉRATOIRE 7

2.1 OPERER UN PATIENT 9
2.2 REALISER LA CONSULTATION DU PATIENT AVANT L'INTERVENTION 10
2.3 REALISER L'INTERVENTION 11
2.3.1 Anesthésier le patient 12
2.3.2 Préparer le patient à l'intervention 13
2.3.3 Pratiquer l'intervention 14
2.3.4 Surveiller le réveil du patient 16
2.3.5 Préparer la salle d'opérations pour une nouvelle intervention 17
2.4 SUIVRE LE PATIENT POST-OPERATOIRE 18

3. IDENTIFICATION DES RESSOURCES DU PROCESSUS OPÉRATOIRE 18

3.1 RESSOURCES HUMAINES 19
3.2 RESSOURCES MATERIELLES 21
3.3 RESSOURCES INFORMATIONNELLES 21

4. FORCES ET FAIBLESSES DU PROCESSUS OPERATOIRE DU BLOC DE CHIRURGIE GÉNÉRALE DE L'HÔPITAL DE LA CROIX-ROUSSE 22

5. RECOMMANDATIONS ET OBLIGATIONS LÉGALES 25

SYNTHÈSE CHAPITRE 1 28

CHAPITRE 2. ETAT DE L'ART EN GESTION HOSPITALIÈRE

1. INTRODUCTION 30

2. MANAGEMENT DES SYSTÈMES HOSPITALIERS 31

3. SYSTÈMES D'INFORMATION HOSPITALIERS 34

4. DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES 38

5. ALLOCATION DE RESSOURCES 43

6. TABLEAU RÉCAPITULATIF 52

SYNTHÈSE CHAPITRE 2 54

CHAPITRE 3. ETUDE DE LA CHAÎNE DÉCISIONNELLE DU BLOC DE CHIRURGIE GÉNÉRALE A L'HÔPITAL DE LA CROIX-ROUSSE

1. CHAMP D'INVESTIGATION 55

2. CHAÎNE DÉCISIONNELLE EXISTANTE 57

3. ACTIONS ENTREPRISES 64

4. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES 65

SYNTHÈSE CHAPITRE 3 68

CHAPITRE 4. IMPACT DE LA STRUCTURE JURIDIQUE DES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ FRANÇAIS SUR L'ORGANISATION DES BLOCS OPÉRATOIRES

1. INTRODUCTION 70

2. LES CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE SANTÉ FRANÇAIS 71

2.1 DEFINITION ET MISSIONS DES ETABLISSEMENTS DE SANTE 72

2.1.1 Les établissements publics 72

2.1.2 Etablissements privés à but non lucratif 72

2.1.3 Etablissements privés à but lucratif 72

2.2 LE MODE DE FINANCEMENT 73

2.2.1 Dotation globale 73

2.2.2 Prix de journée 73

2.2.3 Récapitulation 74

2.3 PLAN HOPITAL 2007 ET LA TARIFICATION A L'ACTIVITE 74

3. ANALYSE DES ACTIVITÉS HOSPITALIÈRES SELON LA STRUCTURE JURIDIQUE 75

4. PRÉSENTATION DES ÉTABLISSEMENTS ÉTUDIÉS 78

4.1 HOPITAL DE LA CROIX ROUSSE 78

4.2 CENTRE HOSPITALIER SAINT JOSEPH / SAINT LUC 79
4.3 POLYCLINIQUE DE BEAULIEU 79
4.4 SIMILITUDES ET DIFFERENCES 80

5. IMPORTANCE DE LA STRUCTURE JURIDIQUE SUR L'ORGANISATION 80

5.1 RAISONS DES MUTATIONS DE L'ORGANISATION DES BLOCS OPERATOIRES 81
5.1.1 Mutations au sein des établissements publics de santé 81
5.1.2 Mutations au sein des établissements privés à but lucratif 82
5.2 LES LOIS HOSPITALIERES CONCERNANT LE BLOC OPERATOIRE 84
5.2.1 La loi sur la planification des interventions 84
5.2.2 La mise en place des conseils de blocs opératoires 85
5.2.3 La charte de bloc opératoire 86

6. IDENTIFICATION DES NŒUDS DE POUVOIR 87

6.1 DETERMINATION DES DIFFERENTS POUVOIRS DANS LES ETABLISSEMENTS HOSPITALIERS 87
6.2 LES NŒUDS DE POUVOIR EN HOPITAL PUBLIC ET PSPH 88
6.3 LES NŒUDS DE POUVOIR DANS LES ETABLISSEMENTS A BUT LUCRATIF 89

SYNTHÈSE CHAPITRE 4 91

CHAPITRE 5. OUTILS DE GESTION : IDENTIFICATION ET COMPLEXITE

1. GESTION PRÉDICTIVE DES BLOCS OPÉRATOIRES 93

1.1 PROGRAMMATION OPERATOIRE 94
1.2 CONNAISSANCE DES DUREES 96
1.3 LES OUTILS APPLIQUES 97

2. APPROCHE DE GESTION 98

2.1 RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DU BLOC OPERATOIRE ETUDIE 98
2.2 DESCRIPTION DES ETAPES DECISIONNELLES DU PROCESSUS OPERATOIRE 99
2.3 APPROCHE DE GESTION 100

3. PROBLÈMES DE GESTION 103

3.1 PROGRAMMATION OPERATOIRE 103
3.2 DEFINITION DES PLAGES HORAIRES D'OUVERTURE DES SALLES D'OPERATIONS 105
3.3 PLANIFICATION DU BLOC OPERATOIRE 107
3.4 ORDONNANCEMENT DES INTERVENTIONS 110

SYNTHÈSE CHAPITRE 5 113

CHAPITRE 6. OUTILS DE GESTION : IMPLEMENTATION ET EXPERIMENTATIONS

1. INTRODUCTION 115

2. PROGRAMMATION DES INTERVENTIONS 117

2.1 PARAMETRES ET VARIABLES 117
2.2 PROGRAMME LINEAIRE A VARIABLES ENTIERES 117
2.3 CALCUL DES COUTS ET INTEGRATION DES CONTRAINTES [7] ET [8] DANS LA FONCTION OBJECTIF 118
2.4 COMMENTAIRES 118

2.5 PRESENTATION DE L'OUTIL DE RESOLUTION 120
2.5.1 Définition d'un problème d'affectation : 120
2.5.2 La méthode Hongroise 121
2.6 L'EXTENSION DE LA METHODE HONGROISE 123
2.7 EXPERIMENTATIONS 125

3. DÉFINITION DES PLAGES HORAIRES D'OUVERTURE 127

3.1 PARAMETRES ET VARIABLES 127
3.2 PROGRAMME LINEAIRE 128
3.3 COMMENTAIRES 129

4. PLANIFICATION DU BLOC OPÉRATOIRE 131

4.1 PARAMETRES ET VARIABLES 131
4.2 UN PROBLEME D'AFFECTATION SOUS CONTRAINTES DE RESSOURCES 132
4.3 CALCUL DES COUTS ET INTEGRATION DES CONTRAINTES [30] A [34] DANS LA FONCTION OBJECTIF 133
4.4 COMMENTAIRES 133
4.5 BORNE INFERIEURE 135
4.6 EXPERIMENTATIONS 135

5. ORDONNANCEMENT DES SALLES D'OPÉRATIONS 138

5.1 ETAT DE L'ART : PROBLEMES DE FLOW-SHOP HYBRIDE 139
5.1.1 Méthodes exactes 139
5.1.2 Méthodes heuristiques 140
5.2 APPROCHE DE RESOLUTION 141
5.3 RESOLUTION DE PROBLEMES JOB-SHOP ET FLOW-SHOP HYBRIDES 142
5.3.1 Réduction du problème Job-Shop en problème Flow-Shop 142
5.3.2 Calcul d'un ordre de lancement 143
5.3.3 Respect des contraintes de précédence 145
5.3.4 Affectation des travaux aux exemplaires des ressources 146
5.4 EXPERIMENTATIONS 146
5.4.1 Plan 1 : Comparaison des règles d'affectation FAM et LBM 147
5.4.2 Plan 2 : Comparaison des couples (NEHP,FAM), (NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) par rapport au couple (NEHP,LBM) 149
5.4.3 Plan 3 : Comparaison des couples (NEH,LBM), (CDS,LBM) et (SZW,LBM) par rapport au couple (NEHP,LBM) 150
5.4.4 Conclusion 151

***SYNTHÈSE CHAPITRE 6* 153**

CONCLUSION 156

BIBLIOGRAPHIE 160

LISTE DES TABLE

CHAPITRE 1. ANALYSE DES ACTIVITES, DES RESSOURCES ET DES FLUX EXISTANTS DU PROCESSUS OPERATOIRES

Tableau 1.1. Forces et faiblesses de l'activité A1-Réaliser la consultation 23
Tableau 1.2. Forces et faiblesses de l'activité A2-Réaliser l'intervention 24
Tableau 1.3. Forces et faiblesses de l'activité A3-Suivre le patient en post-opératoire 24
Tableau 1.4. Autres Forces et faiblesses 25

CHAPITRE 2. ETAT DE L'ART EN GESTION HOSPITALIÈRE

Tableau 2.1. Tableau récapitulatif 53

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1. ANALYSE DES ACTIVITES, DES RESSOURCES ET DES FLUX EXISTANTS DU PROCESSUS OPERATOIRES

Figure 1.1. Trajectoire du patient 7
Figure 1.2. A-0-Etude de l'existant 8
Figure 1.3. A0-Opérer un patient 9
Figure 1.4. A1-Réaliser la consultation du patient 10
Figure 1.5. A2-Réaliser l'intervention 11
Figure 1.6. A21-Anesthésier le patient 12
Figure 1.7. A22-Préparer le patient à l'intervention 13
Figure 1.8. A23- Pratiquer l'intervention 14
Figure 1.9. A231-Intervenir sur le patient 15
Figure 1.10. A24-Surveiller le réveil du patient 16
Figure 1.11. A25-Préparer la salle d'opérations 17
Figure 1.12. A3-Suivre le patient en phase post-opératoire 18
Figure 1.13. Principaux éléments de décret du 5 décembre 1994 26

CHAPITRE 3. ETUDE DE LA CHAINE DECISIONNELLE DU BLOC DE CHIRURGIE GENERALE A L'HOPITAL DE LA CROIX-ROUSSE

Figure 3.1. Relation du bloc opératoire et des autres services de l'hôpital 56
Figure 3.2. Organisation de pilotage existante 58
Figure 3.3. Etapes de gestion 60
Figure 3.4. Colloque du vendredi 61
Figure 3.5. Colloque du lundi 61
Figure 3.6. Actions entreprises à différents niveaux 64
Figure 3.7. Types des difficultés rencontrées 65

CHAPITRE 4. IMPACT DE LA STRUCTURE JURIDIQUE DES ETABLISSEMENTS DE SANTE FRANÇAIS SUR L'ORGANISATION DES BLOCS OPERATOIRES

Figure 4.1. Répartition des établissements 71
Figure 4.2. Financement des établissements 74
Figure 4.3. Répartition de l'activité par discipline entre l'hospitalisation de plus de 24 heures et celle de moins de 24 heures 76
Figure 4.4. Répartition des séjours en hospitalisation complète par discipline selon le secteur d'hospitalisation 77
Figure 4.5. Répartition des venues en hospitalisation à temps partiel ou chirurgie ambulatoire par secteur d'hospitalisations selon les disciplines. 78
Figure 4.6. Les cinqs forces de Porter appliquées aux cliniques 83
Figure 4.7. Matrice de zones « performances/risques » 84
Figure 4.8. Différents objectifs entre dirigeants et praticiens 90

CHAPITRE 5. OUTILS DE GESTION : IDENTIFICATION ET COMPLEXITE

Figure 5.1. Contexte de notre investigation 99
Figure 5.2. Approche de Gestion 101
Figure 5.3. Programmation opératoire 105
Figure 5.4. Planning Opératoire 108
Figure 5.5. Provenances et destinations des patients avant et après l'intervention 110

CHAPITRE 6. OUTILS DE GESTION : IMPLEMENTATION ET EXPERIMENTATIONS

Figure 6.1. Approche de Gestion 116
Figure 6.2. Programmation des interventions -Pourcentage de problèmes entièrement résolus 126
Figure 6.3. Programmation des interventions –Ecart Maximum et Ecart Moyen 127
Figure 6.4. Planification du bloc opératoire -Pourcentage de problèmes entièrement résolus 137
Figure 6.5. Planification du bloc opératoire –Ecart Maximum et Ecart Moyen 137
Figure 6.6. Planification du bloc opératoire –Pourcentage minimum d'optima 138
Figure 6.7. Comparaison des règles d'affectation FAM et LBM 148
Figure 6.8. Comparaison des Comparaison des couples (NEHP,FAM), (NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) par rapport au couple (NEHP,LBM) 150
Figure 6.9. Comparaison des couples (NEH,LBM), (CDS,LBM) et (SZW,LBM) par rapport au couple (NEHP,LBM) 151

INTRODUCTION GENERALE

Les travaux de cette thèse entrent dans le cadre d'un projet financé par la région Rhône-Alpes intitulé : Hospital Resource Planning (HRP, Planification des Ressources Hospitalières). Dans ce chapitre nous exposons la problématique à l'origine des investigations présentées dans ce mémoire. Un certain nombre de défis étaient à relever pour mener à bien le projet HRP associant deux domaines, le domaine industriel et le domaine hospitalier, qui partagent des caractéristiques semblables mais vivent des cultures différentes.

Nous présentons, dans un premier temps, le projet HRP, puis dans un second temps le travail de thèse réalisé. En troisième temps, nous présentons le plan de la thèse.

1. HOSPITAL RESOURCE PLANNING : HRP

1.1 Présentation du projet

Le projet HRP (http://prisma.insa-lyon.fr/HRP), financé par la région Rhône-Alpes, s'intéresse à la modélisation des pratiques, à l'organisation des moyens, ainsi qu'à la gestion prévisionnelle des ressources humaines et matérielles en milieu hospitalier. La définition de données techniques, la modélisation de pratiques médicales (processus), l'élaboration de scénarii de fonctionnement d'équipes, l'affectation du personnel et la gestion du partage de personnels polyvalents aussi bien que de locaux ou d'équipements médicaux, déterminent les domaines d'actions principaux. L'objectif de HRP consiste à mesurer et évaluer la transférabilité des outils de la gestion industrielle des entreprises de production de biens pour la gestion des établissements hospitaliers. La question posée est : comment accroître la performance d'un système de soins en améliorant la qualité socio-économique, l'emploi, la sécurité et la satisfaction individuelle des patients aussi bien que du personnel ?

Les travaux effectués dans le cadre de ce projet ont tenté d'apporter des réponses localisées en termes :

- D'objectivation de la pratique par la formalisation des processus de soins, la mise en place de systèmes d'information.
- De coordination des activités entre des unités fonctionnelles (soins et bloc) par la définition d'outils d'aide à la planification sur le processus pré- (avant intervention), per- (pendant intervention) et post-opératoire (après intervention).

- D'analyse de la nature non-déterministe des activités par l'exploitation des données de blocs opératoires de différents établissements et la mise en évidence de modèles.
- D'analyse des structures décisionnelles et organisationnelles par l'étude, entre autres, de l'impact des structures juridiques des établissements sur le processus de décision.

1.2 Partenaires du projet

Quatre partenaires publics ont participé à ce projet : le Laboratoire d'Automatique de Grenoble, le Laboratoire d'Analyse des Signaux et des Processus Industriels de Roanne, le Laboratoire d'Analyse des Systèmes de Santé de Lyon 1 et le Laboratoire de PRoductique et d'Informatique des Systèmes Manufacturiers (coordinateur du projet) de l'INSA de Lyon et de Lyon 1.

L'ensemble des outils proposés ou réalisés dans le cadre de ce projet devrait profiter aux hôpitaux de la Région Rhône-Alpes qui pourront s'inspirer des outils élaborés mais également de l'approche méthodologique suivie ainsi que des études menées sur la modélisation des pratiques. Cette étude préconise un certain nombre de mesures incitatives à mettre en place dans les hôpitaux pour une réduction des coûts d'exploitation.

Les principaux partenaires hospitaliers sont : l'hôpital de la Croix-Rousse, l'hôpital de l'Hôtel Dieu, le centre hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc et le Centre Hospitalier Privé de la Loire. Le paragraphe suivant présentera plus particulièrement le premier partenaire puisque les travaux de cette thèse ont été réalisés dans cet établissement de santé.

1.3 Hôpital de la Croix Rousse

L'hôpital de la Croix-Rousse, établissement pluridisciplinaire des Hôpitaux de Lyon, a été construit en 1861 et s'est développé en tissu urbain depuis cette date. Au cours des années passées, ses activités se sont développées et diversifiées, pour aujourd'hui se répartir en 12 services cliniques et 12 plateaux médico-techniques (laboratoires, imagerie, explorations fonctionnelles). L'hôpital de la Croix-Rousse emploie 1600 salariés dont 83 praticiens hospitaliers et 29 hospitalo-universitaires. Pour l'année 2002, l'établissement a réalisé 22 818 entrées sur l'ensemble des secteurs, 8 338 séances d'hôpital de jour et 105 718 consultations. Son activité pour cette même année s'est élevée à 40 787 199 points ISA (points d'Indice Synthétique d'Activité, correspondent au poids relatif du séjour par rapport à un séjour standard). L'établissement engagé dans des processus de restructuration investit dans le domaine des ressources humaines afin de favoriser l'adaptation et l'évolution aux nouvelles techniques et aux nouveaux modes de fonctionnement.

2. PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE

2.1 Contexte hospitalier

De manière analogue à une entreprise industrielle du secteur des services (transport, hôtellerie, maintenance d'équipements, …), les hôpitaux s'efforcent de satisfaire une demande sujette à des phénomènes de saisonnalités. Différents facteurs de production humains et matériels sont mis en œuvre à cette fin et sont disponibles en capacité limitée.

Depuis ces dernières années, les hôpitaux ont connu une évolution très importante. Le contexte de cette évolution est triple :

- un contexte réglementaire encadrant certaines activités qui impose aux organisations hospitalières une forte adaptation ;
- un contexte d'exigence de qualité générale aux hôpitaux qui nécessite une évaluation et une évolution adaptative de l'activité ;
- un contexte démographique particulier tenant à l'évolution de la population des médecins anesthésistes ; et bientôt des chirurgiens.

Les établissements de soins évoluent donc dans un environnement de plus en plus turbulent. Certains d'entre eux, dispersés et de faibles dimensions, s'acheminent vers des regroupements. Il s'impose donc aux établissements hospitaliers de s'affirmer sur un marché de soins où la concurrence ne fait que croître.

Le bloc opératoire, un des secteurs les plus importants en terme budgétaire, est concerné par cette évolution. Notre action s'est portée plus particulièrement sur la gestion de ce secteur. Nous présentons dans le paragraphe suivant les caractéristiques du bloc opératoire et notre action dans ce cadre.

2.2 Travail à réaliser

Le bloc opératoire est un lieu hautement stratégique pour les établissements hospitaliers, car il est au cœur de compétences médicales et concentre 10 à 15% du budget de l'établissement pour son exploitation. Il est par conséquent important pour les hôpitaux d'évaluer les performances des stratégies d'organisation, de programmation opératoire et de gestion sur ce secteur, afin d'améliorer le service rendu aux patients et de réduire les coûts d'exploitation.

A ce titre l'objectif du travail de thèse est de gérer, sur un horizon moyen et court termes, l'utilisation des ressources matérielles et l'emploi de ressources humaines, ressources toutes deux disponibles en capacité finie. Le champ d'application est le domaine hospitalier et plus particulièrement le bloc opératoire. La gestion prédictive des blocs opératoires devra être

réalisée à partir de prévisions de soins programmés ou estimés, en tenant compte de contraintes fortes d'emploi du personnel (nombre de praticiens limité, périodes de repos, nombre de personnel paramédical disponible, …) et dans l'optique de l'amélioration de critères de qualité (temps d'attente des patients, nombre de patients en attente, …) ainsi que de la minimisation de critères de coûts (heures supplémentaires, coûts d'utilisation des équipements, coûts des journées d'hospitalisation supplémentaires, …). La complexité de cette étude provient d'une part de l'intégration des contraintes à prendre en compte au niveau humain et d'autre part de la recherche de solutions optimisant un ensemble de critères coûts/efficacité.

2.3 Démarche entreprise

Nous avons entrepris la démarche suivante afin de mener à bien nos travaux :

- Etude de l'existant : l'objectif était d'analyser les différentes activités et tâches du processus opératoire. Cette analyse nous a permis d'identifier les forces et les faiblesses de l'existant et d'identifier les différents problèmes de gestion.
- Modélisation des problèmes de gestion : suite à l'étude de l'existant nous avons modélisé les différents problèmes de gestion d'un processus opératoire et étudié leur complexité.
- Résolution des différents problèmes de gestion : en modélisant les problèmes nous avons pu identifier des pistes de résolution en nous référant à des problèmes analogues rencontrés dans le domaine industriel. Nous avons proposé à ce niveau des outils de résolution et les avons expérimentés afin d'étudier leur pertinence et leur efficacité pour répondre aux différents problèmes de gestion.

3. PLAN DE LA THESE

Le mémoire de la thèse s'organise en six chapitres.

Dans le chapitre 1, nous analysons les activités, les ressources et les flux existants du processus opératoire. Cette analyse a permis d'identifier les caractéristiques et la complexité du processus et de mettre en évidence les points forts et les points faibles de l'existant du bloc de Chirurgie Générale de l'Hôpital de la Croix-Rousse. Une étude des obligations légales auxquelles est soumis le processus opératoire est présentée en fin de chapitre.

Un état de l'art en gestion hospitalière est présenté en chapitre 2. Il a été mené selon quatre principaux thèmes : management des systèmes hospitaliers, systèmes d'information hospitaliers, dimensionnement et allocation des ressources. Il a permis de mettre en évidence la possibilité d'utiliser et d'adapter des outils du domaine industriel au milieu hospitalier

(simulation, modélisation mathématique, techniques des files d'attente, méthodes et techniques de la Recherche Opérationnelle, …).

Le chapitre 3 est consacré à l'étude du bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse qui est un bloc mono-disciplinaire. L'existence d'une charte de bloc, de lieux de rencontre pour discuter et valider le programme ainsi que de l'existence d'un conseil de bloc constituent les points forts de cette organisation. Suite à cette étude quatre problèmes de gestion ont été identifiés : programmation des interventions, définitions des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, planification du bloc opératoire et ordonnancement des salles d'opérations. Enfin, les difficultés rencontrées au cours de cette étude ont été présentées. Elles sont de trois types : humaine, organisationnelle et informationnelle.

Le système de santé français présente un paysage varié. Il fait cohabiter des établissements de trois types de statuts juridiques : public, privé à but lucratif et privé à but non lucratif. Le chapitre 4 présente une étude de l'impact juridique des établissements de santé français sur l'organisation des blocs opératoires. Trois établissements appartenant à ces différents statuts ont été étudiés : l'Hôpital de la Croix-Rousse (public), le Centre Hospitalier Privé de la Loire (privé à but lucratif) et le Centre Hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc (privé à but non lucratif, Participant au Service Public Hospitalier).

Dans les deux derniers chapitres, chapitres 5 et 6, des outils de gestion prédictive ont été exposés pour répondre aux quatre problèmes de gestion identifiés dans les chapitres précédents. Le bloc opératoire étudié est mono-disciplinaire, il se situe dans un hôpital public. Notre approche décisionnelle s'apparente à une approche hiérarchique de type MRP2 et se décompose en 4 niveaux décisionnels : programmation des interventions, définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, planification du bloc opératoire et ordonnancement des salles d'opérations.

CHAPITRE 1

ANALYSE DES ACTIVITES, DES RESSOURCES ET DES FLUX DU PROCESSUS OPERATOIRE EXISTANT

Le processus opératoire se déclenche dès la prise du rendez-vous de consultation chirurgicale d'un patient et se déroule jusqu'à la sortie du bloc opératoire. Ce chapitre est consacré à l'analyse de ce processus opératoire. Son objectif est de cerner ses forces et ses faiblesses pour ce qui concerne l'hôpital de la Croix Rousse. L'étude a été entreprise sur le bloc de chirurgie générale qui réalise des interventions très variées (de la greffe du foie à l'appendicectomie) nécessitant des ressources humaines avec différents degrés d'intensité.

La première partie est consacrée à la trajectoire du patient au sein de l'hôpital, et plus précisément au sein de bloc opératoire. La deuxième partie présente une analyse des activités, des ressources et des flux du processus opératoire existant. L'identification des ressources humaines matérielles et informationnelles fait l'objet de la troisième partie. La quatrième partie est une synthèse des points forts et points faibles décelés lors de l'étude de l'existant dans le cadre des observations et des interrogations et des dysfonctionnements identifiés pour chaque activité du processus. La dernière partie présente les recommandations et les obligations à mettre en oeuvre pour les principales activités du processus opératoire.

1. TRAJECTOIRE DE PATIENT

Au sein de l'hôpital deux types de cheminement patient peuvent être identifiés : le cheminement chirurgical et le cheminement non chirurgical. Dans le cheminement chirurgical le patient passe obligatoirement par le bloc opératoire pour subir une intervention chirurgicale. L'ensemble des autres possibilités de cheminement est appelé non chirurgical. La figure suivante illustre de façon macroscopique les principaux trajets que le patient peut suivre au sein de l'hôpital.

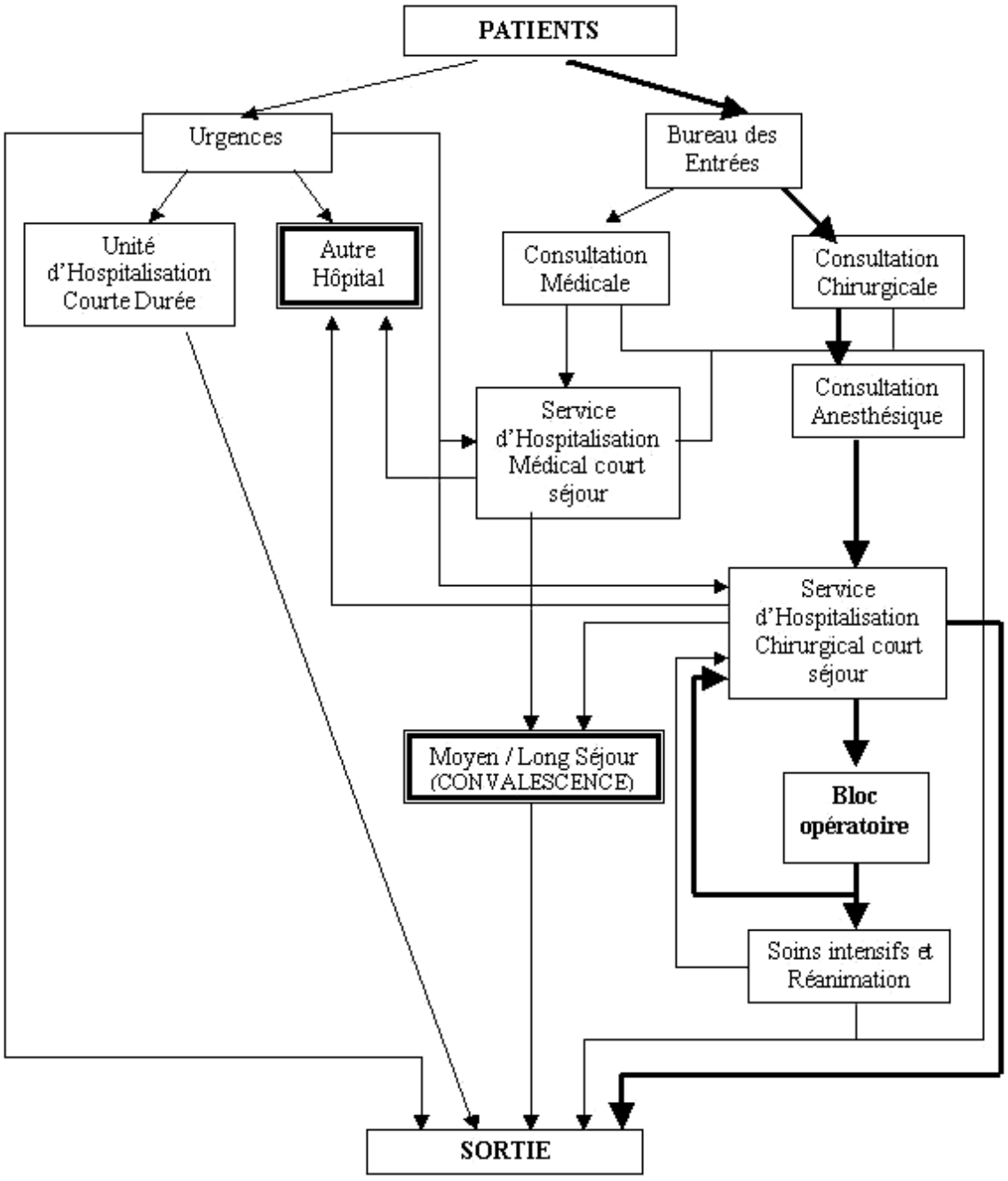


Figure 1.1. Trajectoire du patient

L'étude entreprise s'intéresse au cheminement chirurgical qui est modélisé sur la figure par les flux patients en gras.

2. ANALYSE DU PROCESSUS OPERATOIRE

Le processus opératoire, comme tout processus, comporte un intrant, le patient devant être opéré, et un extrant, le patient opéré. Il se décompose en trois étapes : la phase pré-opératoire, la phase per-opératoire et la phase post-opératoire. La phase pré-opératoire correspond à la

prise en charge du patient jusqu'à la veille de l'intervention. La phase per-opératoire définit la période de l'intervention. La phase post-opératoire recouvre l'ensemble des soins reçus par le patient à l'issue de l'intervention.

Dans cette partie, une analyse du processus est présentée à l'aide de la méthode S.A.D.T. (Structured Analysis and Design Technique) [Ross 1977 ; Ross 1985]. Cette méthode trouve son application dans toutes les études de projets, de productique, d'organisation et d'une manière générale dans toutes les analyses de systèmes. Elle propose une approche hiérarchique descendante des systèmes étudiés permettant une appréhension modulaire et progressive de la complexité. Son symbolisme graphique offre un outil de communication universel, clair et synthétique. Elle fournit une analyse des systèmes par les activités et les données et définit un moyen d'expression favorisant, par la rigueur de sa syntaxe, un dialogue de qualité minimisant les problèmes d'interprétation. Onze diagrammes organisés sous la forme d'une arborescence, détaillent les processus pré-opératoire (des consultations à l'hospitalisation), per-opératoire (de l'admission à la sortie du bloc) et post-opératoire (du retour de bloc à la sortie de l'hôpital).

Le nœud principal de notre étude de l'existant est «*Opérer un patient* » (Nœud A-0)

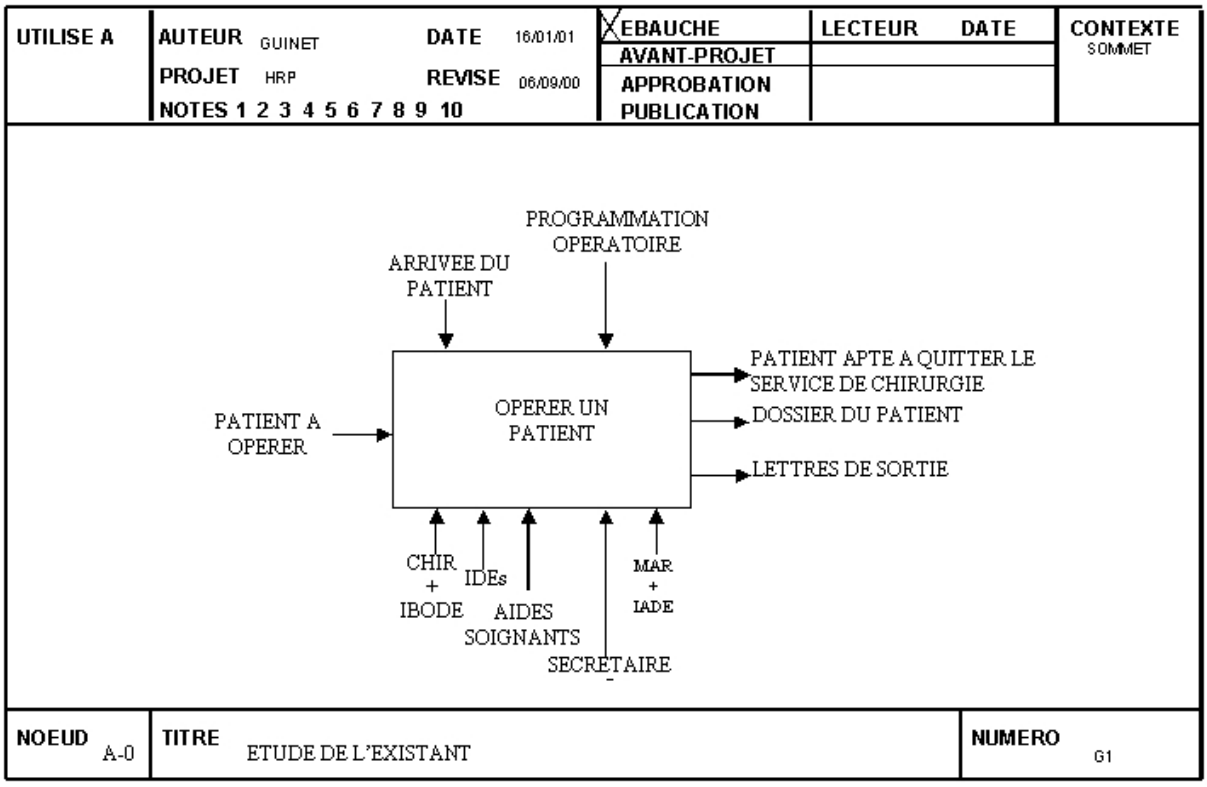


Figure 1.2. A-0-Etude de l'existant

Suivant la programmation opératoire établie pour une semaine donnée se déclenche tout un processus pour opérer les patients. Ce processus nécessite la disponibilité de plusieurs

intervenants : des Chirurgiens (CHIR), des Médecins Anesthésistes Réanimateurs (MAR), des Infirmiers Diplômés d'Etat (IDEs), des Infirmiers de Bloc Opératoire Diplômés d'Etat (IBODEs), des Infirmiers Anesthésistes Diplômés d'Etat (IADEs), des secrétaires, et des aides soignants.

A la fin de ce processus, le patient opéré sera apte à quitter le service d'hospitalisation de chirurgie. Un dossier Patient ainsi que des lettres de suivi seront archivés.

2.1 Opérer un patient

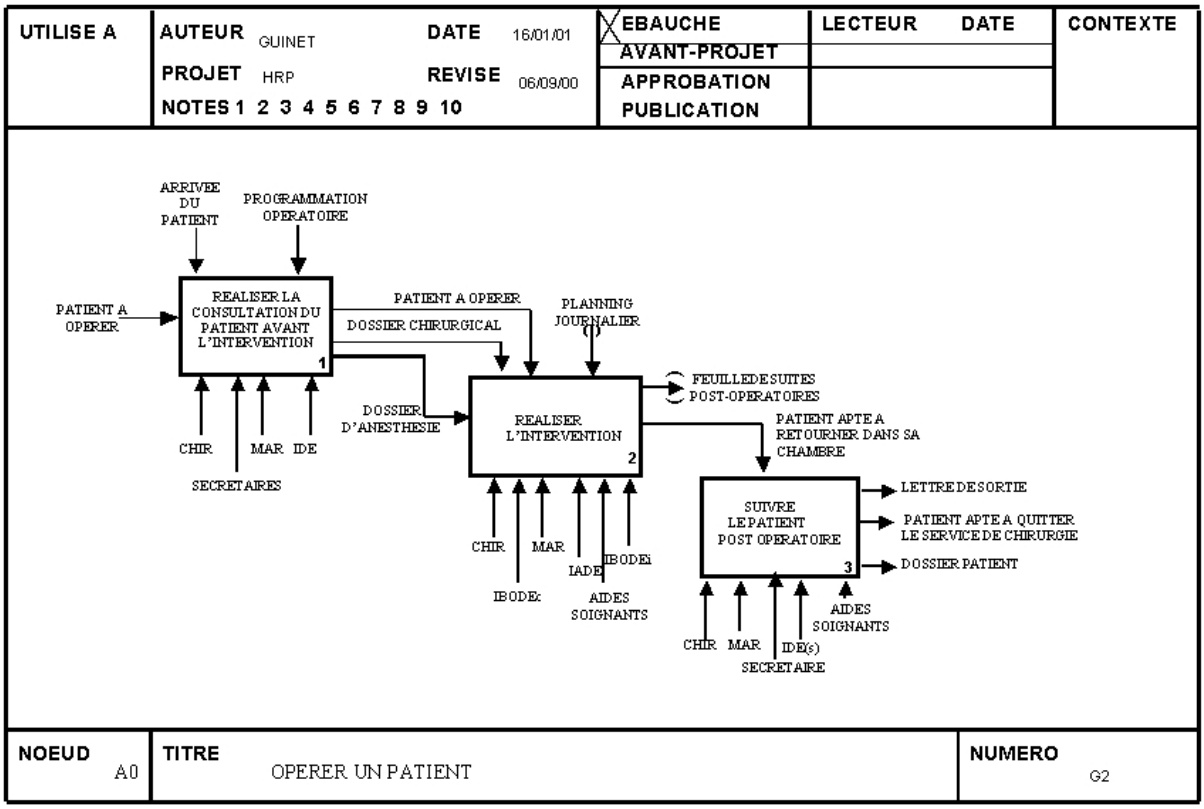


Figure 1.3. A0-Opérer un patient

Ce diagramme (A0) décrit les trois activités de base pour opérer un patient. Ces activités résument les trois grandes phases d'un processus opératoire.

La réalisation des consultations constitue la principale activité de la phase pré-opératoire. Un patient à opérer doit obligatoirement consulter un chirurgien et un médecin anesthésiste-réanimateur. La secrétaire intervient pour accueillir le patient et vérifier son dossier. Un infirmier IDE peut intervenir dans le cas de besoin de prélèvements.

Réaliser l'intervention est la principale activité de la phase per-opératoire. Une feuille de suivie post-opératoire est générée et le patient est apte à retourner dans sa chambre en fin d'activité.

Suivre le patient en phase post-opératoire définit l'activité principale de la phase post-opératoire. A la fin de cette activité le patient est apte à quitter le service de chirurgie.

2.2 Réaliser la consultation du patient avant l'intervention

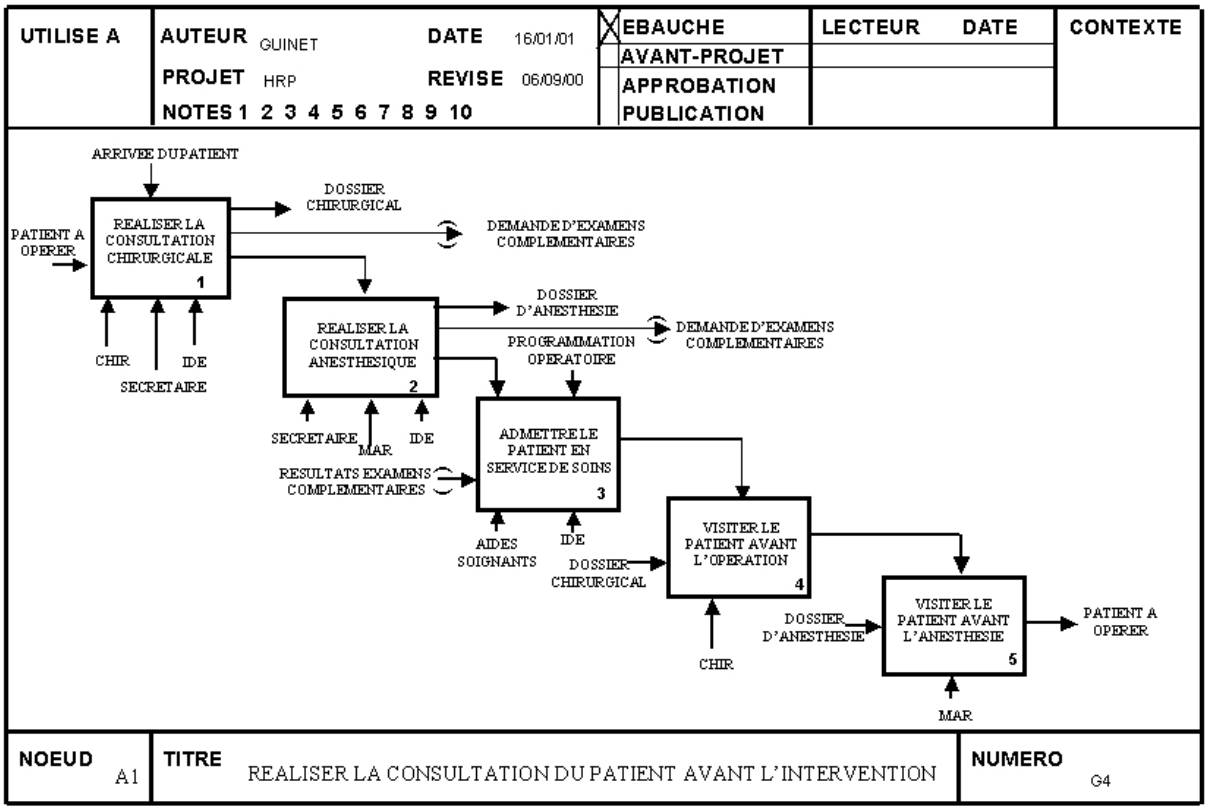


Figure 1.4. A1-Réaliser la consultation du patient

La consultation du patient avant l'intervention se réalise comme suit :

Le patient vient consulter un chirurgien, le rendez-vous de consultation ayant été fixé lors d'un appel téléphonique par le patient à la secrétaire qui s'occupe des prises des rendez-vous. Le chirurgien remplit au cours de la consultation un dossier chirurgical sur le patient, en indiquant principalement les différents examens complémentaires à faire avant l'intervention. Une infirmière IDE peut intervenir lors de cette activité en cas de nécessité de prélèvements. La secrétaire fixe en fin de consultation les dates d'hospitalisation et d'intervention suivant différents critères (indications du chirurgien, disponibilités connues du bloc opératoire, etc.). Le rôle de secrétaire peut être assuré par une secrétaire ou par un infirmier diplômé d'état (IDE).

Le patient passe ensuite au bureau des médecins anesthésistes-réanimateurs où il est accueilli par une secrétaire pour la consultation anesthésique. Le médecin anesthésiste-réanimateur remplit au cours de la consultation un dossier d'anesthésie sur le patient et prescrit les différents examens complémentaires nécessaires avant l'intervention. Une infirmière (IDE) peut intervenir lors de cette activité en cas de nécessité de prélèvements.

La veille du jour de l'intervention le patient est admis dans le service de soins. Les IDEs et les aides soignants du service s'occupent de l'identification du patient, de son installation dans sa chambre, et de tous ses besoins durant son séjour dans le service.

Le chirurgien responsable de l'intervention visite le patient la veille de l'intervention pour s'assurer de son état.

Le médecin anesthésiste-réanimateur responsable de l'anesthésie du patient effectue une visite du patient la veille de l'intervention pour vérifier le dossier d'anesthésie et s'assurer de l'état du patient.

2.3 Réaliser l'intervention

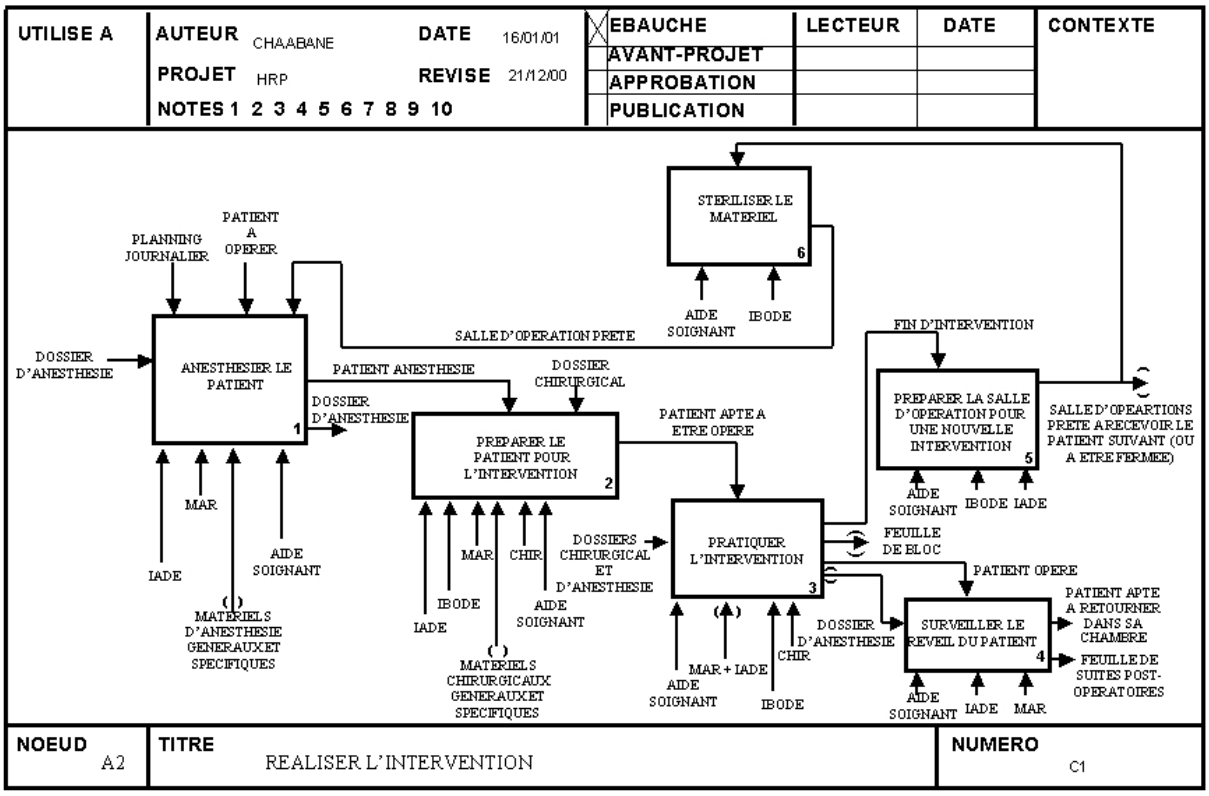


Figure 1.5. A2-Réaliser l'intervention

Suivant le planning journalier des interventions programmées et les ajouts d'interventions pour un jour donné, le médecin anesthésiste-réanimateur et une IADE affectée à une salle

d'opérations préparent les matériels d'anesthésie généraux et spécifiques selon les indications du dossier d'anesthésie du patient à opérer. Ensuite, ils anesthésient le patient avec l'aide d'un aide soignant.

Selon les informations mentionnées dans le dossier chirurgical du patient, le chirurgien, l'IBODEc (IBODE circulante), l'IBODEi (IBODE instrumentiste), le médecin anesthésiste-réanimateur, l'IADE et les aides soignants, préparent le patient pour l'intervention et installent les matériels chirurgicaux généraux et spécifiques.

Une fois le patient prêt à être opéré, le chirurgien pratique l'intervention avec l'aide du reste de l'équipe : IBODEi, IBODEc et aides soignants.

Une fois l'intervention terminée, le patient opéré est transporté en salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI) par le médecin anesthésiste-réanimateur, l'IADE et l'aide soignant, accompagné de son dossier d'anesthésie.

La stérilisation du matériel peut être réalisée parallèlement aux interventions dans une salle de stérilisation spécifique par les IBODEs et les aides soignants.

2.3.1 Anesthésier le patient

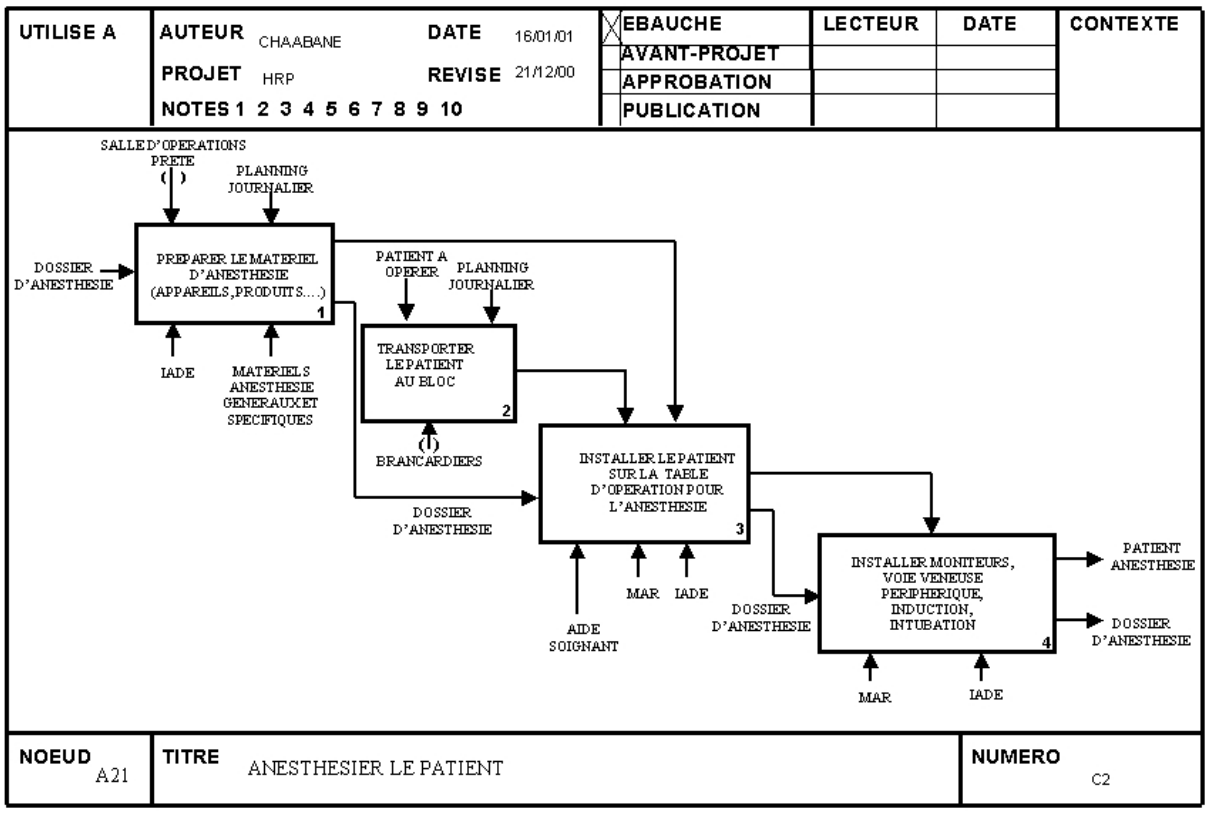


Figure 1.6. A21-Anesthésier le patient

A l'ouverture du bloc opératoire, chaque IADE, affecté à une salle d'opérations, prépare les matériels d'anesthésie généraux pour toutes les interventions programmées dans la salle pour la journée en cours. Au début de chaque intervention et avant l'arrivée du patient, il prépare les matériels d'anesthésie spécifiques suivant les indications du dossier du patient à opérer.

Un brancardier (ou deux) du service d'hospitalisation transporte le patient à opérer depuis sa chambre jusqu'au bloc. L'ordre d'arrivée des patients au bloc est fixé par le planning journalier des interventions.

Le médecin anesthésiste-réanimateur, l'IADE et un aide soignant installent le patient sur la table d'opération pour procéder à l'anesthésie.

Le médecin anesthésiste-réanimateur et l'IADE installent les moniteurs, voie veineuse, et voies périphériques. Ils procèdent à l'induction et l'intubation du patient à anesthésier.

A la fin de ces activités le patient à opérer est anesthésié.

2.3.2 Préparer le patient à l'intervention

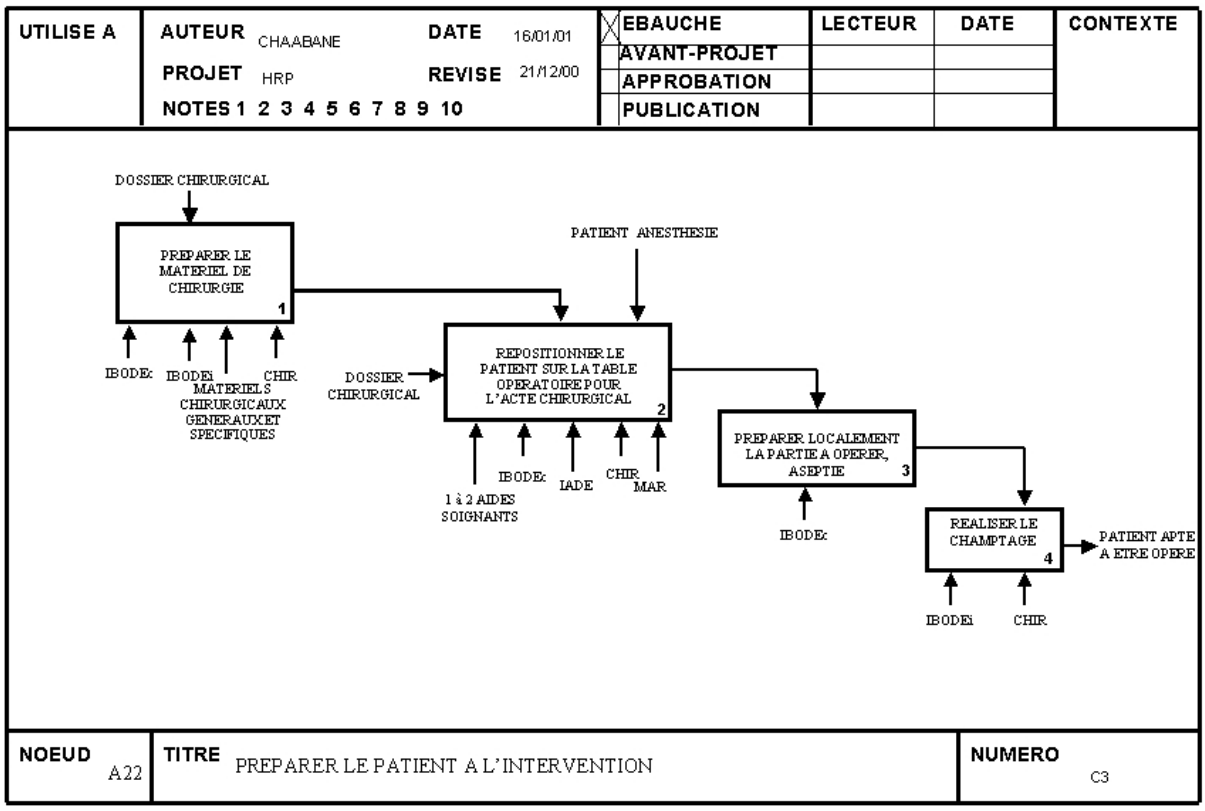


Figure 1.7. A22-Préparer le patient à l'intervention

Le chirurgien, l'IBODEi et l'IBODEc préparent les matériels chirurgicaux généraux et spécifiques pour l'intervention, selon les indications du dossier chirurgical. Ensuite le

chirurgien, le médecin anesthésiste-réanimateur, l'IADE, l'IBODEc, aidés par un à deux aides soignants repositionnent, si nécessaire, le patient sur la table d'opération pour l'acte chirurgical. L'IBODEc prépare localement la partie à opérer. Il procède à l'asepsie (désinfection de la peau). Enfin le chirurgien et l'IBODEi réalisent le champtage. Suite à ces activités le patient est apte à être opéré.

2.3.3 Pratiquer l'intervention

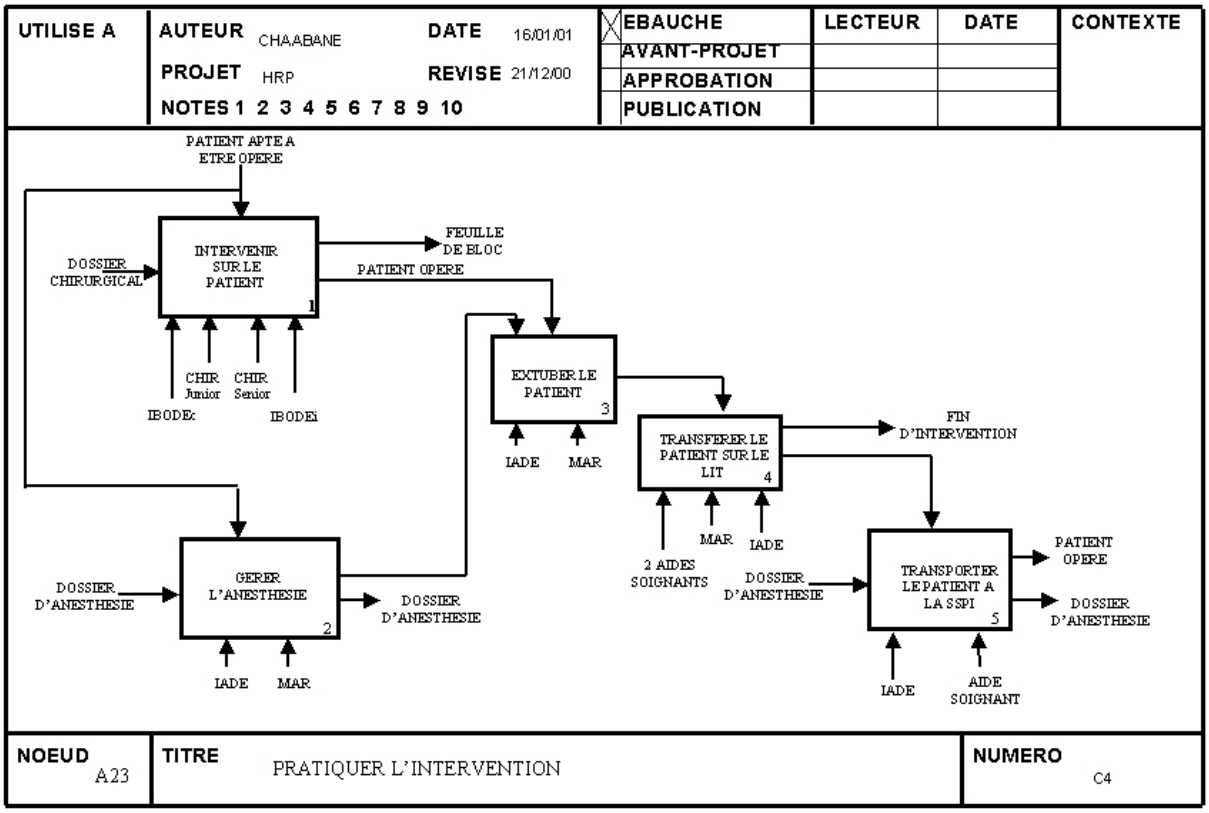


Figure 1.8. A23- Pratiquer l'intervention

Le chirurgien senior, le chirurgien junior, l'IBODEi et l'IBODEc interviennent sur le patient. Au cours de cette activité une feuille de bloc est remplie. Parallèlement à l'activité précédente, le médecin anesthésiste-réanimateur et l'IADE gèrent l'anesthésie et marquent l'évolution de l'état du patient durant l'intervention sur le dossier d'anesthésie. Une fois la fermeture réalisée, dans la plupart des interventions le médecin anesthésiste-réanimateur et l'IADE extubent le patient. Une fois l'intervention terminée, le médecin anesthésiste-réanimateur, l'IADE et les aides soignants transfèrent le patient opéré de la table d'opération vers son lit. Enfin, l'IADE et les aides soignants transportent le patient jusqu'à la salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI) appelée aussi salle de réveil.

La première activité de l'actigramme, « intervenir sur le patient » est détaillée ci-après.

Intervenir sur le patient

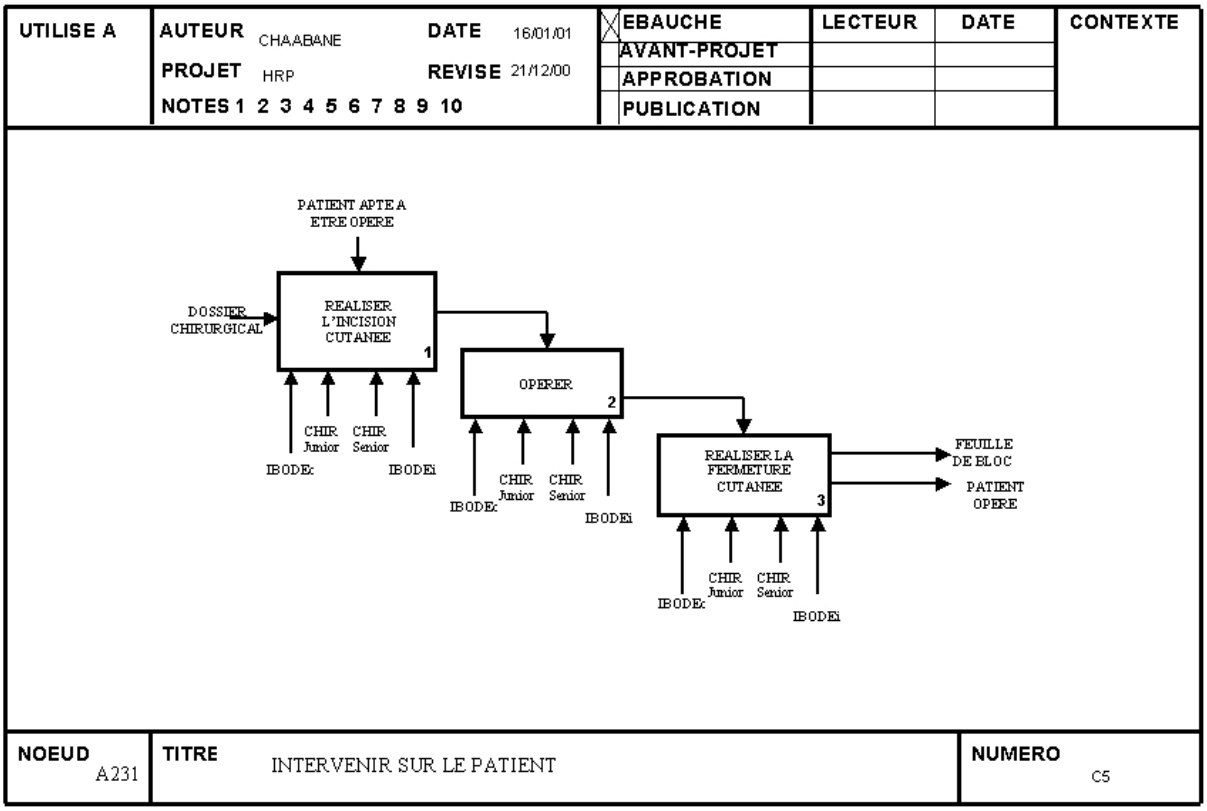


Figure 1.9. A231-Intervenir sur le patient

Le chirurgien senior et le chirurgien junior réalisent l'incision cutanée, assistés par l'IBODEi qui leur fait passer les instruments qu'ils utilisent lors de l'incision. L'IBODEc s'occupe de l'apport du matériel du reste de la salle d'opérations vers la zone stérile. Les chirurgiens, senior et junior, opèrent le patient. Une fois l'acte chirurgical terminé, ils procèdent à la fermeture cutanée. A la fin de ces activités le patient est opéré et prêt à quitter la salle d'opérations.

2.3.4 Surveiller le réveil du patient

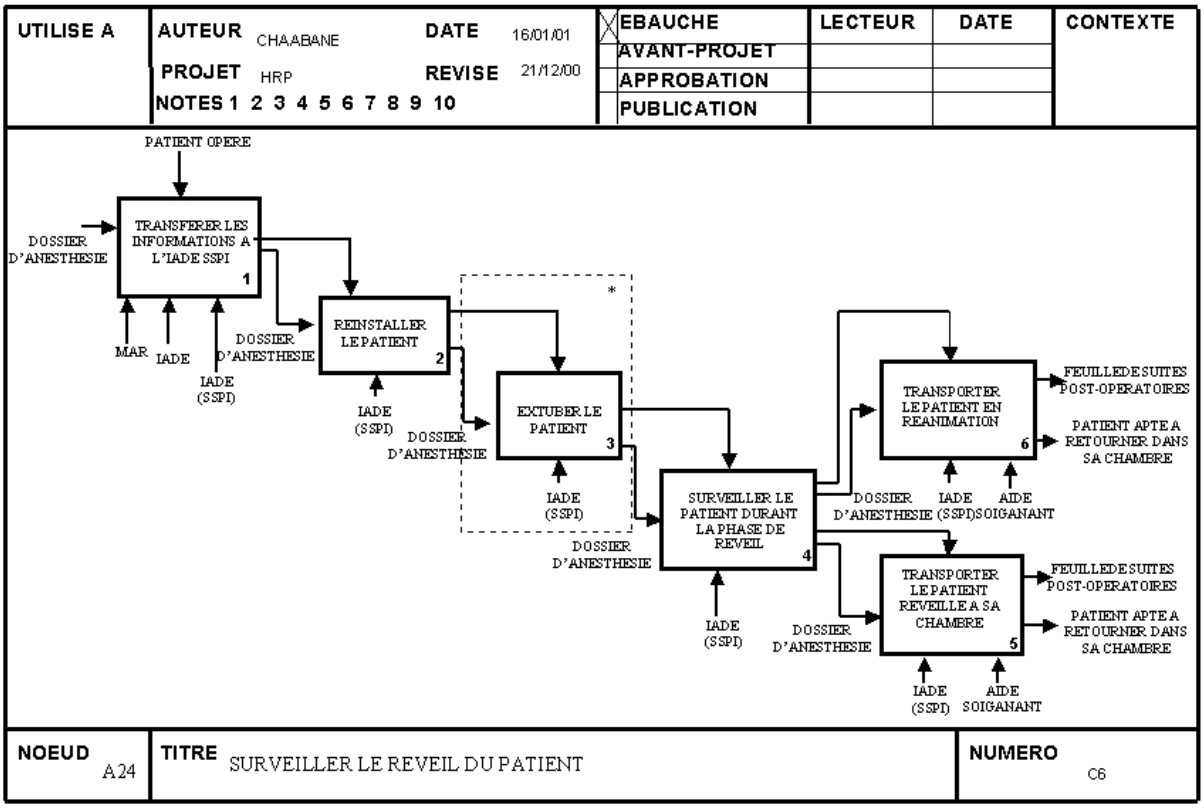


Figure 1.10. A24-Surveiller le réveil du patient

Pour surveiller le réveil du patient le médecin anesthésiste-réanimateur et l'IADE, qui ont anesthésié le patient, transmettent à l'IADE de la salle de réveil les informations concernant l'état du patient et les indications spécifiques à suivre pendant le réveil.

L'IADE de SSPI réinstalle alors le patient dans un lit de la SSPI. Il surveille ensuite le réveil du patient et marque sur son dossier d'anesthésie l'évolution de son état.

