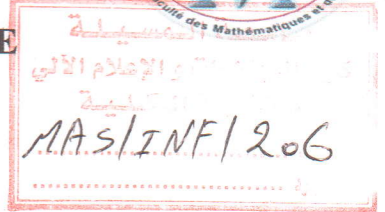


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET
DE L'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



MEMOIRE de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes d'Informations Avancés

Par: MAGOURA SAMIHA

SUJET

**Les contraintes temporelles dans un problème
d'ordonnancement de projet**

Soutenu publiquement le : 01 /06/2016 devant le jury composé de :

Nom et prénom Enseignant
Dr N.E MOUHOUB
K. Dehmeche
M. Boudia

Université de M'sila
Université de M'sila
Université de M'sila
Université de M'sila

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur

Promotion : 2015 /2016

Tables des matières

Introduction générale	01
Chapitre 1 : Eléments fondamentaux d'ordonnancement	
1.Introduction	04
2 Recherche opérationnelle	04
3 Problèmes d'optimisation combinatoire.....	05
4 Complexité	05
4.1 Complexité d'un algorithme.....	05
4.2 Algorithme efficace	06
4.3 Problèmes faciles et problèmes difficiles.....	06
4.3.1 La classe NP.....	06
4.3.1.1 La classe P.....	06
4.3.1.2 La classe NP-Complexe.....	07
4.3.1.3 La classe NP-Difficile.....	07
5 L'ordonnancement.....	07
5.1 Définition	08
5.2 Les tâches	08
5.3 Les ressources	08
5.4 Les contraintes	09
5.4.1 Les contraintes potentielles	09
5.4.2 Les contraintes disjonctives.....	09
5.4.3 Les contraintes cumulatives.....	09
6 Caractéristiques générales des ordonnancements.....	10
6.1 Ordonnements statique et dynamique.....	09
6.2 Ordonnements actifs et semi-actifs.....	10
6.3 Ordonnements sans retard.....	10
6.4 Ordonnement préemptif et non préemptif.....	11
7 Classification des problèmes d'ordonnement.....	11
8 Méthodes de résolution des problèmes d'ordonnement.....	11
8.1 Les méthodes exactes.....	11
8.2 Les méthodes approchées.....	12
8.1.2.1 Les méthodes Heuristiques.....	12

8.1.2.2 Les Métaheuristiques.....	12
9 Conclusion.....	13
Chapitre 2 : L'ordonancement de projet	14
1 Introduction	14
2 le projet.....	14
2.1 Définition d'un projet.....	14
2.2 Caractéristiques d'un projet.....	15
2.2 Acteurs du projet	15
2.3 Cycle de vie d'un projet.....	16
2.3.1 La planification du projet.....	18
2.3.2 Les éléments du plan.....	18
2.3.3 Le calendrier d'activités.....	19
2.3.4 Création d'un calendrier d'activités.....	19
3 la gestion de projet	19
3.1 définition.....	20
4 L'ordonancement dans la gestion de projet.....	20
5 Le problème central de l'ordonancement	20
5.1 Modélisation du problème central.....	20
5.1.1 Le diagramme de Gantt.....	21
5.1.2 Le graphe des potentiels.....	23
5.1.3 Le graphe PERT.....	25
5.1.3.1 Notion de tâche fictive.....	26
5.1.5 Comparaison.....	29
6 Résolution du problème central.....	29
6.1 Dates et marges associées à une tâche	30
7 conclusion	35
Chapitre 3 construction d'un graphe PERT à partir du graphe des potentiels.....	36
1.Introduction.....	36
2 Liens entre le graphe des potentiels et le graphe PERT.....	36
3 Le graphe adjoint de graph.....	36
3.1 Définition.....	36
3.2 Le problème inverse.....	38

Liste des figures

3.2.1 Définition de la configuration « Z »	39
3.3 Quelques caractérisations des graphes adjoints.....	39
4 Algorithme de construction du graphe PERT à partir du graphe des potentiels	42
4.1 Cas où le graphe AoN est un graphe adjoint.....	42
4.2 Le graphe des potentiels n'est pas un graphe adjoint.....	44
4.3 Algorithme de MOUHOUB.....	46
4.4 Exemple.....	47
4.5 Discussion	49
5 Conclusion.....	49
Chapitre 4 Les contraintes temporelles dans l'ordonnement de projet.....	50
1 Les contraintes temporelles dans l'ordonnement de proje.....	50
1.1 Modélisation des contraintes temporelles.....	51
1.1.1 Les contraintes de durée dans le graphe AoN.....	51
1.1.2 Les contraintes temporelles dans le graphe AoA.....	51
2 Conclusion.....	57
Chapitre 5 Réalisation.....	58
1 introduction.....	58
2 Les outils et l'environnement de développement.....	58
2.1 langage de programmation.....	58
2.1.1 Java	58
2.2 bibliothèques.....	58
2.2.1 JGraphe.....	58
2.3 Serveur utilisé WAMP 2.4.....	59
2.4. Le Système de Gestion de Bases de Données MySQL.....	60
2.5. La structure de la base de données.....	60
3 Les interfaces d'application.....	61
3.1 Fenêtre principale d'application	61
3.2 Fenêtre d'ajout nouveau projet.....	62
3.3 Fenêtre du Liste des projets.....	63
3.4 Fenêtre Listes des projets détaillés.....	64
Conclusion générale.....	65

