

مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة

الأستاذة: بوكليخة لطيفة

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان.

الملخص:

لقد أدى التطور التكنولوجي الكبير الذي تشهده البيئة الصناعية الحالية الى بروز أنظمة إنتاج معقدة، مما زاد من أهمية الجدولة وقيادتها بشكل فعال يحقق الاستغلال الأمثل لموارد الإنتاج، وهو ما يستدعي أساليب كمية مساعدة في تحليل ودراسة نظام الإنتاج. ومن خلال هذه الدراسة تم دراسة مسائل الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة مع تصميم نماذج البرمجة بالأهداف لدى مصنع النسيج للمواد الثقيلة، تصف وتحلل نظامه الإنتاجي، ومساعدة في عملية اتخاذ القرار لضمان قيادة فعالة لهذا النظام. الكلمات المفتاحية:جدولة الإنتاج و الصيانة، الأساليب الكمية، البرمجة بالأهداف

Abstract :

Technological advances have led to the emergence of complex production systems, which has increased the importance of scheduling to achieve an optimum utilization of production resources; this is what calls for the use of quantitative methods to help in analysis and studies of the production system.

In this work we studied scheduling problems production / maintenance, by the providing goal programming models, through a case study in textile factory, contributing to an effective control of the production system, and decision making.

Key words : scheduling production/ maintenance, quantitative methods, goal programming..

المقدمة

شهدت العقود الأخيرة زيادة في حدة المنافسة بين منظمات الأعمال لتحقيق أقصى الأرباح من خلال اهتمامها و تركيزها على الجودة العالية و سرعة تلبيةها لحاجات الزبائن ولتحقيق ذلك تعمل المنظمات على زيادة جودة موجداتها للسيطرة على معدل الفشل (العطل) في الآلات و الذي يسبب خللا في العملية الإنتاجية، ولذلك تعد الصيانة نشاطا حيويا يضمن سير المسار الإنتاجي نظرا لدورها المهم في إطالة العمر الإنتاجي للآلات والمعدات و تقليل التوقفات و زيادة الوقت بين عطل و آخر، فهذه الأعطال تخلق لدى المسؤولين عن الإنتاج تخوفات غير مرغوب فيها و يؤدي هذا التوقف في الآلات إلى تخطيط المهام بصفة منفصلة وله تأثير كبير في الإنتاجية ، فالصيانة لها دور مهم في العملية الإنتاجية لان التكلفة الناتجة عن حدوث عطل (غير متوقع حدوثه في الإنتاج) و حدوث تأخيرات كبيرة في التسليم أعلى بكثير من تلك المقرر حدوثها في وقف الإنتاج، فمتطلبات خدمة الجدولة تحتاج إلى إرضاء الزبائن في الوقت المحدد وتحقيق الاستعمال الأمثل لجميع المرافق، و لكن يجب أيضا توفير أعمال الصيانة في جدولة الإنتاج و التي تعكس بصورة ايجابية قدرة المؤسسة على المنافسة وتحقيق ميزة تنافسية عن طريق تقديم منتجات ذات جودة عالية بدرجة مرونة مرتفعة.

سنستطرق في هذا البحث إلى إظهار الحاجة لإقامة جدولة اعمال مشتركة بين الانتاج والصيانة لمعالجة مشكلة الجدولة قسمنا إلى جزئين:

- الجزء الاول تطرقنا فيه الى وصف وظيفة الانتاج والصيانة اهمية الصيانة وأنواعها، ثم تطرقنا الى جدولة وظيفه الصيانة وطرق واساليب جدولتها.
- اما الجزء الثاني فتطرقنا فيه الى الصيانة، والى استراتيجيات الجدولة.
- ومن هنا يمكن طرح الاشكالية التالية:
- **كيف يمكن جدولة الانتاج و الصيانة عن طريق استخدام البرمجة بالاهداف للحصول على نظام إنتاجي فعال؟**
- حيث ان عملية نمذجة كل من وظيفة الصيانة في المؤسسة الصناعية على حدة سهلة نوعا ما. الا ان عملية نمذجة كل من مهام وعمليات الانتاج والصيانة في نموذج رياضي واحد يهدف الى تحقيق جميع الاهداف صعبة ومعقدة، ومن خلال هذا البحث سيتم محاولة تحقيق هذا المبتغى المهم في التسيير.