Pour certaines interventions (par exemple viscérale), l'extubation du patient se fait dans la salle de réveil (activité 3).

Si le réveil du patient se termine sans problème ni complication, alors l'IADE de la salle de réveil et un aide soignant transmettent le patient aux brancardiers qui vont transporter le patient dans sa chambre.

Dans le cas où le patient présente des complications lors de son réveil, il sera transporté au service de soins intensifs ou en réanimation, où il va séjourner.

2.3.5 Préparer la salle d'opérations pour une nouvelle intervention

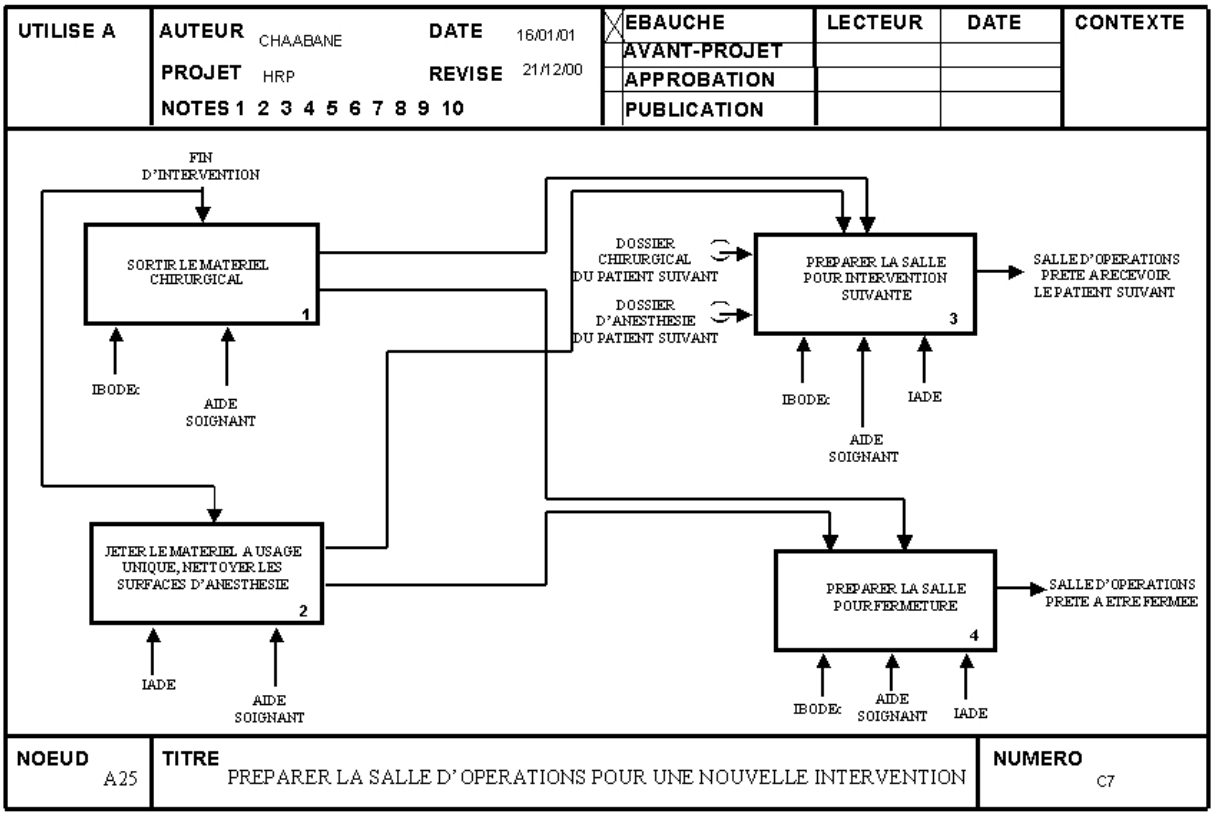


Figure 1.11. A25-Préparer la salle d'opérations

Pour préparer la salle d'opérations pour une nouvelle intervention, ou pour la fermeture de la salle d'opérations après la dernière intervention, l'IBODE et un aide soignant font sortir les matériels chirurgicaux utilisés lors de l'intervention. Parallèlement à cette dernière activité, l'IADE et un aide soignant jettent le matériel à usage unique utilisé lors de l'intervention et nettoient les surfaces du matériel d'anesthésie.

S'il reste au moins une intervention à faire, alors l'IADE, l'IBODEc et l'aide soignant préparent les matériels nécessaires pour l'intervention suivante selon les indications du dossier d'anesthésie et du dossier chirurgical du patient suivant.

S'il ne reste pas d'autre intervention à faire, alors l'IADE, l'IBODEc et l'aide soignant préparent la salle pour la fermer (nettoyage, ménage,…).

2.4 Suivre le patient Post-Opératoire

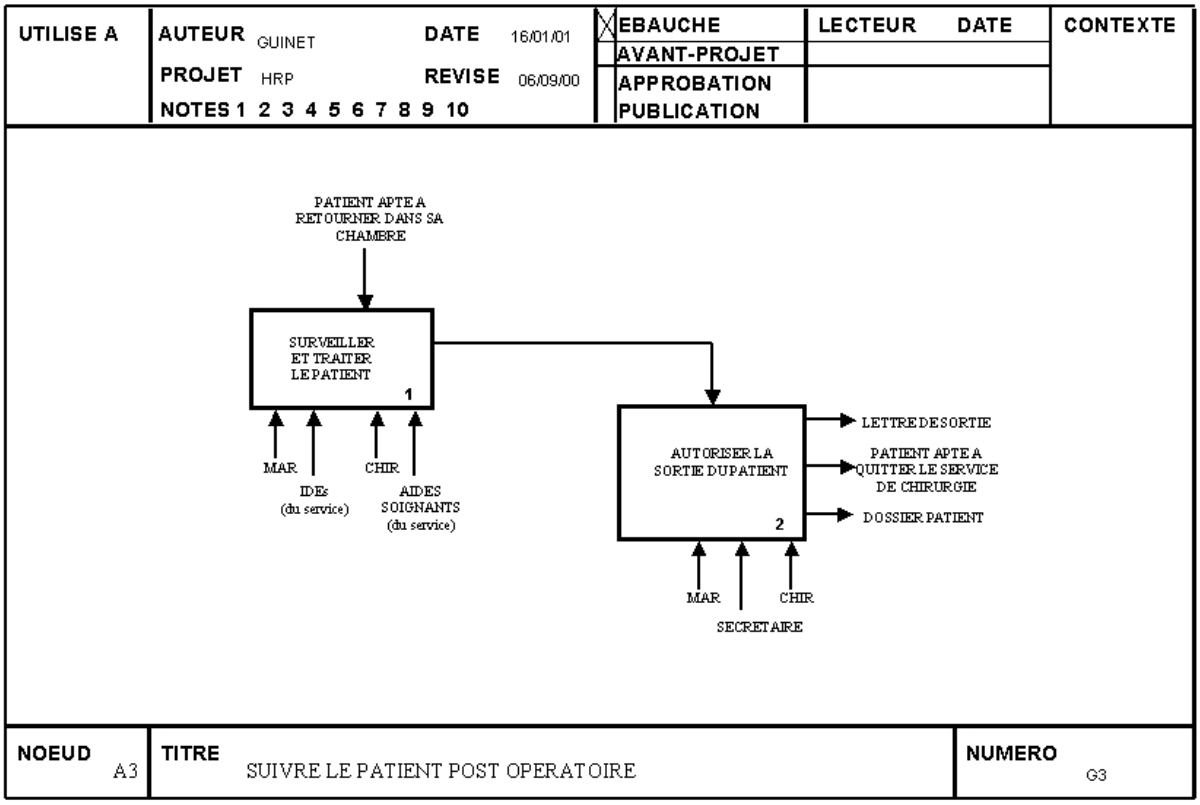


Figure 1.12. A3-Suivre le patient en phase post-opératoire

Le suivi du patient en phase post-opératoire se réalise de la manière suivante :

- Le patient est surveillé et traité dans sa chambre par le chirurgien qui a réalisé l'intervention, le médecin anesthésiste-réanimateur qui l'a anesthésié, les IDEs et les aides soignants du service.
- Le chirurgien et le médecin anesthésiste-réanimateur autorisent en cas d'absence de problèmes, la sortie du patient.

3. IDENTIFICATION DES RESSOURCES DU PROCESSUS OPERATOIRE

L'analyse du processus opératoire a permis de montrer que sa principale caractéristique est sa complexité qui s'explique par deux raisons essentielles :

- Faire converger en un même lieu et en un même temps des ressources humaines, matérielles et informationnelles différentes.
- Les activités peuvent se dérouler soit d'une façon séquentielle, soit d'une façon parallèle. Dans ce dernier cas, les mêmes types de ressources humaines ou matérielles risquent d'être utilisés.

Cette partie s'intéresse à l'identification des différentes ressources constituant le processus opératoire.

3.1 Ressources Humaines

L'analyse des activités du processus opératoire a montré la multiplicité des ressources humaines qui interviennent dans les différentes activités. Chaque ressource se caractérise par sa culture, ses compétences, sa spécialité et son niveau d'expérience.

On distingue huit spécialités :

- Chirurgiens (CHIR) : c'est l'opérateur qui réalise l'intervention. Sa décision, prise suite à la consultation chirurgicale d'un patient concernant la nécessité de l'intervention, déclenche le processus opératoire. Sa présence, bien qu'elle soit primordiale (on ne peut pas imaginer une intervention chirurgicale sans le chirurgien) reste restreinte à presque la moitié des activités du processus. En effet, le chirurgien intervient uniquement sur les activités qui concernent l'acte chirurgical en présence du patient. Une intervention chirurgicale est sous la responsabilité d'un chirurgien senior, même si ce dernier peut déléguer la réalisation de l'acte chirurgical à un chirurgien junior.
- Médecin Anesthésiste-Réanimateur (MAR) : la spécialité d'anesthésie-réanimation est récente, elle date des années 1970. Le médecin anesthésiste-réanimateur décide si l'état physiologique et psychologique du patient permet l'intervention. De plus il joue un rôle transversal important dans la réalisation d'une intervention chirurgicale. Il est à remarquer que peu d'informations sont apportées concernant les moyens humains à mettre en œuvre dans ce cadre au niveau du processus opératoire, et plus précisément dans la phase per-opératoire. En effet l'article D-712-43 du décret n°94-1050 du 5 décembre 1994 précise que les moyens prévus doivent permettre de faire bénéficier le patient d'une surveillance clinique continue [Décret-N°94-1050 1994].
- Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat (IADE) : c'est un infirmier qui intervient dans les activités d'anesthésie, son rôle est également transversal. Il est le plus proche collaborateur des médecins anesthésistes-réanimateurs. Il peut être affecté aux activités dans les salles d'opérations (préparation du matériel anesthésique et anesthésie du patient) ou à la salle de surveillance post-interventionnelle pour surveiller le réveil du patient opéré. Dans tous les cas il est sous la responsabilité d'un médecin anesthésiste-réanimateur. Il participe à la logistique du bloc opératoire en ce qui concerne la réalisation de l'inventaire des stocks des produits anesthésiques.
- Infirmier de Bloc Opératoire Diplômé d'Etat (IBODE) : c'est un infirmier affecté à une salle d'opérations et qui collabore avec le chirurgien pour assurer toutes les activités concernant l'acte chirurgical (préparation du matériel chirurgical, fourniture des instruments chirurgicaux, transfert du patient sur la table opératoire, nettoyage des salles d'opérations,

…). On distingue deux fonctions d'IBODE : circulant et instrumentiste. L'IBODE circulant ramène au chirurgien, au cours de l'intervention, tout le matériel se trouvant dans la salle d'opérations. L'IBODE instrumentiste reste à proximité du chirurgien, il lui donne les instruments chirurgicaux.

- Aides soignants : ce sont des agents hospitaliers diplômés affectés au bloc opératoire et ils aident les différents infirmiers dans les différentes activités (nettoyage des salles, préparation du matériel, transfert des patients, …)
- Brancardiers : ce sont les agents responsables du transfert des patients des services d'hospitalisation (ou service des soins intensifs, ou service de réanimation) jusqu'au bloc opératoire et inversement.
- Infirmier diplômé d'état (IDE) : c'est un infirmier qui n'est pas spécialisé comme les IADEs ou IBODEs qui s'occupe des patients dans les services d'hospitalisation pendant tout le séjour hospitalier.
- Secrétaire : elle assure les activités administratives d'un service de chirurgie comme par exemple les prises des rendez-vous des patients, la gestion du dossier médical, la gestion des agendas des chirurgiens, …

Cette description des différentes ressources humaines et le rôle de chacun reste très généraliste et restreinte. Le but est ici de mettre en évidence la diversité des types de ressources participant au processus opératoire. Il est à noter que la définition exacte du rôle de chacune de ces ressources reste un point très délicat puisqu'elle diffère d'une structure à l'autre. De plus, entre structure publique et privée, certains aspects peuvent être amplifiés. Même si l'on s'appuie sur les textes réglementaires, ces derniers restent suffisamment imprécis dans leurs contenus et leurs champs d'application. La charte de bloc peut constituer une réponse à ce manque de précision des rôles de chacun. C'est un document propre à chaque établissement de soins. Il définit successivement les principes de fonctionnement et d'organisation propres à la structure, la gestion des ressources humaines, l'utilisation des locaux ainsi que la coordination et les réunions de fonctionnement.

D'autre part, on note une évolution de certains termes utilisés. En effet on parle d'équipe chirurgicale et non de chirurgien, d'acteurs de bloc et non de chaque ressource humaine prise individuellement, de collaboration et non d'exécution des ordres. Cette évolution culturelle difficilement acquise et même absente dans certains établissements de santé représente l'avenir des relations entre différentes ressources humaines composant le processus opératoire.

3.2 Ressources Matérielles

Le bloc opératoire est composé de deux principaux types de salles :

- Les salles d'opérations : ce sont les salles où les interventions chirurgicales sont réalisées. Elles doivent être équipées de moyens assurant pour chaque patient le contrôle continu du rythme cardiaque et du tracé électrocardioscopique et la surveillance de la pression artérielle. Pour chaque intervention, les responsables (chirurgien et anesthésiste) doivent préciser les matériels chirurgicaux et anesthésiques spécifiques et généraux à préparer.
- La salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI, appelée aussi salle de réveil) : cette salle contient des lits pour accueillir les patients opérés en phase de réveil. Chaque lit doit être doté des dispositifs médicaux assurant le contrôle des effets résiduels des médicaments anesthésiques et de leur élimination afin que le patient puisse reprendre son autonomie respiratoire, son équilibre circulatoire et sa récupération neurologique. Cette salle doit être située à proximité des salles d'opérations. Ses horaires d'ouverture doivent tenir compte du tableau fixant la programmation des interventions. Elle doit comporter en permanence au moins un IDE formé à ce genre de surveillance, et, si possible un IADE. Lorsque la salle dispose d'une capacité supérieure ou égale à 6 lits occupés, l'équipe paramédicale doit comporter au moins deux agents présents dont l'un est obligatoirement un IDE formé à ce type de surveillance, si possible un IADE (l'article D-712-43 du décret n°94-1050 du 5 décembre 1994) [Décret-N°94-1050 1994]. Le personnel médical est placé sous la responsabilité médicale d'un MAR qui doit pouvoir intervenir à n'importe quel moment.

3.3 Ressources Informationnelles

L'aspect informationnel a une grande importance pour un bon fonctionnement des blocs opératoires. En effet, pendant tout le processus opératoire un nombre considérable d'informations est échangé et circule entre les différents acteurs du bloc, soit de manière orale (les indications du médecin anesthésiste réanimateur aux infirmiers dans la salle de réveil lors du transfert du patient, …), soit de manière écrite (les mesures prises tout au long de l'intervention chirurgicale, …). Ces informations sont en plus d'importance variable. D'une part, elles peuvent être purement médicales, représentées par le dossier médical du patient (dossier chirurgical et dossier anesthésique). D'autre part, elles peuvent concerner l'activité (les heures d'entrée, de sortie, …) ou l'aspect organisationnel (préparation de la prochaine intervention, …). L'intérêt pour la gestion se porte sur les informations et les données qui concernent l'activité du bloc opératoire (heure d'entrée de patient dans la salle d'opérations, heure de sortie de la salle d'opérations, heure d'incision, …). Ces informations constitueront les données qui aideront par la suite les travaux de planification des blocs opératoires. La réponse à ce besoin est la mise en place d'un système de recueil des données nécessaires décrivant les différentes phases de l'activité.

4. FORCES ET FAIBLESSES DU PROCESSUS OPERATOIRE DU BLOC DE CHIRURGIE GENERALE DE L'HOPITAL DE LA CROIX-ROUSSE

L'étude de l'existant a permis de mettre en évidence une organisation du processus opératoire orientée sur la qualité des soins. Pour la partie pré-opératoire le patient est entièrement pris en charge par l'infirmier de consultation pour ce qui concerne son parcours médical (examens intra et extra hospitaliers, hospitalisation). Les colloques du lundi des intervenants du bloc permettent la diffusion et l'enrichissement des informations disponibles sur le patient avant l'intervention. Les réunions hebdomadaires du staff de service, l'existence d'une charte de fonctionnement du bloc ainsi que l'informatisation actuelle des comptes-rendus opératoires dénotent la volonté des intervenants du bloc de travailler de manière efficace et transparente au niveau du processus per-opératoire. La partie post-opératoire est aussi organisée avec le même souci de qualité avec l'existence d'un réseau de collaboration entre médecins de ville et personnels hospitaliers. Le conseil de bloc quant à lui constitue le lieu institutionnel approprié et légal d'amélioration du processus opératoire.

Nous avons pu constater que le système d'information était essentiellement manuel et constituait donc le maillon faible en terme d'organisation et de gestion des activités. Il laisse la porte ouverte à des oublis éventuels ou à des méconnaissances potentielles d'information dans le cadre de la constitution des dossiers pré-opératoires. Bien qu'un embryon informatique soit en place dans le cadre de la phase per-opératoire, il ne permet pas le suivi en temps réel de l'ensemble des activités du bloc et ne génère donc pas les informations nécessaires à une gestion prévisionnelle efficace du bloc (besoins en nombre et en durée des ressources humaines, planification des activités, emploi du temps prévisionnel...), aussi bien qu'en retour d'informations sur l'efficacité du système de soins (statistiques, indicateurs de performance).

Le tableau suivant détaille les différents points forts et points faibles de l'existant pour chaque activité.

Points forts	Points faibles	Remarques	Besoins
L'infirmier de consultation prend les rendez-vous pour les examens du patient nécessaires avant l'opération.	Les dossiers chirurgicaux et anesthésiques sont sous forme papier. Les courriers anesthésiques sont écrits à la main.	Chaque semaine, les différents intervenants du bloc (chirurgiens, anesthésistes, internes, infirmiers…) se réunissent afin de préparer et commenter les différentes interventions.	L'informatisation des dossiers est nécessaire afin : d'éviter d'éventuels oublis ou incohérences croisées lors des consultations, de mettre plus facilement les informations patient à disposition de l'infirmier (examens) ainsi que de l'ensemble des intervenants du bloc, et de supporter le colloque du lundi après-midi sur les interventions de la semaine à réaliser.
	Après les consultations chirurgicale et anesthésique, l'infirmier de consultation fixe une date d'hospitalisation pour le patient. Celle-ci ne tient pas toujours compte de la charge des ressources hospitalières, par méconnaissance, par pression ou par négligence.	L'infirmier tient principalement compte des disponibilités des chirurgiens, moins des anesthésistes et peu du personnel du bloc ou du service. La charge du bloc n'est pas formalisée donc mal appréciée.	Une tenue informatique des interventions programmées est nécessaire. Une date pourrait être proposée par un tel système.

Tableau 1.1. Forces et faiblesses de l'activité A1-Réaliser la consultation

Points forts	Points faibles	Remarques	Besoins
Le compte rendu opératoire du patient est saisi en différé par les chirurgiens sur le logiciel GIM qui a été développé par la structure informatique Locale de l'hôpital de la Croix-Rousse.	Le système d'information est basé principalement sur les dossiers chirurgicaux et anesthésiques papiers. Aucune information pré-opératoire et post-opératoire ou d'anesthésie n'est saisie à ce jour.	Aucun suivi d'activité n'est effectué. Un cahier de bloc est mis à jour après chaque intervention. Il est utilisé pour le calcul manuel de statistiques.	Un système informatique conversationnel de suivi des activités per- , mais aussi pré- et post-opératoire à destination et en support de l'ensemble des intervenants du bloc s'avère nécessaire.
Une charte de fonctionnement du bloc est actuellement mise en place.	La responsabilisation des différents intervenants du bloc est à parfaire. L'harmonisation des interventions des chirurgiens, anesthésistes, infirmiers, aides-		La connaissance de temps prévisionnels de chirurgie et d'anesthésie permettrait d'établir un emploi du temps journalier prévisionnel.

	soignants, doit être travaillée.		
Un staff de service se réunit les vendredis après-midi afin d'établir le planning des interventions de la semaine suivante.			Un outil d'aide à l'élaboration du planning hebdomadaire permettrait de mieux juger des différentes conséquences d'une solution et d'étudier plusieurs scénarii de fonctionnement.
	Les ressources humaines doivent être configurées pour les différentes interventions en fonction du ou des actes opératoires.	Un protocole de soins représente une succession d'actes opératoires identifiés par leur CCAM, c.-à-d. une gamme de traitement.	La formalisation des protocoles de soins permettrait de connaître l'intensité des ressources à employer (nombre de ressources nécessaires et durée d'utilisation prévisionnelle).

Tableau 1.2. Forces et faiblesses de l'activité A2-Réaliser l'intervention

Points forts	Points faibles	Remarques	Besoins
Suivi quotidien multi-disciplinaire grâce aux tours des services	L'archivage est manuel. Des difficultés d'accès et de réemploi des informations sur les patients sont constatées. Chaque jour l'anesthésiste doit recopier le traitement des patients.	Un logiciel interne est discuté depuis 18 mois mais n'est pas lancé faute de moyens.	L'archivage des dossiers chirurgicaux et anesthésiques doit permettre l'accessibilité et la permanence de l'accessibilité des antécédents du patient. Besoins informatiques pour éviter le temps de recopie des prescriptions.
	La disponibilité des résultats de l'évaluation médicale des patients et des traitements des patients est trop restreinte de par sa forme.	Un réseau de collaboration avec les médecins généralistes de la Croix-Rousse a été initié afin de mieux suivre les patients.	Des données informatisées sur les patients permettraient de les mettre à disposition des professionnels intra et extra hospitaliers et d'éviter de perdre du temps en recopiant des informations journalières répétées.

Tableau 1.3. Forces et faiblesses de l'activité A3-Suivre le patient en post-opératoire

Points forts	Points faibles	Remarques	Besoins
Calcul des statiques sur l'activité			
	Ces activités sont manuelles, fastidieuses et parfois techniquement complexes. Elles sont réalisées par la responsable du bloc.		L'informatisation du calcul des statistiques sur l'évaluation de la charge et l'optimisation de sa répartition sur les ressources humaines, est nécessaire.
Suivi d'indicateurs de qualité			
	Hormis le nombre d'heures supplémentaires à récupérer, il ne semble pas y avoir d'autres indicateurs que l'on puisse actuellement suivre, ceci par manque de données.		Il convient de sensibiliser les intervenants sur la qualité de l'organisation de l'activité du bloc dans le temps (taux d'utilisation, heures supplémentaires …).
Conseil de bloc			
Un conseil de bloc est actuellement en activité, conformément aux décrets.		Le conseil de bloc est le lieu institutionnel de discussion des intervenants en bloc sur d'éventuels dysfonctionnements.	Des données informatisées permettraient de rechercher plus facilement les causes des dysfonctionnements.

Tableau 1.4. Autres Forces et faiblesses

5. RECOMMANDATIONS ET OBLIGATIONS LEGALES

Le processus opératoire est encadré par de nombreux textes réglementaires comprenant des lois, décrets, arrêtés, circulaires et il est guidé par les recommandations publiées par des sociétés savantes. Il n'existe pas de loi spécifique au processus opératoire mais la pratique de l'anesthésie et de l'acte chirurgical s'inscrivent, comme toute activité médicale, dans le cadre général des missions et d'organisation de la santé publique, régi par le décret n° 92-272 du 26 mars 1992 et de la loi n° 2002-303 du 4 mars 2002, relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé [Marty 2003]. Le décret n° 94-1050 peut apparaître comme un texte fondateur de l'organisation de l'anesthésie en France [Décret-N°94-1050 1994]. La figure suivante illustre les principaux points évoqués par ce décret.

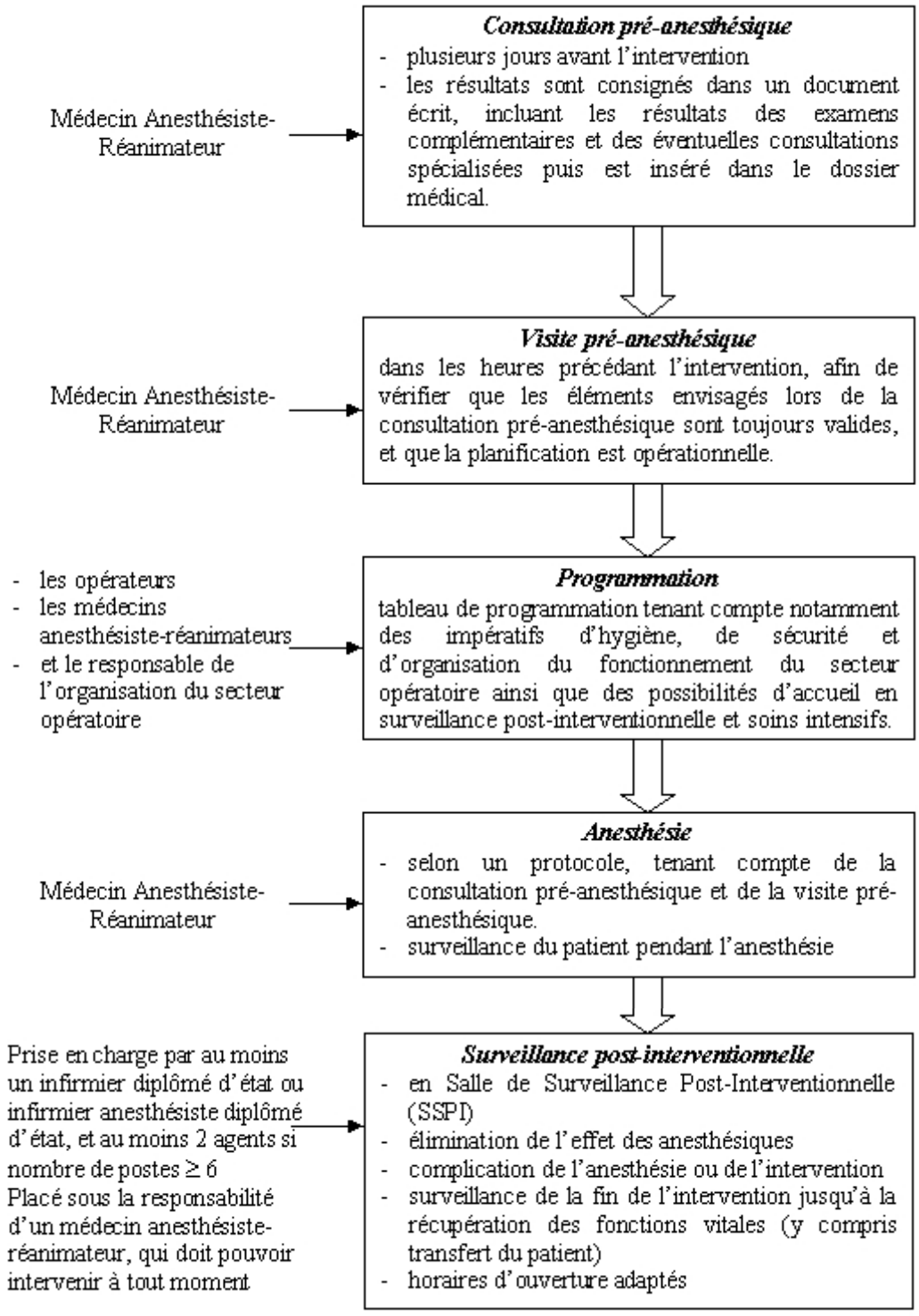


Figure 1.13. Principaux éléments de décret du 5 décembre 1994

L'aspect réglementaire concernant les blocs opératoires sera abordé plus loin (Chapitre 4).

Les recommandations de la Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) [Sfar 1997], les textes des conférences d'experts, les bonnes pratiques de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en santé (ANAES) en France, comme les guidelines de

l'American Society of Anesthesiologists (ASA) aux Etats-Unis définissent la bonne pratique médicale selon les professionnels de la spécialité et fournissent les informations utiles pour optimiser la prise en charge des patients dans des conditions cliniques particulières [Marty 2003].

Malgré les textes de lois et les recommandations certains points restent sans réponse ou flous tels que le nombre de sites opératoires que le médecin anesthésiste-réanimateur peut superviser simultanément, qui ne fait l'objet d'aucun texte législatif ou recommandation. Il est simplement rappelé que le médecin doit être immédiatement disponible (recommandations de la SFAR et décret).

L'application des textes de lois et des recommandations a été contraignante pour plusieurs structures, en raison de la modification des pratiques qu'elle imposait, et la mobilisation des moyens humains et matériels qu'elle sous-tendait. Mais actuellement l'application des dispositifs du décret de 5 décembre 1994 est un préalable indispensable à l'accréditation par l'ANAES. Les circulaires ministérielles soulignent un problème et proposent des solutions, mais il n'y a pas d'obligation administrative à les appliquer. Des adaptations locales par rapport aux propositions sont possibles, tant que l'esprit du texte est préservé.

SYNTHESE CHAPITRE 1

Au sein d'un établissement un patient peut suivre différents trajets. Ces derniers peuvent être de type chirurgical ou non chirurgical. Les travaux présentés dans ce chapitre s'intéressent aux trajets purement chirurgicaux où le patient doit subir une intervention, autrement dit doit passer par le bloc opératoire. L'étude menée a été consacrée au processus opératoire. Il se décompose en trois étapes : la phase pré-opératoire, la phase per-opératoire et la phase post-opératoire. La phase pré-opératoire correspond à la prise en charge du patient jusqu'à la veille de l'intervention. La phase per-opératoire définit la période de l'intervention. La phase post-opératoire recouvre l'ensemble des soins à l'issue de l'intervention.

Suite à l'analyse des activités du processus, les ressources humaines, matérielles et informationnelles ont pu être identifiées [Guinet et Chaabane 2001b]. Cette identification, toute en restant générale, est intéressante puisqu'elle a permis de voir le nombre considérable d'informations à recueillir pour la connaissance du fonctionnement d'un bloc opératoire. En effet, la principale caractéristique de ce processus est sa complexité, elle s'explique par deux raisons essentielles :

- Faire converger en un même lieu et en un même temps des ressources humaines, matérielles et informationnelles différentes.
- Les activités peuvent se dérouler soit d'une façon séquentielle, soit d'une façon parallèle. Dans ce dernier cas, les mêmes types de ressources humaines ou matérielles peuvent être utilisés.

Cette complexité montre que le processus opératoire ne peut pas être vu comme un système de production classique. Donc les outils et méthodes de gestion issus du milieu industriel doivent être adaptés à ce processus.

L'étude de l'existant a mis en évidence un processus opératoire orienté sur la qualité des soins. L'organisation associée s'oriente vers plus de participation des différents acteurs de bloc et plus de motivation. Ce fait est constaté par le conseil de bloc et la charte de bloc rédigée par les représentants des différentes spécialités. Le rôle de la hiérarchie tend à évoluer vers plus d'animation et de conseil, dans le but d'accroître la motivation de l'ensemble du personnel, améliorant productivité, qualité et sécurité.

La participation active de tous les acteurs a permis d'énumérer les principales informations du fonctionnement de l'activité de bloc nécessaires à la réduction des conflits.

L'étude de l'existant a permis aussi de constater que le système d'information était dans le cadre de l'hôpital de la Croix-Rousse essentiellement manuel et constituait donc le maillon

faible en terme d'organisation et de gestion des activités. Il laisse la porte ouverte à des oublis éventuels ou des méconnaissances potentielles d'informations dans le cadre de la constitution des dossiers pré-opératoires.

Enfin, il est à noter que le processus opératoire est soumis à des obligations légales, même si elles ne sont pas claires sur certains points (nombre de sites qu'un médecin anesthésiste peut superviser d'une manière simultanée).

Dans ce chapitre nous avons démontré que des outils et des méthodes classiques d'analyse tels que S.A.D.T. utilisés dans le domaine manufacturier peuvent être employés pour étudier le processus opératoire, et de façon plus général les systèmes hospitaliers.

CHAPITRE 2

ETAT DE L'ART EN GESTION HOSPITALIERE

La maîtrise des dépenses de santé, à laquelle il faut aujourd'hui ajouter la mise en place des 35 heures, fait de l'organisation des sites opératoires un thème désormais prioritaire. Les outils réglementaires et opérationnels de l'organisation, qui existent, sont parfois accompagnés de démarches plus originales [Rochereau 2001]. Nous parlons aujourd'hui de la gestion hospitalière, de systèmes d'informations hospitaliers, de planning opératoire, de management des établissements hospitaliers...

Dans ce cadre, les revues "Anesthesiology", "Anesthesia and Analgesia", "Health Care Management Science", "European Journal of Operational Research", "Socio-Economic Planning Sciences", "Management Science" sont le support de nombreuses réflexions. Nous allons synthétiser dans ce chapitre les grandes lignes de ces réflexions.

Des articles proposent de nouveaux outils de management des systèmes hospitaliers, d'autres des outils de conception et d'analyse des données des systèmes d'informations hospitaliers, d'autres encore des outils de dimensionnement et d'allocation des ressources humaines ou matérielles hospitalières.

1. INTRODUCTION

La définition d'un hôpital donnée dans le dictionnaire est : l'hôpital est un établissement aménagé de manière à pouvoir dispenser tous les soins médicaux et chirurgicaux. Cette définition est très restreinte et actuelle. L'hôpital a connu une évolution historique, il est passé d'un établissement religieux au XII^{ème} siècle à un établissement public au XIX^{ème} siècle. Aujourd'hui, le mot hôpital recouvre parfois l'ensemble des établissements d'hospitalisation, parfois il se limite aux établissements publics, parfois encore aux établissements sous dotation globale [Teil 2002]. L'hôpital se voit aujourd'hui attribué une mission d'amélioration de la santé de la population. Cette mission est très importante, d'une part au niveau social on défend l'idée que la santé n'a pas de prix, d'autre part l'hôpital, pour réaliser cette mission, a un coût et il apparaît en tant que gros consommateur de ressources par rapport à ses résultats

sur la santé de la population [Teil 2002]. L'hôpital doit faire face à un certain nombre de difficultés défini par Pascal [Pascal 2000] comme : « cloisonnement et segmentation trop forte des activités, hiérarchie trop lourde, manque de cohérence dans les paramètres de l'organisation hospitalière, démotivation des personnels, fonctions de production non optimales, problèmes de circulation de l'information ». Pour faire face à cette complexité de fonctionnement les travaux entrepris à ce jour et rencontrés dans la littérature traitent les problèmes de gestion hospitalière par secteur ou entité ou service au sein de l'hôpital. Moisdon et Tonneau distinguent cinq grands secteurs dans la composition d'un hôpital [Moisdon 1999] : les services cliniques, les services de consultations, le plateau technique, le secteur logistique et le secteur administratif. Kharraja [Kharraja 2003] classifie ces cinq secteurs en deux catégories, les trois premiers secteurs sont des secteurs concernés par la trajectoire du patient et les deux derniers par les secteurs d'appoint et de support. Dans ce document on s'intéresse à la première catégorie et on présente les différents travaux réalisés dans le cadre de la gestion hospitalière. Il est à noter que nous nous intéressons plus particulièrement à ce niveau au **bloc opératoire** qui fera l'objet d'une étude plus détaillée ultérieurement.

Outre cette complexité due au cloisonnement des différents services de l'hôpital, ce dernier peut appartenir à une des structures juridiques (public ou privé) mais aussi poursuivre des finalités propres. La structure juridique a un fort impact sur l'organisation et la gestion de l'hôpital. On s'intéressera dans le chapitre n° 4 à l'impact de la structure juridique des établissements de santé sur l'organisation des blocs opératoires.

Les travaux présentés dans ce chapitre sont classés selon quatre thèmes : management des systèmes hospitaliers, systèmes d'information hospitaliers, dimensionnement des ressources et allocation des ressources.

2. MANAGEMENT DES SYSTEMES HOSPITALIERS

D'après Drucker [Drucker 2000] la tâche fondamentale du management est de rendre les individus capables de performances collectives en leur donnant des objectifs coordonnés, des valeurs communes, la structure adéquate ainsi que la formation et le développement continus dont ils ont besoin pour être performants et réagir au changement. Le management des systèmes hospitaliers n'échappe pas à cette définition. Des travaux ont particulièrement attiré notre attention dans le cadre du management des systèmes hospitaliers. Ils présentent les enjeux de la gestion hospitalière et les apports possibles de la gestion de production ou plus généralement du management.

Ces dernières décades de nombreuses applications de la modélisation dans le secteur hospitalier ont été entreprises. Ces modèles sont utilisés pour la prévention, la recherche de prédominances et l'étude de la mortalité des ensembles de maladies chroniques ou de maladies spécifiques telles les maladies cardio-vasculaires. D'autres modèles concernant la conception des systèmes de soins pour estimer les besoins futurs en ressources ont été développés.

Les modèles sont aujourd'hui de plus en plus développés comme support d'analyse et de prise de décision dans les pratiques médicales.

Les travaux de Lagergren [Lagergren 1998] portent effectivement sur l'apport de la modélisation dans la gestion des milieux hospitaliers. La modélisation permet de comprendre le fonctionnement d'un système donné et de prévoir ses réactions face aux différents changements auxquels le système est confronté. Les modèles développés dans ce cadre fournissent la possibilité d'étudier des systèmes non encore existants, de prévoir les conséquences complexes de décisions ou de développements et ils permettent la réalisation virtuelle de tests impossibles ou trop coûteux à effectuer dans la réalité.

Depuis 1980, le besoin en modèles décrivant des listes d'attente de patients et projetant les conséquences d'allocation de ressources est de plus en plus important. Dans ce cadre De Vries et al. [De Vries 1998] présentent un modèle dynamique minimisant le temps d'attente des patients pour les admissions dans les services de soins. Ils retiennent l'exemple des listes d'attente des personnes âgées en psychiatrie.

Le modèle permet :

- de traiter quelques aspects dynamiques d'attente pour les unités de soins,
- d'estimer l'horizon de la liste d'attente,
- d'estimer le temps d'attente moyen à ne pas dépasser suite à des changements imprévus sur les principaux paramètres du modèle tels le nombre des lits disponibles ou le nombre potentiel de patients,
- de discuter d'avance des différents scénarii tels que la réduction en nombre des lits planifiés ou la croissance en nombre de patients à prendre en charge.

Dans une liste d'attente les variables les plus importantes à prendre en considération sont d'après l'auteur : le temps d'attente moyen et la longueur de la liste d'attente.

Le modèle a été utilisé dans un premier temps en 1991 dans un rapport consultatif ayant pour objectif d'estimer le nombre de lits nécessaires pour la région de la Hague pour les décades à venir. Une deuxième utilisation du modèle a été entreprise en 1992 pour examiner le nombre des lits nécessaires afin de réduire le temps d'attente moyen dans la région de La Hague.

Il est vrai que ce modèle aide à prendre des décisions concernant le nombre des lits à prévoir et à estimer des temps moyens d'attentes, mais des changements dans les politiques de soins peuvent causer des effets non prévus sur les résultats du modèle.

Au 21^{ième} siècle, les systèmes de santé en Europe connaissent et connaîtront certainement encore beaucoup d'évolutions [Royston 1998]. Royston a identifié dans le système hospitalier quatre principaux ajustements qui s'expriment ainsi :

- "Quand le soin est il délivré ?" : c'est l'ajustement entre la prévention et le traitement.
- "Où le soin est il délivré ?" : c'est l'ajustement entre un soin institutionnel et un soin de communauté.
- "Comment le soin est il délivré ?" : c'est l'ajustement entre les besoins de traitement du patient et l'offre des professionnels.
- "Qui délivre le soin ?" : c'est l'ajustement entre la pratique médicale d'un groupe par rapport à un autre.

La Recherche Opérationnelle a permis de répondre à des ajustements analogues dans d'autres systèmes. L'auteur essaie de voir les possibilités d'adapter les outils de la recherche opérationnelle pour aider à ces ajustements dans le contexte des systèmes de soins européens. Il insiste enfin sur le fait que ces points d'ajustement contribuent à évoluer d'une façon plus large, plus rapide et plus importante.

D'autres auteurs ont travaillé sur d'autres domaines comme les travaux de Li [Li 1997] qui se sont intéressés à la recherche des facteurs influants en gestion de la qualité et en performance qualitative au niveau des établissements de soins. Ces facteurs se déclinent de la façon suivante :

- Implication de la direction générale (top management leadership) : le niveau de qualité doit être promu par la direction générale.
- Organisation coopérative : la gestion de la qualité nécessite des coordinations horizontales entre les plate-formes médico-techniques et les services (radiologie, blocs opératoires, pharmacie, ...)
- Technologie : les progrès en technologie médicale et informatique amplifient la portée des actions du personnel.
- Attente des patients : les attentes des patients doivent être prises en compte dans la définition des services.
- Traitement de l'information : la connaissance et l'analyse des informations médicales aussi bien sur le patient que sur l'activité permettent d'entreprendre les actions les plus rationnelles.

- Développement de l'expertise : l'expertise des acteurs (compétence) permet l'amélioration continue de la qualité.

Une large recherche bibliographique et des interviews de professionnels de la santé, permettent aux acteurs de tirer les conclusions suivantes. La qualité des soins est directement et positivement dépendante du traitement de l'information, du développement de l'expertise et de la technologie. Le traitement de l'information et l'organisation coopérative sont les supports de l'implication de la direction générale. Pris isolement le facteur technologique médical contribue peu à l'amélioration de la qualité à l'encontre de la technologie de l'information qui constitue un facteur très fort.

Les travaux de Butler et al. [Butler 1996] portent sur les apports possibles de la gestion de production à la planification stratégique en milieu hospitalier. Un vaste état de l'art soutient cette étude. La définition retenue pour le rôle de la planification stratégique en milieu hospitalier est la suivante : quels services l'organisation hospitalière doit-elle fournir et comment l'hôpital doit il faire face à la concurrence en se basant sur les services qu'il offre. L'objectif est d'affirmer la position de l'hôpital sur les marchés existants ou de pénétrer de nouveaux marchés en redéfinissant ses services ou en développant de nouveaux services. Les apports de la gestion de production se situent à différents niveaux. Au niveau de la stratégie fonctionnelle (choix d'investissements) elle se manifeste par le choix (internalisation, externalisation, sous-traitance) et le dimensionnement de ressources pour le déploiement des capacités à coûts minimums et à qualité maximale. Au niveau de la performance de l'organisation, le suivi d'indicateurs de performance définit l'outil de gestion de production à mettre en place. Les indicateurs sont en majeur partie identiques à ceux utilisés pour les systèmes manufacturiers : productivité, coût, qualité, satisfaction client (patient), satisfaction du personnel, revenues financiers, ...
Au niveau de la gestion des capacités, les actions possibles de gestion concernent d'une part au niveau réduction des coûts, le système de suivi et de communication, la planification des ressources humaines, l'ordonnancement des services (interventions), la structure de l'organisation, et d'autre part au niveau de la qualité, la mise en œuvre d'une démarche TQM par exemple...

3. SYSTEMES D'INFORMATION HOSPITALIERS

Les systèmes d'information s'imposent actuellement comme un élément stratégique pour l'entreprise tant dans sa recherche d'efficacité organisationnelle que dans sa recherche de compétitivité sur les marchés. Les hôpitaux se rendent progressivement compte des effets positifs d'un système d'information. Ils réalisent en effet que la maîtrise des flux

informationnels concernant le patient améliore sa sécurité, et qu'un outil de gestion de l'information permet de décloisonner une organisation connaissant des problèmes de communication non seulement entre services mais également au sein d'un même service. Par ailleurs, la mise en œuvre d'un système d'information approprié peut engendrer une meilleure connaissance de l'activité [Romeyer 2000]. La communication de Romeyer et Bongiovanni [Romeyer 2000] a étudié comment certains hôpitaux publics français en arrivent à développer des systèmes d'information caractérisés par une traçabilité des activités du personnel médico-soignant, leur permettant d'assurer une continuité au niveau de la prise en charge des patients. Les auteurs distinguent deux types de système d'information : systèmes d'information centrés patients et systèmes d'information centrés activités (SICA). Pour ce qui concerne les SICA, ce type de système d'information repose sur une traçabilité de toute l'activité générée autour du patient. Ils permettent de connaître l'activité et d'avoir des données nécessaires à la modélisation et la simulation des systèmes hospitaliers afin d'objectiver certaines décisions organisationnelles ou opérationnelles.

La mise ne place d'un système de suivi d'activités (Patient Tracking System PTS) dans un service de chirurgie ambulatoire a permis, grâce à la saisie de 17 temps, de construire 11 durées d'activité correspondant aux 11 étapes du processus du soins [Rotondi 1997]. La variabilité des durées est due aux deux raisons suivantes : la diversité des procédures opératoires qui sont réalisées ou le manque d'organisation et de synchronisation du flux de patients. Ce système a permis l'évaluation de taux d'utilisation des salles d'opérations.

Lapierre et al. [Lapierre 1999a] proposent une stratégie pour construire un système de mesures évaluant les temps de délivrance des soins dans les organisations de soins afin d'identifier les retards et leur différentes sources. Ces retards dans la délivrance des soins provoquent le stress et la non-satisfaction des patients.

Plusieurs traitements et interventions dans les systèmes de soins nécessitent non uniquement un soin mais une série de soins. Il est difficile d'estimer la durée des procédures de soins et il est donc difficile de les délivrer à temps. Nous avons à ce niveau un risque de retard non négligeable. La démarche de Pareto nous suggère de concentrer l'étude des causes de ces retards sur les sources principales de la délivrance des soins telles par exemple les chirurgiens dans le cadre de la réalisation d'une intervention chirurgicale. L'interdépendance entre les différents acteurs dans la réalisation de ce soin, à savoir les infirmiers, les anesthésistes, les aides soignants et les chirurgiens pour la réalisation de l'intervention, définit la principale cause de l'échec de la démarche de Pareto.

Les auteurs limitent leur étude aux premières interventions de la journée car les retards des premières interventions se répercutent sur les suivantes.

Un système de mesures traditionnel opère généralement comme suit :

- On regarde tout d'abord si la première intervention est en retard ou non. Si elle est en retard, la source du plus grand retard sera identifiée comme cause, cette source peut être : les chirurgiens, les anesthésistes, les infirmiers, la disponibilité des équipements ou les patients.
- On définit ensuite le nombre de retards des premières interventions comme étant l'indicateur de performance à étudier. Cet indicateur est généralement saisi d'une façon hebdomadaire et représenté graphiquement pour chaque mois.

Le problème d'un tel indicateur de performance mensuel est qu'il n'informe pas sur l'amélioration des réductions des retards au cours des semaines. Lapierre et al. ont décidé de réanalyser les données recueillies. Ils ont proposé un nouvel indicateur de performance à suivre, à savoir la durée des retards par intervention et non le fait d'être en retard ou non.

Il existe différentes sources de retard. Pour les mesurer les auteurs proposent un modèle utilisant la fonction de "Bernoulli" et ils étudient ensuite le cas du "West Paces Medical Center".

Une première interprétation de ce cas d'étude indique que les chirurgiens sont les sources des retards. Ceci n'est pas surprenant pour la majorité des hôpitaux. La démarche de Pareto suggère de concentrer le travail sur les chirurgiens afin d'améliorer l'exécution des interventions. Mais en observant d'une façon dynamique le déroulement des interventions nous nous trouvons face à de mauvaises interprétations des données et des conclusions erronées. En premier lieu les auteurs nous proposent de comprendre la relation entre les différentes sources à prendre en considération, c'est à dire les chirurgiens, les anesthésistes, les infirmiers, les équipements et les patients. Par exemple, l'anesthésiste ne peut commencer sa procédure tant que le patient n'est pas dans la salle d'opérations et que les équipements nécessaires ne sont pas préparés par les infirmiers. De même le chirurgien ne peut pas commencer sa procédure avant la fin de l'anesthésie du patient. Il est bien clair que le chirurgien est au bout de la chaîne et que sa ponctualité pour sa procédure dépend déjà de la ponctualité des autres sources qui le précèdent dans la chaîne.

Les résultats de cette interdépendance contredisent la démarche de Pareto amenant à la conclusion que les chirurgiens sont la principale cause de retard pour les premières interventions. Il faut donc identifier puis contrôler en priorité la première source de la chaîne.

A partir de ces résultats, Lapierre et al. proposent des directives pour l'installation d'un système de mesures pour améliorer l'exécution à temps des premiers soins de la journée. Les étapes suivantes sont énumérées pour concevoir le système en question :

- Etape 1 : Identifier les différentes sources de retard et les grouper en différentes catégories.

- Etape 2 : Identifier une ou deux sources susceptibles d'entreprendre des changements, comme le personnel de l'hôpital, en utilisant une analyse statistique simple si des données du passé sont disponibles.
- Etape 3 : Définir l'indicateur de performance qui explique au mieux la fonction de retard et résiste aux différentes charges de variations sur différentes périodes.
- Etape 4 : Commencer la collecte des temps de démarrage de toutes les ressources indépendamment.
- Etape 5 : Calculer et représenter graphiquement l'indicateur pour des périodes de différentes longueurs comme une semaine, deux semaines et un mois. Identifier quelle période contient la plus importante information.
- Etape 6 : Incorporer les changements dans l'organisation et utiliser le système de mesures pour voir ses impacts sur la performance.

Dans les systèmes de soins, le système de mesures qui tente d'identifier et de contrôler la cause du plus grand retard, comme la démarche de Pareto le suggère, est à proscrire. Une bonne connaissance des relations entre les différentes composantes du système est essentielle pour concevoir un système de mesures.

L'article [Gonzalez-Martinez 1997] présente un système d'ordonnancement et de suivi de la production dans un service d'urgences. Les fonctionnalités du système et les choix en terme d'interfaces (capteurs, actionneurs) sont décrits.

Pour ce qui concerne la liste des fonctionnalités implémentées, on trouve :

- la prévision de la demande basée sur l'exploitation d'un historique de l'activité du service à partir de modèles statistiques,
- la tenue des données techniques qui consiste par exemple à mettre à jour les temps d'interventions à partir du suivi de l'activité,
- l'ordonnancement des interventions aidant à l'affectation des ressources aux interventions et à l'agencement de ces dernières dans le temps, ceci à différents niveaux de décision,
- le suivi d'activités et de réalisation constituant l'historique du système et informant des écarts entre prévisions et réalisations,
- les rapports d'activités permettant d'élaborer des statistiques sur les patients, ressources et activités.

Des cartes magnétiques et codes barres sont utilisés pour alimenter le système, ainsi que des interfaces graphiques pour la communication homme-machine. Plus précisément le patient est identifié par une carte magnétique lue lors de ces déplacements, les consommables par un code barre. Des icônes symbolisent les patients et les services afin d'informer de la localisation et de l'état de chacun d'eux. A noter que les couleurs sont bien appropriées à la notion d'état, d'urgence ou de priorité.

Wright et al. [Wright 1996] insistent tout d'abord sur la nécessité de disposer de données fiables et complètes afin de pouvoir réaliser une gestion prévisionnelle des blocs opératoires. Les données opératoires (durées, ressources, …) des actes en chirurgie dépendent fortement de l'adéquation de leur codification et de la richesse de l'historique des données. Ils précisent qu'un système de suivi de l'activité de bloc opératoire définit un préalable à toute action de sa gestion. Ce système ne permettra pas d'accroître la productivité du bloc mais contribuera à la minimisation des dépassements horaires par une meilleure connaissance de la durée des actes pour une planification donnée.

Depuis l'introduction des bases de données infirmières NMDS (Nursing Minimum Data Set) en 1988, un système d'information infirmier est utilisé par le gouvernement belge, pour définir les budgets hospitaliers dans leur gestion des personnels infirmiers. Boer et Delsie concentrent leur travaux [Boer 1998] sur l'outil d'information et de communication que peut fournir le système NMDS. Le cas d'étude illustre l'approche à l'aide de NMDS de la gestion des ressources humaines dans les hôpitaux. Cette approche a débuté à la suite de l'arrêt entre autres de l'approche DRGs (Dignostic Related Groups, groupes homogènes de diagnostiques). Elle part du postula que le rôle primaire de la gestion est de diriger les pratiques des médecins et des infirmiers plutôt que de sélectionner des patients. Les instruments de communication sont de deux types : des traces de l'activité (historique) et un diagramme, nommé "la carte nationale" qui détermine la position des 2.757 unités infirmières en Belgique par rapport à l'ensemble des unités de soins en se basant sur leurs traces. Cette étude a montré que la variabilité des pratiques infirmières peut être observée dans différentes directions. Cette variabilité était étudiée sur l'âge, les admissions, les départements, les classes sociales, les durées de séjours des patients, les groupes homogènes de diagnostiques (DRG),… Les premiers résultats sont disponibles pour la comparaison de la variabilité des pratiques infirmières entre cinq départements d'hôpitaux suisses, huit d'hôpitaux hongrois et quelques départements d'hôpitaux finlandais et belges.

4. DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES

Certains travaux traitant les problèmes de dimensionnement des ressources, ont été effectués dans le domaine hospitalier. Un des outils les plus utilisé est la simulation. Cette dernière, très employée dans le domaine industriel, est une technique qui permet, grâce à l'élaboration d'un modèle informatique des flux (de produits, d'informations, …), de reproduire (ou prédire) certains aspects du fonctionnement dynamique d'un atelier de production (ou d'un futur atelier) afin de répondre à des interrogations sur son fonctionnement. Le milieu hospitalier n'a pas échappé à l'application de cette technique pour étudier le fonctionnement de certains services (urgences, services de soins, blocs opératoires, hôpital de jour, …). D'autres travaux

ont utilisé d'une façon générale des méthodes et outils issus de la recherche opérationnelle (programmation linéaire, modélisation par la simulation, modélisation par files d'attente,…).

Ramis et al. [Ramis 2001] ont étudié l'utilisation de la simulation pour le dimensionnement des ressources nécessaires pour un centre de chirurgie ambulatoire au Chili. Les auteurs ont modélisé le processus patient tout au long de son séjour dans le centre de chirurgie ambulatoire. Le patient arrive le matin et part le soir d'une même journée. Son parcours a été identifié par les différentes entités composant le système par lesquelles il passe. On distingue quatre entités principales : l'infirmerie pour les admissions, les chambres de préparation et post-interventions où les infirmiers préparent le patient avant son intervention et surveillent son état post-interventionnel après l'intervention, les salles d'opérations et enfin les lits de la salle de réveil. Les auteurs, grâce à cette identification du parcours patient, veulent modéliser l'utilisation des équipements futurs pour maximiser le nombre de patients admis et connaître les ressources nécessaires pour les interventions.

Ils ont utilisé les données de cinq mois estimées par différentes distributions qui seront utilisées par le modèle mathématique. Ces données sont complétées et validées par les chirurgiens, les anesthésistes et les infirmiers du centre. Ils ont sélectionné 15 différentes pathologies afin de les étudier. Ils ont ensuite défini les durées suivantes : d'une part la durée de séjour dans la salle d'opérations et la durée de préparation du patient qui dépendent du type de pathologie, d'autre part la durée d'admission, la durée de nettoyage et la durée de réveil de patient qui sont les mêmes quel que soit la pathologie. Pour chacune de ces durées des lois de distributions ont été définies. Les infirmiers et les médecins sont considérés comme des ressources polyvalentes. Le centre démarre à 7 :00 et doit fermer à 14 :00 et les patients arrivent toutes les 30 minutes. Le modèle est implémenté sous ARENA et les auteurs ont présenté un écran animé illustrant le centre avec toutes ses ressources ainsi que le déroulement de la simulation. Des statistiques dynamiques sont présentées : nombre de patient dans le système, pourcentage d'occupation des différentes entités du centre, … Les auteurs ont décrit le modèle mais ne l'ont pas présenté. Les médecins et les infirmiers ont validé les résultats du modèle qui ont été comparés par la suite par rapport aux données actuelles de l'hôpital. Grâce à ces simulations les auteurs ont étudié le fonctionnement actuel du système et les alternatives d'amélioration dont ils donnent un exemple. Actuellement les chambres de préparation et de soins post-interventionnels sont les mêmes, donc un patient est affecté à une seule chambre durant son séjour dans le centre . Durant l'intervention d'un patient, sa chambre de préparation reste indisponible jusqu'à son retour pour les soins post-interventionnels et son départ définitif. Les auteurs proposent alors de dédier les chambres, quelques-unes unes pour la préparation et les autres pour les soins post-interventionnels. Ils observent une augmentation de nombre de patient admis (au maximum 10) sans dépasser l'heure de fermeture.

Ces dernières décades, le nombre de patients nécessitant des traitements pour des problèmes rénaux est en croissance. Les patients atteignant le stade final du problème rénal demandent une transplantation sinon ils risquent de mourir. Nous distinguons trois types de traitements : Hémodialyse, dialyse péritonéale ambulatoire continue, greffe de reins.

Davies et Roderick [Davies 1998] s'intéressent aux problèmes liés aux patients nécessitant des transplantations rénales. Ils présentent une étude utilisant la simulation à événements discrets pour explorer les demandes de traitement au Royaume Uni pour les prochaines années. Le problème est de déterminer combien de patients nécessiteront un traitement dans l'avenir et quels équipements seront nécessaires. Ils proposent un modèle ayant pour but de décrire la demande attendue de traitement au Royaume Uni pour les prochaines années. Les techniques choisies sont les modèles markoviens et les modèles semi-markoviens avec une interface de type tableur. 18 combinaisons de ces différentes techniques sont présentées pour compter : les différents pourcentages de survies, les pourcentages des trois différents types de traitements et les pourcentages des trois différents types d'admissions. L'étude a démontré que la simulation permet de proposer une méthode valable pour évaluer les stocks et les flux de patients.

Lee et al. [Lee 1998] décrivent dans leur article un modèle dynamique de prévision d'entrées appliqué aux services de soins publics du Royaume Uni pour les services pathologiques. L'étude se base sur une analyse de données et d'informations collectées entre septembre 1993 et septembre 1996 à partir des systèmes d'information des services de soins publics du Royaume Uni en collaboration avec les gestionnaires seniors et les consultants des laboratoires de "collaboration pathologique". Le modèle fourni est un modèle mathématique conceptuel (un programme linéaire) simple basé sur les travaux de Waagstein en 1983 [Waagstein 1983]. Ce modèle est tout à fait implémentable pour aider les cadres supérieurs dans leurs prises des décisions concernant les entrées préventives. En conclusion, les auteurs affirment que les gestionnaires seniors ont confirmé que l'analyse conceptuelle présentée est appropriée. Les travaux se poursuivent pour affiner le modèle et son déploiement en tant que support de décision.

Ces dernières années, le nombre des admissions dans les urgences a connu une croissance significative [Huang 1998]. Les hôpitaux de "Plymouth" sont confrontés à une telle évolution. Comme plusieurs autres établissements de soins, l'administration médicale de Plymouth (gérant 12 spécialités) utilisent deux périodes d'admission, une pendant le jour de 9h à 21h et une pendant la nuit de 21h à 9h. Ces types d'admission posent les problèmes suivants : Il est difficile de satisfaire une demande de soins d'un patient le jour de son admission vue la non-disponibilité des médecins durant cette période et ceci provoque des allongements des durées de séjour.

Pour répondre à cette situation, l'hôpital s'est engagé dans un projet de ré-ingénierie ayant pour objectif de revoir la façon dont les soins médicaux sont délivrés dans le but d'améliorer l'efficacité des services et la qualité des soins.

Huang propose dans son article un support qui facilite la prise de décision dans les projets de ré-ingénierie. Il se concentre sur la conception et l'exploitation des résultats des modèles pour aider à prendre des décisions à partir des données techniques. Les objectifs de ce projet sont essentiellement l'amélioration de la qualité des soins et l'efficacité des services médicaux face à la croissance des admissions dans les urgences. Parmi les mesures à prendre en charge on trouve : la réduction des retards critiques, la gestion des lits, la révision de l'allocation des lits.

Le support de prise de décision proposé inclut :

- la détermination des dimensions de l'unité médicale d'un service (lits et chaises).
- la prise de décision pour allouer les lits disponibles aux spécialités afin de réduire la demande de lits supplémentaires.

Huang trouve que les problèmes de planification des lits s'identifient à des problèmes de files d'attente. Les patients arrivent à l'hôpital d'une façon aléatoire, séjournent pour une période aléatoire de temps puis ils sont transférés ou libérés. Pour l'auteur, les problèmes de planification des lits sont trop complexes pour être résolus mathématiquement. Dans ces conditions, la simulation est la technique de modélisation à utiliser.

Dans une unité médicale, les éléments majeurs intervenant sur les besoins en lits sont :

- le nombre des admissions en urgences par jour,
- la distribution des dates d'arrivée des patients par jour,
- la durée de séjour d'un patient dans l'unité.

L'auteur veut connaître le nombre de lits à affecter afin de minimiser la demande de lits supplémentaires à prévoir pour le premier quart de l'année 96 (période supposée la plus chargée). Pour répondre à cette question, il a besoin de : la distribution des besoins en lits pour chaque spécialité, l'allocation des lits souhaitée entre les spécialités pour minimiser la demande de lits supplémentaires.

Huang a tout d'abord collecté des données du système d'information de l'administration médicale, puis il a élaboré un modèle de simulation après avoir consulté les différents types de personnels (gestionnaires, médecins, infirmiers, coordinateurs des lits). Enfin, il a effectué une analyse ayant pour but de faire comprendre les résultats de la simulation aux gestionnaires.

Dans le cadre du calcul du nombre minimal de lits à affecter par jour les auteurs intègrent des contraintes très diverses : par exemple le nombre des lits dédiés aux traitements des personnes âgées ne doit pas être inférieur à un certain seuil (pour cette étude 50), la neurologie et

néphrologie doivent partager des lits, aucun lit n'est dédié à certaines spécialités (endocrinologie, dermatologie et neurophysiologie) car se sont des spécialités de trop petites tailles, enfin le nombre de lits disponibles est fixe sur l'horizon. Ces contraintes énumérées font partie des considérations de la pratique. Huang trouve que son modèle est similaire au modèle adopté par Kao et Tang [Kao 1981], mais qu'il est plus réaliste car il est basé sur une distribution variable d'occupation de demi-journées et il se charge de ne considérer que des valeurs entières pour le nombre de lits à allouer aux spécialités.

Huang insiste sur l'importante leçon à tirer au niveau des praticiens de la recherche opérationnelle et sur le fait qu'il faut bien comprendre l'apport à fournir concernant la gestion des étapes d'un projet de ré-ingénierie. Les modèles doivent être développés dans un temps limité et d'une façon rigoureuse afin que la validation des résultats du modèle s'effectue avant la prise de décision. Enfin les praticiens de la recherche opérationnelle doivent se rappeler que le support de prise de décision a pour rôle d'aider les gens à avoir de meilleures informations pour prendre leurs décisions et non de prendre la décision à leur place. La réussite d'un support de prise de décision dépend essentiellement du fait qu'il est accepté par les décideurs ou non.

Le dimensionnement en lits, les temps d'attente et les listes d'attente dans les hôpitaux constituent les sujets les plus débattus dans les systèmes de soins. Le récent rapport sur les départements de soins intensifs en Angleterre a montré qu'un grand nombre de refus de patients en soins intensifs était du à l'allocation locale de lits. Ridge et al. [Ridge 1998] décrivent un modèle de simulation pour la planification des capacités en lits dans une unité de soins intensifs. Le modèle montre qu'il existe une relation non linéaire entre le nombre de lits et le nombre de patients à transférer vers d'autres unités de soins en raison de la non-disponibilitéé d'un nombre de lits suffisants. Le modèle encapsule les caractéristiques essentielles d'une " unité de soins intensifs virtuelle " ayant un certain nombre de " lits virtuels " et permettant aux patients virtuels d'arriver, de séjourner et de partir. Ces données sont issues de l'historique de l'activité d'une unité de soins intensifs réelle. Le modèle utilise les files d'attente.

Dans ce modèle les patients admis en urgence sont prioritaires. Si un lit vacant est trouvé le patient est admis sinon il sera transmis vers une autre unité de soins intensifs. Si le patient n'est pas admis en urgence alors il sera admis si un lit vacant est trouvé sinon il sera plus prioritaire par rapport aux autres patients non urgents qui seront admis par la suite lorsqu'un lit sera vacant. Le défi majeur d'un tel modèle est la disponibilité des données. Les auteurs précisent qu'ils ont eu de la chance d'accéder au système de base de données des unités de soins et à une bonne classification des patients dans cette base.

En conclusion le modèle a pu démontrer la puissance des méthodes de recherche opérationnelle (les programmes linéaires, les modèles de simulation, les modèles de files

d'attente, …) pour la planification des capacités d'un service de soins spécifiques dans un hôpital particulier.

Les auteurs exposent en fin d'article les travaux à venir : le rang des différents services de soins, un système d'ordonnancement des patients en maximisant la probabilité des admissions.

Venkataraman et Brusco [Venkataraman 1996] proposent une approche intégrée pour le dimensionnement (staffing) et la planification (scheduling) des infirmiers en milieu hospitalier. Le problème du dimensionnement est modélisé sous la forme d'un programme linéaire mixte dont les variables de décision représentent le nombre d'infirmiers à temps plein, mais aussi à temps partiel, ainsi que le nombre d'heures supplémentaires nécessaires à la satisfaction de demandes mensuelles (4 semaines) sur un horizon de six mois. Le problème de planification est exprimé lui aussi sous la forme d'un programme linéaire mixte dont les variables de décision définissent les effectifs des équipes qui permettent de satisfaire une demande journalière sur un horizon de 2x2 semaines, en respectant le dimensionnement précédent –12 problèmes de planifications sont résolus en série pour un problème de dimensionnement. Les résultats mettent en évidence la flexibilité autorisée par une proportion non négligeable de personnes à temps partiel.

Pour examiner l'impact de dimensionnement des salles d'examens et du flux de patient sur l'activité des médecins dans un centre de soins de jour (sans chirurgie) [Cote 1999] l'auteur a fait appel à la simulation. Il a pu démontrer que la ressource critique était le médecin et non la salle d'examen. Pour valider cette assertion il a réalisé une analyse de sensibilité de type ANOVA.