INTRODUCTION GENERALE

La recherche opérationnelle (RO) est la discipline des mathématiques appliquées qui traite des questions d'utilisation optimale des ressources. Dans l'industrie et dans le secteur public. Depuis une dizaine d'années, Le champ d'application de la RO s'est élargi à des domaines comme l'économie, la finance, le marketing et la planification d'entreprise.

Plus récemment, la RO a été utilisée pour la gestion des systèmes de production, pour la résolution des problèmes et dans d'autres domaines d'intérêt public.

La gestion de projets est une composante très importante de la communauté de recherche opérationnelle. De nombreux travaux traitent de l'ordonnancement et de la gestion de projets, de planification, et de problèmes d'emploi du temps.

Le problème d'ordonnancement consiste à organiser dans le temps la réalisation d'un ensemble de tâches, compte tenu de contraintes temporelles (délais, contraintes d'enchaînements, ...) et de contraintes portant sur l'utilisation et la disponibilité des ressources requises.

Les domaines des problèmes d'ordonnancement sont très variés. On peut les rencontrer dans de très nombreux domaines : les systèmes industriels de production (activités des ateliers en gestion de production et problèmes de logistique), les systèmes informatiques (les tâches sont les programmes et les ressources sont les processeurs, la mémoire...), les systèmes administratifs (gestion du personnel, emplois du temps,...), les systèmes de transport, la construction, ... etc. C'est pour cette raison qu'ils ont fait et continuent de faire l'objet de nombreux travaux de recherche

Pour la résolution de ces problèmes d'ordonnancement il y a des méthodes nombreuses il faut passer par l'étape de modélisation. La modélisation est une étape importante dans les domaines de recherche opérationnelle, car elle est la conception d'un modèle. Selon son objectif et les moyens utilisés, elle est dite mathématique, géométrique, informatique...

Un modèle est une traduction de la réalité pour pouvoir appliquer des outils, des techniques et des théories mathématiques, puis on traduit les résultats obtenus en prédictions ou opérations dans le monde réel.

Donc pour résoudre un problème il faut les modéliser, parmis les vaste type de modélisation on cite la modélisation graphique qui peut représenter la structure, la connexion la relations entre ses éléments. Donc la modélisation graphique permet la compréhension de problème, mais pas la résolution alors pour résoudre un problème il faut trouver une solution dans l'espace algorithmique. Plusieurs sont les outils de théorie de graphe pour résolution.

Initialement, le diagramme à barres(Gantt) était la représentation la plus utilisée en planification et ordonnancement. Ce diagramme était réputé pour sa simplicité et surtout pour son accessibilité. Il s'avère actuellement peu efficace à lui seul et peu adapté pour la gestion de projets assez complexes. L'apparition de la théorie des graphes et ses méthodes dans les années 50 a permis d'améliorer les techniques d'ordonnancement. Ceci a donné naissance à des méthodes pour la représentation des projets. On distinguera deux modèles différents de représentation :

- La représentation AoA (Activity on Arc) : dans ce modèle, les activités sont représentées par les arcs du graphe tandis que les nœuds déterminent ses événements (fin ou début d'activités par exemple)

- Représentation AoN (Activity on Nodes) : dans ce modèle les activités sont représentées par les sommets, les arcs dans ce cas déterminent les relations de précédence entre les activités du projet.

Chacun des modèles cités donne lieu à une méthode d'analyse ou d'ordonnancement temporelle, on parlera de la méthode PERT dans le cas d'une représentation AoA et de la méthode PDM dans le cas d'une représentation AoN. Ces deux méthodes ont des avantages et des inconvénients.

Le question qui se pose est ce qu'il y a une méthode de passer d'un graphe facile de la méthode des potentiels à une graphe difficile de la méthode PERT en respectant la table d'ordonnancement ?

