

THÈSE

Préparée au

Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS

En vue de l'obtention du grade de

Docteur de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse

Spécialité : *Systèmes Industriels*

par

Bernard GUTIERREZ

Titulaire du Diplôme d'Études Approfondies en Systèmes Industriels

AIDE À LA CONDUITE DES PROCESSUS SOCIO- TECHNIQUES DANS LES ACTIVITÉS DE SERVICE À LA DEMANDE : LE CAS DE LA MAINTENANCE APRÈS-VENTE AUTOMOBILE.

soutenue le 19 décembre 2006 devant le jury :

Président	B. GRABOT
Rapporteurs	J.-P. CAMPAGNE C. TAHON
Examineur	A. MAYÈRE
Directeurs de thèse	J. ERSCHLER P. ESQUIROL

Remerciements

Je tiens en premier lieu à rendre hommage aux nombreux enseignants qui, au-delà de leur spécialité, m'ont transmis avant tout l'envie d'apprendre, depuis les bancs de l'école primaire jusqu'aux amphithéâtres de la faculté. Je repense en particulier à Monsieur ROLLAND instituteur à Perpignan, Madame GALTIER et Monsieur LOUF Professeurs agrégés de mathématiques en classe préparatoire à Montpellier, Madame CHOQUET-BRUHAT membre de l'Académie des Sciences et dont j'ai eu l'honneur de suivre les prestations magistrales à l'Université Pierre et Marie Curie. La plupart d'entre eux ne liront jamais ces quelques lignes mais je remercie la vie qui a fait se croiser nos chemins. Que ceux que je ne cite pas ne m'en veuillent pas.

J'ai été accueilli pour mener à bien mon travail au LAAS, Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS, successivement dirigé par Monsieur Jean-Claude LAPRIE et Monsieur Malik GHALLAB. Je les en remercie.

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur Jean-Pierre CAMPAGNE, Professeur et Directeur du département Génie Industriel de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon, et Monsieur Christian TAHON, Professeur à l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis et Directeur de l'équipe « Systèmes de Production de biens et de services » du LAMIH (Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines), pour l'honneur qu'ils m'ont fait d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce mémoire.

Je remercie Monsieur Bernard GRABOT, Professeur à l'École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes (ENIT) et Responsable de l'équipe Production Automatisée du LGP (Laboratoire Génie de la Production) pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse ainsi que Madame Anne MAYÈRE, Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse et à l'Institut Universitaire de Technologie Département Services et Réseaux de Communication de Castres, pour l'intérêt qu'elle porte à mes travaux en participant au jury.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Messieurs François ROUBELLAT, Jean-Claude HENNET et Pierre LOPEZ pour m'avoir permis de réaliser mon travail au sein du groupe de recherche de Modélisation Optimisation et Gestion Intégrée des Systèmes d'Activités MOGISA (ex-OCSD) du LAAS, dans des conditions de confiance exceptionnelles. Je ne saurais oublier Monsieur Robert VALETTE dont j'ai squatté le bureau pendant de très longs mois et qui devait se demander lequel de nous deux partirait à la retraite le premier...

Je ne pense pas trouver les mots suffisamment forts pour exprimer ma gratitude envers mes directeurs de thèse, Monsieur Jacques ERSCHLER, Professeur et Directeur de la Recherche à l'INSA de Toulouse et Monsieur Patrick ESQUIROL, Maître de Conférences à l'INSA de Toulouse. Je leur suis redevable de m'avoir permis de mener à son terme ce travail et de m'avoir encouragé dans les moments difficiles.

Merci encore à tout le personnel du LAAS qui contribue à faire de ce grand laboratoire un lieu d'échange et de convivialité et en particulier à Madame Éliane DUFOUR, responsable entre autres du secrétariat du groupe MOGISA, pour son efficacité au quotidien.

Je tiens à remercier l'administration du Lycée JOLIMONT à Toulouse pour m'avoir autorisé à poursuivre ce long cheminement vers le doctorat. Je n'oublie pas mes collègues et amis, en particulier Jean-Luc, qui m'a souvent déchargé de certaines missions pour me libérer du temps.

Un grand merci à ma petite famille, mon épouse Linda et mes enfants Aurélien et Valérien qui se sont armés de patience et ont accepté le sacrifice de quelques week-ends studieux pour que je puisse à nouveau redevenir une ressource disponible et envisager de (re)-planifier quelques activités « socio-pas-trop-techniques » mais avant tout divertissantes...

Enfin et surtout merci à mes parents pour m'avoir aidé, au prix de certains sacrifices, à suivre un cursus scolaire qui m'a amené au professorat. Je leur dédie ce mémoire.

Table des matières

Remerciements	3
Table des matières	5
Table des figures	7
INTRODUCTION	11
1. Enjeux, contexte et problématique	15
1.1. Enjeux stratégiques	15
1.1.1. Une évolution nécessaire	15
1.1.2. D'une nouvelle conception des services à la conception de nouveaux services	18
1.2. Place du service dans les systèmes d'activités	19
1.2.1. Réalisation de services et production de biens	19
1.2.2. Services, activités et acteurs	20
1.3. Problématique du pilotage des activités de service	21
1.3.1. Est-il possible de définir un cadre générique ?	21
1.3.2. Peut-on transposer le savoir-faire acquis dans la gestion de production de biens ?	22
1.3.3. Quelle aide à la décision doit-on envisager pour le responsable ?	22
1.4. Synthèse	22
2. Typologie des activités de service et processus socio-techniques associés	25
2.1. Caractéristiques des activités de service	26
2.1.1. Synthèse bibliographique	26
2.1.2. Proposition d'une approche coopérative	31
2.1.3. Les différentes formes de coopération	32
2.2. Essai de typologie	33
2.2.1. Eléments de caractérisation retenus	33
2.2.2. Proposition d'un cadre générique	35

2.3. Le domaine du service « à la demande »	37
2.3.1. Problématique de la satisfaction du client	37
2.3.2. Spécificités de la coopération dans le domaine du service à la demande	38
2.3.3. Rôle et influence des acteurs dans la variabilité du résultat	40
2.4. Synthèse	40
3. Problème retenu et approche par contraintes pour sa résolution	41
3.1. Aspects organisationnels	42
3.1.1. La dimension service à la demande	42
3.1.2. Caractérisation des acteurs par profil	42
3.1.3. Choix de l'aide à la décision envisagée	45
3.2. Architecture du système de pilotage	45
3.2.1. Définition des processus	45
3.2.2. Proposition d'une architecture à deux niveaux	47
3.3. Approche par contraintes pour l'aide à la résolution de problèmes	49
3.3.1. Introduction	49
3.3.2. Principe général et modélisation d'un problème de satisfaction de contraintes	50
3.3.3. Propagation des contraintes	51
3.3.4. Application aux problèmes d'ordonnancement et d'affectation	52
3.3.5. Le raisonnement énergétique	53
3.4. Synthèse	55
4. Aide à la planification des activités	57
4.1. Modèle agrégé de négociation directe avec le client	58
4.1.1. Modélisation des compétences et des relations activités-ressources	58
4.1.2. Coopération entre le client et le responsable clientèle	60
4.1.3. Modélisation du problème de planification agrégé	60
4.2. Modèle détaillé de planification	63
4.2.1. Cadre de modélisation	63
4.2.2. Coopération entre le responsable clientèle et le responsable d'activités	63
4.2.3. Insertion d'une intervention simple dans un contexte multi compétences	64
4.3. Résolution du problème de planification des activités	66
4.3.1. Résolution du problème agrégé	66
4.3.1.1. Rappel des hypothèses	66
4.3.1.2. Algorithme de planification agrégée d'une activité	66
4.3.2. Résolution du problème détaillé	67
4.3.2.1. Rappel des hypothèses	67
4.3.2.2. Algorithme d'insertion des activités	67
4.4. Synthèse	69
5. Développement d'un outil d'aide à la planification	71
5.1. Spécifications de l'aide à la décision et architecture logicielle	72
5.2. Description des interfaces graphiques	77

5.2.1. Interface <i>front-office</i>	77
5.2.2. Interface <i>back-office</i>	80
5.3. Perspectives de développement	82
5.4. Synthèse	82
CONCLUSION	85
ANNEXES	89
Annexe A : Liste des titres et diplômes de la maintenance automobile	91
Annexe B : Panorama des qualifications spécifiques de la filière maintenance ...	97
BIBLIOGRAPHIE	101

Table des figures

1.1. Évolution des services marchands 1995-2005	17
1.2. Schéma de principe d'une prestation de service	21
2.1. Pôles de questionnement du champ de recherche sur les services	26
2.2. La prestation de service	27
2.3. Acteurs et coopération dans le service à la demande	32
2.4. Les différentes phases d'un service	34
2.5. La dimension « interaction avec le client »	36
2.6. La dimension « standardisation de la prestation »	36
2.7. Matrice d'intensité de service	37
3.1. Diagramme de classes : Acteurs – Profils – Activités – Caractéristiques	43
3.2. Diagramme de séquence principal	47
3.3. Architecture à double niveau de pilotage	48
3.4. Énergie requise par une tâche d'intensité constante	53
3.5. Consommation d'une tâche d'intensité constante de fenêtre temporelle $[r_i, d_i]$	54
4.1. Diagramme de classe : acteurs-activités	59
4.2. Exemple de grille de compétences et d'affectations possibles	59
4.3. Coopération entre le client et le responsable clientèle	60
4.4. Énergie obligatoire d'une activité non planifiée	61
4.5. Énergie obligatoire d'une activité planifiée	62
4.6. Diagramme de flot associé	63
4.7. Coopération entre le responsable clientèle et le responsable d'activités	64
4.8. Différentes possibilités d'insertion d'une activité	65
4.9. Visualisation de l'énergie consommée et des activités acceptées à placer	66
4.10. Insertion d'une activité dans une séquence ordonnée sans fractionnement.....	68
4.11. Actualisation des fenêtres de réalisation	69
5.1. Les différentes phases d'une intervention	73
5.2. Relations acteurs-activités dans le garage	74
5.3. Structure du projet	75
5.4. Graphe Entités – Associations	76
5.5. Fenêtre « front-office »	77
5.6. Fenêtre « création d'un nouveau processus »	78
5.7. Fenêtre « prise de rendez-vous »	78
5.8. Fenêtre « processus »	79

5.9. Fenêtre « atelier »	80
5.10. Fenêtre « choix du technicien »	81
5.11. Fenêtre « emploi du temps »	81
5.12. Fenêtre « modification des activités »	82

Introduction

Malte, La Valette, Fontaine des Tritons, fin d'après-midi, temps lourd et ensoleillé comme d'habitude. Il ne pleut pratiquement jamais sur cette île, ou plutôt ce gros rocher chargé d'Histoire et injustement catalogué parmi les pays sans histoire. Bref nous voilà, mon épouse, les enfants et moi, sur cette célèbre place, unique terminus de toutes les lignes d'autobus de l'île en quête justement de l'autobus qui doit nous ramener à l'hôtel...

Et soudain un tour d'horizon panoramique me projette à un niveau d'humilité rarement atteint ! Des dizaines et des dizaines de bus jaunes sont là sans emplacements prédéfinis, d'autres arrivent encore et augmentent les files ou ce qui ressemble davantage à un inextricable flot (flux ?) incontrôlé de véhicules de transport. Et là c'est comme un flash : d'où peut venir cette capacité infinie de l'homme à résoudre le plus simplement et intuitivement un problème complexe d'organisation et de gestion de processus impossible à paramétrer et encore moins à résoudre pour le plus performant des logiciels d'ordonnancement ? Sans compter que statistiquement vu l'âge avancé du matériel roulant utilisé, la probabilité d'occurrence de panne doit flirter avec les limites du raisonnable.

Et non pas par miracle mais par une implication de chacun des acteurs au bon moment avec la bonne décision et sans aide, le flux des autobus s'écoulait embarquant les touristes pour la bonne destination, sans attente excessive, sans incident majeur. Les insertions se succèdent sans même l'aide du plus anodin algorithme polynomial ! Et pourtant les contraintes imposées par « *l'homo-mobilus* » (à la fois produit, client, acteur et audit du processus de déplacement en groupe) sont aujourd'hui d'un niveau tel surtout dans le respect des délais que l'on est parfois en présence de situations conflictuelles majeures à propos d'un retard de 15 minutes sur une tâche dont la fenêtre temporelle est la journée...et comble de la non-qualité, aucun traitement personnalisé du préjudice subi n'ayant un tant soit peu été envisagé !

Nous voilà donc au cœur de la problématique : jusqu'où automatiser les processus socio-techniques sachant qu'aucun système informatique ne pourra digérer de façon intégrée tous les paramètres d'un problème d'organisation au sens large, n'en déplaise à Turing et aux experts en intelligence artificielle ? Il lui faudrait des siècles pour proposer une solution (non optimale) là où quelques acteurs bien (in)formés et experts du processus enchaînent dynamiquement les bonnes solutions dans un cadre de travail coopératif non assisté par ordinateur (*CW²C : Collaborative Work Without Computer*).

Dans notre travail, nous nous projetons dans un nouveau contexte d'environnement économique, celui de l'arrivée d'une économie de prestations intensives de service, supportée essentiellement par les technologies de l'information et exploitant de plus en plus la gestion par les connaissances et les compétences à travers les rôles des acteurs. Toutefois, la modélisation d'une entreprise ne peut raisonnablement pas prétendre être exhaustive au risque d'enfermer le décideur dans un formalisme contre-productif.

S'il y a service, c'est qu'il y a une demande exprimée par un client. Le pilotage des activités dites de service ne pourra être efficient et stratégiquement correct que dans le cadre d'une coopération client-prestataire fonction elle-même de la nature du service et de l'interaction entre le client et la production de ce service. De fait, la distinction classique entre industries (au sens production de biens) et services (au sens prestations de services) n'est plus aussi évidente [HILL 99]. Par contre, il semble pertinent de privilégier l'étude de l'intensité de l'interaction avec le client qui est partie prenante dans la conception de la prestation de service [TÉBOUL 99]. Les différents pôles de questionnement de la recherche sur les services amènent de plus à s'interroger sur la façon la plus efficace aujourd'hui pour les entreprises de gérer les activités de service [TANNERY 01].

Sur cette base, nous avons organisé ce mémoire en cinq chapitres.

Dans un premier chapitre, après une présentation des enjeux socio-économiques et après avoir positionné les services dans le cadre général des systèmes d'activités, nous exposons la problématique du pilotage spécifique de cette famille d'activités, en particulier la nature et le niveau de l'aide à la décision prévue pour le responsable.

Nous rappelons dans un deuxième chapitre les caractéristiques des activités de service pour lesquelles nous proposons un cadre générique et une typologie. Nous explicitons le domaine du service à la demande et les particularités du pilotage que nous envisageons. Nous définissons enfin la dimension coopérative que nous avons retenue.

L'organisation spécifique des processus dans le domaine de la production de services et la nature de la relation avec le client amènent à décomposer en deux niveaux le problème du pilotage des activités de service à la demande. Nous précisons dans un troisième chapitre les aspects organisationnels avec l'introduction de la notion de profil pour caractériser les compétences des acteurs, ces derniers pouvant présenter un profil multi-compétence pour leur spécialité. Nous présentons l'architecture retenue pour le système de pilotage. Nous rappelons dans le cadre général de la programmation par contraintes les principes du raisonnement énergétique que nous utilisons dans notre modélisation.

Nous présentons dans un quatrième chapitre la modélisation proposée pour l'aide à la décision. D'une part le modèle agrégé associé à la phase proprement dite de négociation avec le client et d'autre part le modèle détaillé associé à la procédure de mise à jour de la planification des activités. Nous développons une approche par contraintes pour la résolution du problème avec une proposition d'intégration du pilotage des activités sur les deux niveaux évoqués précédemment.

Nous décrivons enfin dans un cinquième et dernier chapitre l'architecture des interfaces graphiques et le formalisme de l'aide à la décision pour un outil logiciel prototype que nous envisageons de transposer à d'autres domaines que la maintenance après-vente automobile. Ce travail a été développé en étroite collaboration avec des stagiaires élèves-ingénieurs de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.

Nous illustrons notre thèse en présentant l'environnement logiciel et l'aide à la décision résultante appliquée à un domaine significatif des activités de service au particulier : le domaine de la maintenance automobile qui nous sert de « fil rouge » tout au long de ce mémoire.

Nous privilégions le rôle de l'homme au service de l'homme en choisissant de ne formaliser que les aspects automatiques du pilotage et en laissant une autonomie de décision la plus large possible aux responsables des processus d'activités de service pour satisfaire au mieux la demande du client.

Chapitre 1

Enjeux, contexte et problématique

Proposer une réflexion générale supplémentaire sur les activités de service et prétendre apporter un éclairage nouveau ne peut trouver sa justification qu'en prenant en compte l'importante mutation des emplois dans nos sociétés modernes d'une part et en considérant d'autre part que tout bien produit aujourd'hui est de plus en plus associé à un ou plusieurs services qui le caractérisent et en font un produit étendu. Ce chapitre présente, dans une première partie, les enjeux de société sous-jacents à l'émergence des activités de service ; une deuxième partie précise davantage la place des services dans le contexte plus général des systèmes d'activités en présentant les analogies possibles avec les systèmes de production de biens ; enfin dans une troisième partie nous définissons la problématique du pilotage des activités de service à la demande, telle que nous l'envisageons dans ce mémoire.

1.1 Enjeux stratégiques

1.1.1 Une évolution nécessaire

Lorsqu'on analyse le problème de l'emploi dans les sociétés modernes, une des premières difficultés est le partage du travail avec comme corollaire l'adéquation de l'offre et de la demande. Les « trente glorieuses », selon l'expression consacrée de Jean FOURASTIÉ [FOURASTIÉ 79], ont vu le taylorisme atteindre son apogée et maintenir un plein emploi permanent.

Après le choc pétrolier de 1973, est apparue l'ère de la gestion de la production avec un souci constant de trouver le meilleur équilibre entre les aspects les plus robustes du management prévisionnel et le pilotage le plus réactif des systèmes productifs face à la fluctuation de la demande.

Mais les meilleures organisations ne peuvent compenser les non conformités éventuelles du produit fabriqué dues essentiellement aux déficiences pour ne pas dire défaillances du système de production. Car le mot clé oublié quelque temps fut le mot « fabriquer » [DEHERRIPON 87], selon les spécifications imposées, en quantité et délai prévus. On s'était polarisé sur les quantités et la gestion du temps en oubliant à tort le produit lui-même.

Heureusement « Fée » Qualité se déploya depuis sa maison de style japonais et nous entraîna dans un tourbillon de statistiques, de zéros, de procédures, de six sigma, de cinq S, de plans d'expériences et autres outils [DURET & PILLET 02] : ce fut l'ère nouvelle des SPC, QFD, TPM pour faire plaisir aux anglophones. Certes il était temps, si j'ose écrire, de maîtriser la production et ce fameux zéro défaut. Les indicateurs de performance y contribuent largement encore de nos jours [BONNEFOUS & COURTOIS 01], [LORINO 01].

Mais la quadrilogie coût, qualité, flexibilité, délai induit une automatisation des processus de production si poussée qu'elle en devient fragile, instable, peu robuste et à terme inefficace. Gestion par les flux et qualité totale ont à nouveau rimé avec rebuts et malaise social. On avait oublié le principal acteur de la production à savoir, l'homme. On eut même droit au concept, tant vanté par certains, au concept donc de l'usine sans homme ! Aux zéro défaut, zéro panne, zéro stock, zéro délai, zéro papier, on eut beau ajouter à la litanie zéro accident, zéro stress, le zéro mépris oublié coûte encore cher aujourd'hui à certaines entreprises pour ne pas en avoir perçu suffisamment tôt toutes les conséquences [SÉRIEYX 99].

L'analyse de la valeur par exemple était encore dans les années soixante-dix en Europe chez certains grands constructeurs automobiles une vision utopiste que l'on confiait à un vieux collaborateur original qui s'évertuait depuis son placard à convaincre de jeunes pousses qu'il faudrait bien en passer par là (ne cherchez pas de référence, je l'affirme pour l'avoir vécu).

À défaut d'avoir plus ou moins bien assimilé cette évolution des concepts gravitant autour de la production de biens et parfois de services, nous revoilà plongés dans une phase transitoire où le challenge consiste désormais à intégrer à la fois la nouvelle place du client qui devient partie prenante du processus mais aussi en interne à passer d'une logique de postes de travail à une logique d'affectation des tâches par rôles, profils et compétences [AALST & HEE 02], [BENNOUR 04], [HERMOSILLO WORLEY 03], [LE BOTERF 98], [MARCQ 03], [ZARIFIAN 99], notions que nous serons d'ailleurs amenés à formaliser dans ce mémoire.

Or on estime aujourd'hui que plus de 75% des emplois concernent les services principalement marchands¹ pour lesquels l'évolution de l'emploi atteint 25% sur les quinze dernières années contre une érosion importante dans l'industrie (-17%) et encore plus dans l'agriculture (-32%). Ces emplois sont déclinés selon les secteurs d'activités suivants :

- le commerce,
- les transports,
- les activités financières,

¹ **Les services marchands** regroupent l'ensemble des activités dans le domaine de la production de services qui sont écoulés ou sont destinés à être écoulés sur un marché (à un prix couvrant plus de 50% des coûts de production). Source : <http://www.insee.fr/>

- les activités immobilières,
- les services aux entreprises,
- les services aux particuliers.

Nous analyserons de manière plus spécifique les services non marchands dits administrés² (éducation, santé, action sociale, administration). Nous donnons comme indicateur figure 1.1 l'évolution de la production des services marchands sur les dix dernières années.

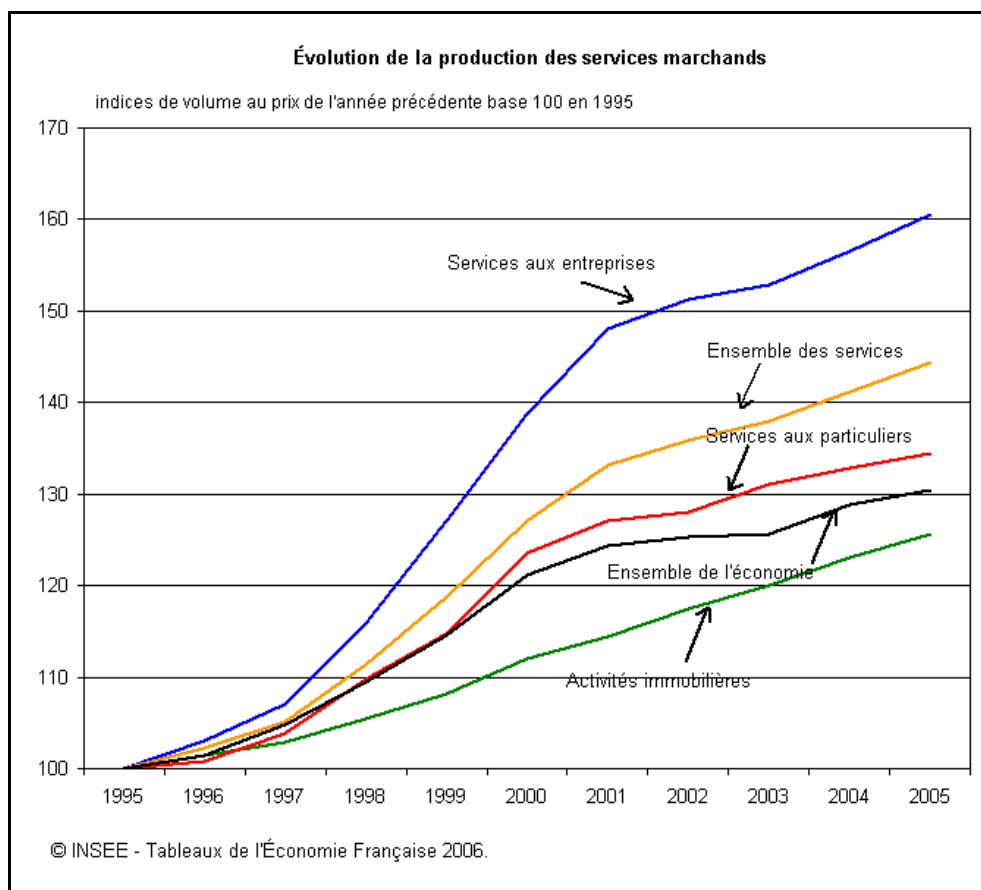


Figure 1.1 : Évolution des services marchands 1995-2005 [INSEE]

Il devient par conséquent pertinent de mener une réflexion de fond sur l'utilisation la plus adéquate des techniques d'organisation qui ont fait leur preuve dans la production de biens en essayant les transposer et les adapter à la production de services et de formaliser au mieux les problèmes d'affectation des ressources humaines.

Considérons le service de maintenance après-vente d'une petite entreprise du type concession automobile dont les activités et les acteurs vont nous permettre d'illustrer notre propos tout au long de ce mémoire. Nous donnons ci-après les raisons du choix de cet

² Les services administrés regroupent l'ensemble des activités dans le domaine de la production de services non marchands c'est à dire produisant (à l'aide de facteurs de production obtenus sur le marché) des services qui seront offerts gratuitement ou quasi gratuitement à la collectivité. Les administrations produisent des services non marchands (enseignement, défense nationale, justice...). Source : <http://www.insee.fr/>

exemple. Une des caractéristiques principales sur laquelle nous reviendrons plus en détail par la suite est que le service dans ce cas précis s'applique à un produit phare de notre société de consommation. Produit relativement onéreux à l'achat comme à l'entretien, pour lequel son possesseur reste très attentif en général à tous les processus d'intervention qui lui sont proposés et dont il lui est souvent difficile d'être longtemps séparé pour raison professionnelle, familiale ou de loisir.

On sait que le taux de motorisation des ménages et le kilométrage annuel se stabilisent, l'entretien et la réparation représentant le premier poste de la consommation automobile des ménages et les attentes des consommateurs vis-à-vis des prestataires étant de plus en plus élevées. La durée de vie des pièces d'usure s'allonge et augmente l'espacement des visites d'entretien et la fréquence des pannes diminue mais leur coût de réparation augmente.

Un autre intérêt réside dans la restructuration récente de ce secteur d'activité avec une formalisation très précise des profils et compétences des acteurs de la filière. L'innovation technologique importante de ces dernières années sur le produit a nécessité de repenser l'étendue et le niveau de qualification en cohérence. Les réparateurs doivent s'adapter à des véhicules au contenu technologique croissant. La création récente et très attendue d'une licence professionnelle spécialité « organisation et management des services de l'automobile » (OMSA) à l'Université de Marne-La-Vallée en est la plus parlante illustration. De plus, les nouvelles règles pour la filière définies par la Commission Européenne remettent en cause la prédominance des constructeurs et renforcent le poids de la filière indépendante dans un marché estimé à près de 16,5 milliards d'euros en 2004. Enfin l'après vente représente environ 20 % du chiffre d'affaires d'une concession mais 50 % de sa marge brute.

Nous assistons donc pour ce secteur d'activités et pour de nombreux autres à une mutation globale (produit – processus – métiers – organisation) qui amène à une réflexion profonde quant à la conception de services déjà présents sur le marché mais aussi à l'émergence de manière collatérale de nouveaux services concernant des produits aussi bien existants que des produits innovants.

Enfin, le type de service considéré est peu récurrent : chaque demande, non prévisible, doit être traitée de manière spécifique et personnalisée. Il s'agit de services « à la demande » qui nécessitent flexibilité et réactivité.

1.1.2 D'une nouvelle conception des services à la conception de nouveaux services

Cette évolution permet d'appréhender des prestations de services existantes (services de santé, services de l'éducation, ...) sous le regard novateur de la re-conception de la même façon que les entreprises dans leur globalité subissent des remises en cause de leur organisation en s'appuyant sur de nouveaux outils de modélisation de leur processus et autres BPR (*Business Process Re-engineering*) [HAMMER & CHAMPY 93].

Parallèlement, des secteurs d'activités en forte expansion (technologie web, téléphonie mobile, accès internet, service à domicile, activités financières, maisons d'édition, assurances, services du tourisme et du loisir, commerce électronique, ...) proposent de nouveaux services (forfaits de téléphone bloqués pour les adolescents, pack internet – télévision – téléphone, chèque emploi service, banque à domicile, bibliothèque numérique, roman interactif

personnalisé, bornes internet dans les gares, bornes *wifi* sur les lieux publics, dans les lieux de restauration rapide, ...) capables de générer des centaines de milliers d'emplois en quelques années pour les seuls services à la personne³.

De nombreux produits sont désormais proposés au consommateur dans un « *packaging* » incluant soit des services qui étaient jusqu'à présent dissociés, soit de nouveaux services qui en fait définissent un nouveau produit ou concept que certains auteurs qualifient de produit étendu allant même jusqu'à y inclure la part de logistique nécessaire ainsi que la participation éventuelle du client lui-même (libre-service). Même le législateur contribue à cette approche en imposant aux différents distributeurs de gérer la fin de vie du produit, depuis la récupération des piles usagées et des batteries de téléphones portables jusqu'au retour au point de vente de produits plus conséquents et volumineux tels qu'ordinateurs personnels ou matériels électroménagers.

Dans le domaine de la maintenance après-vente du secteur automobile, on assiste par exemple depuis quelques années au développement de services dits rapides implantés au sein des grandes concessions, à des contrats de location-vente intégrant l'assurance et l'entretien du véhicule par exemple et même des services d'entretien-auto à domicile ou sur le lieu de travail.

1.2 Place du service dans les systèmes d'activités

1.2.1 Réalisation de services et production de biens

Une des premières réflexions de ce travail de recherche porte sur la pertinence du parallèle entre la production de biens tangibles et la réalisation (on utilisera aussi le terme de prestation) de services qui sont souvent caractérisés comme intangibles (ou immatériels). Cette analyse a même suggéré la généralisation du néologisme « servuction », cher aux spécialistes en sciences du management [EIGLIER & LANGEARD 00], bien au-delà de la communauté mercatique [ALIX & VALLESPER 06], terme ni très heureux phonétiquement, ni totalement convaincant.

La prestation de service, vue en tant que processus socio-technique, peut être considérée comme un cas particulier de la production de biens. A ce titre son analyse et sa modélisation doivent être appréhendées selon une approche plus systémique et dans le cadre générique des systèmes d'activités.

De façon générique, on peut définir un processus [SAADOUN 01] comme « *un ensemble d'activités organisées en réseau de manière séquentielle ou parallèle, combinant et mettant en œuvre de multiples ressources, des capacités et des compétences pour produire un résultat ayant de la valeur pour un client externe* ». Cette définition permet d'introduire la dimension organisationnelle, d'intégrer les aspects humains par une allusion à la gestion des compétences des acteurs, de considérer simultanément une fonction de contrôle de résultat (satisfaction ou non d'une demande par un client externe au processus) et une fonction d'exécution qui apparaissent comme deux composantes essentielles dans l'identification d'un processus socio-technique.