وتبرز أهمية هذه الدراسة في:

- اظهار اهمية الجدولة الانتاج والصيانة بالنسبة للمؤسسات الصناعية، وكذا استخدام الاساليب الرياضية والاحصائية في التعامل مع مشاكل الجدولة، وايضا لفت انتباه المسؤولين في المؤسسات الجزائرية الى فعالية الاساليب الرياضية للتعامل مع مشاكل الجدولة.
- ابراز اهمية النماذج الرياضية واهميتها في عمليات الجدولة داخل المؤسسة الصناعية.
- التطرق لابرز النماذج الرياضية في محل متعددة المعايير والبرمجة بالاهداف.

2- جدولة أنشطة الإنتاج

2-1- عموميات:

تعریف¹³:

¹³ J. Carlier et P. Chretienne. **Problèmes d'ordonnancement**. Masson, Paris, 1988, p:53

مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة

الجدولة هي برنامج تنفيذي يتحقق عن طريق تخصيص الموارد للمهام وتحديد تواريخ التنفيذ، ونجد مشاكل الجدولة في كل المجالات الاقتصادية، تكنولوجيا المعلومات، البناء (إدارة المشاريع)، الصناعة (مشاكل الورشات وإدارة الإنتاج)، الإدارة (الجدول الزمني) والمهام تعتبر القاسم المشترك لمشاكل الجدولة، وبالتالي يجب علينا جدولة المهام وذلك للوصول إلى الحل الأمثل لأي هدف وهناك عدة حالات من بينها التقليل من المدة الإجمالية (وهذا هو المعيار الأكثر استخداما)، احترام تواريخ الطلبات أو التقليل من التكلفة وبصفة عامة هناك ثلاثة أنواع من الأهداف الأساسية لحل مشاكل الجدولة: الاستخدام الأمثل للموارد، تقليل وقت تنفيذ المهام قدر الإمكان، احترام المواعيد المحددة وإنجازها مسبقا.

3- وصف وظيفة الصيانة:

3-1-عموميات حول الصيانة:

تعريف 1: تعرف الجمعية الفرنسية للتقييس AFNOR X 60-010 الصيانة كالتالي:

"مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى المحافظة على كافة التجهيزات و إعادتها إلى حالتها التشغيلية التي تسمح لها بالقيام بالوظيفة المنوطة بها"¹⁴.

تعريف 2: Richet يعرف الصيانة كالتالي: مجموعة من الأنشطة التقنية، الإدارية و التنظيمية خلال دورة حياة الأصل تهدف إلى المحافظة عليه و إعادته إلى هيئته الأصلية وذلك من اجل القيام بالوظيفة الخاصة به¹⁵.

تعريف 3: الصيانة هي تلك الوظيفة التي تعمل على ضمان وسلامة المعدات واللوازم الإنتاجية لتتقدم المنتج المطلوب بالتكاليف السليمة وفي الظروف التي تمر بها عملية الإنتاج (النوعية والكمية والسلامة المهنية)¹⁶.

يلاحظ من هذه التعاريف على أنها أشارت ضمناً إلى كل أنواع التجهيزات التي تستطيع الصيانة المحافظة عليها و تحقيق استمرارية تشغيلها، فهي عملية مستمرة قبل و بعد العملية الإنتاجية لكافة التجهيزات، من آلات و معدات و أجهزة الإنتاج المختلفة وهذا واضح من خلال استعمال أصحاب هذه التعاريف كلمتي - إعادة و المحافظة- و يقصد بذلك إعادة العتاد إلى وظيفته الأصلية أو حالته التشغيلية باستخدام أنواع الصيانة منها الإصلاحية من تصليح أو المحافظة على الحالة التشغيلية من رقابة و تفتيش، و ذلك باستخدام الصيانة الوقائية¹⁷، كما أشارت أيضا على أن وظيفة الصيانة ليست مقتصرة على مجموعة من الأعمال التقنية فقط التي يعهد بها إلى عدد من المهندسين أو الأخصائيين، من تشخيص وإصلاح و تفتيش الأعطال بل هي مجموعة من العمليات المتصلة بالنشاط العام للمؤسسة تقوم به إدارة مختصة تتمثل في إدارة أعمال الصيانة ، مخزون قطع الغيار، الموارد البشرية، الوثائق و المعلومات و تسيير الميزانية.

من خلال ما تقدم يمكن القول بأن وظيفة الصيانة هي "كافة الفعاليات الهندسية والفنية والإدارية والمالية التي تضمن استمرار العملية الإنتاجية دون توقفات غير مخططة، وتساهم في تعظيم قيمة المنظمة من خلال تقديم منتجات و سلع ترضي حاجات زبائنها المحتملين بتكلفة مناسبة وفي الوقت المطلوب".