Dans ce mémoire nous nous intéressons à l'adaptation des algorithmes de heuristiques pour la résolution du problème d'ordonnancement tenant compte à des contraintes temporelles et la transformation du graphe des potentiel à un graphe PERT respectant le table d'ordonnancement. Et pour cela en étudiée l'algorithme de Mouhoub et al.

Notre travail est débuté par introduction générale sur la recherche opérationnelles et les problème d'ordonnancement les méthode de résolution de ces problème. Puis le premier chapitre sur les éléments fondamentaux d'ordonnancement dans un premier temps on donne

quelques définitions sur les problèmes combinatoires classiques, et optimisation classique des algorithmes et de leur complexité. Ensuite, nous aborderons au chapitre 2 l'ordonnancement des projets, en présentant la définition du projet et ces caractéristiques et le cycle de vie d'un projet puis l'ordonnancement dans la gestion des projet et les problème centrale d'ordonnancement et la modélisation de ces problème. Ensuite chapitre 3 ,l'algorithme de Mouhoub et al qui fait la transformation du graphe AON à graphe AOA e respectant la table d'ordonnancement puis dans le chapitre 4 en étudie l'algorithme précédente en tenant compte des contraintes temporelles en fin chapitre 5, l'implémentation en parle d'outil utilisée dans l'implémentation, java, bibliothèque JGraphe et la base de données PHPMySql.

1 Introduction

Enfin on termine notre mémoire avec une conclusion générale de notre travail.

Les problèmes d'optimisation combinatoire abordés dans la littérature sont la plupart du temps issus de situations concrètes de l'industrie ou de service. Ils représentent une vue simplifiée d'une situation, et leur résolution aide à la prise de décision.

Un problème d'optimisation combinatoire est un problème qui consiste à rechercher une meilleure solution parmi un ensemble de solutions réalisables. Le plus souvent, un problème d'optimisation se présente comme un objectif à poursuivre (maximisation d'un profit, minimisation d'une distance, ou d'un coût, etc.). Cet objectif peut être mesuré par un outil dédié. Dans ce mémoire, on ne s'intéresse qu'aux problèmes mono-objectifs.

Les solutions possibles à ces problèmes doivent respecter un ensemble de contraintes liées à la situation étudiée. Parmi les techniques de formulation de ces problèmes, on cite la programmation linéaire, dynamique, ... ainsi que les problèmes d'optimisation combinatoire, en théorie des graphes. Cette thèse se penche sur l'étude d'un des problèmes combinatoires, à savoir les problèmes d'ord-management. [20]

2 Recherche opérationnelle

La recherche opérationnelle (RO) est la discipline des mathématiques appliquées qui traite des questions d'utilisation optimale des ressources dans l'industrie et dans le secteur public. Depuis une dizaine d'années, le champ d'application de la RO s'est élargi à des domaines comme l'économie, la finance, le marketing et la planification d'entreprise. Plus récemment, la RO a été utilisée pour la gestion des systèmes de santé et d'énergie, pour la résolution de problèmes environnementaux et dans d'autres domaines d'intérêt public. [14]

Conclusion générale

En résumé, nous avons vu comment modéliser, par des graphiques, les contraintes temporelles dans le projet ordonnancement. Nous avons appliqué ce modèle à un problème très utile pour les praticiens du projet la gestion. Tel est le changement du graphique AON (facile à dessiner, mais difficile en fonctionnement), à la graphe AoA (difficile à dessiner, mais largement utilisé parmi les praticiens) tout en incluant le temps contraintes et utilisant des graphiques linéaires de graphiques. Notre travail est couronné par un temps polynomial algorithme.

En outre, ce travail a utilisé la modélisation des contraintes temporelles qui peuvent être inclus dans le ordonnancement de projet lorsque la résolution devient plus facile ainsi le calcul de début au plus tôt et temps d'arrivée, les derniers départ et d'arrivée fois, le chemin critique, les marges libres, etc.

En outre, il ouvre des perspectives, telles que la recherche graphique PERT minimale en termes de mannequin arcs ou en termes de nœuds. Il donne également plus de facilités pour les praticiens dans la planification et la gestion de projet. Les techniques peuvent être utilisées dans d'autres domaines de l'informatique comme l'intelligence artificielle, la vérification des programmes, ainsi que le calcul parallèle, etc.

