

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE HADJ LAKHDAR BATNA
FACULTE DES SCIENCES**

THESE

Pour obtenir le diplôme de

DOCTORAT D'ETAT

EN MATHEMATIQUES APPLIQUEE A L'INFORMATIQUE

Présentée et soutenue publiquement

Par

DJEFFAL Lakhdar

Le15 /12 / 2007

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES TECHNIQUES AVANCEES
POUR LES PLANNINGS HOSPITALIERS.**

(Cas des Soignants)

Composition de Jury :

Pr. SAHNOUNE Zaidi	Professeur Université de Constantine	Président
Dr. BABES Malika	Maître de Conférences Université Annaba	Rapporteur
Dr. MELKEMI Lamine	Maître de conférences Université de Batna	Membre
Dr. KAZAR Okba	Maître de conférences Université de Biskra	Membre
Dr. MELKEMI Khaled	Maître de conférences Université de Biskra	Membre

Thèse préparée à l'Université Hadj Lak. Batna Algérie et au Labo. LGI2A Béthune France

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 : INTRODUCTION GENERALE	7
1. Description	8
2. Objectifs généraux	9
3. Programmation par contrainte et la R.O	9
4. Problème d'élaboration des plannings de travail	11
4.1 Qu'est ce que un planning soignant	11
4.2 A quoi sert un planning soignant ? Les Enjeux	11
4.3 Aspect combinatoire et mode de résolution	12
5. Organisation de la thèse	13
Chapitre 2 : MODELS ET METHODES DE RESOLUTION DES PLANNINGS DU PERSONNEL SOIGNANTS ETAT DE L'ART	
1. Introduction	14
2. Etude problématique	15
3. Modélisation des problèmes des plannings soignants	17
3.1 Variables de décisions, domaines	18
3.2 Contraintes	20
4. Approches de résolution	22
4.1 Problème de type Optimisation	22
4.2 Problème de type décision	26
4.3 Problème de type Contrainte - Optimisation	27
5. Conclusion	27
Chapitre 3 : METHODE DE GENERATION DE D'HORAIRES PAR LA RECHERCHE OPERATIONNELLE	
1. Introduction	30
2. Présentation du problème	30

2.1 Objectif	31
2.2 Principales contraintes	31
3. Modélisation Mathématique	32
3.1 Problème Maître	32
3.1.1 Données du problème	32
3.1.2 Variables du problème	33
3.1.3 Contraintes du problème Maître	33
3.1.4 Formulation du problème Maître	34
3.2 Problème Auxiliaire	35
3.2.1 Contraintes	36
3.2.2 Modélisation du problème Auxiliaire	37
3.2.2.1 Construction du Graphe	37
3.2.2.1.1 Définition des nœuds	37
3.2.2.1.2 Construction des arcs	38
3.2.2.2 Description du graphe d'état \hat{G}_i	39
3.2.2.3 Description du graphe d'état G_i^{cu}	42
3.2.2.4 Algorithme APA2	43
4. Résolution du problème	45
4.1 Algorithme de génération de colonne (GC)	46
4.2 Procédure Pricing	47
4.3 Méthode de séparation et algorithme de l'exploration de recherche	49
4.3.1 Algorithme DFS pour la résolution du PLNE(P^u)	50
4.3.2 Algorithme BSFS pour la résolution du PLNE(P^u)	52
5. Conclusion	53

Chapitre 4 : PROGRAMMATION PAR CONTRAINTE

1. Introduction	54
2. Domaine d'application	55
3. Principe	56
4. Programmation par Contrainte et Recherche Opérationnelle	57
4.1 Théorie de couplage	58
4.2 Théorie des flots	59
5. Les Contraintes	59