³ L'estimation du ministère de la Cohésion sociale est de 500 000 emplois d'ici 2008.
<http://www.travail.gouv.fr/>

Nous retenons que la dimension socio-technique d'un processus se caractérise en priorité par :

- l'intervention de l'homme dans l'exécution et le contrôle du processus et des activités,
- la notion de responsabilité vis à vis de l'exécution des activités,
- des besoins d'information et de communication pour la coopération.

L'exécution d'un processus socio-technique sollicite l'homme en tant que ressource du système opérant ; la conduite et le contrôle font de lui un acteur du système décisionnel. Une instance de processus (respectivement d'activité) ne peut être considérée dans l'état terminé (sa date de fin est antérieure à l'instant courant) qu'après un contrôle de son exécution par un responsable. On fait l'hypothèse que dans le cas d'une activité, l'acteur chargé de l'exécution est aussi responsable de l'activité. Le responsable du processus est chargé de son exécution (lancement et suivi des activités) et du contrôle du résultat destiné à satisfaire la demande.

Nous donnons à ce stade du mémoire deux caractéristiques fondamentales qui concourent à la définition du processus de réalisation d'un service : d'une part la participation plus ou moins grande mais incontournable du client à certaines étapes et d'autre part la synchronisation obligatoire entre l'offre et la demande puisque par définition la prestation de service ne se stocke pas, le service est consommé au fur et à mesure que la prestation se déroule. Nous développerons ces différents aspects dans le chapitre suivant.

En outre, les limites du domaine des services ne sont pas explicitement identifiées. En effet, il est de plus en plus admis que le découpage économique traditionnel production de biens/prestation de services n'est plus pertinent [HILL 99] car la production de biens ne peut plus être complètement dissociée de la prestation de services [TÉBOUL 99] : la notion vue précédemment de produit étendu illustre bien cette tendance. Par contre, un élément de différenciation du service par rapport à la production de biens qui est souvent mis en avant est la simultanéité entre sa production et sa consommation [TANNERY 01].

Pour conclure cette première réflexion, nous évoquerons l'idée selon laquelle les produits manufacturés peuvent être considérés aussi comme la matérialisation de services fournis [LEVITT 72].

1.2.2 Services, activités et acteurs

Le processus de réalisation d'un service se décompose en général en deux familles d'activités qui se répartissent en avant-scène ou *front-office* et en arrière-scène ou *back-office* (cf figure 1.2). La différence essentielle d'un point de vue gestion étant la nature de l'interaction avec le client. Cette interaction n'a lieu en général qu'en *front office* lors d'une phase de définition, de préparation, de négociation, de réception du service. L'interaction avec le client est toujours présente dans cette première phase. Elle peut aussi intervenir en *back-office* pendant la phase de réalisation de la prestation si le service porte directement sur une personne (soins, transports,...). Chaque prestation comporte donc une partie purement service et une partie purement produit. Le processus qui la décrit sera la plupart du temps décomposé en plusieurs phases, chaque phase elle-même déclinée en activités confiées à des acteurs (au sens ressources humaines).

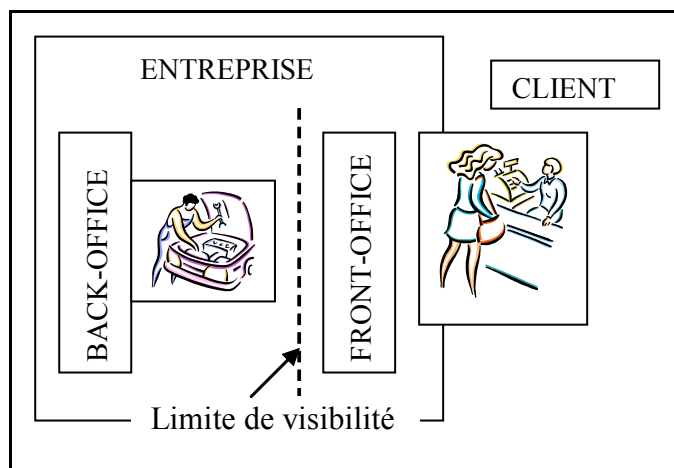


Figure 1.2 : Schéma de principe d'une prestation de service

La gestion des activités de réalisation du service fait appel essentiellement aux techniques et méthodes qui ont largement fait leurs preuves pour la planification, l'ordonnancement et l'affectation intégrés des activités aux acteurs. Une difficulté majeure consiste à rendre cohérentes les décisions prises pendant chaque phase essentiellement lors de la liaison *front-office* / *back-office*. Nous proposons dans ce mémoire une organisation et une gestion des activités s'appuyant notamment sur la formalisation des profils métiers des acteurs et visant à améliorer l'offre de service en termes de taux de satisfaction des demandes clients qui seront exprimées essentiellement sous la forme d'un couple date – délai.

1.3 Problématique du pilotage des activités de service

1.3.1 Est-il possible de définir un cadre générique ?

Si l'on considère les points de vue évoqués plus haut, il semble que les classifications traditionnelles ne soient plus entièrement satisfaisantes. La dimension service est désormais présente même dans les processus de production de biens matériels. De plus si l'on souhaite définir un cadre et une typologie, la diversité des services impose de raisonner selon des caractéristiques dissociées des domaines d'activité, la classification traditionnelle sous forme de nomenclatures n'étant pertinente que du point de vue de l'analyse économique. Notre travail de synthèse se limitera par conséquent aux aspects fonctionnels et organisationnels des activités de service à la demande.

Cependant nous analysons aussi, au travers de notre exemple de maintenance automobile, la prestation de service dans le cadre plus générique des processus socio-techniques d'entreprise [CATTAN *et al.* 03] ou même celui plus large des structures des organisations [MINTZBERG 94] et de la modélisation de leur système d'information [MORLEY *et al.* 02], notre approche privilégiant une démarche coopérative orientée client.

1.3.2 Peut-on transposer le savoir-faire acquis dans la gestion de la production de biens ?

Le rôle socio-économique croissant des activités de service, en terme d'emplois notamment, amène à rechercher des méthodes et des outils aidant à mieux maîtriser le pilotage de ces activités, à l'image de ce qui s'est passé dans le domaine de la production de biens. Les critères classiques de qualité, coût et délai présents dans la production de biens doivent être analysés selon un point de vue spécifique du fait de la relation particulière entre le client et son prestataire de service et du rôle prédominant de l'homme dans la réalisation de la prestation de service [GADREY 96]. Ce dernier point, en particulier, limite le niveau de rationalisation qu'il est possible et souhaitable d'introduire à travers les méthodes et outils proposés.

Dans le cadre d'une prestation à la demande, comme la planification d'interventions de maintenance en mécanique automobile, le prestataire est confronté à un jeu d'exigences double, lié d'une part à la satisfaction des préférences du client et d'autre part à la bonne organisation des ressources humaines nécessaires à la réalisation des prestations.

Pour le deuxième point, le niveau de modélisation que l'on rencontre dans les systèmes de production de biens, en ce qui concerne les aspects ordonnancement des tâches et affectation des ressources, constitue une base exploitable et exploitée dans de nombreux secteurs quant à la partie réalisation du service en *back-office*. Pour le point crucial, s'il en est, pour un service, concernant la satisfaction du client, qui va bien au-delà de la prestation en elle-même, la difficulté et la spécificité essentielles d'un service correspondent à l'interaction plus ou moins forte avec le client en *front-office*.

1.3.3 Quelle aide à la décision doit-on envisager pour le responsable ?

Dans le cadre d'activités de service à la demande, il s'agit de proposer aux responsables des outils d'aide au pilotage des processus, leur permettant de mieux concilier les exigences des clients et une bonne utilisation des ressources. La recherche d'une meilleure adéquation entre les activités planifiées et les qualifications requises des acteurs doit être mise en œuvre dans le cadre d'une planification dynamique laissant de l'autonomie aux acteurs impliqués. Plusieurs caractéristiques de la prestation de service empêchent en effet de formaliser entièrement certains aspects non prédictifs, en particulier dans le domaine de la maintenance.

Un des principaux objectifs à atteindre est d'améliorer la réactivité face au client en lui proposant le meilleur compromis possible en termes de planification lorsque sa demande est acceptée et au moins une alternative satisfaisante dans le cas où la demande dans sa formulation initiale ne peut pas être satisfaite.

1.4 Synthèse

Ce chapitre introductif présente les enjeux liés à l'émergence des activités de service tout en les situant dans le cadre général des systèmes d'activités. Des analogies avec les systèmes de production de biens s'avèrent pertinentes dans la mesure où le savoir-faire acquis en planification d'activités et gestion de ressources peut dans une certaine mesure être transposé dans les services. Nous proposons de formaliser l'aide à la conduite de processus de nature socio-technique dans le domaine du service après-vente automobile, domaine confronté

à une forte évolution des compétences-métiers. Nous posons les bases de la problématique étudiée : dans un premier temps définir un cadre générique et une typologie des services à partir de critères fonctionnels et organisationnels, dans un deuxième temps utiliser des modèles et des techniques ayant fait leur preuve en gestion de production de biens.

Chapitre 2

Typologie des activités de service et processus socio-techniques associés

Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre précédent, proposer un cadre formel et une typologie exhaustive des activités de service peut sembler une entreprise vouée d'avance à l'échec. Nous avons fait le choix de ne pas formaliser ce qui doit rester à notre avis du ressort de l'homme. Aussi nous limitons la formalisation à la prise en compte des contraintes les plus objectives portant sur le temps et les ressources afin de les propager pour expliciter l'autonomie effectivement disponible pour la décision humaine. La spécificité première du service est d'être réalisé à la demande d'un client par un ensemble d'acteurs humains chargés de mettre en œuvre le processus de délivrance du dit service (la prestation de service). Ce client peut être suivant le cas : usager, abonné, bénéficiaire, spectateur, contribuable, étudiant, patient, hôte, visiteur, et même hélas parfois simple numéro, n'en déplaise aux inconditionnels de Patrick McGooohan⁴. Le processus est de nature socio-technique et doit s'affranchir de toute vision du type *workflow* excessivement standardisée. La gageure consiste à mettre en place un maximum d'outils standards tout en personnalisant à outrance la prestation fournie au client. Ceci est à rapprocher de l'émergence du concept *e-marketing* « *one to one* » qui permet de cibler parfaitement certaines offres commerciales en les adaptant *a priori* à un seul consommateur.

Nous présentons en premier lieu dans ce chapitre au travers d'une synthèse bibliographique ce qui nous apparaît comme les caractéristiques qui définissent le mieux les activités de service. Nous proposons ensuite en cohérence une typologie basée sur un cadre générique issu des éléments de caractérisation que nous avons retenus.

Nous complétons enfin notre problématique en considérant plus spécifiquement le cas du service à la demande que nous avons retenu pour cette étude.

⁴ Producteur et acteur principal de la série télévisée culte « *The prisoner* » (1967).

2.1 Caractéristiques des activités de service

2.1.1 Synthèse bibliographique

Paradoxalement, alors que le domaine des services a vu sa part dans l'économie augmenter très vite ces dix dernières années, sa définition présente toujours une difficulté renouvelée du fait essentiellement de l'incertitude à bien positionner ses frontières [TÉBOUL 99]. Les économistes ont catégorisé biens et services selon un point de vue en premier lieu physique à savoir d'un côté des produits matériels tangibles et d'un autre côté des produits immatériels intangibles. Cette distinction reste conventionnelle et mérite d'être affinée. En fait selon le dimensionnement relatif du *front-office* et du *back-office*, il peut s'agir davantage d'une véritable prestation de service avec un support plus ou moins matériel ou bien d'une production de bien avec un glissement plus ou moins prononcé vers un produit étendu en fonction de l'intégration de services associés. Les cas de production pure ou de service pur doivent être considérés comme des cas limites.

Un point de vue plus pragmatique propose de considérer le domaine des activités de service en le déclinant suivant quatre pôles de questionnement [TANNERY 2001] :

- *la relation de service,*
- *le processus de réalisation du service,*
- *le résultat et le service rendu,*
- *la structuration du système d'offre.*

Cette approche semble d'autant plus porteuse de nouvelles perspectives de recherche qu'elle aborde de façon globale la prestation de service en étudiant les relations entre les quatre pôles en question. La figure 2.1 illustre avec cette décomposition, le positionnement de travaux de recherche récents et référence les auteurs concernés.

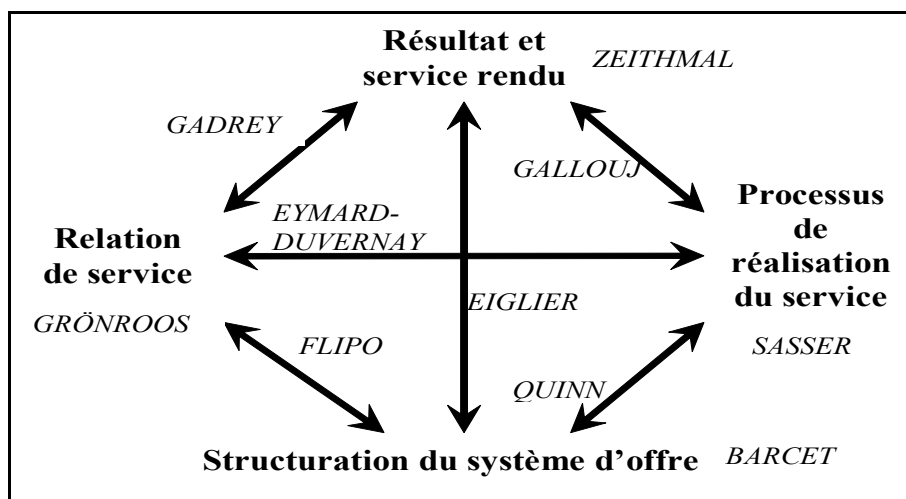


Figure 2.1 : Pôles de questionnement du champ de recherche sur les services d'après [TANNERY 01]

Selon GADREY [GADREY 96], la relation de service doit être conçue autour des multiples grandeurs qui la définissent : contexte, protocole, conditions de relation, interaction langagière, compétences recherchées, etc. Une approche par la coopération et la gestion des ressources humaines impliquées apparaît donc comme indispensable à la mise en place de

cette relation. Il semble que la priorité accordée à la relation de service prédomine dans les études européennes en marketing [GRÖNROOS 00]. Pour certains, cette approche est un des facteurs qui amènent à faire converger l'industrie et le tertiaire. Enfin pour que cette relation puisse être effective, il faut lui associer des processus de nature technique [EYMARD-DUVERNAY 94].

La particularité des processus de réalisation des services a conduit certains auteurs à former à partir de services et production le néologisme « servuction » pour les qualifier [EIGLIER & LANGEARD 00]. Les caractéristiques techniques des processus de réalisation du service doivent en effet être explicitées d'un point de vue opérationnel, surtout en fonction du degré d'interaction avec le client. La codification des procédures opérationnelles s'inspire en cela des approches industrielles de la production [SASSER *et al.* 78]. Pour y parvenir l'innovation dans les services doit intégrer tout le potentiel présent dans les technologies de l'information [GALLOUJ C. & GALLOUJ F. 97].

En ce qui concerne la dimension résultat et service rendu, des critères comme l'indice de satisfaction du client constituent des outils privilégiés pour évaluer le rapport « *entre la réalité objective de la prestation et l'univers subjectif du client* » [TÉBOUL 99]. Il subsiste cependant une difficulté quant à l'évaluation de ce rapport contrairement à un calcul de productivité en production de biens qui peut lui s'appuyer sur des grandeurs physiques identifiables et mesurables.

L'objet de notre travail consiste à modéliser des éléments et entités impliqués dans les trois premiers pôles. Le pôle structuration du système d'offre se situe pour l'essentiel hors de notre problématique même si comme évoqué plus haut seule une vision agrégative peut s'avérer la plus pertinente et que certains auteurs considèrent comme importante l'intégration entre biens et services [QUINN & GAGNON 86]. Mais nous arrêtons notre étude là où apparaissent des considérations de nature plus stratégiques d'analyse des marchés.

Nous avons vu dans le chapitre 1 qu'un élément essentiel à considérer est la séparation des activités qui composent le processus de prestation de service en deux familles respectivement associées à deux zones d'intervention et de réalisation distinctes physiquement et fonctionnellement : le *front-office* d'une part, lieu d'interaction effective avec le client demandeur du service et le *back-office* d'autre part, lieu où sont concrètement mises en œuvre les activités opérationnelles nécessaires à la réalisation du service (cf. figure 2.2).

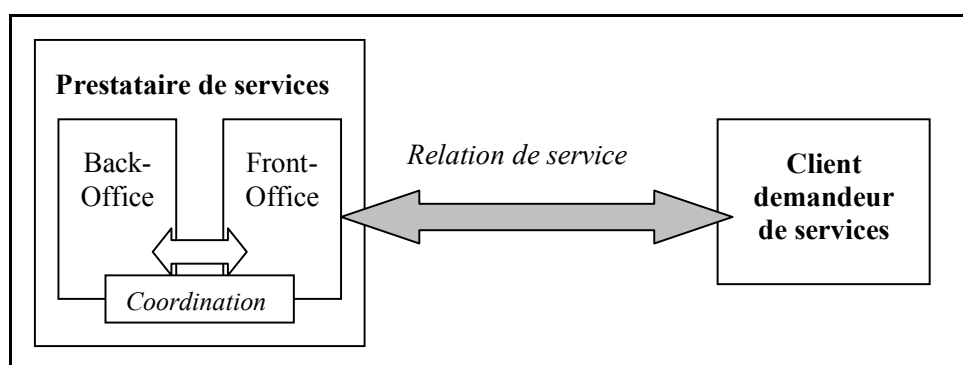


Figure 2.2 : La prestation de services

Le *front-office* a pour mission d'assurer la relation et l'interaction avec le client, mais aussi avec le *back-office* qui réalise le service. Il intègre pour cela les entités fonctionnelles suivantes :

- *personnel de contact* : il s'agit des ressources humaines qui vont faire l'interface entre les personnes qui réalisent le service et le client.
- *ressources physiques* : il s'agit du support matériel que peut fournir la société de services. Il correspond à un des éléments tangibles sur lequel le prestataire pourra s'appuyer pour garantir la qualité du service.
- *systèmes et procédures opérationnels* : c'est ce qui permet l'accès au service lui-même.

Le *back-office* a pour fonction de produire les services relatifs à une prestation en essayant de maîtriser la qualité par rapport à un cahier des charges transmis par le *front-office* tout en augmentant classiquement la productivité et en réduisant les coûts. Le personnel du *back-office* assure la préparation et la fiabilité du service (récolte d'informations pertinentes, absence de rupture de stock...) ; même s'il n'a pas de contact avec le client pour la définition du service, il joue un rôle essentiel dans sa satisfaction. Le *back-office* inclut les entités suivantes :

- *personnel opérationnel* : le rôle de ce personnel est d'assurer la mise en œuvre pratique de la prestation.
- *technologies et savoir-faire des systèmes opérationnels* : il s'agit des ressources physiques et du savoir-faire permettant la mise en place des systèmes et des procédures opérationnels.

La coordination *front-office* / *back-office* est primordiale pour le bon déroulement des prestations. En effet, le personnel de contact peut atténuer ou annuler tous les efforts réalisés par le *back-office* si la relation avec le client ne se passe pas bien. De même, le *back-office* peut faire échouer une prestation s'il n'est pas capable de fournir à temps ce qu'a promis le *front-office*. Une bonne gestion de la relation de service impose de se mettre dans des conditions de transparence de la prestation (information du client), de refuser l'anonymat du client (mise à jour de son historique) et d'offrir au client le choix de son degré de participation à la réalisation du service (connaissances de ses attentes).

Pour mieux éclairer les définitions de la prestation de service qui nous ont le plus inspirés dans le cadre de notre étude, nous précisons au préalable, en quelques points, les notions récurrentes qui permettent de mieux cerner les différences et les similitudes avec la production de biens (au sens produit physique).

- **Intangibilité et immatérialité**

*Intangible*⁵ : « Qui échappe au sens du toucher »,

*Immatériel*⁶ : « Dépourvu de tout caractère matériel ».

Un service ne peut donc même pas être présenté une fois la prestation effectuée. Il ne s'exprime que par le niveau de satisfaction en réponse à la demande du client. Le prestataire peut essayer de décrire les résultats obtenus avec d'autres clients mais ne peut pas à l'avance présenter les résultats qui surviendront pour le client suivant, même dans le cas d'une

⁵ Source : dictionnaire en ligne Académie Française. <http://www.academie-francaise.fr/dictionnaire/index.html>

⁶ Idem.

prestation standardisée présentant *a priori* peu de risque en termes par exemple de définition du processus opératoire ou de respect de délai.

C'est en particulier cette intangibilité qui va rendre la qualité de la prestation difficilement évaluable. Le client est avant tout sensible aux signes extérieurs tangibles et en particulier à ce qui lui semble quantifiable au travers de la relation de service en *front-office* (qualité humaine du personnel de contact, qualité des systèmes et des procédures opérationnelles, ...).

L'un des objectifs principaux du *front-office* est donc d'apporter des éléments tangibles d'appréciation au client avant (négociation, contractualisation), pendant (réalisation) et après la prestation (évaluation, validation) afin de pallier cette intangibilité du service. Ces points d'évaluation sont d'autant plus sources de contestation qu'ils sont le plus souvent subjectifs.

- **Périssabilité, simultanété production / consommation**

Si l'on se replace chronologiquement, alors que les services étaient traditionnellement définis par opposition à la réalisation de biens, la coproduction correspondant à une participation active du client a été très tôt mise en avant pour caractériser à la base une prestation de service.

Un service n'étant pas tangible, il n'est pas possible de le stocker. On dit qu'il est périssable. Il doit être consommé au fur et à mesure qu'il est produit. Toutefois, les ressources nécessaires à la réalisation de ce service, elles, sont stockables et doivent pouvoir être disponibles très rapidement pour répondre à la demande d'un client. La relation de service fonctionne donc sur un modèle « juste à temps ». La gestion de la capacité doit permettre d'ajuster l'offre à la demande. En cas de sous-capacité, le client est perdu s'il décide de ne pas attendre ou repart non satisfait du service fourni (délai dépassé, prestation bâclée, ...). En cas de surcapacité, le prestataire a perdu de l'argent faute d'avoir optimisé l'utilisation de ses ressources productives.

Comme pour la demande de biens, la fluctuation de la demande de services peut être très importante et difficile à prévoir. Etant donnée cette impossibilité de stockage, la production de services ne peut que difficilement être lissée. Il faudra alors se pencher sur d'autres techniques comme par exemple une politique tarifaire pour lisser la demande des clients et non la production des prestations.

- **Unicité et variabilité**

La notion d'unicité et de variabilité d'un service est directement issue de son existence basée sur la relation. Cette relation ne sera jamais deux fois la même puisqu'elle dépend en grande partie du contact humain entre le personnel de contact de la société de services et le client. Il est clair que les relations humaines ne peuvent pas être standardisées. Plus ce facteur humain sera important dans la relation de service, moins le service rendu sera uniforme entre les clients. D'autre part, la variabilité du service vient également du fait que le client participe à la relation de service et ainsi peut modifier ses exigences et donc le service rendu au cours de la réalisation.

- **Interaction avec le client**

La notion de service n'a de sens que dans le cadre d'une relation prestataire-client. Un service n'a ainsi pas d'existence autonome en dehors du cadre défini. La prestation de service

a une durée de vie limitée dans le temps. Un service n'existant qu'à travers une relation, une fois la relation rompue, le service n'existe plus.

L'interaction avec le client est une caractéristique forte des activités de service. Cette interaction se fait à l'extérieur du lieu de réalisation de la prestation (interface client ou *front-office*) mais peut également exister à l'intérieur (zone d'activité *back-office*) quand le service porte sur le client en personne (soins, transports, ...). Dans le temps, cette interaction peut commencer avant la prestation (définition de la nature et des modalités, signature d'un contrat de prestation, ...), se poursuivre pendant la prestation (suivi, accompagnement, participation, ...) et se prolonger au-delà (évaluation, état des lieux, facturation/paiement, ...).

Enfin, lors de cette relation, les étapes de production et de consommation sont superposées. De ce fait, le service doit pouvoir être adapté très rapidement à la demande du client pour ne pas détériorer la relation de service. Il doit pour cela y avoir une très bonne coordination et une forte coopération entre le *back-office* et le *front-office* comme nous l'évoquons dans le paragraphe suivant.

La bonne exécution de la prestation de service dépendra de l'interaction entre les deux acteurs de la relation de service. Le client est donc acteur à part entière de la prestation.

- **Réseaux de distribution**

Le service étant intangible, il est possible de dématérialiser aussi les réseaux de distribution qui lui sont propres. C'est le cas par exemple des services purement informationnels qui utilisent les canaux électroniques et plus généralement les nouvelles technologies pour aller du lieu de production aux clients. Malgré tout, la spécificité de coproduction impose souvent de disposer d'emplacements bien définis pour matérialiser le *front-office* et être ainsi proche du client lorsque sa présence physique est indispensable. Enfin, le service peut parfois être délivré directement à domicile lorsque le prestataire se rend chez le client.

Les éléments de caractérisation que nous venons de passer en revue vont nous permettre d'établir par la suite une base de travail pour un essai de typologie des activités de service. Mais avant cela nous précisons davantage les frontières du domaine des services à partir de quelques définitions qui ont le plus retenu notre attention.

GRÖNROOS [GRÖNROOS 00] définit une prestation de service comme : « *une activité ou une séquence d'activités qui donne lieu à une interaction entre le client et les structures, les ressources humaines, les biens et les systèmes qui sont fournis en réponse aux besoins du client* ».

Le processus de prestation est déclenché par une demande exprimant un besoin ou un problème de la part du client. L'interaction est permanente et forte et implique toutes les entités en présence. Les ressources sont mises à disposition de façon à adapter la réponse fournie à la demande exprimée. Le souci de personnalisation de la prestation est par là même sous-entendu. Mais cette définition ne caractérise pas explicitement la séquence d'activités en soi.

Selon l'INSEE [INSEE 02] : « *Une activité de service se caractérise essentiellement par la mise à disposition d'une capacité technique ou intellectuelle. À la différence d'une activité industrielle, elle ne peut pas être décrite par les seules caractéristiques d'un bien tangible acquis par le client* ».

On retrouve les notions fondamentales de mise à disposition et du caractère intangible du service par opposition à une activité industrielle.

LOVELOCK [LOVELOCK *et al.* 04] définit un service comme : « ...acte dynamique, performance, processus, effort » qu'il complète par les précisions suivantes : « ... prestation offerte par une partie à une autre. Bien que le processus puisse être lié à un produit physique, la prestation est transitoire, souvent intangible par nature et ne résulte pas normalement de la possession de l'un des facteurs de production ».

La dynamique du processus de réalisation est évoquée, par opposition à un phénomène statique, instantané : la prestation de service se développe et se construit selon un processus qui réalise, sur le support physique associé, la transformation souhaitée. Le support physique de l'activité s'oppose à l'intangibilité par nature de la prestation.

GADREY propose comme définition [GADREY 96] : « ...une opération visant une transformation d'état d'une réalité C, possédée ou utilisée par un consommateur B (client ou usager), réalisée par un prestataire A à la demande de B et souvent en relation avec lui, mais n'aboutissant pas à la production d'un bien susceptible de circuler librement économiquement indépendamment du support C ».

On retrouve ici la volonté de ne pas opposer prestation de service et production de bien tout en rappelant que le service, tout immatériel soit-il, a besoin d'un support physique pour recevoir le résultat de la transformation réalisée.

Toutes ces définitions de la prestation de service soulignent la caractéristique essentielle, qui constituera la principale difficulté pour formaliser le processus de réalisation du service, à savoir la coproduction par le client de la prestation. L'interaction plus ou moins forte du client induit en effet par nature une personnalisation par défaut du service fourni. *A contrario*, les considérations d'efficacité et de rentabilité de la part du prestataire l'amènent à rechercher une standardisation des prestations qu'il délivre.

Cette composante de coproduction dans la mise en œuvre du processus de la prestation a pour corollaire la mise en place d'une coopération primordiale entre le client et le fournisseur du service, coopération qui n'est elle-même qu'un élément d'une approche coopérative plus globale se déclinant sous une forme externe d'une part (avec le client) et sous une forme interne à l'entreprise d'autre part (entre collaborateurs, essentiellement responsables d'activités).

2.1.2 Proposition d'une approche coopérative

En nous inspirant de [CAMALOT 00], nous retenons que la coopération suppose la reconnaissance par les personnes impliquées d'objectifs communs, et qu'elle se manifeste par des communications permettant la coordination et la négociation entre ceux-ci.

Dans un service à la demande, une coopération entre le client et le prestataire se situe au niveau de l'interface client ; il s'agit d'un processus interactif dont l'objectif est, en phase d'ouverture, de décider de la satisfaisabilité ou non de la demande puis dans le cas où celle-ci est acceptée de proposer au client une configuration personnalisée de la prestation en termes de coût, délai, qualité. Lorsque le service porte sur une personne (soins hospitaliers, loisirs, ...), une coopération avec cette personne se poursuit tout au long du processus de prestation du service et jusqu'à la phase de clôture de la prestation. Notons que la personne qui rentre alors dans le *back-office* n'est pas forcément le client qui a effectué la demande et que la

coopération porte sur les modalités fines d'exécution de la prestation alors qu'en *front-office* la coopération avec le client porte sur la définition des caractéristiques globales (externes) de la prestation. Lorsque le service porte sur un bien appartenant au client, ce dernier n'est pas en relation directe avec la zone d'activité où il ne pénètre généralement pas ; comme on l'a déjà vu, l'interface client correspond à une zone physique à part, où s'effectuent la réception et la restitution du bien sur lequel s'effectue la prestation et la coopération a lieu essentiellement en phases d'ouverture et de clôture de cette prestation.

Après acceptation de la demande du client ou pendant la coopération avec le client, le responsable clientèle peut être amené à renégocier avec le responsable d'activités les affectations de ressources et l'ordonnancement des activités relatives aux demandes déjà acceptées.

Dans l'exemple de la maintenance automobile, il s'agit de planifier la période d'intervention sur le véhicule qui sera alors indisponible pour le client. Le client et le responsable clientèle coopèrent et négocient pour définir les dates de réception et de restitution du véhicule. La figure 2.3 illustre notre propos.