Malheureusement l'application de la simulation dans le cas des hôpitaux rencontre, tout comme dans le cas des entreprises manufacturières, des freins à son utilisation [Centeno 2001]. Ces difficultés peuvent provenir principalement de manque des données alimentant le modèle et de sa non-validationn. Concernant le manque des données, cette difficulté est principalement ressentie à cause de l'absence des systèmes d'information.

5. ALLOCATION DE RESSOURCES

Beaucoup de travaux ont été élaborés pour traiter les problèmes d'allocation de ressources dans le milieu hospitalier. Plusieurs articles rédigés par des chercheurs du milieu médical aussi bien que du domaine des sciences de l'ingénieur, ont retenu notre attention. Ils présentent des outils de résolution des problèmes aussi bien que des recommandations.

La pratique actuelle d'allocation des ressources aux spécialités dans les hôpitaux provoque souvent des pertes de capacités en lits, des pertes de temps dans les blocs opératoires ou sur d'autres ressources [Vissers 1998]. Vissers considère l'allocation de ressources à des patients, ressources pouvant être des lits, des blocs opératoires ou le personnel infirmier. Il décrit une procédure d'allocation qui prend en compte le flux des patients comme point de départ et permet l'évaluation des impacts de la combinaison des différentes ressources requises. Il traite le cas d'un hôpital ayant de sérieux problèmes d'utilisation des lits causant son incapacité à satisfaire des demandes. L'auteur introduit deux types de ressources nommés " les ressources de conduite " et " les ressources de suivi ". Par exemple pour une intervention, la salle d'opérations est une ressource de conduite alors que les lits et le personnel infirmier sont des ressources de suivi.

Le spécialiste est considéré comme la plus importante ressource de conduite dans le milieu hospitalier. Pour ces ressources, les hôpitaux utilisent le concept de sessions. Une session est une période de temps nécessaire au spécialiste pour traiter un nombre de patients nécessitant le même type de ressources. L'affectation de ces sessions est assumée par les emplois de temps des spécialistes.

L'utilisation des mécanismes de sessions et des emplois de temps partagent les ressources hospitalières nécessaires pour répondre aux besoins de coordination des allocations de capacités :

- Coordination des allocations de ressources de suivi pour les spécialistes partageant les mêmes ressources.
- Coordination des allocations de différentes ressources de conduite pour une spécialité.
- Coordination des impacts des ressources partagées par les spécialistes et non allouées à une spécialité.
- Coordination des capacités des spécialistes au sein d'une spécialité.

Vissers étudie ensuite le développement d'une méthode d'allocation (basée sur la programmation linéaire) flexible et cohérente des ressources pour les patients. Plusieurs paramètres interviennent sur l'évolution du flux de patients : l'évolution technologique médicale, la structure de la population et ses besoins et la part du marché. La première étape de l'approche est de faire varier une de ces variables en gardant les autres constantes et ensuite de regarder leur combinaison. Après l'analyse de ce développement à long terme, la seconde étape de l'approche sera d'étudier l'ajustement de l'utilisation des ressources en terme d'une année de planification. Pour décrire l'influence à long terme des évolutions, Vissers s'investit dans la variation des paramètres suivants : population, demande de soins, part du marché et durée de séjour. En regardant seulement les trois premiers paramètres, Vissers a pu conclure qu'en général avec sa capacité actuelle en nombre de lits, l'hôpital ne peut pas couvrir les demandes du futur en raison de l'évolution de la population.

Visser étudie le flux actuel des patients et l'utilisation individuelle des ressources au cours de l'année. L'auteur se concentre sur l'étude des lits considérés comme des ressources goulots pour la production hospitalière. En effet, les hôpitaux utilisent une allocation fixe des lits pour les différentes spécialités depuis des années. Mais les lits ne se distinguent pas par spécialité, plutôt par fonctionnalité définie par la durée de séjour du patient, c'est à dire :

- des lits de jour : pour les soins d'un jour ou les interventions d'un jour ou un jour d'observation pour le patient, ces lits sont utilisés par toutes les spécialités,
- des lits à court séjour : pour des durées de séjour ne dépassant pas cinq jours, en principe ces lits sont alloués par spécialité mais utilisé pour un objectif général,
- des lits réguliers : pour des durées de séjour supérieures à cinq jours, ce sont des lits dédiés à une spécialité.

Une méthode en trois étapes est proposée pour l'allocation des ressources :

- définir la ressource goulot,
- affecter la ressource goulot, définie dans l'étape précédente, aux spécialités ou départements en se basant sur l'utilisation actuelle de la ressource,
- affecter les autres ressources aux spécialités ou départements.

L'allocation de ressources goulots se base essentiellement sur leur utilisation actuelle.
La projection à long terme des flux de patients et des demandes en ressources dépend de l'influence des évolutions de la population, des demandes de soins, de la part du marché et des durées de séjour. L'approche décrite pour l'allocation des ressources peut être appliquée pour un grand nombre de problèmes : réorganisation des emplois de temps des activités des spécialistes et des blocs opératoires, réallocation des ressources, évaluation des impacts d'introduction de la centralisation pour les interventions d'un jour et de court séjour, ...

Le problème d'ordonnancement des infirmiers consiste à générer une configuration d'ordonnancements individuels pour chaque infirmier sur un horizon de planification donné [Jaumard 1998]. La configuration des ordonnancements des infirmiers est généré pour couvrir des demandes en minimisant les coûts des salaires, maximisant les préférences des infirmiers et en respectant la qualité de soins. Les auteurs tiennent compte dans ces ordonnancements de l'ancienneté des infirmiers, des week-ends, des congés, des jours fériés et des possibilités de rotations. L'affectation se base sur la notion d'équipe caractérisée par une date de début et une date de fin et qui représente une période journalière : "jour", "soir" ou "nuit". Le jour est divisé en plusieurs périodes de demande caractérisées par des dates fixes de début et de fin, qui sont identiques pour tous les jours mais ne coïncident pas nécessairement avec celles des équipes.
Jaumard et al. donnent un exemple type et une synthèse bibliographique sur l'ordonnancement de personnels infirmiers. Ensuite ils présentent les limites des systèmes

automatisés existants, car la plupart des algorithmes exactes présentés considèrent des situations simplifiées comme les modèles cycliques qui ne leur semble pas réalistes. Ils proposent un modèle composé d'un problème principal qui comporte les objectifs et les contraintes concernant la configuration des ordonnancements et un problème auxiliaire qui inclut dans sa formulation des besoins spécifiques pour un infirmier ou un groupe d'infirmiers donné. Le problème principal est un programme linéaire en 0-1 qui trouve la configuration des ordonnancements pour satisfaire les besoins de la demande à couvrir et qui minimise les coûts des salaires tout en maximisant la qualité des soins.

La formulation de base du problème principal minimise la somme pondérée des coûts des salaires, préférences et expériences des infirmiers, ayant pour objectif de couvrir la demande. Un poids positif est attribué aux salaires et un poids négatifs aux préférences et expériences des infirmiers. Le modèle est principalement dédié au personnel permanent. L'affectation porte prioritairement sur l'affectation des infirmiers permanents à temps complet ou partiel ensuite sur les heures supplémentaires pour les infirmiers permanents à temps partiel et finalement les infirmiers externes à l'unité qui sont affectés selon une liste des disponibilités.

Le problème auxiliaire est formulé sous forme d'un graphe acyclique où les sommets correspondent à l'affectation d'un infirmier à une équipe pour un jour donné. Un arc existe entre le sommet v_i et le sommet v_j si l'infirmier actuel est affecté à l'équipe t_i au jour d_i et après à l'équipe t_j au jour d_j. Ce problème tient compte de contraintes de ressources qui intègrent la charge de travail, les week-ends, les rotations, les affectations consécutives, les ratios d'équipes et les vacances.

Les méthodes proposées pour résoudre les problèmes sont :

- Une méthode Branch-and-Bound : un schéma d'énumération est considéré pour résoudre le problème. Le sommet initial sera le "problème de base" et les branches permettront l'addition de différentes contraintes.
- L'embranchement : l'embranchement suppose de résoudre le problème principal et le problème auxiliaire. Le schéma d'embranchement pour le modèle proposé est de sélectionner ou éviter des affectations spécifiques pour un ou des infirmiers donnés par fixation ou élimination de sommets dans les problèmes auxiliaires.
- La résolution du problème auxiliaire : les auteurs proposent un algorithme pseudo-polynomial efficace organisé en deux phases résolvant des problèmes de plus court chemin avec contraintes de ressources.
- La résolution du problème principal : les auteurs proposent un programme linéaire en variables 0-1.

L'avantage de ce modèle basé sur une approche heuristique est sa flexibilité vis à vis des changements dans l'environnement du problème d'ordonnancement.

Dans le même ordre d'idées Millar et Kiragu [Millar 1998] traitent le problème de l'organisation des horaires de personnel infirmier sur un horizon moyen terme. Un concept modélisant un " profil journalier " permet d'exprimer une ou plusieurs successions possibles d'équipes pour un infirmier ainsi que les différentes configurations de jours de repos. Un graphe explicite les changements possibles de profils journaliers. Le problème de l'organisation des horaires infirmiers est modélisé sous la forme d'un programme linéaire en nombre entier. Les contraintes expriment le choix des profils journaliers possibles, leur succession, la durée de travail du personnel à respecter et la satisfaction de la demande. L'objectif recherché est la maximisation des préférences du personnel et la minimisation des pénibilités (équilibrage de la répartition du travail de nuits). Le problème étant résolu à l'aide du module branch-and-bound de CPLEX, les auteurs montrent que la première solution entière trouvée (réalisable) est suffisante en terme de qualité.

Dexter et al. [Dexter 1999e] étudient le scénario suivant : un personnel de bloc opératoire avec une seule salle d'opérations ouverte en week-end pour les urgences. Ce bloc opératoire n'ouvre une deuxième salle d'opérations que si la première salle est occupée et un nouveau cas urgent est ajouté et doit être traité avant que le cas dans la première salle d'opérations ne soit terminé. Nous avons un anesthésiste et deux infirmiers de bloc opératoire. Trois chirurgiens différenciés par leurs temps opératoires pour soigner les patients réalisent les procédures suivantes : une appendicectomie, une réduction d'une fracture de cou et une coupure d'anévrisme intracérébrale. Les chirurgiens décident que ces trois cas sont "urgents". Mais nous avons six séquences différentes pour traiter ces urgences. Le but de cet article est de proposer une structure mathématique pour aider au choix de la séquence optimale pour traiter ces urgences.

Dexter et al. évaluent trois objectifs qui peuvent être pris en compte pour séquencer ces urgences :

- traiter les urgences de façon à minimiser la durée moyenne d'attente de chaque chirurgien et patient,
- traiter les urgences dans l'ordre de leur arrivée au bloc opératoire,
- traiter les urgences en se basant sur la priorité médicale pour minimiser la probabilité de non-surviee des cas urgents.

Les auteurs calculent les séquences à partir d'un même exemple d'urgences répondant aux différents objectifs énumérés précédemment.

Considérons le premier objectif, minimiser la durée moyenne d'attente des patients, Dexter et al. évaluent les données nécessaires pour la détermination de la séquence des interventions, elles sont au nombre de trois :

- la durée opératoire estimée,

- le temps de début des symptômes de l'urgence ,
- la date au plus tard pour commencer l'intervention, au-delà de laquelle le cas s'aggrave.

Ils présentent une structure mathématique, un système d'équations, qui représente la fonction à minimiser et les contraintes d'échéances à respecter, puis ils appliquent ce modèle à l'exemple de départ.

Les auteurs discutent des différents scénarii possibles :

- Toutes les échéances sont satisfaites par la séquence qui minimise le temps moyen d'attente des patients pour l'intervention. Dans ce cas, face à des contraintes lâches, la séquence sera par ordre croissant des durées d'interventions.
- L'utilisation d'une seule salle d'opérations est insuffisante pour satisfaire toutes les échéances. Dans ce cas minimiser le temps moyen d'attente est secondaire. Les anesthésistes et les infirmiers sont amenés à faire appel à plus de personnel pour compléter les urgences. Dans ce cas les interventions seront traitées dans l'ordre croissant de leur date de début au plus tard et si nous ne pouvons pas satisfaire les échéances une deuxième salle d'opérations sera ouverte.

Les auteurs étudient aussi le cas où des changements dans les conditions médicales interviennent ou des ajouts d'autres interventions surviennent. Dans ces conditions la séquence optimale doit être recalculée avec ces nouvelles données.

L'impact de l'écart entre la durée opératoire estimée et la durée opératoire réelle peut être important, donc il est intéressant de calculer un écart type sur la durée estimée et la séquence doit intégrer cette nouvelle donnée.

Si on a plus d'une salle d'opérations ouverte la séquence des urgences est inchangée et on traite les urgences dans l'ordre de cette séquence. Quand une salle d'opérations se libère la première urgence dans la séquence non encore traitée lui sera affectée. Le chirurgien peut modifier l'échéance de son urgence pour lui donner plus de priorité, dans ce cas il faut vérifier la validité de cette échéance en se basant sur l'expérience et les connaissances médicales tirées de la littérature ou de l'historique de l'activité.

Dexter et al. Examinent la satisfaction du deuxième objectif défini précédemment, le respect de l'ordre d'arrivée des urgences. Dans ce cas nous avons besoin des même données que précédemment. Si toutes les échéances sont satisfaites alors la séquence sera l'ordre d'arrivée des urgences. Sinon la séquence sera celle satisfaisant au mieux les contraintes.

Finalement, Dexter et al. considèrent le troisième objectif basé sur la priorité médicale décidée par les chirurgiens ou le responsable du bloc opératoire, en se basant sur l'expérience médicale des intervenants.

La séquence des urgences dépend du choix de l'objectif associé au bloc opératoire. Un outil mathématique (règles) optimisant le démarrage des cas urgents en respectant les différentes

contraintes pour chaque objectif d'ordonnancement est proposé. Cet outil est appliqué sur un même exemple pour montrer les variations des séquences selon l'objectif choisi.

En conclusion, avant de déterminer la séquence optimale de traitement des cas urgents le service doit tout d'abord fixer son objectif (parmi ceux présentés ou d'autres) que l'ordonnancement devra satisfaire.

L'article de Sophie Lapierre et al. [Lapierre 1999b] traite du problème de l'allocation permanente de lits aux différents services d'un hôpital. Bien qu'il soit beaucoup étudié, ce problème est important en raison du fait que : le sous-équipement d'un service entraîne l'expatriation de ses patients vers d'autres services non-adaptés, ainsi que le sur-équipement est générateur de coûts. Les auteurs soulignent le danger de rechercher une solution de ce problème à l'aide d'un modèle classique de simulation où les entrées du système sont approchées uniquement par des lois de probabilité ne considérant pas l'organisation de gestion des services (c'est-à-dire l'intervention de l'homme). Ils constatent que la majorité des établissements de soins font face à deux types de demande : une majoritaire et programmée (organisée), l'autre minoritaire et stochastique. Il convient de plus de vérifier que les hypothèses généralement admises sont justifiées et que le système d'information permet de renseigner convenablement l'étude statistique préalable nécessaire. Un modèle de type série-temporelle basé sur un historique de données comptabilisant les patients par jour et par heure est proposé par les auteurs en tant qu'outil d'aide à la décision. Cet outil permet d'évaluer un nombre limité de scénarii.

Viviane Gascon et Philippe Michelon [Gascon 1997] étudient le problème de l'affectation de tâches à des brancardiers. Chaque tâche possède les caractéristiques suivantes : une fenêtre temporelle (date de prise en charge au plus tôt, date de décharge au plus tard (livraison)), une durée, un lieu de prise en charge et un lieu de décharge. L'objectif est de minimiser d'une part les temps d'inactivité des brancardiers et d'autre part le nombre de brancardiers.

Ce problème peut se modéliser sous la forme d'un problème de tournées où les brancardiers représentent les véhicules et les tâches les cargaisons à transporter. La distance entre la date de décharge d'une tâche et la date de prise en charge d'une deuxième tâche peut s'assimiler à une distance entre une ville de livraison et une ville de chargement.

Les auteurs proposent une heuristique de résolution en deux étapes : une première étape d'ordonnancement des tâches et une deuxième étape d'affectation des tâches aux brancardiers.

L'étape d'ordonnancement trie les tâches par ordre croissant des dates de livraison, à valeurs égales de dates de livraison par ordre décroissant des durées des tâches, à valeurs égales de dates de livraison et de durées par ordre croissant des dates de prise en charge. L'étape

d'affectation attribue les tâches ordonnées au premier brancardier libre (règle FAM : First Available Machine). A noter que les pauses et repas sont modélisés sous la forme de tâches.

La réforme des soins médicaux, l'augmentation des coûts des soins et le développement du principe de gestion des groupes homogènes de diagnostiques DRG's ont nécessité la planification des interventions et le contrôle du système des livraisons hospitalières. Roth et Dierdonck [Roth 1995] proposent un système de gestion des ressources hospitalières à l'aide de la méthode MRP II (Planification des ressources manufacturières). Ce système est nommé HRP (Hospital Resource Planning, planification des ressources hospitalières). Il est basé sur le concept DRGs et le concept de planification MRP II.

Le système HRP a été expérimenté dans deux hôpitaux : un hôpital régional possédant 300 lits et un hôpital universitaire possédant 100 lits.

Les hôpitaux cherchent à minimiser les coûts par la réduction des durées de séjour des patients afin d'améliorer l'utilisation des ressources par élimination des périodes d'inactivité des centres de ressources. Les dysfonctionnements dans un système de soins sont généralement causés par les interventions qui commencent en retard et la propagation de ces retards. Les coûts d'accumulation de la demande sont évalués à plusieurs centaines voir plusieurs milliers de dollars dans les hôpitaux de taille moyenne.

Le système traditionnel de planification et de contrôle des opérations dans les hôpitaux est caractérisé par :

- une planification tactique qui consiste à répondre aux demandes prévisionnelles en planification des admissions des patients, en planification du personnel et en budget pour les utilisations de ressources exceptionnelles et les allocations des matérielles.
- la planification opérationnelle qui considère les problèmes journaliers d'affectation des patients aux services.

Avec l'intégration du concept de DRGs, la planification et le contrôle des opérations dans les hôpitaux ont évolué. Les patients appartenant au même DRG consomment un ensemble de ressources communes avec des probabilités connues durant leur hospitalisation.

En utilisant la terminologie manufacturière :

- le DRG est " l'article final "
- le matériel, les ressources, et les procédures que nécessitent le DRG correspondent à une structure de nomenclature.

Un des problèmes issu de l'application de la terminologie manufacturière aux systèmes de soins est du à l'ambiguïté de la définition du produit final. Considérant le DRG comme produit final avec un profile de consommation, ceci permet de surmonter l'obstacle et autorise les hôpitaux de bénéficier de l'emploi des méthodes MRP ou MRP II.

En dernière section, les auteurs ont exposé les différents niveaux du système HRP avec les différents modules composant chaque niveau et les différentes relations entre les modules d'un niveau à un autre.

En conclusion le système HRP représente un outil potentiel pour les décisions stratégiques et tactiques dans un hôpital.

Dans différents laboratoires médicaux répondre aux problèmes de contrôle nécessite la décomposition de ces laboratoires en différentes sections (appelées stations de travail) de tailles plus petites [Van Merode 1998].

Dans ces laboratoires :

- les ordres de production (demandes de tests et communication des résultats) sont reçues de manière non prédictive,
- le volume, les types et les temps de réalisation des tests sont pour la plupart des temps incertains.

Les laboratoires ont donc besoin d'un système de production flexible vis à vis de ces incertitudes qui doit s'ajuster à la demande de manière dynamique.

Van Merode et al. ont identifié différents problèmes de planification pour la gestion des laboratoires, ils ont développé un système de support de décisions DSS (Decision Support System) [Van Merode 1995] ayant pour objectifs la planification, le contrôle des processus de tests et la gestion du personnel et du matériel.

Les caractéristiques des stations de travail sont :

- le respect de dates de livraison de services qui doivent être strictement tenues, aucune violation n'est permise,
- l'existence de plusieurs types de services caractérisés par la durée des processus nécessaires et des tests demandés (entre 10 et 90 minutes),
- le fait que des ordres puissent arriver à n'importe quel moment (aspect dynamique),
- la possibilité pour le personnel de travailler parfois dans plus d'une station de travail à la fois. En effet, un opérateur peut commencer un processus dans une station de travail A puis commencer ensuite un autre processus dans une station de travail B et enfin retourner à la station A pour terminer le processus déjà commencé.

Les auteurs ont présenté un premier modèle mathématique déterministe (un programme linéaire) de groupement optimal des stations de travail en départements où tous les paramètres caractérisant ces stations sont supposés connus. Dans ce modèle, le laboratoire est assimilé à un ensemble de stations de travail, une station de travail à une unité organisationnelle à laquelle sont affectés des techniciens capables de réaliser certains types de processus.

Ce modèle est applicable pour des laboratoires médicaux ayant au minimum 15 et au maximum 75 techniciens employés travaillant éventuellement sur plusieurs sites.

Le modèle est déterministe car la demande est supposée connue d'avance et les ressources humaines utilisées pour les stations de travail dépendent de cette demande. L'objectif du modèle est l'optimisation de l'utilisation des ressources humaines. Un élément stochastique est alors introduit dans le modèle précédemment décrit, c'est l'arrivée des ordres au laboratoire qui se fait de façon non prédictive.

Dans ces modèles les auteurs n'ont pas pris en considération la différence de niveaux d'expériences des techniciens dans les laboratoires. Ils proposent pour ce problème une approche alternative définissant les niveaux d'expériences pour différents employés qui conditionnent leur habilité pour réaliser un certain type de processus. La planification dans ce cas est incomplète mais le modèle d'optimisation est capable de trouver une solution en un temps raisonnable.

6. TABLEAU RECAPITULATIF

	Références
Organisation des sites opératoires.	[Rochereau 2001]
Définition de l'hôpital.	[Teil 2000] [Pascal 2000]
Définition des secteurs d'un hôpital.	[Moisdon 1999] [Kharraja 2003]
Management des systèmes hospitaliers	
Ces articles présentent les enjeux de la gestion hospitalière et les apports possibles de la gestion de production ou plus généralement du management.	
Définition du management.	[Drucker 2000]
L'apport de la modélisation dans la gestion des milieux hospitaliers.	[Lagergren 1998]
Un modèle dynamique minimisant le temps d'attente des patients pour les admissions dans les services de soins.	[De Vries 1998]
Les principaux ajustements rencontrés dans les systèmes de santé en Europe et les possibilités d'adapter les outils de la recherche opérationnelle pour aider à ces ajustements dans le contexte des systèmes de soins européens.	[Royston 1998]
Les facteurs influants en gestion de la qualité et en performance qualitative au niveau des établissements de soins.	[Li 1997]
Les apports possibles de la gestion de production à la planification stratégique en milieu hospitalier.	[Butler 1996]
Systèmes d'informations hospitaliers	
Les systèmes de mesures et de suivi d'activités constituent la source principale des systèmes d'information hospitaliers.	
Systèmes d'information dans les hôpitaux français. Systèmes d'Information Centrés Activités (SICA).	[Romeyer 2000]
Utilisation d'un système de suivi d'activité (Patient Tracking System PTS) dans un service de chirurgie ambulatoire pour la construction des durées d'activité.	[Rotondi 1997]
Un système de mesures de la performance et de recherche de dysfonctionnement dans un système de soins.	[Lapierre 1999b]
Un système d'ordonnancement et de suivi de la production dans un service	[Gonzalez-Martinez

d'urgences.	1997]
La nécessité de disposer de données fiables et complètes afin de pouvoir réaliser une gestion prévisionnelle des blocs opératoires.	[Wright 1996]
Un exemple d'utilisation d'un système d'information infirmier NMDS (Nursing Minimum Data Set) utilisé par le gouvernement belge, pour la gestion des ressources humaines.	[Boer 1998]
Dimensionnement des ressources	
La diversité des problématiques de dimensionnement des ressources considérées dans la littérature.	
Utilisation de la simulation pour le dimensionnement des ressources nécessaires pour un centre de chirurgie ambulatoire.	[Ramis 2001]
Utilisation de la simulation à événements discrets pour explorer les demandes de soins en dialyse au Royaume Uni pour les prochaines années.	[Davies 1998]
Un modèle dynamique de prévision d'entrées préventives appliqué aux services de soins publics du Royaume Uni pour les services pathologiques.	[Lee 1998]
Utilisation de la simulation pour modéliser les problèmes de planification des lits dans une unité médicale d'un hôpital.	[Huang 1998]
Un modèle de simulation pour la planification des capacités en lits dans une unité de soins intensifs.	[Ridge 1998]
Une approche intégrée pour le dimensionnement (staffing) et la planification (scheduling) des infirmiers en milieu hospitalier.	[Venkataraman 1996]
Etude par simulation de l'impact de dimensionnement des salles d'examens et du flux de patients sur l'activité des médecins dans un centre de soins de jour (sans chirurgie).	[Cote 1999]
Difficultés d'utilisation et d'application de la simulation dans le cas des hôpitaux.	[Centeno 2001]
Allocation de ressources	
Cette partie est de loin la plus riche. Des outils de résolution des problèmes aussi bien que des recommandations sont présentés..	
Allocation des lits à des patients dans des hôpitaux.	[Vissers 1998]
Un modèle de programme linéaire généralisé pour l'ordonnancement des infirmiers.	[Jaumard 1998]
Organisation des horaires de personnel infirmier sur un horizon moyen terme.	[Millar 1998]
Ordonnancement d'un service d'urgences.	[Dexter 1999e]
Allocation des lits par services hospitaliers.	[Lapierre 1999a]
Affectation des tâches à des brancardiers.	[Gascon 1997]
Un système de gestion des ressources hospitalières à l'aide de la méthode MRP II nommé HRP (Hospital Resource Planing) et basé sur le concept DRGs (groupes homogènes de diagnostiques).	[Roth 1995]
Un système de support de décisions ayant pour objectifs la planification, le contrôle des processus de tests et la gestion du personnel et du matériel.	[Van Merode 1995] [Van Merode 1998]

Tableau 2.1. Tableau récapitulatif

SYNTHESE CHAPITRE 2

Des travaux effectués par des chercheurs du milieu médical aussi bien que du domaine des sciences de l'ingénieur sont apparus dans les revues "Anesthesiology", "Anesthesia and Analgesia", "Health Care Management Science", "European Journal of Operational Research", "Socio-Economic Planning Sciences", "Management Science" [Chaabane et Guinet 2001a]. Ils sont le support de nombreuses réflexions. Ces travaux ont été regroupés selon quatre thèmes : management des systèmes hospitaliers, systèmes d'information hospitaliers, dimensionnement des ressources et allocation des ressources. L'allocation des ressources a été le thème le plus exploré. Malheureusement tous ces travaux proposent des approches de résolutions locales malgré le besoin de décloisonnement des différents services ou spécialités.

Des outils issus du domaine industriel ont été utilisés et adaptés au milieu hospitalier. La simulation, la modélisation mathématique, les techniques de file d'attente, les méthodes et techniques de recherche opérationnelle,… ont été largement utilisés pour répondre à des problématiques de dimensionnement et d'allocation des ressources hospitalières.

Peu de travaux ont abordé les systèmes d'information. Constituant pourtant un élément très important pour la gestion et le management des systèmes, un nombre réduit d'hôpitaux disposent aujourd'hui d'un système d'information fiable. Les hôpitaux prennent progressivement compte des effets positifs d'un système d'information. Ils réalisent en effet que la maîtrise des flux informationnels concernant le patient améliore sa sécurité, et qu'un tel outil permet de décloisonner une organisation caractérisée par des problèmes de communication non seulement entre différents services mais également au sein d'un même service.

Enfin il convient de remarquer que la majorité des travaux étudiés ont été élaborés en Amérique de nord. Ces dernières années des projets et des thématiques de recherche en France commencent à s'orienter vers les problématiques du milieu hospitalier. Des revues médicales spécialisées telles que les Annales Françaises d'Anesthésie Réanimation et des congrès ou colloques médicales ont commencé à évoquer les problématiques de gestion hospitalière et plus précisément celles des blocs opératoires.

Dans ce chapitre nous ne nous sommes pas intéressés au secteur considéré le plus coûteux dans le milieu hospitalier qui est le bloc opératoire. L'état de l'art concernant ce secteur sera intégré dans les chapitres suivants lors de l'étude des problèmes de gestion des blocs opératoires et des outils de résolution.

CHAPITRE 3

ETUDE DE LA CHAINE DECISIONNELLE DU BLOC DE CHIRURGIE GENERALE A L'HOPITAL DE LA CROIX-ROUSSE

Dans le cadre des chapitres précédents de ce mémoire nous avons étudié le système existant ainsi que les différents travaux réalisés en gestion hospitalière. Nous avons pu identifier les différents éléments du système de pilotage d'un secteur particulier : le bloc opératoire.

Dans ce chapitre nous présentons le champ d'investigation de nos travaux. Ensuite nous élaborons une synthèse des différents éléments de la chaîne décisionnelle existante que nous n'avons pas envisagé de remettre en cause. Nous présentons notre action dans le cadre de la gestion prédictive des blocs opératoires et nous terminons cette partie par les différentes difficultés rencontrées durant cette étude.

1. CHAMP D'INVESTIGATION

Le bloc opératoire est le point de convergence de nombreuses activités de l'hôpital (Figure 1). Il est en relation directe ou indirecte avec la majorité des services d'hospitalisation et des spécialités médicales. Il constitue le secteur le plus important et le plus coûteux dans la majorité des hôpitaux. En effet il représente plus de 10% du budget de l'hôpital [Macario 1995] [Macario 1997] et définit par ailleurs le lieu de référence pour la production des points ISA[1]. A ce poids économique s'ajoute une complexité de fonctionnement due à la diversité en nombre et en type des ressources humaines, des ressources matérielles et aux contraintes mises en jeu. En effet la production de soins fait intervenir un nombre important d'acteurs de différentes spécialités et cultures (chirurgiens, médecins, infirmiers, agents hospitaliers …) en un même lieu pour réaliser différentes activités d'une façon séquentielle ou parallèle à l'aide de matériels spécifiques et

[1] ISA : Indice Synthétique d'Activité : Unité d'œuvre composite permettant de mesurer l'activité des unités de soins de courte durée Médecine, Chirurgie, Obstétrique des établissements hospitaliers.

généraux de chirurgie et d'anesthésie. On est confronté à une multitude de trajectoires de soins des patients hospitalisés en chirurgie. Mais, alors que la contrainte de maîtrise des coûts est de plus en plus forte, les acteurs du bloc opératoire sont peu préparés à cette rationalisation économique et industrielle. En effet, historiquement, la culture des blocs opératoires est essentiellement médicale, orientée sur la pratique de soins et centrée autour de l'organisation chirurgicale. Les blocs opératoires doivent maintenant produire des soins de qualité en maîtrisant les coûts et en minimisant les délais. Ces structures sont ainsi confrontées au fameux triangle : coût, qualité et délais bien connu dans les systèmes industriels. Pour faire face à ces défis, les blocs opératoires sont conduits à adopter une gestion des soins plus rationnelle intégrant de nouvelles cultures et expertises.

Devant cette mutation nécessaire, il a paru intéressant d'évaluer la façon dont le monde industriel classique, générateur de produits et de services, a abordé puis assimilé les contraintes d'optimisation qu'il a rencontrées à partir des années 80. En effet, à la fin du siècle dernier, les systèmes manufacturiers ont été confrontés à de nouvelles situations économiques et environnementales, suite à la hausse des matières premières et à la prise de conscience de la dégradation de l'environnement. Une gestion beaucoup plus objective et rigoureuse des ressources de l'entreprise manufacturière a donc été rendue nécessaire.

La figure suivante illustre les plus importants services de l'hôpital en relation avec le bloc opératoire :

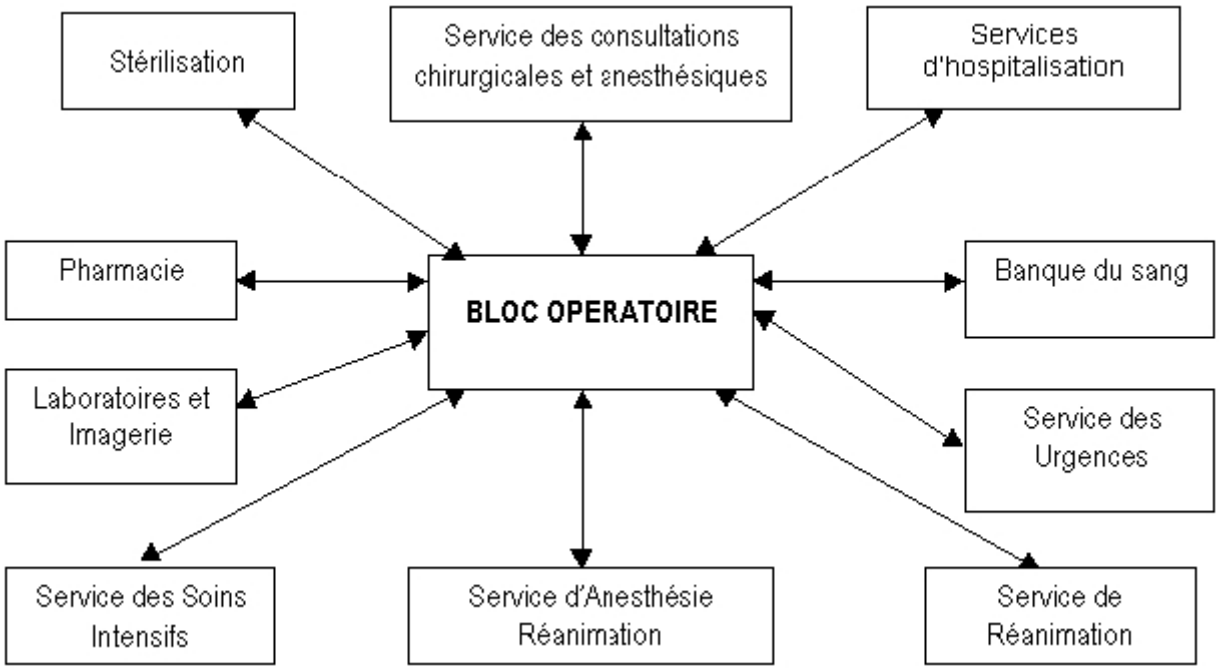


Figure 3.1. Relation du bloc opératoire et des autres services de l'hôpital

Les relations existant entre le bloc opératoire et les autres services de l'hôpital impliquent que l'optimisation du fonctionnement du bloc opératoire doit être abordée d'une façon globale sur tout l'hôpital. En effet, « optimiser » sous entend « évaluer le gain global du système ».

Si la première caractéristique de l'optimisation de gestion tient à l'espace considéré, la deuxième tient au référentiel utilisé pour juger des effets de l'optimisation. Le "produit" d'un hôpital et d'un bloc opératoire n'est pas seulement l'opération réalisée, c'est un patient "bénéficiant" d'une prestation de soins. Les critères de performance évalués par le patient ne sont pas obligatoirement les mêmes que ceux de l'institution effectuant les prestations de soins.

Notre champ de vision de l'activité du bloc opératoire va du déclenchement du processus opératoire (consultation chirurgicale) jusqu'à la sortie du patient de bloc pour rejoindre sa chambre d'hospitalisation. Le bloc opératoire est considéré comme étant une structure indépendante dans laquelle sont pratiquées les interventions chirurgicales et les gestes d'anesthésie- réanimation nécessaires au bon déroulement de l'intervention [HOET 1990].

2. CHAINE DECISIONNELLE EXISTANTE

Lors de premier chapitre une étude du système opératoire existant a été entreprise. Le processus opératoire a été modélisé par la méthode S.A.D.T. pour analyser ses activités, ses ressources et ses flux existants. Cette étude de l'existant a mis en évidence les points forts et les points faibles de ce processus. Nous nous focalisons dans cette partie sur la chaîne décisionnelle dans sa globalité afin de déterminer les différentes décisions à prendre pour la gestion de bloc opératoire. Nous présentons l'organisation, les différents acteurs décisionnels, les stratégies et méthodes utilisées pour atteindre les objectifs d'optimisation, les principales étapes de décision et enfin les outils mis en place.

Le jour du rendez-vous, le patient arrive à l'hôpital et passe par le bureau des admissions pour son enregistrement administratif. Ensuite, il passe au service des consultations pour rencontrer le chirurgien. Il est accueilli par l'infirmier de consultation qui étiquette son dossier médical. Le chirurgien décide si le patient nécessite une intervention chirurgicale ou non. Une fois la consultation terminée et si la décision est positive, une date d'hospitalisation est prévue ainsi que d'éventuels examens complémentaires. Le patient consulte alors le médecin anesthésiste réanimateur qui décidera si son état permet l'intervention.

Le patient est hospitalisé la veille de son intervention. Il est visité par le chirurgien qui va réaliser l'acte chirurgical et le médecin anesthésiste réanimateur qui va l'anesthésier. Le jour de l'opération, il passe au bloc opératoire, subit l'intervention, puis est transporté à la salle de surveillance post interventionnelle (SSPI) pour son réveil. En l'absence de problèmes ou de complications imprévues, le patient, une fois réveillé, est transporté dans sa chambre, il subit

alors des soins post-opératoires. Le chirurgien et le médecin anesthésiste réanimateur autorisent au patient, quand son état devient stable, de quitter l'hôpital.

La description précédente présente d'une façon générale le parcours d'un patient qui va subir une intervention chirurgicale. Au cours de ce parcours un nombre de décisions sur des horizons différents est pris. L'organisation actuelle pour la prise des décisions se présente comme suit :

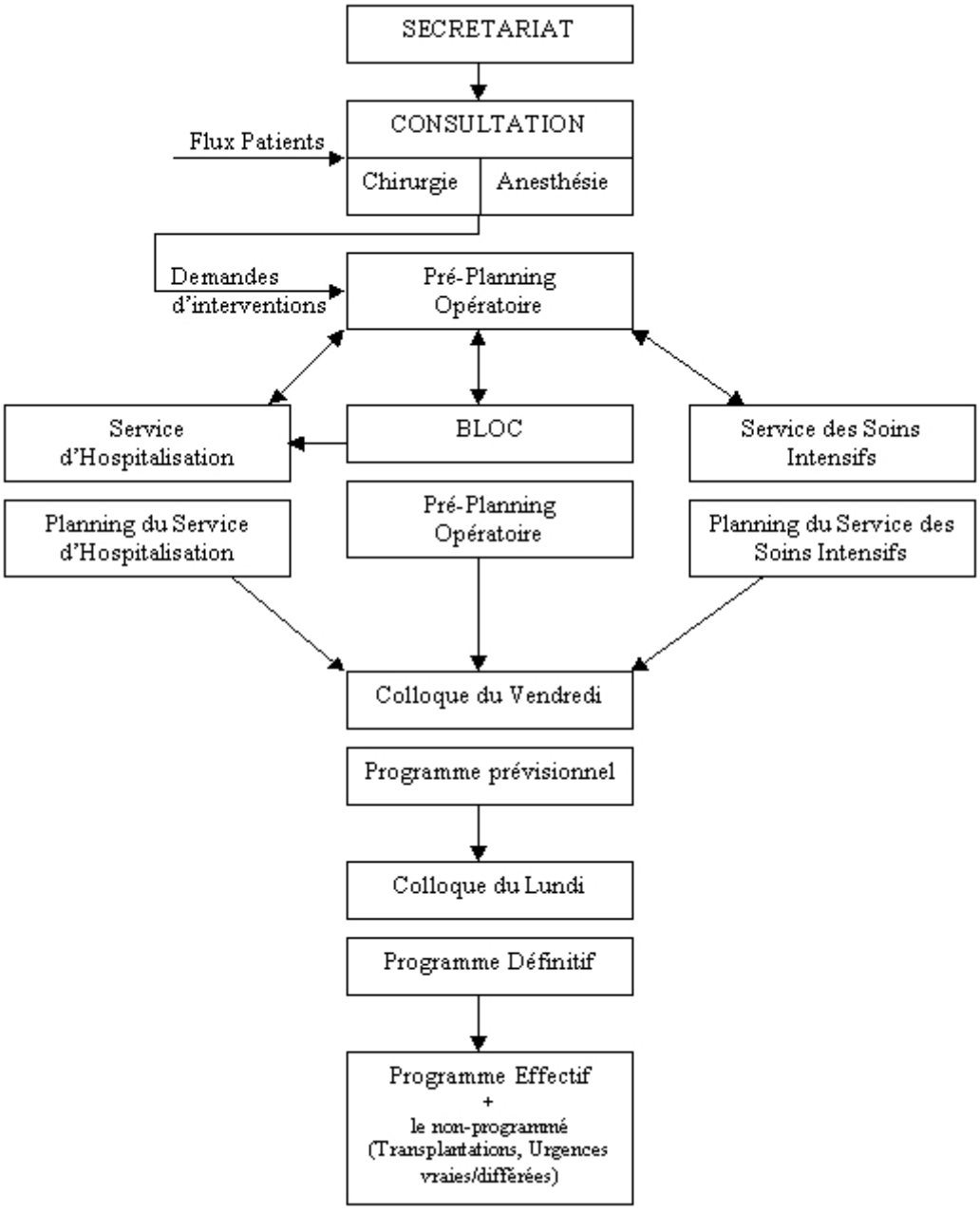


Figure 3.2. Organisation de pilotage existante

Cette organisation est caractérisée par :

- L'aspect hiérarchique des différentes décisions prises au cours du processus opératoire. Cette hiérarchie est de type temporel en raison des différents horizons considérés.
- Différents services sont concernés pour la prise des différentes décisions. Nous distinguons le service des consultations (ou secrétariat), le bloc opératoire, les services d'hospitalisation et le service des soins intensifs.
- L'existence des centres de décisions (colloque de vendredi et colloque de lundi) pour parfaire et valider le programme opératoire.
- Le nombre important d'informations à échanger entre les différents services pour disposer d'une vision globale des disponibilités des différentes ressources nécessaires au cours du processus opératoire.

Les responsables directs des différentes étapes d'élaboration des plannings sont :

- L'infirmier de consultation : il est responsable de l'inscription des interventions des patients dans le temps, ainsi que de la validation du planning opératoire
- Le surveillant du bloc opératoire : il est responsable du bloc opératoire et de l'élaboration du programme opératoire.
- Les surveillants des services d'hospitalisation (ou des soins intensifs) : ils sont responsables de leur service et ils répondent aux différentes demandes de lits effectuées par l'infirmier de consultation.

Concernant les stratégies et les méthodes appliquées dans le cadre des prises de décisions, elles ne sont pas toutes explicites. Toutes les décisions, réservations des lits, réservation d'une date d'opération se font par téléphone entre l'infirmier de consultation, les surveillants des services d'hospitalisation et le surveillant de bloc opératoire. Certaines règles sont appliquées suivant les particularités des interventions (durée, risque infectieux,…). Ces dernières doivent être placées en fin ou en début du programme et en nombre limité, puisqu'il faut faire un ménage complet de la salle d'opérations (durée de nettoyage relativement importante). Il est aussi possible de dédier des salles pour certains types de chirurgies spécifiques, par exemple les plus lourdes (greffe hépatique, colon sous vidéo,…) dans les salles les plus grandes. Enfin, lors du placement d'une intervention sur un planning, le cadre du bloc évalue les différentes durées de l'acte chirurgical et du réveil en se basant sur son expérience personnelle.

Le planning opératoire d'une semaine donnée contient la liste de tous les patients programmés dans cette période. Pour chaque intervention programmée, la salle d'opérations où elle sera effectuée et l'équipe qui la réalisera (chirurgiens, médecins anesthésistes, infirmiers,…) doivent être fixées.

Les étapes suivantes de la programmation opératoire ont pu être identifiées :

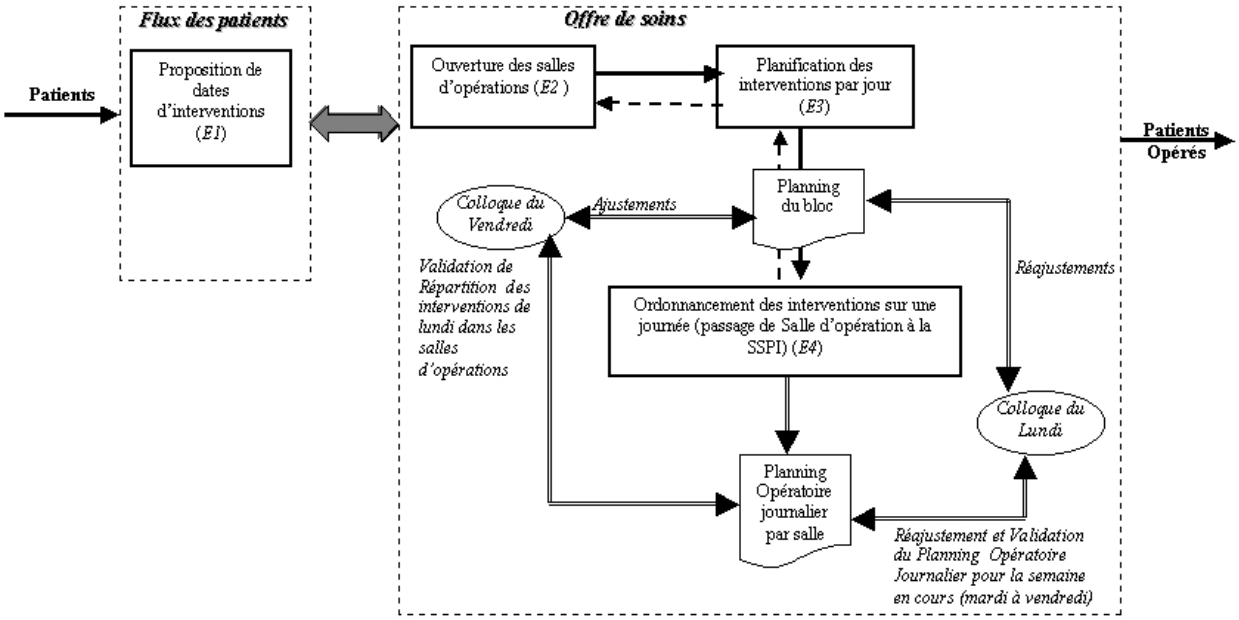


Figure 3.3. Etapes de gestion

Les patients constituent le flux principal. Ce flux traverse le système. Pour ce faire nous devons proposer des dates d'interventions (E1), prévoir des horaires d'ouverture des salles d'opérations (E2), planifier les interventions par jour (E3) et ordonnancer les interventions sur une journée (salle d'opérations et SSPI) (E4). Ces étapes de gestion ne sont pas indépendantes et elles peuvent se remettre en cause mutuellement.

Une interrelation existe entre « flux des patients » et « offre de soins ». En effet, le flux des patients influence sur le dimensionnement en ressources humaines et matérielles à prévoir dans le cadre de l'offre de soins, et inversement les ressources humaines et matérielles disponibles dans le cadre de l'offre de soins limitent le flux des patients à prendre en charge.

Le planning prévisionnel issu de (E3) et (E4) est présenté aux chirurgiens et médecins anesthésiste-réanimateurs au cours des colloques du vendredi et du lundi pour examiner les différentes interventions programmées. Tous les acteurs (ou leurs représentants) participent à l'élaboration du programme opératoire final. Les figures suivantes présentent la constitution et le rôle de ces colloques :

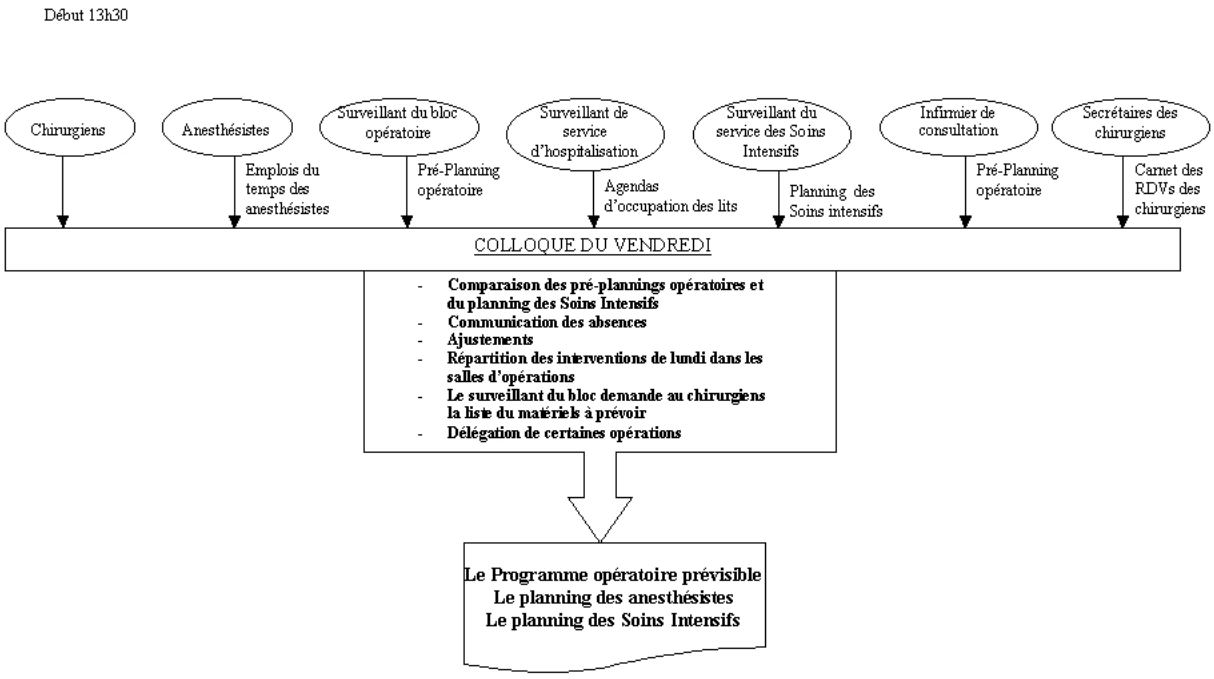


Figure 3.4. Colloque du vendredi

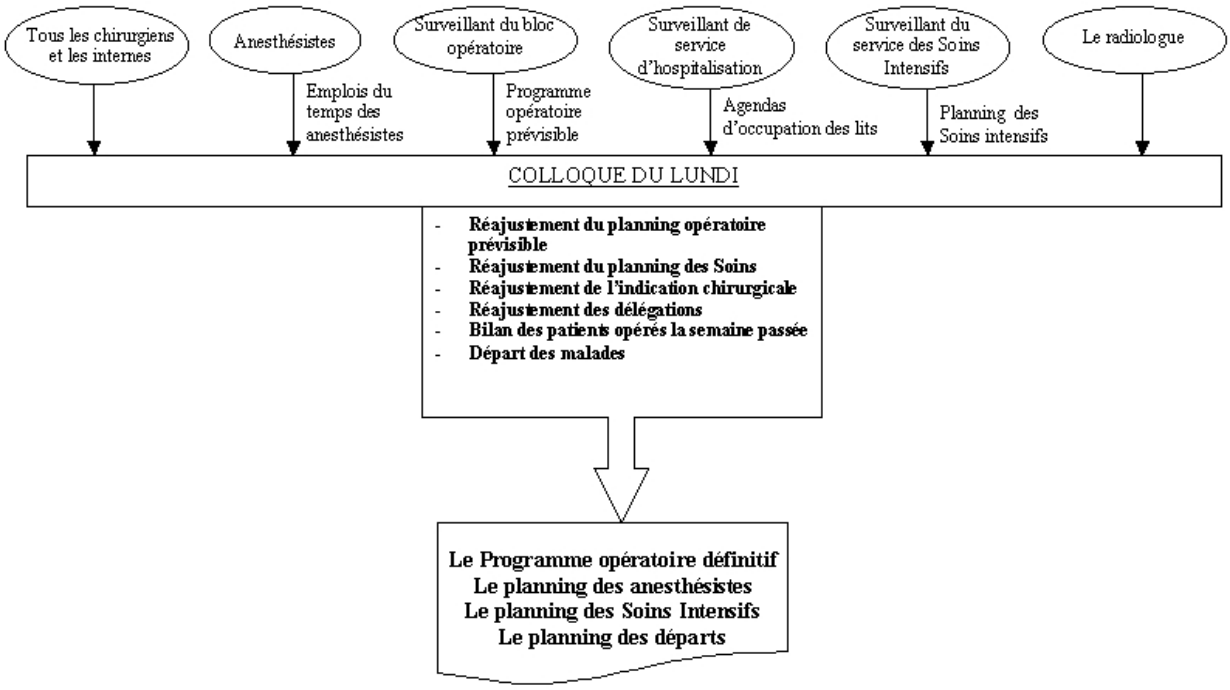


Figure 3.5. Colloque du lundi

Dans le cas du service de chirurgie générale, la programmation opératoire se base essentiellement sur l'expertise du surveillant du bloc et ses connaissances du bloc en termes de ressources humaines et matérielles et ainsi qu'en termes d'informations générales concernant les interventions. En l'absence d'un système d'information fiable, le cadre de bloc se base sur son expérience dans l'estimation des durées des interventions et des ressources nécessaires pour

chaque type d'intervention. Il n'utilise pas une stratégie pré-établie pour la construction de son planning.

Nous remarquons que la notion d'équipe ressource est très importante dans l'établissement d'un planning opératoire. En effet, le cadre de bloc vérifie la disponibilité de toute l'équipe pour réaliser l'intervention : le chirurgien, le médecin anesthésiste réanimateur, les infirmiers,…La composition minimale de cette équipe est : un infirmier anesthésiste réanimateur (IADE) et un médecin anesthésiste réanimateur (MAR) par salle d'opérations, un infirmier du bloc opératoire (IBODE) par salle et dans certains cas deux infirmiers (un circulant et un instrumentiste). Il est possible que certains intervenants puissent se détacher de l'équipe dans des situations particulières. Un IADE ou un MAR ou un IBODE peuvent se détacher pour faire des gestes radiologiques sous anesthésie générale. Chaque semaine, un IADE et un IBODE circulant sont affectés à chaque salle d'opérations. Les IBODEs instrumentistes sont affectés aux chirurgiens à la semaine. Cependant ces infirmiers, malgré leurs affectations, peuvent migrer dans la journée vers une autre salle quand celle-ci est libre par rotation pour gagner du temps sur les installations surtout pendant le mois d'août sinon les salles sont généralement occupées en même temps. Les durées de travail des IADEs et IBODEs circulants sont fonction de la durée d'ouverture des salles auxquelles ils sont affectés. L'IBODE instrumentiste voit sa durée de travail dépendre de la durée de l'intervention.

Les modifications adéquates et la validation du planning prévisionnel définitif sont effectuées lors du colloque du lundi en présence des médecins anesthésistes et des chirurgiens. Il est à noter que dans le cas du bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse, il existe une forte cohésion et motivation humaine pour le bon fonctionnement du bloc. Ceci prouve bien la non existence de problèmes de communication dans ce bloc auxquels les conseils de bloc sont souvent confrontés. La non exactitude des horaires des chirurgiens et des médecins anesthésistes par contre demeure.

L'organisation présentée précédemment concerne le service de chirurgie générale. Nous avons sélectionné ce service pour la diversité de son activité et la participation de tous les acteurs à l'élaboration des programmes opératoires. La participation, la collaboration et la motivation de la majorité des intervenants de ce service constituent les points forts de cette organisation. Cette dernière entre bien dans le cadre de l'idée directrice de l'ordonnance de 5 décembre 1994 concernant l'élaboration du programme opératoire.

Un des points forts de cette organisation, en plus de la forte participation des différents acteurs pour la prise des décisions, est l'existence d'une charte de bloc (arrêté du 7 janvier 1993). Cette charte de bloc précise le fonctionnement interne du bloc opératoire. Elle présente le cadre et les finalités de son élaboration. Elle comporte dix articles :

- *Article 1- Ouverture du bloc* : fixe les horaires d'ouverture du bloc opératoire pour les interventions programmées et non programmées.
- *Article 2 - Programmation* : précise les modalités de la réalisation de la programmation prévisionnelle et la programmation effective.
- *Article 3 - Déroulement du programme opératoire* : indique les modalités de déroulement du programme opératoire en définissant l'interprétation des différentes informations affichées par le programme et les modalités des modifications.
- *Article 4 - Chirurgie non programmée* : fixe les modalités de prise en charge des patients non programmés (urgences, ajouts, …).
- *Article 5 - Prise en charge de l'opéré au bloc* : énumère les règles de la bonne pratique de la prise en charge des patients à opérer dans le bloc opératoire.
- *Article 6 - Posture chirurgicale* : renseigne sur les modalités d'installation des patients à opérer.
- *Article 7 - Les procédures écrites* : présente les domaines concernés par des procédures écrites et l'obligation de respect par les acteurs de bloc.
- *Article 8 - Les dysfonctionnements* : oblige les acteurs de bloc à noter tout incident sur la fiche des incidents.
- *Article 9 - Comité de bloc* : précise le rôle et la composition du comité de bloc.
- *Article 10 - Révision de la charte* : évalue l'application et la mise à jour de cette charte.

Certains dysfonctionnements de différents types sont tout de même constatés dans cette organisation :

- *Dysfonctionnements organisationnels* : l'absence de certains membres critiques lors des colloques, les entrées importantes des patients le dimanche pour des interventions à programmer pour le lundi, la mauvaise répartition des opérés sur la semaine générant un manque de lits d'hospitalisation en urgence, la difficulté de joindre certains acteurs pendant le week-end, la mauvaise répartition de la charge de travail pendant la semaine, des comportements individuels donnant lieu à l'inscription sauvage d'interventions sur le programme définitif…
- *Dysfonctionnements informationnels et de communication* : l'inadéquation entre le pré-programme et la disponibilité du personnel du bloc opératoire, l'inadéquation entre les interventions prévues le même jour et le matériel disponible au bloc, un programme établi sans tenir compte de la durée des interventions, l'inadéquation entre le nombre des interventions nécessitant une place aux Soins Intensifs et la disponibilité prévisionnelle des lits de service.

A côté de ces dysfonctionnements constatés, les responsables n'ont pas les techniques ni les outils pour objectiver leurs décisions et remplir complètement leur mission sans perdre de temps et consacrer beaucoup d'efforts. En effet le manque d'un système d'information fiable, de techniques de programmations et d'outils informatisés constituent les points faibles de cette organisation et les sources de dysfonctionnements ainsi que de non-fiabilité des décisions dans certains cas.

3. ACTIONS ENTREPRISES

Suite à l'étude précédente notre action s'est portée à trois niveaux : organisationnel, opérationnel et informationnel, de la manière suivante :

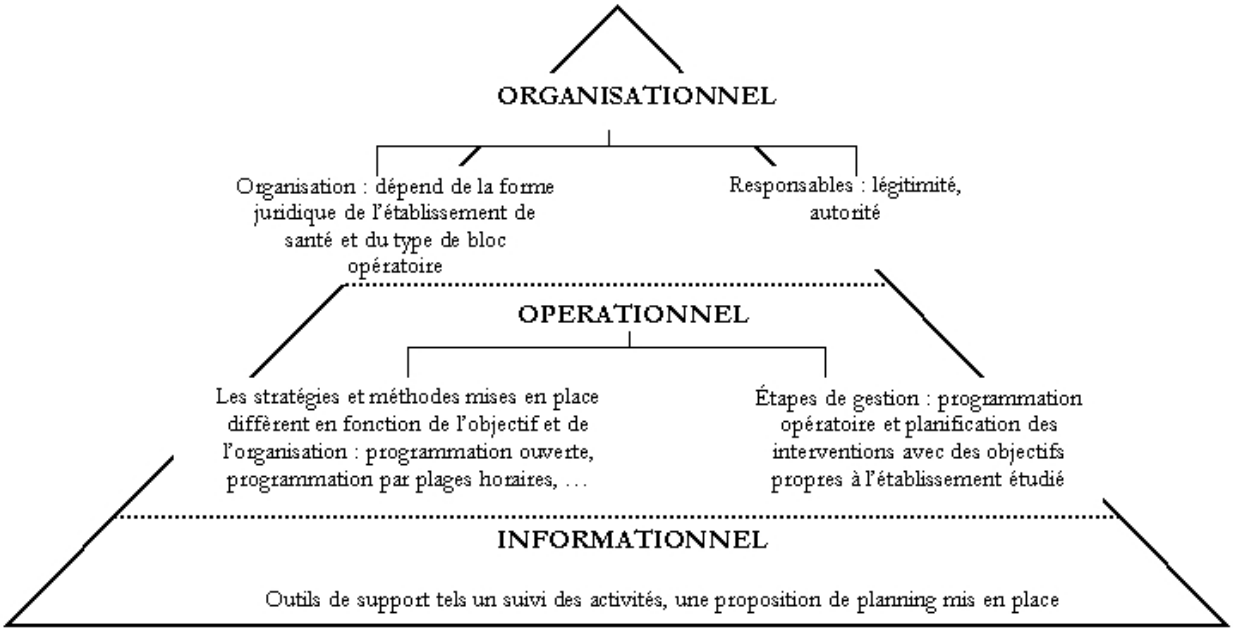


Figure 3.6. Actions entreprises à différents niveaux

Notre intérêt s'est porté sur ces trois niveaux et les actions entreprises ont été les suivantes :

- *Niveau Organisationnel* : nous avons étudié l'impact de la forme juridique de l'établissement de santé sur l'organisation des blocs opératoires. En effet, les objectifs et les contraintes de la gestion prédictive des blocs opératoires peuvent être différentes selon le type de l'établissement (public, privé à but lucratif ou privé à but non lucratif). A ceci s'ajoute le type de bloc opératoire qu'il soit mono-disciplinaire (une seule spécialité) ou pluridisciplinaire (plusieurs spécialités). Une autre problématique a été évoquée : c'est l'ascendance en terme d'autorité et de légitimité. Nous n'avons pas étudié cette problématique qui relève plus de la spécialité des sciences humaines.
- *Niveau Opérationnel* : nous avons étudié les différentes stratégies et méthodes pouvant être mises en place pour la gestion des blocs opératoires en nous focalisant sur les étapes de gestion définie dans le cadre de notre étude. Ces étapes sont : la programmation opératoire, la définition des horaires d'ouverture des salles d'opérations, la planification et l'ordonnancement des interventions.
- *Niveau Informationnel* : un des problèmes majeurs de l'organisation actuelle c'est la non-existence d'outils informatisés pour renseigner et aider les différents décideurs. En effet, les outils se résument à un tableau Excel qui permet une vision globale des présences des ressources humaine et des interventions déjà placées sur le planning. Les outils de programmation utilisés lors de ces étapes sont des outils manuels. Les différents responsables des étapes de gestion ne disposent pas d'outils d'aide à la décision et

d'objectivation des choix entrepris. Nous nous sommes intéressés à cet aspect et nous avons étudié différentes pistes de résolution.

Les chapitres suivants vont présenter ces différentes actions entreprises à ces différents niveaux.

4. DIFFICULTES RENCONTREES

Nous présentons dans cette partie les difficultés à prendre en compte lorsqu'on veut intervenir dans le monde hospitalier avec une nouvelle culture différente de la culture médicale. Le problème de la gestion prédictive des blocs opératoires doit être abordé à plusieurs niveaux et, pour le résoudre, les acteurs du bloc ne peuvent pas se baser uniquement sur une connaissance de l'activité de leur système ainsi que du comportement de celui-ci. Ils doivent disposer de nouvelles expertises, connaissances et cultures et doivent utiliser des outils issus de l'évolution technologique en information, en communication et en aide à la décision.

Nous abordons dans ce cadre les principales difficultés rencontrées et nous proposons des pistes pour faire face à ces difficultés en nous basant sur notre vécu au sein de l'hôpital de la Croix-Rousse.

Les difficultés rencontrées sont de type : humain, organisationnel et technique [Chaabane 2003c]. Elles ainsi que des pistes de résolution sont présentées dans la figure suivante :

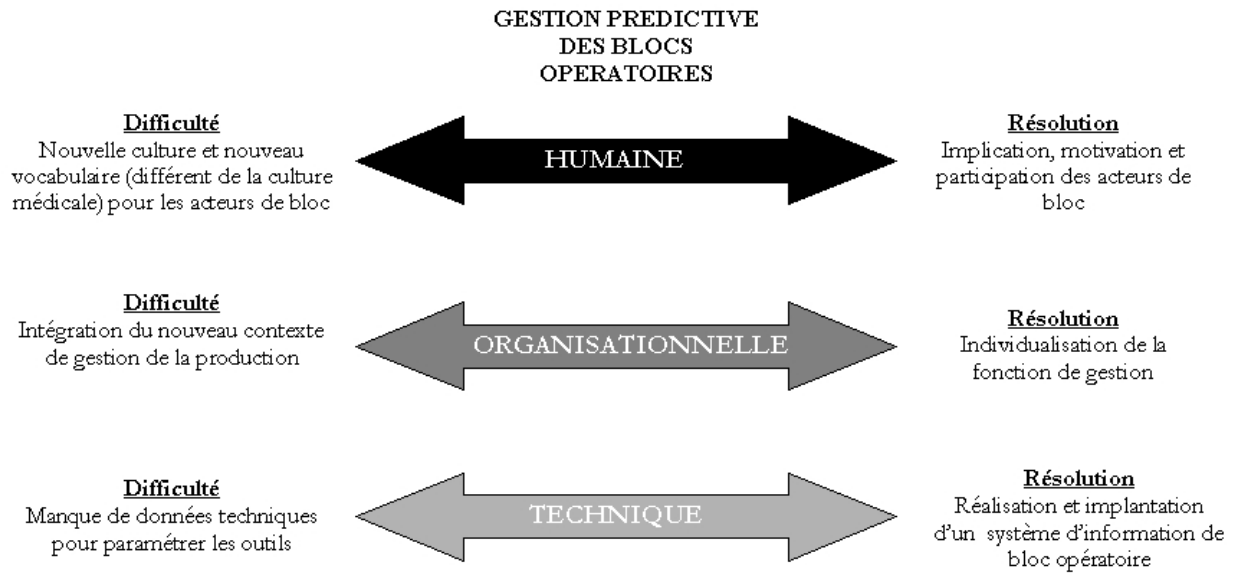


Figure 3.7. Types des difficultés rencontrées

L'aspect humain de l'activité des blocs opératoire constitue une des principales difficultés rencontrées. La gestion prédictive du bloc opératoire a pour but de créer un bon environnement de travail pour les acteurs du bloc opératoire, et, de répondre à leurs besoins en terme

d'organisation et d'amélioration des conditions de travail. Mais l'introduction de cette gestion prédictive introduit une nouvelle culture, de nouveaux concepts et un nouveau vocabulaire. Les acteurs de bloc opératoire, ayant une fonction et une culture purement médicales ne sont pas préparés ou sont peu préparés à de telles évolutions culturelles. Avec leur charge de travail quotidienne, ils ne peuvent pas consacrer beaucoup de temps à des réunions avec des experts pour l'étude des problématiques de gestion. Il est d'autre part nécessaire de trouver un langage de communication commun entre les acteurs du bloc et les experts en gestion.