La deuxième méthode de Mouhoub utilise un certain ensemble de concepts des graphes adjoints de graphes pour dessiner, à partir du graphe des potentiels, et à travers une série de transformations, le graphe PERT. L'idée consiste : en la recherche des sous graphes sous la forme de « Z » dans le graphe des potentiels, éliminer ces « Z » en introduisant des arcs fictifs supprimant toute barre de « Z ». Les bipartis complets sont ensuite localisés dans le graphe des potentiels. Chaque biparti représente, dans le nouveau graphe qui est appelé PERT, une étoile avec un sommet au milieu recevant et donnant des arcs incidents intérieurement et extérieurement. Le graphe est dessiné au fur et à mesure, étoile par étoile, et à la fin on obtient un graphe PERT respectant les contraintes figurant dans la table d'ordonnancement. Cette nouvelle technique originale a réussi (pour la première fois) à introduire les graphes adjoints dans les problèmes d'ordonnancement de projet. Elle offre un algorithme simple avec une complexité polynomiale.

Références

Ouvrage

- [1] Alain Billionnet, Mathématiques – Recherche Opérationnelle Notes de cours, 2010–2011
- [2] C.P.Vincent, " Heuristique - Création, intuition, créativité et stratégies d'innovation",
BOD - Books on Demand France, 2012.
- [3] Dr. DERBALA Ali ,cours de l'Ordonnancement dans les ateliers,university saad dahlab de Blida.
- [4] Erick Stattner, Initiation aux Principes Fondamentaux de la Conduite de Projet, Université des Antilles et de la Guyane France,2013.
- [5] Laurent SMOCH, Méthodes d'Optimisation, Université du Littoral - Côte d'Opale, Pôle Lamartine,2011.
- [6] Mohamed Ali ALOULOU , Introduction aux problèmes d'ordonnancement ; LAMSADE Université Paris Dauphine ; 2005 ;
- [7] Amir NAFI Introduction à la gestion de projet :vocabulaire,définitions et méthodologie, Maître de conférences, Unité Mixte de Recherche Cemagref-Engées en Gestion des ServicesPublics.
- [8] GÉRARD CASANOVA- DENIS ABÉCASSIS,Gestion de projet- calcul des dates et calcul des marges, Université de Lorraine,p :15,16,17.
- [9] Sophie Tison, Complexité de Problèmes: les classes P et NP. Lille1-Master1 Informatique.
- [10] Les méthodes de gestion de projetLes méthodes de gestion de projet ,OFPPT .
- [11] sans nom auteur, initiation aux principes fondamentaux de la gestion de projet , Développement des ressources humaines Canada (DRHC) 2003.

Sites web

- [12] [http://www.ressources-humaines.ca/](#)

Mémoire

- [12] ABBAD Abdelhafid ,Evaluation de la performance d'un système de production par la méthode d'estimation d'unité de valeur ajoutée (U.V.A),,le diplôme de magister,Université d'Oran.
- [13]A. LAYEB, Utilisation des Approches d'Optimisation Combinatoire pour La Vérification des Applications Temps Réel. Thèse de Doctorat, Université Mentouri de Constantine 2010.
- [14] Aouache Farid et Belharet Mourad, Planification et gestion de projets Cas: Réalisation d'une station terminale El-Kala au sein du groupement SAIPEM, Université Mouloud Mammeri, TIZI-OUZOU, 2012.
- [15] A. YEZZA, Concepts Les abréviations AON et AOA signifient successivement , thèse étendu Méthodes d'évolution de modèle produit dans les systèmes, Thèse de Ph. D, 2012.
- [16] HOUARI Habiba,Planification et Ordonnancement en temps réel d'un Job shop en utilisant l'Intelligence Artificielle, Magister, Université de Tlemcen,2012.
- [17] KHALDOUNA Zahia, . Modélisation et conduite des systèmes hybrides. Application aux systèmes manufacturiers, thèse de Doctorat , université BADJI MOKHTAR ANNABA ,2014.
- [18] Frédéric Meunier, Introduction à la recherche opérationnelle, Université Paris Est.
- [19] MEHENNI Tahar, Utilisation des métaheuristiques pour résoudre un problème d'ordonnancement sur machine à contrainte de ressource non renouvelable, Université MOHAMED BOUDIAF Mésila,2006.
- [20] Mouhoub Nasser Eddine, Algorithmes de construction de graphes dans les problèmes d'ordonnancement de projet, Thèse de Doctorat, Université FERHAT ABBAS - SETIF ,2011.
- [21] Noria TAGHEZOUT, Conception et Développement d'un système multi-agent d'Aide à la Décision pour la gestion de production dynamique,Thèse de doctora, l'Université Toulouse - Paul Sabatier,2011.