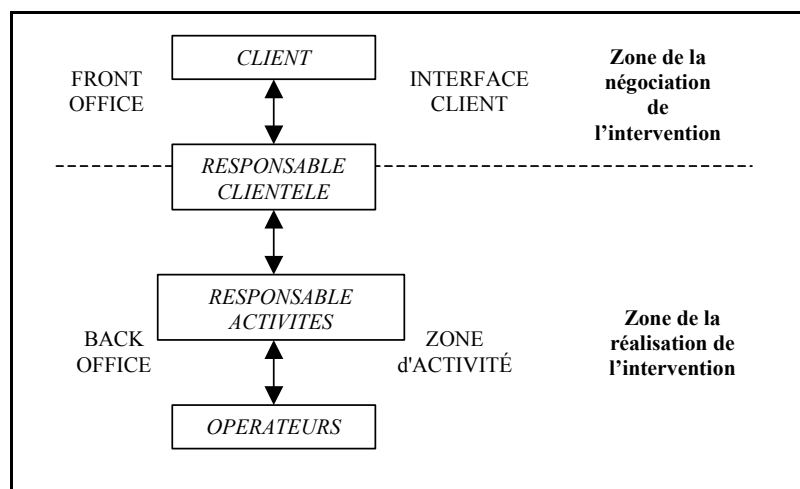


Figure 2.3 : Acteurs et coopération dans le service à la demande.

2.1.3 Les différentes formes de coopération

Dans le cadre de la production de biens à la commande, le souci permanent de mise en flux puis de tension des flux de production a amené les entreprises au sein d'une même chaîne logistique à analyser les mécanismes de la coopération entre leurs décideurs [DESPONTIN 04], [MONTEIRO 01], [TELLE 03].

Différents travaux de recherche aussi bien dans le domaine des sciences de l'ingénieur que dans celui des sciences humaines, tels que ceux de [BAZET *et al.* 99], [CAMALOT 00] [ERSCHLER 96], [EL MHAMED I *et al.* 05] et [HUGUET 94], ont formalisé la coopération en la déclinant sous ses différents aspects que nous présentons maintenant.

*Coopérer*⁷ : du latin *cooperari* « faire quelque chose conjointement avec quelqu'un ».

⁷ Source : dictionnaire en ligne Académie Française. <http://www.academie-francaise.fr/dictionnaire/index.html>

En premier lieu, la présence simultanée ou différée des participants à une activité de coopération permet de la qualifier respectivement de synchrone ou asynchrone. Les définitions de la coopération changent d'un domaine à l'autre et dans un même domaine d'un auteur à l'autre et il n'existe pas de véritable consensus qui autoriserait une conceptualisation précise. Nous retenons parmi de nombreuses définitions que la coopération consiste selon [BOUJUT et al. 02] à l'élaboration et à la prise de décision collective. Pour ce faire, la coopération vue en tant que processus nécessite la facilitation d'interactions aussi bien dans des phases de conception que dans des phases opérationnelles.

*Coordonner*⁸ : « agencer certaines choses entre elles suivant les rapports qu'elles doivent ou peuvent avoir, les disposer convenablement pour une fin ».

La différenciation essentielle entre coopération et coordination s'articule autour du partage des objectifs (objectif global partagé ou objectifs individuels) et autour du partage des tâches ou de leur regroupement [ACHELHI et al. 05]. Il s'agit essentiellement pour la coordination de synchroniser les actions dans le temps avec le souci de maximiser le résultat, tout en respectant une structure préétablie et des règles explicites sur les prises de décision [CAMALOT 00] ; alors que la coopération s'inscrit davantage dans un processus dynamique réactif non déterminé à l'avance même si le cadre de travail se prête à l'utilisation de protocoles prédéfinis.

*Collaborer*⁹ : du latin *collaborare* « travailler avec quelqu'un »

La collaboration est le fait de travailler avec une ou plusieurs personnes à une œuvre commune. Elle implique le partage d'informations sans prise de décision collective et concerne une forme de coopération pour laquelle les actions individuelles ne sont pas différenciables. [DESPONTIN 04].

On utilise le terme de co-décision si l'objet de la collaboration est effectivement d'aboutir à une prise de décision, aboutissement d'un processus intégrant des phases de négociation et de renégociation successives. La phase de négociation a essentiellement pour objectif de trouver un compromis acceptable par tous. La renégociation sous entend un bouclage du processus de coopération jusqu'à obtenir un résultat satisfaisant pour les deux parties ou bien une interruption du processus en cas d'échec.

Les caractéristiques des activités de service impliquent une attention particulière quant à la mise en œuvre de processus de négociations pendant lesquels le prestataire est amené à coopérer avec le client sans que ce dernier ne maîtrise obligatoirement les contraintes inhérentes au domaine professionnel concerné. Nous analysons dans la section suivante certains aspects de cette problématique.

2.2 Essai de typologie

2.2.1 Éléments de caractérisation retenus

Un des premiers éléments de différenciation du service par rapport à la production de biens fréquemment cité est donc la simultanéité entre sa production et sa consommation [TANNERY 01]. D'autres facteurs cependant, comme le rôle plus ou moins actif du client

⁸ Idem

⁹ Idem

dans la définition et la réalisation du service, doivent selon nous être pris en compte. Pour présenter ces différents facteurs, nous revenons sur la définition du service que nous avons retenu pour préciser et développer notre modélisation.

La notion de service est définie selon HILL [HILL 77] par un « *changement dans la condition d'une personne ou d'un bien, appartenant à une unité économique quelconque, qui apparaît comme le résultat de l'activité d'une autre unité économique, à la demande et avec l'agrément de la personne considérée.* ».

Cette définition met en avant un changement ou une transformation qui peut affecter soit une personne soit un bien appartenant à une unité économique (qui peut se réduire à une personne). La personne ou l'unité économique qui possède le bien est le client. Le service est effectué à la demande et après accord du client par une autre unité économique : le prestataire.

Afin de situer dans le temps la relation client/prestataire, nous présentons figure 2.4 les différentes phases du déroulement d'une prestation de service [GUTIERREZ *et al.* 05].

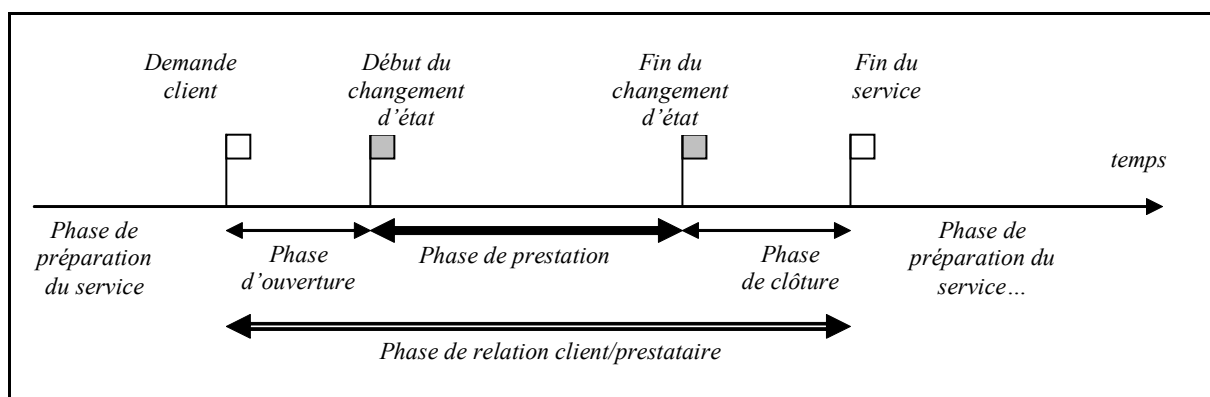


Figure 2.4 : Les différentes phases d'un service

La phase d'ouverture peut inclure la définition, la conception, l'adaptation, et la planification de la prestation ; elle correspond à une phase de contractualisation entre le client et le prestataire. La phase de clôture comprend l'évaluation, la validation par le client du service accompli. L'évaluation peut influencer sur le niveau de rétribution du prestataire ou même entraîner une reprise de la prestation si celle-ci n'est pas jugée satisfaisante. La contractualisation en phase d'ouverture doit permettre de définir entre autres les modalités de rétribution de la prestation.

Un service met ainsi en œuvre un processus déclenché par une demande du client et qui réalise un changement d'état sur une personne (le client en général) ou un bien lui appartenant. Ce changement, lorsqu'il s'agit d'une personne, peut avoir un caractère plus ou moins matériel : transformation d'ordre physique (soins, acte chirurgical, ...), spatial (transports, ...), intellectuel (conseil, formation, ...). Lorsqu'il s'agit d'un bien matériel appartenant à une personne, le changement apporté par la prestation peut modifier son état physique (maintenance, réparation, ...), spatial (fret) ou ses attributs informationnels (expertise, assurance,...).

Qu'elle affecte directement le client ou un bien lui appartenant, la prestation correspond à une transformation plus ou moins matérielle. Nous proposons ci-dessous un

ensemble de facteurs de différenciation en vue de positionner la prestation de services dans le cadre plus général des systèmes d'activités :

- *intensité et modalités de l'interaction avec le client,* (a)
- *objet de la transformation : une personne ou un bien lui appartenant,* (b)
- *degré de matérialité de la transformation,* (c)
- *degré de récurrence de la demande de prestation,* (d)
- *niveau de standardisation de la prestation.* (e)

Dans le cas du pilotage des activités de maintenance automobile, les processus principaux sont des interventions sur des véhicules appartenant aux clients ; ils mettent en œuvre principalement des ressources humaines (techniciens de maintenance). Les ressources techniques sont supposées disponibles en nombre suffisant, à l'exception de certains investissements onéreux (cabine de peinture) qui constituent des ressources disjonctives (ne permettant d'exécuter qu'une activité à la fois). L'interaction avec le client (a) a lieu essentiellement en *front-office*, au moment du rendez-vous pour négocier la nature de l'intervention et la période de réalisation, lors de la réception du véhicule (bien du client (b)) pour affiner le pré-diagnostic et lors de sa restitution pour clore la réalisation du service. La transformation apportée sur le véhicule (c) peut correspondre à une réparation effective ou à un diagnostic sans modification de l'état physique (contrôle technique). La demande est soit récurrente dans le cas d'un contrat de maintenance préventive, soit unique dans le cas d'une intervention non programmée (d). La prestation est en général fortement standardisée (e) : codification des interventions, grilles de temps et coûts associés, sauf s'il s'agit d'une intervention très spécifique.

Dans notre travail, nous supposons que les demandes n'ont pas de caractère récurrent et qu'elles ne sont donc pas prévisibles : on parlera de service à la demande. La prestation de service porte sur un bien appartenant au client et la transformation de ce bien est de nature matérielle. Par ailleurs les processus liés à la prestation sont relativement standardisés, c'est à dire que la prestation demandée par le client n'exige pas une phase de conception préalable du processus.

2.2.2 Proposition d'un cadre générique

Le souci, constant dans toute communauté scientifique, de recherche et de finalisation d'une généricité rassurante peut parfois occulter des aspects peu ou non formalisables et nuire à une approche concrète des problèmes qu'on envisage d'analyser. Les caractéristiques des activités de service que nous avons retenues correspondent à un point de vue qui place l'homme en tant que ressource privilégiée au cœur de la problématique. Qu'il soit client, responsable ou simple acteur dans la relation de service, son degré d'implication et/ou la compétence qu'il met en œuvre dans le rôle qu'il tient sont essentiels quant à la qualité de la prestation fournie et à la conformité du résultat attendu.

Toutefois pour aider à répondre de façon satisfaisante à un problème présenté par un client, il est utile avant toute analyse complémentaire de s'intéresser au positionnement du service. Pour cela, et au vu de ce qui précède, nous présentons la matrice d'intensité de service, modèle développé par J. TÉBOUL [TÉBOUL 99] et qui permet selon une démarche systématique de traiter de manière opérationnelle la qualité des prestations et l'ajustement nécessaire de l'offre à la demande.

Nous rejoignons cette analyse en privilégiant parmi les caractéristiques que nous avons sélectionnées les deux suivantes :

- *intensité et modalités de l'interaction avec le client,* (a)
- *niveau de standardisation de la prestation.* (e)

La première difficulté rencontrée lorsqu'on aborde l'intensité de l'implication du client est sa mesure. Il faut aussi bien tenir compte de sa modalité (sur place, à distance), de sa durée et de sa fréquence ainsi que du degré de qualification du personnel en contact. L'objectif étant de situer le service parmi d'autres, on peut malgré tout réaliser un premier positionnement (cf. figure 2.5) entre les deux cas extrêmes que sont d'une part le libre-service et d'autre part le service personnalisé du type « *one to one* ». Le libre-service se situe davantage dans une approche d'industrialisation des services. La recherche de personnalisation s'intègre dans une stratégie plus large qui consiste à adapter en permanence le service fourni au besoin exprimé, ce qui suppose une grande réactivité et une flexibilité importante dans l'organisation de l'entreprise prestataire.

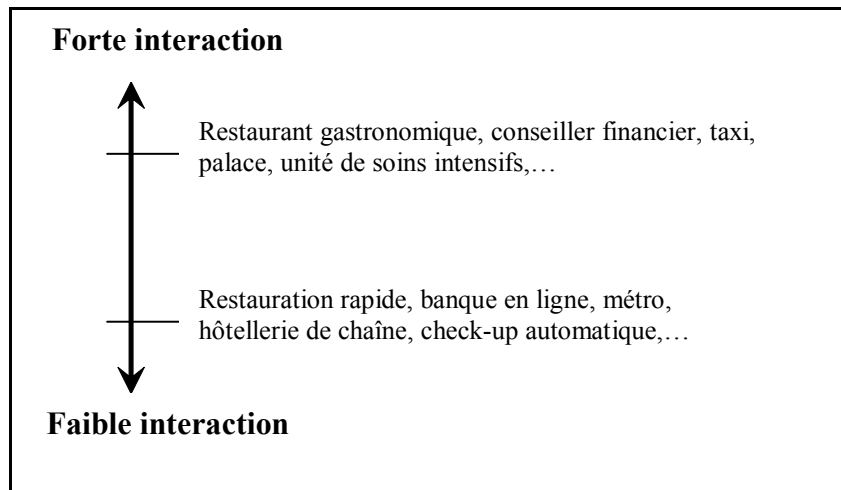


Figure 2.5 : La dimension « interaction avec le client »

La deuxième dimension (cf. figure 2.6) correspond au niveau de standardisation du service qu'il faut situer entre la solution unique, personnalisée, variée et étendue et la solution limitée, reproductible et standard, susceptible de ne pas répondre tout à fait à la demande du client. Ce critère s'appuie essentiellement sur le résultat de la prestation qui constitue comme on l'a vu la partie la plus évaluable du service fourni.

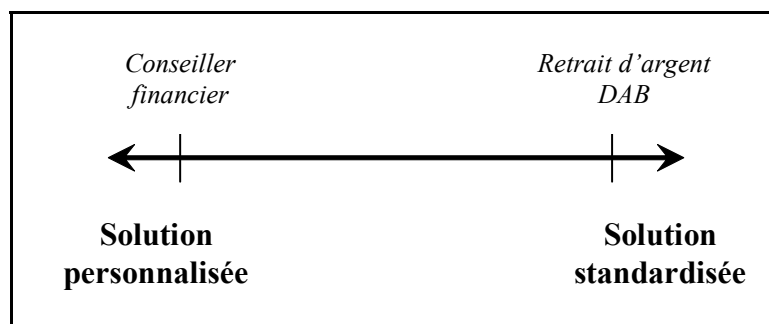


Figure 2.6 : La dimension « standardisation de la prestation »

À partir de ces deux dimensions, une matrice d'intensité de service permet la comparaison entre différentes prestations. Sur l'axe horizontal on matérialise le niveau de personnalisation du service proposé, sur l'axe vertical on fait figurer l'intensité de l'interaction constatée avec le client. La figure 2.7 illustre la matrice d'intensité de service.

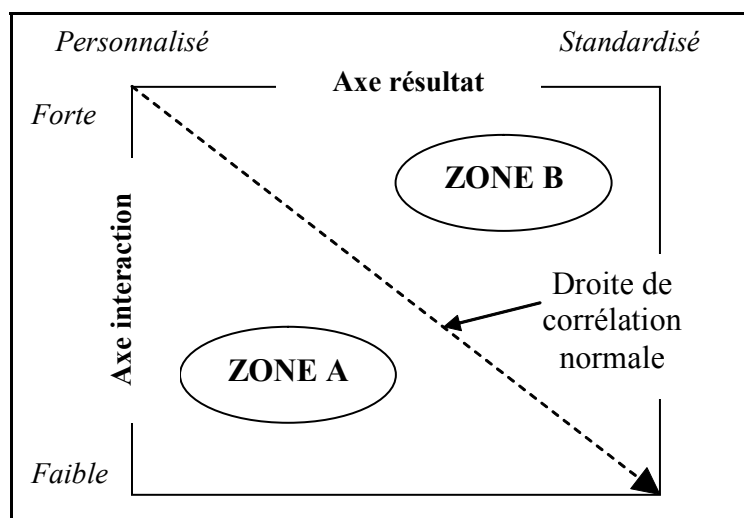


Figure 2.7 : Matrice d'intensité de service d'après [TÉBOUL 99]

La grande majorité des services va naturellement se situer sur la diagonale de la matrice, eu égard à la forte corrélation entre la solution attendue par le client et le mode d'interaction correspondant. Cette tendance rend compte du phénomène selon lequel une prestation au départ personnalisée, s'uniformise au fur et à mesure de sa diffusion ; son prix baisse pour continuer à la différencier ; ce qui entraîne à son tour une réduction de l'interaction qui conduit à un service encore plus standardisé.

On constate que pour rompre ce cercle vicieux et donc quitter la diagonale, deux stratégies sont possibles :

- évoluer vers la zone A : personnalisation accrue avec même niveau de contact,
- évoluer vers la zone B : améliorer l'interaction avec un même niveau de standardisation.

2.3 Le domaine du service à la demande

2.3.1 Problématique de la satisfaction du client

Les métiers de service reposent avant tout sur le comportement du personnel en contact direct avec le client. Dans les situations difficiles, le problème n'est pas résolu par une procédure, ou une machine, mais par le bon sens de la personne au service. Le client recherche la qualité dans le résultat du service rendu mais surtout dans la manière dont ce service a été rendu. On voit encore trop souvent des entreprises de service mettre en contact avec le client du personnel peu qualifié alors que la logique voudrait que seul un personnel spécialement formé accueille le client.

C'est dans le *front-office* que le service est déclenché. Si le client n'est pas là, le service n'existera pas, il est coproducteur du service. Encore une fois, seul le personnel en *front-office* est en contact avec la clientèle d'où son importance dans la relation et dans la qualité de celle-ci. Il doit s'assurer que le client entré dans le *front-office*, avec un problème, en ressort avec une solution. Qu'il soit passif ou actif, le client participe à la préparation, à l'exécution et au contrôle d'un certain nombre de tâches. À chaque client son problème et à chaque client sa solution, donc à chaque client son service.

La conformité du service produit aux attentes du client est donc nécessaire mais n'assure pas obligatoirement la satisfaction de celui-ci. Il faut aussi que la relation de service, telle qu'elle a été vécue par le client, soit conforme à ses attentes.

On voit de plus en plus d'entreprises de services qui s'engagent auprès du consommateur à garantir sa satisfaction et proposent un dédommagement immédiat en cas de problème (bon-voyage à la SNCF en cas de retard supérieur à 30 minutes, hébergement gratuit chez IBIS si le problème n'est pas résolu en moins d'un quart d'heure, ...).

Le prestataire doit pouvoir anticiper sur les considérations fortement subjectives du client. Pour l'y aider la conception du service intègre de façon de plus en plus subtile et performante des aspects essentiellement centrés sur les points suivants :

- *la communication* : le client aime être informé en permanence des événements en cours, il apprécie factures et documentations claires et détaillées ; il n'aime ni l'incertitude, ni un jargon professionnel opaque ; s'il doit attendre, son attente lui semblera toujours moins longue s'il en connaît la raison.
- *un environnement matériel* : pour compenser l'intangibilité du service, le prestataire doit porter une attention particulière à tout ce qui est directement visible par le client (lieu d'accueil, tenue des personnels, ...)
- *l'implication du client* : plus celui-ci participe activement à la prestation, plus sa perception devient naturellement favorable.
- *la disponibilité du personnel* : le client apprécie l'accessibilité, la spontanéité et la réactivité du personnel en contact.

2.3.2 Spécificités de la coopération dans le domaine du service à la demande

Dans la production de biens, l'obtention d'un compromis entre deux maillons de la chaîne logistique peut sembler largement satisfaisant tant ce compromis est peu évident au début de chaque négociation. Dans les activités de service, la caractéristique de coproduction entre le prestataire et le client impose une contrainte supplémentaire essentielle à savoir l'interaction plus ou moins forte avec le client demandeur du service, client qui sans être spécialiste du domaine s'invite en quelque sorte à la table des négociations.

Dans les relations inter-entreprises, la démarche de coopération est mise en place lorsque les entreprises concernées sont motivées par des objectifs communs. Les bénéfices engendrés par cette coopération sont ensuite partagés par l'ensemble des acteurs. Dans les services, encore faut-il s'assurer que le prestataire soit intéressé par la pérennité de sa relation avec le client. S'il est capable d'attirer en permanence davantage de nouveaux clients plus qu'il n'en perd, il préférera affiner sa stratégie marketing plutôt que développer au-delà d'un certain point son approche coopérative et sa recherche de personnalisation des services qu'il délivre. Ceci d'autant plus que dans certains domaines comme les activités de loisirs, l'existence de facteurs non maîtrisables, tels que les problèmes sociaux ou politiques et les

aléas météorologiques, peut réduire à néant un travail antérieur important de coproduction de la prestation. Comment assurer au client le soleil présent sur le prospectus publicitaire quand il sera d'ici un mois installé dans son bungalow aux îles Seychelles ? Comment assurer que son séjour à Cuba, sa croisière sur le Nil ou son stage de plongée dans la mer Rouge se déroulera sans problème.

Nous sommes donc confrontés parfois à certains paradoxes du domaine des services où la prestation annexe peut devenir essentielle. Il s'ensuit une grande difficulté pour le prestataire de bien définir le cadre de coopération à formaliser avec le client et en dehors duquel il devient inutile de développer toute recherche de compromis.

Nous retenons toutefois dans notre approche trois formes de coopération :

- *entre le client et le personnel en contact en front-office,*
- *entre le personnel en contact et le personnel opérationnel en back-office,*
- *entre les membres du personnel opérationnel.*

Nous limiterons par la suite notre étude au cas où le personnel en contact est un responsable de clientèle pour lequel l'interlocuteur privilégié en *back-office* est un responsable des activités opérationnelles. Nous ne formaliserons pas la coopération entre acteurs du *back-office* qui n'impliquerait pas un responsable d'activités.

Si on se réfère à la typologie des services présentée dans le chapitre précédent, il est clair que la coopération ne prend pas exactement la même forme suivant qu'il s'agit d'une prestation de type standardisé avec une faible interaction de la part du client ou bien qu'il s'agit d'une prestation fortement personnalisée et coproduite de façon importante par le client lui-même.

Dans le cas du service après-vente automobile, il s'agit de négocier avec le client non pas tant la transformation sur le support physique ni le coût de la prestation qu'un délai et une durée d'immobilisation du véhicule à respecter. Le client ne souhaite certes pas que l'intervention s'avère trop onéreuse mais pour un diagnostic effectif donné il n'a pas trop le choix si ce n'est de faire jouer la concurrence quand la prestation concerne des interventions du type service rapide. De plus la composante de technicité importante dans ce genre de prestation exclut de toute négociation les considérations sortant du cadre normatif induit par la nature des interventions.

Dans ce cadre la coopération sur laquelle porte notre travail concerne la négociation en *front-office* entre le client et le responsable clientèle et la renégociation éventuelle en *back-office* entre le responsable clientèle et le responsable des activités.

Le pilotage en production de biens permet de réagir rapidement en cas de dérive, d'identifier les points forts et les points faibles de la production, d'analyser pour améliorer. De nombreux concepts et outils ont été étudiés et développés pour mieux gérer la production de biens [HENNET 97]. Dans notre approche du pilotage des activités de service, nous nous focalisons en priorité sur la gestion du temps et des ressources et nous nous intéressons plus particulièrement à la coopération avec le client en phase d'ouverture de la prestation en vue de fixer avant tout la période de réalisation du service.

Cette coopération entre le client et le personnel en contact ne peut cependant être efficace que si le prestataire est capable dans le cadre d'un pilotage réactif d'informer en

temps réel depuis le *back-office* de l'état de la situation courante essentiellement en termes de disponibilité et de capacité résiduelle des ressources.

Cela implique une gestion organisée autour du potentiel énergétique du *back-office* dont la bonne utilisation amène à évaluer de manière fine les compétences des différents acteurs concernés.

2.3.3 Rôle et influence des acteurs dans la variabilité du résultat

Les ressources humaines se caractérisent souvent par une multiplicité de compétences et donc d'affectations possibles, ce qui donne des marges de manœuvre intéressantes mais rend la gestion plus complexe [NÉRON 02].

Dans beaucoup de secteurs, le niveau de qualité ne peut s'améliorer que par la maîtrise de la variabilité des résultats. La méthode « six sigma » en est la plus claire démonstration. Ce n'est qu'une fois les processus stabilisés et sous contrôle qu'il est possible de faire évoluer le système de production dans son ensemble. On a vu la méthode s'étendre avec succès dans des activités de service rencontrées dans les hôpitaux ou les sociétés d'assurance. Dans les activités de service pour lesquelles la transformation réalisée par la prestation porte sur la personne, en particulier dans les processus de soins, les aspects gestion, organisation, planification, coopération et aide à la décision sont formalisés avant tout pour préserver une qualité d'environnement pour le client ou patient tout au long du processus [CHAABANE 04], [ROUSSEAU et al. 05]. Mais si l'incidence de l'intervention humaine dans les processus de production de biens peut être limitée parce que paramétrée, codifiée et supervisée en permanence, dans les processus de prestation de service cette incidence est beaucoup plus difficile à maîtriser car l'intervention humaine est beaucoup plus centrale et moins conditionnée par les ressources techniques. La caractéristique d'unicité de la prestation amène à accepter une grande part d'incertitude quant à la capacité, y compris pour les mêmes intervenants, à assurer le processus de prestation de service avec une bonne reproductibilité.

Le rôle des acteurs impliqués doit par conséquent être appréhendé formellement, au moins en partie, pour améliorer la maîtrise du processus, tout en acceptant une variabilité dans le résultat délivré par le processus et par la même le niveau de satisfaction du client. Cela passe par une certaine modélisation de la relation entre activités et acteurs susceptibles de réaliser ces activités.

2.4 Synthèse

Ce chapitre présente, à partir d'une synthèse bibliographique, les principales caractéristiques des activités de service. Les concepts de *front-office* et *back-office*, éléments essentiels dans l'organisation d'une prestation de service, sont ainsi analysés ainsi que le caractère intangible d'une prestation et l'interaction forte et obligatoire avec le client. Nous définissons ensuite l'approche coopérative retenue, aussi bien entre le client et le responsable-clientèle qu'entre ce dernier et le responsable des activités. Nous avons privilégié pour une typologie possible deux éléments de caractérisation : l'intensité et les modalités de l'interaction avec le client et le niveau de standardisation de la prestation. Enfin nous insistons sur la problématique de la satisfaction du client dans le domaine du service à la demande pour lequel la formalisation des compétences des acteurs impliqués doit permettre de limiter la variabilité du résultat obtenu.

Chapitre 3

Problème retenu et approche par contraintes pour sa résolution

Nous avons évoqué dans les chapitres précédents la difficulté d'intégrer le pilotage d'une activité de service dans un contexte d'entreprise.

Nous proposons dans ce chapitre une approche à deux niveaux pour la planification des prestations dans le cadre d'activités de service. Le premier niveau permet de vérifier de manière agrégée et en coopération avec le client la faisabilité des prestations ; le deuxième niveau aide à affecter les acteurs en recherchant la meilleure adéquation entre les activités planifiées et les qualifications requises, chaque acteur pouvant présenter un profil multi-compétence dans le cadre de sa spécialité. Le modèle proposé pour aider à la résolution des problèmes rencontrés à chaque niveau est présenté.

Nous illustrons notre approche au travers d'une application issue du domaine de l'après-vente automobile, domaine en récente mutation eu égard aux évolutions technologiques et organisationnelles de ce secteur d'activités (cf. annexes A et B).

Pour améliorer le taux de satisfaction des clients, il est impératif de maîtriser les délais nécessaires à la réalisation de la prestation demandée [PÉREZ-GLADISH & RIOPEL 05]. Pour cela le personnel en contact doit pouvoir établir en temps réel et en phase de contractualisation si la nature des activités permet d'accepter la demande en l'état. Pour cela nous présentons dans ce chapitre une modélisation par profil des acteurs-ressources présents dans le *back-office*. Cette formalisation est destinée à prendre en compte la polyvalence du personnel sous forme de contraintes à intégrer dans le modèle de planification des activités. Elle apporte au responsable clientèle une vision agrégée des possibilités d'affectation pour l'aide à la décision dont il a besoin et au responsable de la planification une vision plus fine pour réaliser l'affectation la plus appropriée.

3.1 Aspects organisationnels

3.1.1 La dimension service à la demande

Une prestation de service n'est par nature ni formatée, ni régulière, ni prédéfinie. La standardisation souhaitée par le prestataire s'oppose au degré le plus fort de personnalisation exigée par le client. Ce dernier attend un niveau de résultat en qualité, coût et délai peut-être de manière encore plus intransigeante que s'il s'agissait d'un bien physique. À cela s'ajoute pour le fournisseur du service l'incertitude en occurrence et quantité des demandes pour une période donnée. Ne pouvant lisser sa « production » autrement que par des stratégies marketing (non étudiées dans nos travaux), le prestataire sait qu'il risque d'être amené à refuser à certains moments des clients qui repartiront insatisfaits et *a fortiori* iront se plaindre autour d'eux du non-contenu d'une non-prestation ... *A contrario*, le risque de se retrouver en sous-charge pénalise lourdement l'entreprise.

L'intérêt du prestataire est donc d'améliorer sans cesse le taux de service en utilisant au mieux les ressources humaines disponibles en quantité et compétences ; il reste tributaire malgré tout de certaines ressources physiques de type goulet. Cette dimension du service à la demande exige par conséquent une recherche de la meilleure adéquation possible entre les moyens disponibles et la variété des demandes envisageables.