Pour réussir l'implantation d'une gestion prédictive des blocs opératoires il faut montrer aux acteurs l'intérêt de cette gestion dans leurs pratiques quotidiennes. La clé de réussite dans ce cas est le facteur humain [Courtois 2000] et plus précisément sa participation et sa motivation.

En effet, il est nécessaire d'amener les différents types d'acteurs à participer aux réunions et rencontres permettant la mise en place d'une meilleure gestion afin de permettre à tous de comprendre et d'exprimer les besoins ainsi que les souhaits de chacun. Un système de gestion de bloc ne servira à rien si les personnes qui vont l'utiliser ou l'alimenter ne sont ni impliquées ni motivées par son existence. Le rôle de la hiérarchie tend à évoluer vers plus d'animation et de conseil, dans le but d'accroître la motivation de l'ensemble du personnel, améliorant ainsi productivité, qualité et sécurité. La participation active de tous les acteurs permet alors au gestionnaire de prendre en compte toutes les informations sur le fonctionnement de l'activité de bloc afin de minimiser les conflits.

Cinq points clés contribuent à la motivation de tous et permettent une bonne mise en place puis un déroulement réussi de la gestion des blocs opératoires :

- Un engagement et un soutien de la hiérarchie et la formation des responsables à la gestion à tous les niveaux nécessaires.
- Une information étendue à tout le personnel, car formation et information sont les clés de la motivation de l'ensemble des acteurs.
- Une formation continue suite à l'information initiale citée ci-dessus. Celle-ci peut prendre la forme d'entretiens ou de perfectionnements continus des connaissances.
- Une communication accrue dans le bloc opératoire indispensable au bon fonctionnement et au bon management.

Si la gestion du processus de production apparaît comme un élément déterminant dans la production industrielle, elle n'est pas encore identifiée comme une tâche prioritaire au sein des blocs opératoires. Souvent cette fonction est dévolue à un personnel médical ou paramédical qui n'a ni le temps, ni les connaissances suffisantes, ni la volonté pour assurer cette tâche. La rareté des formations en gestion de la production en est un symptôme révélateur. Ceci engendre des difficultés de type organisationnel. La gestion de blocs opératoires est une affaire de professionnels. En individualisant la fonction de gestion, le bloc opératoire est géré par un

personnel dédié, gestionnaire de la production. Ce dernier doit trouver, en collaboration avec les représentants des différents acteurs du bloc, un langage de communication connu afin qu'ils se comprennent mutuellement.

Enfin la dernière difficulté, de type technique, dans le processus opératoire est la rareté des données. En effet, dans le cadre de la résolution d'un problème de gestion de production, le processus opératoire est considéré comme étant un processus de production. Un certain nombre de données sur son fonctionnement (comme par exemple la durée des interventions, la durée de réveil, …) et ses performances (taux d'occupation des salles d'opérations, nombre des heures supplémentaires, temps d'attente, …) sont donc nécessaires. Le manque de données est la principale difficulté pour l'élaboration de modèles mathématiques [Guinet 2001a] et l'application d'outils tels que la simulation [Kharraja 2002]. L'existence de données est donc primordiale pour l'application d'outils dans le milieu hospitalier. Pour faire face à ce problème, il est nécessaire de procéder à la mise en place d'un système de recueil des données renseignant sur les différentes phases de l'activité.

Pour implanter un tel système il convient de passer par plusieurs étapes :

- Définition de la liste des données nécessaires (heure d'ouverture du bloc, heure d'entrée du patient dans la salle d'opérations, …).
- Détermination d'indicateurs de fonctionnement du bloc issus des données précédentes (taux d'occupation d'une salle d'opérations, taux de dépassement horaire, …).
- Développement de l'outil informatique qui permettra la saisie, le traitement et la restitution de ces données.

A ce propos il faut souligner l'extrême pauvreté des systèmes d'information des blocs opératoires [Romeyer 2000] et des indicateurs de suivi d'activité mis en place à l'heure actuelle dans les hôpitaux français.

SYNTHESE CHAPITRE 3

Notre action se porte sur un bloc opératoire mono-disciplinaire (une seule spécialité). Ce secteur constitue un lieu de convergence de différentes ressources humaines, matérielles et informationnelles importantes [Chaabane 2001a ; Chaabane 2003b ; Chaabane 2003c ; Chaabane et Guinet 2004b ; Guinet et Chaabane 2001b ; Guinet et Chaabane 2003a ; Guinet et Chaabane 2003b ; Guinet et Chaabane 2003c]. Ces ressources constituent un des éléments de complexité de ce secteur. A cette complexité fonctionnelle s'ajoute l'importance économique de ce secteur. En effet le bloc opératoire constitue un des secteurs les plus coûteux de l'hôpital.

Nous avons étudié le bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse. Ce choix s'explique par le fait que ce bloc présente une activité variée et constitue un des blocs les plus importants en terme de nombre d'interventions réalisées par an et de variété d'interventions (courtes, moyennes et longues). A ces caractéristiques en terme d'activité s'ajoute l'importance de travail déjà réalisé par les acteurs de blocs et le personnel de service de consultation pour la mise en place d'une organisation caractérisée par une forte collaboration et participation des acteurs pour l'élaboration du programme de l'activité opératoire. L'existence de lieux de rencontres (colloques du vendredi et du lundi) pour permettre aux différents acteurs de participer à l'élaboration du programme opératoire et l'existence d'une charte de bloc, constituent les points forts de cette organisation.

Malgré ces efforts, certains dysfonctionnements de type organisationnel, informationnel et humain existent encore. Au niveau opérationnel, il n'existe aucune méthode ni outil automatisé pour aider les acteurs à prendre leurs décisions ni à les objectiver. Ceci implique beaucoup d'efforts et de temps nécessaires pour prendre des décisions qui risquent de ne pas satisfaire toutes les contraintes du bloc ni d'atteindre les principaux objectifs de bon fonctionnement.

Nous avons défini suite à cette analyse différentes étapes de gestion et situé notre action dans la problématique de la gestion prédictive des blocs opératoires.

Quatre principaux problèmes ont été identifiés : programmation des interventions, définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, planification du bloc opératoire et ordonnancement des salles d'opérations.

Nous avons étudié l'organisation à mettre en place pour déterminer les différents outils qui supporteront la chaîne décisionnelle (responsables, organisation, décisions).

Considérant l'ensemble de la chaîne décisionnelle, notre intérêt s'est porté sur les trois niveaux suivants :

- *Niveau Organisationnel* : étude de l'impact de la forme juridique de l'établissement de santé sur l'organisation des blocs opératoires.
- *Niveau Opérationnel* : étude des différentes stratégies et méthodes mises en place pour la gestion des blocs opératoires en nous focalisant sur les étapes de gestion définies précédemment.
- *Niveau Informationnel* : proposition d'outils pour les étapes de gestion identifiées.

Pour finir nous avons évoqué les difficultés que nous avons rencontrées dans le milieu hospitalier. Ces difficultés sont de type : humain, organisationnel et informationnel. En effet les acteurs de bloc ayant une culture purement médicale sont peu préparés à la culture industrielle, à ses concepts et à son vocabulaire. Le manque des données constitue aussi une des difficultés majeures rencontrées. La non-existencee d'un système d'information de recueil de ces données constitue le maillon faible de cette organisation. La participation plus active et motivée des acteurs de bloc à la gestion, l'individualisation de la fonction de gestion et la mise en place d'un système d'information constituent les éléments d'amélioration à envisager pour faire face à ces difficultés.

Dans ce chapitre nous avons étudié la chaîne décisionnelle et les différentes décisions à prendre tout au long du processus opératoire. Nous avons identifié les caractéristiques de l'organisation à mettre en place pour supporter les différentes étapes de gestion. Cette étude nous a permis de déterminer quelles sont les actions que nous pouvons entreprendre pour employer et transférer des connaissances du domaine manufacturier pour résoudre les problèmes de gestion dans le domaine hospitalier et plus précisément dans le cas des blocs opératoires.

Nous avons évoqué en dernière partie les difficultés que nous avons rencontrées dans cette procédure de transférabilité des connaissances et quelles solutions nous avons adoptées pour y faire face. Ceci peut constituer une expérience humaine qui servira à d'autres chercheurs dans leurs investigations dans des domaines spécifiques tels que les systèmes hospitaliers.

CHAPITRE 4

IMPACT DE LA STRUCTURE JURIDIQUE DES ETABLISSEMENTS DE SANTE FRANÇAIS SUR L'ORGANISATION DES BLOCS OPERATOIRES

Le but de ce chapitre est de mettre en exergue l'impact de la structure juridique des établissements de santé sur les mutations de l'organisation des blocs opératoires.

Dans un premier temps, les caractéristiques du système de santé français seront présentées, ensuite les établissements de soins appartenant aux différentes structures juridiques étudiées seront analysés et enfin l'importance de la structure juridique sur l'organisation sera mise en évidence.

1. INTRODUCTION

L'environnement des établissements de santé est en pleine mutation, et les problèmes d'organisation du travail dans les services de soins hospitaliers constituent un enjeu de plus en plus crucial.

En effet, depuis une vingtaine d'années, la société connaît de profonds bouleversements démographiques (vieillissement accru de la population), et sociaux (montée de la précarité), qui ont contraint le système de protection sociale à se réformer, via des lois induisant la maîtrise des dépenses de santé. Les établissements de soins ont donc vu leur budget se resserrer. Face à ces contraintes renforcées liées au mode de financement, ainsi qu'aux attentes des personnels confrontés à une augmentation de leur activité et à l'adaptation à un environnement législatif évolutif (environnement marqué d'une part par la procédure de l'accréditation et d'autre part par le passage aux 35 heures), la nécessité d'une organisation efficiente est mise en exergue.

En outre, l'ouverture de la France sur l'Europe oblige les établissements hospitaliers à faire face à la concurrence, en garantissant un niveau de qualité et d'efficacité des soins optimal pour assurer leur survie.

Face à ces mutations et contraintes, les services de soins, et notamment le bloc opératoire, ont procédé à une réorganisation de leurs activités. Or, ces mutations, selon la structure juridique des établissements, à savoir établissements publics, privés à but lucratif et privés à but non lucratif, semblent prendre des chemins différents.

2. LES CARACTERISTIQUES DU SYSTEME DE SANTE FRANÇAIS

Le secteur hospitalier français présente un paysage varié. Il fait cohabiter des établissements de trois types de statuts juridiques : public, privé à but lucratif et privé à but non lucratif. On distingue deux types d'établissements privés à but non lucratif : les Participants au Service Public Hospitalier (PSPH) et les non PSPH. Il combine des modes d'organisation et de gestion, de financement et de régulation, de participation aux missions de service public très différentes.

L'originalité du secteur hospitalier français réside dans l'existence d'un secteur privé important (Figure 4.1.).

ENSEMBLE DES ÉTABLISSEMENTS (ET) OU ENTITÉS JURIDIQUES (EJ)				
3 052 ET/ EJ 471 521 lits 47 025 places				
SECTEUR PUBLIC	SECTEUR PRIVÉ			
1 010 EJ 309 047 lits 29 348 places	2 042 ET 162 474 lits 17 677 places			
	SECTEUR PRIVÉ			
	NON LUCRATIF PSPH	NON LUCRATIF NON PSPH	LUCRATIF	
	573 ET 52 637 lits 7 173 places	318 ET 16 326 lits 2 175 places	1 151 ET 93 511 lits 8 329 places	
SECTEUR PUBLIC	SECTEUR PRIVÉ			
	SOUS DOTATION GLOBALE	SOUS OQN		
1 010 EJ 309 047 lits 29 348 places	796 ET 62 991 lits 62 991 lits	1 246 ET 99 483 lits 8 995 places		
Total secteur sous dotation globale				

Champ : France métropolitaine
Source : SAE 2001, Drees

Figure 4.1. Répartition des établissements

La définition des différentes formes juridiques des établissements de santé sera présentée dans le cadre d'un premier paragraphe. Un second paragraphe sera consacré au mode de financement de ces différents établissements. La comparaison de l'activité chirurgicale des différentes formes juridiques sera exposée en dernier paragraphe.

2.1 Définition et missions des établissements de santé

2.1.1 Les établissements publics

Ce sont des personnes morales de droit public dotées de l'autonomie administrative et financière. Elles sont placées sous la tutelle des Agences Régionales d'Hospitalisation (ARH), et peuvent être à vocation générale ou spécialisée. La recherche et l'enseignement font partie intégrante des missions des hôpitaux publics. Ceux-ci ont, par ailleurs, l'obligation d'accueillir tous les malades, notamment aux urgences.

Le secteur public est organisé en hiérarchie d'établissements offrant une gamme croissante de soins.

Dans le haut de l'échelle, on trouve les CHR (Centres Hospitaliers Régionaux), le plus souvent associés aux facultés de médecines (CHU). Parallèlement à leur activité de soins, ils assurent une mission de recherche et d'enseignement. Dans une région administrative, il peut y avoir plusieurs CHR. Ceux-ci offrent une gamme de soins complète (court, moyen et long séjour). L'hospitalisation publique est relativement plus importante en médecine (79.3% des lits) et en psychiatrie (68.3%) qu'en chirurgie (46%) ou en obstétrique (59%). Les soins de longue durée, implantés pour l'essentiel dans le secteur public, assurent 92% des soins dans ce domaine.

2.1.2 Etablissements privés à but non lucratif

Ils sont également appelés hôpitaux privés et sont gérés par des organismes de sécurité sociale, des mutuelles, des fondations ou des associations. On distingue dans cette catégorie d'établissements les participants au service public hospitalier (PSPH) qui représentent environ 10% de l'ensemble des lits hospitaliers et les non PSPH (associations, sociétés mutualistes, …) qui représentent quant à eux 5% des lits. Ces établissements ont les mêmes obligations que les établissements publics et connaissent les mêmes règles de fonctionnement et de financement. La différence réside au niveau du statut des personnels, notamment médicaux, qui relèvent du régime salarial et de conventions collectives.

2.1.3 Etablissements privés à but lucratif

Ils sont appelés cliniques privées. Ces cliniques sont gérées par des sociétés commerciales ou civiles et sont autorisées à faire du bénéfice. Elles doivent cependant répondre aux obligations de

service public définies par la loi. Dans ce type d'établissements, les médecins sont majoritairement des libéraux. Depuis 1983, ces établissements sont libres de fixer leur prix et de choisir les activités qui leur semblent les plus rentables. Pour des raisons économiques, le secteur privé lucratif a donc orienté majoritairement son activité vers les soins aigus, en particulier la chirurgie.

Le secteur privé à but lucratif est caractérisé par l'existence de nombreux petits établissements. Cependant, on assiste actuellement à un mouvement de concentration des cliniques pour créer des établissements de taille plus importante dotés de plateaux techniques sophistiqués et plus productifs.

2.2 Le mode de financement

2.2.1 Dotation globale

Les réalités économiques ont fait naître une volonté de maîtrise des dépenses de santé. Cette volonté s'est traduite par un ensemble de réformes, dont celle introduisant le système de l'enveloppe globale (loi du 19 janvier 1983). Cette procédure était alors destinée à se substituer définitivement au vieux système du prix de journée. Les hôpitaux publics et les établissements privés à but non lucratif (PSPH) sont donc soumis à la règle du budget global. Chaque hôpital doit s'attacher à ne pas dépasser les crédits qui lui sont attribués par la caisse pivot dont il dépend, après négociation périodique selon l'activité professionnelle des différents services hospitaliers rebaptisés « centres de responsabilité ». Il n'existe donc plus de tarification à proprement parler dans les hôpitaux publics français.

Selon l'ordonnance n° 96-344 du 26 avril 1996, « dans les établissements publics de santé et dans les établissements de santé privés à but non lucratif admis à participer à l'exécution du service public hospitalier, ainsi que dans les établissements à but non lucratif ayant opté dans des conditions fixées par voie réglementaire pour ce mode de financement, la part des dépenses prises en charge par les régimes d'assurance maladie est financée sous la forme d'une dotation globale annuelle ». Le montant de la dotation globale annuelle de chaque établissement est arrêté par le directeur de l'agence régionale de l'hospitalisation (ARH).

2.2.2 Prix de journée

Le financement des établissements privés non PSPH ne comprend pas les honoraires médicaux. En effet, les médecins exercent à titre libéral dans les cliniques et sont rétribués par les patients, directement ou au travers des protections complémentaires. Il ne s'agit donc que des dépenses de fonctionnement et de personnel, à l'exclusion des médecins et autres praticiens libéraux. Les dépenses remboursées des cliniques privées sont soumises, de la même manière que pour les

autres prestataires de soins, à un taux d'évolution national, voté dorénavant par le Parlement, l'Objectif Quantifié National (OQN) réparti en Objectifs Quantifiés Régionaux attribués à chaque établissement et à chaque discipline (médecine, obstétrique, chirurgie, …) par le directeur de l'ARH.

Parmi les établissements soumis à l'OQN, trois modes de tarifications existent :

- Le tarif CRAM (caisse régionale d'assurance maladie) : le prix de la journée est fixé par convention entre les caisses régionales d'assurance maladie et les établissements.
- Le tarif d'autorité : le prix de la journée est fixé librement par l'établissement dans la limite d'un prix licite fixé par le préfet. La Caisse Régionale d'Assurance Maladie établit d'autorité le montant de la prise en charge.
- Les autres tarifs : cette dernière catégorie regroupe presque exclusivement des sociétés ou personnes physiques gérant des équipements matériels lourds.

2.2.3 Récapitulation

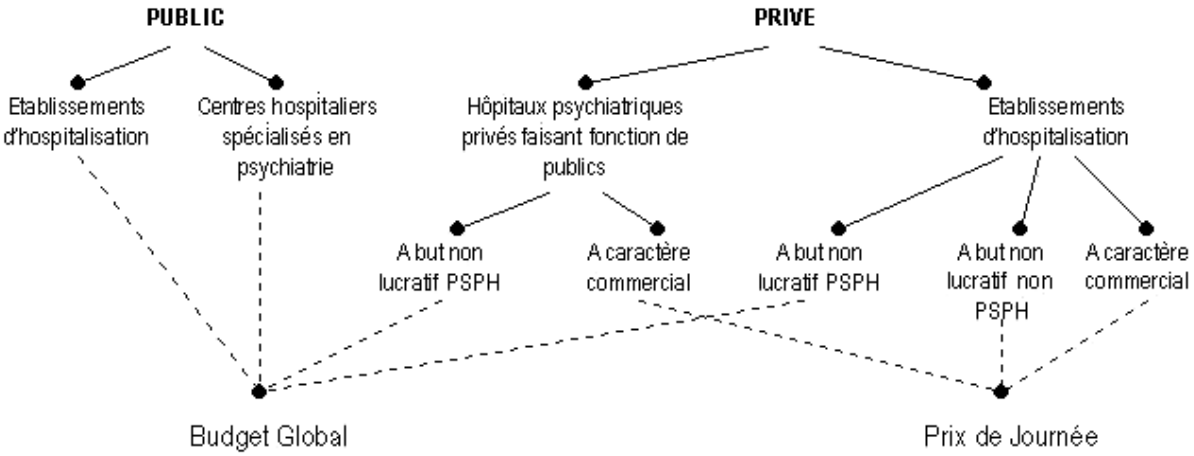


Figure 4.2. Financement des établissements

2.3 Plan Hôpital 2007 et la tarification à l'activité

Le 20 novembre 2002, M. Jean-François MATTEI, Ministre de la Santé, de la Famille et des Personnes Handicapées, dévoilait aux établissements de santé l'horizon de la réforme de leur financement dans le cadre de son « pacte de modernité avec l'hospitalisation », autrement appelé « Plan Hôpital 2007 » (www.sante.gouv.fr/htm/act/33_021120jfm.htm). *« Hôpital 2007, c'est une réforme en profondeur qui vise à donner plus de facilités aux professionnels pour la réalisation de leurs projets, à harmoniser les modes de financement des établissements publics ou privés et donc à leur offrir les mêmes possibilités de développement »*, Jean-François MATTEI.

La Tarification à l'Activité (TAA) entre dans le cadre de « Plan Hôpital 2007 ». Elle a pour objectif de rénover et d'harmoniser les modes de financement des établissements publics et privés tout en respectant leurs spécificités. Ce nouveau mécanisme de financement repose sur une meilleure prise en compte de l'activité médicale et du service rendu aux patients.

3. ANALYSE DES ACTIVITES HOSPITALIERES SELON LA STRUCTURE JURIDIQUE

La Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques (DREES) publie les statistiques annuelles des établissements de santé de 2001 [Drees 2001]

En milieu hospitalier, on distingue deux modes de prise en charge :

- L'hospitalisation complète durant laquelle le patient est hébergé à l'hôpital (y sont comptés les séjours où le patient passe au moins une nuit à l'hôpital) ;
- L'hospitalisation à temps partiel ou de moins de 24 heures qui correspond à plusieurs formes de prises en charge des patients sur une durée très courte : hospitalisation de jour en médecine, hospitalisation de nuit essentiellement en médecine et en psychiatrie, soins de suite et de réadaptation, psychiatrie, chirurgie et anesthésie ambulatoire.

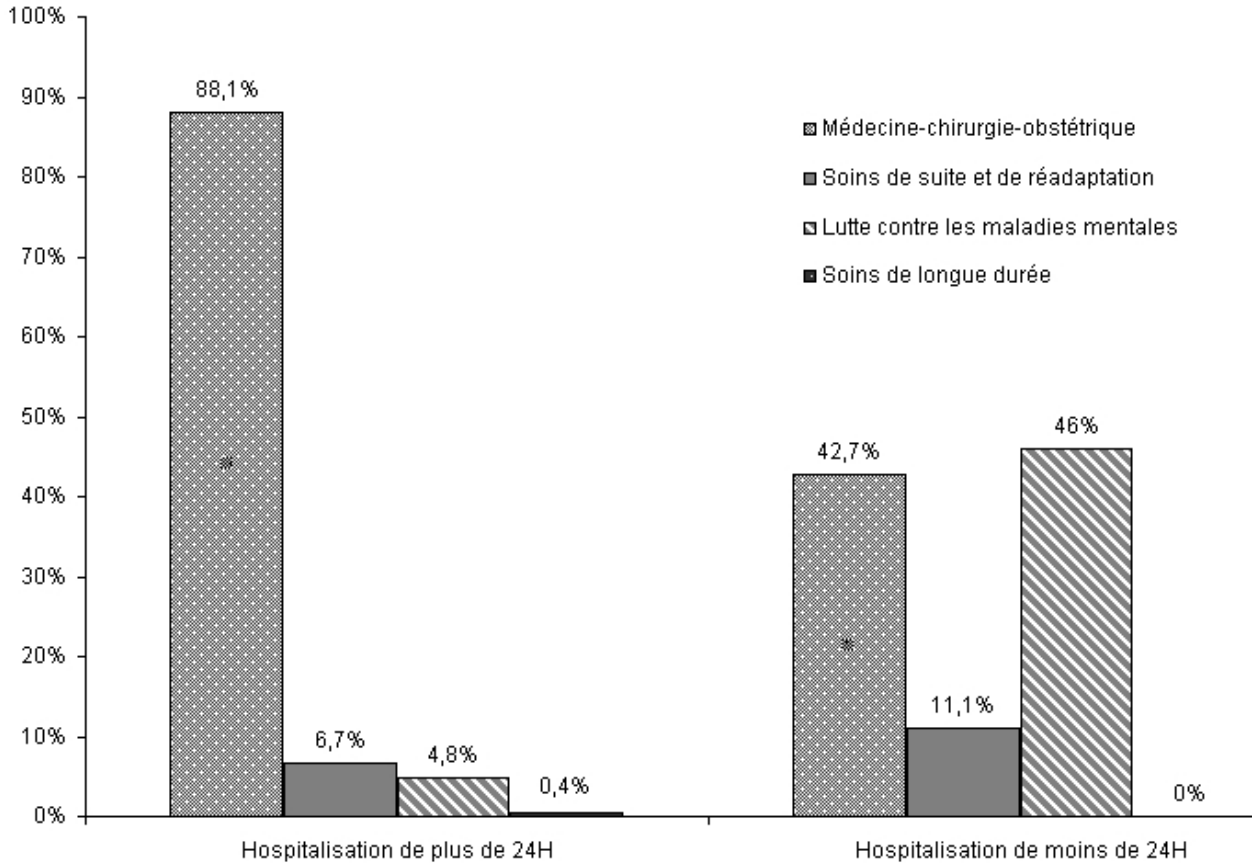


Figure 4.3. Répartition de l'activité par discipline entre l'hospitalisation de plus de 24 heures et celle de moins de 24 heures

La répartition des séjours dans les six grandes disciplines médicales (médecine, chirurgie, obstétrique, psychiatrie, court séjour, long séjour) varie fortement selon le mode d'hospitalisation. Ainsi, en hospitalisation complète (Figure 4.3.), la Médecine-Chirurgie-Obstétrique (MCO) représente près de 89% des prises en charge, les soins de suite et de réadaptation environ 6,7%, la psychiatrie 4,8% et les soins de longue durées 0,4%. En hospitalisation à temps partiel, les soins de courte durée MCO ne constituent plus que 42,7% des séjours, contre 11,1% pour les soins de suite et de réadaptation. La psychiatrie qui depuis plus longtemps que les autres disciplines a développé les alternatives à l'hospitalisation, rassemble 46,2% des hospitalisations à temps partiel.

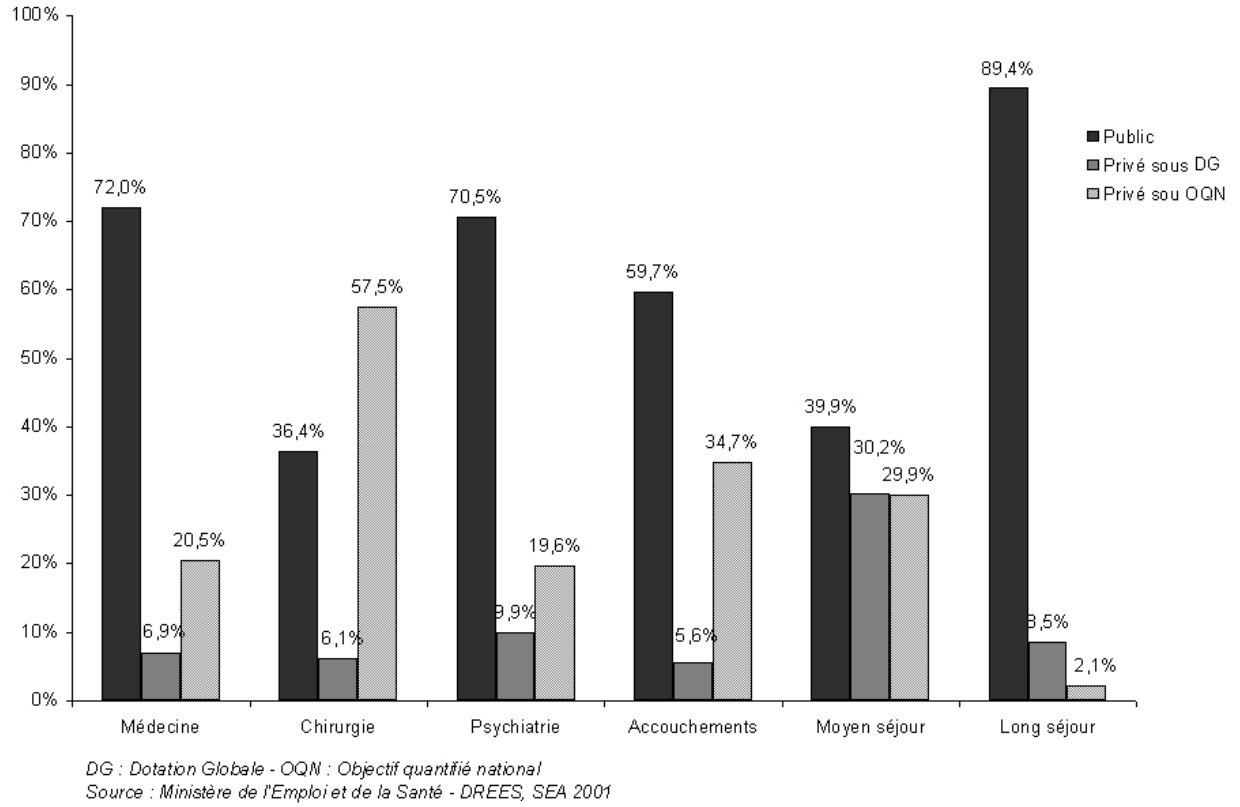
En 2001, les séjours chirurgicaux représentent 57,5% de l'activité des cliniques privées à but lucratif, 6,1% de celle des établissements privés sous dotation globale et 36,4% pour les hôpitaux publics (Figure 4.4.).

A l'inverse, ce sont les hôpitaux publics qui accueillent la majorité des séjours médicaux (72,6%) et des accouchements (59,7%).

En psychiatrie, l'hôpital public concentre 70,5% des séjours en cette discipline. Les établissements sous DG en accueillent 10% et les établissements privés sous OQN 20%.

La situation apparaît plus équilibrée en moyen séjour, chaque secteur prend en charge approximativement le tiers de la totalité de cette activité.

Enfin, le secteur public assume la quasi-totalité de l'activité de long séjour (90% des séjours) même si celle-ci ne représente que 0,6% de ses hospitalisations. Les établissements privés sous DG accueillent quant à eux 8% des séjours de longue durée, le secteur privé à but lucratif étant quasiment absent de cette discipline.



DG : Dotation Globale - OQN : Objectif quantifié national
Source : Ministère de l'Emploi et de la Santé - DREES, SEA 2001

Figure 4.4. Répartition des séjours en hospitalisation complète par discipline selon le secteur d'hospitalisation

Le partage public/privé est encore plus marqué pour l'hospitalisation à temps partiel et la chirurgie ambulatoire (Figure 4.5.). Les hôpitaux publics prennent en charge la très grande majorité des venues à temps partiel en psychiatrie (78,1%), ainsi qu'une majeure partie des venues en médecine (56,4%). A l'opposée, ils sont relativement peu présents dans le domaine de la chirurgie ambulatoire où les cliniques concentrent (70,1%) des venues. Les établissements privés sous dotation globale sont plus présents sur le moyen séjour (55,5%).

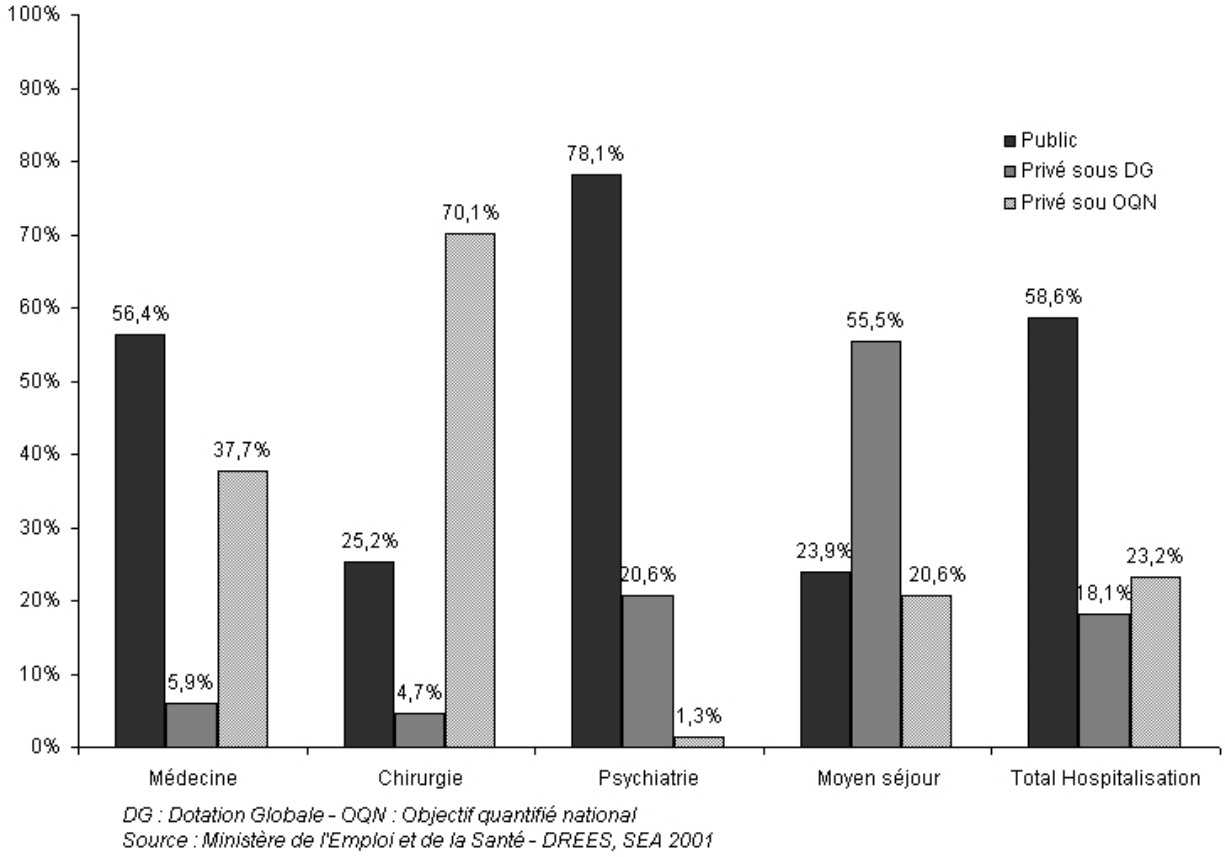


Figure 4.5. Répartition des venues en hospitalisation à temps partiel ou chirurgie ambulatoire par secteur d'hospitalisations selon les disciplines.

4. PRESENTATION DES ETABLISSEMENTS ETUDIES

Trois établissements appartenant à des formes juridiques différentes ont été étudiés. Une présentation succincte des mutations organisationnelles effectuées ou prévues, ainsi qu'un bref descriptif de l'organisation des blocs opératoires seront exposés.

4.1 Hôpital de la Croix Rousse

L'Hôpital de la Croix Rousse est un établissement public de santé. Il a été construit de 1856 à 1861, sur le territoire de l'ex-commune de la Croix-Rousse, réunie à la ville de Lyon en 1852.

Aujourd'hui, l'hôpital de la Croix-Rousse répartit ses activités en 12 services cliniques et 12 plateaux médico-techniques. Il emploie 1600 salariés.

L'Hôpital de la Croix-Rousse investit actuellement dans la création d'un nouveau bâtiment clinique de 42 422 m^2. L'objectif est de regrouper sur l'hôpital de la Croix-Rousse, l'ensemble des disciplines médicales et chirurgicales autour d'un service d'accueil d'urgences et des différents plateaux techniques spécialisés de l'hôpital de la Croix-Rousse et de l'hôpital de

l'Hôtel Dieu. Le nouveau bloc opératoire de ce bâtiment sera composé de 18 salles d'opérations, 30 lits de réveil, 12 lits de soins intensifs et 9 lits de réanimation chirurgicale.

La programmation opératoire se fait de la manière suivante. Lorsqu'une décision opératoire est prise, l'infirmière de consultation organise la consultation anesthésique ainsi que les rendez-vous d'examens demandés. La date d'intervention est fixée en collaboration avec l'unité de soins selon les lits disponibles et les disponibilités du bloc opératoire, puis inscrite sur un pré-programme opératoire, qui est récupéré le vendredi matin par l'infirmière cadre du bloc opératoire. La validation définitive du programme s'effectue lors du « colloque du vendredi » auquel assistent l'ensemble des acteurs du service, à savoir les chirurgiens, les médecins anesthésistes et les cadres de l'unité. Le colloque médical du lundi peut réajuster le programme si le dossier du patient le nécessite.

4.2 Centre Hospitalier Saint Joseph / Saint Luc

C'est un établissement de santé privé à but non lucratif participant au service public hospitalier (PSPH). Il est le résultat de la fusion de deux hôpitaux centenaires, tous deux d'origine catholique (Saint Joseph et Saint Luc). La fusion était administrative le 1er janvier 1993, puis géographique en 1998. Pour accroître l'efficacité tout en réduisant les coûts, le nouvel hôpital a ouvert ses portes début 2003, il met en place deux plages d'hospitalisation, la première allant du lundi au jeudi, la seconde du vendredi au lundi. Il a été également décidé de renforcer le rôle des spécialités, notamment en regroupant des pôles de spécialités semblables.

Le responsable de la gestion du bloc opératoire est un agent de planning, cadre infirmier, dont le rôle est d'harmoniser la planification sur la plus longue période possible en tenant compte de toutes les ressources. Chaque chirurgien salarié de l'établissement dispose de vacations horaires, c'est à dire de créneaux dans lesquels il peut planifier ses interventions. Le problème principal dans cette organisation réside dans le fait que les temps chirurgicaux sont souvent sous-estimés par les chirurgiens, volontairement ou non.

4.3 Polyclinique de Beaulieu

C'est un établissement privé à but lucratif. Ses structures, et notamment, le bloc opératoire, appartiennent aux chirurgiens actionnaires (actionnariat médical). Il s'oriente vers un regroupement en 2004 avec deux autres cliniques à Saint Etienne : la Clinique de la Jomayere et la Clinique Michelet, pour former le Centre Hospitalier Privé de la Loire (CHPL). Outre sa fusion avec les deux cliniques, la polyclinique de Beaulieu n'a pas connu de mutations organisationnelles profondes au sein des services et notamment du bloc opératoire ces dernières

années. Son intérêt se porte sur l'identification des flux d'information au bloc opératoire ainsi que des circuits de documents administratifs et médicaux, en vue de les simplifier.

Le chef de bloc est responsable de l'élaboration du programme opératoire de la polyclinique de Beaulieu. La planification du programme opératoire est coordonnée entre les opérateurs, les anesthésistes et le cadre du bloc, en fonction des vacations attribuées. Ces dernières sont allouées aux chirurgiens en fonction des besoins pour réaliser leurs activités chirurgicales. Elles sont révisées semestriellement en fonction du remplissage des plages.

4.4 Similitudes et différences

Le point commun entre les différents établissements présentés réside dans le fait qu'ils passent par une phase de regroupement avec d'autres établissements. Ce regroupement a mis en évidence des problématiques similaires : dimensionnement et organisation du bloc opératoire, construction des programmes opératoires, affectation des ressources humaines et matérielles, pilotage et suivi des interventions… Le manque d'une personne possédant une autorité formelle au sein du bloc opératoire, constitue un des problèmes majeurs générateur des dysfonctionnements et se retrouve dans les trois établissements.

Des différences fondamentales peuvent être cependant observées quant à l'organisation et à la gestion des blocs opératoires de ces trois établissements.

La première concerne l'attribution de créneaux horaires par chirurgien, appelés vacations, dans les deux établissements privés. Les chirurgiens y planifient leurs interventions eux-mêmes. L'hôpital public de la Croix-Rousse, quant à lui, possède une organisation beaucoup plus souple (allocations par salles), moins restrictive mais également moins efficace (moins productive). Cette différence s'explique notamment par l'éclatement des différents blocs (chirurgie générale, ORL, orthopédie, …). Ainsi, avec l'ouverture future du nouveau bloc opératoire regroupant les spécialités, des vacations, non pas par chirurgien mais par spécialité, seront mises en place.

La deuxième différence se trouve au niveau de l'élaboration du programme opératoire, avec, pour la Croix-Rousse, une structure consultative, à savoir les colloques du vendredi et du lundi, structure absente dans les établissements privés.

5. IMPORTANCE DE LA STRUCTURE JURIDIQUE SUR L'ORGANISATION

Cette partie tente d'expliquer l'influence de la structure juridique des établissements de soins sur l'organisation hospitalière, et en particulier les blocs opératoires.

Les raisons des mutations de l'organisation des blocs opératoires seront abordées dans un premier temps. Dans un deuxième temps, les lois hospitalières concernant le bloc opératoire et leur application au sein des établissements de santé seront présentées. Force est de constater que la mise en pratique de ces lois se heurte à des nœuds de pouvoirs qui feront l'objet d'un dernier point.

5.1 Raisons des mutations de l'organisation des blocs opératoires

5.1.1 Mutations au sein des établissements publics de santé

Les mutations, relativement récentes, observées au sein des établissements publics de santé, ont pour origine principale le système de financement, c'est à dire la dotation globale. En effet, elle incite les directeurs d'hôpitaux à lutter contre les gaspillages, en ne choisissant que les innovations techniques et thérapeutiques possédant le meilleur rapport coût/efficacité, et ceci afin de limiter l'accroissement des dépenses de santé tout en accroissant l'efficacité de l'organisation au sein de l'établissement.

Par ailleurs, le contexte législatif hospitalier renvoie essentiellement à une obligation inscrite dans la loi portant sur la réforme hospitalière (loi du 31 juillet 1991). L'article L710-4 de cette loi prévoit que « *les établissements de santé, publics ou privés, développent une politique d'évaluation des pratiques professionnelles, des modalités d'organisation des soins et de toute action concourant à une prise en charge globale du malade afin notamment d'en garantir la qualité et l'efficience* ».

Cette réforme s'appuie sur des grands principes qui fondent le dispositif hospitalier, à savoir :

- l'accès de tous à l'hôpital et la possibilité pour les patients de choisir leur mode d'hospitalisation,
- une meilleure organisation de l'ensemble du dispositif de prise en charge hospitalière,
- le maintien et/ou l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins,
- le patient au centre de l'intérêt de l'activité.

La législation en vigueur reconnaît les obligations hospitalières : qualité et sécurité des soins. Pour répondre à ces impératifs, la compétence du personnel est la première garantie, les moyens adéquats et la meilleure organisation font l'objet d'accréditation et d'évaluation. Tous les personnels médicaux, paramédicaux, techniques et administratifs doivent pleinement participer à l'organisation et à la gestion de l'hôpital. Cet aspect est d'ailleurs renforcé par l'ordonnance du 24 avril 1996 dans laquelle il est prévu, au sein des établissements publics de santé, la possibilité pour les médecins et paramédicaux de créer des centres de responsabilités, et ce afin de mettre en

œuvre des objectifs, moyens et indicateurs de suivi, fixés préalablement par contrat avec le directeur, au bénéfice du patient.

La législation met l'accent sur une collaboration dynamique, dont les buts essentiels sont la promotion de la qualité des soins et une bonne organisation. Cette procédure est dite « de contractualisation interne », ses finalités essentielles sont la promotion de la qualité des soins et les actions de coordination. Les centres de responsabilité élaborent un contrat interne entre équipes médicales, paramédicales et le directeur. Cette convention engage la responsabilité des trois parties. Cette loi sous entend la réalisation d'un projet dont les objectifs principaux sont les suivants :

- être une référence à l'action et au maintien de la qualité des soins,
- offrir aux composants du service de soins une gestion dynamisée et maîtrisée (dans le respect mutuel des champs d'action de chaque professionnel de l'institution),
- renforcer l'efficacité des ressources,
- favoriser la décentralisation des décisions, pour permettre aux groupes professionnels de contribuer à la réalisation active.

Le développement de dispositifs dirigés vers l'objectif de qualité vise la création d'un système d'accréditation des établissements de santé. Tous les établissements de santé (publics ou privés) doivent faire l'objet d'une procédure externe d'évaluation conduite par l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de la Santé (ANAES). Elle vise à porter une appréciation indépendante sur la qualité d'un établissement ou d'un ou plusieurs services de l'établissement, à l'aide d'indicateurs, de critères et de référentiels portant, entre autre, sur les procédures et les résultats des différents services.

Un des axes prioritaires de la réforme hospitalière est également l'ouverture des établissements de santé sur leur environnement qui a pour effet de renforcer leur participation à une réponse globale du système de soins aux besoins de santé de la population.

5.1.2 Mutations au sein des établissements privés à but lucratif

La clinique est un organisme ouvert au milieu environnant, dont le but est de faire des bénéfices. De par son statut particulier, elle est soumise à des contraintes qui façonnent son organisation interne, et qui expliquent les mutations précoces quant à l'organisation des blocs opératoires. Elle cherche avant tout à faire du profit, tout en garantissant une bonne qualité des soins. Pour cette raison elle a développé son activité autour des soins de courte durée.

Les établissements de santé à but lucratif doivent donc se positionner par rapport au marché. Les cinq forces de Porter[1] (Porter, 1990) définissent un outil adéquat pour visualiser les cliniques au cœur du marché (Figure 4.6.).

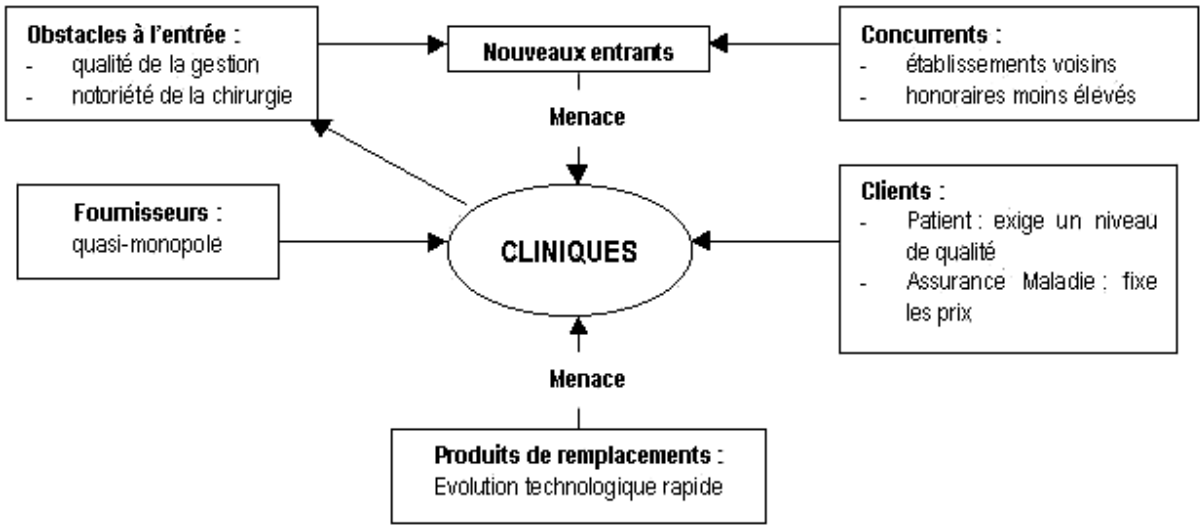


Figure 4.6. Les cinqs forces de Porter appliquées aux cliniques

La clinique est donc assujettie aux contraintes produites par l'environnement institutionnel et concurrentiel. Pour éviter l'arrivée de nouveaux entrants, notamment s'il s'agit de praticiens recrutés par les établissements concurrents, menace qui pourrait à terme mettre en péril sa survie, elle se doit de mettre des obstacles à l'entrée. La première solution est de développer une chirurgie de pointe qui se distingue de celle des concurrents potentiels. La deuxième solution consiste à développer une gestion de qualité, d'où les mutations très précoces au sein des établissements privés à but lucratif.

Teil a montré que le taux d'occupation doit être supérieur à 40% pour atteindre un taux de rentabilité positif et en dessous de ce taux la clinique se trouvera dans une situation de fragilité [Teil 2000]. Cette situation oscillera entre la défaillance et le risque à court terme, comme le montre la matrice de zones « performance/risque » suivante (Figure 4.7.).

1. En 1986, le professeur Michael Porter établit que la rentabilité d'un secteur peut être déterminé sur la base de l'analyse des cinq forces : la rivalité entre différentes sociétés, les clients, les fournisseurs, les concurrents potentiels (ou « nouveaux entrants ») et les produits de substitutions.

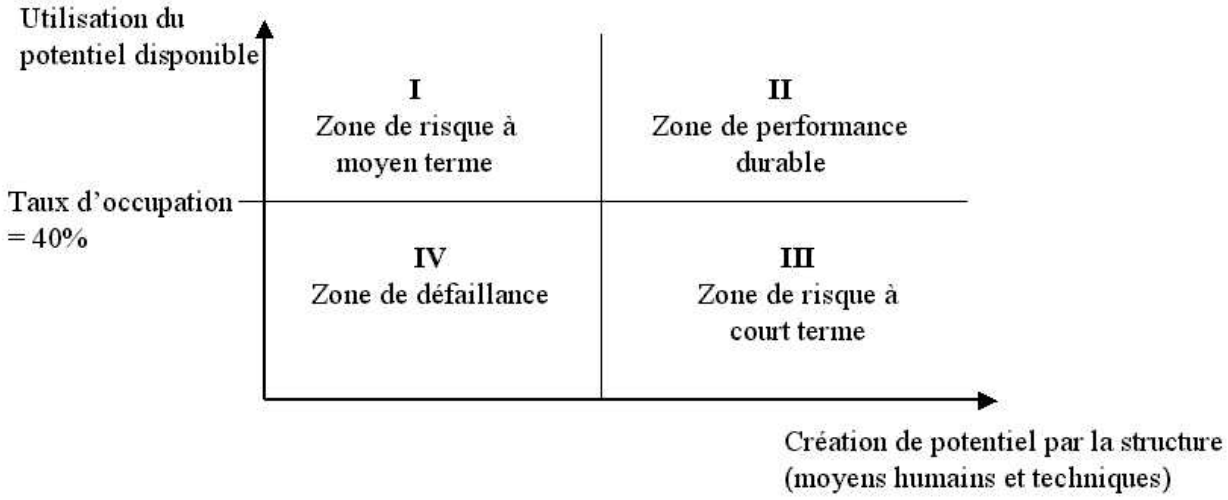


Figure 4.7. Matrice de zones « performances/risques »

La chirurgie occupe une part prédominante des activités des établissements privés à but lucratif. Les mutations ont du être effectuées au sein des blocs opératoires, afin de planifier au mieux les interventions pour atteindre et dépasser le seuil critique d'occupation des blocs.

5.2 Les lois hospitalières concernant le bloc opératoire

L'activité opératoire s'exerce en grande partie dans un environnement encadré par des dispositions légales ou réglementaires liées à la sécurité des soins et à leur organisation. De par son mode de fonctionnement, le bloc opératoire constitue l'un des services les plus complexes d'un hôpital. Il est aussi l'un des plus coûteux, tant en investissement qu'en budget de fonctionnement. La complexité d'un bloc opératoire est d'ordre technique et organisationnel, nécessitant une coordination efficace. Par ailleurs, il constitue le centre du séjour et le passage obligatoire du patient devant être opéré. Tout dysfonctionnement à ce niveau, outre les risques majeurs d'atteinte à la sécurité qu'il comporte pour le patient, est susceptible de nuire gravement à la qualité de la prise en charge du patient en amont et en aval et à la gestion économique de l'établissement.

Pour accompagner les établissements hospitaliers dans les mutations organisationnelles de leur bloc opératoire, un certain nombre de lois hospitalières ont été éditées.

5.2.1 La loi sur la planification des interventions

Au début des années quatre-vingts, les résultats d'une enquête de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) ont permis de mettre en exergue les dysfonctionnements ayant été à l'origine des accidents anesthésiques lors des interventions. Au premier rang de ces dysfonctionnements figurait l'inorganisation du bloc opératoire et particulièrement celle de la programmation des interventions. Ce constat a conduit les autorités de tutelle à la rédaction de

rapports, décrets, arrêtés et circulaires divers destinés à remédier à cette situation. Ainsi, fin 1993, le Haut Comité de Santé Publique (HCSP) remettait un rapport évoquant l'importance d'une programmation opératoire collégiale.

En mai 1994, en tenant compte de ce rapport, le Conseil National de l'ordre des Médecins publie "Les recommandations concernant les relations entre anesthésistes-réanimateurs, chirurgiens et autres spécialistes ou professionnels de santé », comprenant un chapitre relatif aux conditions d'établissement du programme opératoire. En décembre 1994 paraît le texte réglementaire (décret n° 95-1050) relatif aux conditions techniques de pratique de l'anesthésie. L'article D – 712.42 y est ainsi libellé : *«Le tableau fixant la programmation des interventions est établi conjointement par les médecins réalisant ces interventions, les médecins anesthésistes-réanimateurs concernés et le responsable de l'organisation du secteur opératoire, en tenant compte notamment des impératifs d'hygiène, de sécurité et d'organisation de fonctionnement du secteur opératoire ainsi que des possibilités d'accueil en surveillance post-interventionnelle »*

Si l'on reprend les établissements étudiés précédemment pour voir l'application de cet article, on remarque la parfaite application de la loi dans l'établissement de santé public de la Croix-Rousse. En effet, le colloque du vendredi, suivi par celui du lundi, mettent en évidence la structure très consultative des différents acteurs lors de l'élaboration du programme opératoire. Saint Joseph / Saint Luc est également en adéquation avec le décret pré-cité. Le programme opératoire est élaboré par le responsable de bloc et validé par l'ensemble des acteurs concernés hebdomadairement. L'adéquation de la Polyclinique de Beaulieu est plus mitigée. En effet, la planification des interventions est réalisée entre les anesthésistes, les chirurgiens et le cadre du bloc opératoire, mais en pratique il est apparu un écart entre cette organisation officielle et l'organisation officieuse relevant de la bonne volonté des chirurgiens.

5.2.2 La mise en place des conseils de blocs opératoires

Suite au retard pris par la mise en pratique du décret précédemment cité, en 1998, une circulaire relative aux priorités de santé publique demande que chaque établissement mette en place, sous l'égide de la commission médicale de l'établissement, un « conseil de blocs opératoires » [Bricard 2001]. Enfin, en 2000, paraît une circulaire qui oblige les établissements publics de santé à mettre en place les conseils de blocs. Leur rôle est de diriger l'activité globale d'un bloc opératoire : élaboration, modification et diffusion des règles de fonctionnement du bloc.

Ces instances doivent se réunir au moins une fois par mois sur convocation de leur président. Du fait du caractère obligatoire de la mise en place de conseils de blocs, les établissements publics sont désormais tous pourvus logiquement de cette instance. Les établissements privés quant à eux ne sont pas soumis de façon obligatoire à cette loi et la mise en place des conseils de blocs est donc impulsée par les directeurs d'établissements.

5.2.3 La charte de bloc opératoire

Compte tenu de la complexité du fonctionnement d'un bloc opératoire, le personnel est demandeur de règles précises d'organisation. La rédaction d'une charte de bloc opératoire [Plaud 2001] doit donc offrir des possibilités de réorganisation de la prise en charge des patients afin de concourir à une meilleure efficience des structures opératoires et interventionnelles. Par l'arrêté du 7 janvier 1993 : « *L'organisation du secteur opératoire doit être précisée et consignée dans un document prévu à cet effet. Ce document doit être porté à la connaissance de l'ensemble du personnel intervenant dans la structure* ». C'est un document propre à chaque établissement de soins. La charte de bloc opératoire définit successivement les principes de fonctionnement, les principes d'organisation propres à la structure, le circuit du patient, la gestion des ressources humaines, l'utilisation des locaux ainsi que la structure de coordination et les réunions de fonctionnement.

Le rôle fondamental de la charte est de décrire les règles concernant les points sensibles du bloc opératoire, dont les plus importants sont les suivants :

- L'établissement du programme opératoire : l'absence de règles concernant ce point clé est responsable d'une grande partie du mauvais fonctionnement des blocs opératoires.
- La gestion des urgences : l'activité d'urgence au bloc opératoire est, par définition, une activité difficilement prévisible, mais dont on sait qu'elle se caractérise par des pics et des creux au cours de la journée. Les modalités de gestion des urgences, selon le degré de l'urgence évalué par les chirurgiens, doivent alors être décrites.
- La gestion des conflits : le bloc opératoire est un lieu d'émergence de nombreux conflits. L'autorité au sein de cette structure n'est pas définie. En effet, le cadre de bloc, qui devrait conduire la bonne marche du bloc, se trouve confronté au pouvoir des chirurgiens.

Il est intéressant de remarquer les contrastes spectaculaires entre les chartes de bloc opératoire éditées dans les établissements publics et celles éditées dans les établissements privés. En effet, les premières traitent principalement de la programmation du programme opératoire, du déroulement de ces programmes ainsi que de la gestion des urgences. Les deuxièmes portent majoritairement sur la gestion des relations humaines. La charte de bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse, par exemple, ne mentionne pas les comportements humains, principale source des problèmes résiduels de gestion du bloc. La charte de bloc de la Polyclinique de Beaulieu, quant à elle, est beaucoup plus exhaustive, et comporte même un article concernant les règles de comportement au sein du bloc. Il y est dit, entre autres, que «*Les acteurs du bloc opératoire sont également invités à employer une attitude modérée dans la voix et dans les gestes afin de favoriser une ambiance sereine indispensable au bon fonctionnement du bloc opératoire. Les acteurs du bloc opératoire doivent entretenir entre eux des rapports de bonne confraternité* ».

La mise en place des règles écrites sur les comportements humains dans les hôpitaux, comme exposés dans les chartes des blocs des établissements privés, serait un atout indéniable pour une gestion optimale des blocs opératoires. Cependant, comme il sera décrit dans le paragraphe suivant sur les nœuds de pouvoirs, le pouvoir médical va à l'encontre d'une telle modification de la charte de bloc.

6. IDENTIFICATION DES NŒUDS DE POUVOIR

6.1 Détermination des différents pouvoirs dans les établissements hospitaliers

Au sein des établissements de soins, trois types de pouvoirs sont identifiables : le pouvoir médical, le pouvoir administratif et le pouvoir du personnel (majoritairement para-médical).

Deux d'entre eux, les pouvoirs médical et du personnel, sont a priori représentés par des organes consultatifs : la Commission Médicale d'Etablissement (CME) et le Comité Technique d'Etablissement (CTE).

La Commission Médicale d'Etablissement (CME) prépare, avec le directeur, le projet médical de l'établissement, des mesures d'organisation des activités médicales, des orientations et mesures relatives à la politique d'amélioration continue de la qualité. Au-delà des pouvoirs qu'exerce la CME, certains éminents hospitalo-universitaires représentent au sein de l'institution des stratégies d'évitements de la part de la direction et même parfois de la tutelle.

Le pouvoir du personnel n'est pas vraiment identifiable au pouvoir du Comité Technique d'Etablissement (CTE), l'insuffisance de représentativité (< 10%) affaiblissant leurs représentants

Au sein du pouvoir administratif, deux entités se distinguent : le conseil d'administration et le directeur. Le conseil d'administration, dont les prérogatives sont nombreuses, ne fait en réalité qu'enregistrer les propositions du directeur d'établissement pour ce qui concerne la gestion et du pouvoir médical pour ce qui concerne la vie médicale. Seul le Maire Président, s'il occupe un rang politique national, peut plaider les besoins ou les prétentions de son hôpital en haut lieu. Le directeur représente l'établissement en justice et dans tous les actes de la vie civile. Il est chargé de l'exécution des décisions du conseil d'administration, et met en œuvre la politique définie par ce dernier et approuvée par le directeur de l'ARH (Agence Régionale d'Hospitalisation). Il assure la gestion et la conduite générale de l'établissement.

6.2 Les nœuds de pouvoir en hôpital public et PSPH

Actuellement, l'hôpital est en prise aux différents acteurs en quête de pouvoir, véritables goulets d'étranglement retardant la mise en œuvre des lois. Prenons l'exemple le plus flagrant de la loi de 1991 qui, en initiant les départements, impose aux services de s'engager dans une collaboration en vue d'une concentration de moyens logistiques et de ressources humaines. Certaines administrations hospitalières n'ont cependant imposé la mise en œuvre de cette loi que neuf ans après, sous la pression soutenue des ARH (Agences Régionales d'Hospitalisation), structures crées en 1996 par les Ordonnances Juppé.

Pendant cet intervalle de temps, les nœuds de pouvoir au sein des établissements hospitaliers se sont affrontés et continuent de s'affronter.

Le conseil d'administration, tout d'abord, pour les établissements publics, essaie d'obtenir la paix sociale en utilisant l'hôpital public à des fins électoralistes, pour préserver l'emploi local. Pour limiter la restructuration hospitalière régionale, la technostructure crée alors un nouveau principe : la proximité.

La CME (Commission Médicale d'Etablissement) essaie de maintenir une légitimité. L'objectif principal est de conserver des parcelles de privilèges (le secteur libéral) et de pouvoirs, sous le couvert d'une idée consensuelle : le bien du malade.

L'administration hospitalière quant à elle espère accroître sa tutelle sur la communauté médicale hospitalière. Elle souhaite obtenir le droit à la nomination des praticiens hospitaliers d'un établissement (colloque du SNAM-HP de juin 2000). Actuellement le praticien hospitalier doit être recruté par l'hôpital et non par le ministre. Le directeur est responsable devant son conseil d'administration et l'Etat, le chef de service et de département est responsable de son unité devant les instances et la direction à laquelle le Président du CME est étroitement associé.

Les services subissent une perte de charge en quémandant les moyens de leur subsistance, auprès de l'administration hospitalière.

Entre ces différents lobbies, les alliances se nouent et se dénouent, gelant au passage la réalisation des projets de services et d'établissement.

Ces nœuds de pouvoir s'observent donc dans le service public. Pour ce qui concerne les établissements privés à but non lucratif PSPH, le pouvoir qu'a la direction de licencier le personnel étouffe un peu les velléités des personnels médicaux et techniques, donc limite la portée des nœuds de pouvoir.

H. MINTZBERG [Mintzberg 1990] met l'accent sur le fait que, dans une institution telle que l'hôpital, dont la forme archétypale s'apparente à la bureaucratie professionnelle, le pouvoir

d'expertise et donc de décision réelle est concentré chez les effecteurs de soins, c'est-à-dire les médecins et les soignants, ce qui ne va pas sans poser un certain nombre de problèmes pour les directions et les tutelles, qui doivent procéder aux arbitrages inévitables en n'étant pas dépositaires de cette capacité d'expertise.

6.3 Les nœuds de pouvoir dans les établissements à but lucratif

Les processus de restructuration et d'Accréditation, notamment au sein du bloc opératoire avec la mise en place d'un conseil de bloc opératoire par exemple, non prévue par les lois en vigueur mais indispensable dans les plans d'Assurance Qualité, peuvent se heurter dans certains établissements privés à but lucratif à des visions antagonistes de la part des différents pouvoirs existants au sein de la structure.

Contrairement aux établissements publics, le pouvoir administratif représente le moteur des nouveaux projets mis en place, le frein principal trouvant son origine dans le pouvoir médical, où seule une partie très largement minoritaire des médecins s'investissent. Du fait de leur caractère libéral, ils se trouvent peu impliqués dans la vie de l'établissement.

Les pouvoirs administratifs et médicaux ont donc des objectifs différents. Chacun de ces pouvoirs construit son cadre d'action selon sa logique propre, sa stratégie et ses représentations. L'administration dans ses actions pour restructurer l'établissement, pour mettre en place des instances telles que le conseil de bloc opératoire, et pour instaurer une charte de bloc, a pour objectif principal l'accréditation d'une part, et la pérennité de la structure d'autre part. Les chirurgiens sont quant à eux intéressés par leur chiffre d'activités, et restent dans un mode de pensée individuel.

Rousset R. [Rousset 2001] illustre ces divergences d'objectifs par le graphe suivant :

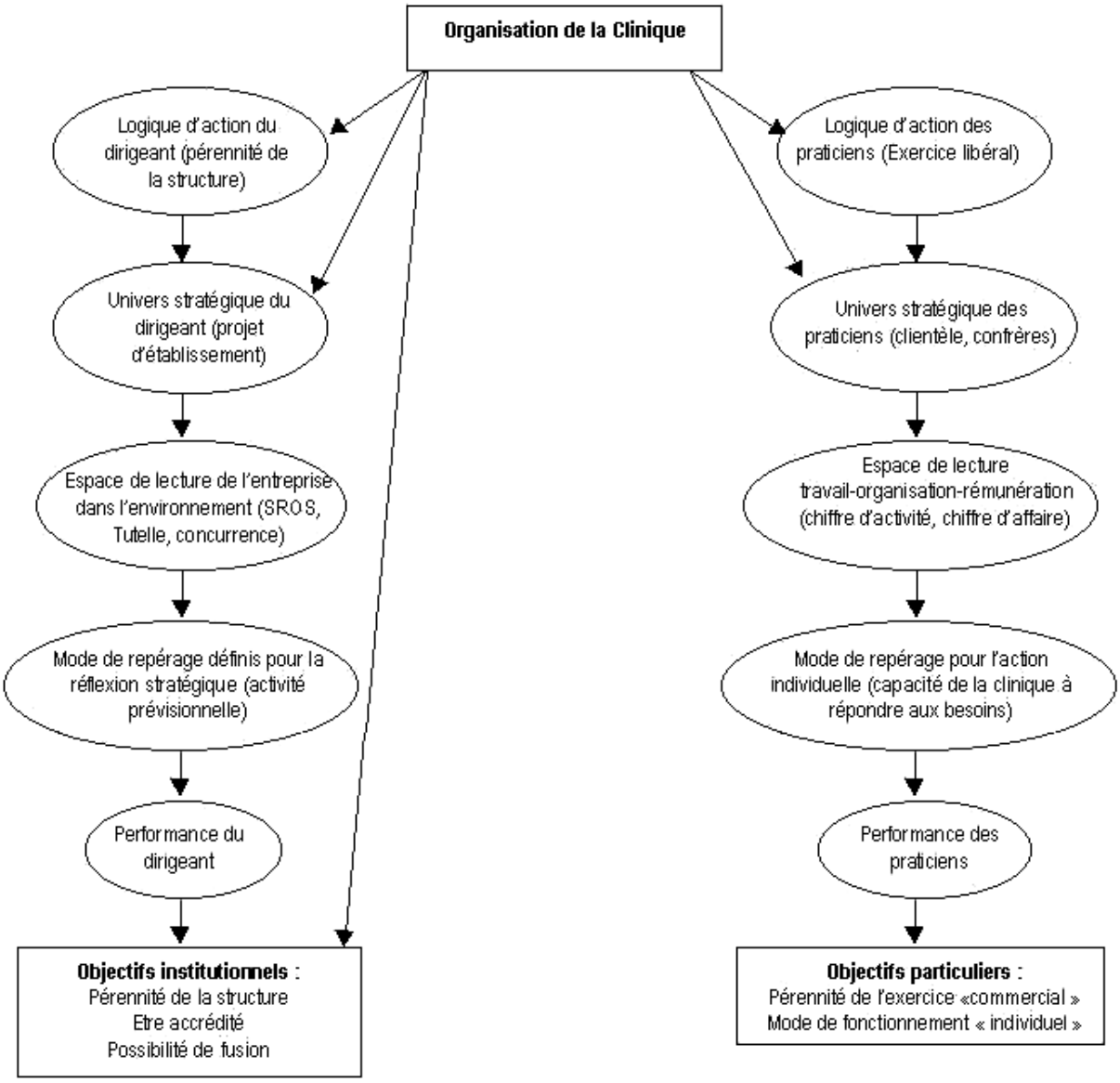


Figure 4.8. Différents objectifs entre dirigeants et praticiens

On constate que les objectifs des dirigeants et des praticiens ne sont pas immédiatement compatibles. Par son mode de fonctionnement, les chirurgiens et médecins ne connaissent pas les déterminants de la clinique « entreprise ». Ils possèdent donc une capacité limitée à la contribution de la mise en place d'organisations et de règles destinées à améliorer la performance.