<i>5.1 Exemple de problèmes exprimés par des contraintes</i>	<i>60</i>
<i>6. Problème de satisfaction des contraintes (CSPs)</i>	<i>62</i>
<i>6.1 Description</i>	<i>62</i>
<i>6.2 Définition de CSP</i>	<i>63</i>
<i>6.3 Solution d'un CSP</i>	<i>63</i>
<i>6.4 Arité d'une contrainte</i>	<i>64</i>
<i>6.5 Représentation graphique</i>	<i>65</i>
<i>7. Techniques de résolution d'un CSP</i>	<i>66</i>
<i>7.1 Générer et tester (GT)</i>	<i>67</i>
<i>7.2 Retour arrière (Backtracking) (BT)</i>	<i>67</i>
<i>7.3 Propagation par contraintes</i>	<i>69</i>
<i>7.3.1 Consistance d'arc (AC)</i>	<i>70</i>
<i>7.3.2 Algorithme AC3</i>	<i>73</i>
<i>7.4 Backtracking améliorée (FC, RFL)</i>	<i>79</i>
<i>7.4.1 Forward Checking (FC)</i>	<i>81</i>
<i>7.4.2 Real Full Look ahead (RFL)</i>	<i>81</i>
<i>8. Conclusion</i>	<i>82</i>

Chapitre 5 : METHODE DE CONFECTION DE PLANNING PAR LA PROGRAMMATION PAR CONTRAINTE

<i>1. Introduction</i>	<i>84</i>
<i>2. Modélisation en PPC- système de contraintes</i>	<i>85</i>
<i>2.1. Modélisation des domaines</i>	<i>86</i>
<i>2.1.1 Différents codages</i>	<i>86</i>
<i>2.1.2 Valeurs interchangeable</i>	<i>87</i>
<i>2.1.3 Valeurs permutable</i>	<i>89</i>
<i>2.2. Modélisation des contraintes</i>	<i>91</i>
<i>2.2.1 Opérateurs logiques usuels sur les contraintes</i>	<i>91</i>
<i>2.2.2 Contraintes globales et problèmes</i>	<i>93</i>
<i>2.2.2.1 Contraintes GCC</i>	<i>94</i>
<i>2.2.2.2 Contraintes GCS</i>	<i>95</i>
<i>3. Filtrage des contraintes globales</i>	<i>97</i>
<i>4. Formulation réelle du problème</i>	<i>100</i>

<i>4.1 Définition des domaines de valeurs</i>	<i>101</i>
<i>4.2 Ecriture des contraintes</i>	<i>102</i>
<i>4.2.1 Temps de travail par jour</i>	<i>102</i>
<i>4.2.2 Contraintes globale de cardinalités</i>	<i>103</i>
<i>4.2.2.1 Dimensionnement d'effectifs</i>	<i>103</i>
<i>4.2.2.2 Contrainte de coût</i>	<i>103</i>
<i>4.2.2.3 Temps de travail par semaine</i>	<i>104</i>
<i>4.2.3 Contraintes globales de séquence</i>	<i>105</i>
<i>4.2.3.1 Contrainte de succession de travail de jour</i>	<i>105</i>
<i>4.2.3.2 Contrainte de succession de travail de nuit</i>	<i>106</i>
<i>4.2.3.3 Contrainte de successions non autorisées</i>	<i>107</i>
<i>5. Enumération de valeur</i>	<i>108</i>
<i>6. Algorithme de résolution</i>	<i>111</i>
<i>7. Expérimentation</i>	<i>115</i>
<i>8. Conclusion</i>	<i>119</i>
<i>Conclusion générale et Perspectives</i>	<i>121</i>
<i>ANNEXE A1</i>	<i>123</i>
<i>ANNEXE A2</i>	<i>124</i>
<i>ANNEXE A3</i>	<i>126</i>
<i>Bibliographie</i>	<i>127</i>

Résumé

Le problème d'établissement de plannings, bien qu'il ne soit pas spécifique au milieu hospitalier, est l'un des problèmes les plus difficiles et délicats rencontrés par tout service de soins.

Nous présentons dans le cadre de ce travail, deux approches de résolution du problème de plannings basée sur les techniques de recherche opérationnelle (RO) et de programmation par contraintes (PPC).

La première approche consiste en modélisation exacte du problème sous forme de PLNE(P). Sa résolution est basée sur la génération de colonne (GC) couplée avec la technique de branch and bound (B&B).

La deuxième approche consiste en formulation du problème comme un CSP qui permet une gestion transparente des contraintes et des affectations journalières des soignants, facilitant ainsi l'interactivité avec l'utilisateur et la prise en compte des vœux individuels et permettant un management plus participatif des plannings. La résolution de ce modèle est basée sur une méthodologie dynamique de choix de variables de décision à instancier prochainement ainsi que la valeur par laquelle on instance cette variable.