4- الجدولة المشتركة بين الإنتاج و الصيانة:

الاتجاهات الحالية في مجال الإنتاج الصناعي تشير إلى أن نظم التصنيع الفعالة يجب أن تتكيف بسرعة مع السوق حيث الطلبات على المنتجات أصبحت عشوائية و كثرة الاضطرابات الداخلية في ورشة العمل بسبب تعطل المعدات، وبالتالي يجب على الآلات أن

¹⁴ - Boucly. F "le management de maintenance" AFNOR, 2 édition, France, 1998, p 09.

¹⁵ Richet.D, Gabriel M "maintenance basée sur la fiabilité" Edition masson, 1996 p 22

¹⁶ شوقي ناجي جواد: إدارة الأعمال - منظور كلي -، دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، 2000، ص 479

17. احمد طرطار، الترشيد الاقتصادي للطاقت الانتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1993، ص 67.

مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة تكون قادرة على تصنيع أنواع عدة من المنتجات في وقت واحد وبكفاءة. في هذا السياق التخطيط الأمثل للإنتاج و المراقبة في الوقت الحقيقي لهذه الآلات أصبح مصدر قلق متزايد بالنسبة لكل من المستثمرين، المنتجين و المستهلكين. عمليا، إقامة روابط بين وظائف الإنتاج ووظائف الصيانة كان دائما مصدر للصراع في المؤسسات¹⁸، فلسنوات عديدة كانت الصيانة غالبا ما تعتبر "شر لا بد منه" للإنتاج و ليس حقيقة تم دمجها في عملية صنع القرار على المستوى التنفيذي، وبناء على ذلك هناك اهتمام محدود في تنسيق صنع قرارات الصيانة مع تلك القرارات التي اتخذتها وظيفة الإنتاج فقد نشأ صراع بينهما خاصة عندما نريد تنفيذ أساليب جديدة مثل الوقت-المناسب (juste-à- temps) وفي الواقع ينبغي إنشاء روابط توافق، و على الصيانة أن تأخذ مكانة بارزة و مهمة في النظام و تعاونها مع الإنتاج يجب أن يضمن بأن جدولة الإنتاج تتيح وقتا للرد على الصيانة، و خدمتها يجب أن تتدخل في الوقت المناسب للوقاية و الاستجابة بسرعة لحالات فشل الآلات.

4-1- حالة الصراع بين الإنتاج و الصيانة:

في المؤلفات الحالية المتعلقة بجدولة الإنتاج الموارد (الالات) لا تزال تعتبر متاحة في اي وقت او ربما خلال بغض الأوقات وبالتالي فان التخطيط للصيانة لم يأخذ اولوية كبيرة على الإنتاج لإجراء التدخلات الوقائية، فعندما مسؤول الصيانة يطالب بتحميد موارد لتنفيذ عملية الصيانة الوقائية يعتبره المسؤولون عن الإنتاج اضطراب غير مرغوب فيه وهذا التوقف في الآلة يؤدي الى تخطيط الإنتاج بشكل منفصل ومع ذلك تدخلات الصيانة الوقائية لها دور مهم لأنها تسمح لنظام الإنتاج بالعمل بشكل رمزي.

وبالتالي فان التكلفة التي يتحملها العطل (التي تشمل الصيانة التصحيحية، التوقف غير المبرمج للإنتاج التأخير في التسليم... الخ.) هي اكبر بكثير من تكلفة توقف الإنتاج.

وظائف الإنتاج والصيانة تعمل على نفس الموارد وهي الآلات، ولكن جدولة انشطتها مستقلة ولا تأخذ في الحسبان حجم القيد، فالإنتاج يهدف الى استخدام نظام من اجل تحقيق اهداف تترجم من حيث الوقت و عدد المهام المنجزة، والصيانة باعتبارها نشاط يتطلب في الغالب ايقاف النظام لتحقيق هدفها المتمثل في الحفاظ على النظام في حالة التشغيل العادية.

بصفة عامة هناك جدولة الإنتاج المصممة لتلبية قيود التكلفة، الجودة و الوقت ومن جهة اخرى هناك خطة الصيانة لجدولة وتحديد الموارد اللازمة لمهام الصيانة ولكن هذين العنصرين وضعا بشكل منفصل واندماجهما في سير ورشة العمل يخلق مشكلة و التي غالبا ما يتم حلها بالتفاوض بين مسؤولين الخدمتين و بشكل تسلسلي، فمتطلبات الإنتاج هي نوعا ما متضاربة لتلبية حاجات الزبائن في الوقت المحدد لذا يجب الاستفادة المثلى من جميع المرافق ويجب ايضا توفير عمليات الصيانة في مخطط الإنتاج، والحلول المقترحة هي ان نخطط للصيانة الوقائية وفقا لوظيفة الإنتاج و العكس بالعكس.