De fait, le pouvoir administratif est puissant, car il définit seul les règles et procédures organisationnelles, en collaboration avec le personnel salarié de l'entreprise (cadre de bloc notamment, pour ce qui concerne le bloc opératoire). Cependant, lorsque ces règles et procédures ont été mises en place, les praticiens y adhèrent (ou n'y adhèrent pas) en fonction de leur appréciation personnelle, sans se sentir vraiment lié par ce qui est écrit. Il existe donc un écart considérable entre « l'officiel et l'officieux ».

SYNTHESE CHAPITRE 4

Le système de santé français présente un paysage varié. Il fait cohabiter des établissements de trois types de statuts juridiques : public, privé à but lucratif et privé à but non lucratif (dont plus particulièrement les Participants au Service Public Hospitalier, PSPH). Le secteur privé représente le tiers des établissements de santé français.

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'impact juridique des établissements de santé français sur l'organisation des blocs opératoires [Chaabane 2003a ; Chaabane 2004a]. Cette dernière est en partie imposée par la loi qui formalise le conseil et la charte de bloc. Ces aspects sont vus différemment dans le public et dans le privé ce qui a engendré des organisations différentes beaucoup plus collégiales au niveau public et beaucoup plus autoritaires au niveau privé. Le processus opératoire est resté cependant indépendant et le même dans tout type d'hôpital.

Nous avons présenté la définition et les missions des trois statuts juridiques ainsi que leur mode de financement. Trois établissements appartenant à ces différents statuts ont été étudiés : l'Hôpital de la Croix-Rousse (public), le Centre Hospitalier Privé de la Loire (privé à but lucratif) et le Centre Hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc (privé à but non lucratif). Ces établissements présentent des similitudes par les problématiques similaires de dimensionnement et d'organisation et des différences par les stratégies de programmation et les objectifs à atteindre. L'impact de la forme juridique sur l'organisation des blocs opératoires a été étudié à partir des évolutions de l'organisation des blocs opératoires, de l'application des lois hospitalières concernant ce secteur et enfin de l'identification des différents nœuds de pouvoirs.

De par leurs objectifs commerciaux, et pour faire face à une concurrence de plus en plus dure, les établissements de soins privés à but lucratif ont dû procéder à des mutations organisationnelles précoces au sein des blocs opératoires, ainsi qu'à des fusions entre eux. Le processus de changement dans les établissements publics et privés à but non lucratif a été plus tardif, et est dû notamment aux lois concernant la maîtrise des dépenses de santé.

L'organisation du bloc opératoire reste l'un des points essentiels en gestion hospitalière. Des lois destinées à faciliter sa bonne marche, voire sa mutation, ont été mises en place. En se penchant sur les établissements étudiés, on remarque des inégalités lors de leur application. Ainsi, alors que la consultation entre les acteurs du bloc semble prendre une place déterminante dans les établissements publics et PSPH, notamment parce que le pouvoir médical y trouve finalement son compte, elle est moins flagrante dans les établissements privés à but lucratif. Ces derniers ont soumis les chirurgiens à des règles strictes de comportement, règles qui ne se retrouvent pas dans les établissements publics et PSPH.

L'ensemble des lois se heurte à des jeux de pouvoir entre les acteurs, principalement les acteurs médicaux et administratifs, dans toutes les structures étudiées, chacun voyant en premier lieu son intérêt personnel.

Les réorganisations de blocs nécessitent de profondes modifications des habitudes et des abandons de souveraineté qui ne faciliteront pas la tâche de ceux qui acceptent de travailler dans ce sens. Les lois hospitalières et le processus d'accréditation sont des soutiens incontestables pour toutes ces démarches de mutation.

CHAPITRE 5

OUTILS DE GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES : IDENTIFICATION ET COMPLEXITE

Dans les chapitres précédents nous avons situé notre action dans le cadre de la gestion prédictive des blocs opératoires. Au niveau organisationnel nous avons étudié l'impact juridique des établissements de soins sur l'organisation des blocs opératoires. Nous nous intéressons dans ce chapitre aux niveaux opérationnel et informationnel. Notre intérêt se porte sur l'identification des étapes de gestion présentées précédemment en exposant les caractéristiques et la complexité de chaque problème sans oublier les interactions entre eux.

Dans un premier temps nous présentons la gestion prédictive des blocs opératoires et les problèmes qui en découlent. Dans un second temps nous exposons l'approche de gestion adoptée. Dans un troisième temps nous présentons les problèmes de gestion identifiés et l'étude de leur complexité.

1. GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES

La gestion des blocs opératoires des établissements hospitaliers publics ou privés, est en pleine mutation. D'une approche manuelle et mono-disciplinaire, elle s'oriente vers une pratique plus organisée et pluridisciplinaire, en raison d'une part des contraintes budgétaires et d'autre part des dispositions réglementaires qui accompagnent le fonctionnement des conseils de bloc. Clergue a expliqué que le soudain intérêt pour l'activité des blocs opératoires est pour des raisons d'ordre économique [Clergue 1999]. En effet, le secteur chirurgical, comme nous l'avons évoqué précédemment, représente plus de 10% du budget de l'hôpital [Macario 1995 ; Macario 1997] et constitue un « melting pot » entre plusieurs systèmes et intervenants qui ont souvent une vision différente de son fonctionnement [Marty 2003]. Dans la période actuelle de réduction des ressources, le bloc opératoire doit répondre à des critères de gestion adéquats auxquelles les acteurs, de culture purement médicale, ne sont pas préparés. L'auteur évoque aussi la nécessité de participation de tous les acteurs de bloc pour faire face à cette mutation et trouver des « voies

d'amélioration » puisque la gestion constitue une préoccupation majeure dans la sécurité offerte aux opérés.

Nous avons étudié dans le chapitre précédent l'aspect organisationnel à prendre en compte pour la gestion des blocs opératoires (statut juridique des établissements). Dans ce qui suit nous abordons les principaux éléments de la gestion des blocs opératoires qui s'intègrent dans les niveaux opérationnels et informationnels : les techniques de la programmation opératoire, les données nécessaires et les outils appliqués.

1.1 Programmation opératoire

La programmation opératoire est le moyen efficace pour la gestion des blocs opératoires [Kharraja 2003]. Elle consiste à construire un planning prévisionnel des interventions chirurgicales à réaliser pendant une période à partir des demandes des patients. Dans le même ordre d'idées, Smolski [Smolski 1999] définit la programmation opératoire comme la clé de voûte de toute l'organisation des blocs opératoire ; elle rythme l'activité des acteurs du bloc (chirurgiens, anesthésistes, IADE[1], IBODE[2]), mais aussi des services d'hospitalisation de chirurgie, des services de réanimation ou de soins continus post opératoires, la pharmacie, la radiologie, …

Au cours des dernières années, de multiples tentatives d'importation et d'adaptation d'outils et méthodes de gestion industrielle ont été effectuées pour la gestion des hôpitaux et de façon plus ciblée pour la gestion des blocs opératoires [Chaabane 2003b].

Conçus pour le monde industriel, les différents outils à mettre en place demandent, pour être adaptés, une analyse des différents modèles de programmation existant. Une communauté scientifique anglo-saxonne active autour des travaux de F. Dexter diffuse régulièrement dans des revues spécialisées des résultats sur la mise en oeuvre d'outils de construction du programme opératoire. Ces travaux sont accessibles sur le site crée par ce groupe et consacré à la gestion des blocs opératoires (FranklinDexter.com). Cette littérature fait état de trois modèles de programmation opératoire [Marcon 2003a]:

- La programmation ouverte (*Open Scheduling* ou *Open Booking*) pour laquelle un programme à priori indemne de toute décision antérieure est proposé à chaque période. Le remplissage du programme peut être réalisé de façon chronologique, au fur et à mesure de l'information disponible. Une attitude plus élaborée consiste à remplir périodiquement le programme en remettant en cause les placements précédents. Quoiqu'il en soit, la programmation est toujours centralisée. Cette technique a l'avantage d'être simple à organiser. Mais elle peut engendrer des dysfonctionnements [Kontak-Forsyth 1995]

[1] Infirmier Anesthésiste Diplômé d'Etat
[2] Infirmier Bloc Opératoire Diplômé d'Etat

comme la sous-utilisation des ressources, un grand taux de déprogrammation, des dépassements horaires, lorsqu'elle est réalisée de manière empirique. La réalisation d'un planning opératoire se réalise à deux niveaux. Le premier niveau concerne la planification des interventions qui consiste à affecter les opérations chirurgicales ou les chirurgiens aux salles d'opérations tout en respectant leur capacité, dans ce cadre nous pouvons citer les travaux suivants [Dexter 1999d ; Guinet 2003a ; Marcon 2001]. Le deuxième niveau concerne l'ordonnancement des interventions qui consiste à établir le détail de réalisation des opérations chirurgicales en salles d'opérations tout en optimisant un critère [Kharraja 2002].

- La programmation par allocation préalable des plages (*Block Scheduling*) pour laquelle un squelette de programme est proposé, alloue des blocs temporels à l'intérieur desquels les intervenants ou les services répartissent leurs interventions. C'est la technique qui a été la plus utilisée en Amérique de Nord [Dexter 1999c ; Dexter 1999a ; Mac Qyarrie 1998 ; Overdyk 1999]. Il est ici nécessaire que l'organisateur du bloc opératoire dispose d'un patron de répartition des plages opératoires le plus adapté possible aux activités réelles, puisque ce dernier fige le volume et les dates des activités chirurgicales. La programmation ne nécessite pas dans ce cas de centralisation de l'information. Le responsable de la programmation peut remettre à jour régulièrement le squelette de son planning [Blake 2002 ; Dexter 2001] et n'a plus à gérer les problèmes d'ordonnancement. La difficulté de ce type de programmation réside dans la construction du plan directeur d'allocation de plages horaires (squelette).

- Enfin, on trouve la programmation par allocation préalable de plages avec processus d'ajustement (*Modified Block Scheduling*). La notion de plage horaire devient élastique avec une possibilité d'extension. Cette dernière technique est actuellement la plus employée dans les pays anglo-saxons, permettant une plus grande souplesse. Le gestionnaire de bloc a en effet la possibilité d'ajuster les plages horaires ou de banaliser des plages préalablement attribuées en fonction du suivi du déroulement d'un programme opératoire. L'échelle de temps de l'adaptation est réglable selon la volonté des acteurs. C'est le modèle vers lequel s'orientent actuellement les pays anglo-saxons, mais peu de travaux à notre connaissance ont été publiés dans ce cadre.

A la question « Quelle est la meilleure méthode de programmation ? » Marty trouve que les trois techniques sont envisageables. Il pense que la fréquence d'utilisation de ces techniques dépend du type de structure et du nombre de patients anesthésiés. Les blocs ayant un nombre important d'interventions annuelles devraient opter pour la technique « Block Scheduling ». La technique de programmation ouverte « Open Scheduling » n'est recommandée que pour des blocs de petite dimension [Marcon 2003a].

A ces modèles de programmation peuvent être associées des stratégies de programmation [Dexter 2002] qui peuvent être décrites au nombre de trois, chacune étant caractérisée par l'objectif recherché au sein du bloc opératoire. Nous trouvons :

- La première stratégie qualifiée de « durée fixée » d'occupation de bloc opératoire *(Fixed Hours system)* qui vise à optimiser l'utilisation des ressources. Les interventions chirurgicales ne sont programmées que dans la mesure où elles finissent avant une date

fixée de fermeture du bloc opératoire, au risque d'une sous-utilisation de salle opératoire et d'un report de la date d'intervention pour le malade.

- La deuxième stratégie est qualifiée de « choix du jour» *(any workday).* Elle est centrée sur la satisfaction du patient et du chirurgien. Elle leur permet de choisir la date de l'intervention.

- Enfin, un système intermédiaire, « délai raisonnable » (*Reasonable Time system*), autorise un taux d'occupation plus élevé, avec un report raisonnable de dates d'intervention. La programmation n'est pas à l'initiative du patient ou du chirurgien, mais est réalisée de façon à diminuer le temps d'attente de l'intervention.

1.2 Connaissance des durées

Nous avons défini dans le deuxième chapitre les différentes activités qui composent le processus opératoire. Chaque activité nécessite un certain nombre de ressources humaines et matérielles pour la réaliser pendant une durée donnée. La connaissance précise de la durée d'une intervention donnée est un paramètre clé de la gestion des blocs opératoires [Marty 2003]. En absence d'un système de suivi d'activité dans le bloc opératoire étudié nous avons recours à deux solutions pour déterminer ces durées :

- Par interrogation des acteurs de blocs (chirurgiens, surveillants de bloc opératoire et médecins anesthésistes-réanimateurs).

- Par recherche dans la littérature.

Concernant la première solution, nous devons répondre tout d'abord à la question suivante : est-ce qu'il faut prendre en compte uniquement la durée de l'acte chirurgical ou la durée de séjour du patient dans la salle d'opérations ? Une deuxième difficulté est que la signification de la durée opératoire change d'un acteur à un autre, les chirurgiens ont tendance à sous-estimer cette durée à l'encontre du surveillant de bloc qui y intègre les durées de nettoyage et de préparation. La troisième difficulté de cette solution est la définition du type d'intervention. Faut-il prendre la codification de l'acte chirurgical selon le CCAM[3], auquel cas lorsque l'intervention est composée de plusieurs actes on peut prendre soit la durée cumulée des actes soit la plus longue des durées des actes. Et si nous définissons une classification des actes selon un groupe d'interventions quelle sera la durée à considérer ? Pour toutes ces raisons nous avons opté pour la deuxième solution : la recherche bibliographique, sans oublier de valider le résultat de nos recherches par les acteurs du bloc.

Plusieurs travaux se sont intéressés à la détermination des durées opératoires. Levecq et al. [Levecq 2003] ont identifié la durée opératoire comme un des facteurs à prendre en

[3] CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux

considération dans la planification opératoire. La collecte de données est une étape importante pour l'étude des durées opératoires.

Levecq [Levecq 2003] distingue deux courants de travaux concernant les durées opératoires. Le premier groupe s'est orienté vers l'estimation des durées opératoires par des lois de distribution [Strum 2000 ; Zhou 1998]. Les travaux se sont concentrés autour de deux lois : la loi normale et la loi log-normale. Strum et al. ont réalisé une première comparaison de ces deux lois en 2000 sur un historique de 7 années d'activité. Dans cette première comparaison, ils ont étudié la durée de séjour de patient dans la salle d'opérations et la durée de l'acte chirurgical en ne prenant en compte que les interventions se composant d'un seul acte chirurgical et en considérant le type d'anesthésie (anesthésie générale, anesthésie loco-régionale et anesthésie locale). Ils ont repris les mêmes données en 2003 [Strum 2003] pour étudier les mêmes durées (durée de séjour dans la salle d'opérations et durée de l'acte chirurgical) des interventions composées d'un ou de deux actes chirurgicaux en prenant en considération le type d'anesthésie, la spécialité chirurgicale, l'âge et le fait que l'intervention soit un cas urgent ou non. Dans les deux études, ils ont trouvé que les durées opératoires sont mieux modélisées par une loi log-normale que par une loi normale. D'autres études récentes sont en cours pour comparer un historique des durées d'interventions avec d'autres lois de distributions [Dussauchoy 2003a], le modèle proposé est une loi de Pearson type III (gamma avec prise en compte d'un décalage). Un second groupe a orienté ses investigations sur l'étude des facteurs influants la durée opératoire [Opit 1991 ; Shukla 1990 ; Strum 2000 ; Strum 2003 ; Wright 1996 ; Zhou 1999]. Les facteurs les plus évoqués dans ces travaux sont le type de l'intervention et l'identité de chirurgiens. Ceci n'est pas surprenant, puisqu'une transplantation hépatique par exemple est plus longue qu'une hernie, et puisqu'un chirurgien qui a une bonne expérience pour réaliser un type d'intervention sera plus rapide qu'un autre chirurgien qui vient de débuter ou qui fait ce type d'intervention pour la première fois. D'autres auteurs ont évoqué des facteurs qui concernent le patient (sexe, age, …). Ceci est vrai puisque les sujets âgés peuvent présenter des risques supplémentaires et provoquer des complications lors des interventions à prendre en compte et augmentent ainsi les durées d'intervention.

1.3 Les outils appliqués

Les problèmes de gestion identifiés dans le cas des blocs opératoires ont été considérés par certains auteurs comme des problèmes de planification et d'ordonnancement résolus dans le domaine manufacturier. Plusieurs travaux ont eu recours à des outils classiques en Génie Industriel.

Dexter et al. proposent pour planifier les interventions opératoires au sein d'un bloc multidisciplinaire, l'utilisation de méthodes de type Bin-Packing et des contraintes floues afin de

maximiser le taux d'occupation des salles [Dexter 1999d]. Ces techniques utilisent des méthodes de recherche de solutions fondées sur une approche progressive, prenant en compte des durées d'intervention incertaines.

A l'opposé, des techniques utilisant un modèle linéaire a été proposées comme outil de programmation [Guinet 2003a]. Les variables prises en compte sont alors des éléments certains comme les heures d'ouverture du bloc, les heures supplémentaires, les dates d'hospitalisation et d'intervention. L'objectif est ici de minimiser les coûts variables d'exploitation des blocs opératoires. Les outils sont basés sur des heuristiques issues de la méthode hongroise.

Marcon et al. proposent une modélisation fondée sur la méthode du " sac à dos multiple " dans le cas où les chirurgiens sont affectés à une salle d'opérations et une résolution par satisfaction de contraintes pour une affectation libre des chirurgiens aux salles [Marcon 2001].

Jebali et al. [Jebali 2003] ont modélisé le problème d'affectation et le problème d'ordonnancement des ressources hospitalières sous forme de programmes linéaires mixtes. Ils ont élaboré des stratégies de choix du modèle d'ordonnancement afin de permettre au responsable de bloc de sélectionner celle qui convient le mieux à son attente en terme de construction de programme opératoire.

Enfin un outil supplémentaire potentiellement utile dans le domaine de la gestion des blocs opératoire, est la simulation de flux. Cette technique a été utilisée pour le choix d'une programmation centrée sur la salle d'opérations privilégiant la minimisation soit du coût d'occupation de la salle d'opérations ou soit celui prenant en compte la salle d'opérations et la salle de réveil [Macario 1999]. De la même façon, la simulation a été utilisée pour évaluer l'impact du dimensionnement de certaines catégories de personnel sur l'organisation d'un bloc opératoire et d'une salle de réveil [Marcon 2002 ; Marcon 2003b ; Smolski 2002].

2. APPROCHE DE GESTION

2.1 Récapitulatif des caractéristiques environnementales du bloc opératoire étudié

Nous récapitulons dans la figure suivante les caractéristiques à prendre en compte pour élaborer des outils de gestion des blocs opératoires.

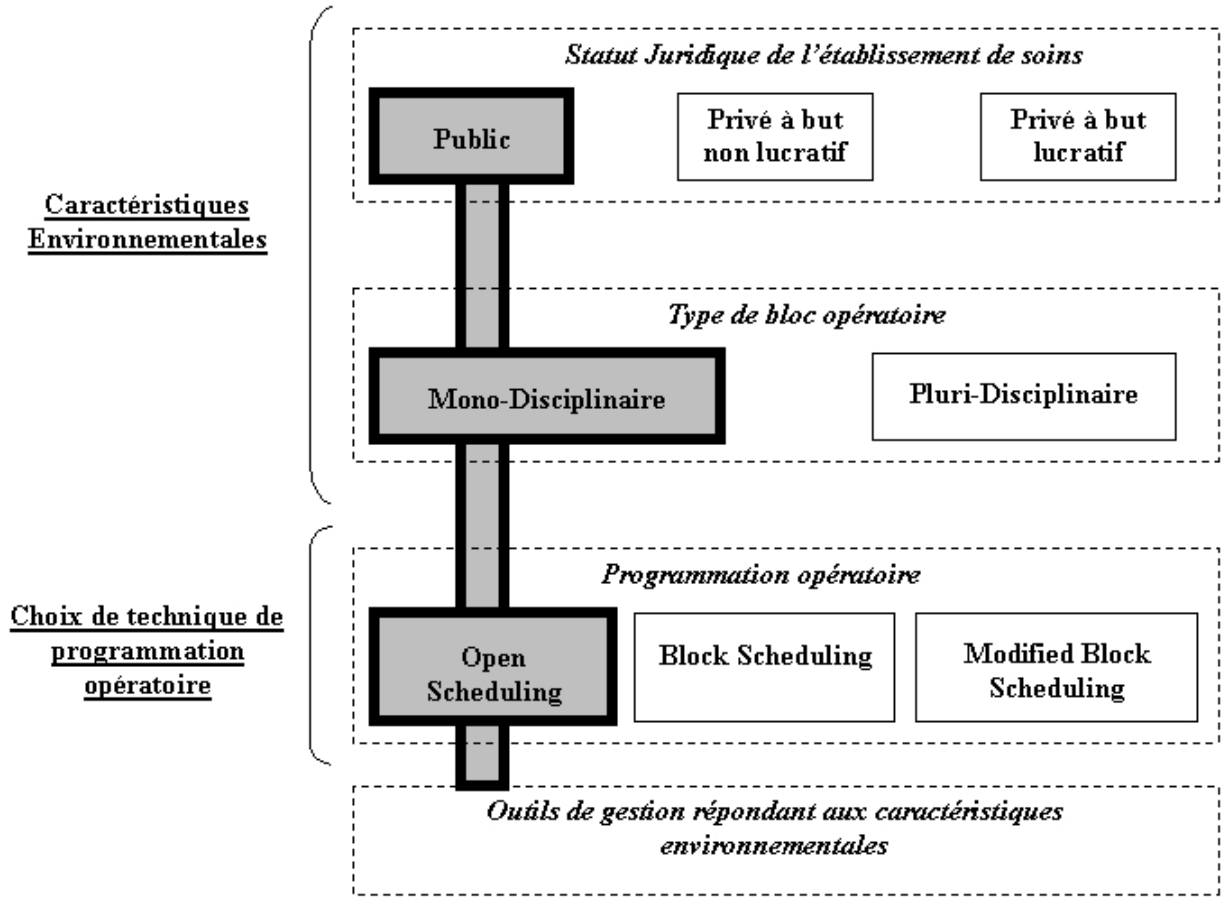


Figure 5.1. Contexte de notre investigation

Le champ d'investigation est l'hôpital public. Le bloc opératoire étudié est mono-disciplinaire et de type chirurgie réglée (programmation à distance, c'est à dire une programmation au minimum à 48 heures de l'intervention, ceci pour au moins 80% des interventions). La programmation opératoire est de type « Programmation Ouverte », nous partons d'un planning vierge. Le remplissage du programme est réalisé de façon périodique. La durée journalière d'ouverture du bloc opératoire est fixe. Le personnel non médical travaille suivant des profils horaires régis par un contrat de travail. Aucune plage horaire n'est attribuée a priori aux chirurgiens. Lorsque les ouvertures des salles sont définies, un chirurgien sera affecté à une seule salle d'opérations pour une journée entière ou non, suivant sa charge de travail.

2.2 Description des étapes décisionnelles du processus opératoire

Le processus opératoire se décompose en trois étapes : la phase pré-opératoire, la phase per-opératoire et la phase post-opératoire. Dans le cadre de la gestion des ressources humaines et matérielles du bloc opératoire, un certain nombre de décisions portant sur des horizons différents et impliquant toute l'unité de soins (service de consultations, service d'hospitalisation et bloc

opératoire) ou une partie de l'unité de soins (service de consultations ou service d'hospitalisation ou salles d'opérations), doivent être prises afin de permettre la réalisation des interventions dans les meilleures conditions de sécurité, de confort et de coûts. L'approche décisionnelle proposée qui s'apparente à une approche de type MRP2, se décompose en plusieurs niveaux de décision qui sont énumérés ci-après.

En phase pré-opératoire à l'issue des consultations chirurgicales et anesthésiques, une date d'hospitalisation doit être proposée au patient en tenant compte de ses disponibilités et des possibilités du bloc ainsi que du service d'hospitalisation (accueil). Suivant la stratégie adoptée, cette date peut être modifiable ou non. La non-modification des dates réduit considérablement le champ de décision et l'infirmière de consultation peut procéder à un simple empilement des interventions.

En phase per-opératoire les décisions à prendre relèvent de l'organisation opérationnelle du bloc. Le personnel doit être présent en nombre suffisant quand une salle est ouverte. Les interventions doivent être affectées à une salle d'opérations et un créneau horaire dans lesquelles elles seront réalisées. La logistique (brancardiers, lits de réveil, …) autour de la salle d'opérations doit être disponible au moment opportun. Ces différents besoins sont de la responsabilité de l'infirmière cadre chef de bloc. A cette fin, elle est amenée à :

- Définir des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations sur une à deux semaines, en fonction des ressources humaines disponibles et des interventions à prendre en charge ; cette prise de décision sera plus au moins complexe en fonction de la flexibilité des horaires du personnel.

- Planifier une à deux semaines d'activité du bloc en répartissant les interventions sur les salles de manière à minimiser l'emploi d'heures supplémentaires et le report d'interventions non réalisées faute de ressources, cette prise de décision peut être plus au moins fine et inclure ou exclure un ordonnancement des interventions sur les salles.

- Ordonnancer à la journée les flux de patients en établissant un emploi du temps fin non seulement de chaque salle d'opérations, mais des lits de la salle de réveil et des brancardiers. La magnitude des données (nombre de lits de la salle de réveil, nombre de brancardiers, temps opératoire, durée de réveil) joue ici un rôle important dans la sélection des caractéristiques à prendre en compte afin de trouver un outil réaliste et performant.

Ces différents niveaux de décision n'impliquent que les ressources du plateau médico-technique de l'unité de soins et éventuellement certaines du service d'hospitalisation (lits).

2.3 Approche de gestion

La figure 5.2. présente l'approche suivie pour le bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse (Lyon, France) associé à deux services de soins.

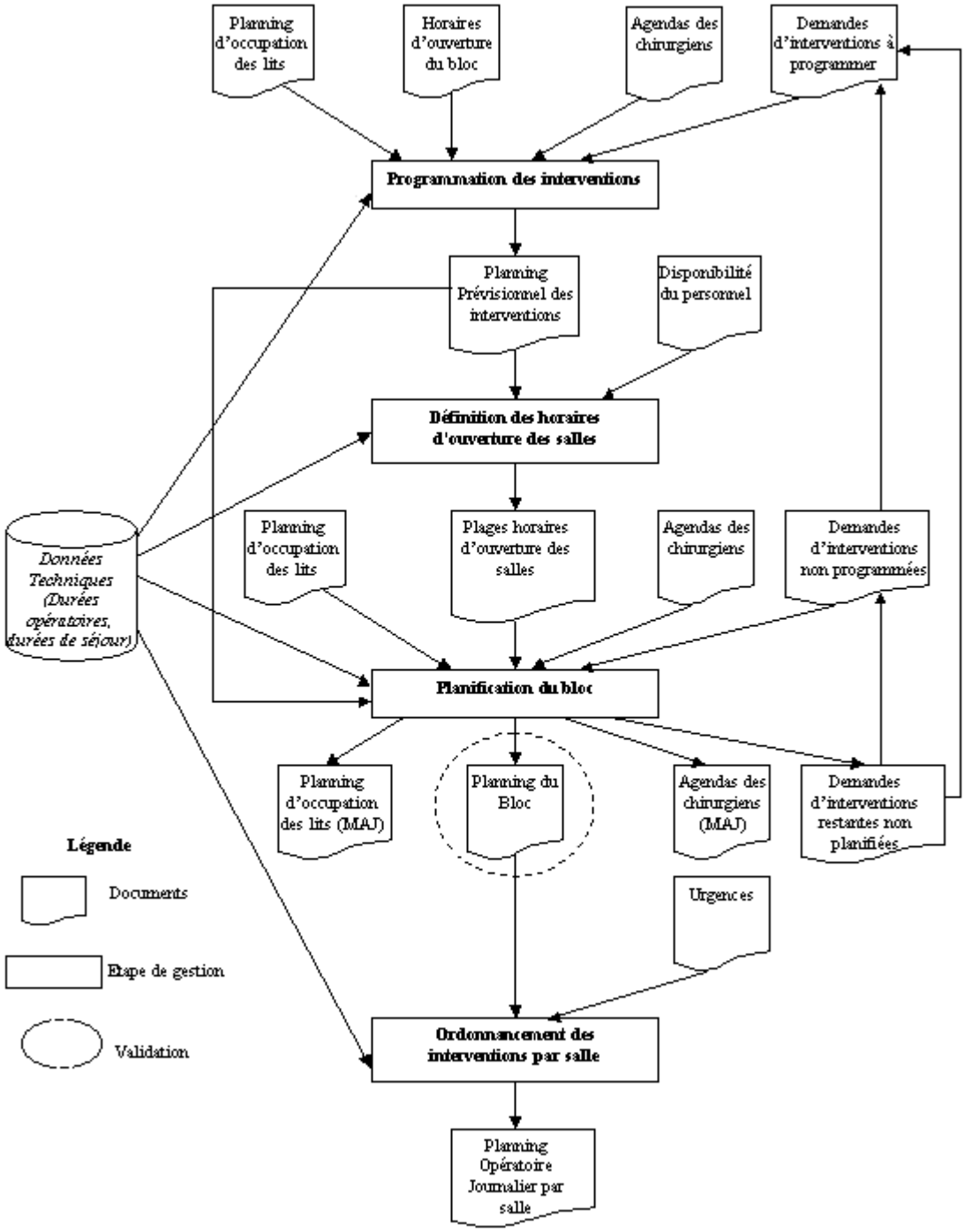


Figure 5.2. Approche de Gestion

La programmation opératoire est la première étape de gestion. Elle consiste à répondre aux demandes d'interventions à programmer. Durant cette étape on doit prendre en compte : les horaires d'ouverture du bloc, les disponibilités des chirurgiens et le planning d'occupation des lits dans les services d'hospitalisation. A la fin de cette étape on obtient un planning prévisionnel des interventions.

A partir de ce planning prévisionnel et de la disponibilité du personnel on **définit des durées d'ouverture des salles d'opérations du bloc**. C'est la deuxième étape de gestion, qui permet d'obtenir les plages horaires d'ouverture des salles.

Considérant le planning prévisionnel des interventions, les plages horaires d'ouverture des salles, le planning d'occupation des lits et les agendas des chirurgiens, on effectue **la planification du bloc**, troisième phase du processus de gestion. A la fin de celle-ci, le planning du bloc est généré. Les demandes d'intervention, le planning d'occupation des lits et les agendas des chirurgiens sont mis à jour.

Le planning du bloc devra être validé par les chirurgiens, les médecins anesthésistes-réanimateurs et le responsable du bloc opératoire (Décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994)[4] [Bricard 2001].

L'**ordonnancement** définit la dernière étape de gestion. A partir du planning du bloc, il détermine l'ordre de passage des interventions dans chaque salle d'opérations. A ce niveau des urgences peuvent intervenir et peuvent engendrer une modification de l'ordre initial. Un planning opératoire journalier par salle est ainsi obtenu.

Le processus de gestion présenté s'intègre dans une logique d'aide à la décision. L'utilisateur pourra modifier ou compléter les solutions proposées à chaque étape, afin par exemple de prendre en compte l'expérience et les compétences des acteurs qui n'ont pas été modélisées.

La programmation du bloc s'effectue sur un horizon de 15 jours à 3 mois. Elle concerne l'ensemble de l'unité de soins (bloc et services). Elle peut s'apparenter à un plan industriel et commercial. Les plages horaires d'ouverture des salles d'opérations ainsi que leur planification peuvent s'identifier à un calcul de plan directeur de production hebdomadaire. L'ordonnancement des salles d'opérations et des lits de réveil rappelle un ordonnancement d'ateliers. Sachant que chaque étape peut remettre en cause les précédentes, notre approche de gestion suit la philosophie des approches hiérarchiques d'aide à la décision utilisées dans l'industrie manufacturière. Par contre, le processus de décision présenté considère des ressources dont la capacité est finie et respecte cette contrainte, à l'encontre des processus de décision de l'industrie manufacturière qui généralement ne prennent pas suffisamment en compte cet aspect (MRP et MRP2 prennent en compte l'aspect capacité finie principalement dans le cadre de vérification du programme de production et non dans le cadre du placement des ordres de fabrication).

[4] Décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994 relatif aux conditions techniques de fonctionnement des établissements de santé en ce qui concerne la pratique de l'anesthésie et modifiant le code de la santé publique. Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, D. 712-40 à D. 712-52, Journal Officiel du 8 décembre 1994.

Les données techniques constituent un élément important pour la réalisation de toutes les étapes de gestion. Elles sont constituées des durées opératoires et des durées prévisionnelles de séjour pour chaque type d'interventions. Ces données doivent être extraites d'un système d'information de suivi d'activité. Certaines durées d'intervention peuvent varier en fonction de l'expérience et de la dextérité du chirurgien. Afin de tenir compte de cette particularité, on pondérera les durées opératoires en fonction de l'opérateur.

3. PROBLEMES DE GESTION

Nous avons identifié quatre problèmes de gestion :

- programmation des interventions,
- définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations,
- planification du bloc opératoire
- et ordonnancement des interventions.

Ces problèmes de gestion ne sont pas indépendants et toute limitation de l'un d'entre eux se répercute sur les autres.

3.1 Programmation opératoire

En France, la loi rend obligatoire pour toute intervention (décret n° 94-1050 du 5 décembre 1994): une consultation chirurgicale ainsi qu'une consultation anesthésique. Le chirurgien doit se prononcer sur la nécessité d'une intervention chirurgicale et le médecin anesthésiste/réanimateur doit décider de la possibilité ou non de cette intervention vis à vis de l'état du patient. A l'issue de ces deux consultations l'infirmière de consultation propose une date d'hospitalisation au patient pour son intervention, où note des désidiratas dans le cadre d'une information ultérieure. Cette programmation opératoire est de type programmation ouverte, puisque initialement l'infirmière dispose d'un planning vide dans lequel elle doit positionner les différentes interventions en déterminant leurs dates.

La définition de ces dates doit prendre en compte les caractéristiques suivantes qui relèvent de l'hospitalisation complète :

- Les patients sont hospitalisés la veille de leur intervention. Un lit doit être disponible dans le service d'hospitalisation depuis la veille de leur intervention jusqu'à la date de sortie prévisionnelle de l'hôpital.
- Tout patient doit pouvoir disposer d'un créneau horaire suffisant le jour de son intervention dans une salle d'opérations.

- Une fenêtre de temps est associée à chaque intervention, elle modélise la date de début au plus tôt de l'intervention (disponibilité des résultats d'analyse) et une date de début au plus tard éventuelle (période à partir de laquelle une dégradation de l'état du patient est prévisible).

- Les chirurgiens ainsi que les médecins anesthésistes/réanimateurs ne sont pas disponibles en permanence et ne peuvent réaliser qu'un nombre d'actes limités en durée et en fréquence par période de disponibilité. Des salles d'opérations ou des plages horaires peuvent leur être allouées. Cette caractéristique est modélisée à ce niveau par la disponibilité journalière du praticien.

- De même, les patients ont également des contraintes de disponibilité.

- La réussite de l'intervention dépend bien évidemment des conditions matérielles de celle-ci, mais aussi des conditions psychologiques du patient. On cherchera donc à satisfaire le patient quant à ses souhaits relatifs à la date d'hospitalisation.

La figure suivante illustre la manière dont l'infirmière procède pour programmer cette intervention.

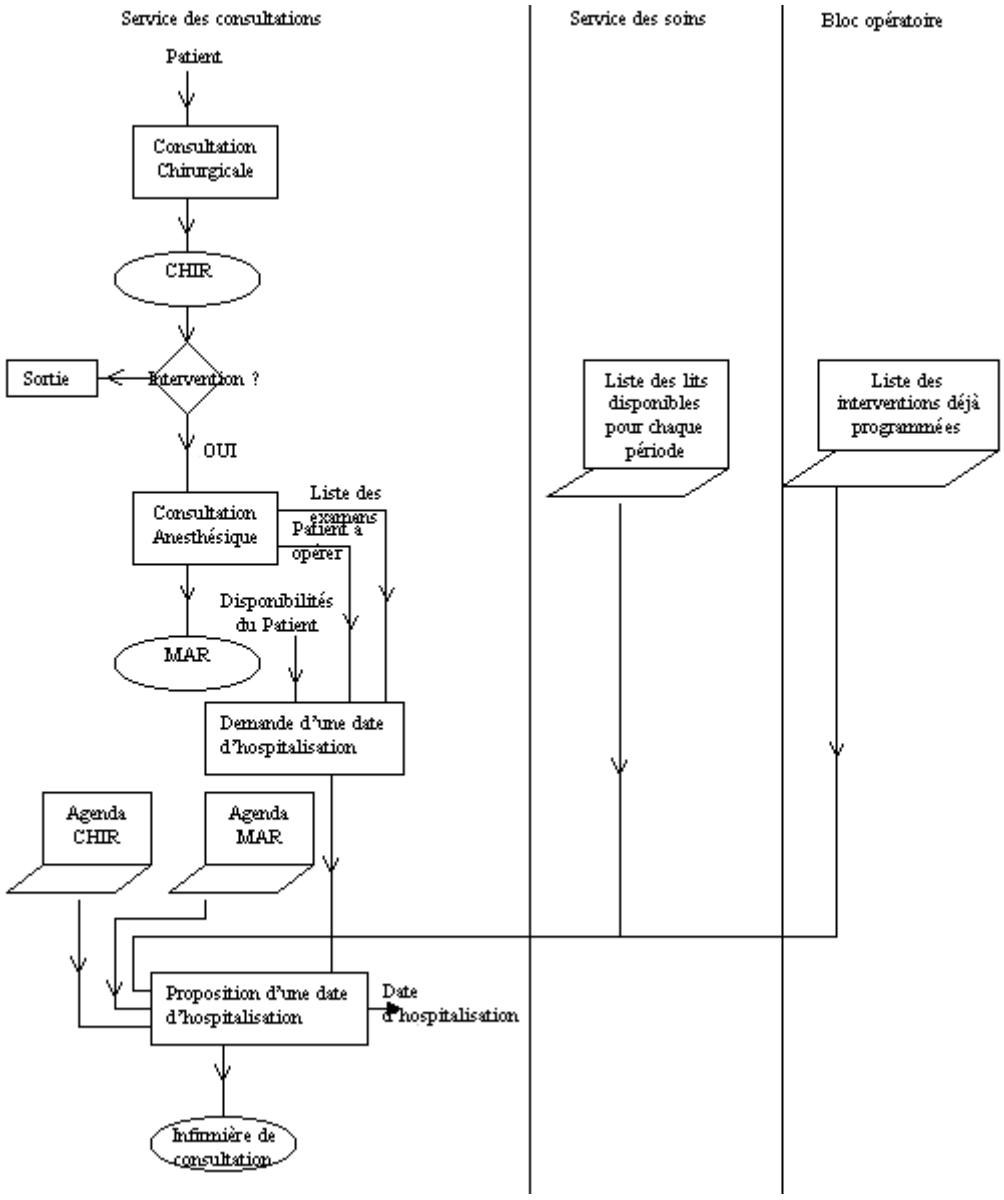


Figure 5.3. Programmation opératoire

Le problème de la programmation des interventions ne peut se modéliser que sous la forme d'un **problème d'affectation généralisée**, problème réputé **NP-difficile** [Garfinkel 1972]. Notre objectif est de minimiser le nombre de jours de retard et d'avance vis à vis des dates d'interventions.

3.2 Définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations

Une fois les interventions programmées, il convient de définir les plages horaires d'ouverture des salles d'opérations du bloc compte tenu du personnel disponible (médecins anesthésistes réanimateurs, infirmiers, …) qui n'ont pas été considérées dans le problème précédent en raison

de la complexité générée. Le problème s'énonce ainsi : M salles d'opérations doivent permettre un certain nombre d'interventions. Les acteurs sont polyvalents et généralement organisés par pool, à l'exception des chirurgiens qui gèrent leurs propres interventions. Le nombre d'heures à réaliser est connu (en moyenne 80% de cette charge provient de la programmation des interventions). Les heures d'ouverture de chaque salle du bloc doivent être définies en respectant : les différents personnels requis, la réglementation (contraintes légales, 35 heures, conventions collectives, contrats de travail, …), la disponibilité des médecins, les jours de repos ou de congés. Cette étape nous permettra de constituer les équipes de chaque salle pour chaque jour. La productivité des salles d'opérations ouvertes doit être maximisée pour des raisons de sécurité et de qualité. En effet, en concentrant les ressources humaines sur un nombre éventuellement réduit de salles d'opérations ouvertes afin de disposer d'un confort de personnels, la sécurité et la qualité des soins seront optimisées (minimisation du partage d'un praticien ou d'un infirmier, meilleures conditions pour l'attribution des repos compensatoires, gardes, astreintes,…). Maximiser la productivité et la qualité est donc équivalent à minimiser le nombre de salles d'opérations ouvertes [Dexter 2000]. A partir des durées d'ouverture des salles, le responsable du bloc opératoire pourra répartir son personnel.

Ce problème peut être identifié comme un problème d'affectation de ressources humaines [Guinet 2001a]. Différentes approches et travaux ont été élaborés dans ce cadre. Tien et Kamiyama [Tien 1982] ont défini trois classes de problèmes d'affectation des ressources humaines : ordonnancement d'équipe (*Shift Scheduling*), affectation de jours de congés (*Day-Off Scheduling*) et problème d'allocation des ressources (*Allocation problem*). Le « *Shift Scheduling »* détermine le nombre d'employés à affecter aux différentes équipes afin de satisfaire la demande des clients tout en minimisant le coût. Le « *Day-Off Scheduling »* concerne l'affectation des jours de congés aux employés afin de répondre aux demandes avec un coût minimal. Enfin l' « *allocation problem* » définit une répartition de ressources humaines, c'est à dire les employés à affecter aux différentes périodes pour satisfaire les demandes clients tout en optimisant un critère donné.

Dans le cadre de la première classe des problèmes, « *Shift Scheduling »*, nous pouvons citer les travaux de Akin [Akin 2000], Brusco et Jhons [Brusco 1996], Bechtold et Jacobs [Bechtold 1990], …. Ces travaux se sont inspirés de modèle de Dantzig [Dantzig 1954] qui définit le nombre d'employés à affecter aux différentes équipes afin de satisfaire le besoin en ressources humaines pour chaque période et de minimiser les coûts d'affectation.

Le « *Day-Off Scheduling »* peut être considéré comme une approche de management duale de « *Shift Scheduling »*. Le problème basique de « *Day-Off Scheduling »* est de déterminer le nombre d'employés à affecter chaque semaine à une paire de jours de repos en maximisant les paires des jours de repos consécutifs et en respectant un effectif présent [Alfares 1998 ; Bedworth 1987]. Ce problème peut généralement être résolu par la programmation linéaire. Des

extensions ont été étudiées en considérant l'annulation des jours de repos et les compétences des employés [Hunc 1997 ; Hunc 1999].

Fran et Kane [Franchini 2001 ; Kane 2001] ont étudié les problèmes manufacturiers d'allocation des machines et des ressources humaines. Les problèmes d'allocation des infirmiers et des médecins ont été implémentés avec succès [Berrada 1996 ; Carter 2001 ; Jaumard 1998 ; Millar 1998 ; Venkataraman 1996]. Ils ont été résolus par des algorithmes de programmation mathématiques ou des méta-heuristiques comme la recherche Tabou. Roth [Roth 1995] a utilisé la méthode MRP (Material Requirements Planning) pour résoudre le problème d'allocation des ressources matérielles et humaines dans le secteur hospitalier. Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations peut être défini comme un problème d'allocation de personnels.

3.3 Planification du bloc opératoire

Une fois l'intervention programmée, le cadre du bloc responsable de la planification des interventions doit procéder à l'élaboration du planning. La figure suivante illustre la manière dont le cadre du bloc procède pour proposer un planning opératoire à valider lors du colloque avec les principaux acteurs du bloc pour la validation du planning dans le cadre du conseil du bloc.

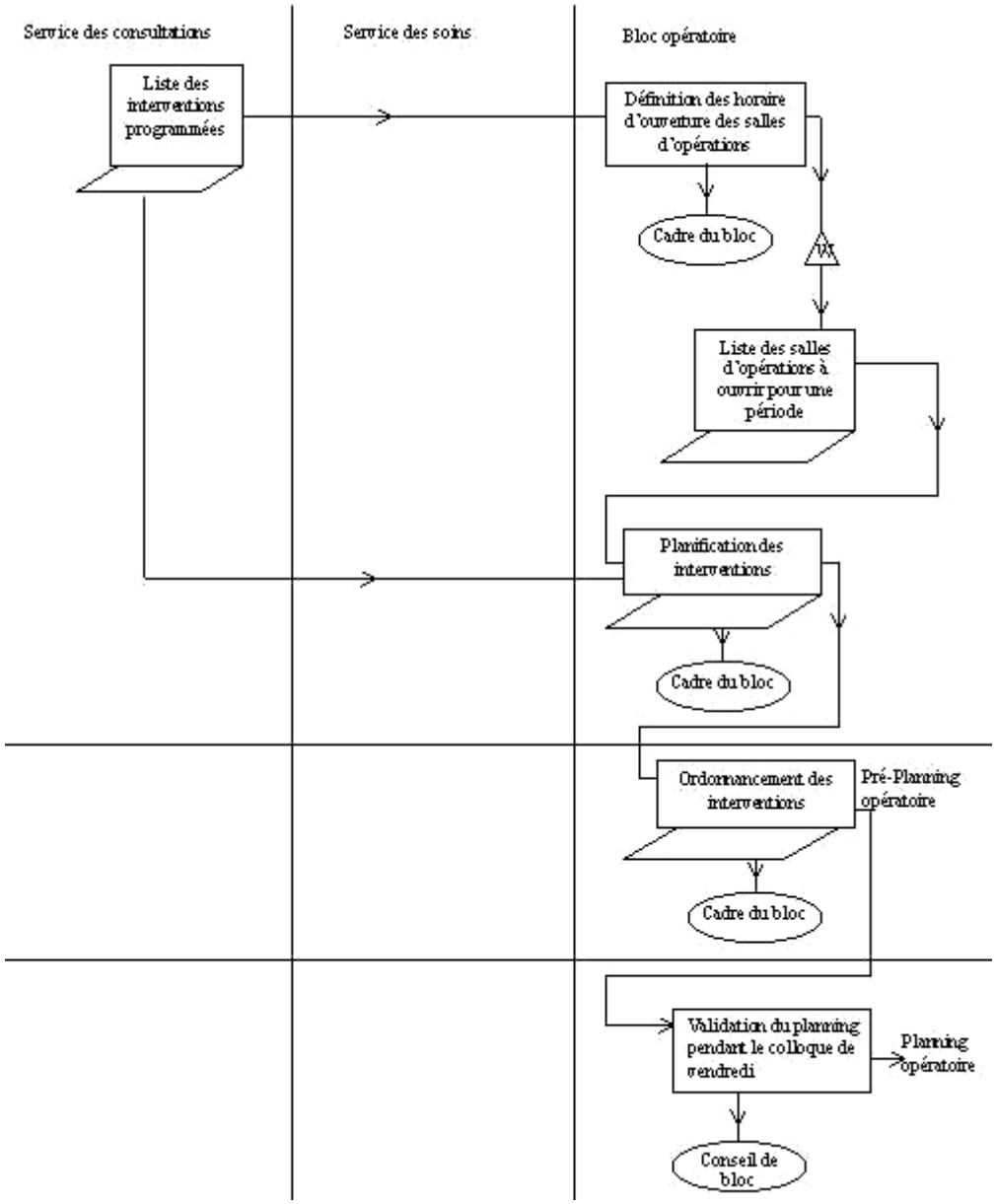


Figure 5.4. Planning Opératoire

L'objectif de la planification du bloc opératoire est d'affecter une salle d'opérations et un créneau horaire d'une journée à chaque intervention programmée ou non programmée (greffes). Ce problème se détaille comme suit : plusieurs patients doivent subir une intervention dans un bloc opératoire. Le bloc opératoire est composé de plusieurs salles d'opérations et d'une salle de réveil comportant plusieurs lits (au moins 1 lit par salle d'opérations, la SFAR [Sfar 1997] recommandant de prévoir 1,5 lits de réveil par salle d'opérations). Chaque réalisation d'intervention dans une salle d'opérations nécessite un lit dans la salle de réveil sans temps d'attente entre la fin de l'intervention et le début du réveil. Dans cette configuration, une nouvelle intervention pourra être réalisée dans la salle d'opérations libérée après un temps de nettoyage. Chaque patient doit recevoir un traitement anesthésique et un traitement chirurgical

pendant son intervention. Ces traitements ont une durée donnée et doivent être réalisés dans une fenêtre de temps qui est définie par la date d'hospitalisation + 1 jour et une éventuelle date limite (date de dégradation éventuelle du patient ou d'un organe à transplanter). Le traitement chirurgical est pris en charge par un chirurgien donné et peut nécessiter un équipement de salle particulier. Le traitement anesthésique peut quant à lui être pris en charge plus indifféremment par tout médecin anesthésiste-réanimateur. Les chirurgiens et les médecins anesthésistes-réanimateurs ne sont pas disponibles constamment et ils ne peuvent réaliser qu'un nombre limité d'interventions en durée et en fréquence.

Compte tenu de la disponibilité du personnel, des heures d'ouverture des salles d'opérations ont été définies. En dehors de ces créneaux, des heures supplémentaires sont dues au personnel. Ces heures sont limitées. Considérant la satisfaction du patient (tonicité, risques nosocomiaux) et la disponibilité prévisionnelle des lits, le temps d'attente entre la date d'intervention à planifier et la date d'hospitalisation plus un jour doit être minimisé (le patient doit être opéré au plus tôt). Un coût de journée d'hospitalisation supplémentaire est encouru dans le cas d'une date d'hospitalisation programmée plus un jour inférieure à la date d'intervention planifiée.

La stratégie suivie est à « délai raisonnable » (Reasonable time).

La fonction objective à optimiser portera sur la minimisation des coûts des heures supplémentaires et des journées d'hospitalisation supplémentaires. Nous devons satisfaire les contraintes suivantes :

- Tout patient doit être affecté à une période d'intervention d'une journée d'une salle d'opérations ;
- Nous ne pouvons pas opérer plus d'un patient à la fois dans une période d'une journée d'une salle donnée ;
- La somme des durées des interventions réalisées sur une journée dans une salle d'opérations en périodes d'heures normales ne doit pas dépasser la somme des heures normales autorisées pour cette salle et ce jour ;
- La somme des durées des interventions réalisées sur une journée dans une salle d'opérations en période d'heures supplémentaires ne doit pas dépasser la somme des heures supplémentaires autorisées pour cette salle et ce jour ;
- Le nombre d'interventions réalisées par un chirurgien pour un jour donné ne doit pas dépasser le nombre maximal d'interventions autorisé pour ce jour pour ce chirurgien.

Le problème de planification des interventions est un problème d'affectation de ressources sous contraintes.

3.4 Ordonnancement des interventions

Un bloc opératoire est composé de m(1) salles d'opérations et d'une salle de réveil ou SSPI (Salle de Soins Post Interventionnelle). La salle de réveil est composée à son tour de m(2) lits équipés pour accueillir le patient après son intervention chirurgicale et assurer son réveil. La figure suivante illustre le cheminement des patients lors de leur séjour dans le bloc opératoire :

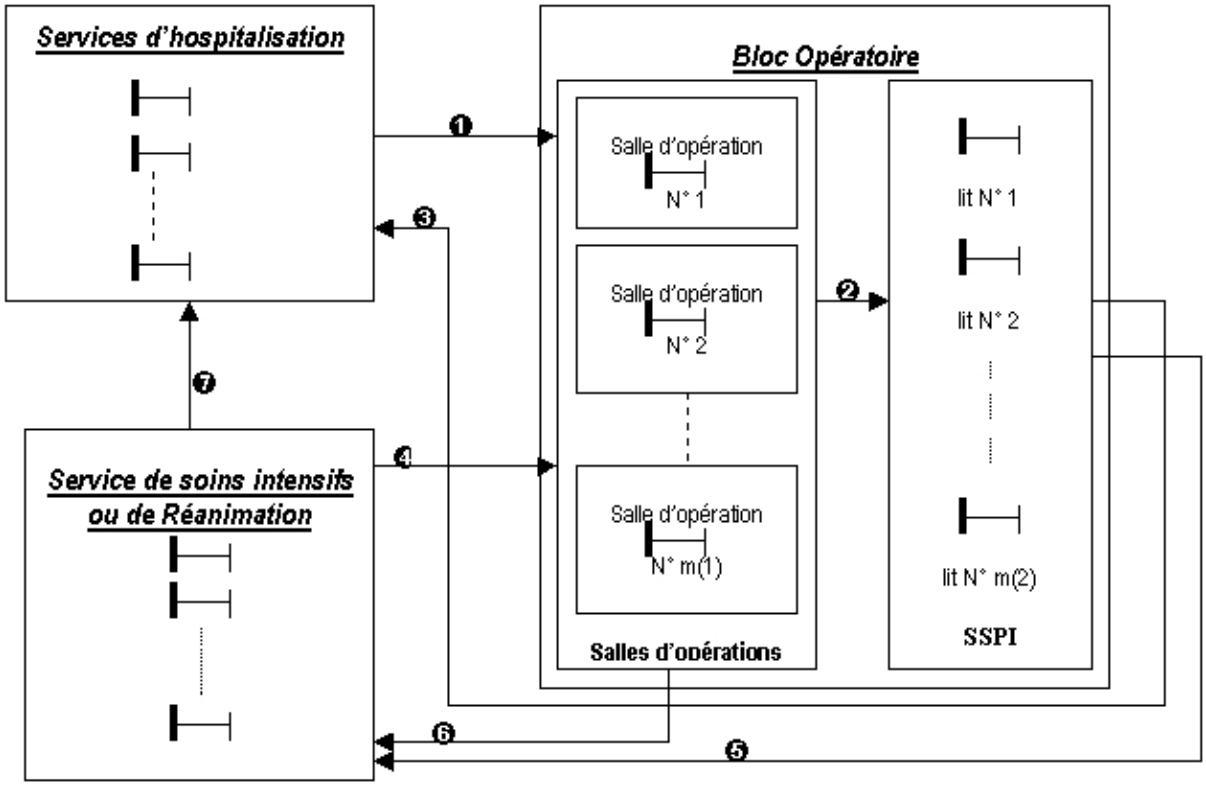


Figure 5.5. Provenances et destinations des patients avant et après l'intervention

Les provenances des patients et les destinations à la sortie du bloc opératoire diffèrent suivant plusieurs critères (gravité de l'état de patient avant et après l'intervention, complications qui peuvent survenir au cours de l'intervention ou au cours du réveil, …). Les cheminements suivants sont définis :

- *Cheminement A :* Le patient est hospitalisé dans le service de soins la veille du jour de l'intervention. Le jour de l'intervention, il est transféré de sa chambre vers la salle d'opérations où il subira son intervention (**1**). Une fois l'intervention réalisée, il est transféré de la salle d'opérations à la salle de réveil où il est affecté à un des lits de réveil (**2**). Une fois réveillé, le patient retourne à sa chambre (**3**). Ce cheminement est un cheminement normal, dans le cas où il n'y aurait pas de complications imprévues suite à l'intervention ou au cours du réveil.

- *Cheminement B :* Dans le cas de présence de complications, le patient passe de la salle de réveil aux services de soins intensifs ou de réanimation. Dans ce cas le cheminement est : **1** puis **2** puis **3**. Ce trajet est imprévu dans la majorité des cas.

- *Cheminement C :* Dans le cas où un patient viendrait des soins intensifs ou de réanimation **4**, il subira son intervention dans la salle d'opérations puis selon son état son réveil s'effectuera dans la salle de réveil **2**, puis il retournera au service des soins intensifs ou de réanimation **6**. Dans certains cas son réveil se réalisera directement dans son lit au service des soins intensifs ou de réanimation. Ce cheminement peut être prévu ou imprévu selon les patients.

L'ordonnancement a pour objectif de préciser le détail de la réalisation des interventions en salles d'opérations et en salle de réveil de manière à faciliter le travail des infirmiers, des aides-soignants et des brancardiers. La planification du bloc opératoire a permis de définir une solution globale sur une ou deux semaines pour la réalisation des interventions programmées et éventuellement des interventions non programmées. Cette solution vérifie les contraintes de ressources et optimise une fonction économique ainsi que le confort du patient. Chaque intervention s'est vue affectée à une salle d'opérations sans préciser son ordre de passage dans la journée non abordé dans le chapitre précédent (hors extensions gravités ou risques infectieux du modèle précédent) et par conséquent ses heures de passage en salle d'opérations et en salle de réveil. Ces dernières interrogations vont donc être levées en remettant éventuellement en cause l'affectation du patient à la salle d'opérations si l'on désire avoir plus de degrés de liberté.

Si nous nous intéressons au *Cheminement A* le problème à résoudre s'énonce comme suit : les N travaux à ordonnancer modélisent les patients. Chaque patient doit passer tout d'abord dans une salle d'opérations et ensuite dans un lit de la salle de réveil sans temps d'attente entre les deux. Le bloc opératoire se compose de m(1) salles d'opérations et m(2) lits en salle de réveil ($m(1) \leq m(2)$). Un flow-shop hybride à deux étages définit donc l'organisation à ordonnancer (deux ensembles de ressources existantes en plusieurs exemplaires sont utilisés en séquence). L'hypothèse de ressources identiques est retenue pour chaque étage, mais on se réserve le droit d'interdire une salle d'opérations en cas de sous-équipement vis à vis d'une intervention donnée. Les temps opératoires p(i, k) sont égaux aux durées d'intervention pour l'étage 1 et aux durées de réveil pour l'étage 2. A l'étage 1, une contrainte de nettoyage de la salle d'opérations doit être prise en compte. Elle peut être modélisée par un temps de démontage d'outils (Rnsd) au niveau de la classification des problèmes d'ordonnancement. Nous chercherons à minimiser la plus grande date d'achèvement des travaux (interventions) afin de minimiser les heures supplémentaires [Dexter 2000]. Notre problème s'identifie donc comme étant un « N/2, $m(1) \geq 1$, $m(2) \geq 1$, I / F , no-wait, Rnsd / Cmax » problème d'ordonnancement [Botta-Genoulaz 1996 ; Cheng 1990].

Concernant la complexité de résolution, le problème flow-shop simple (sans duplication de ressources), à deux étages sans temps d'attente peut être résolu de manière optimale en un temps polynomial par l'algorithme de Gilmore et Gomory [Gilmore 1964]. Le problème hybride (avec duplication de ressources) sans temps d'attente est quant à lui **NP-difficile** [Hall 1996]. Sriskandarajah [Sriskandarajah 1993] propose une heuristique pour ce dernier problème qui partitionne tout d'abord le flow-shop hybride en plusieurs flow-shop simples, ensuite répartit les travaux à ordonnancer entre les différents flow-shops et finalement ordonnance chaque flow-shop à l'aide de l'algorithme de Gilmore et Gomory. Considérant que les lits de la salle de réveil sont plus nombreux que les salles d'opérations et que l'affectation des interventions aux salles a déjà été réalisée lors de la planification, il s'avère relativement aisé de constituer et d'équilibrer les différents flow-shops puis d'ordonnancer chaque flow-shop à l'aide de l'algorithme de Gilmore et Gomory.

Si nous prenons en comptes dans le C*heminement A* des ressources de transfert entre les services en amont et en aval du bloc opératoire (dans notre cas ce sont les brancardiers), le problème à résoudre s'énonce comme suit : le bloc opératoire est composé de m(1) salles d'opérations, de m(2) postes de réveil et de m(3) binômes de brancardiers. Le flux patient est le suivant : chaque patient est transporté dans son lit d'hospitalisation de sa chambre au bloc opératoire par deux brancardiers (binôme). Puis il est conduit dans une salle d'opérations par un infirmier après transfert sur un plateau opératoire mobile ou un brancard, le lit d'hospitalisation partant en attente vers la salle de réveil. A l'issue de l'opération, si un poste de réveil est libre le patient est transféré à ce poste, sinon il commence son réveil en salle d'opérations jusqu'à ce qu'un poste se libère. Dans la salle de réveil, le patient retrouve son lit. Une fois le patient réveillé, celui-ci est reconduit à sa chambre dans son lit par un binôme de brancardiers. Dans le cadre de cette investigation, les hypothèses ci-après sont retenues : les salles d'opérations sont identiques, les postes de réveil aussi, les personnels médicaux et paramédicaux sont polyvalents à un même niveau de formation. L'objectif recherché est la minimisation des heures supplémentaires, considérant qu'aucun report d'intervention n'est permis. Une planification des interventions en amont a permis de vérifier la faisabilité du programme journalier [Guinet 2003a].

Ce problème peut être modélisé sous la forme d'un flow-shop hybride avec cycles ou plus généralement sous la forme d'un job-shop avec machines dupliquées. Les N travaux représentent les interventions à réaliser. Les ressources utilisées en série sont : les m(3) binômes de brancardiers, les m(1) salles d'opérations, les m(2) postes de réveil et les m(3) binômes de brancardiers. L'objectif recherché (minimisation des heures supplémentaires) est traduit par la minimisation de la plus grande date d'achèvement des interventions.

Une approche de résolution de ce problème consiste à transformer notre problème job-shop avec machines dupliquées en un problème flow-shop hybride avec contraintes de précédence pour lequel plusieurs outils sont connus et adaptables [Guinet 1998 ; Guinet 2000].

SYNTHÈSE CHAPITRE 5

Le bloc opératoire représente 10% du budget de l'hôpital. A ce poids économique s'ajoute une complexité de fonctionnement due à la diversité des types de ressources matérielles et humaines mises en œuvre en plus des informations échangées tout au long du processus opératoire. La gestion des blocs opératoires des établissements hospitaliers publics ou privés, est en pleine mutation. D'une approche manuelle et mono-disciplinaire, elle s'oriente vers une pratique plus organisée et pluridisciplinaire [Chaabane 2003b ; Chaabane et Guinet 2004b ; Chaabane 2004c ; Guinet 2001a ; Guinet et Chaabane 2001b ; Guinet et Chaabane 2003a ; Guinet et Chaabane 2003b ; Guinet et Chaabane 2003c]. Dans la période actuelle de réduction des ressources, le bloc opératoire doit répondre à des critères de gestion adéquats auxquelles les acteurs, de culture purement médicale, ne sont pas préparés. Nous avons présenté dans ce chapitre les principaux éléments de la gestion des blocs opératoires qui s'intègrent dans les niveaux opérationnels et informationnels, c'est à dire l'organisation de la programmation opératoire, les données nécessaires et les outils à concevoir.

Notre approche de gestion s'intègre dans le cadre d'une programmation ouverte suivant une stratégie à « délai raisonnable ». En effet, on part d'un planning vierge où on place les différentes demandes d'interventions chirurgicales. Notre approche s'applique dans le cas d'un bloc opératoire mono-disciplinaire d'un hôpital public. L'approche décisionnelle proposée, qui s'apparente à une approche hiérarchique de type MRP2, se décompose en plusieurs niveaux de décision. Nous avons identifié quatre problèmes de gestion qui représentent les différents niveaux de décision :

- **La programmation opératoire** consiste à répondre aux demandes d'interventions à programmer. Elle s'effectue sur un horizon de 15 jours à 3 mois et concerne l'ensemble de l'unité de soins (bloc et services). Elle peut s'apparenter à un plan industriel et commercial.

- A partir de ce planning prévisionnel et de la disponibilité du personnel on **définit des durées d'ouverture des salles d'opérations du bloc**. C'est la deuxième étape de gestion, qui permet d'obtenir les plages horaires d'ouverture des salles.

- Considérant le planning prévisionnel des interventions, les plages horaires d'ouverture des salles, le planning d'occupation des lits et les agendas des chirurgiens, on effectue **la planification du bloc**, troisième phase du processus de gestion. Elle peut s'apparenter à un plan directeur de production hebdomadaire.

- L'**ordonnancement** définit la dernière étape de gestion. A partir du planning du bloc, il détermine l'ordre de passage des interventions dans chaque salle d'opérations. Elle rappelle un ordonnancement d'ateliers.

Le problème de la programmation des interventions est identifié à un problème d'affectation généralisée, problème réputé NP-difficile. Notre objectif est de minimiser le nombre de jours de

retard et d'avance vis à vis de dates d'intervention souhaitées par les patients et par les chirurgiens.

Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations peut être défini comme un problème d'allocation de ressources. Le problème de planification des interventions a été identifié comme étant un problème d'affectation de ressources sous contraintes. Et enfin le problème d'ordonnancement des interventions est un problème de type Flow-Shop Hybride à deux étages sans temps d'attente si nous ne prenons pas en compte les brancardiers. Dans le cas où nous considérerions les brancardiers, le problème d'ordonnancement des interventions serait identifié à un flow-shop hybride à trois étages avec contraintes de précédence.

Dans le chapitre suivant nous présentons la modélisation et la résolution de ces différents problèmes ainsi que les expérimentations de ces outils.

Les problèmes de gestion des blocs opératoires ont été identifiés à des problèmes connus et résolus dans le domaine manufacturier. Ceci nous permettra d'appliquer des outils existants et les adapter pour alimenter les différentes étape de prise de décision dans le processus opératoire de l'admission du patient jusqu'à sa sortie du bloc opératoire.

CHAPITRE 6

OUTILS DE GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES : IMPLEMENTATION ET EXPERIMENTATIONS

Dans le chapitre précédent nous avons identifié les différents problèmes de gestion des blocs opératoires. Ce dernier chapitre présente les différents outils de résolution des problèmes identifiés ainsi que leurs expérimentations.

Nous introduisons ce chapitre par un rappel de l'approche de gestion adoptée pour le pilotage des blocs opératoires. Les sections suivantes sont consacrées à la présentation des outils de résolutions des quatre problèmes de gestion identifiés : Programmation des interventions, Définition des plages horaires d'ouverture, Planification du bloc opératoire et Ordonnancement des interventions.

1. INTRODUCTION

Notre approche de gestion s'intègre dans le cadre d'une programmation ouverte suivant une stratégie de délai raisonnable (« reasonable time »). Notre champ d'action est un bloc opératoire mono-disciplinaire d'un hôpital public : bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse.

La figure suivante résume l'approche de gestion adoptée ainsi que les différents problèmes identifiés.