Pour le domaine des activités de service après-vente automobile, nous considérons comme objectifs prioritaires les suivants :

- *refuser un minimum d'interventions,*
- *pour chaque intervention acceptée, limiter en termes de durée d'immobilisation du véhicule et de date de restitution du véhicule l'écart avec l'expression de la demande du client.*

3.1.2 Caractérisation des acteurs par profil

Parmi les objets de l'entreprise, les ressources constituent une catégorie spéciale d'entités disponibles en quantité limitée. Il peut s'agir d'opérateurs humains ou acteurs, de systèmes techniques ou d'applications informatiques. Une ressource présente un certain nombre de caractéristiques qui lui permettent ou non de réaliser une activité donnée.

Pour modéliser le problème d'affectation des ressources humaines et décrire l'adéquation entre les aptitudes requises pour une activité et les compétences qu'offre un acteur, nous utilisons le concept de *profil* [GUTIERREZ *et al.* 03]. Nous désignons par profil un vecteur dont chaque composante correspond à un ensemble de valeurs possibles pour la caractéristique considérée. Ces caractéristiques de différentes natures conditionnent les décisions d'affectation.

Par exemple un technicien est caractérisable par un ensemble de compétences métier (types d'activités réalisables, spécialisations, ...). Dans l'exemple de la maintenance automobile¹⁰, en se basant sur les filières métiers référencées et à partir des qualifications professionnelles exigées, le profil de chaque acteur est organisé autour des caractéristiques suivantes :

¹⁰ Source : Centre National des Professions de l'Automobile <http://www.cnpa.fr/qui.php>

- *spécialité* : technicien de maintenance, électricien électronique, peintre-carrossier, technicien en service rapide,
- *niveau d'expérience* : débutant, confirmé, senior,
- *qualification supplémentaire optionnelle* : mention complémentaire diesel, mention complémentaire électricité-électronique, contrôle technique.

Des travaux en ingénierie des compétences [LE BOTERF 98] définissent la notion de compétence sous plusieurs facettes complémentaires. Dans le contexte de l'entreprise, il s'agit essentiellement de la mise en œuvre en situation professionnelle de capacités qui permettent d'exercer convenablement une fonction ou une activité.

Notre objectif est de formaliser certaines caractéristiques liées à l'opérateur, ces caractéristiques pouvant évoluer dans le temps. Parmi ces caractéristiques, certaines peuvent relever de compétences.

Dans notre approche du problème d'affectation, en nous appuyant sur le Répertoire National des Qualifications des Services de l'Automobile¹¹ (RNQSA) et en intégrant la classification métier du Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois (ROME) de l'Agence Nationale Pour l'Emploi [ANPE 99], les profils des acteurs sont définis à partir d'un ensemble de caractéristiques de différente nature dont certaines correspondent à une compétence de métier (savoir-faire professionnel), chaque composante du profil correspond à un ensemble de valeurs possibles pour la caractéristique correspondante.

À partir de la modélisation présentée dans le cadre des travaux pour un langage commun de modélisation d'entreprise (*Unified Enterprise Modelling Language*) [VERNADAT 96], [VERNADAT 01], [WfMC 99], nous proposons selon un point de vue ressource un diagramme de classe organisé autour de la notion de profil. La figure 3.1 illustre ce point de vue, à savoir :

- pour une activité (étape élémentaire d'un processus) un profil est un vecteur dont chaque composante correspond à un ensemble de valeurs possibles pour la caractéristique considérée ; une activité peut présenter plusieurs profils possibles,
- un acteur est associé à un profil correspondant à un vecteur composé par des ensembles de valeurs prises par les caractéristiques,
- un acteur ne peut réaliser l'activité que si le profil de l'activité est compatible avec celui de l'acteur.

La compatibilité des profils est vérifiable automatiquement par le système de gestion.

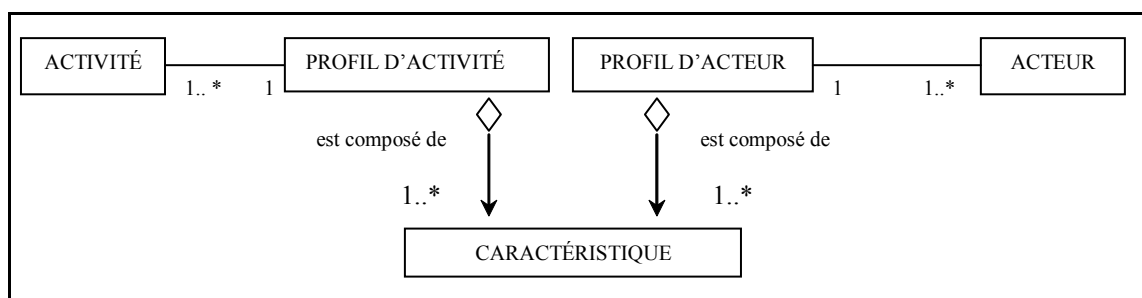


Figure 3.1 : Diagramme de classes : Acteurs – Profils – Activités – Caractéristiques.

¹¹ Source : Association Nationale pour la Formation Automobile <http://www.anfa-auto.fr/>

Pour chaque cas d'exécution d'un processus, l'affectation des instances d'activités aux différents acteurs impose une représentation formelle des profils requis par les activités et offerts par les acteurs. Nous faisons l'hypothèse que pour chaque instance d'activité un seul acteur est requis et qu'un même acteur ne peut réaliser qu'une seule activité à la fois (ressource disjonctive). Nous formalisons ci-après les contraintes de compatibilité entre acteurs et activités.

De façon générique, les processus et les activités sont définis par les notations suivantes :

- $\Pi = \{I, \dots, p, \dots, P\}$ est un ensemble de processus,
- $A = \{I, \dots, a, \dots, A\}$ est l'ensemble des activités de l'ensemble des processus,
- $A_p = \{a_{p1}, \dots, a_{pi}, \dots, a_{pn(p)}\}$ est l'ensemble des activités du processus p , $A_p \subseteq A$,
- $H = \{I, \dots, h, \dots, H\}$ est l'ensemble des acteurs possibles pour l'ensemble des activités de l'ensemble des processus.

De plus, pour chaque processus, des contraintes d'enchaînement entre activités caractérisent le réseau d'activités. Une modélisation générique des processus, les *diagrammes de tâches*, a été proposée pour les systèmes de production [BRIAND & ESQUIROL 01]. De même il existe des modèles et des outils de représentation bien adaptés aux systèmes de *workflow* [AALST & HEE 02], [HOLLINGSWORTH 95], [SCHAEEL 97], [WfMC 95]. Ces approches permettent de formaliser la complexité des relations temporelles qui lient les activités d'un processus, ou des alternatives d'exécution possibles, mais n'accordent pas d'importance particulière à la dimension socio-technique des processus, qui se manifeste notamment par la difficulté de contrôler certaines variables comme la durée des activités ou l'ordre d'exécution.

Le réseau d'activités peut être représenté par un réseau de Petri [AALST 98], [LIMAM 99], un graphe de relations temporelles sur les dates de début/fin des activités ou par des ensembles de pré-conditions associées à chaque activité.

Les relations activité-profil et acteur-profil sont définies de la manière suivante :

- $X = \{I, \dots, c, \dots, C\}$ est un ensemble de caractéristiques,
- $\zeta(c) = \{vc1, vc2, \dots, vcm(c)\}$ est l'ensemble des valeurs ou domaine de la caractéristique c ,
- Un profil $R_i = [r_{i1}, \dots, r_{ic}, \dots, r_{iC}]$ est un vecteur où $r_{ic} \subseteq \zeta(c)$,
- Un profil concret est un profil R_i tel que tout r_{ic} est un singleton : $|r_{ic}| = 1, \forall c \in X$,
- Une activité a est caractérisée par l'ensemble R_a de profils possibles,
 $R_a = \{R_{a1}, \dots, R_{aq(a)}\}$,
- Un profil R_{aj} de l'activité a est un vecteur $[r_{aj1}, \dots, r_{ajc}, \dots, r_{ajC}]$, $r_{ajc} \subseteq \zeta(c)$,
- $d_{a,j}$ est la durée prévisionnelle de l'activité a pour le profil R_{aj} ,
- $U_h = [u_{h1}, \dots, u_{hc}, \dots, u_{hC}]$ est le profil d'un acteur avec $u_{hc} \subseteq \zeta(c)$,
- Un acteur présente un profil concret si $|u_{hc}| = 1, \forall c \in C$.

À partir de ces définitions, la compatibilité acteur-activité s'exprime par :

une activité a est compatible avec un acteur h , si et seulement si

$$\exists j, 1 \leq j \leq q(a), \text{ tel que } \forall c \in C, u_{hc} \cap r_{aj,c} \neq \emptyset.$$

3.1.3 Choix de l'aide à la décision envisagée

La modélisation des compétences et les problèmes d'affectation des ressources humaines sont des thèmes fréquemment abordés dans la modélisation des processus socio-techniques [BAPTISTE *et al.* 05], [CAMMAN & LIVOLSI 00], [EDI & DUQUENNE 06], [HERMOSILLO WORLEY 03] et plus généralement en modélisation d'entreprise [BENNOUR 04], [VERNADAT 01].

Les ressources humaines se caractérisent par une multiplicité de compétences, à l'origine de problèmes d'affectations plus complexes [NÉRON 02], car si la multiplicité entraîne une plus grande flexibilité, elle se paie souvent par une plus grande combinatoire. Le pilotage des systèmes d'activités de service se caractérise par le rôle essentiel qui revient aux différents acteurs, à la fois ressources des processus et en partie décideurs du déroulement et de l'affectation des activités.

Nous proposons donc d'aborder le problème sous l'angle de l'aide à la décision et de décomposer le problème selon les deux niveaux de décision présentés dans la section suivante.

Plus précisément, il s'agit d'une part de proposer au responsable clientèle un outil capable de vérifier en temps réel la faisabilité d'une fenêtre d'intervention et en cas d'infaisabilité de l'aiguiller vers deux options de secours possibles : renégociation avec le client ou renégociation de la planification interne avec le responsable des activités. D'autre part, le responsable des activités doit disposer d'un outil intégrant les deux fonctionnalités suivantes : déterminer pour chaque nouvelle activité les affectations possibles, et déterminer ses possibilités d'insertion dans le planning détaillé en cours d'exécution.

3.2 Architecture du système de pilotage

3.2.1 Définition des processus

La dimension socio-technique d'un processus se caractérise par :

- l'intervention de l'homme dans l'exécution et le contrôle du processus et des activités,
- la notion de responsabilité vis à vis de l'exécution des activités et des processus,
- des besoins d'information et de communication pour la coopération.

L'exécution d'un processus socio-technique sollicite l'homme en tant que ressource du système opérant ; la conduite et le contrôle font de lui un acteur du système décisionnel. Une instance de processus (respectivement d'activité) ne peut être considérée dans l'état terminé qu'après un contrôle du résultat par un responsable. On fait l'hypothèse que dans le cas d'une activité, l'acteur chargé de l'exécution est aussi responsable de l'activité. Le responsable du processus est chargé de son exécution (lancement et suivi des activités) et du contrôle du résultat destiné à satisfaire la demande.

En nous inspirant de [CAMALOT 00], nous retenons que la coopération suppose la reconnaissance par les responsables d'objectifs communs, et qu'elle se manifeste par des communications permettant la coordination et la négociation entre ceux-ci. Dans le contexte de la gestion des ressources humaines, les affectations doivent d'abord être cohérentes, c'est-à-dire respecter la compatibilité des profils entre acteurs et activités. Cependant la coopération

est indispensable pour tenir compte de contraintes et de préférences plus difficiles à modéliser ou qui présentent un caractère plus dynamique.

Dans le cas du pilotage des activités de maintenance automobile, les processus principaux sont des interventions sur les véhicules des clients ; ils mettent en œuvre principalement des ressources humaines, les techniciens de maintenance automobile, dont il faut gérer l'emploi du temps.

Il existe bien sûr d'autres types de ressources, dites techniques, dont l'utilisation doit également être planifiée. Nous citerons tout d'abord les ressources qui représentent des investissements onéreux et uniques (ex : cabine de peinture, bancs de test dédiés), qui constituent des ressources disjonctives (ne permettant d'exécuter qu'une activité à la fois). Notre réflexion reste centrée essentiellement sur le problème de l'emploi du temps des ressources humaines.

La négociation avec le client porte sur la définition de l'intervention, sa nature, la période de réalisation et le coût ; elle se déroule comme on l'a vu en un lieu réservé à cette interaction, le *front-office*, par opposition au lieu où se déroule l'intervention elle-même, le *back-office*.

La transformation apportée au véhicule peut correspondre à une réparation effective ou à un simple diagnostic sans modification de l'état physique (contrôle technique). La demande est soit récurrente, lorsqu'elle entre dans le cadre d'un contrat de maintenance préventive, soit unique, dans le cas d'une intervention non programmée. La prestation est en général fortement standardisée : il existe une codification des interventions, caractérisée par une grille de temps et coûts associés, sauf s'il s'agit d'une intervention très spécifique.

Le processus de traitement d'une prestation, de la demande à la réalisation, est décrit par le diagramme de séquence de la figure 3.2. [GUTIERREZ *et al.* 06]. Ce cas d'utilisation générique permet de positionner les phases d'interaction avec le client. En particulier la phase de négociation qui se déroule en temps réel et dont la durée ne peut dépasser quelques minutes.

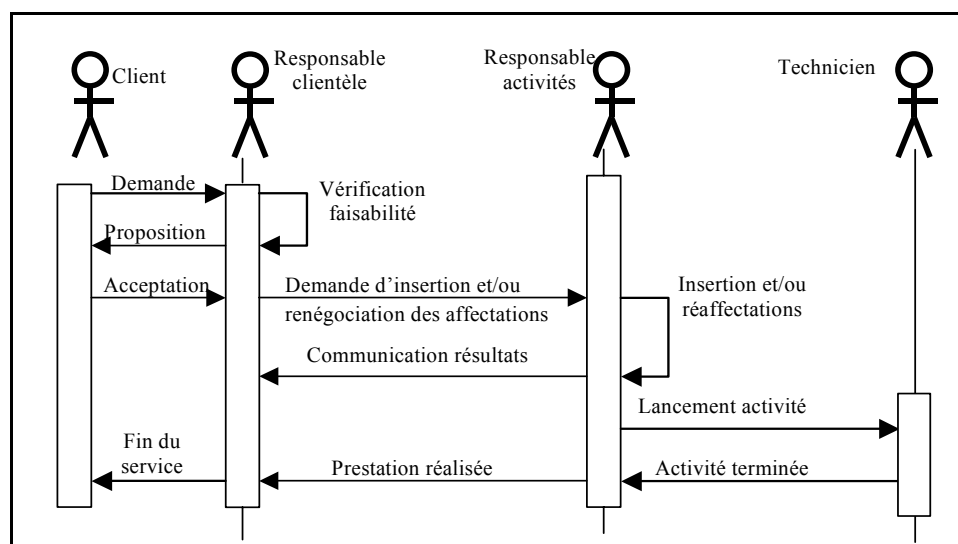


Figure 3.2 : Diagramme de séquence principal

La nature et le déroulement de la prestation de service à la demande nous amène à décomposer le pilotage de l'atelier en deux processus. Chaque processus correspond à un sous-problème spécifique dont la définition est précisée dans la section 3.2.2 de ce chapitre. Un premier processus consiste en la négociation entre le client et le responsable clientèle ; cette négociation se déroule physiquement en *front-office* et a pour objet de planifier la période d'immobilisation du véhicule (date de prise en charge, date de restitution). Le deuxième processus correspond à la planification détaillée des activités composant la prestation (dates de début et de fin effectives des activités) à l'intérieur de la fenêtre temporelle de réalisation négociée avec le client, ainsi qu'à l'affectation des ressources à ces activités.

Enfin, en cas d'infaisabilité au niveau de la prise de commande ou de la planification détaillée, une coopération interne en *back-office* peut s'engager entre le responsable clientèle et le responsable des activités visant à renégocier certaines décisions d'affectation et/ou de planification.

3.2.2 Proposition d'une architecture à deux niveaux

Nous proposons d'effectuer le pilotage des activités à l'aide d'une architecture à deux niveaux. Dans un premier temps le responsable clientèle doit interagir en coopération avec le client pour satisfaire une demande exprimée essentiellement en termes de fenêtre temporelle. Le responsable clientèle évalue la faisabilité de la demande en vérifiant de façon agrégée la faisabilité en termes de charge. S'il dispose de suffisamment d'autonomie (ou de marge), il propose au client une fenêtre temporelle d'exécution de l'intervention. Sinon il coopère avec le responsable d'activités qui prend en compte la situation détaillée pour analyser la possibilité d'insertion de la demande du client. Lorsque la demande est acceptée elle est insérée et la planification détaillée est mise à jour. Cette phase de négociation se déroule en temps réel en *front-office*. Le modèle associé agrège les capacités en compétence des acteurs concernés.

Dans un deuxième temps, une planification détaillée avec affectation des acteurs est réalisée par le responsable des activités dans le *back-office*, lieu d'où le client est absent, en coopération avec le responsable clientèle mais en tenant compte des compétences disponibles et du planning déjà constitué. Le modèle utilisé prend en compte le profil multi-compétences des intervenants.

Nous proposons une architecture d'aide à la décision à deux niveaux (cf. figure 3.3) qui permet de faire coopérer ces deux centres de décision : un niveau agrégé avec un modèle de planification basé sur un raisonnement énergétique et un niveau détaillé pour lequel il s'agit d'exploiter au mieux les possibilités d'insertion dynamique de nouvelles activités dans un planning existant.

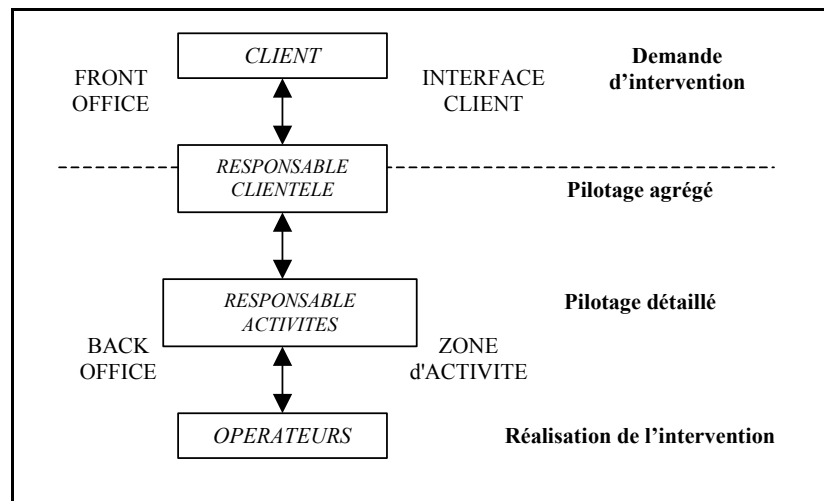


Figure 3. 3 : Architecture à double niveau de pilotage

La coopération entre les deux niveaux peut s'appuyer sur une approche par contraintes [CAMALOT 00], les deux niveaux s'échangeant des décisions ou des propositions de décision portant sur les contraintes. L'acceptabilité des décisions peut alors être analysée à l'aide de mécanismes de propagation de contraintes. Lors de la formulation de la demande d'intervention par le client, un pré-diagnostic réalisé par le responsable clientèle pendant la phase de coopération-négociation permet d'identifier la nature de l'intervention. À l'issue de cette phase, le responsable clientèle en accord avec le client fixe une fenêtre temporelle à l'intérieur de laquelle l'intervention sera effectivement réalisée :

[date de début au plus tôt ; date de fin au plus tard]

Pour aider à fixer cette fenêtre, on propose d'utiliser un modèle agrégé simplifié permettant de vérifier à partir d'un bilan énergétique la possibilité d'insertion de la demande. La demande peut être acceptée sans interaction avec le niveau détaillé si l'autonomie (marge de manœuvre) est jugée suffisante, ou bien faire l'objet d'une coopération avec le niveau détaillé avant acceptation.

La demande d'intervention est associée à une fenêtre initiale de réalisation $[r, d]$. Le responsable clientèle vérifie à partir des données du planning détaillé en cours d'exécution si la demande peut être acceptée ; si les capacités résiduelles en termes de temps-acteurs et temps-compétences le permettent, alors la demande est acceptée, sa planification détaillée est lancée. Dans le cas où la demande ne peut pas être planifiée dans l'intervalle $[r, d]$ alors le responsable, en coopération avec le client, vérifie d'autres possibilités d'acceptation en modifiant soit r , soit d , qui constituent les paramètres négociés en temps réel avec le client.

Le responsable d'activités effectue le pilotage détaillé des activités en prenant en compte l'état effectif d'avancement des prestations ainsi que les demandes clients acceptées mais non encore lancées. Il reçoit du niveau agrégé une demande de prestation (ensemble d'activités, date de début, date de fin) qu'il doit insérer ou dont il doit évaluer la possibilité d'insertion. Pour cela il s'appuie sur une planification détaillée. Le modèle de planification détaillée et le processus d'insertion d'une activité élémentaire dans un planning détaillé sont présentés dans le chapitre suivant.

3.3 Approche par contraintes pour l'aide à la résolution de problèmes

3.3.1 Introduction

L'approche par contraintes d'un problème consiste à privilégier une stratégie de résolution qui exploite les contraintes du problème et des règles d'inférence logique. Les contraintes expriment le plus souvent soit des domaines de validité pour les variables de décision (ensembles continus discrets de valeurs, intervalles ...) soit des relations logico-mathématiques entre variables (égalités/inégalités, propriétés mathématiques ...). Les règles d'inférence permettent de faire interagir les contraintes entre elles pour exhiber une solution particulière ou un ensemble de solutions.

Cette approche distingue nettement la représentation des contraintes du problème, qui doit être la plus naturelle possible, et la description de la stratégie qui permet d'élaborer une solution particulière. La résolution bénéficie de certains mécanismes généraux d'inférence logique, qui opèrent une « propagation des contraintes » et qui permettent de réduire (parfois drastiquement) l'espace de recherche des solutions, soit par élimination de certains domaines de valeurs des variables de décision ou par génération de contraintes plus fortes.

Issue de l'intelligence artificielle (I.A.) et initialement conçue pour résoudre des problèmes de satisfaction de contraintes, la programmation par contraintes est un paradigme de programmation particulier, au même titre que la programmation fonctionnelle ou la programmation orientée objet. Elle a naturellement trouvé des applications en optimisation combinatoire [LABURTHE 98] et intéressé la communauté de la Recherche Opérationnelle (R.O.). Dans ce type de programmation, l'effort est porté sur la modélisation du problème en un ensemble de contraintes typées ; leur interprétation exploite des mécanismes déductifs intégrés au langage que l'on n'a pas besoin de programmer. Descendante directe de la programmation logique, la programmation par contraintes offre l'avantage d'une programmation déclarative, plus naturelle, donc concrètement des facilités de modélisation. Les algorithmes généraux et puissants qu'elle intègre sont issus à la fois de l'I.A. (renforcement de la consistance) et de la R.O. (optimisation combinatoire) [JAFFAR & LASSEZ 87], [HOOKER 00].

À l'heure actuelle, les approches par optimisation et les approches par contraintes convergent et se complètent. Des méthodes hybridant la propagation de contraintes (pour la recherche de solutions réalisables) et la programmation mathématique (pour la recherche de solutions optimales) sont de plus en plus utilisées en recherche opérationnelle.

Si le caractère très général des algorithmes ne permet pas dans la plupart des cas d'obtenir une efficacité comparable aux meilleurs systèmes de programmation mathématique utilisés en R.O., la programmation par contraintes semble plus accessible aux non spécialistes et peut même s'avérer plus efficace sur certains problèmes très contraints [FRON 94]. Elle est moins bien adaptée à une optique de résolution automatique de problèmes où une solution optimale doit être rapidement exhibée. Elle constitue au contraire un atout dans une optique d'aide à la résolution interactive, lorsque le rôle de l'homme reste prépondérant soit parce qu'il n'est pas possible d'isoler et de formuler facilement un critère d'optimisation, soit parce qu'il désire participer à l'élaboration de la solution, en intégrant progressivement des contraintes et en se gardant la possibilité de revenir sur leur formulation en fonction des

résultats obtenus, par exemple dans un contexte de négociation de contraintes. En effet la programmation par contraintes permet de mettre en évidence des degrés de liberté (ensemble de solutions) qui résultent de la prise en compte d'un ensemble de contraintes. C'est dans cet esprit qu'ont été développés des travaux sur l'analyse sous contraintes des problèmes d'ordonnement [ERSCHLER 76] et nos travaux se situent clairement dans leur prolongement.

Nous rappelons dans la section suivante les caractéristiques et les techniques de résolution d'un problème de satisfaction de contraintes.

3.3.2 Principe général et modélisation d'un problème de satisfaction de contraintes

Les travaux sur les problèmes de satisfaction de contraintes et leurs applications en termes de modèles de programmation par contraintes ont montré, sur de nombreux problèmes combinatoires, qu'il est possible de développer des mécanismes puissants de propagation de contraintes qui facilitent énormément la résolution. Ces mécanismes réalisent une interprétation dynamique des contraintes et peuvent être activés dès la formulation initiale du problème mais aussi tout au long de la résolution.

La principale difficulté des problèmes combinatoires est liée au fait que leur résolution suit une procédure de recherche arborescente. L'interprétation des contraintes permet de limiter la taille de l'arborescence parcourue pour trouver une solution. Cette interprétation dépend du type des domaines des variables (réels, entiers) et du type de contraintes.

Les exemples suivants illustrent la très grande variété des contraintes d'un problème :

$$X > 2 \text{ ET } (Y < 4 \text{ OU } X + Y = 3)$$

$$X \in [0, 8], Y \in [2, 5], X + Y = 7$$

relation de précédence $i \prec j$ *i avant j*

$$\text{durée tâche } l = 5 \text{ SI ressource } 1, \text{ durée tâche } l = 10 \text{ SI ressource } 2$$

Chaque variable V_i est associée à un ensemble de valeurs qui constitue son domaine D_i . On parle de domaine fini quand le nombre de valeurs possibles est fini et énumérable. Chaque contrainte C_j impose implicitement ou explicitement des restrictions aux valeurs que peuvent prendre simultanément les variables de la contrainte.

Un CSP (problème de satisfaction de contraintes) est caractérisé par un ensemble de variables, un ensemble de domaines et un ensemble de contraintes. Le problème consiste à affecter une valeur de son domaine à chaque variable de telle façon que toutes les contraintes soient respectées.

Contrairement à un problème d'optimisation, il n'est pas obligatoire d'instancier toutes les variables ni de proposer une solution optimale. Cet aspect confère à la programmation par contraintes une place privilégiée dans des problèmes d'aide à la décision pour lesquels on souhaite laisser au décideur le contrôle de la construction de la solution opérationnelle à mettre en œuvre. Toutefois, une exploration efficace de l'espace de recherche doit tenir compte de deux principes heuristiques souvent rencontrés dans les stratégies de résolution : il est préférable de décider d'abord des variables les plus contraintes (car leur instanciation a de nombreuses conséquences qu'il vaut mieux connaître le plus tôt possible) et de leur affecter en priorité les valeurs les moins contraignantes pour la suite (pour se garder de

la flexibilité sur les variables restantes). On doit également remarquer qu'en effet, d'une part l'espace de recherche de solutions croît de façon exponentielle avec le nombre de variables, d'autre part le choix de variables dont les domaines contiennent peu de valeurs donne peu d'informations [BAPTISTE *et al.* 05].

3.3.3 Propagation des contraintes

La résolution de tels problèmes implique de développer la plupart du temps une procédure de recherche arborescente avec une question fondamentale à se poser quant à la stratégie d'exploration choisie. Les techniques de propagation de contraintes permettent de restreindre efficacement les domaines de certaines variables et de limiter en conséquence l'exploration des solutions possibles soit dans une phase de prétraitement, soit tout au long de la résolution.

Le principe de propagation d'une contrainte va permettre de répercuter sur les domaines l'information qu'elle contient avec pour résultat trois effets possibles : réduire le domaine de certaines variables, instancier certaines variables lorsque le domaine est réduit à un singleton, ou bien détecter des inconsistances dans le cas où le domaine est vide.

Lors de l'instanciation d'une variable (affectation d'une valeur de son domaine), on peut simplifier l'expression des contraintes où intervient cette variable, ce qui peut engendrer une ou des réductions de domaine et un renforcement des contraintes sur les variables encore libres (non instanciées). C'est ce phénomène que l'on désigne sous le terme « propagation ».

Lorsqu'une inconsistance est détectée, il est impossible de poursuivre la construction de la solution courante. Il faut dans ce cas remettre en cause une ou plusieurs décisions déjà prises (retour arrière ou *backtrack*). Une bonne stratégie de recherche limite voire évite ces retours arrière.

Exemple : la contrainte $X \in [0, 8]$, $Y \in [2, 12]$, $X + Y = 7$ avec X et Y entiers permet de réduire les domaines des variables X et Y , on obtient : $X \in [0, 5]$, $Y \in [2, 7]$

La propagation de contraintes consiste donc le plus souvent à répercuter les restrictions de domaine d'une variable sur le domaine des variables qui interviennent avec elle dans une contrainte ; dans l'exemple précédent la borne inférieure de Y (2) engendre une borne supérieure pour X compte tenu de la contrainte $X + Y = 7$: X est nécessairement inférieur ou égal à $7 - 2 = 5$.

Dans le cas général où une partie de la solution a déjà été élaborée, le résultat d'une propagation est donc de trois types possibles : soit on peut réduire le domaine de certaines variables encore libres en enlevant les valeurs prouvées inconsistantes (mais pas toutes), soit le domaine résultant se réduit à un singleton et la décision est forcée sur la variable associée (puisque une seule valeur est possible), soit le domaine devient vide et on est en présence d'une inconsistance (dans ce cas certains choix précédents doivent être reconsidérés).

Remarquons enfin qu'au-delà des restrictions de domaine (qui sont des contraintes pesant sur une seule variable) il est possible dans le cas général d'inférer et de propager des contraintes d'ordre supérieur (inférence de contraintes binaires par exemple) qui viennent s'ajouter à l'ensemble courant des contraintes. Une inflation non maîtrisée de l'ensemble des contraintes peut devenir rédhibitoire ; pour cette raison on évite d'inclure des mécanismes d'inférence produisant de nouvelles contraintes dans les langages ou les bibliothèques standard de programmation par contraintes.

3.3.4 Application aux problèmes d'ordonnancement et d'affectation

Lorsqu'on essaie de résoudre simultanément le problème d'ordonnancement et le problème d'affectation des ressources, le problème global devient extrêmement complexe.