هناك اربعة عوامل من تعقيد المشكلة و التي يتعين النظر فيها:

- تصنيف انظمة الإنتاج ورشة تدفق انتاج وحيدة موازية او مختلطة.
- مهام الصيانة: مهمة واحدة للصيانة الدورية على الآلة مهام الصيانة تسبق الإنتاج او مجموعة المهام للصيانة الوقائية على الآلة.

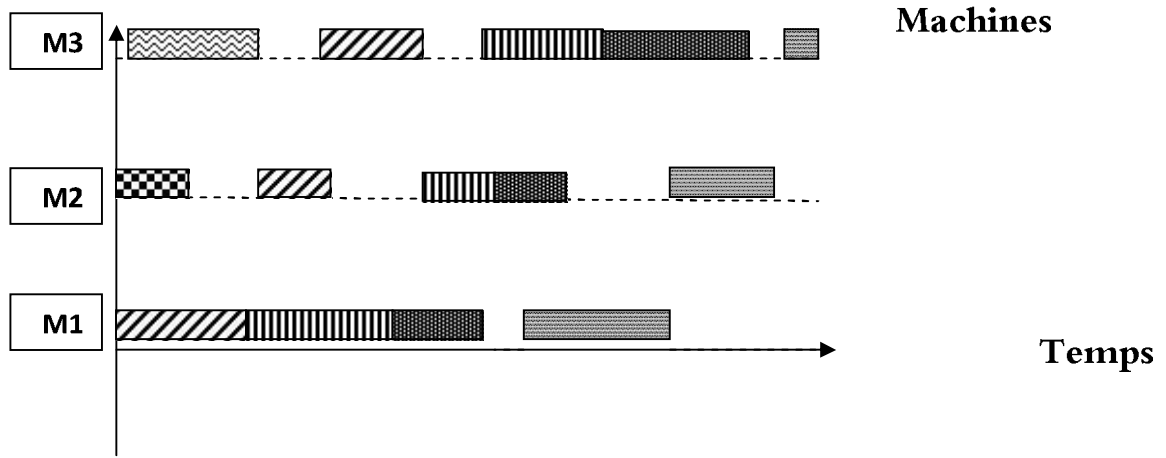
¹⁸ -L. Weinstein and C. H. Chung. Integrating maintenance and production decisions in a hierarchical production planning environment. Computers and Operations research, 26:1059-1074, 1999.

مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة

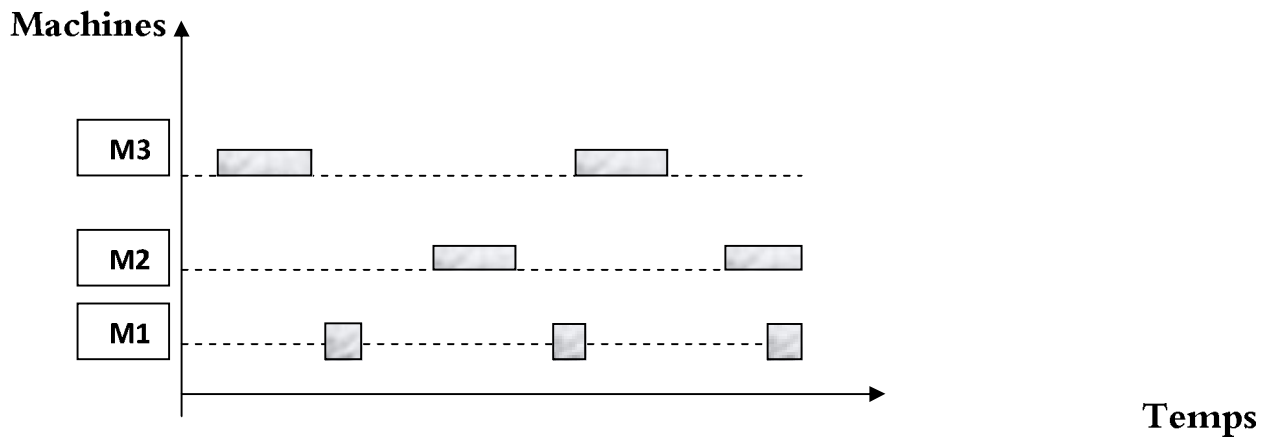
- افق التخطيط: طويل المدى (هذه الحلة نجدها في مشاكل تسيير المشاريع) متوسط المدى (تتراوح من 6 اشهر الى عامين) او قصير المدى (تتراوح من يوم الى شهر).