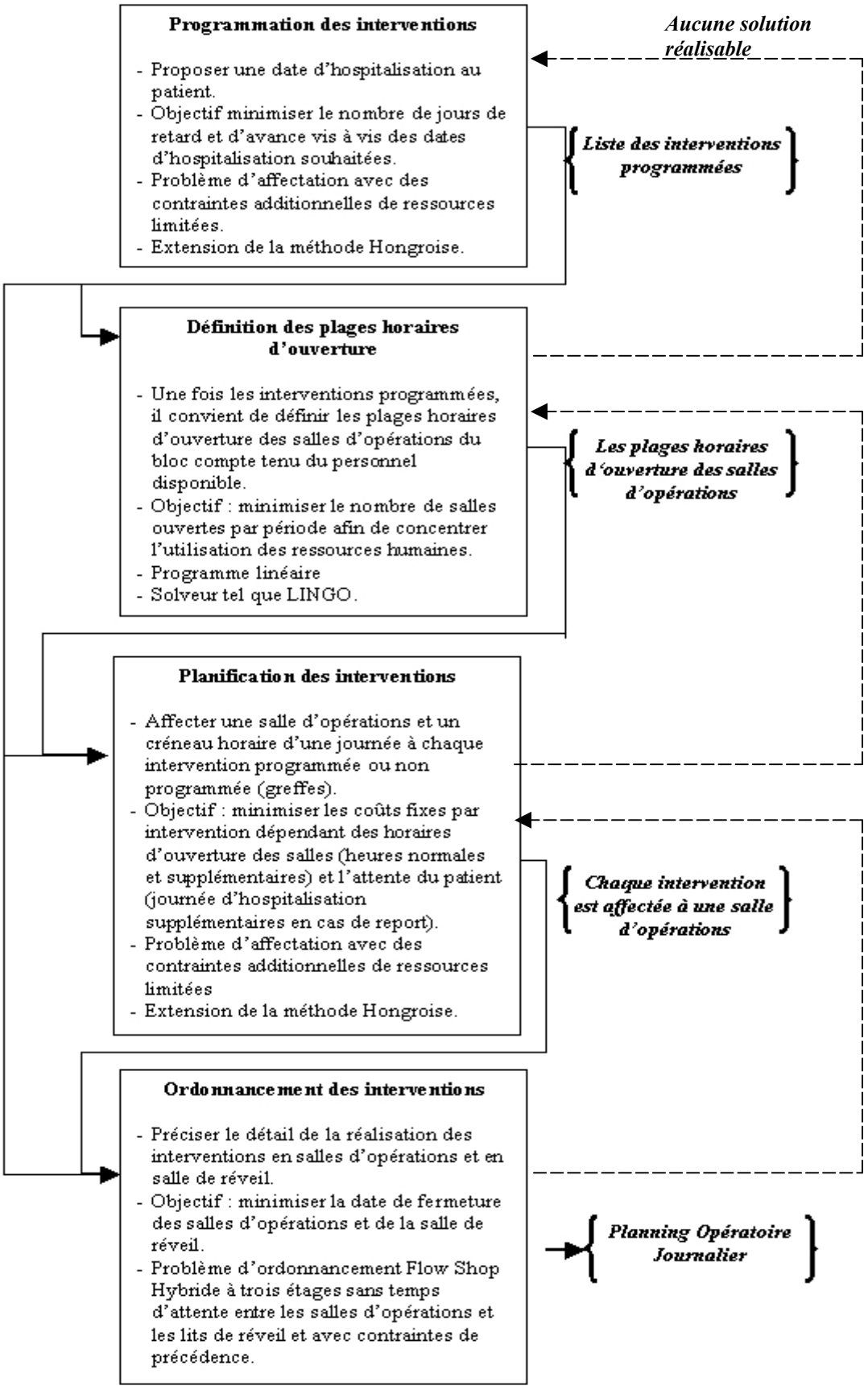


Figure 6.1. Approche de Gestion

2. PROGRAMMATION DES INTERVENTIONS

Nous présentons dans ce paragraphe la modélisation et la résolution du problème de **Programmation des Interventions** exposé au paragraphe 3.1 du chapitre 5.

2.1 Paramètres et variables

Soit :

N : le nombre d'interventions à programmer,

H : le nombre de créneaux c'est-à-dire le nombre maximum d'interventions journalières possibles,

T : le nombre de périodes de programmation (jours),

W : le nombre de chirurgiens opérant dans le bloc,

Days (i) : la durée d'hospitalisation du patient i en jours,

Dur (i) : la durée de l'intervention du patient i en heures,

Dmin (i) : la date de début au plus tôt de l'intervention du patient i en jours,

Dmax (i) : la date de fin au plus tard de l'intervention du patient i en jours,

Hdate (i) : la date d'hospitalisation souhaitée par le patient i en jours,

Surg (i) : l'identifiant (numéro) du chirurgien pratiquant l'intervention du patient i,

Maxi (j , s) : la durée maximale de travail du chirurgien s durant la période j,

Bcap (j) : le nombre de lits disponibles dans le service d'accueil durant la période j,

Rcap (j) : le nombre d'heures de bloc disponibles durant la période j,

C (i , p, j) : nombre de jours d'avance ou de retard vis à vis de la date souhaitée du patient i si l'intervention est programmée dans le créneau p du jour j,

x (i , p , j) : cette variable est égale à 1 lorsque l'intervention du patient i est programmée dans le créneau p de la période j.

2.2 Programme linéaire à variables entières

$$\text{MINIMISER } (Z) = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{T} \sum_{p=1}^{H} C(i, p, j) * x(i, p, j) \qquad [1]$$

Minimisation des avances et des retards

Avec :

$$\sum_{j=1}^{T} \sum_{p=1}^{H} x(i, p, j) = 1 \qquad \forall i = 1, \ldots, N \qquad [2]$$

Obligation de réaliser toute intervention

$$\sum_{i=1}^{N} x(i, p, j) \leq 1 \qquad \forall j = 1, \ldots, T \quad \forall p = 1, \ldots, H \qquad [3]$$

Un créneau horaire peut être au plus utilisé une seule fois

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{p=1}^{H} x(i,p,j) * Dur(i) \leq Rcap(j) \qquad \forall j = 1, \ldots, T \qquad [4]$$

Respect du nombre d'heures disponibles au bloc

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{p=1}^{H} x(i,p,j) * Dur(i) \leq Maxi(j,s) \qquad \forall j = 1, \ldots, T \quad \forall s = 1, \ldots, W \quad [5]$$
$$| Surg(i) = s$$

Respect du temps de travail des chirurgiens

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{p=1}^{H} \sum_{k=j-Days(i)+1}^{j+1} x(i,p,k) \leq Bcap(j) \qquad \forall j = 1, \ldots, T \qquad [6]$$

Respect de la disponibilité des lits du service de soins

$$x(i,p,j) = 0 \qquad \forall i = 1, ..., N \quad \forall p = 1, ..., H \quad \forall j = 1, ..., T \quad | Dmin(i) \geq j \text{ OU } Dmax(i) < j \qquad [7]$$

Respect des fenêtres de temps

$$x(i,p,j) \in \{0,1\} \qquad \forall i = 1, \ldots, N \quad \forall p = 1, ..., H \quad \forall j = 1, \ldots, T \qquad [8]$$

Contraintes d'intégrité

2.3 Calcul des coûts et intégration des contraintes [7] et [8] dans la fonction objectif

$$C(i,p,j) = j - Hdate(i) - 1 \qquad \forall i = 1, ..., N \quad \forall p = 1, ..., H \quad \forall j = 1, ..., T \quad | Dmin(i) < j \leq Dmax(i) \text{ ET } j > Hdate(i) \qquad [9]$$

Calcul du nombre de jours de retard

$$C(i,p,j) = Hdate(i) + 1 - j \qquad \forall i = 1, ..., N \quad \forall p = 1, ..., H \quad \forall j = 1, ..., T \quad | Dmin(i) < j \leq Dmax(i) \text{ ET } j \leq Hdate(i) \qquad [10]$$

Calcul du nombre de jours d'avance

$$C(i,p,j) = \infty \qquad \forall i = 1, ..., N \quad \forall p = 1, ..., H \quad \forall j = 1, ..., T \quad | Dmin(i) \geq j \text{ OU } Dmax(i) < j \qquad [11]$$

Un coût infini est associé à une intervention en dehors de sa fenêtre de temps

2.4 Commentaires

Nous cherchons à minimiser le nombre de jours de retard et d'avance vis à vis des dates d'interventions souhaitées [1]. Les variables " x (i, p, j)" prenant la valeur 1 ou 0, nous sommons donc les avances et les retards pour les variables " x (i , p , j)" égales à 1. Ce critère peut intégrer des poids associés aux interventions modélisant la notion de priorité. Les contraintes [2]

imposent de réaliser toute intervention une et une seule fois ?? . La somme des variables " x (i, p, j)" pour l'intervention i sur l'ensemble des jours et des créneaux horaires doit être égale à 1. Les contraintes [3] interdisent d'accorder un créneau horaire du bloc opératoire plus d'une fois. Les contraintes [4] et [5] limitent respectivement la charge sur le bloc opératoire et sur les chirurgiens (charge <= disponible). La somme des produits " x (i, p, j) * Dur (i)" (durée) pour tout jour j sur l'ensemble des interventions et des créneaux horaires doit être respectivement inférieure ou égale au nombre d'heures disponibles au bloc ou pour le chirurgien. La disponibilité des chirurgiens peut être valuée à zéro dans le cas de jours de repos ou de congés. Les contraintes [6] permettent de respecter le nombre de lits disponibles au service d'accueil de la veille de l'intervention à la veille du jour de départ. Pour tout jour j, le nombre de lits occupés c'est à dire le nombre d'interventions nécessitant un lit doit être inférieur au nombre de lits disponibles. Les interventions nécessitant un lit le jour j sont celles réalisées dans l'intervalle de temps "j – Days (i) + 1" à j+1. Par exemple une intervention effectuée à la période 5 nécessite un lit à la période j = 8 si le séjour à une durée supérieure ou égale à 4. Les contraintes [7] et [8] interdisent la réalisation d'une intervention en dehors de sa fenêtre de temps. Cette fenêtre peut être d'une durée d'un jour dans le cas d'une intervention gelée, non remise en cause, (Dmin (i) = Hdate (i) et Dmax (i) = Hdate (i) + 1). Les équations [9] et [10] permettent de calculer respectivement le retard ainsi que l'avance des interventions vis à vis des dates d'hospitalisation souhaitées et les contraintes [11] autorisent l'intégration des contraintes [7] et [8] dans la fonction objectif.

La programmation des interventions de 3 salles d'opérations sur 2 semaines nous amène à considérer 100 interventions sur 10 jours. Le nombre de variables entières x (i , p, j) est dans ce cas égal à 24 000 et donc aucun solveur ne peut être utilisé. Un outil de résolution heuristique doit donc être préféré. Notre problème peut être heuristiquement modélisé sous la forme d'un problème d'affectation avec des contraintes additionnelles de ressources et de fenêtre de temps. Il peut être résolu en s'inspirant de la méthode Hongroise [Chaabane et Guinet 2004b]. Les fenêtres de temps ayant été intégrées dans la fonction objectif, les contraintes de capacité doivent être considérées explicitement dans le cadre de la résolution du problème d'affectation des interventions aux créneaux journaliers minimisant la matrice de coûts. Elles modéliseront les disponibilités en lits et en heures de bloc opératoire.

L'utilisation d'un tel modèle n'a d'intérêt qu'à condition que l'on puisse à chaque résolution de problèmes remettre en cause les dates de programmation des patients. Certaines d'entre elles peuvent être gelées comme nous l'avons signalé (en réduisant la fenêtre temporelle à une journée). La remise en cause des dates de programmation suppose une organisation gérant les relations avec les patients afin de les avertir des éventuels changements de leur date d'hospitalisation. Une telle organisation peut aller à l'encontre des principes de gestion de la clientèle de certains chirurgiens. Dans le cas où la majorité des dates de programmation serait

gelée, notre modèle présente peu d'intérêt et un simple outil de placement des interventions dans le temps (comprenant chacune 3 phases distinctes : pré, per et post-opératoire) vis à vis de ressources disponibles en quantités limitées (chirurgiens, blocs opératoires, lits) est suffisant. Le bloc de Chirurgie Générale de l'hôpital de la Croix-Rousse (Lyon) pour lequel nous effectuons cette étude, ne remet pas en cause à l'heure actuelle les dates d'hospitalisation, mais la construction d'un nouveau bâtiment blocs opératoires pourrait conduire à reconsidérer ce principe.

2.5 Présentation de l'outil de résolution

Nous présentons dans ce paragraphe le problème d'affectation et la méthode Hongroise. Nous illustrons plus loin l'application de la méthode Hongroise au problème de planification des interventions (§ 4).

2.5.1 Définition d'un problème d'affectation :

Considérons la situation d'affectation de n tâches (ou jobs ou travaux) à m machines. La tâche i (=1, 2,…,n) affectée à la machine j (=1,2,…,m) engendre un coût $c_{i,j}$. L'objectif est d'affecter les tâches aux machines (une tâche par machine et une machine par tâche) avec un coût total minimal. Ce problème est connu sous le nom de *problème d'affectation* [Faure 1979 ; Prins 1994 ; Taha 1996].

Le problème d'affectation peut être considéré comme un cas particulier de problème de calcul de flot maximal à coût minimal. En effet, si l'on considère que les sommets représentant les tâches sont alimentés par une source, ceux représentant les machines se déversant dans un puits, trouver la solution au problème d'affectation consiste à trouver le flot maximal sur le graphe, considérant que tous les arcs ont une capacité unitaire et un coût correspondant au coût d'affectation $c_{i,j}$. Si une tâche x ne peut être affectée à une certaine machine y, le coût correspondant $c_{x,y}$ sera égal à M , un coût très élevé.

Avant de résoudre le problème par les techniques de résolution des problèmes d'optimisation dans les réseaux, il est nécessaire de transformer le problème en ajoutant des tâches et des machines fictives selon que n>m ou n<m pour obtenir un même nombre de tâches et de machines identiques (n=m) afin de pouvoir généraliser.

Le problème d'affectation peut être formulé de la manière suivante :

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1, \text{ si la } i^{ème} \text{ tâche est affectée à la } j^{ème} \text{ machine} \\ 0, \text{ Sinon} \end{cases}$$

$$\text{L'objectif est : Minimiser } Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c_{i,j}\ x_{i,j}$$

Avec :

$$\sum_{j=1}^{n} x_{i,j} = 1 \qquad \forall\ i = 1, \ldots, n$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{i,j} = 1 \qquad \forall\ j = 1, \ldots, n$$

Le problème d'affectation peut être résolu par une méthode appelée « méthode Hongroise » présentée dans le paragraphe suivant.

2.5.2 La méthode Hongroise

Cette méthode part de la constatation que la soustraction d'une constante à une ligne ou une colonne ne change rien au problème d'affectation. Nous démontrons en ce qui suit cette caractéristique. Si p_i et q_j sont déduits de la $i^{ème}$ ligne de la $j^{ème}$ colonne, le nouvel élément de la matrice de coût C devient $c'_{i,j} = c_{i,j} – p_i - q_j$. La fonction objective devient alors :

$$Z' = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c'_{i,j}\ x_{i,j} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} (c_{i,j} – p_i - q_j)\ x_{i,j}$$

$$Z' = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c_{i,j}\ x_{i,j} - \sum_{i=1}^{n} p_i \sum_{j=1}^{n} x_{i,j} - \sum_{j=1}^{n} q_j \sum_{i=1}^{n} x_{i,j}$$

Comme $\Sigma_i\ x_{i,j} = \Sigma_j\ x_{i,j} = 1$ alors $Z' = Z$ – constante. Ceci nous permet de dire que la minimisation de la fonction objective initiale Z donne la même solution que la minimisation de Z'.

L'idée est que si nous pouvons créer une nouvelle matrice de coût $c_{i,j \geq 0}$ (matrice ayant n zéros), et si les éléments nuls ou une partie de ces éléments (chacun définissant une affectation de i à j possible et gratuite) constituent une solution faisable du problème d'affectation, cette solution est optimale, puisque le coût ne peut pas être négatif.

Les étapes de la méthode Hongroise sont les suivantes :

- **Etape 1 :** Dans la matrice de coût initiale, pour chaque ligne, identifier le plus petit élément et le retrancher des éléments de cette ligne.
- **Etape 2 :** Pour la matrice résultant de l'étape 1, identifier pour chaque colonne le plus petit élément et le retrancher des éléments de cette colonne.

- **Etape 3 :** Identifier l'affectation optimale par l'association d'un seul élément nul de la matrice obtenue précédemment à chaque ligne et chaque colonne telle qu'aucune ligne ne soit associée au même élément nul, de même pour chaque colonne.

Suite à une affectation, on appelle les zéros affectés : zéros encadrés, et les zéros restants : zéros barrés (puisqu'ils ne sont pas concernés par les associations).

Si au cours de l'étape 3 on n'obtient pas une affectation faisable alors on doit réaliser l'étape supplémentaire suivante :

Etape 4: si aucune affectation faisable n'est obtenue suite aux étapes 1 et 2 alors :

(i.) marquer toute ligne n'ayant pas de zéro encadré

(ii.) marquer ensuite toute colonne ayant un zéro barré sur une ligne marquée

(iii.) marquer alors toute ligne ayant un zéro encadré dans une colonne marquée et répétons (ii.) et (iii.) jusqu'à ce que le marquage ne soit plus possible.

(iv.) Tracer alors un trait sur les lignes non marquées et les colonnes marquées. Considérer le plus petit nombre non rayé du tableau restant : retranchons le de tous les éléments non rayés et ajoutons le aux éléments rayés deux fois.

(v.) Aller à l'étape 3

A la fin de ces procédures nous pouvons obtenir plusieurs solutions d'affectation équivalentes par l'affectation d'un zéro par ligne et par colonne de différentes manières. Dans le cas où aucune solution n'est fournie, il faut reprendre l'algorithme, après avoir affecté le plus de zéros, à la procédure de marquage, et ainsi de suite jusqu'à obtention de la solution.

L'étape 3 correspond au calcul d'un couplage maximal dans un graphe biparti. Les deux ensembles de sommets correspondent respectivement aux lignes et aux colonnes, les arcs modélisent un coût nul de la matrice. La technique de recherche du couplage maximal consiste à rechercher des chemins alternés augmentants [Berge 1983].

Dans notre extension de cette méthode définie ci-après, les contraintes de capacité (lits, capacité horaire des salles d'opérations, capacité de travail des chirurgiens) sont prises en compte lors de la recherche du couplage en interdisant ou autorisant la constitution des chemins alternés. Elles peuvent conduire à rejeter une solution initialement réalisable voir optimale (sans contraintes de capacité) et elles ne garantissent pas l'obtention d'une solution. En ce sens cette extension nous amène à définir une heuristique de résolution mais qui reste toutefois efficace comme le lecteur pourra le constater par la suite.

2.6 L'extension de la Méthode Hongroise

L'extension de la méthode Hongroise pour la résolution des problèmes de programmation et planification des interventions se présente comme suit. La méthode Hongroise est une méthode primale-duale qui étudie le programme dual du problème d'affectation sans les contraintes limitant la capacité des ressources. Elle recherche une solution duale qui vérifie les contraintes du primal et qui peut être étendue à la satisfaction des contraintes additives de ressources. Les contraintes du problème de ***Programmation des Interventions*** sont les suivantes :

- Toute intervention doit être affectée à un et un seul créneau horaire d'une journée.
- Chaque créneau horaire de chaque journée ne peut être affecté qu'à une et une seule intervention.
- La somme des durées des interventions ne doit pas excéder la disponibilité horaire du bloc opératoire pour une journée donnée.
- La durée d'intervention par jour de chaque chirurgien ne doit pas excéder la durée de disponibilité du chirurgien pour la journée considérée.
- Le nombre d'interventions nécessitant un lit doit être inférieur au nombre de lits disponibles au service d'accueil pendant la période d'hospitalisation.

Le processus de vérification des contraintes est mis en œuvre dans le cadre du calcul d'un couplage dans un graphe biparti. Le graphe biparti est défini par un premier ensemble de sommets X qui modélise les tâches (interventions), par un deuxième ensemble de sommets Y qui représente les ressources (un créneau d'une journée), et un ensemble d'arcs U qui traduit les affectations autorisées par la solution duale (coûts nuls). On cherche un sous ensemble W de U qui inclut les N arcs et qui vérifie les contraintes du primal. Chaque sous ensemble est appelé couplage[1] parce que tout couple d'arcs (d'affectation) ne peut pas avoir un sommet commun(équations 2 et 3). Pour construire ce sous ensemble, nous formons plusieurs chemins d'arcs nommés « chemins alternés» qui sont constitués alternativement d'arcs appartenant et n'appartenant pas au couplage.

Les contraintes limitant la capacité des ressources sont prises en compte durant le calcul du couplage en autorisant ou interdisant les affectations permises par la solution duale. De manière plus précise, à chaque augmentation du couplage, ces contraintes sont inspectées. Cette extension de la Méthode Hongroise nous a conduit à définir une heuristique très efficace.

Pour étudier les différents chemins, qui peuvent permettre d'augmenter le couplage, nous utilisons l'approche suivante :

- Dans un premier temps, nous constituons la liste des arcs. Cette liste inclut l'ensemble des arcs modélisant les affectations autorisées par la solution duale. Cet ensemble d'arcs est

[1] Un **couplage** est un sous-ensemble d'arcs (d'arêtes) C tel que deux arcs (arêtes) ne possèdent pas d'extrémité commune.

réparti entre les arcs appartenant au couplage, qui représentent les affectations sélectionnées et les arcs n'appartenant pas au couplage représentant les arcs non sélectionnés ou les affectations infaisables en considérant les contraintes du primal. Les arcs appartenant au couplage vont des sommets Y vers les sommets X et les arcs n'appartenant pas au couplage vont des sommets X vers les sommets Y. Au début la cardinalité du couplage est égale à 0.

- Dans un deuxième temps, nous énumérons les « chemins alternés », ayant pour origine une tâche (intervention) non affectée (sommet n'appartenant pas au couplage). Nous cherchons un « chemin alterné » particulier allant vers une ressource (un créneau d'une journée d'une salle) non affectée (i.e. un sommet qui n'appartient pas au couplage). Ce chemin est appelé «chemin augmentant». Le chemin est constitué par recherche des arcs possibles dans la liste des arcs, il est par définition composé nécessairement d'arcs appartenant et n'appartenant pas au couplage. Les concepts des chemins alternés et des chemins augmentants de R.S Garfinkel et G.L. Nemhauser ont été retenus [Garfinkel 1972]. Nous utilisons une liste Tabou des arcs pour gérer notre énumération des « chemins alternés ». Nous vérifions les contraintes à la sélection des arcs. Considérant la direction des arcs, « un chemin augmentant » est successivement formé par les arcs U et les arcs W. En changeant les anciens arcs U par les nouveaux arcs W et les anciens arcs W par les nouveaux arcs U, le chemin alterné augmentant allant d'une tâche non affectée (premier arc de type U) vers une ressource non affectée (dernier arc de type U) et qui vérifie les contraintes du primal nous permet d'augmenter le couplage d'un arc.

La première solution duale du problème d'affectation (Fonction objective 1 avec les équations 2 et 3) peut être facilement définie en sélectionnant le coût minimal (C (i,p,j)) pour chaque ligne i.e. chaque intervention. Pour chaque ligne, nous retranchons le plus petit élément de la ligne, les affectations possibles obtenues par la solution duale sont définies par les cellules de la matrice de coût égale à zéro.

Si la solution duale ne nous permet pas d'obtenir les N arcs, nous cherchons alors une nouvelle solution duale. Enfin, nous nous arrêtons, lorsqu'un couplage de N arcs est obtenu puisque toutes les contraintes du primal ont été satisfaites (équations 2 à 6).

Pour définir une nouvelle solution duale, nous marquons les sommets des interventions non satisfaites et tous les sommets reliés par un chemin alterné à ceux-ci. Nous cherchons de nouvelles possibilités d'affectation entre les sommets marqués et les ressources non marquées. Les anciennes possibilités retenues entre les interventions et les ressources (i.e. les arcs du couplage) sont soit marqués soit non marqués et seront donc gardés. Nous cherchons le coût minimal (i.e. le minimum de la valeur de C) entre les interventions marquées et ressources non marquées. Ce coût minimal est rajouté à toutes les valeurs des lignes de la matrice de coûts C modélisant les interventions non marquées et enlevé de chaque valeur des colonnes de C représentant une ressource non marquée.

2.7 Expérimentations

Nous avons expérimenté l'outil de programmation des interventions à partir de la résolution de 864 problèmes générés aléatoirement suivant des lois statistiques de distribution Log-Normale [Zhou 1998]. 27 tailles de problèmes ont été étudiées, 32 occurrences pour chaque taille de problèmes ont été résolues. Le nombre d'interventions est N : [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90], le nombre de salles d'opérations est : [1, 2, 3] et le nombre de lits disponibles est : [15, 30, 60]. Un horizon de deux semaines a été considéré avec des interventions d'une durée moyenne de 3 heures et d'un écart type de 2 heures. La date de début au plus tôt et la date de fin au plus tard des interventions sont respectivement de moyenne 4 jours et 7 jours et un écart type de 3 jours. La durée de séjour est égale à 2 jours si la durée d'intervention est inférieure ou égale à 3 heures, sinon à 3 jours. Un coefficient de priorité a été associé à chaque intervention dans la fonction objectif. Celui-ci est égal à la durée opératoire afin de favoriser le placement des opérations les plus graves. Le tableau 6.1. synthétise le résultat de l'expérimentation.

Nombre d'interventions	Capacité en nombre de salles	Nombre de lits	Pourcentage de problèmes résolus	Ecart maximum	Ecart moyen
10	1	15	97%	35,71	6,14
15	1	15	84%	26,09	8,46
20	1	15	50%	18,75	10,46
25	1	15	6%	24,24	18,00
30	1	15	3%	14,29	14,29
25	2	15	97%	50,00	8,79
30	2	15	75%	26,47	11,42
35	2	15	41%	**50,00**	20,85
40	2	15	6%	21,05	17,19
30	2	30	88%	28,57	7,96
35	2	30	69%	32,43	12,53
40	2	30	56%	45,45	17,37
45	2	30	22%	18,60	12,37
50	2	30	6%	25,42	22,71
55	2	30	9%	18,18	14,15
60	2	30	13%	17,65	15,62
45	3	30	84%	25,00	10,80
50	3	30	91%	36,00	14,23
55	3	30	88%	30,77	14,25
60	3	30	66%	30,00	17,22
60	3	60	81%	26,47	14,74
65	3	60	75%	28,57	17,73
70	3	60	72%	30,38	17,49
75	3	60	78%	23,33	14,49
80	3	60	72%	22,12	18,57
85	3	60	66%	24,53	17,78
90	3	60	72%	21,62	14,67
Moyennes				**27,84**	**14,45**

Tableau 6.1. Programmation des interventions

La qualité de l'outil a été jugée sur deux critères : le nombre de problèmes entièrement résolus (Pourcentage de problèmes entièrement résolus) et l'écart du coût de la solution proposée vis à vis d'une borne inférieure de l'optimum (Ecart maximum et Ecart moyen, sur les 32 occurrences considérées).

Le calcul de la borne inférieure est décrit au paragraphe (§ 4.5), il est basé sur un éclatement des interventions en sous-interventions unitaires qui permet de ne plus tenir compte des contraintes de capacité.

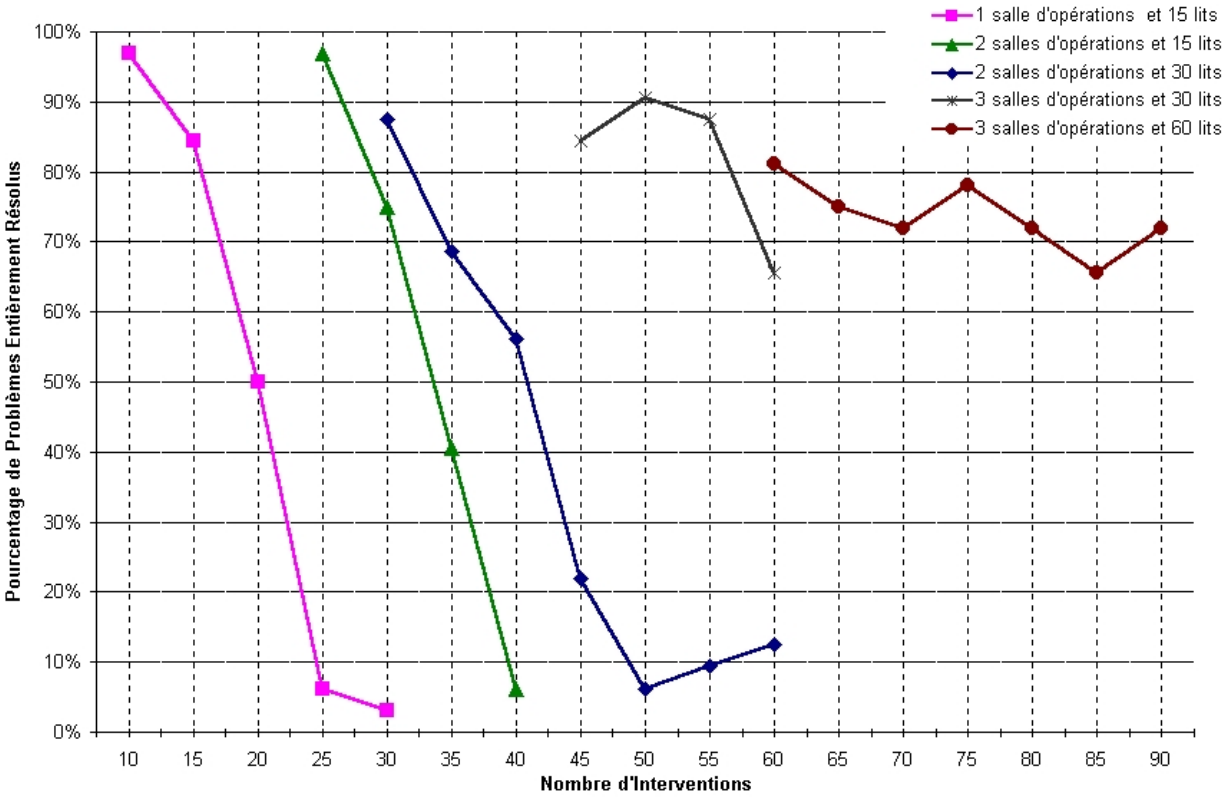


Figure 6.2. Programmation des interventions -Pourcentage de problèmes entièrement résolus

Vis à vis du nombre de problèmes entièrement résolus, c'est à dire pour lesquels l'ensemble des interventions ont été affectées à un créneau horaire d'un jour, on peut constater que la capacité en nombre de salles d'opérations influence fortement ce critère. En effet, même si le nombre d'interventions peut sembler faible il ne faut pas oublier que les interventions doivent être réalisées dans une fenêtre de temps (date de début au plus tôt et date de fin au plus tard) qui peut générer des goulots sur certaines périodes. Plus on aura de salles d'opérations ouvertes plus on aura de possibilités. Pour les problèmes partiellement résolus, un nombre généralement très limité d'interventions n'a pas été programmé. Il appartiendra alors à l'infirmière de consultation de les programmer à l'aide d'un outil de placement interactif en relaxant généralement certaines contraintes.

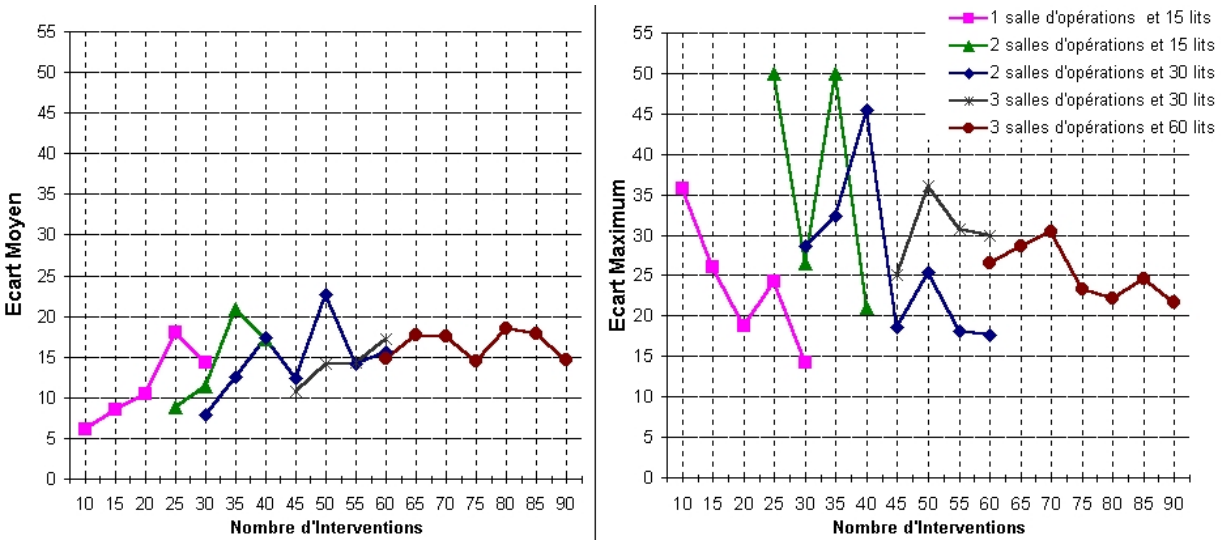


Figure 6.3. Programmation des interventions –Ecart Maximum et Ecart Moyen

Considérant l'écart (écart maximum et écart moyen) vis à vis d'une borne inférieure de la solution optimale (solution optimale que nous ne savons pas calculer en raison de la complexité du problème), les résultats sont très encourageants. En moyenne notre solution se trouve à moins de 15% de l'optimum et à 50% dans le pire des cas.

A l'issue de la programmation des interventions, un planning prévisionnel des interventions est obtenu.

3. DEFINITION DES PLAGES HORAIRES D'OUVERTURE

Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations a été identifié à un problème d'allocation de ressources (paragraphe 3.2 du chapitre 5) et nous présentons ici le programme linéaire associé.

3.1 Paramètres et variables

Soit :

M : le nombre de salles d'opérations,

T : le nombre de périodes (jours),

W : le nombre de chirurgiens,

miniade (r) : nombre minimum d'infirmiers anesthésistes nécessaire pour la salle d'opérations r,

minibode (r) : nombre minimum d'infirmiers de bloc opératoire nécessaire pour la salle d'opérations r,

minmar (r) : nombre minimum de médecins anesthésistes nécessaire pour la salle d'opérations r,

dispiade (j) : nombre minimum d'infirmiers anesthésistes disponibles pour la période j,

dispibode (j) : nombre minimum d'infirmiers de bloc opératoire disponibles pour la période j,

dispmar (j) : nombre minimum de médecins anesthésistes/réanimateurs disponibles pour la période j,

dispchir (j, s) : disponibilité horaire du chirurgien s pour la période j,

demande (j , s) : nombre d'heures d'interventions programmées pour la période j du chirurgien s,

heurjourinf, heurjourmed : nombre d'heures de travail par jour respectivement pour les infirmiers et les médecins anesthésistes-réanimateurs,

heurouv : nombre d'heures d'ouverture du bloc d'opérations par jour,

x (r , j) : coefficient d'ouverture de la salle d'opérations r pour le jour j à définir,

y (r , j , s) : nombre d'heures d'ouverture de la salle d'opérations r pour le jour j du chirurgien s à définir.

3.2 Programme linéaire

$$\text{MINIMISER } (Z) = \sum_{r=1}^{M} \sum_{j=1}^{T} x(r,j) \qquad [12]$$

Minimisation du nombre de salles d'opérations ouvertes par période

Avec :

$$\sum_{r=1}^{M} x(r,j) * miniade(r) \leq dispiade(j) \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad [13]$$

Respect du nombre d'Infirmiers Anesthésistes Diplômés d'Etat (IADEs) disponibles

$$\sum_{r=1}^{M} x(r,j) * minibode(r) \leq dispibode(j) \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad [14]$$

Respect du nombre d'Infirmiers Bloc Opératoire Diplômés d'Etat (IBODEs) disponibles

$$\sum_{r=1}^{M} x(r,j) * minmar(r) \leq dispmar(j) \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad [15]$$

Respect du nombre de Médecins Anesthésistes Réanimateurs (MARs) disponibles

$$\sum_{r=1}^{M} \sum_{q=j}^{T} \sum_{s=1}^{W} y(r,q,s) \geq \sum_{q=j}^{T} \sum_{s=1}^{W} demande(q,s) \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad [16]$$

Respect de la charge programmée

$$\sum_{r=1}^{M} y(r,j,s) \leq dispchir(j,s) \qquad \forall j=1,\ldots,T \quad \forall s=1,\ldots,W \qquad [17]$$

Respect de la disponibilité des chirurgiens

$$\sum_{r=1}^{M} \sum_{j=1}^{T} \sum_{s=1}^{W} y(r,j,s) * miniade(r) \leq \sum_{j=1}^{T} dispiade(j) * heurjourinf \qquad [18]$$

Respect des heures de travail des IADEs

$$\sum_{r=1}^{M}\sum_{j=1}^{T}\sum_{s=1}^{W} y(r,j,s) * minibode(r) \leq \sum_{j=1}^{T} dispibode(j) * heurjourinf \quad [19]$$

Respect des heures de travail des IBODEs

$$\sum_{r=1}^{M}\sum_{j=1}^{T}\sum_{s=1}^{W} y(r,j,s) * minmar(r) \leq \sum_{j=1}^{T} dispmar(j) * heurjourmed \quad [20]$$

Respect des heures de travail des MARs

$$\sum_{s=1}^{W} y(r,j,s) \leq heurouv * x(r,j) \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad \forall r=1,\ldots,M \quad [21]$$

Respect du nombre d'heures d'ouverture des salles d'opérations

$$x(r,j) \leq 1 \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad \forall r=1,\ldots,M \quad [22]$$

Une seule salle d'opérations ne peut être ouverte qu'une fois par jour

$$x(r,j) \geq 0 \text{ et } y(r,j,s) \geq 0 \qquad \forall j=1,\ldots,T \qquad \forall r=1,\ldots,M \quad [23]$$

Toutes les variables sont continues et positives

3.3 Commentaires

Nous cherchons à minimiser le nombre de salles d'opérations ouvertes par période afin de concentrer l'utilisation des ressources humaines et d'offrir plus de possibilités pour la récupération des heures RTT (Récupération de Temps de Travail) dans le cadre de la loi sur les 35 heures (infirmiers) et dans le cadre de la législation européenne des 48 heures (médecins) [12]. Les variables " x (r , j)" prenant la valeur 1 ou 0, nous sommons donc le nombre de salles d'opérations ouvertes sur les T périodes, c'est à dire les variables " x (r , j)" égales à 1. Les contraintes [13] à [15] nous garantissent que chaque salle d'opérations ouverte dispose du personnel requis à savoir : infirmier anesthésiste, infirmier de bloc et médecin anesthésiste/réanimateur. La somme des produits " x (r , j) * miniade (r) (nombre minimum d'IADEs nécessaire pour l'ouverture de la salle d'opérations r)", la somme des produits " x (r , j) * minibode (r) (nombre minimum d'IBODEs nécessaire pour l'ouverture de la salle d'opérations r)" et la somme des produits " x (r , j) * minmar (r) (nombre minimum de MARs nécessaire pour l'ouverture de la salle d'opérations r)" doivent être respectivement inférieure ou égale au nombre minimum d'IADEs disponibles le jour j (dispiade (j)), au nombre minimum d'IBODEs disponibles le jour j (dispibode (j)) et au nombre minimum de MARs disponibles le jour j (dispmar (j)). Les contraintes [16] imposent le respect de la charge programmée mais avec un report de celle-ci uniquement sur des périodes futures. En effet une intervention peut être retardée mais en aucun cas avancée, en raison de la date d'hospitalisation que nous ne remettons plus en cause à ce niveau. Ces contraintes de respect de la demande sont similaires à des contraintes intégrant le phénomène de stocks, mais le stock est ici remplacé par une liste d'attente. Pour tout intervalle allant de j à la période T, la somme du nombre d'heures d'ouvertures des salles d'opérations doit être supérieure ou égale à la somme du nombre

d'heures d'interventions programmées. Les contraintes [17] permettent le respect des disponibilités des chirurgiens. Les contraintes [18] à [20] garantissent que le nombre total d'heures d'ouverture des salles d'opérations n'excède pas le nombre d'heures disponibles respectivement pour les infirmiers anesthésistes, les infirmiers de bloc et les médecins anesthésistes/réanimateurs. La somme des produits " y (r , j , s) * miniade (r)", la somme des produits " y (r , j , s) * minibode (r)" et la somme des produits " y (r , j , s) * minmar (r)" doivent être respectivement inférieure ou égale au nombre d'heures de disponibilité des IADEs, au nombre d'heures de disponibilité des IBODEs et au nombre d'heures de disponibilité des MARs. Les contraintes [13] à [15] portaient sur le nombre de personnes disponibles par jour, les contraintes [18] à [20] considèrent le nombre d'heures disponibles sur l'horizon considéré. Les contraintes [21] lient les coefficients d'ouverture des salles d'opérations au nombre d'heures d'ouverture des salles d'opérations. Les contraintes [22] bornent les coefficients d'ouverture des salles d'opérations. Toutes les variables sont continues et positives (contraintes [23]).

Le nombre d'employés par jour et le nombre journalier d'heures ouvrées, nous permettent de modéliser le respect des accords sur les 35 heures. Ainsi les jours de repos, de congés annuels et de récupération RTT sont facilement modélisables dans le contexte d'un report d'heures au mois ou à l'année. Le problème sous-jacent est que l'on intègre ces jours mais qu'on ne les gère pas ce qui peut conduire à une fuite en avant.

Le nombre de variables de décision (hors variables d'écart) est égal à M*T + M*T*W et le nombre de contraintes à 2*M*T + T*W + 4*T + 3. Pour 3 salles d'opérations partagées entre 4 chirurgiens sur 2 semaines (10 jours), la taille du problème est de 150 variables de décision, 143 variables d'écart et 143 équations. Pour 8 salles d'opérations partagées entre 16 chirurgiens sur 4 semaines (20 jours), la taille du problème est de 2720 variables de décision, 723 variables d'écart et 723 équations. Un solveur industriel tel LINGO[2], peut tout à fait résoudre des problèmes de cette taille.

Les nombres d'heures d'ouverture des salles d'opérations sont liés aux coefficients d'ouverture des salles. Une valeur de coefficient égal à 0.5 signifie qu'une salle d'opérations ne sera ouverte qu'une demi-journée soit de 7h30 à 11h30 ou de 11h30 à 15h30. Considérant l'objectif de concentration des ressources humaines et le coût de nettoyage, il est plus intéressant d'ouvrir une salle une journée, que deux salles une demi-journée. Une expérimentation nous a montré que dans cette configuration, le solveur valuait plutôt une variable à 1 que 2 variables à 0.5 [Guinet 2001a]. Nous supposons que ce phénomène est induit par les contraintes [16]. Néanmoins si l'on veut garantir une solution entière, on utilisera sans aucun problème la procédure arborescente de LINGO vu le nombre réduit de variables entières égal à M*T.

[2] LINGO est une boîte à outils permettant de résoudre des systèmes d'équations et de trouver une bonne solution ou une solution optimale vis à vis d'un critère donné. La qualité de la solution dépend de la complexité du problème modélisé.

La simplicité du programme linéaire modélisant le problème de la définition des plages horaires d'ouverture est due à l'existence de profils horaires (horaires de travail préétablis) associés aux personnels infirmiers et aides soignants. En l'absence de profils horaires, le problème devient NP difficile [Jaumard 1998]. Les profils horaires conditionnent la présence des ressources humaines et le seul vrai degré de liberté restant pour le calcul des heures d'ouverture est la répartition de celles-ci dans les salles d'opérations. Il convient de signaler toutefois que ce modèle peut tout à fait aider le cadre responsable du bloc à l'accord des journées ou demi-journées de congés RTT par le biais de simulations, si la programmation lui en laisse la possibilité. Ce modèle n'aurait par contre plus beaucoup de sens si le personnel infirmier était attaché à un chirurgien, ce qui n'est pas le cas dans le bloc de Chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse.

4. PLANIFICATION DU BLOC OPERATOIRE

L'objectif de la planification du bloc opératoire est d'affecter une salle d'opérations et un créneau horaire d'une journée à chaque intervention programmée ou non programmée (greffes).

4.1 Paramètres et variables

Soit :

N : le nombre d'interventions, T : le nombre de journées à planifier,

M : le nombre de salles d'opérations, W : le nombre de chirurgiens,

H : le nombre de créneaux (huit créneaux ont été définis en heures normales afin de permettre huit interventions d'une heure chacune, quatre créneaux ont été définis en heures supplémentaires afin de permettre un maximum de quatre interventions d'une heure chacune),

Hospcost : le coût d'une journée d'hospitalisation,

Dur (i) : la durée de l'intervention du patient i en heures,

Dmin (i) : la date d'hospitalisation du patient i, le patient est hospitalisé la veille de son intervention programmée,

Dmax (i) : la date limite de réalisation de l'intervention du patient i,

Surg (i) : l'identifiant (numéro) du chirurgien opérant le patient i,

Maxi (j , s) : la durée maximale d'interventions que peut réaliser le chirurgien s sur la journée j,

Regu (j , r) : la disponibilité en heures normales de la salle d'opérations r sur la journée j,

Over (j , r) : la disponibilité en heures supplémentaires de la salle d'opérations r sur la journée j,

Equi (i , r) : cette donnée est valuée à 1 lorsque le personnel ou l'équipement de la salle d'opérations r est nécessaire à l'intervention du patient i, à 0 autrement,

Disp (p) : durée du créneau p, les créneaux sont de durées variables, ils sont d'une durée maximale de quatre heures en heures normales et de deux heures en heures supplémentaires,

Pcost (p , j) : coût de l'heure supplémentaire en créneau p sur la journée j,

C (i , p , j , r) : coût de l'intervention du patient i réalisée durant le créneau p de la journée j dans la salle d'opérations r,

x (i , p , j , r) : cette variable est valuée à 1 lorsque l'intervention du patient i est réalisée durant le créneau p de la journée j dans la salle d'opérations r, 0 autrement.

4.2 Un problème d'affectation sous contraintes de ressources

$$\text{MINIMISER } (Z) = \sum_{i=1}^{N} \sum_{p=1}^{H} \sum_{j=1}^{T} \sum_{r=1}^{M} x (i , p , j , r) * C (i , p , j , r) \qquad [24]$$

Minimisation des coûts fixes des interventions

Avec :

$$\sum_{p=1}^{H} \sum_{j=1}^{T} \sum_{r=1}^{M} x (i , p , j , r) = 1 \qquad \forall\ i = 1, ..., N \qquad [25]$$

Obligation de réaliser toute intervention

$$\sum_{i=1}^{N} x (i , p , j , r) \leq 1 \qquad \forall\ p = 1, ..., H \quad \forall\ j = 1, ..., T \quad \forall\ r = 1, ..., M \qquad [26]$$

Un créneau horaire peut être utilisé au plus une fois

$$\sum_{p=1}^{8} \sum_{i=1}^{N} x (i , p , j , r) * Dur (i) \leq Regu (j , r) \quad \forall\ j = 1, ..., T \quad \forall\ r = 1, ..., M \qquad [27]$$

Respect du nombre d'heures normales disponibles des salles d'opérations

$$\sum_{p=9}^{12} \sum_{i=1}^{N} x (i , p , j , r) * Dur (i) \leq Over (j , r) \quad \forall\ j = 1, ..., T \quad \forall\ r = 1, ..., M \qquad [28]$$

Respect du nombre d'heures supplémentaires disponibles des salles d'opérations

$$\sum_{p=1}^{H} \sum_{r=1}^{M} \sum_{i=1 \mid Surg (i) = s}^{N} x (i , p , j , r) * Dur (i) \leq Maxi (j , s) \quad \forall\ j = 1, ..., T \quad \forall\ s = 1, ..., W \qquad [29]$$

Respect du temps de travail des chirurgiens

$$x (i , p , j , r) = 0 \qquad \forall\ i = 1, ..., N \quad \forall\ p = 1, ..., H \quad \forall\ j = 1, ..., T \mid Dmin (i) \geq j \quad \forall\ r = 1, ..., M \qquad [30]$$

Respect de la date d'hospitalisation

$$x(i,p,j,r) = 0 \quad \forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, j = 1,...,T \mid Dmax(i) < j \quad \forall\, r = 1,...,M \qquad [31]$$

Respect de la date limite d'intervention

$$x(i,p,j,r) = 0 \quad \forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, r = 1,...,M \mid Equi(i,r) = 0 \quad \forall\, j = 1,...,T \qquad [32]$$

Respect de l'équipement de la salle d'opérations nécessaire pour l'intervention

$$x(i,p,j,r) = 0 \quad \forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, j = 1,...,T \quad \forall\, r = 1,...,M \mid Maxi(j, surg(i)) = 0 \qquad [33]$$

Respect de la disponibilité des chirurgiens

$$x(i,p,j,r) = 0 \quad \forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \mid Dur(i) > Disp(p) \quad \forall\, j = 1,...,T \quad \forall\, r = 1,...,M \qquad [34]$$

Respect des durées maximales des créneaux horaires

$$x(i,p,j,r) \in \{0,1\} \quad \forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, j = 1,...,T \quad \forall\, r = 1,...,M \qquad [35]$$

Contraintes d'intégrité

4.3 Calcul des coûts et intégration des contraintes [30] à [34] dans la fonction objectif

$$C(i,p,j,r) = (j - Dmin(i) - 1) * Hospcost + Pcost(p,j) * Dur(i) \qquad [36]$$

$\forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, j = 1,...,T \quad \forall\, r = 1,...,M$
$\mid Equi(i,r) = 1$
$ET\ Maxi(j, surg(i)) \neq 0$
$ET\ Dmin(i) < j \leq Dmax(i)$
$ET\ Dur(i) \leq Disp(p)$

Calcul de coût de l'intervention

$$C(i,p,j,r) = \infty \qquad [37]$$

$\forall\, i = 1,...,N \quad \forall\, p = 1,...,H \quad \forall\, j = 1,...,T \quad \forall\, r = 1,...,M$
$\mid Dmin(i) \geq j$
$OU\ Dmax(i) < j$
$OU\ Equi(i,r) = 0$
$OU\ Maxi(j, surg(i)) = 0$
$OU\ Dur(i) > Disp(p)$

Un coût infini est associé à une intervention en cas de la satisfaction des conditions nécessaires à sa réalisation

4.4 Commentaires

Nous cherchons à minimiser des coûts fixes par intervention [24] dépendant des horaires d'ouverture des salles (heures normales et supplémentaires) et de l'attente du patient (journées

d'hospitalisation supplémentaires en cas de report). Les variables " x (i , p , j , r)" prenant la valeur 1 ou 0, nous sommons les coûts des interventions pour les variables " x (i , p , j , r)" égales à 1. Les contraintes [25] imposent de réaliser toute intervention une et une seule fois. La somme des variables " x (i , p , j , r)" pour l'intervention i sur l'ensemble des jours et des créneaux horaires pour toutes les salles d'opérations doit être égale à 1. Les contraintes [26] garantissent que chaque créneau horaire de chaque journée et de chaque salle d'opérations ne pourra être utilisé plus d'une fois. Les contraintes [27] nous garantissent que la somme des durées des 8 créneaux en heures normales n'excède pas la disponibilité horaire en heures normales. Les contraintes [28] reprennent ce principe pour les 4 créneaux en heures supplémentaires. Les contraintes [29] permettent de limiter la durée d'interventions par jour de chaque chirurgien. Les sommes des produits " x (i , p , j , r) * Dur (i)" (durée) pour tout jour j et toute salle d'opérations r doit être inférieure ou égale au nombre d'heures normales disponibles des salles d'opérations, au nombre d'heures supplémentaires disponibles des salles d'opérations et au nombre d'heures disponibles pour les chirurgiens. Les contraintes [30] à [33] interdisent une intervention avant la date d'hospitalisation plus un jour, après la date limite, ou lorsque la salle est non équipée, ou encore lorsque le chirurgien est indisponible. Les contraintes [34] autorisent l'utilisation de créneaux horaires supérieurs à la durée de l'intervention mais pas l'inverse. Le coût de l'intervention [36] est égal au coût des journées d'hospitalisation supplémentaires et au coût des heures supplémentaires. Considérant la satisfaction du patient, on recherche à réaliser l'intervention au plus tôt.

Une fois les contraintes [30] à [34] intégrées dans la fonction objectif [24], ce problème peut être réduit à un problème d'affectation avec contraintes additives de ressources et ainsi résolu à l'aide d'une extension de la méthode Hongroise [Guinet et Chaabane 2003a] définie au paragraphe (§2.6).

La planification du bloc opératoire répartit les interventions dans les salles d'opérations et dans le temps (possibilité de retarder une intervention). Elle ne décide pas de l'ordre de réalisation des interventions dans les salles d'opérations. Si le critère d'ordonnancement est suffisamment simple, un ordonnancement peut être calculé lors de la planification par une petite modification de la matrice des coûts. Deux cas sont présentés : l'ordonnancement des interventions suivant leur gravité et l'ordonnancement des interventions selon le risque infectieux. Ordonnancer les interventions suivant leur gravité revient en général à ordonnancer les interventions suivant leur durée. Le chirurgien réalisera dans ce cas les interventions les plus graves en premier c'est à dire les plus longues en premier. Dans ce cas le coût $C(i, p, j, r) = a$ devient $C'(i, p, j, r) = a * 100 + Dur(i) * p$. A valeurs a égales, p étant croissant les valeurs Dur (i) élevées seront réservées aux premiers créneaux ($Dur(i) * p < 100$). Ordonnancer les interventions suivant leur risque infectieux revient à ordonnancer les interventions suivant leur valeur ASA (ASA : American Society of Anesthesiologists ; c'est un facteur de risque reconnu par les études

épidémiologiques). Le chirurgien réalisera dans ce cas les interventions les moins infectieuses en premier c'est à dire les plus petites en valeur du code ASA en premier. Dans ce cas $C(i, p, j, r) = a$ devient $C'(i, p, j, r) = a * 100 + ASA(i) * (H + 1 - p)$. A valeurs a égales, $(H + 1 - p)$ étant décroissant, les valeurs $ASA(i)$ faibles seront réservées aux premiers créneaux.

4.5 Borne Inférieure

Une borne inférieure peut être obtenue par la relaxation des équations 27 et 28 (de même pour les équations 29 si les créneaux sont associés aux chirurgiens). Sans les contraintes de capacité, la méthode hongroise nous permet de calculer la solution optimale du problème d'affectation. Afin de réduire le problème avec contraintes de capacité en un problème sans contraintes de capacité, nous considérons des interventions d'une durée opératoire d'une heure chacune ; i.e. pour une intervention d'une durée de 4 heures, 4 interventions d'une durée d'une heure chacune seront prises en compte. Dans ce cas, $Dur(i)$ est égale à 1 pour chaque intervention et les équations 27 et 28 deviennent des combinaisons linéaires des équations 26. Donc, les contraintes de durées deviennent redondantes et peuvent être omises. Nous pouvons noter que cette décomposition des interventions permet un chevauchement entre les périodes régulières et les périodes des heures supplémentaires, phénomène non autorisé malheureusement dans notre heuristique.

4.6 Expérimentations

Nous avons expérimenté l'outils de planification des interventions à partir de la résolution de 608 problèmes générés aléatoirement suivant des lois statistiques de distribution Log-Normale [Strum 2000 ; Strum 2003 ; Zhou 1998]. 19 tailles de problèmes ont été étudiées, 32 occurrences pour chaque taille de problèmes ont été résolues. Le nombre d'interventions est N : [10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85], le nombre de salles d'opérations est M : [1, 2, 3] et le nombre de lits disponibles est : [15, 30, 60]. Un horizon d'une semaine a été considéré avec des interventions d'une durée moyenne de 2 heures et d'écart type 1 heure [Dexter 1999c]. La date de début au plus tôt et la date de fin au plus tard des interventions sont respectivement de moyenne 2 jours et 4 jours et un écart type de 1 jour. Les heures d'ouverture régulière des salles d'opérations sont de 8 heures et les heures supplémentaires sont de 4 heures par jour. Le coût d'un jour d'hospitalisation est de 365€ et les coûts supplémentaires sont de 487€ [Dexter 1996]. La durée de séjour est égale à 2 jours si la durée d'intervention est inférieure ou égale à 2 heures, sinon à 3 jours. Le tableau 6.2. synthétise le résultat de l'expérimentation.

Nombre d'interventions	Nombre de salles	Nombre de lits	Pourcentage de problèmes résolus	Ecart maximum	Ecart moyen	Pourcentage minimum d'optima
10	1	15	100%	6,45	0,59	91%
15	1	15	100%	10,34	1,43	72%
20	1	15	75%	7,23	1,53	47%
25	1	15	6%	4,35	2,17	3%
30	1	15	0%			0%
30	2	30	100%	5,66	0,68	84%
35	2	30	91%	5,51	1,08	59%
40	2	30	72%	8,55	1,71	38%
45	2	30	41%	14,52	4,94	9%
50	2	30	6%	8,87	6,9	0%
55	2	30	16%	16,9	10,85	0%
60	2	30	3%	**25,2**	25,2	0%
55	3	60	100%	4,69	0,84	84%
60	3	60	100%	3,28	0,4	81%
65	3	60	100%	4,11	1,03	63%
70	3	60	97%	4,24	0,63	69%
75	3	60	100%	2,44	0,43	75%
80	3	60	91%	3	0,8	41%
85	3	60	81%	5,06	1,74	6%
Moyenne			**67%**	**7,80**	**3,50**	**43%**

Tableau 6.2. Planification du bloc opératoire avec contraintes des lits

La qualité de l'outil a été jugée sur deux critères : le nombre de problèmes entièrement résolus (Pourcentage de problèmes entièrement résolus) et l'écart du coût de la solution proposée vis à vis d'une borne inférieure de l'optimum (Ecart maximum, Ecart moyen et pourcentage de solutions égales à la borne inférieure de l'optimum, sur les 32 occurrences considérées).

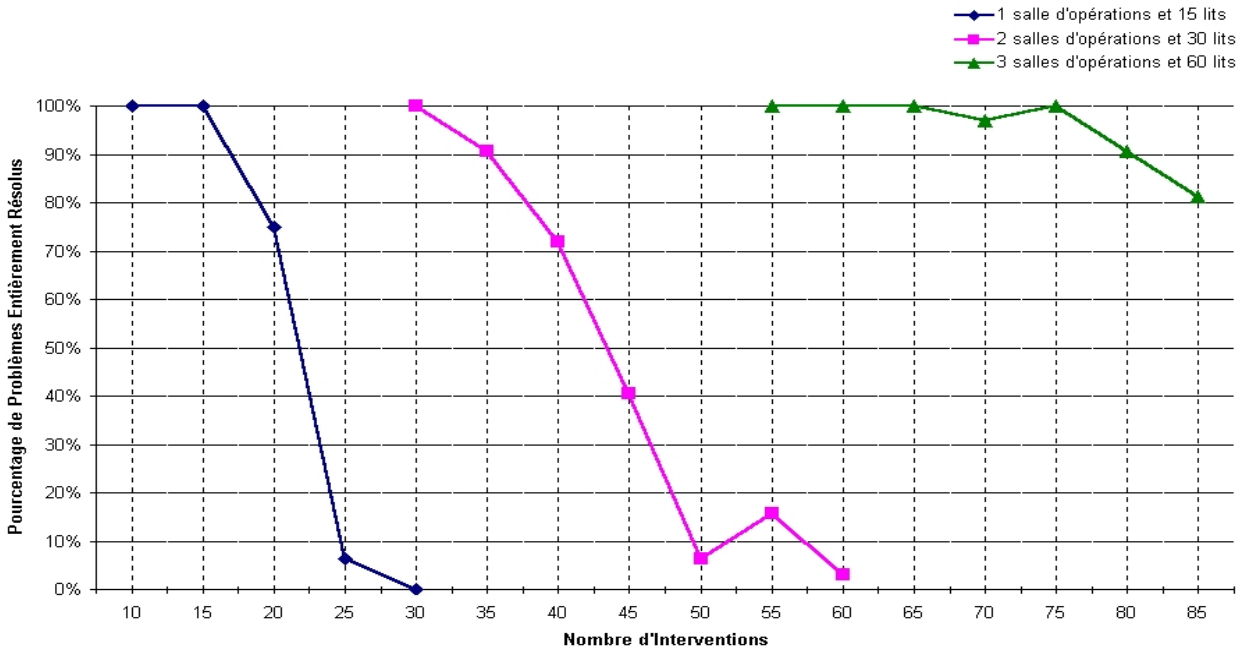


Figure 6.4. Planification du bloc opératoire -Pourcentage de problèmes entièrement résolus

Vis à vis du nombre de problèmes entièrement résolus, on peut constater là aussi que le nombre de salles d'opérations influence fortement ce critère. L'effet conjugué d'interventions de plus courtes durées et de fenêtres de temps (date de début au plus tôt et date de fin au plus tard) moins contraignantes en raison de l'horizon plus court, explique les meilleurs résultats vis à vis du nombre de problèmes entièrement résolus.

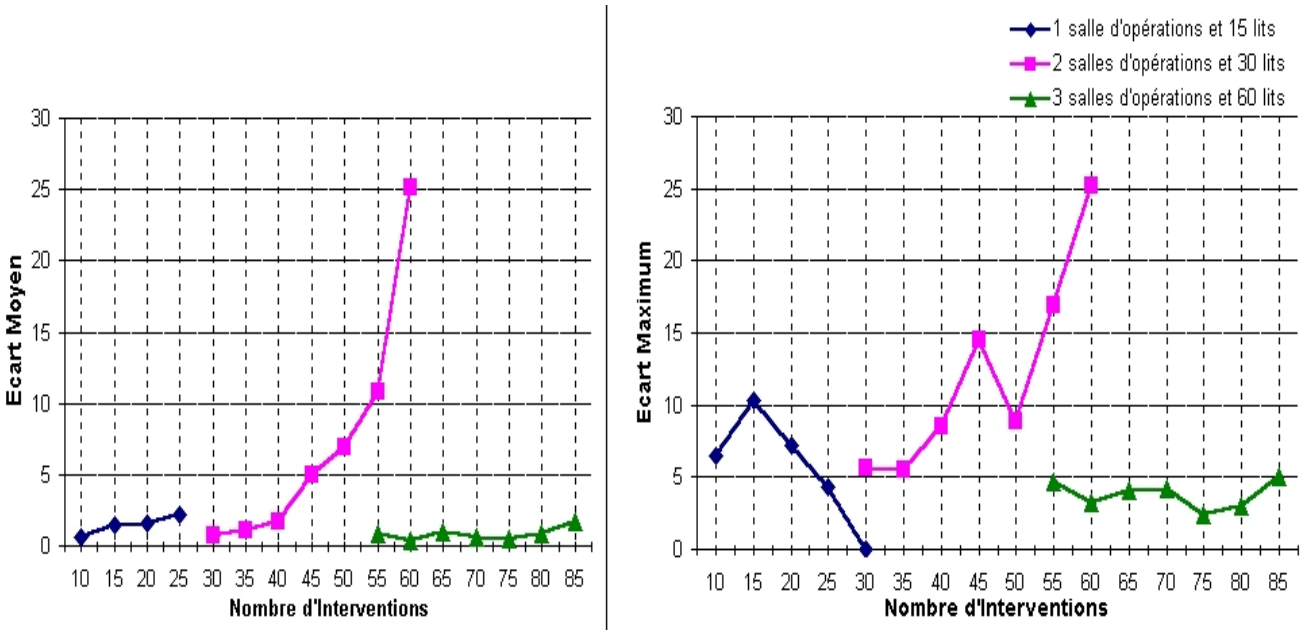


Figure 6.5. Planification du bloc opératoire –Ecart Maximum et Ecart Moyen

Considérant l'écart vis à vis d'une borne inférieure de la solution optimale (que nous ne savons pas calculer en raison de la complexité du problème), les résultats sont très satisfaisants. En moyenne notre solution se trouve à moins de 3,5% de l'optimum et à 25,2% dans le pire des cas.

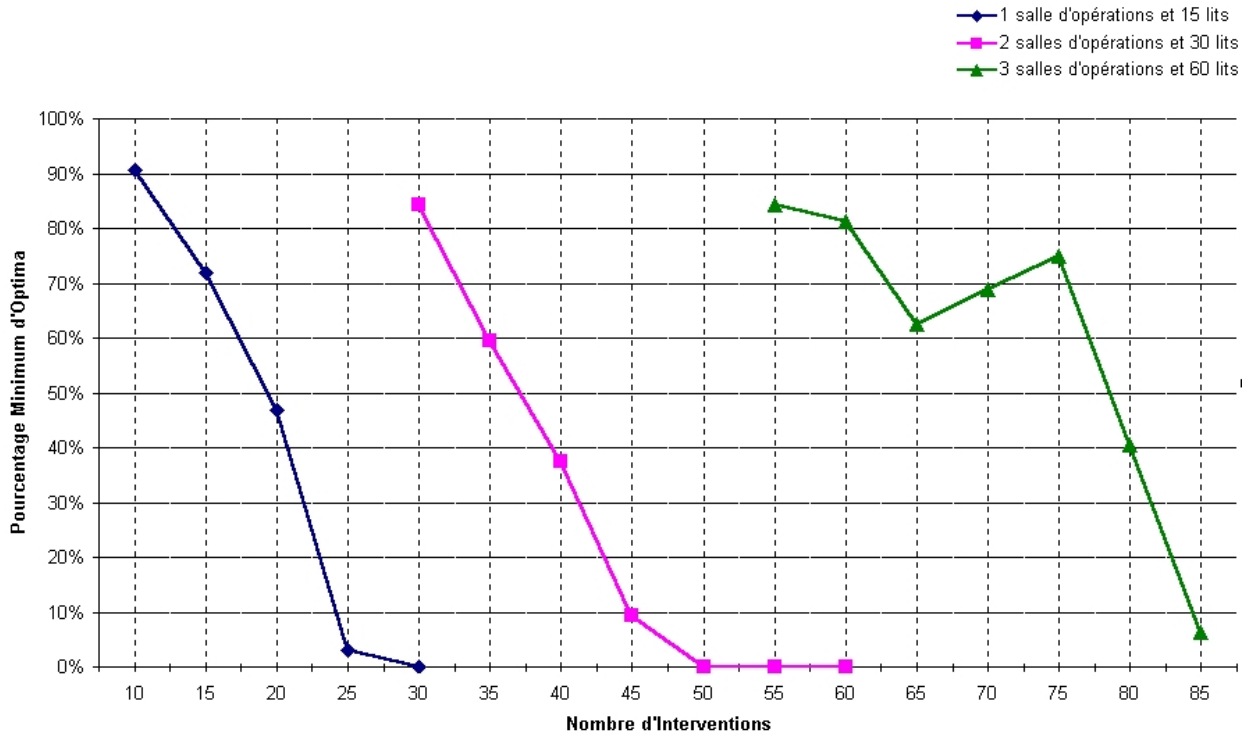


Figure 6.6. Planification du bloc opératoire –Pourcentage minimum d'optima

En comparant la solution obtenue vis à vis d'une borne inférieure de toute solution obtenue, dans 43% des cas nous sommes sûr d'avoir trouvé la solution optimale. A l'issue de la planification des interventions un planning prévisionnel du bloc opératoire à valider est obtenu.