Dans le problème d'ordonnancement considéré ici, il s'agit de localiser des tâches dans le temps avec utilisation de ressources à capacité limitée en exploitant les marges disponibles (flexibilité temporelle). Il est cependant difficile de vérifier la cohérence temporelle des solutions d'ordonnancement si on ne connaît pas les conflits possibles pour le partage des ressources, conflits qui découlent des décisions d'affectation. D'autre part, pour l'affectation, il s'agit d'exploiter au mieux la polyvalence des acteurs (flexibilité des ressources). De façon symétrique, il semble difficile de geler les décisions d'affectation sans vérifier la faisabilité temporelle des plannings de travail de chaque ressource.

Ainsi, indépendamment de la stratégie globale de résolution dont l'objet est de fixer l'ordre dans lequel les décisions d'ordonnancement et d'affectation doivent s'enchaîner, le rôle et l'efficacité de mécanismes de propagation de contraintes demeure : l'obtention d'une solution en un temps raisonnable nécessite d'éviter au maximum les retours arrière que peuvent engendrer des décisions mauvaises dont on détecte trop tardivement l'inconsistance. Il y a donc intérêt à s'assurer, aussi loin qu'on le peut et avant chaque prise de décision, de la consistance du problème restant à résoudre afin d'éviter au maximum ces retours arrière très pénalisants. C'est le rôle de la propagation de contraintes. Ainsi, concrètement, chaque décision prise (d'affectation ou d'ordonnancement) pendant la résolution constitue une nouvelle contrainte qui mérite d'être propagée sur le plan temporel et sur le plan des ressources afin de limiter l'espace des décisions ultérieures. Quels mécanismes peut-on utiliser à cette fin ?

De très nombreux travaux se sont intéressés au développement d'algorithmes d'ordonnancement et d'affectation de ressources intégrant la propagation de contraintes [BAPTISTE 98], [BAPTISTE *et al.* 01].

Les règles de déduction permettant d'exploiter les contraintes de ressources et les contraintes de fenêtres dans les problèmes d'ordonnancement ont été notamment détaillées dans [ESQUIROL *et al.* 01]. Des extensions ont également été proposées pour prendre en compte de manière intégrée l'ordonnancement et l'affectation [HUGUET & LOPEZ 00]. La modélisation est basée sur l'extension des modèles utilisés dans les problèmes d'ordonnancement des tâches ou d'affectation des ressources.

Dans ces travaux, les contraintes considérées sont en général de deux types : d'une part des contraintes temporelles qui définissent les dates limites pour la réalisation des tâches et des contraintes de succession entre tâches, d'autre part des contraintes de ressources qui comprennent des contraintes de capacité limitée et des contraintes de choix d'affectations limités.

Nous avons repris par la suite des règles de propagation utilisant un raisonnement énergétique pour des problèmes d'ordonnancement développées dans [LOPEZ *et al.* 92]. Leur principe est présenté ci-après.

3.3.5 Le raisonnement énergétique

Intégrer ordonnancement et affectation amène à raisonner simultanément sur la disponibilité en temps et en ressources. Le raisonnement énergétique [LOPEZ 91], dans lequel l'énergie correspond au produit de la quantité de ressource utilisée (intensité) par la durée p_i d'utilisation de cette ressource (cf figure 3.4), permet d'introduire les notions d'énergie produite par une ressource, d'énergie consommée par une tâche et d'énergie obligatoire sur un intervalle de temps.

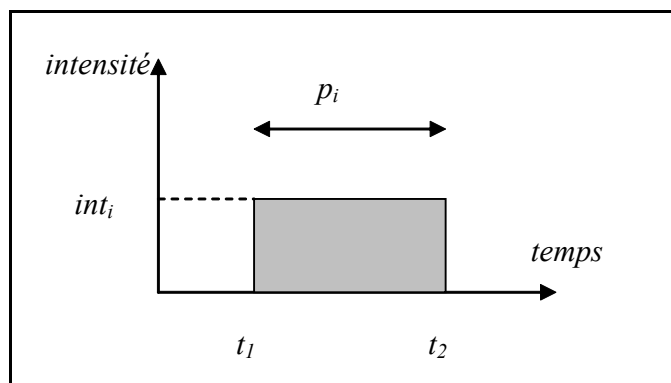


Figure 3.4 : Énergie requise par une tâche d'intensité constante

En pratique, la durée de certaines activités est parfois mal connue car elle dépend du type ou de la quantité de la ressource utilisée pour la réalisation de ces activités ; la connaissance de certains rapports (par exemple : courbe entre vitesse de réalisation et utilisation d'une ressource) permet de mesurer exactement son énergie alors que certains paramètres demeurent incomplètement spécifiés. Le concept d'énergie permet donc d'asseoir certains raisonnements à un niveau plus agrégé, lorsqu'on ne connaît pas de manière suffisamment précise les caractéristiques de réalisation. Chaque tâche devant respecter une contrainte de fenêtre temporelle, le respect de règles dites énergétiques va permettre de resserrer certaines fenêtres pour certaines tâches de façon à ne pas consommer plus d'énergie que l'énergie disponible sur l'intervalle de temps considéré [ESQUIROL & LOPEZ 99].

L'énergie maximale disponible sur un intervalle de dates $\Delta = [t_1, t_2]$ correspond au produit de la durée de l'intervalle par la capacité maximum Cap_k de la ressource k :

$$W_{k, \Delta} = Cap_k \times (t_2 - t_1)$$

L'énergie consommée sur le même intervalle par une tâche i localisée dans le temps (st_i et ft_i , les dates de début et de fin de i sont fixées) dépend de son intensité int_i et de son positionnement relatif par rapport à l'intervalle Δ . En fonction des différents cas possibles on obtient :

$$w_{i, \Delta} = int_i \times \max[0, \min(p_i, t_2 - t_1, ft_i - t_1, t_2 - st_i)]$$

La consommation obligatoire $\underline{w}_{i, \Delta}$ correspond à la borne inférieure de la consommation. À partir des différentes positions (cf figure 3.5) que peut occuper la tâche i dans sa fenêtre d'exécution $[r_i, d_i]$, et en considérant celles pour lesquelles son intersection avec l'intervalle est minimale, on obtient :

$$\underline{w}_{i,\Delta} = \text{int}_i \times \max[0, \min(p_i, t_2 - t_1, r_i + p_i - t_1, t_2 - d_i + p_i)]$$

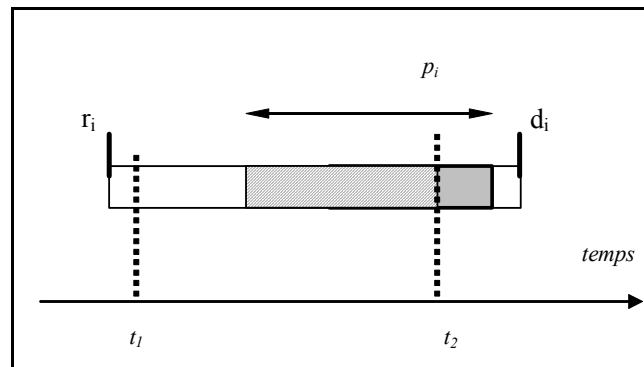


Figure 3.5 : Consommation d'une tâche d'intensité constante de fenêtre temporelle $[r_i, d_i]$

Basées sur un bilan énergétique, des règles de déduction permettent de propager efficacement les contraintes à respecter :

- Condition suffisante d'inconsistance globale : quelque soit l'intervalle considéré, pour chaque ressource on ne peut consommer plus d'énergie qu'elle n'en produit : si $\sum_i \underline{w}_{i,\Delta} > W_{k,\Delta}$ alors le problème est inconsistant.
- Ajustements (inconsistance locale) : les dates pour lesquelles une tâche consomme sur un intervalle donné une énergie plus grande que l'énergie maximale disponible, compte tenu de la consommation obligatoire des autres tâches, doivent être supprimées.
- Relations de séquençement : permet d'interdire pour une paire de tâches (i, j) donnée tout ordonnancement où i précède j compte tenu de la consommation obligatoire des autres tâches sur l'intervalle le plus grand possible permettant de réaliser i avant j . Cette règle permet notamment d'en déduire l'ordre inverse lorsque les tâches doivent nécessairement être ordonnées.

Nous présentons dans le chapitre suivant l'utilisation du raisonnement énergétique dans la phase de contractualisation de la demande du client. Il s'agit de vérifier, de façon coopérative et en temps réel avec le client, que la fenêtre sur laquelle on projette de réaliser l'intervention ne crée pas une inconsistance globale, compte tenu des capacités maximales de l'atelier dans les différents domaines de compétence requis par l'intervention et du travail déjà planifié. Cette vérification est nécessaire mais non suffisante car on ne connaît pas encore l'affectation précise des personnes. Pour assurer complètement la faisabilité de l'intervention planifiée, il faut détailler précisément le planning des ressources concernées et tenter d'insérer chaque nouvelle activité dans le planning d'une ressource. Nous abordons donc également le problème de l'insertion d'un ensemble de tâches non préemptives dans un ordonnancement flexible, la polyvalence des opérateurs étant modélisée sous la forme de « pools » de ressources cumulatives non disjoints.

3.4 Synthèse

À partir d'une application issue du domaine de l'après-vente automobile, ce chapitre présente une approche à deux niveaux pour la planification des demandes. Le premier niveau

permet de vérifier de manière agrégée et en coopération avec le client la faisabilité des prestations ; une fois la demande acceptée, le deuxième niveau aide à affecter les acteurs en recherchant la meilleure adéquation entre les activités à planifier et les qualifications requises. Pour cela le concept de profil d'acteur est formalisé et les conditions de compatibilité avec le profil de l'activité sont définies, chaque acteur pouvant présenter un profil multi-compétences dans le cadre de sa spécialité. L'approche retenue s'appuie sur une modélisation par contraintes qui met en œuvre des règles de propagation utilisant les bilans énergétiques.

Chapitre 4

Aide à la planification des activités

Nous avons insisté tout au long de la première partie de ce mémoire sur la place et le rôle prépondérants de l'homme en tant qu'acteur principal dans le processus de conception et de réalisation d'une prestation de service à la demande. La réalisation d'outils d'aide aux décisions d'affectation et de planification permettant aux différents responsables d'apporter la réponse la plus satisfaisante au client en termes de durée d'immobilisation du véhicule et date de restitution nécessitent cependant de disposer d'un cadre de travail formel. Nous présentons dans ce chapitre l'approche retenue dans ce but.

D'une part nous proposons le cadre de négociation envisagé avec le client à partir du moment où la prestation est en phase de contractualisation pour exécution. Nous proposons une aide à la décision basée sur un raisonnement énergétique au niveau agrégé. La détermination des rendez-vous est validée de façon coopérative et en temps réel avec le client, une fenêtre d'intervention est proposée qui soit fiable et cohérente compte tenu de la capacité de l'atelier et du planning existant.

D'autre part nous exposons les mécanismes de planification au niveau détaillé pour une activité acceptée et devant être insérée dans un planning en cours. Nous abordons ce problème comme celui de l'insertion d'un ensemble de tâches non préemptives dans un ordonnancement flexible (modèle en temps continu avec dates limites et contraintes énergétiques), la polyvalence des opérateurs étant modélisée sous la forme de profils multi-compétences.

4.1 Modèle agrégé de négociation directe avec le client

4.1.1 Modélisation des compétences et des relations activités-ressources

Dans le chapitre précédent, nous avons défini le profil d'un acteur. Un acteur peut présenter un profil multi-compétences, prévu dans le cadre du Répertoire National des Qualifications des Services de l'Automobile (RNQSA)¹².

La branche des services de l'automobile rassemble la totalité des activités générées pendant la durée de vie du véhicule : de sa sortie de l'usine de construction à sa démolition, voire son recyclage.

Le produit « automobile » recouvre les activités liées aux véhicules particuliers et aux véhicules utilitaires mais également aux cycles et aux motocycles. Ces activités comprennent le commerce de véhicules et d'équipements automobiles, la réparation et l'entretien, la location, le contrôle technique ainsi que l'activité auto-école et la formation des moniteurs, la gestion des parcs automobiles, et depuis 2001 le nettoyage.

Il existe en outre un modèle de description des métiers, les fiches ROME (Répertoire Opérationnel des Métiers et Emplois) de l'ANPE [ANPE 99]. Ces fiches décrivent les aspects génériques et les spécialités possibles des métiers ; on y trouve notamment les informations suivantes :

- les activités assignables,
- le niveau de recrutement, les évolutions de carrière,
- les compétences de base et les compétences annexes,
- les responsabilités exercées, les qualités requises,
- l'environnement professionnel, les conditions de travail.

Concernant par exemple l'emploi de *mécanicien-réparateur de véhicules particuliers et industriels* (fiche 44321), il est notamment précisé que « *selon le mode d'organisation et le contexte de travail dans l'entreprise ...* », l'emploi peut « *être spécialisé sur un type d'intervention, de marque ou de modèle* ».

Nous retenons pour notre caractérisation par profil exclusivement les activités de la maintenance (cf. annexe A) ; chaque spécialité correspond à un vecteur de compétences élémentaires et définit en conséquence le profil de l'acteur. Un niveau d'expérience et une mention complémentaire peuvent compléter le profil mais nous ne prenons pas en compte des aspects aussi détaillés dans la modélisation proposée par la suite. Pour chaque acteur, nous conservons l'essentiel du profil que nous nommerons *spécialité* pour utiliser une terminologie plus proche du terrain. Dans ce contexte, nous rappelons figure 4.1 le diagramme de classe vu au chapitre précédent.

¹² Source : <http://www.anfa-auto.fr/>

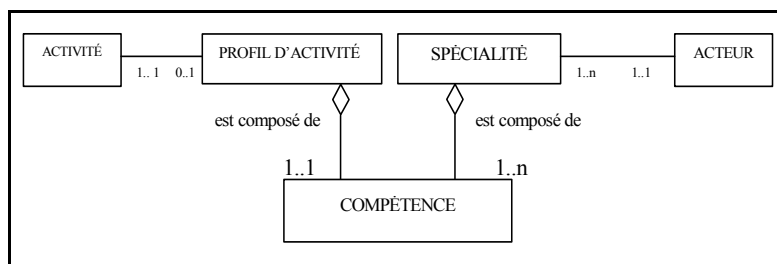


Figure 4.1 : Diagramme de classe : acteurs-activités

Dans le cadre des activités de maintenance automobile, nous supposons qu'une activité est réalisée par un seul acteur à la fois, et n'exige qu'une compétence unique. Chaque acteur peut présenter un profil à compétences multiples. Nous donnons un exemple de grille de compétences sur la figure 4.2.

Dans cet exemple, les deux acteurs h_1 et h_6 présents sur la ligne associée à la même spécialité s_1 , ont les compétences c_1 et c_2 , tandis que l'acteur h_4 est le seul à posséder la spécialité s_4 , couvrant les compétences c_2 , c_3 et c_4 .

Pour des raisons de concision, nous avons également représenté sur la même grille, les compétences requises par un ensemble d'activités $\{a_i\}$ pour i allant de 1 à 6.

Les activités $\{a_2, a_3\}$ de la colonne c_2 peuvent être affectées à tous les acteurs sauf ceux de spécialité s_2 car celle-ci ne contient pas c_2 ; les activités $\{a_5, a_6\}$ mettent en jeu la compétence c_4 et peuvent être réalisées seulement par les acteurs des spécialités s_4 ou s_5 qui possèdent c_4 .

		Activités →			
		a_1	a_2 a_3	a_4	a_5 a_6
		Compétences →			
		c_1	c_2	c_3	c_4
h_1, h_6	s_1	x	x		
h_2, h_7	s_2	x			
h_3	s_3		x	x	
h_4	s_4		x	x	x
h_5, h_8, h_9	s_5		x		x
↑ Acteurs	↑ Spécialités				

Figure 4.2 : Exemple de grille de compétences et d'affectations possibles

On peut remarquer dans cette grille certaines relations de dominance [GUTIERREZ *et al.* 06]; la compétence c_3 domine la compétence c_2 car tous les acteurs qui peuvent réaliser une activité nécessitant c_3 peuvent également réaliser les activités qui nécessitent c_2 , l'inverse n'étant pas vrai. Cette dominance permet par la suite de réduire l'ensemble des conditions à formuler pour assurer l'adéquation des ressources aux activités. Par exemple tout bilan sur la compétence c_2 fait intervenir les spécialités $\{s_1, s_3, s_4, s_5\}$ qui couvrent également c_3 et c_4 . Toute condition qui porte sur c_2 doit donc globalement porter sur $\{c_2, c_3, c_4\}$.

4.1.2 Coopération entre le client et le responsable clientèle

La première coopération s'établit entre le client et le service clientèle (cf. figure 4.3). Pour un processus type, lors d'un contact pour prise de rendez-vous, les demandes d'intervention client sont classées en deux catégories :

- interventions sans rendez-vous (le client peut se présenter à tout moment pendant les heures d'ouverture),
- interventions sur rendez-vous (une date ferme est négociée en temps réel avec le client en tenant compte de la charge prévisionnelle).

En fonction de la demande exprimée par le client (importance et durée estimée de l'intervention, contrainte de date de restitution au plus tard, garantie,...), on propose une date de restitution au plus tôt.

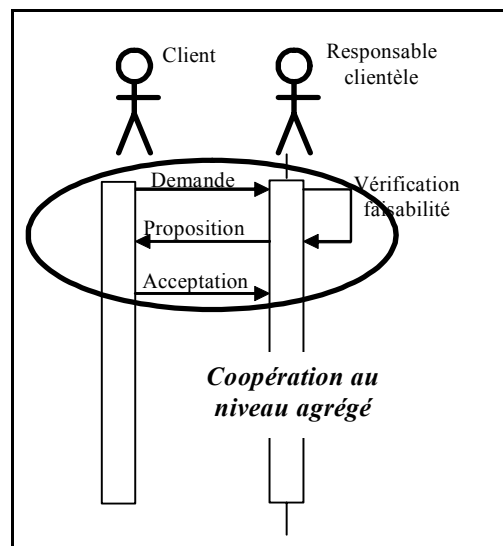


Figure 4.3 : Coopération entre le client et le responsable clientèle

4.1.3 Modélisation du problème de planification agrégée

Nous considérons les hypothèses et les notations suivantes :

- $\mathcal{A}$ = ensemble des activités planifiées,
- $\mathcal{D}$ = ensemble des demandes acceptées (mais non encore planifiées),
- $\mathcal{C}$ = ensemble des compétences,
- $\mathcal{C}'$ = sous-ensemble de compétences,
- $\mathcal{S}$ = ensemble des spécialités,
- $\mathcal{H}$ = ensemble des acteurs,
- $\mathcal{H}(s)$ = ensemble des acteurs ayant la spécialité s ,
- $\mathcal{S}(\mathcal{C}')$ = ensemble des spécialités s contenant au moins une compétence de $\mathcal{C}'$,
- $\mathcal{A}(c)$ = activités planifiées utilisant la compétence c ,
- $\mathcal{D}(c)$ = demandes acceptées utilisant la compétence c ,

- p_{rt_a} = durée prévisionnelle de l'activité a ,
- $[est_a, lst_a]$ = fenêtre de début de l'activité a ,
- $c(a)$ = compétence requise pour a ,
- $h(a)$ = acteur affecté à la réalisation de a
- $s(h)$ = spécialité de h
- t = temps présent (ou courant),
- $Q_s(r, d)$ = énergie disponible pour s sur $[r, d]$
- $q_a(r, d)$ = énergie minimale requise par a sur $[r, d]$
- $w_a(r, d)$ = énergie consommée par a sur $[r, d]$

L'énergie maximale disponible [LOPEZ 91] pour une spécialité tient compte du nombre d'acteurs ayant cette spécialité :

$$Q_s(r, d) = |H(s)| \cdot (d - r)$$

L'énergie obligatoire consommée par une activité acceptée sur un intervalle donné $[r, d]$, est déterminée par le calcul suivant :

$$q_a(r, d) = \max(0, \min(p_{rt_a}, est_a + p_{rt_a} - r, d - lst_a, d - r))$$

La figure 4.4 illustre différentes configurations pour le calcul de l'énergie obligatoire consommée sur $[r, d]$.

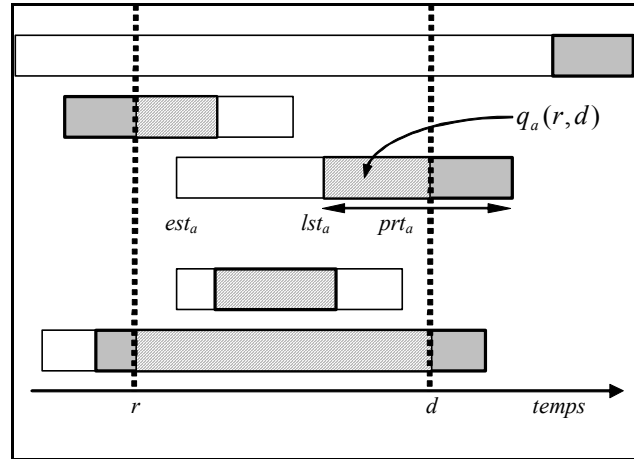


Figure 4.4 : Énergie obligatoire d'une activité non planifiée

L'énergie obligatoire consommée par une activité planifiée (cf. figure 4.5) sur un intervalle donné $[r, d]$, est déterminée par le même calcul, dans lequel on prend $lst_a = est_a$:

$$w_a(r, d) = \max(0, \min(p_{rt_a}, est_a + p_{rt_a} - r, d - est_a, d - r))$$

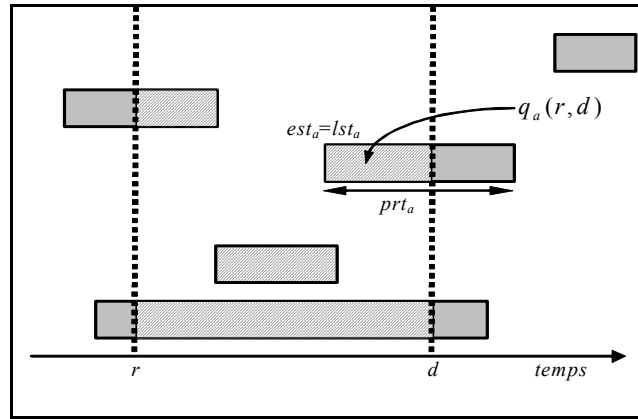


Figure 4.5 : Énergie obligatoire d'une activité planifiée

Le problème de l'adéquation entre les capacités des acteurs et le travail requis par les activités dans chaque compétence n'est pas trivial dans le cas de profils multi-compétences.

Un acteur n'utilise qu'une compétence à la fois par activité. Tant que les activités ne sont pas affectées, on ne peut déterminer sur quelle compétence précisément intervient la capacité de travail de chaque acteur. On peut cependant écrire des bilans énergétiques globaux relatifs à chaque compétence (colonne dans la grille de la figure 4.2) ou à des groupes de compétences $C' \subseteq C$:

$$\sum_{s \in S(C')} Q_s(r, d) \geq \sum_{\substack{a \in A(c) \\ c \in C'}} w_a(r, d) + \sum_{\substack{a \in D(c) \\ c \in C'}} q_a(r, d) \quad (I)$$

Pour tout sous-ensemble de compétences, la somme des quantités de travail liées aux activités planifiées et non planifiées qui nécessitent ces compétences, est inférieure ou égale à la capacité disponible des acteurs dont la spécialité couvre une ou plusieurs de ces compétences.

Le membre droit de l'inégalité précédente tient compte d'une part de l'énergie consommée par les activités planifiées et d'autre part de l'énergie minimale requise par toutes les activités acceptées non planifiées.

Ce type de conditions doit être formulé pour toute compétence, tout couple de compétences, tout triplet, etc. Chaque condition peut être associée à une coupe dans le graphe de flot modélisant la conservation de l'énergie comme illustré dans la figure 4.6.

La combinatoire liée à l'énumération de ces conditions est cependant limitée : d'une part le nombre de spécialités est limité dans la pratique. D'autre part la prise en compte des relations de dominance permet d'éviter l'écriture de conditions redondantes. Dans l'exemple précédent les ensembles de compétences à considérer pour écrire des conditions non redondantes sont : $\{c_1\}$, $\{c_3\}$, $\{c_4\}$, $\{c_3, c_4\}$, $\{c_2, c_3, c_4\}$, $\{c_1, c_2, c_3, c_4\}$. Ces ensembles de compétences font intervenir respectivement les ensembles de spécialités suivants : $\{s_1, s_2\}$, $\{s_3, s_4\}$, $\{s_3, s_5\}$, $\{s_3, s_4, s_5\}$, $\{s_1, s_3, s_4, s_5\}$, $\{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\}$.

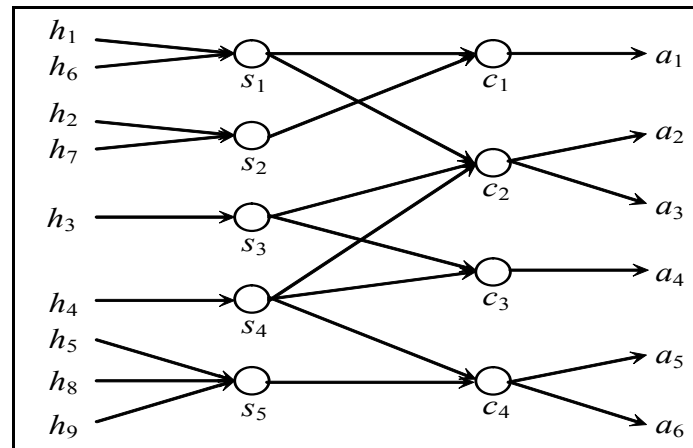


Figure 4.6 : Diagramme de flot associé

4.2 Modèle détaillé de planification

4.2.1 Cadre de modélisation

Le responsable d'activités met à jour périodiquement le planning détaillé des activités en insérant les demandes acceptées mais non encore planifiées. Par ailleurs, la phase de négociation entre le client et le responsable clientèle peut entraîner une vérification en temps réel de la possibilité d'affectation compte tenu de la fenêtre temporelle initiale. Cette renégociation peut remettre en cause certaines affectations pour des activités non planifiées.

L'aide à la décision que nous proposons de développer nécessite la définition d'une procédure d'insertion d'une activité dans un planning détaillé en cours d'exécution. Cette problématique a été formalisée dans les processus de production de biens [ARTIGUES & ROUBELLAT 97], [DURON *et al.* 04] ainsi que dans les processus de soins hospitaliers [JEBALI *et al.* 03]. Nous présentons ci-dessous ce protocole d'insertion dans un cadre où chaque acteur peut présenter un profil à compétences multiples.

4.2.2 Coopération entre le responsable clientèle et le responsable d'activités

Dans un contexte d'autonomie répartie, le bon fonctionnement de l'entreprise passe impérativement par une forte coopération homme - homme celle-ci pouvant gagner à être médiatisée par des outils informatiques [CAMALOT 00]. En particulier la modélisation des contraintes sur les caractéristiques des activités et des acteurs peut faciliter la prise de décision en mettant en évidence les seules décisions admissibles et en explicitant les marges de manœuvre. Dans [BAZET *et al.* 99] on analyse le cas de la coopération entre centres de décision en gestion de production et on démontre que la planification est un processus dynamique qui fait intervenir des négociations susceptibles de modifier les décisions initiales.

La difficulté d'affectation des opérateurs dans un contexte d'incertitude au niveau des commandes peut amener le responsable clientèle et le responsable d'activités à renégocier une affectation initialement prévue (cf. figure 4.7). L'acceptation d'une demande au niveau agrégé peut en effet remettre en cause une affectation d'une activité à un acteur dans la mesure où la décision d'acceptation repose sur un raisonnement énergétique global sans aucun souci d'optimisation ou de réservation de plages de travail intéressantes pour les demandes à venir.

Ainsi, parallèlement à la standardisation, il faut veiller à maintenir un niveau d'autonomie de décision suffisant pour permettre l'adaptation aux aléas mais aussi développer une véritable politique de gestion des compétences. Afin de concilier ces deux exigences, nous avons choisi de développer un outil d'aide à la décision à court terme comme on peut le rencontrer dans la production de biens [GRABOT & LETOUZEY 00] et la gestion des flux [BAPTISTE *et al.* 05], [CAMPAGNE & BURLAT 01], [GIARD 03]. Il s'agit de favoriser la coopération entre acteurs, plutôt que de proposer des outils de pilotage entièrement automatisés.

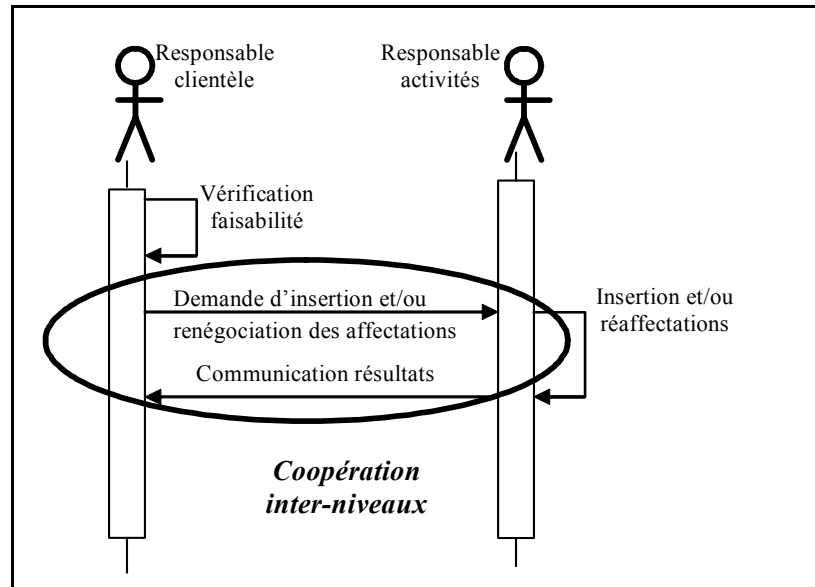


Figure 4.7 : Coopération entre le responsable clientèle et le responsable d'activités

4.2.3 Insertion d'une intervention simple dans un contexte multi-compétences

Nous rappelons les hypothèses utilisées dans le modèle agrégé :

- une activité est réalisée par un seul acteur,
- une activité n'exige qu'une compétence-métier,
- un acteur peut présenter un profil à compétences multiples.