- قدرات الموارد البشرية: يتدخل عامل صيانة واحد، العديد من عاملي الصيانة، او تتدخل فرق اتخذت على اساس المهارات الفردية و احتياجات نظام الانتاج. الاشكال 1، 2 و 3 تظهر ان جدولة أنشطة الصيانة في المجالات المعطاة يمكن ان تتعارض مع جدولة أنشطة الإنتاج ولكنها مهمة لضمان توافر أداة الانتاج.

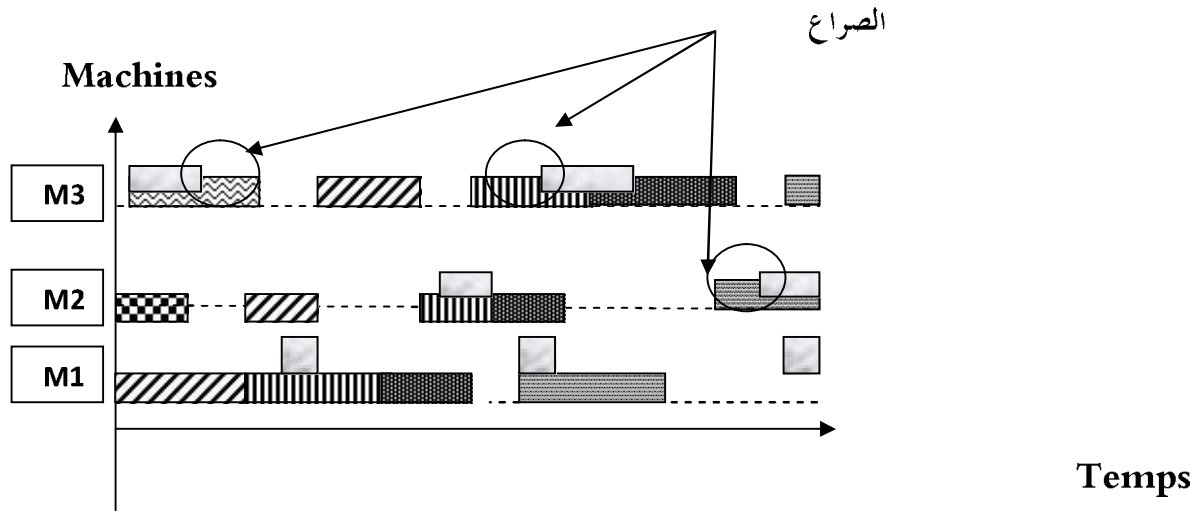
الشكل (1): جدولة الانتاج.



الشكل (2): تخطيط الصيانة.



الشكل (3): الصراع بين الصيانة و الإنتاج في الجدولة المنفصلة.



المصدر: Fatima Benbouzid sitayeb « contribution a l'étude de la performance et de la robustesse des ordonnancements conjoints production/ maintenance- cas du flowshop », OP Cit, p :158

2-4- استراتيجيات الجدولة المشتركة:

هناك عدة استراتيجيات للجدولة المشتركة و التي تهدف إلى حل الاختلافات الهيكلية بين هذين النشاطين الأكثر فعالية، و قد تم تحديد ثلاث إستراتيجيات للجدولة وهي الجدولة المنفصلة، المتسلسلة، المتكاملة¹⁹.

1-2-4 الجدولة المنفصلة: l'ordonnancement séparé

حاليا يتم التعامل مع الصيانة و الإنتاج بشكل مستقل داخل المؤسسات²⁰، والجدولة المقابلة لهذين النشاطين تصنع بشكل منفصل وكثيرا ما تتداخل مع بعضها البعض مما يؤدي إلى تأخير في الإنتاج أو الصيانة، وهذا الأسلوب ينطوي على إقامة اتصالات بين الصيانة والإنتاج للحد من التراع في تجميد الموارد البشرية و المادية على حد سواء.