5. ORDONNANCEMENT DES SALLES D'OPERATIONS

La planification du bloc opératoire a permis d'obtenir une répartition des interventions sur les différentes salles d'opérations sur une ou deux semaines. L'ordonnancement des salles d'opérations a pour objectif de déterminer le détail de la réalisation des interventions en salles d'opérations et en salle de réveil de manière à faciliter le travail des infirmiers, des aides-soignants et des brancardiers.

Dans le chapitre précédent le problème d'ordonnancement a été identifié comme un problème de type flow-shop hybride à deux étages sans temps d'attente si nous ne prenons pas en compte les brancardiers. Dans le cas où nous considérerions les brancardiers, le problème d'ordonnancement des interventions est identifié à un flow-shop hybride à trois étages avec contraintes de précédences. L'ordonnancement considéré par la suite sera de type

ordonnancement de permutation pour des raisons de simplification mais aussi parce que les ordonnancements Flow-Shop de type permutation sont dominants en raison de la caractéristique « sans temps d'attente » entre les opérations [Panwalkar 1979]. Considérant l'aspect hybride, l'affectation des travaux aux machines permettra de lever cette hypothèse.

Le problème est modélisé sous la forme d'un flow-shop hybride avec cycles ou plus génériquement sous la forme d'un job-shop avec machines dupliquées. Les N travaux représentent les interventions à réaliser. Les ressources utilisées en série sont : les m(3) binômes de brancardiers (brancardage aller), les m(1) salles d'opérations, les m(2) postes de réveil et les m(3) binômes de brancardiers (brancardage retour). L'objectif recherché (minimisation des heures supplémentaires) est traduit par la minimisation de la plus grande date d'achèvement des interventions [Dexter 2000].

5.1 Etat de l'art : Problèmes de Flow-Shop Hybride

Un problème de flow-shop est décrit comme suit : un ensemble de N travaux qui doivent être exécutés par un groupe de M machines. Tous les travaux sont exécutés selon un même ordre de passage sur les différentes machines. Chaque travail doit être exécuté par une et une seule machine à la fois et chaque machine exécute un et un seul travail à la fois.

Ordonnancer un ensemble de travaux consiste à programmer leur exécution dans le temps en leur allouant les ressources requises et en fixant leurs dates de début d'exécution [Goth 1993].

Un problème de flow-shop hybride (FSH) est composé de M étages. Chaque étage i (i=1,2,…M) est composé à son tour de m(i) machines. Si pour tout i, m(i)=1 alors on retrouve le problème de flow-shop classique. Tous les travaux suivent le même ordre de passage parmi les étages. Vignier et al. [Vignier 1999] ont présenté un état de l'art de problèmes de FSH à deux et à plusieurs étages.

Les problèmes de FSH sont NP-Complet au sens fort, les premiers résultats concernant la complexité de ces problèmes ont été données par Gupta [Gupta 1988] en étudiant le problème à deux étages.

5.1.1 Méthodes exactes

De récents travaux ont traité les problèmes de flow-shop classiques et flow-shop hybrides dans des domaines variés. Ils ont proposé des méthodes exactes pour des problèmes de petites tailles. Les méthodes exactes utilisées étaient pour la plupart des méthodes de type Branch and Bound spécifiques et des solveurs de modèles de programmation linéaire entière.

Allahverdi et al. [Allahverdi 2002] ont étudié les problèmes de flow-shop à deux machines avec comme objectif la minimisation du maximum des retards. Ils ont travaillé aussi sur d'autres applications des problèmes flow-shop comme la relation entre ces problèmes et les problèmes d'accès aux bases de données internet [Allahverdi 2001]. Cheng et Liu [Cheng 2003] ont considéré les problèmes de flow-shop avec des contraintes de disponibilités, Dileepan [Dileepan 2003] s'est intéressé à la contrainte « sans attente » (No-wait), T'Kindt et Gupta [T'kindt 2003] se sont intéressés au cas du flow-shop à deux machines avec deux critères à optimiser, Sung et Kim [Sung 2002] ont considéré le makespan et ont retenu des arrivées dynamiques des travaux, et Lin [Lin 2001] a travaillé sur le problème à deux machines avec des contraintes de délai de livraison donné.

Brah et Hunsuker [Brah 1991] ont introduit les algorithmes de type Branch and Bound pour la résolution de problèmes de FSH. Ils ont adaptés la méthode d'énumération proposée par Bratley et al. [Bratley 1975] utilisée pour ordonnancer un problème de machines parallèles à un étage. Gupta et al. [Gupta 1991] ont utilisé un algorithme de type Branch and Bound pour un problème de FSH à deux étages tel que min (M1, M2)=1. Plus récemment Moursli et Pochet [Moursli 2000] ont présenté un algorithme de type Branch and Bound pour minimiser la plus grande date d'achèvement des travaux en proposant un nouveau schéma de parcours de l'arbre des ordres des travaux.

Aghezzi et al. [Aghezzi 1995] ont étudié trois modèles mathématiques pour la résolution de FSH à M étages avec des machines identiques à chaque étage. Guinet et al. [Guinet 1996a] ont proposé un modèle linéaire en nombres entiers pour la minimisation du makespan du problème FSH à M étages et à machines identiques dans chacun des étages. Riane et al. [Riane 1998] ont développé un modèle mathématique pour la résolution de problème FSH à trois étages avec des machines dédiées dans le deuxième étage.

5.1.2 Méthodes heuristiques

Les heuristiques proposée pour la résolution des problèmes de FSH sont souvent une adaptation ou une application directe des heuristiques développées pour les problèmes de flow-shop classiques [Kharraja 2003].

Lee et Vairaktarkis [Lee 1994] ont développé des heuristiques pour des problèmes de FSH à plusieurs étages. Ils ont suggéré de réduire le problème de M étages à M/2 problèmes de 2 étages.

Guinet et Solomon [Guinet 1996b] ont étudié un problème FSH à M étages. Il sont transformé le problème en un problème de flow-shop classique à M machines. Ils ont appliqué l'heuristique de Campbell et al. [Campbelle 1970] et ont proposé une borne inférieure du retard maximum.

Oguz et al. ont étudié les problèmes de FSH à deux étages avec la contrainte que les tâches doivent être exécutées simultanément par size(i,j) machines de l'étage [Oguz 2003]. Ils ont repris la même contrainte précédente pour étudier des FSH à M étages [Oguz 2004].

Des heuristiques issues des méthodes de type recherche Tabou, Recuit Simulé ou Algorithmes Génétiques ont été élaborés pour résoudre des problèmes de flow-shop classiques et de flow-shop hybrides.

Syswerda [Syswerda 1991], Reeves [Reeves 1995] ont implantés des algorithmes génétiques pour la résolution des problèmes de flow-shop. Caraffa et al. [Caraffa 2001] ont utilisé les algorithmes génétiques pour résoudre un problème de flow-shop sans stocks intermédiaires.

Houari et M'Hallah [Houari 1997] ont comparé la méthode Tabou et le Recuit Simulé homogène pour résoudre un problème du FSH à deux étages. Bagas et Fathi [Bagas 2004] ont utilisé la recherche Tabou pour l'étude des problèmes de FSH à M étages avec des machines identiques à chaque étage et un stock à capacité limitée entre chaque étage.

5.2 Approche de résolution

Une approche de résolution du flow-shop hybride avec recirculation (ou job-shop avec machines dupliquées) que notre laboratoire a défini par le passé pour les systèmes manufacturiers, consiste à transformer un problème job-shop avec machines dupliquées en un problème flow-shop hybride avec contraintes de précédence pour lequel plusieurs outils sont connus et adaptables [Guinet 1998 ; Guinet 2000].

Cette approche de résolution en deux étapes nous amène tout d'abord à **définir un ordre de visite des ressources** afin d'éclater les travaux (interventions) en sous-travaux liés entre eux par des contraintes de précédence. Considérant des opérations fictives de durée nulle, chaque sous-travail visite les ressources en respectant l'ordre préalablement défini. Ensuite, il convient **d'utiliser (un ordre de lancement) des sous-travaux respectant les contraintes de précédence** ainsi qu'une règle d'affectation vérifiant dans ce cas particulier les différentes contraintes de disponibilité (libération) des ressources (aucun stockage intermédiaire n'est permis entre la salle d'opérations et le poste de réveil ni entre le poste de réveil et la prise en charge par le binôme de brancardiers pour le trajet de retour).

Nous avons successivement étudié plusieurs ordres de visite des ressources. Il ressort de cette première partie de l'expérimentation que la séquence " salle d'opération << poste de réveil << binôme de brancardiers " s'avère la plus pratique (vis à vis des contraintes d'absence de stock intermédiaire) et la plus efficace respectivement en temps calcul et en minimisation des temps morts. Ainsi tout travail est éclaté en un sous-travail prédécesseur ne nécessitant qu'une

opération de brancardage aller et un sous-travail successeur requérant les opérations chirurgie, réveil et brancardage retour.

Les règles suivantes de séquencement des interventions ont été adaptées et comparées : Dannenbring, Palmer, Campbell-Dudek-et-Smith, Nawaz-Enscore-et-Ham ainsi que Szwarc. Les règles d'affectation First Available Machine et Last Busy Machine ont été expérimentées pour l'allocation sous contraintes des exemplaires de ressources (Tableaux 6.3, 6.4 et 6.5). Le couple Nawaz-Enscore-et-Ham avec l'indice de Palmer [Palmer 1965] et Last Busy Machine donne les meilleurs résultats.

5.3 Résolution de problèmes Job-Shop et Flow-Shop Hybrides

Notre démarche de résolution des problèmes job-shop hybrides et par conséquence des problèmes flow-shop hybrides s'organisent en trois temps :

1. Réduction du problème job-shop en problème flow-shop par redéfinition des travaux,
2. Calcul d'un ou de plusieurs ordres de lancement pour le problème flow-shop ainsi obtenu,

> Affectation des travaux aux différents exemplaires des ressources pour l'intégration de la caractéristique hybride, ceci pour chaque ordre de lancement défini.

5.3.1 Réduction du problème Job-Shop en problème Flow-Shop

Il existe une différence significative entre le nombre d'outils heuristiques de résolution existants pour traiter les problèmes de pilotage d'organisations de type flow-shop d'une part et de type job-shop d'autre part. Cette différence est en faveur des organisations flow-shop plus simples. Une organisation d'atelier est de type flow-shop lorsque l'ensemble des travaux passe sur les machines en suivant le même chemin. Une organisation d'atelier est de type job-shop lorsque chaque travail utilise les machines dans un ordre qui lui est propre. Notre action consiste à redéfinir un problème job-shop en un problème flow-shop.

a. Définition du problème flow-shop

Les caractéristiques communes aux problèmes d'ordonnancement flow-shop et job-shop sont les suivantes : N travaux doivent être réalisés dans un atelier, les travaux se subdivisent en M opérations non morcelables qui nécessitent chacune une machine donnée, une machine exécute une seule opération à la fois, l'exécution d'une opération i sur une machine j engendre un temps opératoire p(i,j) non nul. L'objectif recherché est la minimisation de la plus grande date d'achèvement des travaux. La caractéristique discriminant les 2 problèmes est l'ordre d'utilisation des machines, commun dans le cas du flow-shop, propre à chaque travail dans le cas du job-

shop. La modification de cette dernière caractéristique afin de ramener un problème job-shop à un problème flow-shop définit la base de notre approche de réduction. Elle est réalisée dans le cadre d'une réorganisation des opérations des travaux.

b. Principes de réduction du problème job-shop

Le problème à résoudre consiste donc à réorganiser les opérations des travaux en nouveaux travaux qui respectent un ordre commun d'utilisation des machines. Pour un problème job-shop à 3 machines (A, B, C), 15 possibilités d'utilisation des machines existent. Retenant l'ordre commun A-B-C, la réorganisation des opérations s'effectue comme suit en fonction des gammes:

A -> A-Ø-Ø	B -> Ø-B-Ø	C -> Ø-Ø-C
C-A -> Ø-Ø-C << A-Ø-Ø	C-B -> Ø-Ø-C << Ø-B-Ø	A-B -> A-B-Ø
A-C -> A-Ø-C	B-A -> Ø-B-Ø << A-Ø-Ø	B-C -> Ø-B-C
A-B-C -> A-B-C	A-C-B -> A-Ø-C << Ø-B-Ø	
B-A-C -> Ø-B-Ø << A-Ø-C	B-C-A -> Ø-B-C << A-Ø-Ø	
C-A-B -> Ø-Ø-C << A-B-Ø	C-B-A -> Ø-Ø-C << Ø-B-Ø << A-Ø-Ø	

La réorganisation des opérations introduit des contraintes de succession (notées <<) entre les nouveaux travaux ainsi que des opérations fictives de temps opératoire nul (notées Ø). Le choix d'un ordre commun d'utilisation des machines peut induire plus ou moins de nouveaux travaux liés par des contraintes de succession. L'objectif recherché lors de ce choix est la minimisation des contraintes de succession. Ce problème de choix définit un problème de voyageur de commerce qui est NP-complet mais qui est bien résolu. L'heuristique de la plus proche insertion [Christofides 1979] a été sélectionnée à cette fin. La réécriture des travaux ne définit pas un problème de décision. Elle est polynomiale : O(NM).

5.3.2 Calcul d'un ordre de lancement

La résolution des problèmes flow-shop obtenus a été traitée de manière comparative par quatre algorithmes : Dannenbring [Dannenbring 1977], Campbell et al. [Campbell 1970], Szwarc [Szwarc 1983] et Nawaz et al. [Nawaz 1983].

a. Heuristique de Palmer (PAL)

L'indice de Palmer est utilisé pour la résolution des problèmes flow-shop à M machines : N/M/F/Cmax. Il consiste à trier les travaux dans l'ordre décroissant d'un Indice (i) définit pour chaque job comme suit :

$$\text{Indice}(i) = \sum_{j=1}^{M} ((2 * j - M - 1) / 2) * p(i,j) \qquad \forall\ i = 1, ..., N$$

Cet indice permet de favoriser les travaux ayant des petits temps opératoires sur les premières machines et des grands temps opératoires sur les dernières machines en les plaçant en premier, et dans la configuration inverse en dernier.

b. Heuristique de Dannenbring (DANN)

L'heuristique **(DANN)** de Dannenbring [Dannenbring 1977] consiste à réduire un problème flow-shop à M machines en un problème à 2 machines et de le résoudre à l'aide de la règle de Johnson [Johnson 1954].

La règle de Johnson divise l'ensemble des travaux en deux sous-ensembles suivant leur plus petit temps opératoire qui se situe soit sur A (pour le premier sous-ensemble) soit sur B (pour le second sous-ensemble). Le premier sous-ensemble est ordonné par ordre croissant des temps opératoires sur A, le deuxième sous-ensemble par ordre décroissant des temps opératoires sur B. L'ordre des travaux est obtenu par concaténation des deux ordres précédents sachant que le premier sous-ensemble est rangé avant le deuxième sous-ensemble.

Une pondération des M machines est utilisée pour discriminer les temps opératoires des deux machines « fictives » qui sont obtenus tous deux par sommation des temps opératoires sur les M machines. Elle est décroissante en fonction de l'indice d'opération i pour les temps opératoires sur A (c.-à-d. : M – j + 1), et croissante en fonction de l'indice d'opération i pour les temps opératoires sur B (c.-à-d. : j).

Nous obtenons les temps opératoires sur les machines fictives suivants :

$$a(i) = \sum_{j=1}^{M} (M - j + 1) * p(i,j) \qquad \text{(Temps opératoire sur la machine fictive 1)}$$

$$b(i) = \sum_{j=1}^{M} j * p(i,j) \qquad \text{(Temps opératoire sur la machine fictive 2)}$$

c. Heuristique de Campbell, Duck & Smith (CDS)

L'heuristique **(CDS)** de Campbell et al. [Campbell 1970] est basée sur la règle de Johnson [Johnson 1954] qui solutionne les problèmes flow-shop à 2 machines en minimisant la plus grande date d'achèvement. CDS permet de résoudre des problèmes flow-shop à M machines (M>>2), en résolvant M problèmes flow-shop à 2 machines [Botta 1995]. Il utilise la règle de Johnson qui place le travail i avant le travail k si :

$$MINIMUM [p(i, 1), p(k, 2)] \leq MINIMUM [p(i, 2), p(k, 1)]$$

(avec p (i, 1) temps opératoire de travail i sur la première machine et p (i, 2) temps opératoire de travail i sur la deuxième machine)

Pour modéliser le problème flow-shop à 2 machines, des temps opératoires sur deux machines fictives A et B sont calculés : a(i) représente la somme des temps opératoires du travail i sur les h premières machines, b(i) représente la somme des temps opératoires du travail i sur les h dernières machines. Valuant h de 1 à M, M problèmes à 2 machines sont obtenus et résolus à l'aide de la règle de Johnson. Le meilleur résultat est sélectionné. La pondération de Dannenbring peut être utilisée dans le cas de cette approche.

Les temps opératoires a(i) et b(i) sont obtenus par les formules suivantes :

$$a(i) = \sum_{j=1}^{h} p(i,j) \qquad \text{et} \qquad b(i) = \sum_{j=M-h+1}^{M} p(i,j)$$

d. Heuristique de Szwarc (SZW)

L'heuristique **(SZW)** de Szwarc [Szwarc 1983] est similaire à l'heuristique de Campbell et al. [Campbell 1970]. Elle est également basée sur la résolution de M problèmes flow-shop à deux machines à l'aide de la règle de Johnson [Johnson1954]. Seule la définition des problèmes à deux machines diffère. Les h avant-dernières machines et les h dernières machines sont considérées pour la constitution des deux machines fictives. Valuant h de 1 à M-1, M-1 problèmes sont ainsi résolus.

$$a(i) = \sum_{j=h}^{M-1} p(i,j) \qquad \text{et} \qquad b(i) = \sum_{j=h+1}^{M} p(i,j)$$

e. Heuristique de Nawaz, Enscore & Ham (NEH)

L'heuristique **(NEH)** de Nawaz et al. [Nawaz 1983] permet de résoudre des problèmes flow-shop à M machines (M >> 2) en minimisant la plus grande date d'achèvement. NEH part de l'hypothèse qu'une attention plus grande doit être accordée aux travaux ayant des temps opératoires importants. Premièrement, elle ordonne les deux travaux ayant les plus grands temps opératoires. Deuxièmement, elle sélectionne le travail non ordonné ayant le plus grand temps opératoire. Elle l'insère dans l'ordre précédent de manière à minimiser la plus grande date d'achèvement. L'étape d'insertion est répétée jusqu'à ce que tous les travaux soient ordonnés. A l'exemple des travaux de Dannenbring, une pondération croissante basée sur les indices de travaux i peut être ici aussi utilisée.

5.3.3 Respect des contraintes de précédence

La prise en compte des contraintes de précédence s'effectue par une modification des temps opératoires pour le calcul de l'ordre de lancement selon les principes suivants. Si un ensemble de

travaux est trié par ordre croissant des temps opératoires, les temps des prédécesseurs sont additionnés au temps du successeur afin que ce dernier soit rangé après les prédécesseurs. Si un ensemble de travaux est trié par ordre décroissant des temps opératoires, les temps des successeurs sont additionnés au temps du prédécesseur afin que ce dernier soit rangé avant les prédécesseurs.

5.3.4 Affectation des travaux aux exemplaires des ressources

Deux règles d'affectation des travaux aux machines sont considérées :

- La règle **FAM (First Available Machine)** affecte chaque travail (considéré dans l'ordre de lancement) au premier exemplaire de machine libre et ceci pour chaque machine dans l'ordre retenu pour les machines. Un travail n'est affecté que si l'ensemble de ses prédécesseurs a déjà été affecté.
- La règle **LBM (Last Busy Machine)** affecte chaque travail (considéré dans l'ordre de lancement) au dernier exemplaire de machine libéré qui ne met pas en retard ce travail et ceci pour chaque machine dans l'ordre retenu pour les machines. Un travail n'est affecté que si l'ensemble de ses prédécesseurs a déjà été affecté.

Les contraintes d'absence de temps d'attente (entre la salle d'opération et la salle de réveil) et d'espace de stockage nul (entre la salle de réveil et le brancardage retour) sont prises en compte lors du placement des machines par un décalage vers la droite des opérations.

5.4 Expérimentations

Nous avons expérimenté les heuristiques suivantes :

- **CDS** : Campell, Dudek et Smith,
- **SZW** : Szwarc,
- **NEH** : Nawas, Enscore et Ham,
- **NEHP** : Nawas, Enscore et Ham avec indice de Palmer simplifié (p (i, j) * (2 * j – M – 1)).

D'autres pondérations de l'heuristique NEH ont été testées (poids de Dannenbring : (j) et (M – j +1)) et ont donné de moins bons améliorations.

Selon trois plans de comparaison :

- **Plan 1** : Comparer pour chaque heuristique les résultats obtenus pour chacune des règles d'affectation FAM et LBM (Tableau 6.3)
- **Plan 2** : Comparer les heuristiques avec la règle d'affectation FAM par rapport à l'heuristique NEHP avec la règle d'affectation LBM (Tableau 6 .4)

- **Plan 3** : Comparer les heuristiques avec la règle d'affectation LBM par rapport à l'heuristique NEHP avec la règle d'affectation LBM (Tableau 6 .5)

Pour chaque plan, les mêmes 544 problèmes ont été générés aléatoirement suivant des lois statistiques de distribution Log-Normale [Zhou 1998]. 17 tailles de problèmes ont été étudiées, 32 occurrences pour chaque taille de problèmes ont été résolues. Nous considérons 3 salles d'opérations, 3 lits de réveil et 2 binômes de brancardiers.

Les temps opératoires pour chaque étage ont été définis comme suit :

- Salle d'opérations : moyenne 120 mn et d'écart type 60 mn
- Lit de réveil : moyenne 60 mn et d'écart type 30 mn
- Brancardage : moyenne 30 mn et d'écart type 10 mn

5.4.1 Plan 1 : Comparaison des règles d'affectation FAM et LBM

Nombre d'interventions	Nombre de salles d'opérations	Moy (NEHPFAM/ NEHPLBM)	Moy (NEHFAM/ NEHLBM)	Moy (CDSFAM/ CDSLBM)	Moy (SZWFAM/S ZWLBM)	Max (NEHPFAM/N EHPLBM)	Max (NEHFAM/ NEHLBM)	Max (CDSFAM/ CDSLBM)	Max (SZWFAM/ SZWLBM)
10	3	6,44	7,39	0,13	0,35	35,76	51,40	1,17	4,67
15	3	3,42	8,8	1,06	0,43	25,91	38,76	5,45	4,31
20	3	5,2	**12,49**	1,63	0,24	**39,34**	**52,52**	**10,25**	1,92
25	3	6,72	12,38	1,39	0,89	27,66	27,97	6,25	4,83
30	3	9,36	11,62	0,94	1,38	31,25	37,53	5,94	5,94
35	3	8,72	12,19	1,59	1,28	22,43	38,90	5,62	5,62
40	3	9,28	10,95	0,87	1,56	19,99	27,83	6,51	6,57
45	3	10,85	12,14	1,94	**1,67**	25,94	25,84	6,81	6,72
50	3	8,98	8,94	1,6	1,21	19,19	22,99	4,99	4,99
55	3	**11,83**	11,01	1,75	1,47	21,25	37,36	4,36	4,39
60	3	10,89	10,46	1,29	0,98	20,71	25,56	4,66	3,79
65	3	10,02	9,49	**2,02**	1,5	17,5	19,79	4,04	3,65
70	3	11,6	10,02	1,53	1,19	17,85	24,40	3,91	3,23
75	3	9,99	10,93	1,49	1,06	16,57	25,75	4,71	3,88
80	3	9,52	10,03	1,49	1,03	15,79	19,95	4,37	4,19
85	3	10,6	10,78	1,39	0,94	21,38	35,05	3,43	2,69
90	3	9,98	10,16	1,77	1,5	15,78	20,75	8,86	**8,28**
Moyenne		**9,02**	**10,58**	**1,40**	**1,10**	**23,19**	**31,31**	**5,37**	**4,69**

Tableau 6.3. Comparaison des règles d'affectation FAM et LBM

Nous avons comparé la valeur du Cmax (Date de fermeture du bloc) engendré par chaque règle d'affectation FAM et LBM pour chaque heuristique. Nous remarquons d'après le tableau 6.3 que la règle FAM donne des solutions plus chères que celles fournies par LBM, cette différence est en moyenne de 1% à 10% et peut atteindre jusqu'à 31% au maximum.

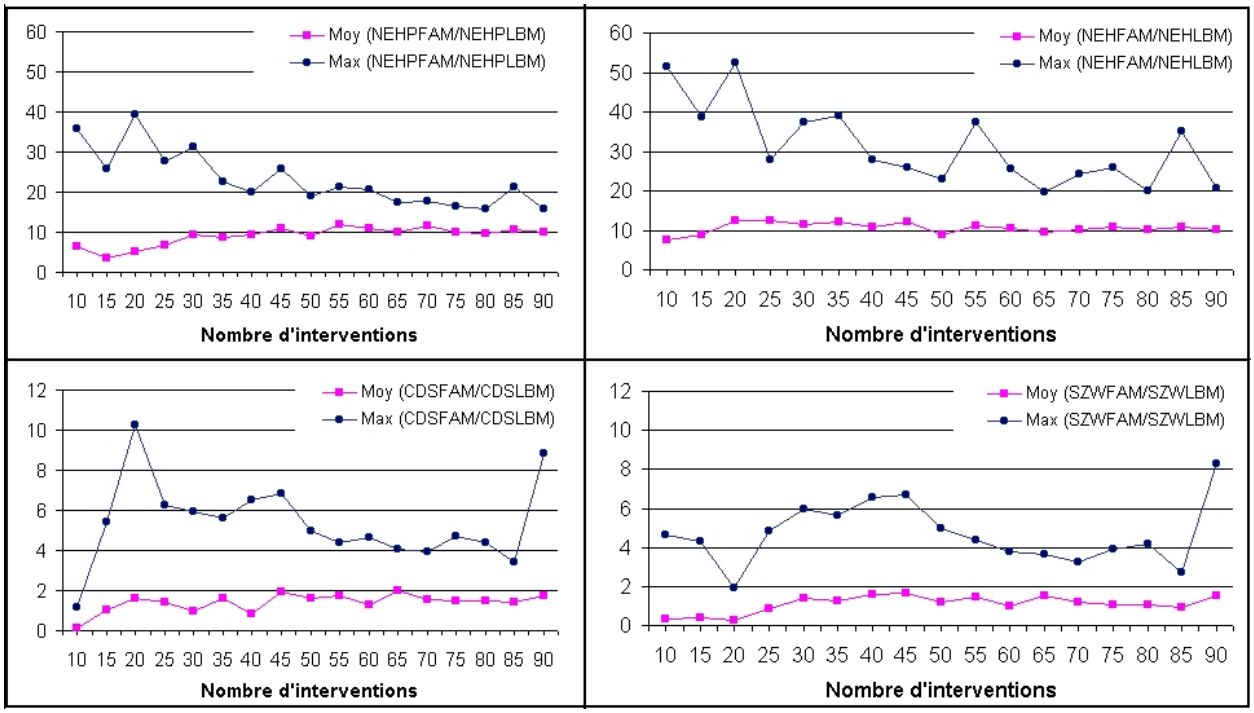


Figure 6.7. Comparaison des règles d'affectation FAM et LBM

La figure 6.7 présente les différents résultats obtenus pour chaque heuristique.

Nous remarquons que les heuristiques CDS et SZW ont des comportements analogues et les deux règles d'affectation fournissent des Cmax très proches, FAM est plus cher que LBM de 1% en moyenne et de 10% au maximum.

Les heuristiques NEHP et NEH engendrent des Cmax élevés avec la règle FAM qui peuvent atteindre 40% dans le cas de NEHP et 52% dans le cas de NEH. Les moyennes restent autour de 10%.

Cette différence semble s'expliquer par le nombre de solutions calculées par CDS et SZW (M solutions complètes) et NEHP et NEH (de l'ordre de N2 solutions partielles), M étant le nombre d'étages (ici 3) et N le nombre d'interventions.

5.4.2 Plan 2 : Comparaison des couples (NEHP,FAM), (NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) par rapport au couple (NEHP,LBM)

Nombre d'interventions	Nombre de salles d'opérations	Moy (NEHPFAM/ NEHPLBM)	Moy (NEHFAM/ NEHPLBM)	Moy (CDSFAM/ NEHPLBM)	Moy (SZWFAM/ NEHPLBM)	Max (NEHPFAM/ NEHPLBM)	Max (NEHFAM/ NEHPLBM)	Max (CDSFAM/N EHPLBM)	Max (SZWFAM/ NEHPLBM)
10	3	6,44	14,70	-7,7	-6,64	35,76	**65,01**	11,28	11,28
15	3	3,42	10,54	-4,26	-3,85	25,91	41,79	10,48	10,48
20	3	5,2	12,59	2,36	2,85	**39,34**	64,42	18,27	18,27
25	3	6,72	13,24	0,62	0,9	27,66	53,70	17,35	17,89
30	3	9,36	14,73	9,13	9,21	31,25	47,73	22,57	22,65
35	3	8,72	**17,00**	12,59	12,63	22,43	46,96	27,78	27,78
40	3	9,28	13,95	15,49	15,53	19,99	60,03	32,83	32,95
45	3	10,85	13,29	16,52	16,59	25,94	34,58	24,53	25,04
50	3	8,98	13,36	17,23	17,26	19,19	35,94	31,36	31,46
55	3	**11,83**	14,85	21,21	21,26	21,25	39,59	33,36	33,40
60	3	10,89	13,85	21,43	21,46	20,71	37,60	36,06	36,10
65	3	10,02	12,52	21,77	21,78	17,5	27,37	32,56	32,56
70	3	11,6	13,29	24,21	24,23	17,85	29,41	35,03	35,07
75	3	9,99	12,98	24,33	24,34	16,57	30,77	33,86	33,86
80	3	9,52	12,55	24,17	24,19	15,79	37,24	**37,52**	**37,52**
85	3	10,6	15,34	**25,83**	**25,85**	21,38	37,77	36,57	36,64
90	3	9,98	11,48	25,46	25,46	15,78	22,88	33,67	33,67
Moyenne		**9,02**	**13,54**	**14,73**	**14,89**	**23,19**	**41,93**	**27,95**	**28,04**

Tableau 6.4. Comparaison des couples (NEHP,FAM)),(NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) par rapport au couple (NEHP,LBM)

Le tableau 6.4 synthétise les résultats du deuxième plan de comparaison (Plan2). Nous remarquons que les couples (NEHP,FAM), (NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) fournissent des résultats plus chers que ceux trouvés par le couple (NEHP,LBM). Cette différence varie en moyenne entre 9% et 15% et peut atteindre 42% au maximum.

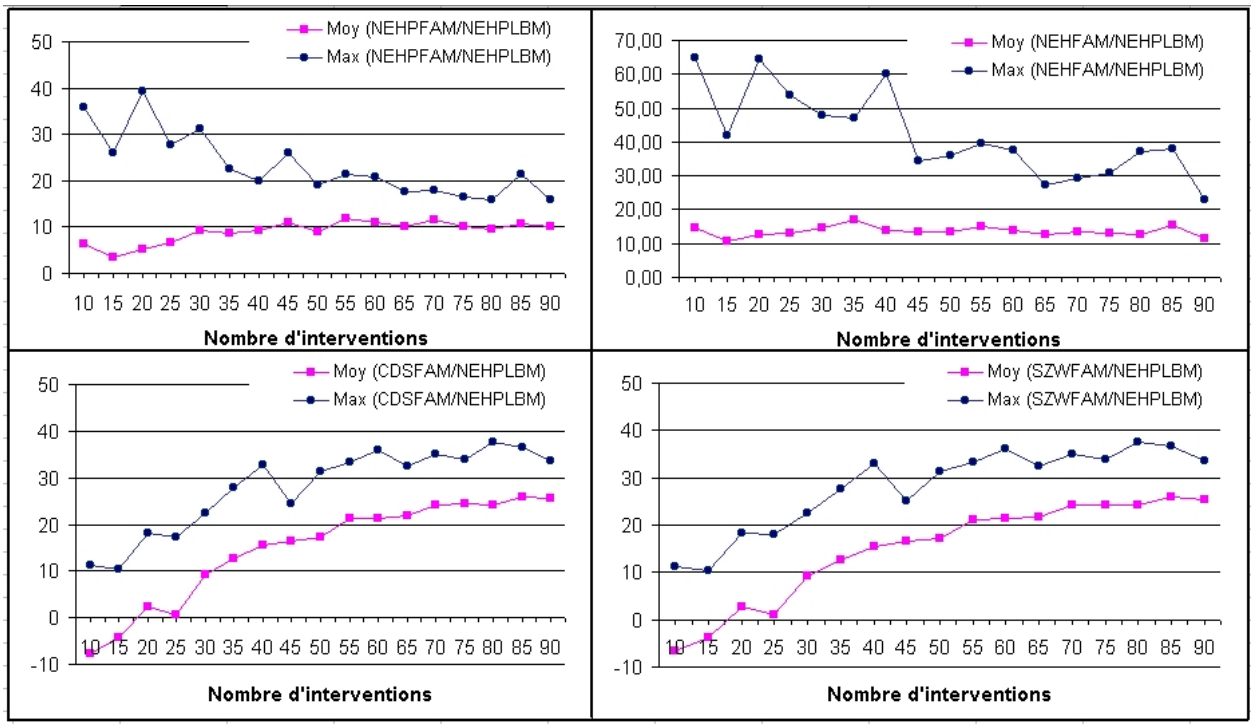


Figure 6.8. Comparaison des Comparaison des couples (NEHP,FAM), (NEH,FAM), (CDS,FAM) et (SZW,FAM) par rapport au couple (NEHP,LBM)

Le couple (NEH,FAM) fournit des solutions plus chères que le couple (NEHP,LBM), en moyenne autour de 14% et le maximum entre 22% et 65%.

Nous remarquons que les couples (CDS,FAM) et (SZW,FAM) ont des comportements similaires, ils fournissent des Cmax allant en moyenne jusqu'à 25% et au maximum jusqu'à 37%. Nous observons que plus le nombre d'interventions augmente plus les solutions trouvées sont chères. Ceci peut s 'expliquer par le nombre de solutions calculées.

5.4.3 Plan 3 : Comparaison des couples (NEH,LBM), (CDS,LBM) et (SZW,LBM) par rapport au couple (NEHP,LBM)

Nombre d'interventions	Nombre de salles d'opérations	Moy (NEHLBM/NEHPLBM)	Moy (CDSLBM/NEHPLBM)	Moy (SZWLBM/NEHPLBM)	Max (NEHLBM/NEHPLBM)	Max (CDSLBM/NEHPLBM)	Max (SZWLBM/NEHPLBM)
10	3	**7,26**	-7,82	-6,95	51,43	11,28	11,28
15	3	2,10	-5,23	-4,28	33,71	10,48	10,48
20	3	-0,14	0,31	2,14	36,84	18,27	18,27
25	3	1,07	-0,76	0,01	**56,15**	13,09	17,89
30	3	3,02	8,62	7,76	29,65	57,71	21,76
35	3	4,67	10,88	11,24	32,16	26,96	27,78
40	3	2,72	14,93	13,78	31,61	**61,88**	30,92
45	3	1,18	14,33	14,71	19,17	24,02	24,35
50	3	4,68	15,4	15,88	41,49	29,94	31,46
55	3	3,52	19,13	19,48	23,25	27,92	28,35
60	3	3,09	19,91	20,3	26,30	34,88	34,92
65	3	2,88	19,36	19,99	19,15	30,96	30,96
70	3	3,00	22,35	22,76	11,07	33,79	33,79
75	3	1,88	22,53	23,05	21,59	33,40	33,71
80	3	2,29	22,36	22,93	23,92	36,65	**36,65**
85	3	4,19	**24,12**	**24,69**	22,24	36,51	36,54
90	3	1,28	23,31	23,63	14,54	31,38	31,41
Moyenne		**2,86**	**13,16**	**13,60**	**29,07**	**30,54**	**27,09**

Tableau 6.5. Ordonnancement des salles d'opérations

Nous avons comparé les Cmax engendrés par les heuristiques CDS, SZW et NEH par rapport au Cmax de l'heuristique NEHP qui fournit les meilleurs résultats.

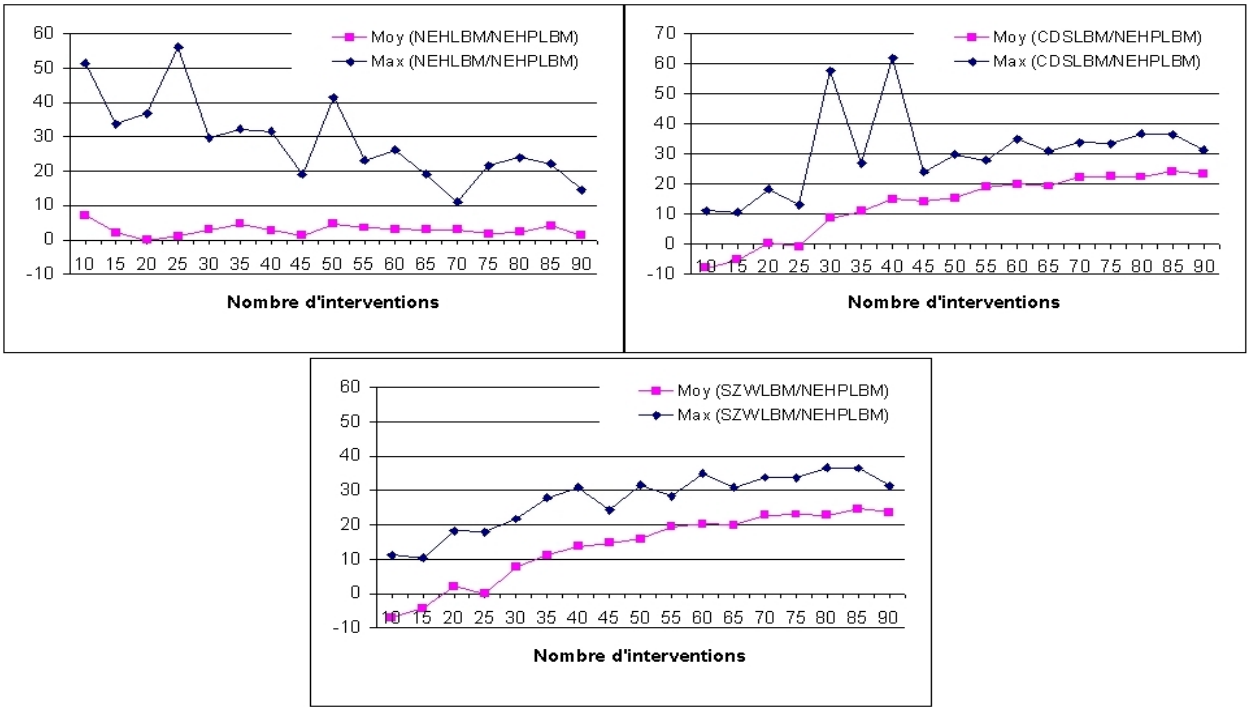


Figure 6.9. Comparaison des couples (NEH,LBM), (CDS,LBM) et (SZW,LBM) par rapport au couple (NEHP,LBM)

L'heuristique NEH fournit des Cmax plus chers que ceux fournis par NEHP en moyenne 2,86%. Ils peuvent être 56,15% plus chers dans le pire des cas. Ils restent dans la majorité des cas plus chers d'environ 20% (médiane des maximums).

L'heuristique CDS fournit des Cmax plus chers que ceux fournis par NEHP (en moyenne 13,16%). Ils peuvent être 56,15% plus chers dans le pire des cas. Nous constatons que plus le nombre des interventions augmente plus les Cmax engendrés par CDS sont chers et peuvent être de 30% dans le pire des cas et de 13% en moyenne.

L'heuristique SZW engendre des Cmax plus chers que ceux fournis par NEHP (en moyenne 13,60%). Ils peuvent être 36,65% plus chers dans le pire des cas. Nous constatons que plus le nombre des interventions augmente plus les Cmax engendrés par SZW sont plus chers et peuvent être de 30% dans le pire des cas et de 14% en moyenne.

5.4.4 Conclusion

Les résultats de la comparaison des règles d'affectation nous ont montré que la règle d'affectation **LBM donne de meilleures résultats** par rapport à la règle FAM .

Le second plan de comparaison nous a montré que le **couple (NEHP,LBM) donne des solutions beaucoup moins chères** que les couples (CDS,FAM), (SZW,FAM),(NEH,FAM) et bien sûr (NEHP,FAM).

Enfin, les résultats de la dernière comparaison (Plan 3) nous ont montrés que le couple (NEHP,LBM) fournit de meilleures solutions par rapport aux couples (CDS,LBM), (SZW,LBM),(NEH,LBM).

Pour conclure ces expérimentations le couple heuristique Nawaz-Enscore-et-Ham avec l'indice de Palmer et la règle d'affectation Last Busy Machine donne les meilleurs résultats.

Nous n'avons pas indiqué les minimums par soucis concision.

SYNTHESE CHAPITRE 6

Notre approche de gestion s'intègre dans le cadre d'une programmation ouverte suivant une stratégie de délai raisonnable (« reasonable time »). Notre champ d'action est un bloc opératoire mono-disciplinaire d'un hôpital public : bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse.

L'approche décisionnelle proposée qui s'apparente à une approche de type MRP2, se décompose en plusieurs niveaux de décision [Chaabane et Guinet 2004b ; Chaabane 2004c ; Guinet et Chaabane 2001b ; Guinet et Chaabane 2003a ; Guinet et Chaabane 2003b ; Guinet et Chaabane 2003c]. Nous avons identifié quatre problèmes de gestion qui représentent les différents niveaux de décision : programmation opératoire, définition des horaires d'ouverture des salles d'opérations du bloc, planification du bloc opératoire et ordonnancement des interventions.

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté la résolution de ces différents problèmes ainsi que les expérimentations des outils développés à chaque niveau décisionnel.

Les problèmes « Programmation des interventions » et « Planification du bloc opératoire » ont été modélisés sous forme de problèmes d'affectation avec des contraintes additionnelles de ressources et de fenêtre de temps. Ils ont été résolus par une extension heuristique de la méthode Hongroise. La qualité des outils a été jugée sur deux critères : le nombre de problèmes entièrement résolus (Pourcentage de problèmes entièrement résolus) et l'écart du coût de la solution proposée vis à vis d'une borne inférieure de l'optimum (Ecart maximum et Ecart moyen, sur les 32 occurrences considérées).

Le calcul de la borne inférieure a été basé sur un éclatement des interventions en sous-interventions unitaires qui permet de ne plus tenir compte des contraintes de capacité (les contraintes de fenêtre ayant été intégrées dans la fonction objectif) et de résoudre le problème ainsi modélisé à l'aide de la méthode Hongroise d'origine.

Concernant la programmation des interventions, vis à vis du nombre de problèmes résolus, c'est à dire pour lesquels l'ensemble des interventions ont été affectées à un créneau horaire d'un jour, on a pu constater que la capacité en nombre de salles d'opérations influence fortement ce critère. Pour les problèmes partiellement résolus, un nombre généralement très limité d'interventions n'a pas été programmé. Il appartiendra alors à l'infirmière de consultation de les programmer à l'aide d'un outil de placement interactif en relaxant généralement certaines contraintes. Considérant l'écart (écart maximum et écart moyen) vis à vis d'une borne inférieure de la solution optimale, en moyenne notre solution se trouve à moins de 15% de l'optimum et à 50% dans le pire des cas.

A l'issue de la programmation des interventions, un planning prévisionnel des interventions est obtenu.

Considérant la planification du bloc opératoire, vis à vis du nombre de problèmes résolus on a pu constater là aussi que le nombre de salles d'opérations influence fortement ce critère. L'effet conjugué d'interventions de plus courtes durées et de fenêtres de temps (date de début au plus tôt et date de fin au plus tard) moins contraignantes en raison de l'horizon plus court, explique les meilleurs résultats vis à vis du nombre de problèmes entièrement résolus. Considérant l'écart vis à vis d'une borne inférieure de la solution optimale, en moyenne notre solution se trouve à moins de 3,5% de l'optimum et à 25,2% dans le pire des cas. Dans 43% des cas nous sommes sûrs d'avoir trouvé la solution optimale.

A l'issue de la planification des interventions un planning prévisionnel du bloc opératoire à valider est obtenu.

Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles a été modélisé par un programme linéaire et résolu à l'aide d'un simple solveur.

Enfin l'approche de résolution du problème d'ordonnancement des salles d'opérations s'est inspirée d'un outil développé pour la résolution des problèmes job-shop. Cette approche se compose de deux étapes : définition de l'ordre de visite des ressources et lancement de sous-travaux liés par des contraintes de précédence. Nous avons expérimenté les heuristiques suivantes : Campell, Duck et Smith (CDS), Szwarc (SZW), Nawas, Enscore et Ham (NEH) et Nawas, Enscore et Ham avec l'indice de Palmer (NEHP). Nous avons appliqué les règles d'affectation FAM (First Available Machine) et LBM (Last Busy Machine). Nous avons comparé les heuristiques NEH, CDS et SZW par rapport à NEHP (NEH avec l'indice de Palmer : p (i, j) * (2 * j - M - 1)) et en appliquant la règle d'affectation LBM. Nous avons trouvé que les trois heuristiques (NEH, CDS et SZW) donnent des coûts plus élevés que ceux donné par NEHP. Suite à ces expérimentations nous avons conclu que le couple Nawaz-Enscore-et-Ham avec l'indice de Palmer et la règle d'affectation Last Busy Machine donne les meilleurs résultats.

Dans ce chapitre nous avons modélisé les différentes problèmes de gestion des blocs opératoires identifiés dans les chapitres précédents. Cette modélisation met l'accent sur la complexité des problèmes étudiés et les contraintes de disponibilités des ressources humaines et matérielles à pendre en compte à chaque étape de décision. Pour résoudre ces problèmes, nous avons proposé des méthodes et des outils issus et appliqués dans le domaine manufacturier. Ceci a démontré la possibilité de transfert de connaissances entre les systèmes industriels et les systèmes hospitaliers. Les outils développés sont issus de méthodes connues (exemple : méthode Hongroise), ils permettent la programmation et la planification des interventions avec vérification des contraintes de disponibilité des salles d'opérations, des lits d'hospitalisation et

des fenêtres de temps. Les heuristiques d'ordonnancement sélectionnées prennent en compte quant à elles les contraintes de disponibilité des ressources critiques qui interviennent tout au long du processus per-opératoire. Ces ressources sont représentées par les brancardiers, les salles d'opérations et les lits de réveil.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le travail exposé dans ce mémoire, organisé en six chapitres, s'intéresse à de la gestion prédictive des blocs opératoires. Ce travail entre dans le cadre du projet HRP (Hospital Resources Planning) financé par la région Rhône-Alpes.

Nous avons, au fil des pages, présenté le cadre de notre étude et les principales étapes de la démarche entreprise. Nos investigations se sont orientées vers le Bloc Opératoire, qui définit le secteur le plus complexe et le plus coûteux de l'hôpital.

Le processus opératoire, principal processus du bloc opératoire, se décompose en trois phases : la phase pré-opératoire, la phase per-opératoire et la phase post-opératoire. La phase pré-opératoire correspond à la prise en charge du patient jusqu'à la veille de l'intervention. La phase per-opératoire définit la période de l'intervention. La phase post-opératoire recouvre l'ensemble des soins à l'issue de l'intervention.

Nous avons analysé dans le premier chapitre les activités, les ressources et les flux existants du processus opératoire. Cette étude a permis d'identifier les caractéristiques et la complexité du processus et a mis en évidence les points forts et les points faibles de l'existant du bloc de Chirurgie Générale de l'Hôpital de la Croix-Rousse. Une étude des obligations légales auxquelles est soumis le processus opératoire a été présentée en fin de chapitre.

Un état de l'art en gestion hospitalière a été mené selon quatre principaux thèmes : management des systèmes hospitaliers, systèmes d'information hospitaliers, dimensionnement et allocation des ressources. Ce dernier thème a été le plus exploré. Cet état de l'art a mis en évidence la possibilité d'utiliser et d'adapter des outils du domaine industriel au milieu hospitalier (simulation, modélisation mathématique, techniques des files d'attente, méthodes et techniques de la Recherche Opérationnelle, …). La majorité des travaux rencontrés a été élaborée en Amérique de Nord, mais ces dernières années une croissance considérable des projets et des travaux sur des problématiques de gestion en milieu hospitalier est à noter dans des pays francophones. Malheureusement les outils présentés dans ces travaux proposent des approches de gestion locales et non globales.

Nous avons choisi le bloc de chirurgie générale de l'hôpital de la Croix-Rousse qui est un bloc mono-disciplinaire. Ce choix s'explique par le fait que, d'une part, son activité est variée (nombre important d'interventions réalisées par an, variété des interventions, …) et, d'autre part, par le travail collaboratif de ses acteurs en coordination avec le personnel de service de

consultation qui permet la participation de tous les intervenants à l'élaboration des programmes opératoires. L'existence d'une charte de bloc, de lieux de rencontre pour discuter et valider le programme ainsi que de l'existence d'un conseil de bloc, constituent les points forts de cette organisation. L'étude des caractéristiques de cette organisation a fait l'objet du troisième chapitre. Malheureusement, au niveau opérationnel, il n'existe aucune méthode ni outil automatisé pour aider les acteurs à prendre leurs décisions ni à objectiver les décisions prises. Suite à cette étude quatre problèmes de gestion ont été identifiés : programmation des interventions, définitions des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, planification du bloc opératoire et ordonnancement des salles d'opérations. Enfin, nous avons présenté les difficultés rencontrées au cours de cette étude, elles sont de trois types : humaines, organisationnelles et informationnelles.

Le système de santé français présente un paysage varié. Il fait cohabiter des établissements de trois types de statuts juridiques : public, privé à but lucratif et privé à but non lucratif. Le secteur privé représente le tiers des établissements de santé français. Dans le chapitre 4 nous avons étudié l'impact juridique des établissements de santé français sur l'organisation des blocs opératoires. Nous avons présenté la définition et les missions des trois statuts juridiques ainsi que leurs modes de financement. Trois établissements appartenant à ces différents statuts ont été étudiés : l'Hôpital de la Croix-Rousse (public), le Centre Hospitalier Privé de la Loire (privé à but lucratif) et le Centre Hospitalier Saint-Joseph et Saint-Luc (privé à but non lucratif). Ces établissements présentent des similitudes par les problématiques similaires de dimensionnement et d'organisation et des différences par les stratégies de programmation et les objectifs à atteindre. L'impact de la forme juridique sur l'organisation des blocs opératoires a été étudié à partir des évolutions de l'organisation des blocs opératoires, de l'application des lois hospitalières concernant ce secteur et enfin de l'identification des différents nœuds de pouvoirs. Des lois destinées à faciliter la mise en place d'une bonne organisation des blocs opératoires ont été établies. La consultation entre les acteurs du bloc semble prendre une place déterminante dans les établissements publics et privés à but non lucratifs et elle est moins présente dans les établissements privés à but lucratif. Mais l'ensemble des lois se heurte à des jeux de pouvoirs entre les acteurs et ce phénomène a été observé dans tous les types d'établissements.

Dans les deux derniers chapitres de ce mémoire nous avons proposé des outils de gestion prédictive pour répondre aux quatre problèmes de gestion identifiés dans les chapitres précédents. Nous avons présenté tout d'abord les principaux éléments de la gestion prédictive des blocs opératoires : la programmation opératoire, la connaissance des durées opératoires et les outils appliqués. Nous avons étudié un bloc opératoire mono-disciplinaire dans un hôpital public. Notre stratégie de programmation s'intègre dans le cas d'une programmation ouverte. L'approche décisionnelle que nous avons exposée s'apparente à une approche hiérarchique de

type MRP2 et se décompose en 4 niveaux décisionnels : programmation des interventions, définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, planification du bloc opératoire et ordonnancement des salles d'opérations.

Le problème de la programmation des interventions a été identifié à un problème d'affectation généralisée, problème réputé NP-difficile. Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations peut être défini comme un problème linéaire d'allocation de ressources. Le problème de planification des interventions a été identifié comme étant un problème d'affectation sous contraintes de ressources. Enfin le problème d'ordonnancement des interventions définit un problème de Flow-Shop Hybride à trois étages avec cycles et sans temps d'attente si nous prenons en compte les brancardiers.

Dans le dernier chapitre nous avons présenté la résolution de ces différents problèmes ainsi que les expérimentations des outils développés à chaque niveau décisionnel. Les problèmes « Programmation des interventions » et « Planification du bloc opératoire » ont été modélisés sous forme de problèmes d'affectation avec des contraintes de ressources et de fenêtres de temps. Ils ont été résolus de manière heuristique par une extension de la méthode Hongroise. Le problème de définition des plages horaires d'ouverture des salles a été modélisé par un programme linéaire et résolus à l'aide d'un solveur. Enfin l'approche de résolution du problème d'ordonnancement des salles d'opérations s'est inspirée d'un outil développé pour la résolution des problèmes Job-Shop. Cette approche se décompose de deux étapes : définition d'un ordre de visite des ressources et lancement des travaux en respectant des contraintes de précédence. Nous avons expérimenté les heuristiques suivantes : Campell, Duck et Smith (CDS), Szwarc (SZW), Nawas, Enscore et Ham (NEH) ainsi que Nawas, Enscore et Ham avec l'indice de Palmer (NEHP). Nous avons appliqué les règles d'affectation FAM (First Available Machine) et LBM (Last Busy Machine). Nous avons retenu le couple NEHP et LBM qui offre les meilleurs résultats.

Au cours de ces travaux de thèse j'ai démontré que des outils d'analyse et de modélisation issus du domaine manufacturier peuvent être utilisés dans le domaine hospitalier. Au début j'ai modélisé le processus opératoires en identifiant les différents activités, ressources et flux d'informations. Cette modélisation a servi comme référence pour les travaux de recherche dans le cadre de projet HRP ainsi que dans d'autres investigations. J'ai proposé des modèles et des outils pour résoudre les problèmes de gestion des blocs opératoires. Quoique le processus opératoire soit similaire dans tous les blocs opératoires, j'ai démontré que des caractéristiques environnementales (structure juridique de l'établissement de santé, type de bloc opératoire, application des textes de lois, …) ont un fort impact sur l'organisation à mettre en place et les contraintes que doivent respecter les outils à développer.

Les problèmes étudiés concernent l'ensemble du processus opératoire de l'admission du patient jusqu'à sa sortie du bloc opératoire. J'ai proposé un outil assimilable par une société de services (algorithme connu : Méthode Hongroise) qui permet la programmation et la planification des interventions qui prend en compte des contraintes de disponibilité des salles d'opérations et de lits d'hospitalisation ainsi que des fenêtres de temps. Il peut également tenir compte de la disponibilité des chirurgiens et des équipements des salles d'opérations sachant que ceux-ci n'ont pas été pris en considération lors de l'expérimentation.

A l'issue de ce travail, des perspectives de recherches futures peuvent être données à trois niveaux : au niveau du bloc opératoire, au niveau de l'hôpital et au niveau d'organisations plus étendues.

Au niveau de bloc opératoire, nous avons étudié jusqu'à présent l'aspect programmé de l'activité du bloc opératoire, nous nous proposons d'investir l'aspect réactif de l'activité en intégrant les phénomènes aléatoires de l'activité (urgences, rajouts, annulations,…). Un autre aspect qui peut être abordé est la nature stochastique des durées opératoires qui pourrait se traduire par un facteur de robustesse des solutions trouvées.

Au niveau de l'hôpital, nous pouvons étendre notre approche de gestion à d'autres secteurs de l'hôpital qui peuvent définir des variantes des problématiques des blocs opératoires par exemple le service d'endoscopie, l'activité de chirurgie ambulatoire, l'obstétrique, l'imagerie, ...

Notre action pourrait s'élargir au niveau d'organisations plus étendues soit au niveau interne de l'hôpital représentées par les bloc opératoires multi-disciplinaires centralisés ou au niveau externe de l'hôpital représentées par les réseaux d'établissements de soins. Ces organisations étendues engendrent des problématiques d'organisation et de programmation opératoire plus importantes vu la variété de contraintes à prendre en compte et les règles de mutualisation des ressources à mettre en place. A ce niveau, nous nous investissons actuellement dans le cadre du projet HRP^2 (Hôpitaux : Regroupement, Partage et Pilotage).

BIBLIOGRAPHIES

MANAGEMENT DES SYSTEMES HOSPITALIERS

[Butler T.W., Keong, L.G., Everett, L.N. 1996] Butler T.W., Keong, L.G., Everett, L.N. The operations management role in hospital strategic planning. *Journal of Operations Management*, 1996, vol 14, pp. 137-56.

[De Vries T., Beekman, R. E. 1998] De Vries T., Beekman, R. E. Applying simple dynamic modelling for decision support in planning regional health care. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 277-84.

[Drucker P. 2000] Drucker P. *A propos du management.* Paris: Village Mondial. 2000. 222 p.

[Lagergren M. 1998] Lagergren M. What is the role and contribution of models to management and research in the health services? A view from Europe. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 257-66.

[Li L. 1997] Li L. Relationships Between Determinants of Hospital Quality Management and Service Quality Performance - a Path Analytic Model. *Omega International Journal of Management Science*, 1997, vol 25, pp. 535-45.

[Marty J. 2003] Marty J. *Organisation - Qualité - Gestion du risque en Anesthésie-Réanimation.* Paris: Masson, 2003. 321 p.

[Mintzberg H. 1990] Mintzberg H. *Le management, Voyage au centre des organisations.* Paris: Les Editions d'Organisations, 1990.

[Moisdon J.C., Tonneau, D. 1999] Moisdon J.C., Tonneau, D. *La démarche gestionnaire à l'hôpital.* Paris: Seli Arslan, 1999. 254 p.

[Pascal C. 2000] Pascal C. *Gérer les processus à l'hôpital : une réponse à la difficulté de faire ensemble.* Sciences de Gestion. Lyon : Université Jean Moulin Lyon III, 2000. 475 p.

[Rochereau C. 2001] Rochereau C. Vers une organisation maximale. *Société Française d'Anesthésie Réanimation*, 2001, vol 9.

[Rousset R. 2001] Rousset R. *Direction d'établissement et actionnariat médical.* Mémoire de DESS, IFROSS: Université Jean Moulin Lyon III, 2001.

[Royston G. 1998] Royston G. Shifting the balance of health care into the 21st century. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 267-76.

[Teil A. 2000] Teil A. Coût d'une minute de bloc opératoire et Coût d'un service d'anesthésie : quelles utilisations ? *Actes du colloque SNPHAR*, 2000, pp. 165-81.

[Teil A. 2002] Teil A. *Défi de la performance et vision partagée des acteurs. Application à la gestion hospitalière.* Sciences de Gestion: Université Jean Moulin Lyon III, 2002. 414 p.

SYSTEMES D'INFORMATIONS ET ANALYSE DES DONNEES EN MILIEU HOSPITALIER

[Bedworth D. D., Bailey, J. E. 1987] Bedworth D. D., Bailey, J. E. *Integrated production control systems : management analysis design.* New-York: John Wiley and Sons, 1987. 387 p.

[Boer G.V., Delsie, L. 1998] Boer G.V., Delsie, L. The federal nursing minimum basic data set and hospital management in Belgium: A case study of a nursing department. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 317-31.

[Boer G.V., Delsie, L. 1998] Boer G.V., Delsie, L. The federal nursing minimum basic data set and hospital management in Belgium: A case study of a nursing department. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 317-31.

[Combes C., Dussauchoy, A., Chaabane, S., Smolski, N., Viale, J. P., Souquet, J. C. 2004] Combes C., Dussauchoy, A., Chaabane, S., Smolski, N., Viale, J. P., Souquet, J. C. Démarche méthodologique d'analyse des données pour la planification des blocs opératoires : une application à un service d'endoscopie. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2004*, 2004.

[Dexter F., Macario, A. 1996] Dexter F., Macario, A. Applications of Information Systems to Operating Room Scheduling. *Anesthesiology*, 1996, vol 85, pp. 1232-4.

[Dussauchoy A., Combes, C. 2003a] Dussauchoy A., Combes, C. Loi bidimensionnelle des durées de différentes activités liées aux interventions chirurgicales. *Conférence des XXXVe Journées de Statistique*.

[Dussauchoy A., Combes, C., Gouin, F., Botti, G. 2003b] Dussauchoy A., Combes, C., Gouin, F., Botti, G. Simulation de l'activité d'un bloc opératoire en utilisant des données recueillies au niveau d'un département d'anesthésie. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2003*, pp. 381-91.

[Gonzalez-Martinez M., Borges, J.A., Navarro, J., Rodriguez, N. J. 1997] Gonzalez-Martinez M., Borges, J.A., Navarro, J., Rodriguez, N. J. An automatic resource scheduling system (ARSS). *Computers & Industrial Engineering*, 1997, vol 33, pp. 295-8.

[Lapierre S.D., Goldsman, D., Cochran, R., Dubow, J. 1999b] Lapierre S.D., Goldsman, D., Cochran, R., Dubow, J. Bed allocation techniques based on census data. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1999b, vol 33, pp. 25-38.

[Levecq P., Meskens, N., Artiba, A. 2003] Levecq P., Meskens, N., Artiba, A. Utilisation d'une approche data mining pour la spécification des durées opératoires en milieu hospitalier. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2003*, 2003, pp. 571-80.

[Mac Qyarrie D.G. 1998] Mac Qyarrie D.G. Limits to efficient operating room schelling. *Archiv Surg*, 1998, vol 116, pp. 1065-71.

[Macario A., Glenn, D., Dexter, F. 1999] Macario A., Glenn, D., Dexter, F. What can the postanesthesia care unit manager do to decrease costs in the postanesthesia care unit? *J Perianesth Nurs*, 1999, vol 14, pp. 284-93.

[Macario A., Vitez, T.S., Dunn, B., Mc Donald, T. 1995] Macario A., Vitez, T.S., Dunn, B., Mc Donald, T. Where are the costs in perioperative care? Analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. *Anesthesiology*, 1995, vol 83, pp. 1138-44.

[Macario A., Vitez, T.S., Dunn, B., Mc Donald, T., Brown, B. 1997] Macario A., Vitez, T.S., Dunn, B., Mc Donald, T., Brown, B. Hospital costs and severity of illness in three types of elective surgery. *Anesthesiology*, 1997, vol 86, pp. 92-100..

[Romeyer C., Bongiovanni, I. 2000] Romeyer C., Bongiovanni, I. Les systèmes d'information hospitaliers, vecteurs de changement organisationnel : vers l'émergence d'un système d'information traçant l'activité. *5ème Colloque de l'Association Information et Management*, 2000.

[Rotondi A.J., Brindis, C., Cantees, K.K., Deriso, B.M., Ilkin, H.M., Palmer, J.S., Gunnerson H.B., Watkins, W.D. 1997] Rotondi A.J., Brindis, C., Cantees, K.K., Deriso, B.M., Ilkin, H.M., Palmer, J.S., Gunnerson H.B., Watkins, W.D. Benchmarking the Perioperative Process. I. Patient Routing Systems: A Method for Continual Improvement of Patient Flow and Resource Utilization. *Journal of Clinical Anesthesia*, 1997, vol 9, pp. 159-69.

[Shukla R.K., Ketcham, J.S., Ozcan, Y.A. 1990] Shukla R.K., Ketcham, J.S., Ozcan, Y.A. Comparaison of subjective versus data base approaches for improving efficiency of operating room scheduling. *Health Services Management Research*, 1990, vol 3, pp. 74-81.

[Strum D. P., May, J.H., Sampson, A.R., Vargas, L.G. 2003] Strum D. P., May, J.H., Sampson, A.R., Vargas, L.G. Estimating Times of Surgeries with Two Component Procedures : Comparaison of the Log-normal and Normal Models. *Anesthesiology*, 2003, vol 98, pp. 232-40.

[Strum D. P., May, J.H., Vargas, L.G. 2000] Strum D. P., May, J.H., Vargas, L.G. Modeling the Uncertainty of Surgical Procedure Times : Comparaison of Log-normal and Normal Models. *Anesthesiology*, 2000, vol 92, pp. 1160-7.

[Waagstein T. 1983] Waagstein T. A dynamic model of entry deterrence. *Scandinavian Journal of Economics*, 1983, vol 85, pp. 325-37.

[Wright I.H., Kooperberg, C., Bonar, B.A., Bashein, G. 1996] Wright I.H., Kooperberg, C., Bonar, B.A., Bashein, G. Statistical modeling to predict elective surgery time. *Anesthesiology*, 1996, vol 85, pp. 1235-45.

[Zhou J., Dexter, F. 1998] Zhou J., Dexter, F. Method to assit in the scheduling of add-on surgical cases - upper prediction bounds for surgical case durations based on the log normal distribution. *Anesthesiology*, 1998, vol 89, pp. 1228-32.

[Zhou J., Dexter, F., Macario, A., Lubarsky, D.A. 1999] Zhou J., Dexter, F., Macario, A., Lubarsky, D.A. Relying solely on historical surgical times to estimate accurately future surgical times is unlikely to reduce the average length of time cases finish late. *Journal of Clinical Anesthesia*, 1999, vol 11, pp. 601-05.

DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES

[Centeno M.A., Lopez, E., Lee, M.A., Carillo, M., Ogazon, T. 2001] Centeno M.A., Lopez, E., Lee, M.A., Carillo, M., Ogazon, T. Challenges of simulating hospital facilities. *The 12th annual conference of the production and operations management society POM-2001*, 2001, pp. 1-8.

[Cote M.J. 1999] Cote M.J. Patient flow and resource utilization in an outpatient clinic. *Socio-economic planning process*, 1999, vol 33, pp. 231-45.

[Davies R., Roderick, P. 1998] Davies R., Roderick, P. Planning resources for renal services throughout UK using simulation. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 285-95.

[Huang X.M. 1998] Huang X.M. Decision making support in reshaping hospital medical services. *Health Care Management Science*, 1998, vol 1, pp. 165-73.

[Lee C.B., Murphy, W.D., Fletcher, L.R, Binner, J.M. 1998] Lee C.B., Murphy, W.D., Fletcher, L.R, Binner, J.M. Dynamic entry deterrence in the UK pathology services market. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 296-307.

[Ramis F.J., Palma, G.L., Baesler, F.F. 2001] Ramis F.J., Palma, G.L., Baesler, F.F. The use of simulation for process improvement at an ambulatory surgery center". *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, 2001, pp. 1401-4.

[Ridge J.C., Jones, S.K., Nielsen, M.S., Shahani, A. K. 1998] Ridge J.C., Jones, S.K., Nielsen, M.S., Shahani, A. K. Capacity planning for intensive care units. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 346-55.