Les notations utilisées sont :

$\mathcal{A}$ est l'ensemble des activités de l'ensemble des processus, $|\mathcal{A}| = A$

$\mathcal{H}$ est l'ensemble des acteurs, $|\mathcal{H}| = H$

$\mathcal{A}_p = \{a_{p1}, \dots, a_{pi}, \dots, a_{pn(p)}\}$ est l'ensemble des activités du processus p , $\mathcal{A}_p \subseteq \mathcal{A}$, $|\mathcal{A}_p| = n(p)$

$\mathcal{A}_h = \{a_{h1}, \dots, a_{hi}, \dots, a_{hm}\}$ est l'ensemble des activités affectées à l'acteur h , $\mathcal{A}_h \subseteq \mathcal{A}$, $|\mathcal{A}_h| = m$

r_a, d_a les dates de début au plus tôt, fin au plus tard de l'activité a

lst_a, eft_a les dates de début au plus tard, fin au plus tôt de l'activité a

t_a, c_a les dates de début, fin de l'activité a et $p_{rt_a} = c_a - t_a$ la durée prévisionnelle de l'activité a

$S_0(\mathcal{A}_h)$ séquence initiale d'activités de $\mathcal{A}_h$

L'insertion d'une activité dans un planning consiste à positionner l'activité entre deux activités consécutives au sein d'une même séquence déjà planifiée. Toutefois il existe différents modes d'insertion envisageables, combinant la possibilité de fractionner l'activité et la possibilité de choisir la ressource à affecter à une activité parmi plusieurs. On fait l'hypothèse cependant que les sous-activités issues du fractionnement d'une même activité doivent être réalisées en séquence. On a donc les modes d'insertion possibles suivants (cf. figure 4.8) :

- (i) insertion simple d'une activité dans la séquence des activités déjà affectées à une même ressource.
- (if) fractionnement d'une activité en une séquence de sous-activités, et insertion de l'ensemble des sous-activités obtenues en différents rangs d'une séquence d'activités déjà affectées à une même ressource.
- (ifa) fractionnement d'une activité en une séquence de sous-activités, et insertion de chaque sous-activité dans une séquence d'activités déjà affectées à une même ressource. Dans ce cas les sous-activités peuvent être affectées à des ressources différentes.

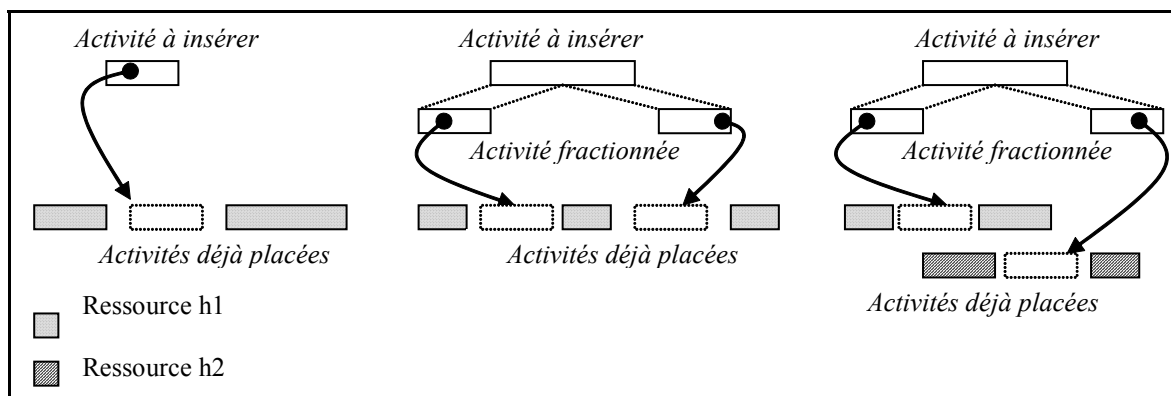


Figure 4.8 : Différentes possibilités d'insertion d'une activité

Le responsable conserve toute liberté de décision dans le sens où il maîtrise de par sa fonction et sa qualification une connaissance non formalisée du niveau de performance des techniciens et que la seule considération de l'adéquation des profils acteurs / activités ne peut garantir qu'une durée maximale d'exécution dans des conditions normales. Pour une compétence requise donnée, une stratégie peut consister à sélectionner l'opérateur le moins expérimenté dans le but d'augmenter son niveau d'expérience ; une autre peut amener le responsable à privilégier la rapidité de réalisation de l'intervention pour libérer du temps disponible pour de nouvelles demandes.

4.3 Résolution du problème de planification des activités

4.3.1 Résolution du problème agrégé

4.3.1.1 Rappel des hypothèses

Lors d'une nouvelle demande, le responsable clientèle est amené après un pré-diagnostic rapide à évaluer une fenêtre temporelle compatible avec les exigences techniques de réalisation et les exigences du client. Une fois cet aspect de la contractualisation effectuée, il vérifie si la demande peut être planifiée en l'état, d'un point de vue agrégé et global. Le raisonnement énergétique que l'on se propose de mettre en œuvre pour cette phase d'aide à la décision est alors appliqué en considérant d'une part le planning existant pour lequel les activités sont déjà placées et d'autre part un ensemble d'activités acceptées mais non placées que l'on suppose en nombre limité (cf. figure 4.9). Pour chaque compétence, l'énergie consommée sur l'intervalle $[r, d]$ par les activités placées est calculable, l'énergie obligatoire peut être déterminée pour les activités des interventions acceptées en incluant la demande en cours de traitement.

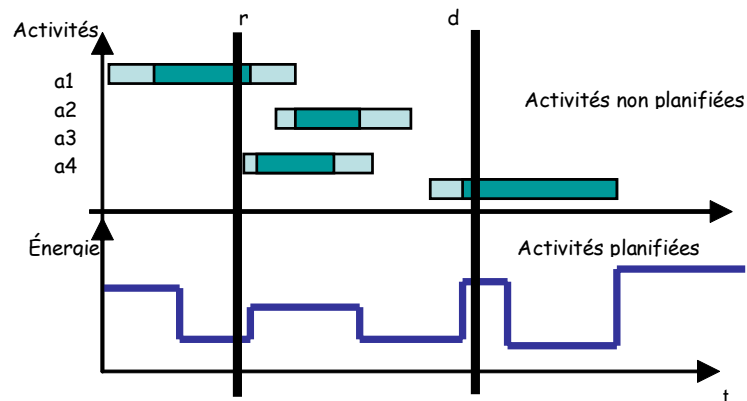


Figure 4.9 : Visualisation de l'énergie consommée et des activités acceptées à placer

4.3.1.2 Algorithmes de planification agrégée d'une activité

On rappelle que dans le contexte du traitement d'une nouvelle demande d'intervention i , on a dans ce cas particulier :

$$w_i(r, d) = prt_i$$

On suppose qu'il existe toujours un moyen d'initialiser (par défaut) la fenêtre d'intervention $[r, d]$ négociée avec le client, par exemple en prenant la fenêtre de largeur minimale réalisable le plus tôt possible $[r, d] = [t, t + prt_i]$ (ou toute autre fenêtre éventuellement fixée par le client).

Le processus de planification agrégée vise à déterminer la fenêtre d'intervention finale $[r_i, d_i]$ pour l'activité i selon une stratégie itérative : la fenêtre $[r, d]$ est modifiée tant que le bilan énergétique lié à une des inéquations (I) (section 4.1.3) est déficitaire, ce qui est décrit par l'algorithme suivant :

Début {ALGO-PAFO}

```

1   $prt_i \leftarrow \text{Durée\_prévisionnelle}(i)$            // établie par diagnostic
2   $[r, d] \leftarrow \text{Initialisation\_fenêtre}(i, t)$        //  $t$  est la date courante
3  Calculer l'énergie requise en compétence  $c(i) : w_i(r, d)$ 
4  Tant qu'une condition (I) est violée
5       $[r, d] \leftarrow \text{Modifier\_fenêtre}(r, d)$          // selon stratégie responsable
6      Recalculer les termes de (I)
7  FinTantque
8   $[r_i, d_i] \leftarrow [r, d]$ 

```

Fin {ALGO-PAFO}

■ Commentaires

5 : la procédure prévoit deux options : soit on fait « glisser » la fenêtre temporelle $[r, d]$ sans changer sa largeur, de façon à s'éloigner d'une zone de surcharge, soit on augmente uniquement la date de fin pour augmenter l'énergie disponible des compétences.

6 : tous les termes dépendant de $[r, d]$ doivent être actualisés à chaque modification de la fenêtre d'intervention de i .

4.3.2 Résolution du problème détaillé*4.3.2.1 Rappel des hypothèses*

Périodiquement, pour chacune des interventions acceptées mais non encore planifiées, le responsable des activités doit déterminer une affectation et un placement de l'activité. Un ensemble de solutions lui est proposé. Son niveau d'expertise lui permet d'envisager une configuration plutôt qu'une autre à partir de considérations conjoncturelles (afflux de clients au service rapide mobilisant l'ensemble des acteurs moins polyvalents aux compétences spécifiques) ou stratégiques (formation d'acteurs moins expérimentés, réservation des acteurs les plus qualifiés, gestion des congés).

4.3.2.2 Algorithmes d'insertion des activités

Nous présentons ci-dessous l'algorithme d'insertion d'une activité dans un planning détaillé pour le cas de l'insertion simple. Soit a une activité à insérer dont la fenêtre temporelle a été négociée et correspond à une donnée du planning agrégé $[r_a, d_a]$ (cf. figure 4.10). Nous cherchons à déterminer le placement de l'activité dans le planning détaillé d'un des acteurs compatibles, c'est-à-dire trouver $S(A_{\hat{a}}) = S_0(A_{\hat{a}}) \cup \{\text{activité à insérer}\}$ parmi $(|A_{\hat{a}}|+1)$ ordonnancements possibles.

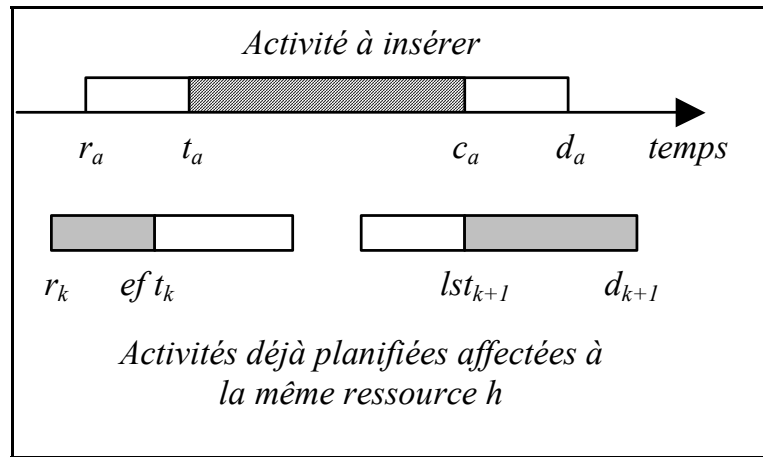


Figure 4.10 : Insertion d'une activité dans une séquence ordonnée sans fractionnement

On cherche donc à déterminer pour chaque acteur, toutes les possibilités d'insertion (PLACEMENTS) c'est-à-dire à trouver tous les rangs à partir desquels on peut insérer la nouvelle activité dans la séquence d'activités déjà planifiées. Le responsable dispose alors de l'ensemble des acteurs éligibles et pour chacun l'ensemble des nouvelles séquences possibles.

Nous présentons ci-après l'algorithme correspondant :

Début {ALGO-IS}

Créer une liste PLACEMENTS = $\emptyset$

POUR chaque acteur $h \in H$ de profil compatible avec a (1)

Créer une activité fictive de rang 0 telle que $eft_0 = 0$ (2)

Créer une activité fictive de rang $|A_h| + 1$ telle que $lst_{|A_h|+1} = d_a$ (3)

$k \leftarrow 0$

POUR k compris entre 0 et $|A_h| + 1$

SI $p_{rt_a} \leq \min(lst_{h,k+1}, d_a) - \max(eft_{h,k}, r_a)$ (4)

ALORS {Insérer l'activité au rang k } (5)

PLACEMENTS $\leftarrow$ PLACEMENTS $\cup$ (h, k) (6)

$k \leftarrow k + 1$

Fin POUR

Fin POUR

Fin {ALGO-IS}

▪ Commentaires

(1) assure la sélection d'acteurs en adéquation avec le profil de l'activité à insérer. Une activité fictive est créée dans (2), dans le cas où l'insertion au premier rang serait envisageable. De façon symétrique, (3) permet de positionner l'activité au dernier rang. On vérifie dans (4) que la durée de l'activité autorise l'insertion. (5) renvoie au traitement à réaliser pour propager la mise à jour suite au choix effectif d'insertion par le responsable.

Lorsqu'une liste vide de placements possibles est retournée au responsable, celui-ci peut décider un fractionnement de l'activité en deux activités élémentaires si la nature de l'activité initiale à insérer permet de l'envisager. Dans le cas d'une affectation des deux nouvelles activités à une seule ressource, on se ramène facilement au cas précédent de

l'insertion simple ; dans le cas d'une affectation à plusieurs ressources après fractionnement, seule une contrainte supplémentaire de succession doit être respectée.

Ce placement induit de nouvelles dates d'exécution $[t_{a\min}, c_{a\max}]$ compte tenu des dates limites et des durées des activités situées de part et d'autre de l'activité nouvellement placée (cf. figure 4.11) ; une fenêtre est calculable pour chaque placement possible. Le choix du placement retenu par le responsable peut être le résultat de considérations sur les marges restantes de l'activité placée et/ou des activités dont la fenêtre a été modifiée après propagation des contraintes de précédence.

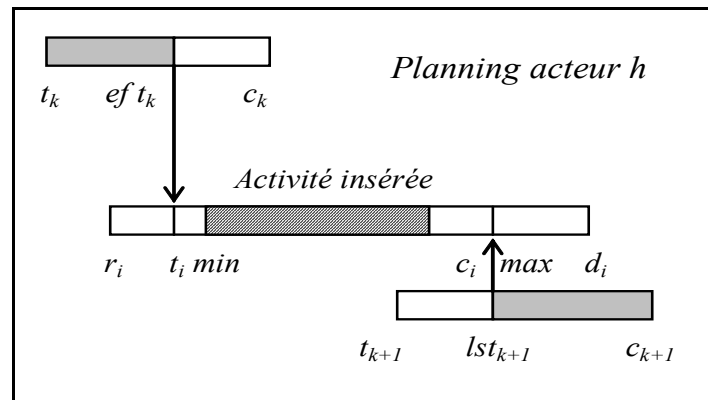


Figure 4.11 : Actualisation des fenêtres de réalisation

Un point important correspond à l'actualisation des capacités résiduelles par spécialité sur l'intervalle $[t_i\min, c_i\max]$ (cf. figure 4.10). Il s'agit de transférer au fur et à mesure des placements une partie énergie obligatoire sur l'intervalle initial $[r_i, d_i]$ en énergie effectivement consommée sur l'intervalle réduit $[t_i\min, c_i\max] \subseteq [r_i, d_i]$.

4.4 Synthèse

Nous définissons dans ce chapitre l'aide à la planification des activités de maintenance. Le modèle agrégé de négociation entre le responsable clientèle et le client, d'une part, et le modèle détaillé de planification prévu pour le responsable des activités, d'autre part, sont présentés. À chaque niveau, la nature de la coopération entre les différents acteurs est précisée. Le modèle agrégé repose sur un raisonnement énergétique qui permet en temps réel et en coopération synchrone de valider la demande client en termes de dates et de délais. Le principe d'insertion d'une intervention simple dans un contexte multi-compétences illustre les fonctionnalités du modèle détaillé. Les algorithmes de résolution sont commentés pour chaque niveau.

Chapitre 5

Développement d'un outil d'aide à la planification

Nous avons présenté et développé dans ce mémoire une conception de l'aide à la décision pour le pilotage d'activités de service qui s'appuie sur des mécanismes de coopération entre acteurs (client ou responsables). L'outil informatique que nous proposons correspond à un souci d'une utilisation conviviale, d'un paramétrage simplifié pour une mise en œuvre efficace au niveau opérationnel. Il doit satisfaire à deux exigences prioritaires. D'une part il doit fournir en temps réel au responsable clientèle, à défaut d'une réponse positive en premier lieu à la demande client, au moins une solution négociée acceptable en termes de délai d'exécution et de durée d'immobilisation du véhicule. D'autre part il doit permettre au responsable d'activités à l'atelier de planifier les interventions acceptées en vérifiant les possibilités d'insertion des activités, en proposant les affectations associées et en exploitant au mieux les capacités résiduelles.

De plus nous souhaitons que ce produit puisse servir de base à une maquette plus évoluée de manière à relancer un premier contact avorté avec l'équipe études et perspectives de la filière automobile à travers l'Agence Nationale pour la Formation Automobile. En effet, pour mettre en œuvre sa politique, l'A.N.F.A. s'est dotée d'une cellule de diagnostic et prospective visant à analyser et anticiper l'impact des évolutions économiques technologiques, réglementaires et démographiques sur l'emploi, les métiers et les besoins en formation. Nous rappelons que l'A.N.F.A. rassemble les moyens financiers et techniques pour répondre aux besoins en formation des entreprises et de la population professionnelle de la Branche des Services de l'Automobile et collabore très étroitement avec l'Éducation Nationale.

Notre approche correspond à une évolution visible du service après-vente automobile mais le niveau de finesse que nous proposons ne semble pas encore être la règle chez la

plupart des concessionnaires automobiles, des succursales, des réparateurs agréés ou indépendants, entreprises de moins de 10 salariés pour 90% d'entre elles.

La maquette logicielle que nous présentons a été élaborée dans le cadre de projets tutorés d'élèves ingénieurs de l'INSA de Toulouse, département de Génie Électrique et Informatique.

5.1 Spécifications de l'aide à la décision et architecture logicielle

D'un point de vue processus opérationnel l'acte global de maintenance comprend les phases suivantes :

- l'accueil du client

Accueil, communication avec le client.

Renseignement du contrat de réparation.

Réception du véhicule ou du matériel.

- la préparation de l'intervention

Préparation du véhicule ou du matériel à l'intervention.

Collecte des informations nécessaires à l'intervention.

Analyse, interprétation et traitement des informations.

Repérage des anomalies visuelles.

Organisation du poste de travail.

- la réalisation de l'intervention

Réalisation de la maintenance périodique.

Mesure et contrôle les caractéristiques mécaniques, hydrauliques, électriques, pneumatiques ; comparaison des valeurs relevées aux valeurs de référence ; contribution au diagnostic.

Dépose et repose des sous-ensembles ou des organes.

Démontage, réparation et remontage dans le respect des normes, des procédures ou des règles de l'art.

Réglage dans le respect des normes du constructeur et/ou de la réglementation.

Contrôle de la qualité de l'intervention.

Entretien et remise en état du poste de travail.

- la restitution du véhicule ou du matériel

Compte-rendu oral, au client et à l'entreprise, de l'intervention réalisée.

Renseignement de la fiche, l'ordre de travail.

Signalement, à l'interne et par écrit, des anomalies constatées lors de l'intervention.

Restitution du véhicule ou du matériel.

La planification de l'intervention et la réception du véhicule correspondent à la phase d'accueil du client. Les phases de préparation et de réalisation de l'intervention peuvent être regroupées sous l'appellation réalisation de la prestation.

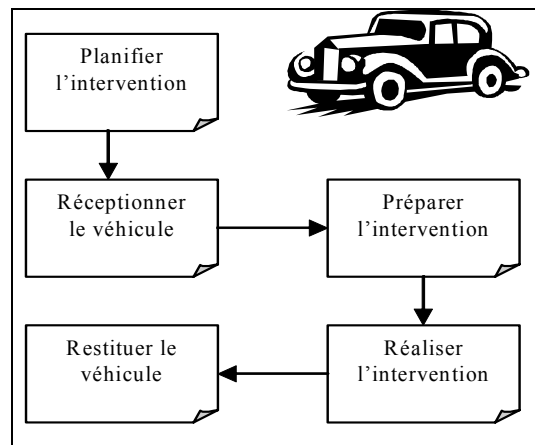


Figure 5.1 : Les différentes phases d'une intervention

Dans un souci de portabilité et de modularité de l'application, nous avons choisi de structurer le prototype logiciel à partir de deux modules qui coopèrent à travers une base de données. Chaque module comprend une interface graphique spécifique. Le premier module correspond à la gestion de la demande client par le responsable clientèle en *front-office*. Le deuxième est utilisé par le responsable des activités en *back-office*.

Dans l'exemple de notre concession automobile, le premier niveau de décision correspond à la coopération entre le client et un responsable clientèle, chargé de négocier, après éventuellement un rapide diagnostic, les dates de dépose et de reprise du véhicule du client. Ceci est réalisé de manière agrégée au sein d'une interface client (bureau du responsable par exemple ou zone d'accueil, éventuellement par téléphone), correspondant au *front office*.

Dans un deuxième niveau de décision, les activités composant les processus acceptés sont réellement affectées aux opérateurs par le responsable d'activités. Cette opération est réalisée dans la zone d'activité, ou *back office*.

Ces deux niveaux correspondent donc à deux logiciels distincts, l'un destiné au responsable clientèle (réceptionnaire après-vente) et l'autre au responsable des activités (chef d'équipe atelier).

Au niveau du *front office*, le responsable clientèle compose le processus (ensemble des activités à réaliser sur la voiture) et analyse l'expression de la demande du client. Il peut alors vérifier la faisabilité du processus dans les fenêtres temporelles souhaitées par le client, en proposant éventuellement à celui-ci des dates à partir de sa connaissance de la charge de travail de l'atelier. Finalement, le processus est accepté au niveau agrégé.

Il reste alors au responsable d'atelier à affecter précisément des techniciens aux activités acceptées. Le calcul de faisabilité d'un processus dans une fenêtre temporelle donnée ayant été effectué de manière agrégée, il n'est pas garanti que la réalisation du processus soit réellement possible : les deux responsables peuvent ainsi, comme on l'a vu, être amenés à renégocier.

Dans la mise en œuvre pratique de ces concepts, deux hypothèses importantes ont été faites :

- tout d'abord, les activités acceptées et planifiées sont figées du point de vue du responsable clientèle,
- de plus, les activités acceptées et non planifiées sont en nombre limité (entre deux mises à jour du planning détaillé par le responsable d'activités). Ce point est particulièrement important : en effet, les activités acceptées mais non planifiées occupent une fenêtre temporelle floue, incertitude qui doit rester acceptable pour éviter une renégociation quasi systématique au niveau détaillé.

D'autre part nous rappelons la contrainte principale d'affectation et les informations non prises en compte :

- la compatibilité des profils acteur-activité est basée sur l'existence d'une compétence commune (la spécialité de l'acteur doit intégrer la compétence requise pour l'activité).
- le niveau d'expérience et la qualification supplémentaire ont un rôle purement informatif.

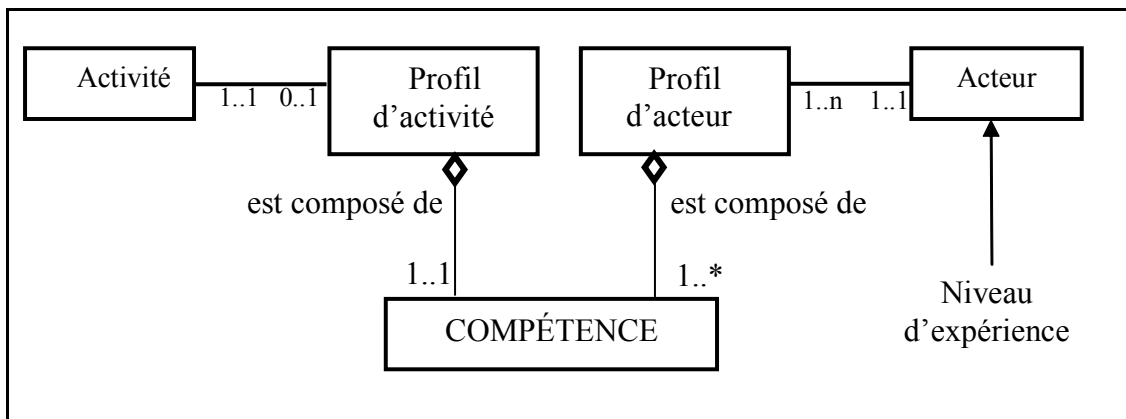


Figure 5.2 : Relations acteurs-activités dans le garage

Une intervention ou processus peut correspondre à un enchaînement d'activités. La base de données est conçue pour intégrer des contraintes temporelles entre activités d'un même processus mais cet aspect n'a pas été développé. Nous conservons par conséquent les hypothèses complémentaires suivantes :

- les processus sont mono-activité.
- les activités, non fractionnables, sont réalisées par un seul acteur.

Le logiciel est développé en langage C++. Ce langage, en plus d'être orienté objet, présente comme avantage d'être relativement rapide par rapport à du Java en ce qui concerne les calculs. De plus, il permet d'utiliser la librairie graphique *Gtk+* compatible (librairie écrite en C). Linux a été choisi comme environnement de développement.

Une base de données a été choisie comme structure de stockage des données. Ce mode de mémorisation permet en effet de stocker proprement les informations (par rapport à une lecture/écriture dans des fichiers textes par exemple) et d'y accéder facilement. De plus, dans la perspective d'un logiciel professionnel, une base de données peut être plus intéressante

pour un développement futur et une intégration dans le système d'information de l'entreprise (historique des opérations, fiches suivi clients, gestion des stocks, etc.)

La figure 5.3 présente la structure du projet. Celui-ci est organisé autour de quatre grandes unités de sens.

La première est la base de données, déjà évoquée, et dont le contenu et le fonctionnement sont détaillés plus loin.

On trouve ensuite un répertoire dit commun, regroupant des fichiers divers : il contient ainsi les constantes du programme et des fonctions de manipulation des dates permettant, par exemple, de faire la différence entre deux dates et de connaître le résultat en nombre d'heures ouvrées, ou d'arrondir une date à l'heure supérieure. Les fichiers définissant les classes sont également situés ici.

Enfin, les fonctions relatives à l'interface graphique et à son comportement appartiennent à deux ensembles distincts, selon l'interface à laquelle elles appartiennent, Front Office ou Back Office. Il y a en général un fichier par fenêtre de l'application ; ce fichier contient la fonction de création de la fenêtre, et les *callbacks* associés aux boutons de celle-ci. Les *callbacks* sont, tout simplement les fonctions qui sont appelées lorsqu'une action est réalisée dans l'interface (sélection dans une liste, appui sur un bouton...).

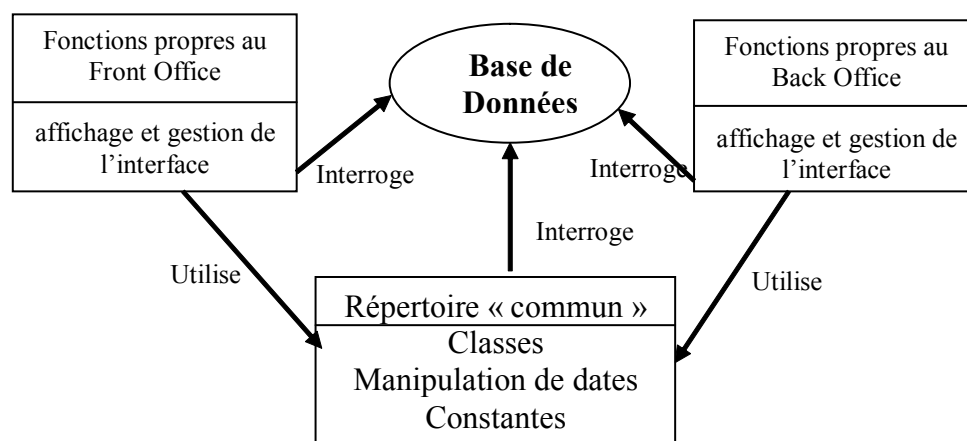


Figure 5.3 : Structure du projet

La plupart des Systèmes de Gestion de Bases de Données utilisent un serveur, auquel un utilisateur doit se connecter avant d'accéder aux données. La mise en place d'une base de données utilisant un tel système demande un travail de gestion des accès au serveur (login, mots de passe...). Dans notre cas, une base de données simple et ne nécessitant pas l'utilisation d'un serveur suffit. Nous avons donc utilisé SQLITE3, une bibliothèque C/C++ implémentant un moteur de base de données qui a l'avantage de ne pas avoir besoin d'administration de serveur, toute la base de données étant contenue dans un fichier unique.

La base de données du garage, rassemble les informations suivantes :

- Les techniciens du garage et leurs caractéristiques
- Les spécialités (profils) des techniciens (une spécialité par technicien)
- Les activités du garage

- L'ensemble des compétences nécessaires (une spécialité peut regrouper plusieurs compétences, une activité n'utilise qu'une seule compétence)
- Les processus en cours ou non encore planifiés
- Les contraintes éventuelles entre activités (temporelles ou de ressource)

Le schéma Entités – Relations de cette base de données est donné figure 5.4.

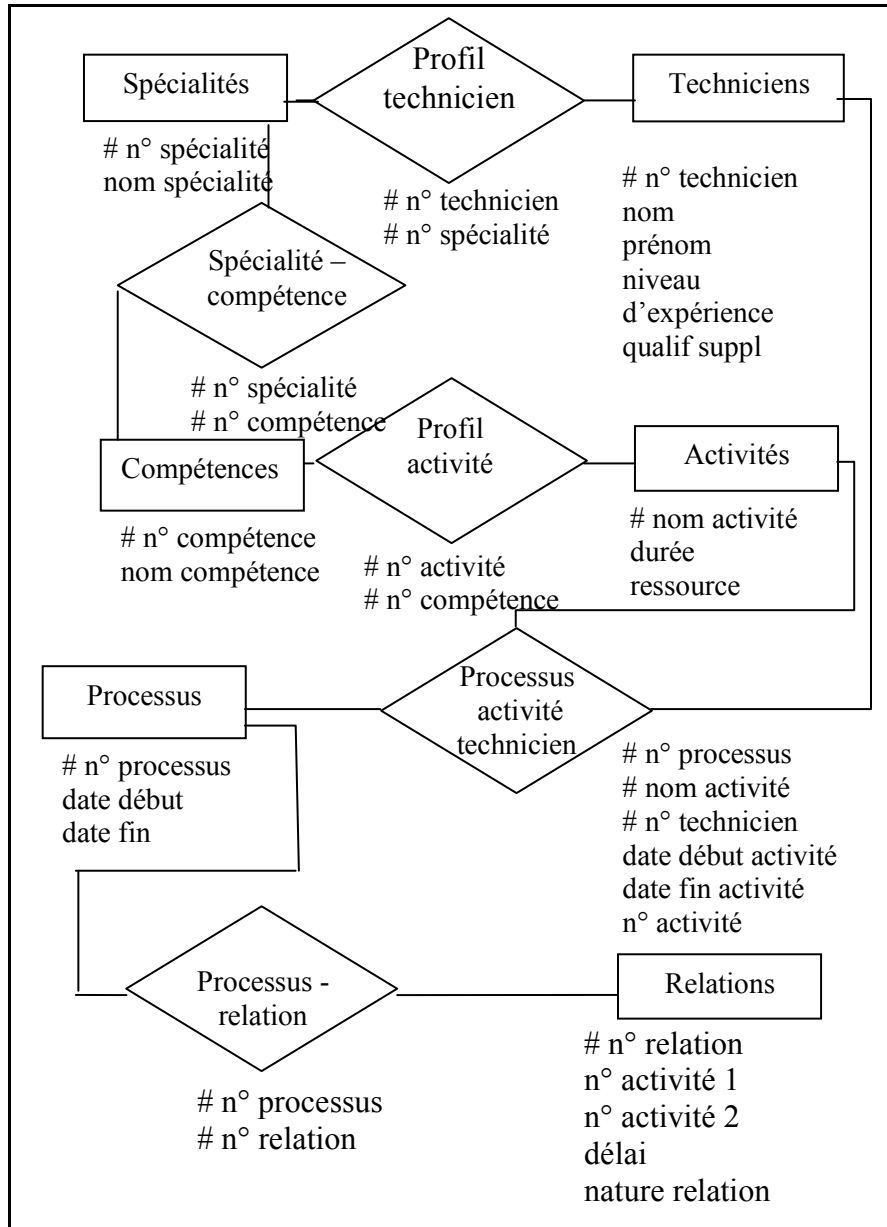


Figure 5.4 : Graphe Entités – Associations

5.2 Description des interfaces graphiques

Nous présentons dans cette section les principales fenêtres de dialogue présentes dans les interfaces *front-office* et *back-office*. Dans un objectif de simplification, des choix techniques de réalisation ont été retenus afin de pouvoir mettre en œuvre un démonstrateur opérationnel susceptible d'intéresser la profession.

