

THESE

10/1/1976

présentée à

l'Institut National Polytechnique de Grenoble

pour obtenir le grade de
DOCTEUR INGENIEUR

par

Alain JORRY



**UN ALGORITHME POUR L'ORDONNANCEMENT DE TACHES
TEMPS-REEL SUR DES RESSOURCES NON-PREEMPTIVES**



Thèse soutenue le 11 octobre 1976 devant la Commission d'Examen :

Président : Monsieur L. BOLLINET
Examineurs : Messieurs R. BAUMANN
M. DEPEYROT
M. SAKAROVITCH
G. VEILLON

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
Préface.	
Résumé.	
Plan de ce travail. Normes de rédaction.	
INTRODUCTION.....	1
Chapitre premier : Quelques réflexions sur les concepts mis en œuvre.....	7
I. 1. Avertissement.....	10
I. 2. Les éléments de base.....	11
I. 3. Les propriétés des éléments de base.....	12
I. 4. Les divers points de vue.....	13
I. 5. Les éléments du second ordre.....	14
I. 6. Etude succincte des éléments d'ordonnement en milieu informatique.....	15
I. 6. 1. Avertissement.....	15
I. 6. 2. Notion de processus, de contexte, d'allocation.....	15
I. 6. 3. Ruptures, ruptures synchrones, ruptures asynchrones.....	16
I. 6. 4. Allocation et mode d'accès. Notion de niveau.....	16
I. 6. 5. Quelques propriétés intéressantes des éléments considérés..	17
I. 6. 5. 1. Avertissement.....	17
I. 6. 5. 2. Les processus.....	17

I. 6. 5. 3. Les ressources.....	17
I. 6. 5. 4. Les coûts.....	18
.. 7. Transcription des résultats.....	19
I. 7. 1. Introduction.....	19
I. 7. 2. Transcription.....	19
I. 8. L'ordonnement.....	20
I. 8. 1. Définition.....	20
I. 8. 2. Propriétés.....	20
Références.....	23
Annexe : Définitions extraites de [2].....	25
Chapitre second : Une première classification des problèmes d'ordonnement conduisant à un bilan des connaissances actuelles.....	29
II. 1. Avertissement.....	31
II. 2. Les critères.....	33
II. 2. 1. Introduction.....	33
II. 2. 2. Critères déduits de $G(P)$	33
II. 2. 3. Critères déduits de $G(K)$	33
II. 2. 4. Critères déduits du type de la solution recherchée.....	34
II. 3. La classification.....	35
Références.....	43

Chapitre troisième : Une nouvelle approche des problèmes d'ordonnement menant à l'analyse d'une méthode de recherche systématique et de son application à un problème donné : la recherche séquentielle en arbre avec limitation du nombre de nœuds considérés.....	45
III. 1. Considérations préliminaires.....	48
III. 2. Définition d'une relation entre les Gantt-Charts et les matrices.....	50
III. 3. Détermination de quelques contraintes.....	57
III. 4. Nécessité d'une recherche systématique.....	62
III. 5. Une méthode de parcours de l'espace des solutions possibles.	63
III. 6. Application au problème d'Ordon.....	64
Références.....	71
Annexe.....	72
Chapitre quatrième : Un algorithme pour la résolution de ce problème : ORDON.....	77
IV. 1. Définition de la SHP.....	80
IV. 1. 1. Représentation des demandes.....	80
IV. 1. 2. Méthode d'ordonnement.....	81
IV. 1. 3. Illustrations.....	81
IV. 2. Extensions du problème.....	86
IV. 2. 1. Relations de précédence.....	86
IV. 2. 2. Arrivées échelonnées.....	86
IV. 2. 3. Nota.....	86

IV. 3. Un algorithme pour la génération des permutations respectant l'ordre de précedence [Heller-Logemann].....	87
IV. 3. 1. Présentation.....	87
IV. 3. 2. Illustration.....	87
IV. 3. 3. Une méthode séquentielle pour la génération séquentielle de l'arbre résiduel.....	94
IV. 3. 3. 1. La méthode.....	94
IV. 3. 3. 2. Illustration.....	94
IV. 4. Généralisation de la SHP.....	97
IV. 4. 1. Présentation et description de la méthode.....	97
IV. 4. 2. Notations.....	97
IV. 5. Un algorithme pour l'ordonnement de tâches ne nécessitant chacune qu'une seule ressource unique dans son type [Shrage].	99
IV. 5. 1. Présentation.....	99
IV. 5. 2. Définitions et notations.....	99
IV. 5. 3. Propriétés.....	100
IV. 5. 4. La méthode.....	100
IV. 5. 5. Exemple de récupération des trous.....	101
IV. 5. 6. La généralisation qui en est donnée par Shrage.....	102
IV. 5. 7. Exemple d'utilisation de la généralisation de Shrage.....	103
IV. 5. 8. Commentaires sur la méthode de Shrage généralisée.....	104
IV. 6. Ordon.....	107
IV. 6. 1. Présentation.....	107
IV. 6. 2. La méthode.....	108
IV. 6. 3. Notations.....	108
IV. 6. 4. Illustrations.....	109
Références.....	115

Chapitre cinquième : Démonstrations.....	116
V. 0. Notations : Tableau résumé.....	120
V. 1. Deux propriétés élémentaires.....	122
V. 2. Une première justification de la SHP.....	124
V. 3. Un premier ensemble de théorèmes.....	127
V. 4. Optimalité de la SHP.....	147
V. 5. Extension du problème : Les demandes tardives.....	157
V. 5. 1. Les relâches décalées.....	157
V. 5. 2. Les demandes décalées.....	162
V. 6. Les problèmes posés par l'extension de l'algorithme et leur solution.....	168
V. 6. 1. Exposé des problèmes de base.....	168
V. 6. 2. La solution des problèmes de base.....	168
V. 6. 3. Un problème du second degré : les étreintes fatales.....	168
V. 6. 3. 1. Exposé du problème.....	168
V. 6. 3. 2. Considérations générales.....	169
V. 6. 3. 3. La détection des étreintes fatales.....	169
V. 6. 3. 4. La récupération des étreintes fatales.....	169
V. 6. 3. 5. La prévention des étreintes fatales.....	171
V. 6. 4. Retour à la méthode générale. Comparaison des coûts.....	172
V. 7. Deux extensions possibles non résolues.....	175
Conclusions sur la SHP.....	176
Références.....	178

Annexe 1 : ORDON. Un algorithme pour l'ordonnancement de tâches Temps- Réel sur des ressources non-préemptives. NOTICE DE PROGRAMME. Version ALGOL-60.....	179
1.1-0) Définition du programme.....	182
1.1-1) Buts et applications.....	182
1.1-2) Définition mathématique du traitement.....	182
1.1-3) Limitations numériques.....	183
1.1-4) Liste des différents jeux de cartes.....	183
1.1-5) Entrées/Sorties.....	183
1.1-6) Encombrement.....	183
1.1-7) Présentation des données.....	184
1.1-8) Résultats.....	186
1.1-9) Collaboration avec d'autres programmes.....	186
1.1-10) Changements pour modification de taille.....	186
1.1-11) Listings commentés.....	187
1.1-12) Exemple d'exécution.....	215
Références.....	222
Annexe 2 : Quelques résultats récents.....	224
1.2-1) Indisponibilité temporaire des ressources.....	226

A2-2) Réserves de sécurité.....	228
CONCLUSION GENERALE.....	230
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	232 bis