[Smolski N., Marcon, E., Chaabane, S., Luquet, B., Viale, J.P. 2002] Smolski N., Marcon, E., Chaabane, S., Luquet, B., Viale, J.P. Impact des stratégies de brancardage sur l'occupation de la SSPI : Etude par simulation. *44ème Congrès National d'Anesthésie et de Réanimation.*, 2002.

[Venkataraman R., Brusco, M. J. 1996] Venkataraman R., Brusco, M. J. An integrated analysis of nurse staffing and scheduling policies. *Omega International Journal of Management Science*, 1996, vol 24, pp. 57-71.

ALLOCATION DES RESSOURCES

[Akin T. 2000] Akin T. A comparative evaluation of modelling approaches to the labour shift scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 2000, vol 125, pp. 381-97.

[Alfares H. K. 1998] Alfares H. K. An efficient two-phase algorithm for cyclic days-off scheduling. *Computers and Operations Research*, 1998, vol 25, pp. 913-23.

[Bechtold S.E., Jacobs, L.W. 1990] Bechtold S.E., Jacobs, L.W. Implicit modelling of flexible break assignment in optimal shift scheduling. *Management Science*, 1990, vol 36, pp. 1339-51.

[Berrada I., Ferland, J. A., Michelon, P. 1996] Berrada I., Ferland, J. A., Michelon, P. A multi-objective approach to nurse scheduling with both hard and soft constraints. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1996, vol 30, pp. 183-93.

[Brusco M. J., Johns T. R. 1996] Brusco M. J., Johns T. R. A sequential integer programming method for discontinuous labour tour scheduling. *European Journal of Operational Research*, 1996, vol 95, pp. 537-48.

[Carter M., W., Lapierre, S. 2001] Carter M., W., Lapierre, S. Scheduling emergency room physicians. *Health Care Management Science*, 2001, vol 4, pp. 347-60.

[Dantzig G., B. 1954] Dantzig G., B. A comment on EDIE's Traffic delays at toll booths. *Operations Research*, 1954, vol 2, pp. 339-41.

[Dexter F., Macario, A., Traub, R.D. 1999e] Dexter F., Macario, A., Traub, R.D. Optimal Sequencing of Urgent Surgical Cases. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 1999, vol 15, pp. 153-62.

[Franchini L., Caillaud, E., Nguyen, P., Lacoste, G. 2001] Franchini L., Caillaud, E., Nguyen, P., Lacoste, G. Workload control of human resources to improve production management. *International Journal of Production research*, 2001, vol 39, pp. 1385-403.

[Gascon V., Michelon, P. 1997] Gascon V., Michelon, P. Scheduling the Carriers of a Hospital Delivery Service. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1997, vol 31, pp. 57-67.

[Gonzalez-Martinez M., Borges, J.A., Navarro, J., Rodriguez, N. J. 1997] Gonzalez-Martinez M., Borges, J.A., Navarro, J., Rodriguez, N. J. An automatic resource scheduling system (ARSS). *Computers & Industrial Engineering*, 1997, vol 33, pp. 295-8.

[Hunc R. 1997] Hunc R. Shift-work scheduling algorithms with phase-delay feature. *International Journal of Production research*, 1997, vol 35, pp. 1961-8.

[Hunc R. 1999] Hunc R. Scheduling a worforce under annualised hours. *International Journal of Production research*, 1999, vol 37, pp. 2419-27.

[Jaumard B., Semet, F., Vovor, T. 1998] Jaumard B., Semet, F., Vovor, T. A generalised linear programming model for nurse scheduling. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 107, pp. 1-18.

[Kane H., Baptiste, P. 2001] Kane H., Baptiste, P. Adjustment of the capacity to the loading rate : a dynamic model to analysis the workforce costs. *Industrial Engineering and Production Management (IEPM2001)*, 2001, pp. 169-77.

[Kao T. 1981] Kao T. Bed allocation in a public health care delivery system. *Management Science*, 1981, vol 27, pp. 507-21.

[Lapierre S.D., Batson, C., Mccaskey, S. 1999a] Lapierre S.D., Batson, C., Mccaskey, S. Improving on-time performance in health care organizations: a case study. *Health Care Management Science*, 1999a, vol 2, pp. 27-34.

[Millar H. H., Kiragu, M. 1998] Millar H. H., Kiragu, M. Cyclic and non-cyclic scheduling of 12 h shift nurses by network programming. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 104, pp. 582-92.

[Roth A. V., Van Dierdonck, R. 1995] Roth A. V., Van Dierdonck, R. Hospital Resource Planning : Concepts, Feasability and Framework. *Production and Operations Management*, 1995, vol 4, pp. 2-29.

[Roth A. V., Van Dierdonck, R. 1995] Roth A. V., Van Dierdonck, R. Hospital Resource Planning : Concepts, Feasability and Framework. *Production and Operations Management*, 1995, vol 4, pp. 2-29.

[Tien J., Kamiyama, A. 1982] Tien J., Kamiyama, A. On manpower scheduling algorithms. *SIAM Review*, 1982, vol 24, pp. 275-87.

[Van Merode G.G., Hasman, A., Derks, J., Goldschmidt, H.M.J., Shoenmaker, B., Oosten, M. 1995] Van Merode G.G., Hasman, A., Derks, J., Goldschmidt, H.M.J., Shoenmaker, B., Oosten, M. Decision Support for clinical laboratory capacity planning. *International Journal of Bio-Medical Computing*, 1995, vol 38, pp. 75-87.

[Van Merode G.G., Oosten, M., Vrieze, O.J., Derks, J., Hasman, A. 1998] Van Merode G.G., Oosten, M., Vrieze, O.J., Derks, J., Hasman, A. Optimisation of the structure of the clinical laboratory. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 308-16.

[Vissers J.M.H. 1998] Vissers J.M.H. Patient flow-based allocation of inpatient resources: A case study. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 105, pp. 356-70.

PROGRAMMATION OPERATOIRE

[Blake J. T., Dexter, F., Donald, J. 2002] Blake J. T., Dexter, F., Donald, J. Operating room managers' use of integer programming for assigning Block Time to surgical groups : A case study. *Anesthesiology*, 2002, vol 96, pp. 718-24.

[Clergue F. 1999] Clergue F. La gestion du bloc opératoire : Pourquoi une telle préoccupation ? *Informations Cliniques en Anesthésie Réanimation*, 1999.

[Dexter F. 2000] Dexter F. A strategy to decide whether to move the last case of the day in an operating room to an other empty operating room to decrease overtime labour costs. *Anesthesia & Analgesia*, 2000, vol 91, pp. 925-8.

[Dexter F. 2001] Dexter F. Cost implications of various operating room scheduling strategies. *Annual Meeting of the American Society of Anesthesiologists*, 2001, pp. 13-7.

[Dexter F., Lubarsky, D.A. 1999a] Dexter F., Lubarsky, D.A. Managing with information : Using surgical services information systems to increase operating room utilization. *ASA Newsletter*, 1999, vol 62, pp. 6-8.

[Dexter F., Macario, A. 1999b] Dexter F., Macario, A. Implications of information systems to operating room schelling. *Anesthesiology*, 1999, vol 85, pp. 1232-4.

[Dexter F., Macario, A. 1999c] Dexter F., Macario, A. Decrease in case duration required to complete an additional case during regularly scheduled hours in an operating room suite : a computer simulation study. *Anesthesia & Analgesia*, 1999, vol 88, pp. 72-6.

[Dexter F., Macario, A., Traub, R. D., 1999d] Dexter F., Macario, A., Traub, R. D.,. Wich algorithm for scheduling add-on elective cases maximizes opertaing room utilization? Use of

Bin Packing and fuzzy constraints in operating room management. *Anesthesiology*, 1999, vol 91, pp. 1491-500.

[Dexter F., Traub, R. D. 2002] Dexter F., Traub, R. D. How to Schedule Elective Surgical Cases into Specific Operating Rooms to Maximize the Efficiency of Use of Operating Room Time. *Anesthesia & Analgesia*, 2002, vol 94, pp. 933-42.

[Jebali A., Hadjalouane, A.B., Ladet, P. 2003] Jebali A., Hadjalouane, A.B., Ladet, P. Operating Room Scheduling. *Proceeding in International Conference on Industrial Engineering and Production Management, IEPM'03*, 2003.

[Kharraja S. 2003] Kharraja S. *Outils d'aide à la planification et l'ordonnancement des plateaux-médico-techniques.* Génie Industriel. Saint-Etienne : Université Jean-Monnet, 2003. 153 p.

[Kharraja S., Chaabane, S., Marcon, E., 2002] Kharraja S., Chaabane, S., Marcon, E.,. Evaluation de performances pour deux modèles de programmation opératoire de bloc. *2ème Conférence Internationale Francophone d'Automatique*, 2002, pp. 54-62.

[Kontak-Forsyth A., Grant, A.E. 1995] Kontak-Forsyth A., Grant, A.E. OR Booking policy : development and implementation. *Canadian Nursing Journal*, 1995, vol 13, pp. 60-8.

[Marcon E., Kharraja, S. 2002] Marcon E., Kharraja, S. Etude exploratirice sur la stratégie de dimensionnement d'une SSPI. *IEEE Conférence Internationale Francophone d'Automatique, CIFA'2002*, 2002.

[Marcon E., Kharraja, S. 2003a] Marcon E., Kharraja, S. Modèles et stratégies de programmation opératoire. *Journal Européen des Systèmes Automatisés (RS-JESA)*, 2003, vol 37, pp. 687-716.

[Marcon E., Kharraja, S., Simonnet, G. 2001] Marcon E., Kharraja, S., Simonnet, G. Minimization of the risk of non realization for the planning of the surgical interventions into the operating theatre. *8th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, 2001, pp. 675-80.

[Marcon E., Kharraja, S., Smolski, N., Luquet, B., Viale, J.P. 2003b] Marcon E., Kharraja, S., Smolski, N., Luquet, B., Viale, J.P. Determining the number of beds in the postanesthesia care unit : a computer simulation approach. *Anesthesia & Analgesia*, 2003, vol 96, pp. 1415-23.

[Opit L.J., Collins, R.E.C., Campbell, G. 1991] Opit L.J., Collins, R.E.C., Campbell, G. Use of operating theatres : the effects of case-mix and training in general surgery. *Annals of the Royal College of Surgeons of Engalnd*, 1991, vol 74, pp. 389-93.

[Overdyk F.J., Harvey, S.C., Fishman, R.L. 1999] Overdyk F.J., Harvey, S.C., Fishman, R.L. Successful startegies for improving operating room efficiency at acdemic institutions. *Anesthesia & Analgesia*, 1999, vol 86, pp. 896-906.

[Smolski N. 1999] Smolski N. Programmation Opératoire : prérequis et procédures. *Informations Cliniques en Anesthésie Réanimation*, 1999, pp. 95-108.

ORDONNANCEMENT ET FLOW-SHOP HYBRIDES

[Aghezzaf E.H., Artiba, A., Moursli, O., Tahon, C. 1995] Aghezzaf E.H., Artiba, A., Moursli, O., Tahon, C. Hybrid flowshop problems, a decomposition based heuristic approach. *Conférence IEPM'95 (Industrial Engineering and Production Management)*, 1995, pp. 43-56.

[Allahverdi A., Al-Anzi, F.S. 2002] Allahverdi A., Al-Anzi, F.S. Using two-machine flowshop with maximum lateness objective to model multimedia data objects scheduling problem for WWW applications. *Computers & Operations Research*, 2002, vol 29, pp. 971-94.

[Allahverdi A., Savsar, M. 2001] Allahverdi A., Savsar, M. Stochastic proportionate flowshop scheduling with setups. *Computers & Industrial Engineering*, 2001, vol 39, pp. 357-69.

[Bagas W., Fathi, Y. 2004] Bagas W., Fathi, Y. A tabu search algorithm for the multi-stage parallel machine problem with limited buffer capacities. European Journal of Operational Research, 2004, vol 155, pp. 380-401.

[Blazewicz J., Ecker, K., Schmidt, G., Weglarz, J. 1993] Blazewicz J., Ecker, K., Schmidt, G., Weglarz, J. *Scheduling in Computer and Manufacturing Systems.* Berlin: Springer-Verlag, 1993. 311 p.

[Botta-Genoulaz V. 1996] Botta-Genoulaz V. *Planning and Scheduling Flow Shops Organisations with Constraints.* Informatique: Université Claude Bernard-Lyon I, 1996. 170 p.

[Brah S., Hunsucker, J.L. 1991] Brah S., Hunsucker, J.L. Branch & Bound algorithm for the flow-shop with multiple processors. *European Journal of Operational Research*, 1991, vol 51, pp. 88-99.

[Bratley P., Florian, M., Robillard, P. 1975] Bratley P., Florian, M., Robillard, P. Scheduling with earliest start and due date constraints on multiple machines. *Naval Research Logistics Quarterly*, 1975, vol 22, pp. 165-73.

[Campbell H.G., Dudek, R.A., Smith, M.L. 1970] Campbell H.G., Dudek, R.A., Smith, M.L. A heuristic algorithm for the n job m machine sequencing problem. *Management Science*, 1970, vol 16, pp. B630-B7.

[Caraffa V., Ianes, S., Bagchi, T.P., Sriskandarajah, C. 2001] Caraffa V., Ianes, S., Bagchi, T.P., Sriskandarajah, C. Minimizing makespan in a blocking flowshop using genetic algorithms. *International Journal of Production Economics*, 2001, vol 70, pp. 101-15.

[Cheng T.C.E., Liu, Z. 2003] Cheng T.C.E., Liu, Z. 3/2 approximation for two-machine no-wait flowshop scheduling with availability constraints. *Information Processing Letters*, 2003, vol 88, pp. 161-5.

[Cheng T.C.E., Sin, C.C.S. 1990] Cheng T.C.E., Sin, C.C.S. A state of art of parallel machine scheduling research. *European Journal of Operational Research*, 1990, vol 47, pp. 271-92.

[Dannenbring D.G. 1977] Dannenbring D.G. An evaluation of Flow shop sequencing heuristics. *Management Science*, 1977, vol 23, pp. 1174-92.

[Dileepan P. 2003] Dileepan P. A note on minimizing maximum lateness in a two-machine no-wait flowshop. *Computers & Operations Research*, 2003, In Press.

[Gilmore P. C., Gomory, R. E. 1964] Gilmore P. C., Gomory, R. E. Sequencing a one state variable machine: a solvable case of travelling salesman problem. *Operations Research*, 1964, vol 12, pp. 655-79.

[Goth A. 1993] Goth A. Les problèmes d'ordoannancement. *R.A.I.R.O. - O.R.*, 1993, vol 27, pp. 77-150.

[Guinet A. 1993] Guinet A. Scheduling jobs on identical parallel machines to minimise completion date criteria. *International Journal of Production research*, 1993, vol 31, pp. 1579-94.

[Guinet A. 2000] Guinet A. Efficiency of reductions of job-shop to flow-shop problems. *European Journal of Operational Research*, 2000, vol 125., pp. 469-85.

[Guinet A., Legrand, M. 1998] Guinet A., Legrand, M. Reduction of job-shop problems to flow-shop problems with precedence constraints. *European Journal of Operational Research*, 1998, vol 109, pp. 96-110.

[Guinet A., Solomon, M. 1996a] Guinet A., Solomon, M. Scheduling hybrid flow shops to minimize maximum tardiness or maximum completion time. *International Journal of Production research*, 1996a, vol 34, pp. 1643-54.

[Guinet A., Solomon, M., Kedia, M., Dussauchoy, A. 1996b] Guinet A., Solomon, M., Kedia, M., Dussauchoy, A. A computer study of heuristics for two-stage flexible flow-shop. *International Journal of Production research*, 1996b, vol 34, pp. 1399-416.

[Gupta J.N.D. 1988] Gupta J.N.D. Two stage hybrid flow shop scheduling problem. *Journal of Operational Research Society*, 1988, vol 39, pp. 359-64.

[Gupta J.N.D., Tunc, E.A. 1991] Gupta J.N.D., Tunc, E.A. Schedules for a two-stage hybrid flowshop with parallel machines at the second stage. *International Journal of Production research*, 1991, vol 29, pp. 1489-502.

[Hall N. G., Sriskandarajah, C. 1996] Hall N. G., Sriskandarajah, C. A survey of machine scheduling problems with blocking and no-wait in process. *Operations Research*, 1996, vol 44, pp. 510-25.

[Houari M'hallah 1997] Houari M'hallah. Heuristic algorithm for the two-satge hybrid problem. *Operations Research Letters*, 1997, vol 21, pp. 43-53.

[Johnson S.M. 1954] Johnson S.M. Optimal two and three-stage production schedules with set-up times included. *Naval Research Logistics Quarterly*, 1954, vol 1, pp. 61-8.

[Lee C.Y., Vairaktarakis, G.L. 1994] Lee C.Y., Vairaktarakis, G.L. Minimizing makespan in hybrid flowshops. *Operations Research Letters*, 1994, vol 16, pp. 149-58.

[Lin B.M.T. 2001] Lin B.M.T. Scheduling in the two-machine flowshop with due date constraints. *International Journal of Production Economics*, 2001, vol 70, pp. 117-23.

[Moursli O., Pochet, Y. 2000] Moursli O., Pochet, Y. A branch-and-bound algorithm for the hybrid flowshop. *International Journal of Production Economics*, 2000, vol 64, pp. 113-25.

[Murata T., Ishibuchi, H.,Tanaka, H. 1996] Murata T., Ishibuchi, H.,Tanaka, H. Genetic algorithms for flowshop scheduling problems. *Computers & Industrial Engineering*, 1996, vol 30, pp. 1061-71.

[Narasimhan R. 1997] Narasimhan R. An algorithm for single shift scheduling of hierarchical workforce. *European Journal of Operational Research*, 1997, vol 96, pp. 113-21.

[Nawaz M., Enscore, E., Ham, I. 1983] Nawaz M., Enscore, E., Ham, I. A heuristic algorithm for the m machine n job flow-shop sequencing problem. *Omega*, 1983, vol 11, pp. 91-5.

[Oguz C., Fikret Ercan, M., Edwin Cheng, T.C., Fung, Y.F. 2003] Oguz C., Fikret Ercan, M., Edwin Cheng, T.C., Fung, Y.F. Heuristic algorithms for multiprocessor task scheduling in a two-stage hybrid flow-shop. *European Journal of Operational Research*, 2003, vol 149, pp. 390-403.

[Oguz C., Zinder, Y., Do, V.H., Janiak, A., Lichtenstein, M. 2004] Oguz C., Zinder, Y., Do, V.H., Janiak, A., Lichtenstein, M. Hybrid flow-shop scheduling problems with multiprocessor task systems. *European Journal of Operational Research*, 2004, vol 152, pp. 115-31.

[Palmer D.S. 1965] Palmer D.S. Sequencing jobs throught a multi-stage process in the minmum total time. A quick method of obtaining a near optimum. *Operations Research Quartely*, 1965, vol 16, pp. 101-7.

[Panwalkar S.S., Woolar, C.R. 1979] Panwalkar S.S., Woolar, C.R. Flow-Shop Scheduling Problems with no in-process waiting : a special case. *Journal of Operational Research Society*, 1979, vol 30.

[Reeves C. R. 1995] Reeves C. R. A Genetic Algorithm for Flowshop Sequencing. *Computers and Operations Research*, 1995, vol 22, pp. 5-13.

[Riane F. 1998] Riane F. *Scheduling hybrid flow-shop : Algorithms and applications.* Sciences de Gestion. Mons : Facultés Universitaires Catholiques de Mons, 1998. 150 p.

[Sriskandarajah C. 1993] Sriskandarajah C. Performance of scheduling algorithms for no-wait flow-shops with parallel machines. *European Journal of Operational Research*, 1993, vol 70, pp. 365-78.

[Sung C.S., Kim, Y.H. 2002] Sung C.S., Kim, Y.H. Minimizing makespan in a two-machine flowshop with dynamic arrivals allowed. *Computers & Operations Research*, 2002, vol 29, pp. 275-94.

[Syswerda G. 1991] Syswerda G. *Schedule optimization using Genetic Algorithmsis.* A Handbook of Genetic Algorithms, 1991. 332-49 p.

[Szwarc W. 1983] Szwarc W. Flow shop problems with time lags. *Management Science*, 1983, vol 29, pp. 477-81.

[Thompson G. M. 1995] Thompson G. M. Labour scheduling using NPV estimates of the marginal benefit of additional labour capacity. *Journal of Operations Management*, 1995, vol 13, pp. 67-86.

[Thompson G. M. 1996] Thompson G. M. A simulated-anealing heuristic for shift scheduling using non-continously available employees. *Computers and Operations Research*, 1996, vol 23, pp. 275-88.

[T'kindt V., Gupta, J.N.D., Billaut, J.C. 2003] T'kindt V., Gupta, J.N.D., Billaut, J.C. Two-machine flowshop scheduling with a secondary criterion. *Computers & Operations Research*, 2003, vol 30, pp. 505-26.

[Vignier A., Billaut, J.C., Proust, C. 1999] Vignier A., Billaut, J.C., Proust, C. Les problèmes d'ordonnancement de type Flow-Shop Hybride : Etat de l'art. *R.A.I.R.O. - Recherche Opérationnelle*, 1999, vol 33, pp. 117-83.

GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES (*Chaabane S. et Guinet A.****)***

[Chaabane S., Bouvet S., Guinet A., Viale, J.P. 2003a] Chaabane S., Bouvet S., Guinet A., Viale, J.P. Etude de l'impact de la structure juridique des établissements de santé sur l'organisation des blocs opératoires. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2003*, 2003, pp. 542-51.

[Chaabane S., Bouvet, S., Guinet, A.,Viale, J.P. 2004a] Chaabane S., Bouvet, S., Guinet, A.,Viale, J.P. Impact de la structure juridique des établissements de santé sur l'organisation des blocs opératoires. *Santé et Systémique, spécial 2004 : Méthodologie pour la gestion des ressources hospitalières, à paraître*, 2004.

[Chaabane S., Guinet, A. 2001a] Chaabane S., Guinet, A. Gestion hospitalière : quelques éclairage sur l'état de l'art. *1ère journée d'étude francophone sur la gestion hospitalière*, 2001, pp. 1-10.

[Chaabane S., Guinet, A. 2004b] Chaabane S., Guinet, A. Une approche hiérarchique d'aide à la décision pour la gestion des blocs opératoires. *Logistique et Management, Hors série Janvier.*, 2004, pp. 75-88.

[Chaabane S., Guinet, A., Smolski, N., Guiraud, M., Luquet, B., Marcon, E., Viale, J. P. 2003b] Chaabane S., Guinet, A., Smolski, N., Guiraud, M., Luquet, B., Marcon, E., Viale, J. P. La gestion industrielle et la gestion des blocs opératoires. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation*, 2003, vol 22, pp. 904-08.

[Chaabane S., Guinet, A., Trilling, L. 2004c] Chaabane S., Guinet, A., Trilling, L. Pilotage conjoint de ressources hospitalières humaines et matérielles : un problème d'ordonnancement avec cycles. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2004*, 2004.

[Chaabane S., Marcon, E., Smolski, N., Luquet, B., Viale, J.P. 2001b] Chaabane S., Marcon, E., Smolski, N., Luquet, B., Viale, J.P. Stratégies de gestion de brancardage au bloc opératoire : utilisation de l'outil de simulation. *Conférence Lyon DAQUAR (Démarche d'Assurance QUalité en Anesthésie/Réanimation)*, 2001.

[Chaabane S., Viale, J.P., Guinet, A. 2003c] Chaabane S., Viale, J.P., Guinet, A. Contexte difficile pour une gestion optimisée d'un bloc opératoire : point de vue de l'ingénieur en productique. Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2003, 2003, pp. 443-50.

[Guinet A. 2001a] Guinet A. A linear programming approach to define the operating room opening hours. *Electronic proceedings of Conception et Production Intégrées (CPI'2001)*, 2001, vol 29: pp. 1-10.

[Guinet A., Chaabane, S. 2001b] Guinet A., Chaabane, S. Operating Theatre Planning. *Conférence IEPM 2001 (Industrial Engineering and Production Management)*, 2001, pp. 153-60.

[Guinet A., Chaabane, S. 2003a] Guinet A., Chaabane, S. Operating Theatre Planning. *International Journal of Production Economics (IJPE)*, 2003, vol I85, pp. 69-81.

[Guinet A., Chaabane, S. 2003b] Guinet A., Chaabane, S. Une approche de type MRP2 pour la gestion des blocs opératoires. *Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH 2003*, 2003, pp. 43-53.

[Guinet A., Chaabane, S. 2003c] Guinet A., Chaabane, S. Operating Theatre Management : planning, staffing and scheduling problems. *First Multidisciplinary International Conference on Scheduling : Theory and Applications (MISTA 2003)*, 2003, pp. 220-3.

RAPPORTS D'ACTIVITE PROJET HRP (HOSPITAL RESOURCES PLANNING)

[Hrp 2001] Hrp. *Rapport d'activité de la 1ère année du projet HRP.* Villeurbanne: PRISMA - INSA de Lyon, 2001. 84 p.

[Hrp 2002] Hrp. *Rapport d'activité de la 2ème année du projet HRP (Annexe).* Villeurbanne: PRISMA - INSA de Lyon, 2002. 229 p.

[Hrp 2003] Hrp. *Rapport d'activité de la 3ème année du projet HRP.* Villeurbanne: PRISMA - INSA de Lyon, 2003. 209 p.

CONSEIL ET CHARTE DE BLOC

[Bricard H. 2001] Bricard H. Le conseil de bloc opératoire. *Journée d'Enseignement Post Universitaire d'anesthésie-réanimation*, 2001, pp. 277-85.

[Plaud B., Ayache, D., Barraco, P., Boissonnet, H., Lenfant, E., Lawrysz, C. 2001] Plaud B., Ayache, D., Barraco, P., Boissonnet, H., Lenfant, E., Lawrysz, C. Comment rédiger une charte de bloc opératoire ? *Journée d'Enseignement Post Universitaire d'anesthésie Réanimation*, 2001, pp. 321-46.

TEXTES OFFICIELLES

[Décret-N°94-1050. 1994] Décret-N°94-1050.Relatif aux conditions techniques de fonctionnement des établissements de santé en ce qui concerne la pratique de l'anesthésie et modifiant le code de la santé publique.

[Sfar 1997] Sfar. Les référentiels en Anesthésie-Réanimation réunis par la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. [en ligne] : www.sfar.org.

AUTRES REFERENCES

[Berge C. 1983] Berge C. *Graphes.* Gauthier-Villars ,1983. 400 p.

[Christofides N., Mingozzi, A., Toth, P., and Sandi, C. 1979] Christofides N., Mingozzi, A., Toth, P., and Sandi, C. *Combinatorial optimisation.* New-York: John Wiley and Sons inc., 1979.

[Courtois A., Martin-Bennefous, C., Pillet, M. 2000] Courtois A., Martin-Bennefous, C., Pillet, M. *Gestion de production.* France: Editions d'Organisation, 2000.

[Drees 2001] Drees. Les établissements de santé en 2001, http://www.sante.gouv.fr/htm/publication/ind_drees.htm.

[Faure R. 1979] Faure R. *Précis de recherche opérationnelle.* Paris: Dunod Décision, 1979. 446 p.

[Garfinkel R.S., Nemhauser, G.L. 1972] Garfinkel R.S., Nemhauser, G.L. *Integer Programming.* Canada: John Wiley and sons, 1972. 427 p.

[Hoet T. 1990] Hoet T. Prophylaxie des infections et conditionnement architectural et technique des blocs opératoires. L'infection en chirurgie orthopédique. Expansion Scientifique Française, 1990, pp. 3-10.

[Prins C. 1994] Prins C. *Algorithmes de graphes.* Paris: Eyrolles, 1994. 382 p.

[Ross D.T. 1977] Ross D.T. Structured Analysis (SA) : a language for communicating ideas. *IEEE Transactions on Software Engineering (TSE)*, 1977, vol 3.

[Ross D.T. 1985] Ross D.T. Applications and extensions of SADT. IEEE Computer, 1985, vol 18, pp. 25-34.

[Taha H. A. 1996] Taha H. A. *Operations Research : An Introduction.*6th Edition. Upper Sadle River, N.J.: Prentice Hall, 1996. 916 p.

Annexe 1

CHARTES DE BLOC OPERATOIRE : EXEMPLES

Cette annexe est consacrée à la présentation de deux exemples de Charte de Bloc Opératoire :la charte de bloc de Chirurgie Générale de l'Hôpital de la Croix-Rousse et la charte de bloc de Centre Hospitalier de la Loire.

1. CHARTE DE BLOC DE CHIRURGIE GENERALE DE L'HOPITAL DE LA CROIX-ROUSSE

HOPITAL DE LA CROIX-ROUSSE
SERVICE DE CHIRURGIE GENERALE

Charte de Bloc

Introduction

1 - Cadre légal

- Arrêté du 7 janvier 1993 :
  « L'organisation du secteur opératoire doit être précisée et consignée dans un document prévu à cet effet. Ce document doit être porté à la connaissance de l'ensemble du personnel intervenant dans la structure. »...
- Circulaire Kouchner 17 novembre 1998 :
  « A cette fin, vous demanderez que chaque établissement mette en place, sous l'égide de la CME, un « conseil de blocs opératoires » dont le rôle est de faciliter l'organisation harmonieuse du bloc opératoire et qui comprendra au minimum un chirurgien, un anesthésiste, un cadre infirmier et un cadre infirmier anesthésiste s'il existe. »
- Circulaire du 16 novembre 99 (rappel de la circulaire du 17 novembre 98).

2 - Finalité

L'objectif de la charte est d'optimiser la prise en charge et la sécurité des patients opérés au Bloc Opératoire dans l'intérêt du malade, du personnel, des équipes médicales et de l'ensemble de l'établissement.

La charte a été rédigée après concertation des différents acteurs qui ont formalisé leurs tâches : elle est validée par tous et portée à la connaissance de chacun.

Des modifications de programme opératoire peuvent être effectuées après accord du Chef de Service ou du Chef de Service Adjoint, après concertation des chirurgiens, des anesthésistes, du cadre de Bloc jusqu'à 15 h 30, la veille de l'intervention.

La planification quotidienne (horaire, répartition des salles) est effectuée par le cadre après concertation avant 15 h 30, la veille.

Article 3 : Déroulement du programme opératoire

Il est sous la responsabilité du cadre de Bloc après concertation éventuelle.

L'heure notée sur le tableau opératoire est l'heure d'entrée du patient en salle d'opération et d'induction anesthésique.

L'heure d'incision est conditionnée par le temps d'induction, d'équipement anesthésique et d'installation pour la chirurgie.

Cette heure d'incision est estimée lors des colloques médico-chirurgicaux et conditionne l'heure d'arrivée du chirurgien en salle d'opération.

En cas de modification imprévue du programme, le cadre de Bloc peut être amené, après concertation, à reporter une intervention chirurgicale afin de respecter l'horaire d'ouverture du Bloc et de la SSPI.

Article 6 - Postures chirurgicales

L'installation de chaque patient est validée conjointement par le médecin anesthésiste et le chirurgien, lesquels en sont responsables.

Article 7 - Les procédures écrites

Elles recouvrent les domaines suivants (PAQ 95) :

- habillage au Bloc Opératoire
- lavage des mains
- préparation du patient
- entretien du matériel
- stérilisation
- entretien des locaux
- évacuation des déchets
- circuit du personnel et du patient

L'ensemble des acteurs du Bloc Opératoire est tenu de respecter ces procédures.

Article 8 - Les dysfonctionnements

Dans un souci d'amélioration, les dysfonctionnements notés sur la fiche incident du Bloc seront analysés par le Comité de Bloc lequel proposera les solutions adaptées.

Article 1 - Ouverture du bloc

Activité programmée

Du lundi au vendredi.
De 7 h (heure d'arrivée du personnel) à 16 h 50 (heure de fermeture de la salle de surveillance post-interventionnelle SSPI).

Activité non-programmée

7 j /7.
24 h / 24.

Article 2 - Programmation

2 - 1. Programmation prévisionnelle

La programmation à distance des interventions chirurgicales est effectuée par l'Unité de Consultation et notifiée quotidiennement sur le réseau informatique du Service.

La programmation prévisionnelle doit tenir compte :

- de la présence des chirurgiens, des médecins anesthésistes et du personnel paramédical.
- des capacités en lits (Cotte, Delore, Soins Intensifs)
- des capacités en matériel.

2 - 2. Programmation effective

Elle s'effectue tous les vendredis à 13 h 30 en présence des chirurgiens, des internes, des anesthésistes, de l'infirmière de consultation et des cadres du service. Elle tient compte des horaires d'ouverture de Bloc et de la SSPI.

Article 4 - Chirurgie non programmée

Dans le cadre du SROS n° 2, l'hôpital de la Croix-Rousse a une activité d'urgence organisée en UPATU en relation directe avec les SAU de l'hôpital Edouard Herriot et du Centre Hospitalier Lyon Sud.

Le service de Chirurgie prend en charge les patients venant du Service d'Urgence dans le créneau des jours et des heures ouvrables : 7 h - 16 h 50 (heure de fermeture de la SSPI).

Les urgences différées sont à gérer par le Cadre de Bloc à partir de la demande du chirurgien en tenant compte des moyens techniques et humains disponibles.

L'application de cette procédure sera examinée par le Comité de Bloc.

En dehors des heures d'ouverture, la prise en charge de cette chirurgie est effectuée par médecins et personnels d'astreinte. Les listes sont affichées aux S.I. et au B.O.

Article 5 - Prise en charge de l'opéré au bloc opératoire

L'opéré est pris en charge dans son unité d'hospitalisation par l'ASH ou l'ASD du Bloc selon les modalités de la fiche action : préparation du patient (PAQ 95).

Le dossier du patient est préparé par l'IDE de l'unité et doit impérativement comporter les étiquettes, la fiche rose de liaison, l'observation médicale ainsi que les éléments demandés lors des consultations anesthésiques et chirurgicales : bilans biologiques, radiologiques...

Article 9 - Comité de Bloc

Le Comité de Bloc a pour but d'évaluer le fonctionnement du Bloc et ses relations avec les autres Unités.

Le Comité de Bloc comprend :

- le Professeur BAULIEUX
- le Professeur DUCERF
- le Cadre du Bloc : Brigitte LUQUET
- Un Médecin Anesthésiste
- Un Praticien Hospitalier
- Un Assistant
- L'Infirmière de Consultation

Et sur la base du volontariat, seront présents :

- Au moins un Médecin Anesthésiste,
- Au moins un Cadre infirmier, (Cotte, Delore ou Soins Intensifs)
- Au moins une Infirmière de Bloc,
- Au moins une Infirmière Anesthésiste,
- Au moins un A.S.H. ou un A.S.D.

Ponctuellement, d'autres acteurs pourront être conviés.

Le Comité se réunit une fois tous les deux mois (le 1er mercredi des mois pairs de 14 h 30 à 15 h 30).

Article 10 - Révision de la Charte

L'application de la Charte sera évaluée et son contenu actualisable par le Comité de Bloc..

Version 1 - 1999

Charte de bloc de Centre Hospitalier de la Loire

Diffusion non-maîtrisée : les praticiens de

Diffusion maîtrisée :

NOM OU LIEU	FONCTION	NOM OU LIEU	FONCTION
Direction Qualité CME			

La CHARTE DU BLOC OPERATOIRE du bloc opératoire comporte les règles fondamentales d'organisation du secteur opératoire.

Cf Sommaire : page 3

Elle est validée par la Commission médicale d'établissement et le Conseil d'administration.

	NOM	FONCTION	DATE et SIGNATURE
REDACTEUR	Pour le bureau de la CME	Président CME	
VERIFICATEUR		Cadre bloc	
APPROBATEURS		Directeur Président CME PDG	

SOMMAIRE

Définition de la Charte du bloc opératoire
Textes de références
Objectif
Article 1 : Les principes généraux de fonctionnement du bloc opératoire
Article 2 : Les spécialités exercées au bloc opératoire
Article 3 : La planification des gardes et astreintes des praticiens
Article 4 : La liste des astreintes du personnel et modalités d'appel
Article 5 : Organisation du bloc opératoire :
Article 6 : Heures d'ouverture
Article 7 : Horaire de fonctionnement
Article 8 : Les vacations
Article 9 : fin de programme
Article 10 : Utilisation plage vacante
Article 11 : Retard du praticien
Article 12 : Présence du praticien
Article 13 : Refus de programmation d'un patient
Article 14 : Modalités d'attribution des aide-opératoires :
Article 15 : Les vacances et absences programmés.
Article 16 : Attribution des salles
Article 17 : En cas de dysfonctionnement
Article 18 : En cas de réduction de personnel
Article 19 : Elaboration du programme opératoire
Article 20 : Règles de communication des interventions par les praticiens :
Article 21 : La planification du programme opératoire
Article 22 : Règles de communication du programme opératoire
Article 23 : Communication du programme opératoire aux services
Article 24 : Intégration des urgences dans le programme
Article 25 : Validation du programme opératoire
Article 26 : Procédure administrative
Article 27 : Cotation des actes, dès la fin de l'intervention
Article 28 : Règles de prescriptions
Article 29 : Procédures et modalités d'entrée, déplacements et de sortie du personnel et des patients.
Article 30 : Règles d'hygiène
Article 31 : Règles d'installation des patients
Article 32 : Règles de comportement
Article 33 : Respect du matériel mis à disposition
Article 34 : Gestion des risques
Article 35 : Arbitrage

CHARTE OPERATOIRE

L'élaboration de la CHARTE du bloc opératoire se construit autour de la coordination des soins, de la prise charge des besoins spécifiques et de la sécurité du patient au bloc opératoire dans le respect ses droits.

Définition de la Charte du bloc opératoire :
C'est un acte constitutionnel définissant les règles de fonctionnement du bloc opératoire conformément à la réglementation et aux règles de bonnes pratiques professionnelles en vigueur.

Elle s'inscrit dans la démarche qualité mise en place au centre hospitalier

Elle est soumise à l'approbation de la CME et validée par le Conseil d'administration du centre hospitalier .

Textes de références :
Article D 712-42 du décret 94-1050 du 5 décembre 1994
Manuel d'accréditation

Référence OPC - référence 8
« Les professionnels intervenants dans les blocs opératoires, les autres secteurs interventionnels et les secteurs d'activité cliniques déterminent en commun leurs règles de fonctionnement.

Charte du patient hospitalisé

Objectif :
L'objectif de cette CHARTE est de définir les règles nécessaires à appliquer pour améliorer le fonctionnement du bloc opératoire afin de réduire au maximum les risques encourus, par le patient, par l'équipe opératoire et l'environnement ; ces risques sont notamment de nature anesthésique, infectieuse ou liés aux agents physiques employés, de coordonner et de faciliter l'exercice professionnel des personnels médicaux et paramédicaux.

Article 1 : Les principes généraux de fonctionnement du bloc opératoire :
Le bloc opératoire assure en permanence :
- La préparation médicale immédiate du patient aux actes opératoires par l'équipe opératoire
- La réalisation des actes opératoires
- La surveillance post-interventionnelle jusqu'au rétablissement définitif des fonctions vitales (sauf transfert du patient en unités de soins intensifs).
- La préparation des interventions conformément aux règles d'hygiène en vigueur.
- La préparation et la distribution des produits médicaments, et matériels nécessaires à la réalisation des fonctions précitées, de même que le stockage indispensable à leur disponibilité.
- La gestion du matériel prothétique conforme à la législation en vigueur et référencé par la direction de l'établissement.

Article 2 : Les spécialités exercées au bloc opératoire :
Le bloc opératoire est pluridisciplinaire, il permet la réalisation des actes en chirurgie classique ou coelioscopique pour les spécialités suivantes :
- Viscérale, endocrinologique, pneumologique, thoracique,

- Gynécologique
- Coelioscopique,
- Urologique,
- Cardio-vasculaire et thoracique
- ORL et cervico-facial
- Stomatologie, maxillo-faciale
- Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
- Ophtalmologique
- Chirurgie vasculaire
- Orthopédique
- Endoscopie digestive et pneumologique
- Coronarographie

Les patients sont pris en charge par l'équipe d'anesthésie-réanimation pour la réalisation de ces actes.

Article 3 : La planification des gardes et astreintes des praticiens
Elle est communiquée au chef de bloc et affiché dans son bureau.

Article 4 : La liste des astreintes du personnel et modalités d'appel
Le standard possède le numéro d'appel de l'infirmière d'astreinte et le numéro du portable.
La liste du personnel est affichée au bloc opératoire avec les numéros de téléphone personnels ainsi que le numéro du téléphone portable.

L'appel est déclenché par le chirurgien ou le médecin anesthésiste qui peut appeler directement l'aide ou demander au standard de le faire qui possède les numéros du personnel et celui du téléphone portable.

Une IDE est d'astreinte :
Toutes les nuits y compris le week-end de 21h à 6h du matin.
Le samedi et le dimanche de 15h à 20h
Le dimanche de 8h à 20h

Pour le site de la Jomayère :
L'astreinte de nuit en semaine est assurée sur le site du centre hospitalier .
Astreintes à domicile les samedis et les jours fériés.

Article 5 : Organisation du bloc opératoire :
Les règles de fonctionnement du bloc opératoire sont écrites dans la Charte du bloc opératoire
Le conseil du bloc opératoire, mis en place sous l'égide de la CME comprend un chirurgien, un anesthésiste, le chef de bloc aura pour rôle d'assurer l'application de la CHARTE dans le but de faciliter l'organisation harmonieuse du bloc opératoire.

Le praticien ne doit prévoir aucune autre activité pouvant retarder son programme notamment aucune activité de consultation. Il doit s'efforcer au contraire de participer au déroulement le plus rapide du programme opératoire.

Article 6 : Heures d'ouverture

Le bloc opératoire est ouvert du lundi au vendredi, le samedi matin de 7h30 à 14h, à l'activité opératoire programmée, et 7 jours sur 7, 24h sur 24 à la chirurgie d'urgence.

Le Bloc opératoire est ouvert en chirurgie programmée uniquement du lundi au vendredi.

Article 7 : Horaire de fonctionnement

Le programme opératoire commence effectivement à **7h45**.
- Le personnel arrive à 7h15

- Les anesthésistes arrivent à 7h30
- Le patient arrive entre 7h30 et 7h45
- Le chirurgien arrive à 7h45 en tenue en salle

Article 8 : Les vacations
Les vacations sont attribuées aux chirurgiens en fonction des besoins pour réaliser leurs activités chirurgicales. Cette attribution est révisable semestriellement en fonction du remplissage des plages.

Les chirurgiens peuvent laisser à un confrère leurs vacations sous réserve de compatibilité avec l'organisation du bloc et en accord avec le chef du bloc.

L'activité programmée est réalisée entre 7h45 (heure d'arrivée du chirurgien en salle) et 19h15 (heure de sortie du malade) et fait l'objet d'un programme opératoire.

Les vacations d'une demi-journée sont de 7h45 à 13h et 13h30 à 19h15.

Article 9 : Fin de programme
Afin de permettre le respect de l'heure prévue de fin de programme, l'heure d'appel du dernier patient sera calculée en fonction de la durée de l'intervention.

Article 10 : Utilisation plage vacante
Il est admis qu'une plage opératoire laissée vacante la veille au soir à 16h, par un opérateur soit mise à la disposition générale, en fonction de l'organisation arrêtée par le chef de bloc et des besoins du programme.

Article 11 : Retard du praticien
Une plage opératoire non commencée à l'heure prévue peut être mis à on d'un autre chirurgien par le conseil de bloc opératoire, le titulaire de la plage succède au chirurgien remplaçant et ne peut exiger qu'une autre plage soit mise à disposition.

Tout retard d'un opérateur, supérieur à trente minutes, entraînera le retour de l'opéré en service de soins, la place laissée libre dans le programme étant occupée en fonction des besoins.

Article 12 : Présence du praticien
Aucun malade ne sera endormi en dehors de la présence de l'opérateur au sein de l'établissement.

Si au-delà de 30 minutes, le chirurgien n'est pas présent au bloc opératoire, alors que son patient est installé en salle d'opération, le patient sera remonté dans sa chambre et ce dysfonctionnement non-justifié sera mis à l'ordre du jour du Conseil du bloc opératoire.

La plage sera attribuée à un autre chirurgien.

Article 13 : Refus de la programmation d'un patient
Un malade ne pourra être refusé sans avoir préalablement obtenu l'avis du chirurgien concerné.

Article 14 : Modalités d'attribution des aide-opératoires :
Les aide-opératoires doivent posséder le diplôme d'état d'infirmière.
Elles sont :
- soit mises à disposition des chirurgiens moyennant facturation,
- soit elles sont les employées des chirurgiens.

L'attribution d'une $2^{ème}$ aide-opératoire devra être demandée au chef de bloc au plus tard la veille avant 14h afin de faciliter l'organisation du personnel.

Article 15 : Les vacances et absences programmés.
Chaque médecin, chirurgien ou anesthésiste doit faire connaître la planification de ses absences prévues non remplacées, au minimum avec un délai préalable d'un mois. L'absence d'information sur les dates d'absence dans un délai inférieur à un mois constitue un dysfonctionnement.

L'absence d'information sur les dates d'absence des médecins dans un délai inférieur à une semaine entraîne une sanction financière équivalente aux frais de personnel correspondant à l'inoccupation de la plage horaire.

Article 16 : Attribution des salles

L'attribution des salles correspond à priori aux nécessités techniques d'une chirurgie donnée. Elle ne constitue pas un droit de propriété et peut, en fonction des nécessités du programme, être temporairement complétée par une chirurgie compatible sur le plan du risque infectieux.

Article 17 : En cas de dysfonctionnement

Tout dysfonctionnement générateur de difficultés de gestion, d'insécurité, de dérive du bon fonctionnement du bloc opératoire, sera examinée pour être corrigé lors d'une réunion regroupant l'ensemble des intéressés. Le personnel infirmier responsable de secteur opératoire et le surveillant participeront à cette réunion.

Article 18 : En cas de réduction de personnel

Il est admis que la réduction temporaire de moyens en personnel, locaux ou matériels, soit prise en compte par les opérateurs et intégrée dans les critères de définitions des plages disponibles pour l'activité opératoire. En dehors des situations d'urgence ou de malade touchant brutalement un grand nombre de personnels, la clinique s'engage à informer les opérateurs au moins un mois avant le début des perturbations programmées au sein du bloc opératoire.

Article 19 : Elaboration du programme opératoire

Le Chef de bloc est responsable de l'élaboration du programme opératoire.
Le programme a pour objectif de planifier sur une période l'activité opératoire et les horaires prévisionnelles des interventions.

Article 20 : Règles de communication des interventions par les praticiens :

Le praticien communique ses interventions d'une manière groupée :
- soit par fax selon un format déterminé afin d'être découpé et collé sur le cahier de programmation.
- soit par étiquette autocollante fournit par le bloc
- exceptionnellement par téléphone en cas d'urgence ou de délai très court.

La réservation doit comporter :
- Nom et prénom du patient
- Age ou date de naissance
- Nom du chirurgien
- Date de l'intervention
- Nature de l'intervention
- Besoins spécifiques (prothèses, anapath, , amplificateur, table d'opération particulière)
- Nombre d'aide opératoire
- Durée prévue de l'intervention
- Eventuellement ordre de passage proposé

La connaissance préalable des nécessités techniques et médicales liées à l'intervention et la consultation de pré-anesthésie doivent permettre à chacun de faire en sorte que les difficultés soient anticipées afin d'éviter des pertes de temps.

Article 21 : La planification du programme opératoire

Elle est coordonnée entre les opérateurs, les anesthésistes et le cadre du bloc opératoire, sur la base d'une programmation réalisée à partir des bureaux de consultation en fonction des vacations attribuées pour chaque praticien.

L'ordre chronologique des interventions est donné par le chef de bloc, en concertation avec le praticien, et/ou l'anesthésiste en fonction des impératifs du service en matériel ou en personnel.

Article 22 : Règles de communication du programme opératoire

Chaque chirurgien doit faire part, lors de la programmation de chaque intervention et au plus tard la veille à 17h pour le lendemain, des besoins spécifiques en personnel médical, paramédical et en matériel.

Toute modification du programme opératoire devra être signifiée la veille avant 17h, à l'encadrement du bloc pour les mêmes raisons d'organisation de personnel, de matériel et de locaux.

Pour les plages opératoires du lundi, il faut que le programme soit défini le vendredi à 17h.

Article 23 : Communication du programme opératoire aux services

Le programme **est obligatoirement communiqué à 18h** pour permettre l'information des patients.

Article 24 : Intégration des urgences dans le programme

Les cas particuliers, notamment l'urgence, seront à gérer en collaboration par chaque opérateur et l'anesthésiste, en décalant la programmation des interventions qu'il avait initialement prévues dans la plage de temps considérée.

Les urgences sont prises en charge en fonction de leur gravité et en priorité dans le cas où le pronostic vital serait en jeu. L'utilisation abusive de cette procédure d'urgence fera l'objet d'une explication lors de la réunion de coordination des activités du bloc opératoire. Des sanctions peuvent être envisagées.

L'arrivée d'une urgence vitale en cours de programme opératoire entraînera l'interruption de celui-ci dans la salle libre le plus rapidement. Ceci implique que, dans une salle au moins, ne soient planifiées que des interventions courtes.

Article 25 : Validation du programme opératoire

La programmation finale de la journée sera arrêtée en collaboration entre le chirurgien, l'anesthésiste et le cadre du bloc opératoire
Tout programme validé par le surveillant et les anesthésistes dans les délais définis, à savoir la veille avant 17h, ne peut être modifié le lendemain, en dehors du contexte de l'urgence.

Article 26 : Procédure administrative :

Le dossier administratif et médical accompagne toute entrée du patient au bloc opératoire.
Il comprend :

- Le prière de recevoir
- La feuille d'anesthésie (EN ARE 001)
- La feuille de température et sa fiche de prescription
- Les examens pré-opératoires, les examens d'imagerie, la carte de groupe sanguin si nécessaire
- La feuille de PMSI verte
- Le document informatique d'entrée comportant l'autorisation d'opérer pour les mineurs, les coordonnés du patient.
- La feuille de saisie des actes opératoires
- Les étiquettes auto-collantes du patient
- La feuille de liaison bloc opératoire/service

Article 27 : Cotation des actes, dès la fin de l'intervention :

Le praticien s'engage à inscrire immédiatement la cotation de ses actes sur la feuille de saisie avec le numéro de nomenclature et à la signer.

Ce document ne doit en aucun quitter le bloc opératoire, il permet la facturation en temps réel des actes.

Les manquements pénalisent le chirurgien et la structure car ils entraînent un surcoût dans le traitement des dossiers. Des sanctions pourront être prises envers les praticiens qui ne respecteraient pas cette obligation.

Article 28 : Règles de prescriptions

Les prescriptions pour les suites opératoires doivent être inscrites avec le maximum de précisions sur le document prévu à cet effet par le médecin anesthésiste et/ou le chirurgien.

- Date
- Posologie
- Mode de prise
- Durée
- Signature

Article 29[•] : Procédures et modalités d'entrée, de déplacements et de sortie du personnel et des patients.

L'accès du bloc opératoire est strictement réservé aux praticiens, aux personnels du bloc opératoire, ayant un acte à exécuter.

Il est autorisé aux visiteurs médicaux sous réserve de l'accord du praticien et du chef de bloc.

L'accès se fait par le sas d'entrée ou par la stérilisation
L'accès du bloc se fait en pyjama

Les déplacements à l'intérieur du bloc se font en sabots ou sur-chaussures.

Dans le sas d'entrée du bloc est disposé une casier à chaussures permettant un changement

- soit chaussures ville / chaussures bloc
- soit chaussures bloc / chaussures " extérieur bloc "

Tout déplacement dans le bloc se fait muni d'une cagoule, d'un bonnet ou d'une charlotte y compris en stérilisation et en endoscopie

L'entrée dans une salle d'opération nécessite le port d'un masque quelque que soit la qualification de la personne.

Pendant le déroulement des interventions, mais également en dehors des interventions, les portes des salles d'opérations doivent être fermées.

Les praticiens ou les personnels doivent obligatoirement mettre une surblouse blanche ou changer de pyjama en cas de sortie du bloc opératoire.

Règle d'accès des patients :

Aucun patient ne peut pénétrer dans le bloc opératoire sans être déshabillé.

La personne chargée de véhiculer le patient jusqu'au bloc est responsable de cette mise en condition (chemise de bloc, charlotte).

[•] *Dans le cadre de sa mission l'ANAES aura un regard tout particulier sur les règles de circulation, il est préjudiciable sur le plan hygiène de ne pas respecter cette norme aux niveaux des déplacements. Le non-respect peut entraîner une sanction pour l'accréditation qui peut aller jusqu'à l'arrêt de la procédure d'accréditation. En raison de l'importance de ce principe, des sanctions seront prévues vis à vis de toutes les catégories de contrevenant.*

Article 30 : Règles d'hygiène :

Toutes les personnes présentent dans la bloc opératoire sont tenues de respecter les mesures d'hygiène indispensable.

Lavage des mains à la prise de poste et souvent que nécessaire

- Lavage des mains obligatoire entre chaque intervention selon procédure
- Procédure de préparation cutanée du patient
- Procédure de décontamination des instruments
- Procédure de respect des règles de stérilisation
- Procédure d'élimination des déchets
- Procédure de circulation en salle
- Procédure d'exposition aux liquides biologiques
- Déclaration obligatoire des AES (y compris pour les chirurgiens auprès du service d'urgence)
- Procédure de nettoyage itératif entre les interventions

Dans cet esprit, le chirurgien et l'anesthésiste restent au bloc opératoire pendant le déroulement du programme. Il est interdit de sortir d'une salle d'opération avec un sarrau opératoire et/ou les gants.

Il est admis par tous que la prévention des complications infectieuses post-opératoires constitue la base des comportements, de la tenue et de l'organisation du travail.

Les complications infectieuses nosocomiales doivent être signalées au Chef de bloc, au Président du CLIN et faire l'objet d'une remise en question des règles d'hygiène au bloc opératoire.

Matériel coupant et piquant

Il est rappelé que le chirurgien est responsable du matériel coupant ou des aiguilles qui sont sur son champ opératoire, il doit veiller personnellement ou déléguer à son aide opératoire la centralisation de tous les objets coupants et piquants et leurs conditionnements dans les réceptables de déchets contaminés.

Propreté de la salle d'intervention

Le chirurgien et son aide doivent veiller à jeter les compresses et les éléments souillés dans les baquets afin de limiter la contamination de la salle d'opération.

Changement de gants

Le changement de gants fréquents toutes les heures est conseillé

Interdiction de fumer

Il est interdit de fumer dans le bloc opératoire
Une salle de détente est réservée à cet effet.

Article 31 : Règles d'installation des patients :

L'installation du patient est sous la responsabilité du chirurgien et de l'anesthésiste qui doivent la vérifier dans tous les cas et y participer si nécessaire.

Article 32 : Règles de comportement :

Les acteurs du bloc opératoire sont également invités à employer une attitude modérée dans la voix et dans les gestes afin de favoriser une ambiance sereine indispensable au bon fonctionnement du bloc opératoire.

Les acteurs du bloc opératoire doivent entretenir entre eux des rapports de bonne confraternité. Il est interdit de calomnier un autre professionnel de la santé, de médire de lui ou de se faire l'écho de propos susceptibles de lui nuire dans l'exercice de sa profession. Les acteurs doivent toujours rechercher la conciliation.

Les acteurs respectent les règles de confidentialité et de secret professionnel conformément aux règles professionnelles et respectent l'information du patient.

Les professionnels s'efforcent de respecter l'intimité du patient, sa pudeur ainsi que son information sur les actes pratiqués.

Article 33 : Respect du matériel mis à disposition
Le matériel doit être traité avec le plus grand respect.
Le chirurgien sera précis dans sa demande afin d'améliorer le service

Article 34 : Gestion des risques
Le secteur opératoire est identifié comme un secteur à risques
Les procédures concernant la radio-protection, la matério-vigilance, l'hémovigilance, sont respectées.
Les évènements indésirables font l'objet d'un signalement écrit.

Article 35 : Arbitrage
Dans l'impossibilité de trouver une solution satisfaisante pour tous, l'arbitrage sera assuré par la direction de l'établissement. L'ensemble des médecins intéressés par le bon fonctionnement du bloc opératoire lui reconnaît la possibilité de mettre en application des sanctions dans les cas patents de mauvaise volonté.

Fait à , le 8 novembre 1999

Annexe 2

DEFINITIONS & ALGORITHMES

Cette annexe est consacrée à la définition des termes techniques utilisées dans la programmation de la méthode Hongroise ainsi que les algorithmes élaborés pour l'implantation de cette méthode pour le cas de la planification du bloc opératoire.

1. DEFINITIONS

Graphe Biparti : Un graphe G={X,U} est biparti si l'ensemble des sommets X peut être partitionné en deux sous-ensembles X1 et X2 de telle sorte que, pour tout arc (arête) (i , j) $\in$ U : Si i $\in$ X1 => j$\in$ X2 et si i $\in$ X2 => j$\in$ X1

Couplage : Un couplage est un sous ensemble d'arcs (d'arêtes) C tel que deux arcs (arêtes) ne possèdent pas d'extrémité commune.

Chaînes alternées : Si C $\subset$ U est un couplage de G={X,U}, on appelle chaîne alternée (chemin alterné) de G une chaîne élémentaire de G dont les arêtes (arcs) sont alternativement dans C et dans $\overline{C}$= U – C.

Chaîne alternée augmentante : C'est une chaîne alternée joignant un sommet x1 n'appartenant à aucune arête du couplage C à un sommet x2 n'appartenant à aucune arête du couplage C.

Sommet saturé : Un sommet i $\in$ X est dit saturé par le couplage C si i appartient à une arête du couplage C sinon i est dit non saturé.

Transfert sur une chaîne alternée augmentant : Un transfert consiste à remplacer dans un couplage C les arêtes appartenant à C de la chaîne alternée augmentante par les arêtes de la chaîne n'appartenant pas à C. Un transfert augmente la cardinalité d'un couplage d'une unité.

Couplage maximum : Un couplage est dit maximum, si considérant ce couplage on ne peut plus trouver de chaîne alternée augmentante.

2. METHODE HONGROISE POUR LA PLANIFICATION DU BLOC OPERATOIRE

Algorithme de Planification du Bloc Opératoire

Etape 1 : Définition de la première solution duale

Pour chaque intervention i faire
    Minval := Minimum (C (i,p,j,r), ∀ p = 1,...,H, ∀ j = 1,…,T, ∀ r = 1,…,M)
    Pour chaque ressource (i.e. une période p d'un jour j dans une salle d'opérations r) faire
        C (i,p,j,r), := C (i,p,j,r) – Minval
    Fin faire
Fin faire

Etape 2 : Recherche d'une solution duale qui soit une solution du problème primal

Répéter
    Définir un graphe biparti G (X, Y, U) comme suit :
        U = {} */* les sommets x ∈ X représentent les interventions, les sommets y ∈ Y représentent les ressources i.e. périodes d'un jour dans une salle d'opérations */*
    Pour chaque coût C (i,p,j,r) faire
        Si C (i,p,j,r) = 0 alors
            Ajouter un arc u à U, allant de sommet x associé à l'intervention i au sommet y associé à la ressource p, j, r.
        Fin si
    Fin faire
    Faire étape 3
Jusqu'à la cardinalité de correspondance Cardm = N
Fin Etape 2

Etape 3 : Vérifier que la solution duale est la solution du problème primal

Cardm := 0
Faire ***Recherche d'un Couplage Maximal***
    / L'algorithme proposé par Guinet [Guinet 1993] est utilisé pour calculer le couplage maximal. Tous les chemins alternés (alternance entre des arcs hors du couplage et du couplage) des sommets x non saturés sont énumérés pas l'algorithme afin de trouver des chemins augmentants (chemin alterné se terminant en un sommet y non saturé). Le chemin augmentant augmente le couplage d'une unité en changeant un arcs du couplage par un arc hors du couplage du chemin. Les contraintes de capacité de la ressource sont vérifiées en sélectionnant les arcs u pour constituer les chemins alternés */*

Pour chaque arc u faire
    Si les sommets de l'arc u ne sont pas les sommets des arcs du couplage alors
    / le chemin alterné est un chemin augmentant composé d'un arc u */*
        Vérifier les contraintes de capacité de l'arc u composant le chemin alterné
        Si les contraintes de capacité sont vérifiées alors
            Inverser l'arc u en un arc w
        Fin si
    Fin si

/ Durant l'étude de l'arc u, tous les arcs du couplage peuvent être impliqués. Les chemins alternés sont recherchés. Il sont alternativement composés des arcs u and w. Ils peuvent augmenter la couplage d'un arc. */*

Si le sommet x de l'arc u n'est pas un sommet des arcs du couplage alors
Pour chaque chemin alterné ayant pour origine le sommet x de l'arc u arc faire
Si le sommet terminal y du chemin n'appartient pas au couplage alors
/ Le chemin alterné est un chemin augmentant composés par plusieurs arcs u et w */*
Vérifier les contraintes de capacité des arcs du chemin augmentant

Si les contraintes de capacité sont vérifiées alors
Inverser les arcs du chemin augmentant. Les anciens arcs u sont remplacés par les nouveaux arcs w et les anciens arcs w sont remplacés par les nouveaux arcs u.
Fin si
Fin si
/ Une liste Tabou des arcs u est utilisée pour énumérer tous les chemins alternés. */*
Fin faire
Fin si
Fin faire

3. EXEMPLE

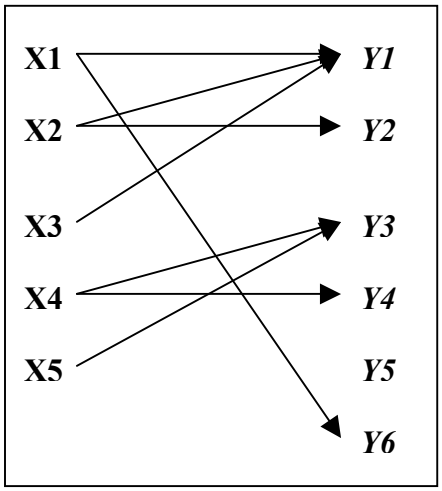


Figure A1.1. Graphe Initial

Nous présentons successivement ci-dessous le couplage et le chemin alterné.

- C = { }
- *(X1,Y1)*
- C= { (Y1,X1) }
- *(X2,Y1) (Y1,X1) (X1,Y6)*
- C= { (Y1,X2), (Y6,X1) }
- *(X3,Y1) (Y1,X2) (X2,Y2)*

- C= { (Y6,X1), (Y1,X3), (Y2,X2) }
- *(X4,Y3)*
- C= { (Y6,X1), (Y1,X3), (Y2,X2), (Y3,X4) }
- *(X5,Y3) (Y3,X4) (X4,Y4)*
- C= { (Y6,X1), (Y1,X3), (Y2,X2), (Y3,X5),(Y4,X4) }

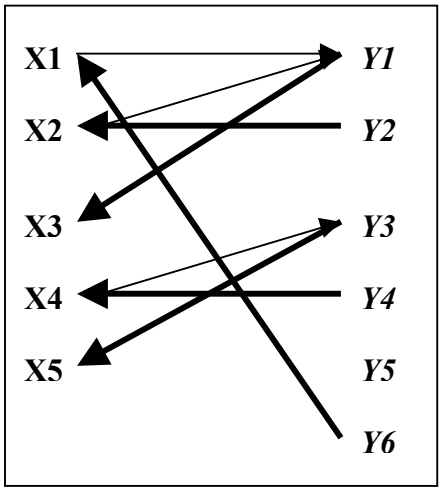


Figure A1.2. Graphe Final

FOLIO ADMINISTRATIF

THESE SOUTENUE DEVANT L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

NOM : CHAABANE
(avec précision du nom de jeune fille, le cas échéant)

DATE de SOUTENANCE : 09/07/2004

Prénoms : SONDES

TITRE :

GESTION PREDICTIVE DES BLOCS OPERATOIRES

NATURE : Doctorat

Numéro d'ordre : 04ISAL0038

Formation doctorale : Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise

Cote B.I.U. - Lyon : T 50/210/19 / et bis

CLASSE :

RESUME : La gestion des blocs opératoires est actuellement l'objet de multiples questionnements, aussi bien sur le court terme que sur le long terme. Elle se heurte en effets aux problèmes aigus d'emploi des ressources aussi bien humaines que matérielles, qui sont aujourd'hui toutes deux disponibles en capacité finie. Dans l'investigation de cette problématique, nos travaux de recherche ont été effectués selon trois axes principaux. En premier lieu, dans une perspective initiale descriptive, nous avons analysé les différentes activités, ressources et flux du processus opératoire. Cette analyse nous a permis d'identifier les forces et faiblesses d'un existant et de modéliser ses différentes entités de gestion. Ensuite, nous avons proposé les différentes étapes d'une organisation de gestion d'un processus opératoire. Nous nous sommes limités dans notre étude aux périodes pré- (avant l'intervention) et per-opératoire (pendant l'intervention). Enfin, nous avons proposé des outils de résolution et expérimenté la capacité de ceux-ci à répondre aux différents problèmes de gestion. Quatre problèmes de gestion ont été identifiés : la programmation des interventions, la définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations, la planification du bloc opératoire et enfin l'ordonnancement des salles d'opérations. Nous avons conçu une extension de la méthode Hongroise pour la résolution des problèmes de programmation et de planification opératoire. La définition des plages horaires d'ouverture des salles d'opérations a été définie comme un problème linéaire. L'ordonnancement des salles d'opérations a été identifié comme un problème de type Flow-Shop Hybride à trois étages sans temps d'attente avec contraintes de précédences. Il a été résolu à l'aide des règles connues d'ordonnancement et d'affectation.
Ces travaux nous ont permis de démontrer que des méthodes d'analyse et outils de résolution issus du manufacturier peuvent être appliqués au domaine hospitalier.

MOTS-CLES :
Gestion des Blocs Opératoires, Gestion des Ressources Humaines et Matérielles, Programmation Opératoire, Méthode Hongroise, Flow-Shop Hybride.

Laboratoire (s) de recherches :

PRODUCTIQUE ET INFORMATIQUE DES SYSTEMES MANUFACTURIERS

Directeur de thèse: ALAIN GUINET

Président de jury : JEAN-PAUL VIALE

Composition du jury :

	ALAIN GUINET	Directeur de recherche (INSA de Lyon)
	JEAN-PAUL VIALE	Professeur des Université et Praticien Hospitalier (Hôpital de la Croix-Rousse)
Rapporteur	MICHEL GOURGAND	Professeur des Université (Université Blaise Pascal)
Rapporteur	CHRISTIAN TAHON	Professeur des Université (Université de Valenciennes)
	GILBERT LIEGEOIS	Maître de Conférence, Délégué Général Pôle Productique Rhône-Alpes
	LAURENT RAISIN-DADRE	Directeur de Département de Conseil en Stratégie, Hospices Civils de Lyon
(Membre Invité)	ALAIN DUSSAUCHOY	Professeur des Université (Université Claude Bernard Lyon 1)
(Membre Invité)	PIERRE LADET	Professeur des Université (Institut National Polytechnique de Grenoble)