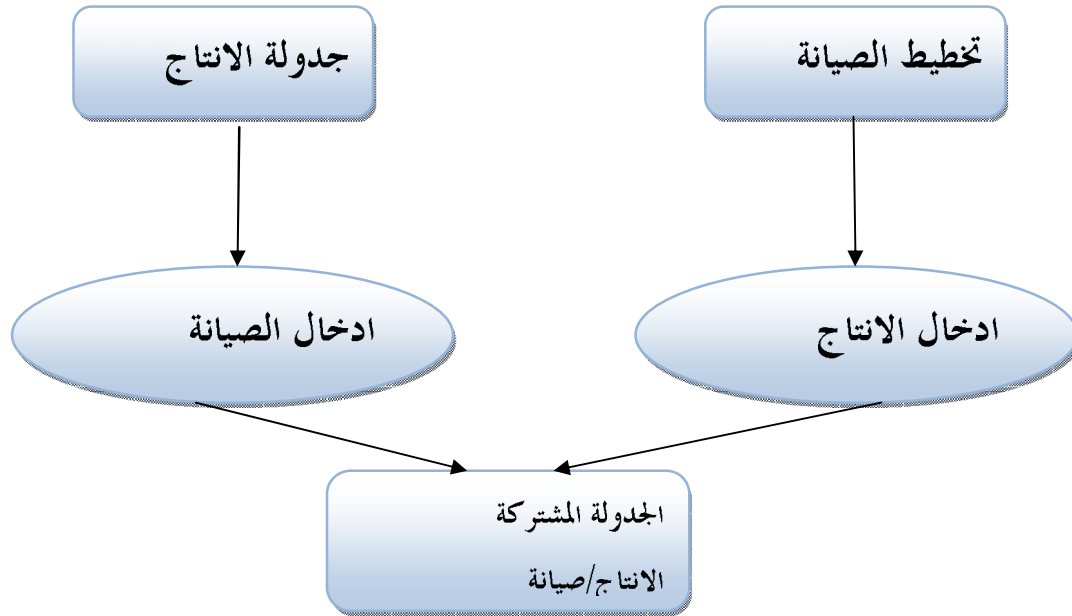
2-2-4 الجدولة المتسلسلة: l'ordonnancement séquentiel

¹⁹ -Lee C.-Y & Chen Z.-L., "Scheduling jobs and maintenance activities onparallel machines", Naval Research Logistics, VOL. 47, pp.145, 2000.

²⁰ -Bembla M. Ordonnancement conjoint production et maintenance : Critèreet heuristique de résolution. Mémoire de DEA, U.F.R des Sciences etTechniq ues de l'Université de Franche Comté, 2002,p :128

مشكلة الجدولة المشتركة بين الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة بالأهداف دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة
هذه السياسة تعتمد على خطة واحدة لنشاطين الإنتاج أو الصيانة، وتستخدم هذه الجدولة كقيود إضافية لعدم توفر الموارد في حل
مشكلة بالنسبة لجدولة مهامين الشكل (4)، بصفة عامة في الأول يجب تخطيط الصيانة ثم بعد ذلك يتم جدولة الإنتاج من خلال
اتخاذ عمليات الصيانة كقيود قوية وذلك لعدم إتاحة الموارد.²¹

الشكل (4): الجدولة المتسلسلة



المصدر: OP : Bembla M, Ordonnancement conjoint production et maintenance : Critère et heuristique de résolution, Cit, p :131

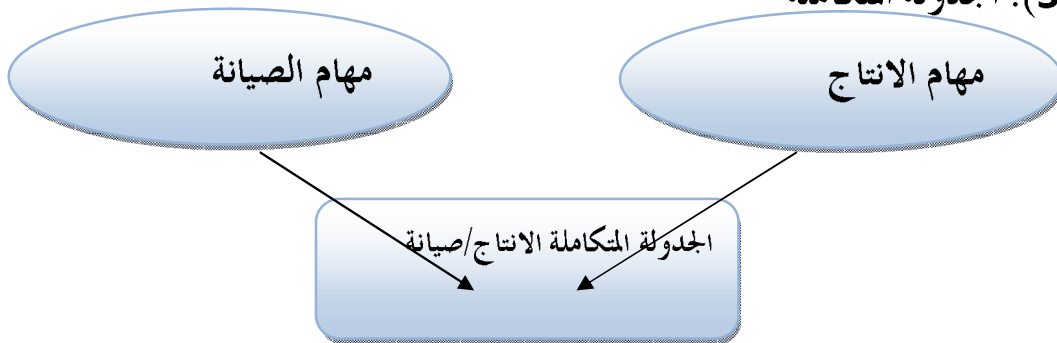
4-2-3- الجدولة المتكاملة: intégral'ordonnancement

تعتمد هذه السياسة على خلق جدولة مشتركة ومتزامنة لمهام الإنتاج و الصيانة²² الشكل (5)، مثل هذه السياسة تسمح بالحد من
التداخل بين الإنتاج و الصيانة وتسمح كذلك بتحسين نوعية الجدولة، ومع ذلك فإنها حالياً في مرحلة البحث و الاختبار وذلك
نظراً لاختلاف مهام الصيانة والإنتاج، وعلى الرغم من ذلك فإنه يبقى أمل واحد لحل الصراع في استخدام الموارد وذلك بدمج
بين الإنتاج و الصيانة أو على الأقل خلق رابطة قوية بينهما.