Les fenêtres **repérées** * font l'objet d'une description plus détaillée.

5.2.1 Interface *front-office*

■ Description de la fenêtre « *front-office* » (figure 5.5)

C'est la fenêtre d'accueil du logiciel de *front office*. Elle permet de s'orienter vers les diverses fonctionnalités du logiciel, en l'occurrence :

- la création de processus,
- le planning de l'atelier,
- le menu d'aide,
- la fermeture de l'application.

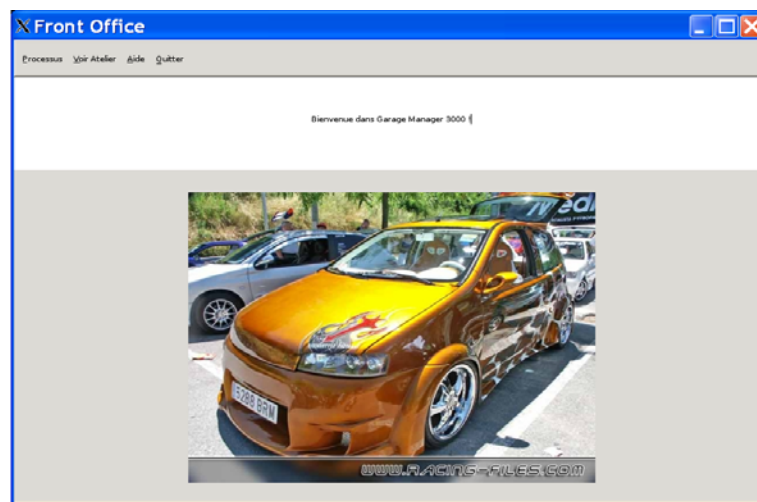


Figure 5.5 : Fenêtre « *front-office* »

- Les interactions possibles sont :

- > Onglet Processus
 - > Bouton Nouveau > **Création d'un nouveau processus***
 - > Bouton Ouvrir > **Processus***
- > Onglet Voir Atelier > **Atelier***
- > Onglet Aide
 - > Bouton Index > Index
 - > Bouton A propos de > A propos de
- > Onglet Quitter
 - > Bouton Quitter > Quitter

■ Description de la fenêtre « *création d'un nouveau processus* » (figure 5.6)

Cette fenêtre permet au personnel du garage de créer un nouveau processus, c'est-à-dire un ensemble d'activités, pour un client, autrement dit pour une voiture donnée.

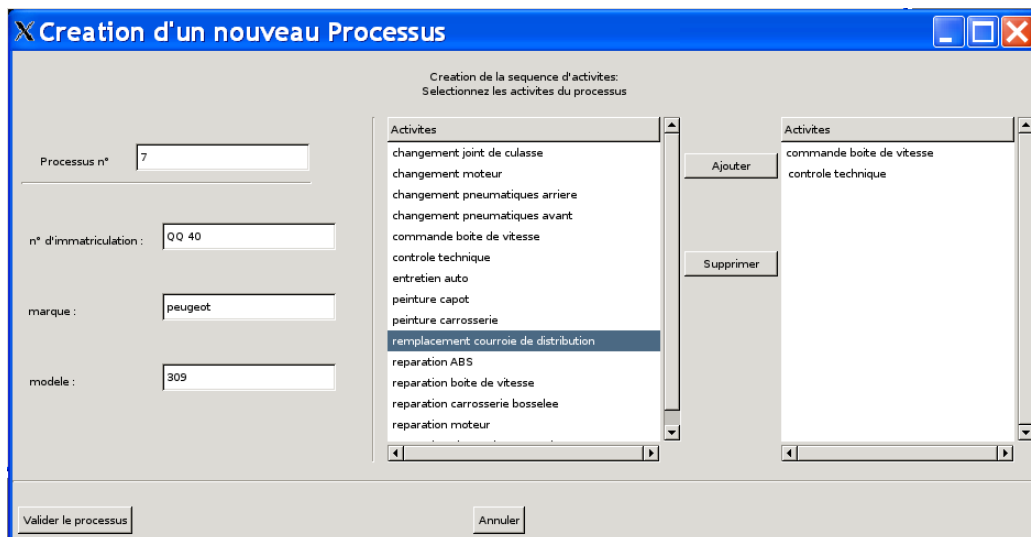


Figure 5.6 : Fenêtre « création d'un nouveau processus »

- Les interactions possibles sont :
 - > Bouton Ajouter
 - > Ajoute l'activité sélectionnée à la liste d'activités contenues dans le processus
 - > Bouton Supprimer
 - > Supprime l'activité sélectionnée de la liste d'activités contenues dans le processus
 - > Bouton Valider le processus
 - > **Prise du rendez-vous***

▪ **Description de la fenêtre « prise de rendez-vous » (figure 5.7)**

Cette fenêtre sert à fixer les dates de début et de fin de processus, autrement dit, l'intervalle pendant lequel la voiture du client est immobilisée entre la réception du véhicule et sa restitution. Afin de fixer cet intervalle, l'utilisateur fera translater deux barres verticales représentant les dates de début et de fin de l'intervalle. Pour l'aider dans son choix, les activités non planifiées au même instant sont représentées avec leur fenêtre temporelle sous forme de diagramme de Gantt et les activités planifiées sous forme de courbes de capacité.

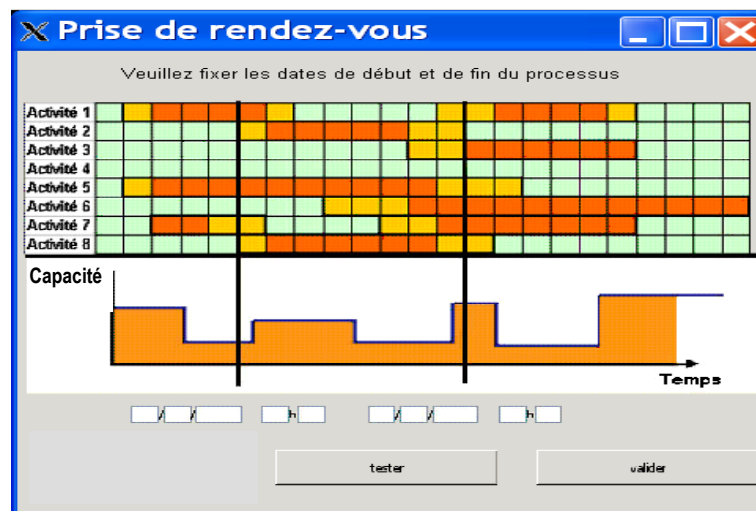


Figure. 5.7 : Fenêtre « prise de rendez-vous »

- Les interactions possibles sont :
 - > Barres verticales
 - > Bouton radio algorithmes
 - > Tester
 - > Valider
 - > Fixer l'intervalle de dépôt du véhicule
 - > Sélectionner l'algorithme de test
 - > Permet de savoir si le processus peut être accepté
 - > Permet de valider le processus dans le planning et ferme la fenêtre

▪ **Description de la fenêtre « processus » (figure 5.8)**

C'est la fenêtre qui permet d'informer l'utilisateur sur tous les champs du processus sélectionné : caractéristiques du véhicule traité, dates de dépôt et de reprise de la voiture, état du processus (planifié ou non), activités composant le processus.

The screenshot shows a window titled 'Processus' with a blue header bar. Below the header, it displays 'Processus n° 2' and 'NON PLANIFIÉ'. The main area contains several input fields: 'n° immatriculation' with the value '456 DEF 31', 'modèle' with 'renault', and 'marque' with 'clio'. Below these are 'début' and 'fin' date-time fields, both set to 'Mon Sep 26 12:00:00 2005' and 'Mon Sep 26 14:00:00 2005' respectively. A table titled 'activités de ce processus' is shown, with columns 'Activités du processus', 'Date de debut', and 'Date de fin'. The table contains one row: 'remplacement courroie de distribution' from 'Mon Sep 26 12:00:00 2005' to 'Mon Sep 28 14:00:00 2005'. At the bottom, there are two buttons: 'OK' and 'Supprimer ce processus'.

Figure 5.8 : Fenêtre « processus »

- Les interactions possibles sont :
 - > Bouton OK
 - > Bouton Supprimer ce processus
 - > Ferme la fenêtre
 - > Supprime le processus et ferme la fenêtre

▪ **Description de la fenêtre « atelier » (figure 5.9)**

Cette fenêtre permet aux responsables de pouvoir visualiser rapidement le taux d'occupation du planning pour un instant donné.

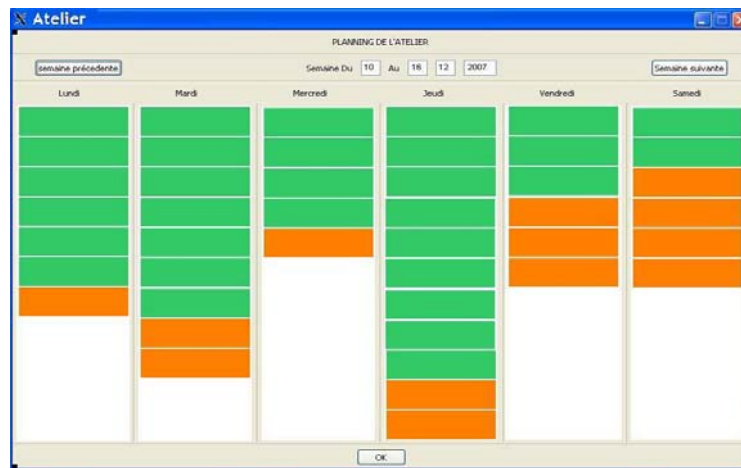


Figure 5.9 : Fenêtre « atelier »

- Les interactions possibles sont :
 - > Bouton OK
 - > Bouton semaine précédente
 - > Bouton semaine suivante
 - > Ferme la fenêtre
 - > Voir l'atelier pour la semaine précédente
 - > Voir l'atelier pour la semaine suivante

5.2.2 Interface *back-office*

▪ Description de la fenêtre « *back-office* »

C'est la fenêtre d'accueil du logiciel de *back-office*. Elle permet de s'orienter vers les diverses fonctionnalités du logiciel, en l'occurrence :

- le choix de processus,
- la gestion de la base de données,
- le menu d'aide,
- la fermeture de l'application.
- Les interactions possibles sont :
 - > Onglet Processus
 - > Bouton Ouvrir
 - > Choix d'un processus
 - > Onglet Atelier
 - > Bouton Emploi du temps
 - > Bouton Planning
 - > **Emploi du temps***
 - > Planning
 - > Onglet Base de données
 - > Bouton Réinitialiser
 - > Bouton Activités
 - > Bouton Techniciens
 - > Bouton Compétences
 - > Bouton Spécialités
 - > Bouton Processus planifiés
 - > Réinitialiser
 - > Modifications des activités
 - > Modifications des techniciens
 - > Modifications des compétences
 - > Modifications des spécialités
 - > Processus planifiés
 - > Onglet Aide
 - > Bouton Index
 - > Bouton A propos de
 - > Index
 - > A propos de
 - > Onglet Quitter
 - > Bouton Quitter
 - > Quitter

▪ **Description de la fenêtre « choix du technicien » (figure 5.10)**

Dans cette fenêtre, le responsable sélectionne le technicien qui effectuera l'activité parmi la liste des techniciens compétents pour cette activité. Ensuite, il fixe l'intervalle de temps réel pendant laquelle s'effectuera l'activité tout en restant dans l'intervalle de dépôt du véhicule sélectionné en *front office*.

Figure 5.10 : Fenêtre « choix du technicien »

▪ **Description de la fenêtre « emploi du temps » (figure 5.11)**

Cette fenêtre permet de consulter l'emploi du temps d'un technicien sélectionné pour une semaine donnée.

Figure 5.11 : Fenêtre « emploi du temps »

- Les interactions possibles sont :
 - > Champ emploi du temps de
 - > Permet d'indiquer le technicien dont on souhaite consulter l'emploi du temps
 - > Bouton OK
 - > Ferme la fenêtre
 - > Bouton semaine précédente
 - > Voir l'emploi du temps pour la semaine précédente
 - > Bouton semaine suivante
 - > Voir l'emploi du temps pour la semaine suivante

▪ **Description de la fenêtre « *modification des activités* » (figure 5.12)**

Cette fenêtre permet de gérer dans la base de données, les informations concernant les activités. Elle propose la liste des activités déjà existantes dans la base de données et laisse le choix soit de les supprimer soit de les modifier. Par ailleurs, il est aussi possible d'ajouter une nouvelle activité.

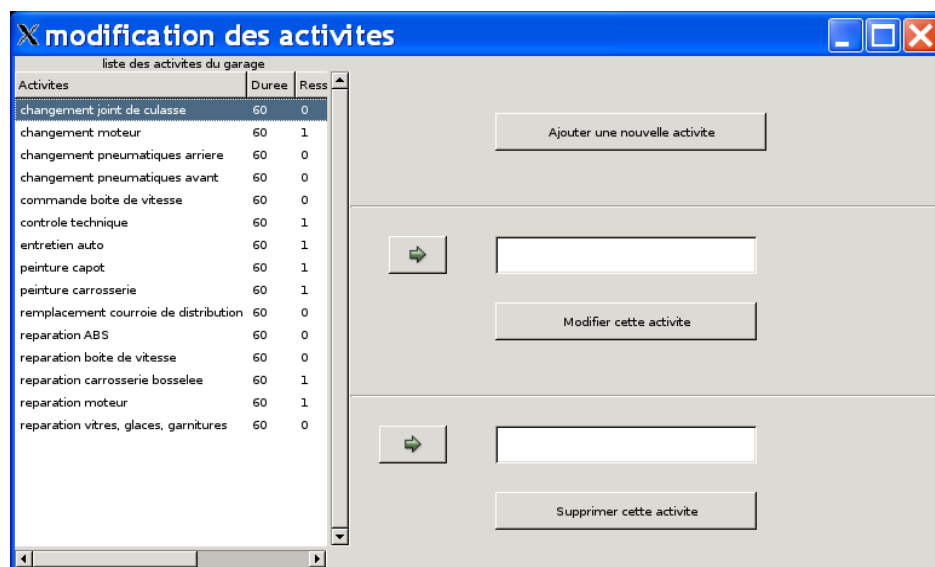


Figure 5.12 : Fenêtre « *modification des activités* »

- Les interactions possibles sont :
 - > Bouton Ajouter une nouvelle activité
 - > Ajouter une activité
 - > Bouton Modifier cette activité
 - > Modifier une activité
 - > Bouton Supprimer cette activité
 - > Ouvre une fenêtre de confirmation puis ferme la fenêtre de modification des activités

5.3 Perspectives de développement

La version prototype que nous venons de présenter est sans aucun doute perfectible sur un certain nombre de points. Une contrainte devient maintenant prépondérante, celle de conserver la structure logicielle initiale organisée en deux modules coopérant à partir d'une base de données commune. Cette base de données peut évoluer et à terme être interfacée avec le système d'information éventuellement présent dans l'entreprise. Mais notre premier souci a

été de développer un outil nécessitant peu de formation, s'avérant efficace du point de vue des prises de rendez-vous, en termes d'amélioration de la qualité, de coopération avec le client et d'augmentation du volume des interventions. D'autre part, il s'agit de préserver le cadre général qui correspond à la mise en place d'un outil d'aide à la décision.

D'un point de vue opérationnel, il est souhaitable de faire évoluer le logiciel vers la mise en place d'interfaces beaucoup plus interactives et graphiques. En particulier en *front-office* la saisie par écriture des dates de la fenêtre temporelle correspondant à la demande client doit être remplacée par une sélection rapide sur un calendrier pré-établi dont la granularité peut varier en fonction de la durée estimée de l'intervention (entre 1h minimum et plusieurs jours).

En effet, une contrainte forte est la phase de coopération synchrone entre le client et le responsable clientèle, phase qui doit durer au plus quelques minutes. De plus nous faisons l'hypothèse qu'il faut pouvoir proposer au client des périodes d'immobilisation les plus proches possibles de la durée effective d'intervention. Or quelques observations ont permis de constater qu'un état des lieux des pratiques de terrain dans les grandes concessions automobile oblige la majorité des clients à se présenter dans la première heure d'ouverture des ateliers, pour se voir restituer leur véhicule, toujours en majorité, dans la dernière heure, les périodes d'immobilisation correspondant au mieux à des multiples de demi-journées. Cet état des lieux peut expliquer l'apparent décalage entre notre approche et la réalité.

En ce qui concerne le *back-office*, il est envisagé de proposer au responsable des activités une vision globale des affectations de l'ensemble des acteurs sur un graphique de GANTT, l'insertion d'une activité pouvant être réalisée interactivement avec mise à jour automatique des fenêtres temporelles résiduelles après placement de l'activité. De plus un graphique supplémentaire doit pouvoir afficher pour la compétence utilisée, l'énergie restante de façon à aider le responsable à lisser l'énergie consommée en fonction du placement et de l'affectation qu'il est en train de tester. Des informations temps réel du type gestion de la file d'attente en service rapide sont aussi à envisager.

Conclusion

« ...Le travail de certains membres de la société appartenant aux ordres les plus respectables, tout aussi bien que le travail des serviteurs subalternes, est dépourvu de toute valeur ajoutée, et ne se transforme ou ne se réalise en aucun bien vendable qui demeure après accomplissement. Il faut ranger dans cette même catégorie à la fois certaines des professions les plus sérieuses et les plus importantes et certaines des plus frivoles : hommes d'église, avocats, médecins, hommes de lettres, joueurs, bouffons, musiciens, chanteurs d'opéra... ».

Cette citation d'Adam Smith¹³ nous permet de nous rendre compte du chemin parcouru depuis les premières analyses économiques du père fondateur de la théorie classique jusqu'à la révolution née des sciences et techniques de l'information et de la communication. Le secteur des services n'est en ce temps que peu considéré car improductif et éphémère alors que l'industrie crée des richesses et fabrique des biens durables. Certains allaient même jusqu'à penser que produire demandait plus de compétences que servir.

Aujourd'hui les enjeux pour l'avenir proche et les perspectives à moyen terme imposent de reconsidérer la place des services au sein même de la société et de trouver des réponses efficaces aux attentes des consommateurs. Pour réussir ce challenge, les prestataires doivent intégrer la participation active du client dans la phase de contractualisation du processus de prestation.

En pratique, il n'existe ni de services ni de biens purs. Il existe à la fois une certaine analogie et une certaine complémentarité entre offre de biens et offre de services. Les services et les biens sont le plus souvent liés. Chaque activité comporte une partie de service basée sur la relation et l'interaction gérées par le *front-office* et une partie de production basée sur la réalisation et la transformation gérées par le *back-office*.

Par ailleurs, la meilleure des organisations dans les activités de service n'aide en rien si elle n'est pas animée par des personnes ayant à cœur la satisfaction du client dans une relation certes commerciale mais avant tout humaine. En effet le rôle du personnel en contact avec le client en *front-office* est fondamental. Et ceci aussi bien dans le cas où le contact se fait au sens physique dans une zone d'accueil que dans le cas de l'utilisation d'outils de

¹³ Adam SMITH, 1776. *The Wealth of Nations (Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations)*.

communication à distance où la zone d'accueil même virtuelle reste malgré tout le reflet de la qualité du service.

Nous avons choisi pour illustrer notre travail, le secteur du service après-vente dans l'automobile en pleine mutation pour des raisons à la fois technologiques et sociologiques. Ce secteur concerne 97 000 entreprises et plus de 450 000 salariés. Nous avons présenté la modélisation que nous envisageons dans le cadre de l'aide à la décision qui nous apparaît indispensable pour la dimension coopérative inhérente à la coproduction prestataire / client.

Pour améliorer le taux de satisfaction des clients, nous proposons une modélisation structurée sur deux niveaux de coopération. D'une part une coopération synchrone en *front-office* entre le client et le responsable clientèle qui aboutit à la contractualisation effective de la prestation avec comme objectifs prioritaires la détermination d'une date de réception du véhicule et d'une durée d'immobilisation après négociation éventuelle. Cette première phase doit durer quelques minutes. Le modèle associé repose sur un raisonnement énergétique et utilise le concept de profil pour vérifier la faisabilité de l'intervention. D'autre part un niveau détaillé permet de finaliser les affectations des activités aux techniciens. Il est prévu si nécessaire à ce niveau une phase de coopération entre le responsable clientèle et le responsable des activités lorsque le raisonnement agrégé ne permet pas d'intégrer une contrainte locale du niveau détaillé.

Ces deux niveaux correspondent à deux logiciels distincts, l'un destiné au responsable clientèle (réceptionnaire après-vente) et l'autre au responsable des activités (chef d'équipe atelier). Un prototype a été développé pour simuler l'efficacité de notre approche. Des contacts ont été initiés à plusieurs reprises avec l'ANFA ; ils n'ont pas abouti du fait essentiellement de la non-maturité de notre étude. Nous envisageons cependant d'initier une collaboration pouvant trouver place dans le cadre d'études et de prospectives du domaine de l'après-vente automobile. Par ailleurs, nous réfléchissons à la transposition de nos modèles dans le domaine de la santé, à savoir la gestion d'un centre thermal accueillant classiquement des curistes pour plusieurs semaines et proposant aussi des séjours courts de remise en forme pour un public différent.

Pour rendre opérationnel l'outil d'aide à la planification auquel nous avons abouti, il est souhaitable d'interfacer le logiciel avec les autres données techniques de l'entreprise, essentiellement en ce qui concerne les niveaux de stocks de pièces détachées. En effet ces informations doivent être accessibles en temps réel aussi bien par le réceptionnaire que par le chef d'atelier sans manipulations supplémentaires.

D'autre part, la contrainte de rapidité d'une réponse à la demande exprimée par le client nécessite d'améliorer l'ergonomie des interfaces graphiques pour limiter au maximum les phases de saisie de type clavier et faire évoluer l'utilisation du logiciel vers des saisies tactiles sur écran et l'intégration de raccourcis permettant de mieux naviguer sans l'obligation de passer par les menus déroulants.

Sur ces points en particulier, il sera nécessaire d'envisager en collaboration avec une entreprise partie prenante une phase de test et de développement du prototype avec analyse du retour d'expériences. Nous n'avons pas pu mettre en place une collaboration avec la profession et il serait souhaitable de compléter notre réflexion par des enquêtes de terrain poussées au-delà d'une simple observation épisodique même si l'impression d'être dans une phase transitoire demeure et qu'il apparaît que les entreprises du domaine du service après-vente automobile sont partagées entre une approche intégrant de plus en plus les nouvelles

technologies au sein de leur système d'information et une vision plus traditionnelle du service au client. En effet, s'approprier des modèles d'organisation du type de celui que nous avons développé peut amener une entreprise à reconfigurer l'ensemble de son système d'information et parfois en même temps repenser son implantation physique de la même façon que des entreprises de production de biens conçoivent globalement leur outil de production (Usine TOYOTA de Valenciennes par exemple).

Malgré tout, on constate que depuis quelques années, la plupart des entreprises de service ont compris qu'une des clés pour la performance consistait à développer la polyvalence de leurs collaborateurs en favorisant le recrutement de profils « multi-compétences ». Même si le bilan reste mitigé, il semble cependant que la gestion des ressources humaines s'oriente davantage vers cette logique de profil d'emploi et de multi-compétences qu'elle ne conserve une logique par poste de travail au sens d'affectation physique. Mais cette ébauche de polyvalence doit être associée à des systèmes d'aide à la décision efficaces. Et surtout exploitables au sein des PME-PMI dont la prise en compte des besoins peut s'avérer devenir une des voies les plus prometteuses pour un développement économique « robuste ».

Nous terminons ce mémoire en rappelant que la cybernétique a besoin d'acteurs et de décideurs. Certes des outils tels que le *workflow* par exemple participent à l'optimisation des processus, mais ces outils doivent être vus, conçus et mis en œuvre comme de puissants outils d'aide à la décision. La maîtrise des processus est (a été, sera toujours) assurée par les acteurs humains car les processus socio-techniques ne peuvent être par nature que très partiellement formalisés. Dans toute structure, nombre de personnes font marcher les choses sans faire de bruit. Certains les nomment « animateurs » ou même « vertébrés ». La plupart du temps leur mode d'action est subtil et discret. Elles sont présentes à tous les niveaux de la hiérarchie. Et beaucoup de systèmes reposent sur leur implication et sur leurs compétences. Notre travail a consisté, dans ce contexte, à proposer des outils permettant d'améliorer l'efficacité de la réflexion et de l'action de l'homme en l'aidant à mieux prévoir l'impact de ses décisions sur le déroulement des activités à venir et donc sur la qualité du service. Il est commun et parfois trop simple d'affirmer « *Il n'y a de richesse que d'hommes* »¹⁴ mais gardons à l'esprit que « *tout ce qui est simple est faux mais tout ce qui ne l'est pas est inutilisable* »¹⁵.

¹⁴ Jean BODIN, 1576. *Six livres de la République*.

¹⁵ Paul VALÉRY

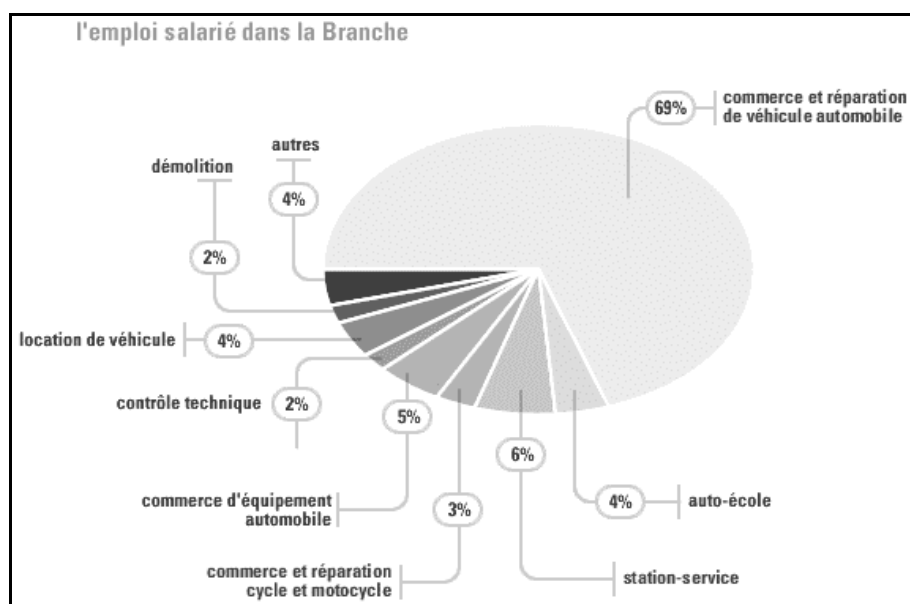
Annexes

Annexe A

Liste des titres et diplômes de la filière maintenance automobile¹⁶

La branche des services de l'automobile rassemble la totalité des activités générées pendant la durée de vie du véhicule : de sa sortie de l'usine de construction à sa démolition, voire son recyclage. Le produit « automobile » recouvre les activités liées aux véhicules particuliers et aux véhicules utilitaires mais également aux cycles et aux motocycles. Ces activités comprennent le commerce de véhicules et d'équipements automobiles, la réparation et l'entretien, la location, le contrôle technique ainsi que l'activité auto-école et la formation des moniteurs, la gestion des parcs automobiles, et depuis 2001 le nettoyage.

¹⁶ Source : <http://www.anfa-auto.fr/>



Emploi salarié dans la branche automobile [source : <http://www.anfa-auto.fr/>]

Chargée d'intervenir au nom des professionnels, l'Agence Nationale pour la Formation Automobile (ANFA) s'attache à présenter les emplois et compétences, leurs évolutions, les exigences des professionnels en la matière, et peut proposer la création d'un diplôme, son évolution ou sa suppression.

À cet égard, le service suivi des titres et diplômes s'appuie sur les travaux d'un Observatoire, mène des études sur des problématiques particulières, conduit avec le réseau des CFA pilotes des groupes de travail portant sur la mise en œuvre des diplômes, réunit les professionnels concernés, mobilise des représentants d'entreprise pour participer aux Commissions Professionnelles Consultatives, organise des rencontres entre les représentants de l'Éducation Nationale et les représentants d'entreprise.