Sites web

- [22] Aunege ,ressources.aunege.fr , consulter le : 20/04/2016 à9:50

- [23] Des idées à la carte ,<http://www.180-360.net> , consulter le :20/04/2016 à 07 :50.
- [24] La gestion de projet, www.gestiondeprojet.net ,consulter le : 18/04/2016 à 22:50.
- [25] Logistique Conseil,www.logistiqueconseil.org, consulter le : 24/04/2016 à 23:39.
- [26] usthb.orgfree.com, consulter le : 20/04/2016 à 22 :42.
- [27] wikipedia, www.wikipedia.com , consulter le 21/04/2016.
- [28] www.projectplanningoffice.com/planification-projet-pert-technique-methode-pert/planification-projet-pert-planning-temps-delai-duree-date-imposee-calendrier-tache-terminee, consulter le : 29/04/2016 à 23 :33
- [29] https://fr.wikipedia.org/wiki/Line_graph, consulter le 07/05/2016 à 21 :19.
- [30] <http://www.cs.ubbcluj.ro/~studia-i/2006-2/07-Mouhoub.pdf>,consulter le 07/05/2016 à 23 :00
- [31] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acteurs_d'un_projet_routier, consulter le 10/05/2016 à 14 :30.
- [32] https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_l'ordonnancement, consulter le 13/05/2016 à 23 :11.
- [33] <http://idelog.fr/?s=date+de+fin+au+plus+t%C3%B4t>, consulter le 15/05/2016 à 20 :11.
- [34] <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Logistique/Pert-Gantt-mpm.htm>, consulter le 15/05/2016 à 20 :28.
- [35] http://cpa.enset-media.ac.ma/methode_mpm.htm,consulter le 21/05/2016 à 00 :50.
- [36] jmdoudoux.developpez.com:<http://jmdoudoux.developpez.com> , consulter le :12/05/2016.
- [37] http://pbriand.developpez.com/tutoriels/java/JGraphX/les-bases/2_sur , consulter le 11/05/2016 à 9 :55.

Article

- [38] Nasser Eddine Mouhoub, Construction et Génération d'un Graphe AoA en Tenant Compte des Contraintes Temporelles, université de Bordj Bou Arreridj.
- [39]Nasser Eddine Mouhoub, Hocine Belouadah, Abdelhak Boubera, Volume LI, Number 2.2006,pp2.
- [40] J. Alliot, Nicolas Durand, «Algorithmes génétiques» March 14,2005.

المخلص :

الهدف من مشروعنا هذا هو دراسة الجدولة الزمنية للمشاريع و القيود الزمنية المتعلقة بجدولة المشاريع. من خلال دراستنا تبين ان مديري المشاريع يفضلون العمل بطريقة PERT على الرغم من أنه من الصعب تحقيقها , في حين أن طريقة MPM توفر إمكانية دراسة تحليلية معمقة للموضوع. تم عرض طريقة جديدة لرسم PERT انطلاقاً من مخطط MPM. كما قمنا عرض طريقة تمثيل و تعديل القيود الزمنية المتعلقة بجدولة المشاريع باستعمال مفاهيم نظريات الرسم البياني adjoint و biparti. لتمثيل البرنامج استعملنا كلغة برمجية الجافا, أما قاعدة البيانات المستعملة فهي phpMyadmin. الكلمات المفتاحية : مخطط PERT , مخطط MPM , الرسم البياني adjoint, الرسم البياني biparti , القيود الزمنية.

Abstract:

The purpose of this work is solving scheduling problems in a project considering the time constraints. we concluded that project managers prefer to work with the PERT chart despite it is difficult to achieve, while MPM graph provides more simplicity. He have introduced a new technique that makes the transformation of a graph MPM method to graph PERT by the use of concepts of lin graph and bipartie graph graphs. Well in a present time constraints modeling method in a project scheduling problem. For the implementation, we chose the Java programming language, and the database has chosen phpMysql.

Keywords: MPM, PERT, line graph, biparti graph, time constraint.

Résumé

L'objet de cette travail est la résolution des problèmes d'ordonnement dans un projet en tenant compte les contraintes temporelles. on conclue que les managers de projet préfèrent travailler avec le graphe PERT malgré qu'il est difficile à réaliser, alors que le graphe des MPM offre plus de simplicité. En a présenter une nouvelle technique qui fait la transformation d'un graphe de la méthode MPM à un graphe de la méthode PERT par l'utilisation des notions des graphes adjoint et biparti. Puits en a présenter méthode de modélisation des contraintes temporelle dans un problème d'ordonnement de projet. Pour la réalisation, nous avons choisi le langage de programmation java, et pour la base de données en a choisi phpMysql.

Mots clés : Graphe MPM, graphe PERT, graphe adjoint, biparti, contrainte temporelle.