Liste des Titres et Diplômes de la filière Maintenance Automobile

CAP (Certificat d'Aptitude Professionnel)

Carrosserie réparation
 Equipements électriques et électroniques de l'automobile (dernière rentrée : 2004)
 Maintenance des véhicules automobiles - options : véhicules particuliers, véhicules industriels, motocycles
 Peinture en carrosserie
 Vendeur magasinier en pièces de rechange et équipements pour automobile

BEP (Brevet d'Enseignement Professionnel)

Carrosserie
 Maintenance des véhicules et des matériels - dominantes : véhicules particuliers, véhicules industriels, motocycles

MC (Mention Complémentaire)

Aménagement et rénovation de véhicules spécifiques

Mise au point électricité électronique auto
Maintenance des moteurs diesel et de leurs équipements

Bac Pro (Baccalauréat Professionnel)

Carrosserie - option 2 : réparation
Maintenance des véhicules automobiles - opt. 1 : voitures particulières
Maintenance des véhicules automobiles - opt. 2 : véhicules industriels
Maintenance des véhicules automobiles - opt. 4 : motocycles

BTn (Baccalauréat Technologique)

STI option B : systèmes motorisés

CQP (Certificat de Qualification Professionnel)

Carrossier peintre
Attaché commercial ou Conseiller des ventes sociétés
Attaché commercial ou Conseiller des ventes automobile
Attaché commercial ou Conseiller des ventes véhicules industriels
Conseiller technique et commercial cycle
Contrôleur technique
Démonteur automobile
Opérateur spécialiste service rapide
Opérateur service rapide
Réparateur spécialiste motocycle
Technicien électronicien électricien Auto
Vendeur en pièces de rechange et accessoires

BP (Brevet Professionnel)

Carrosserie construction et maquettage

BM (Brevet Maîtrise)

Mécanicien réparateur auto
Mécanicien réparateur de cycles et motocycles
Électricien électronicien spécialiste en automobile
Peintre en carrosserie
Tôlier en carrosserie

BTS (Brevet Technicien Supérieur)

Conception et réalisation de carrosserie
Négociation et relation client
M. A. V. A - opt. 1 : véhicules particuliers
M. A. V. A - opt. 2 : véhicules industriels
Moteur à combustion interne

Licence Professionnelle

Management de l'après-vente automobile (Université Marne la Vallée)

Annexe B

Panorama des qualifications spécifiques de la filière Maintenance¹⁷

Les évolutions techniques, économiques et sociales du secteur exigent à tous les niveaux d'intervention, du personnel de plus en plus compétent et performant. Dans ce contexte, l'Agence Nationale pour la Formation Automobile (A.N.F.A.) est mandatée pour mener une stratégie d'élévation de la qualification et d'adaptation permanente des salariés du secteur.

À travers un budget de plus de 120 millions d'euros (pour 2003) et avec le concours de ses 11 Délégations Régionales, l'A.N.F.A. :

- finance la formation continue de plus de 65000 stagiaires chaque année apporte son concours financier et pédagogique à la formation de 34000 apprentis et environ 35000 jeunes sous statut scolaire,
- informe chaque année plus de 500000 jeunes sur les métiers de l'automobile prend en charge environ 6000 contrats en alternance dont 80% de contrat de qualification organise et finance le perfectionnement de plus de 1800 formateurs et enseignants de CFA et de LP,
- forme plus de 800 tuteurs,
- participe à la création et à l'actualisation des diplômes d'État et des certificats de qualification professionnelle, relatifs aux métiers du secteur (21 diplômes et 11 CQP en 2002),
- anime un réseau de 42 CFA pilotes.

¹⁷ Source : <http://www.anfa-auto.fr/>

CADRES	III	<u>Chef après-vente</u> A.C.III
	II	<u>Adjoint au chef après-vente</u> <u>Responsable d'atelier</u> A.C.II
	I	<u>Cadre technique d'atelier</u> A.C.I

Chef après-vente**Filière A, Échelon C. III**

Le chef après-vente assure les activités d'encadrement, d'organisation et de gestion de l'ensemble du secteur après-vente. Il intervient dans le cadre d'une entreprise ou d'un groupe d'entreprises dans laquelle l'activité après-vente, du fait de son importance, peut être structurée en plusieurs pôles distincts (atelier / service rapide / carrosserie - peinture...). Il assure également le développement commercial de l'après-vente. Il a sous sa responsabilité l'ensemble des cadres et du personnel du secteur.

**Adjoint au chef après-vente
Responsable d'atelier****Filière A, Échelon C. II**

- L'adjoint au chef après-vente intervient en appui d'un responsable hiérarchique, qui est le chef après-vente.

- Le responsable d'atelier réalise, en appui d'un responsable hiérarchique qui peut être le chef d'entreprise lui-même, les activités d'encadrement, d'organisation et de gestion du secteur après-vente.

Il assure le développement commercial de l'après-vente. Il peut également avoir la responsabilité du SAV sur un site décentralisé. Il a sous sa responsabilité un ou plusieurs cadres de niveau I et/ou agents de maîtrise, ainsi que les autres salariés concourant à la réalisation de l'activité.

Cadre technique d'atelier**Filière A, Échelon C. I**

Le cadre technique d'atelier assure des activités de gestion et d'organisation de l'après-vente. Il peut exercer son activité dans deux types de contextes :

3.1 - dans les entreprises dont le secteur après-vente est structuré en plusieurs pôles d'activité distincts : il assure la responsabilité d'un ou de plusieurs des pôles après-vente (atelier / service rapide / carrosserie - peinture...) ;

3.2 - lorsque l'activité après-vente de l'entreprise ne nécessite pas une organisation en pôles distincts, il assure, en appui d'un responsable hiérarchique qui peut être le chef d'entreprise lui-même, la responsabilité de ce secteur.

Le cadre technique contribue au développement commercial de l'après-vente. Il a sous sa responsabilité un ou plusieurs agents de maîtrise.

MAÎTRISE	23	<u>Gestionnaire d'atelier</u> <u>Contremaître d'atelier</u> A.23.1
	20	<u>Réceptionnaire après-vente</u> <u>Chef d'équipe atelier</u> A.20.1

**Gestionnaire d'atelier
Contremaître d'atelier**
Filière A, Échelon 23, Série 1

Le titulaire de la qualification assure des activités de gestion et d'organisation de l'après-vente. Il peut exercer son activité dans deux types de contextes :

- 3.1 - dans les entreprises dont le secteur après-vente comporte plusieurs pôles (ex : atelier / service rapide / carrosserie - peinture...), il participe à l'encadrement d'un pôle après-vente,
3.2 - lorsque l'activité après-vente de l'entreprise est limitée, ne nécessitant pas une organisation en plusieurs pôles, il assure, en appui d'un responsable hiérarchique qui peut être le chef d'entreprise lui-même, la responsabilité de ce secteur.

**Réceptionnaire après-vente Filière A, Échelon 20, Série 1
Chef d'équipe atelier**

Le réceptionnaire accueille et conseille les clients du service après-vente. Il réalise les activités visant le déclenchement des processus de maintenance, la restitution des véhicules aux clients, ainsi que la commercialisation de produits et services. Le chef d'équipe atelier assure une fonction d'encadrement et éventuellement de réception. Cette qualification peut constituer, pour un ouvrier professionnel confirmé, une promotion au-delà de l'échelon 12, dans une activité partagée entre l'exécution de travaux complexes sur véhicules, l'encadrement d'une petite équipe et le tutorat de jeunes en formation.

OUVRIERS-EMPLOYES	12	Technicien expert après-vente automobile Technicien expert après-vente V.I. A.12.2		
	9	Technicien confirmé mécanique automobile Technicien confirmé mécanique V.I. A.9.1	Technicien électricien-électronicien automobile Technicien confirmé V.I. Technicien confirmé motocycles A.9.2	Conseiller technique cycles A.9.5
	6	Mécanicien spécialiste automobile Mécanicien spécialiste V.I. Mécanicien spécialiste motocycles A.6.1	Electricien spécialiste automobile Electricien spécialiste V.I. A.6.2	Opérateur spécialiste service rapide A.6.3 Opérateur spécialiste maintenance pneumatiques V.I. A.6.4
	3	Mécanicien de maintenance automobile Mécanicien de maintenance V.I. Mécanicien de maintenance motocycles A.3.1	Opérateur service rapide A.3.3	Opérateur maintenance pneumatiques V.I. A.3.4 Mécanicien cycles A.3.5

**Technicien expert après-vente automobile
Technicien expert après-vente véhicules industriels**
Filière A, Échelon 12, Série 2

Réalisation d'activités de maintenance portant sur :

Cas des véhicules industriels :

- les véhicules industriels et leurs équipements

Cas du VP et du motorcycle :

- les moteurs thermiques et équipements périphériques,
- l'ensemble des systèmes de conduite, confort et sécurité des véhicules.

Le titulaire de la qualification assure la fonction de référent technique du service après-vente : à ce titre, il effectue une mission d'appui et de formation technique.

Technicien confirmé mécanique automobile **Filière A, Échelon 9, Série 1**
Technicien confirmé mécanique véhicules industriels

Réalisation de toutes activités de maintenance préventive et corrective portant sur les ensembles mécaniques du véhicule.

Technicien électricien-électronicien automobile **Filière A, Échelon 9, Série 2**
Technicien confirmé véhicules industriels
Technicien confirmé motocycles

Réalisation d'activités de maintenance portant sur :

Cas des véhicules industriels :

- les véhicules industriels et leurs équipements

Cas du VP et du motorcycle :

- moteurs thermiques et équipements périphériques,
- l'ensemble des systèmes de conduite, confort et sécurité des véhicules.

Conseiller technique cycles **Filière A, Échelon 9, Série 5**

Réalisation d'activités de conception de vélos personnalisés, de maintenance ainsi que de commercialisation des cycles, produits et accessoires.

Mécanicien spécialiste automobile **Filière A, Échelon 6, Série 1**
Mécanicien spécialiste véhicules industriels
Mécanicien spécialiste motocycles

Réalisation d'activités de maintenance préventive et corrective :

Cas des VP et motocycles :

- des véhicules

Cas des véhicules industriels :

- des véhicules et équipements
- dans les deux cas, les activités de maintenance citées incluent un diagnostic de premier niveau de complexité.
- le mécanicien spécialiste peut exercer son activité dans des unités mécaniques, ou spécifiques de maintenance V.O., ou de carrosserie-peinture.

Electricien spécialiste automobile **Filière A, Échelon 6, Série 2**
Electricien spécialiste véhicules industriels

Réalisation d'interventions portant sur les systèmes électriques et électroniques des véhicules, incluant un diagnostic de premier niveau de complexité.

Cas des véhicules industriels : les interventions portent sur les systèmes électriques et électroniques des véhicules et équipements.

Opérateur spécialiste service rapide **Filière A, Échelon 6, Série 3**

Réalisation de l'ensemble des interventions relevant du service rapide.

L'exercice de la qualification inclut le conseil et la vente additionnelle de produits et services auprès de la clientèle.

Opérateur spécialiste maintenance pneumatiques véhicules industriels Filière A, Échelon 6, Série 4

Réalisation de prestations techniques liées aux pneumatiques, sur matériel PL ou agricole ou Génie Civil. L'exercice de l'activité est réalisé en centre de service, ainsi que sur site client ou en situation de dépannage extérieur.

**Mécanicien de maintenance automobile
Mécanicien de maintenance véhicules industriels
Mécanicien de maintenance motocycles**

Filière A, Échelon 3, Série 1

Réalisation d'activités :

Cas des V.P. et motocycles :

- de maintenance des véhicules

Cas des véhicules industriels :

- de maintenance des véhicules et équipements.

Opérateur service rapide

Filière A, Échelon 3, Série 3

Réalisation d'activités de maintenance des véhicules relevant du service rapide.

Opérateur maintenance pneumatiques véhicules industriels Filière A, Échelon 3, Série 4

Réalisation de prestations techniques liées aux pneumatiques. L'exercice de l'activité est réalisé en centre de service et/ou sur site client.

Mécanicien cycles

Filière A, Échelon 3, Série 5

Réalisation d'activités de maintenance des cycles.

Article 1.23b de la convention collective

Les qualifications professionnelles spécifiques reconnues par la branche des services de l'automobile sont celles qui concernent les emplois propres aux entreprises entrant dans le champ professionnel de la présente convention collective.

La qualification de branche attribuée à un salarié déterminé, ne peut être assortie d'une appellation d'emploi appropriée que pour préciser l'activité particulière du salarié, ou bien pour correspondre à un vocabulaire habituel dans l'entreprise ; cette éventuelle appellation d'emploi ne doit pas pouvoir être confondue avec l'intitulé d'une autre qualification de branche.

Bibliographie

- [AALST 98] Van der AALST W. M. P., 1998. *Application of Petri nets to workflow management*. The Journal of Circuits, Systems and Computers, 8(1) : 21-66.
- [AALST & HEE 02] Van der AALST W. M. P. & van HEE K. M., 2002. *Workflow Management – Models, Methods and System.*, The MIT Press, London.
- [ACHELHI *et al.* 05] ACHELHI H., TRUCHOT P., AOUSSAT A., 2005. *Les critères d'émergence d'un réseau coopératif*. 6ème Conférence Internationale de Conception et Production Intégrées, 9-11 Novembre 2005, Casablanca, Maroc.
- [ALIX & VALLESPER 06] ALIX T., VALLESPER B., 2006. *Modélisation fonctionnelle d'un système de production mixte : bien/service*. 6ème Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'06, 3-5 Avril 2006, Rabat, Maroc.
- [ANPE 99] ANPE. 1999. *ROME : Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois*. Agence Nationale Pour l'Emploi (ANPE). La Documentation Française. ISBN2-11-004331-8.
<http://rome.anpe.net/employeur/>
- [ARTIGUES & ROUBELLAT 97] ARTIGUES C., ROUBELLAT F., 1997. *An operation insertion procedure in a multi-resource schedule based on dominance rules*. International Conference on Industrial Engineering and Production Management (IEPM'97), Lyon (France), 20-24 Octobre 1997, pp.304-313.
- [BAPTISTE 98] BAPTISTE P., 1998. *A Theoretical and Experimental Study of Resource Constraint Propagation*. PhD Thesis, University of Technology of Compiègne, France.
- [BAPTISTE *et al.* 01] BAPTISTE P., LE PAPE C., NUIJTEN W., 2001. *Constraint-Based Scheduling Problems*. Kluwer Academic Publishers.

- [BAPTISTE *et al.* 05] BAPTISTE P., GIARD V., HAIT A., SOUMIS F., 2005. *Gestion de production et ressources humaines. Méthodes de planification dans les systèmes productifs*. Presses internationales Polytechnique, Canada.
- [BARCET 98] BARCET A., 1998. *Problématique et enjeux de l'innovation de service*. Rapport de recherche GATE-CNRS.
- [BAZET *et al.* 99] BAZET I., de TERSSAC G., ERSCHLER J., HUGUET M.-J., TORRES P., 1999. *Approche par contraintes pour l'analyse des processus de décision/coopération et la conception d'outils d'aide en gestion de production*. Rapport LAAS n°99332.
- [BENNOUR 04] BENNOUR M., 2004. *Contribution à la modélisation et à l'affectation des ressources humaines dans les processus*. Thèse de doctorat. Université de Montpellier, France.
- [BONNEFOUS & COURTOIS 01] BONNEFOUS C., COURTOIS A., 2001. *Indicateurs de performance*. Hermès.
- [BOUJUT *et al.* 02] BOUJUT J.-F., CAVAILLE J.-B., JEANTET A., 2002. *Instrumentation de la coopération*. Dans *Coopération et connaissances dans les systèmes industriels*, sous la direction de R SOËNEN et J. PERRIN, pp 91-109, Lavoisier, Hermès Science.
- [BRIAND & ESQUIROL 01] BRIAND C., ESQUIROL P., 2001. *Task charts : a time model for the specification of alternative processes*. IEPM'2001, 20-23 Août 2001, Québec, Canada.
- [CAMALOT 00] CAMALOT J. P., 2000. *Aide à la décision et à la coopération en gestion du temps et des ressources*. Thèse de doctorat. INSA Toulouse, France.
- [CAMMAN & LIVOLSI 00] CAMMAN-LEDI C., LIVOLSI L., 2000. *Pilotage stratégique de processus logistique et gestion des ressources humaines : constat et propositions*. 3^{èmes} rencontres internationales de la recherche en logistique (RIRL 2000), 9-11 mai 2000, Trois-Rivières, Canada.
- [CAMPAGNE & BURLAT 01] CAMPAGNE J.-P., BURLAT P., 2001. *Maîtrise et organisation des flux industriels*. Hermès.
- [CATTAN *et al.* 03] CATTAN M., IDRISSE N., KNOCKAERT P., 2003. *Maîtriser les processus d'entreprise – Guide opérationnel*. Éditions d'Organisation.
- [CHAABANE 04] CHAABANE S., 2004. *Gestion prédictive des blocs opératoires*. Thèse de doctorat. INSA Lyon, France.
- [DEHERRIPON 87] DEHERRIPON P., 1987. *Fabriquer : pilotez l'organisation de votre production*. Éditions d'Organisation.

- [DESPONTIN 04] DESPONTIN E., 2004. *Aide à la décision pour une coopération inter-entreprise dans le cadre de la production à la commande*. Thèse de doctorat. Université P. Sabatier, Toulouse, France.
- [DURET & PILLET 02] DURET D., PILLET M., 2003. *Qualité en production*. Éditions d'Organisation.
- [DURON *et al.* 04] DURON C., OULD LOULY M. A., PROTH J.-M., 2004. *Problème d'ordonnancement à une machine : insertion d'une tâche en temps réel*. 5^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'04, 1-3 Septembre 2004, Nantes, France.
- [EDI & DUQUENNE 06] EDI K. H., DUQUENNE P., 2006. *Intégration de la polyvalence et de la modulation d'horaire dans une approche d'affectation flexible de la ressource humaine*. 6^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'06, 3-5 Avril 2006, Rabat, Maroc.
- [EIGLIER & LANGEARD 00] EIGLIER P., LANGEARD E., 2000. *Servuction : le marketing des services*. Dunod.
- [EL MHAMED I *et al.* 05] EL MHAMED I A., DAFAOUI E.M., KEMOUNE K., 2005. *Coordination et coopération des processus d'entreprise : étude de cas industriels*. 6^{ème} Conférence Internationale de Conception et Production Intégrées, 9-11 Novembre 2005, Casablanca, Maroc.
- [ERSCHLER 76] ERSCHLER J., 1976. *Analyse sous contraintes et aide à la décision pour certains problèmes d'ordonnancement*, 1976. Thèse de doctorat d'État, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- [ERSCHLER 96] ERSCHLER J., 1996. *Approche par contraintes pour l'aide à la décision et à la coopération : une nouvelle logique d'utilisation des modèles formels*. Coopération et conception. Octares Éditions.
- [ESQUIROL & LOPEZ 99] ESQUIROL P., LOPEZ P., 1999. *L'ordonnancement*. Éditions Economica.
- [ESQUIROL *et al.* 01] ESQUIROL P., LOPEZ P., HUGUET M.-J., 2001. *Propagation de contraintes en ordonnancement*. Dans *Ordonnancement de la production*, sous la direction de LOPEZ P. et ROUBELLAT F., pp. 131-167, Lavoisier, Hermès Science.
- [EYMARD-DUVERNAY 94] EYMARD-DUVERNAY F., 1994. *Coordination des échanges par l'entreprise et qualité des biens*. Presses Universitaires de France.

- [FLIPO 84] FLIPO J.-P., 1984. *Le management des entreprises de service*. Éditions d'Organisation.
- [FOURASTIE 79] FOURASTIE J., 1979. *Les Trente Glorieuses, ou la révolution invisible de 1946 à 1975*. Paris, Fayard.
- [FRON 94] FRON A., 1994. *Programmation par contraintes*. Editions Addison – Wesley, France.
- [GADREY 96] GADREY J., 1996. *Services : la productivité en question*. Éditions Desclée de Brouwer.
- [GALLOUJ C. & GALLOUJ F. 97] GALLOUJ C., GALLOUJ F., 1997. *L'innovation dans les services et le modèle du cycle du produit inversé*. Revue française de Gestion, mars-avril-mai, pp. 82-97.
- [GIARD 03] GIARD V., 2003. *Gestion de la production et des flux*. Éditions Économica.
- [GRABOT & LETOUZEY 00] GRABOT B., LETOUZEY A., 2000. *Short-term manpower management in manufacturing systems : new requirements and DSS prototyping*. Computers in Industry, Elsevier, n° 43, pp. 11-29.
- [GRÖNROOS 00] GRÖNROOS C., 2000. *Service management and marketing. A customer relationship approach*. John Wiley & Co. Chichester.
- [GUTIERREZ et al. 03] GUTIERREZ B., ESQUIROL P., ERSCHLER J., 2003. *Aide à l'affectation des activités aux acteurs dans les processus socio-techniques*. 4^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'03, 23-25 Avril 2003, Toulouse, France.
- [GUTIERREZ et al. 05] GUTIERREZ B., ESQUIROL P., ERSCHLER J., 2005. *Pilotage d'activités de service à la demande*. 6^{ème} Congrès International de Génie Industriel, 7-10 Juin 2005, Besançon, France.
- [GUTIERREZ et al. 06] GUTIERREZ B., ESQUIROL P., ERSCHLER J., 2006. *Aide à la planification d'activités de service à la demande dans un cadre multi-compétence*. 6^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'06, 3-5 Avril 2006, Rabat, Maroc.
- [HAMMER & CHAMPY 93] HAMMER M., CHAMPY J., 1993. *Le re-engineering*, Dunod.
- [HENNET 97] HENNET J.-C., 1997. *Concepts et outils pour les systèmes de production*. Cépaduès.
- [HERMOSILLO WORLEY 03] HERMOSILLO WORLEY J., 2003. *Vers une meilleure prise en compte des ressources humaines dans les processus d'entreprise : connaissances, rôles et compétences*. Thèse de doctorat. École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, France.

- [HILL 77] HILL P., 1977. *On goods and services*. The review of income and wealth, vol. 4, décembre 1977, pp. 315-338.
- [HILL 99] HILL P., 1999. *Tangibles, intangibles and services : a new taxonomy for the classification of output*. Canadian Journal of Economics, vol. 32, n°2, avril 1999.
- [HOLLINGSWORTH 95] HOLLINGSWORTH D., 1995. *Workflow Management Coalition : the Workflow Reference Model, TC00-1003*.
- [HOOKER 00] HOOKER J., 2000. *Logic-Based Methods of Optimization*. Wiley-InterScience, John Wiley & Sons, New-York.
- [HUGUET 94] HUGUET M.-J., 1994. *Approche par contraintes pour l'aide à la décision et à la coopération en gestion de production*. Thèse de doctorat. INSA Toulouse, France.
- [HUGUET & LOPEZ 00] HUGUET M.-J., LOPEZ P., 2000. *Approche par contraintes pour l'ordonnancement de tâches avec partage et affectation de ressources*. 1ère Conférence International Francophone d'Automatique (CIFA'2000), Lille (France), 5-8 Juillet 2000, pp. 236-241.
- [INSEE 02] INSEE, 2002. *La France des services*. Collection Références.
- [JAFFAR & LASSEZ 87] JAFFAR J., LASSEZ J.L., 1987. *Constraint Logic Programming*. 14th ACM Symposium on Principles of Programming Languages, ACM Press Munich, p.111-119.
- [JEBALI et al. 03] JEBALI A., LADET P., ALOUANE H., 2003. *Une méthode pour la planification des admissions dans les systèmes hospitaliers*, 4^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'03, 23-25 Avril 2003, Toulouse, France.
- [LABURTHE 98] LABURTHE F., 1998. *Contraintes et algorithmes en optimisation combinatoire*. Thèse de doctorat. Université Paris VI, Paris, France.
- [LE BOTERF 98] LE BOTERF G., 1998. *Ingénierie des compétences*. Éditions d'Organisation.
- [LEVITT 72] LEVITT T., 1972. *Production line approach to service*. Harvard Business Review, pp. 41-52.
- [LIMAM 99] LIMAM S., 1999. *Contribution à la modélisation et à la simulation des systèmes de production de services : proposition d'une méthode basée processus, UML et réseaux de Petri objets*. Thèse de doctorat. I. N. P. Grenoble.
- [LOPEZ 91] LOPEZ P., 1991. *Approche énergétique pour l'ordonnancement de tâches sous contraintes de temps et de ressources*. Thèse de doctorat. Université P. Sabatier, Toulouse, France.

- [LOPEZ *et al.* 92] LOPEZ P., ERSCHLER J., ESQUIROL P., 1992. *Ordonnancement de tâches sous contraintes : une approche énergétique*. RAIRO Automatique, Productique, Informatique Industrielle, vol. 26, pp 453-481.
- [LORINO 01] LORINO P., 2001. *Les indicateurs de performance dans le pilotage de l'entreprise*. Hermès.
- [LOVELOCK *et al.* 04] LOVELOCK C., WIRTZ J., LAPERT D., 2004. *Marketing des services*. Pearson Education.
- [MARCQ 03] MARCQ J., 2003. *D'une logique de poste à une logique de compétence : exemple de Roc IdF*. Les Cahiers de la Recherche, Centre Lillois d'Analyse et de Recherche sur l'Evolution des Entreprises CLAREE, IAE-USTL.
- [MINTZBERG 94] MINTZBERG H., 1994. *Structure et dynamique des organisations*. Les éditions d'organisation, traduction française de *The structuring of organizations*, 1979.
- [MONTEIRO 01] MONTEIRO T., 2001. *Conduite distribuée d'une coopération entre entreprises, le cas de la relation donneurs d'ordre - fournisseurs*. Thèse de doctorat. I.N.P. Grenoble, France.
- [MORLEY *et al.* 02] MORLEY, HUGUES, LEBLANC, 2002. *UML pour l'analyse d'un système d'information*. Dunod.
- [NÉRON 02] NÉRON E., 2002. *Lower Bounds for the Multi-Skill Project Scheduling Problem*. 8th International Workshop on Project Management and Scheduling, VALENCE (ESPAGNE), pp. 274-277.
- [PÉREZ-GLADISH & RIOPEL 05] PÉREZ-GLADISH B., RIOPEL D., 2005. *Dynamic scheduling for two service activities : vehicle repair and maintenance and dental services*. Les cahiers du GERAD G-2005-90.
- [QUINN & GAGNON 86] QUINN J. B., GAGNON C. E., 1986. *Will services follow manufacturing into decline ?* Harvard Business Review, Nov. / Dec. 1986, pp. 95-103.
- [ROUSSEAUX *et al.* 05] ROUSSEAUX M., PIECHOWIAK S., TAHON C., 2005. *Conception d'un outil interactif d'aide à la planification des soins d'un centre de rééducation fonctionnelle*. 6^{ème} Congrès International de Génie Industriel, 7-10 Juin 2005, Besançon, France.
- [SAADOUN 01] SAADOUN M., 2000. *Technologies de l'information et management*. Hermès.

- [SASSER *et al.* 78] SASSER W. E., OLSEN R. P. E., WYCHOFF D., 1978. *Management of services operations : text and classes*. Allin and Bacon, Boston.
- [SCHAEL 97] SCHAEEL T., 1997. *Théorie et pratique du workflow*. Springer-Verlag.
- [SÉRIEYX 99] SÉRIEYX H., 1999. *Le zéro mépris*. Dunod.
- [TANNERY 01] TANNERY F., 2001. *Le management stratégique des services : synthèse bibliographique et repérage des questions génériques*, Finance contrôle stratégie vol.4 – n°2, juin 2001 pp. 215-259.
- [TÉBOUL 99] TÉBOUL J., 1999. *Le temps des services*. Éditions d'Organisation.
- [TELLE 03] TELLE O., 2003. *Gestion des chaînes logistiques dans le domaine aéronautique : aide à la coopération au sein d'une relation donneurs d'ordres/fournisseurs*. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace, Toulouse, France.
- [VERNADAT 96] VERNADAT F., 1996. *Enterprise modelling and integration : principes and applications*. Chapman & Hall.
- [VERNADAT 01] VERNADAT F., 2001. *UEML : towards a unified enterprise modelling language*. 3^{ème} Conférence francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'01, 25-27 Avril 2001, Troyes, France.
- [WfMC 95] Workflow Management Coalition 1995. *The Workflow Reference Model (WfMC-TC-1003)*. Technical report, WfMC Bruxelles, <http://www.wfmc.org/>
- [WfMC 99] Workflow Management Coalition 1999. *Terminology and Glossary (WfMC-TC-1011)*. Technical report, WfMC Bruxelles, <http://www.wfmc.org/>
- [ZARIFIAN 99] ZARIFIAN P., 1999. *Objectif compétence pour une nouvelle logique*. Éditions Liaisons.
- [ZEITHAML *et al.* 85] ZEITHAML V. A., PARASURAMAN A., BERRY L. L., 1985. *Problems and strategies in services*. Journal of marketing, vol.49, p33.

Aide à la conduite des processus socio-techniques dans les activités de service à la demande : le cas de la maintenance après-vente automobile.

Résumé : Dans cette thèse, nous nous intéressons aux problèmes de pilotage d'activités de service et d'affectation de ressources humaines, en particulier dans les ateliers de maintenance automobile.

Nous présentons une approche à deux niveaux pour la planification des demandes. Le premier niveau permet de vérifier de manière agrégée et en coopération avec le client la faisabilité des prestations ; une fois la demande acceptée, le deuxième niveau aide à affecter les acteurs en recherchant la meilleure adéquation entre les activités à planifier et les qualifications requises, chaque acteur pouvant présenter un profil multi-compétences dans le cadre de sa spécialité.

Notre objectif est de fournir aux responsables un outil d'aide à la décision pour mieux utiliser les compétences des techniciens en fonction des interventions et de mieux planifier ces interventions vis à vis de la demande du client en termes de délai et qualité. Pour cela nous caractérisons l'adéquation activités/acteurs par profils modélisés par un ensemble de compétences disjonctives. Nous validons, pour la détermination des rendez-vous de façon coopérative et en temps réel avec le client, une fenêtre d'intervention qui soit fiable et cohérente compte tenu de la capacité de l'atelier et du planning existant. Nous abordons ce problème comme celui de l'insertion d'un ensemble de tâches non préemptives dans un ordonnancement flexible (modèle en temps continu avec dates limites et contraintes énergétiques), la polyvalence des opérateurs étant modélisée sous la forme de pôles de ressources cumulatives non disjoints.

Mots clés : *activités de service, aide à la décision, coopération, gestion d'activités, planification hiérarchisée, processus socio-techniques, profil multi-compétences.*

Socio-technical processes management assistance in the field of service activities on demand : the case of motor cars after-sale maintenance.

Abstract : This thesis considers management problems in the field of service activities and human resources allocation, in particular for motor cars dealerships for its service : repair and maintenance activities.

A two-level framework is proposed in order to schedule service activities on demand. The first level, called aggregated level, is characterized by the cooperation between the customer and the customer manager ; once the demand has been accepted, in the second level, called detailed level, cooperation between the customer manager and the activities manager is needed to plan in detail the activities required for the required service and realize the multiskill profile technicians assignment.

The aim of this work is to provide managers with a decision aid tool to get the best use of technicians skills in regard of customer's demand. For each activity and for each technician, a profile is established consisting of a set of possible values for various skills. A reliable and consistent time-window is validated in order to determine a real time appointment in cooperation with the customer taking into account the repair shop capacity and the current scheduling. This problem is approached as a non pre-emptive tasks set insertion in a flexible sequencing having regard for due dates and energetic constraints ; operators versatility is modeled with undisjoined cumulative resources pools.

Key words : *service activities, decision aid, cooperation, activities management, hierarchical planning, socio-technical process, multi-skill profile.*