²¹ Aggoune R., Ordonnancement d'ateliers sous contraintes de disponibilité des machines. Thèse de doctorat - soutenue à l'Université de Metz, France, 2002, p :458.

²² -Brandolese M., Fransi M. & Pozzetti A., "Production and maintenance integrated planning", International Journal of Production Research, VOL.34(7), pp.2059, 1996.

الشكل (5): الجدولة المتكاملة



5- متعددة المعايير لجدولة الإنتاج والصيانة باستخدام البرمجة الكبرومازية:

في هذا الجزء سوف نقدم كيف يمكن تحديد النتيجة المثالية انطلاقاً من أمثلة المعايير بشكل فردي. دوال كفاءة المسير و النقاط المثالية في نموذج البرمجة الكبرومازية هي للحصول على تسلسل أفضل حل وسط.

5-1- تحديد النقطة المثالية:

الهدف من هذا الجزء هو تحديد الحد الأدنى على معايير الجدولة التالية: الوقت الإجمالي للتصنيع (le temps total de fabrication) بالانجليزية Makespan (أو C_{max}) والوقت الإجمالي للمعالجة (le Temps Total de Traitement).

1- معيار **Makespan**: استناداً إلى أعمال Baker (1974) في حالة إذا كان لدينا ثلاث آلات و أكثر. النموذج

الرياضي الأول تم تطويره لتحديد تسلسل لتدنية معيار **Makespan** للحصول على الحد الأدنى (M^*) الصياغة

التحليلية لهذا النموذج هي كالتالي²³:

النموذج الرياضي 1: الحد الأدنى

تحت القيود التالية:

$$x_{j+1,k}$$

$$\text{مع } 1 \leq k \leq m - 1, 1 \leq j \leq n - 1$$

²³ -Belaïd Aouni, Jean-Marc Martel, «ORDONNANCEMENT MULTICRITÈRE À L'AIDE DU «COMPROMISE PROGRAMMING», Congrès ASAC-IFSAM 2000, Montréal, Québec, Canada p :2-3.

أو:

$$\left. \begin{array}{l} 1, \text{ المهمة تعيينت ماذا الموقع في } j \\ 0, \text{ فعلى خلا ذلك} \end{array} \right\} = \xi_{ij} \text{ من اجل } i=1, 2, \dots, n \text{ و } j=1, 2, \dots, n$$

x_{jk} : وقت عطل الآلة k قبل بدء معالجة الامر (النشاط) ذو الرتبة j الموجود في التسلسل؛

y_{jk} : وقت انتظار الامر الموجودة ذو الرتبة j الموجودة في التسلسل بين نهايتها على الآلة k وبدايتها على الآلة $k+1$ مع $k=1, 2, \dots, m-1$

t_{ik} : مدة معالجة الامر i على الآلة k ؛

i : يمثل عدد الانشطة (الوامر)؛

j : يمثل عدد المواقع الممكنة في التسلسل؛

الدالة الاقتصادية لهذا النموذج تهدف الى تدنية الوقت الضائع على الآلة الأخيرة وبالتالي نحصل على تسلسل الذي يدي الوقت الاجمالي للتصنيع (Makespan).

2- معيار الوقت الاجمالي للمعالجة:

الصياغة التحليلية لهذا النموذج الذي يدي الوقت او المدة الاجمالية للمعالجة (le Temps Total de Traitement)

(TTT) ملخص في الشكل التالي:

النموذج الرياضي 2:

تحت القيود التالية:

$$x_{j+1,k}$$

$$\text{مع } 1 \leq k \leq m-1, 1 \leq j \leq n-1$$

الدالة الاقتصادية للنموذج الرياضي 2 تهدف الى تدنية عطل الآلة m ووقت معالجة المهمة الموجودة في الموقع t على الآلة m في التسلسل.

إذا تحدد الحدين الأدنى نستخدم المعايير المقترحة أعلاه وبالتالي نحصل على النقطة المثالية $S^* = (M^*, TTT^*)$ هذه النقطة S^* لا يمكن تحقيقها نظرا لطبيعة المعايير المتضاربة، ولهذا فمن الضروري تقديم حل وسط (compromis) للتوصل الى حل يراعي في الوقت نفسه كل من المعايير.

6- دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة:

6-1- تقديم للمؤسسة ونشاطها:

ان مصنع النسيج للمواد الثقيلة المسمى MANTAL هي مؤسسة عمومية ذات اسهم براس مال اجتماعي يقدر بـ 200 مليون دينار جزائري وهي كما اسلفنا مؤسسة مساهمة منذ 08 مارس 1889 بعد حل شركة COUVERTEX التي كان مقرها الاجتماعي بتيسمسيلت والتي كانت تضم ثلاث وحدات اخرى بالاضافة الى وحدة تلمسان وهي:

- وحدة تيسمسيلت؛

- وحدة باب الزوار بالعاصمة؛

- وحدة عين الجسر بباتنة؛

وتاريخ وحدة تلمسان يبدأ من سنة 1922 بما كان يسمى مصنع زراي الشرق Manufacture de Tapis d'Orient (MTO) حتى سنة 1940 اين تغير النشاط نحو انتاج الاغطية العسكرية بما يدعى النسيج الوهراني Manufacture de Textile Oranais الى غاية افلاسه سنة 1955، اربع سنوات بعدها اي سنة 1959 جمعية من ارباب العمل الاوربيين تقرر اعادة فتح المصنع لانتاج الخيط التقليدي (Fil Artisanal) واصبحت تدعى SOCALTEX.

6-2- بناء نموذج جدولة عمليات الانتاج و الصيانة

خط الانتاج الاول: مرحلة الغزل

في مرحلة الغزل يتم اولا تفتيح مادة الاكريليك حيث يقوم العمال بسحب هذه المادة وتفرغها بشكل تدريجي في آلات لتنظيف المادة وفصلها اليها ثم يقوم بعملية الخلط الاالي للمادة وبعدها يقوم بعملية التمشيط حيث يتم تحويل مادة الاكريليك الى اشربة بالاستعمال آلات المشط، ثم عملية تمطيط الاشربة وهنا تدخل الاشربة الثمانية الناتجة عن العملية السابقة في آلات مسجلة لجعلها متجانسة لتتحصل على شريط واحد عوضا من الثمانية وتقوم آلات بقطع الزائد من الشريط المتحصل عليه اليها وتعطي الاخرى اشارة للعامل لقطعه، وفي الاخير عملية القتل وبهذه العملية يتم انتهاء الغزل حيث يتم تحويل الشريط الحاصل من العمليات السابقة الى هيئة خيط نسيج وذلك عن طريق آلات لولبية، يعتبر الخيط الناتج من هذه المرحلة كمدخل للمرحلة الثانية.

والجدول الموالي يبين الاوامر في مرحلة الغزل بالدقائق على الآلات التالية: آلة فتح الاكريليك M1، آلة الخلط M2 وآلة الفصل M3 آلة الندف M4

الجدول: جدول وقت الاوامر فيمرحلة الغزل بالدقائق

الاورام	M1	M2	M3	M4	M5
A	8	5	2	9	4
B	3	12	5	8	2
C	16	9	2	6	3
D	20	11	6	3	2
E	4	13	4	5	2

المصدر من اعداد الطالبة
النموذج الرياضي:

$$\text{Min} \sum_{t=1}^j x_{tm} +$$

x_{jk} : وقت عطل الآلة k قبل بدء معالجة الامر (النشاط) ذو الرتبة j الموجود في التسلسل؛

y_{jk} : وقت انتظار الامر الموجودة ذو الرتبة j الموجودة في التسلسل امام الآلة $k+1$ ؛

t_{ik} : مدة معالجة الامر i على الآلة k ؛

i : يمثل عدد الانشطة (الاورام)؛

j : يمثل عدد المواقع الممكنة في التسلسل؛

m : عدد الآلات؛

n : عدد الاوامر؛

الدالة الاقتصادية الاولى لهذا النموذج تهدف الى تدنية وقت عطل الآلة الاخيرة وبالتالي نحصل على تسلسل الذي يدي الوقت الاجمالي للتصنيع (Makespan) (M).

الدالة الاقتصادية 2 تهدف الى تدنية الوقت او المدة الاجمالية للمعالجة (le TempsTotal de Traitement) (TTT)

تحت القيود التالية:

x_{j+}

$$مع 1 \leq k \leq m-1, 1 \leq j \leq n-1$$

$$x_{jm} \geq 0; y_{jk} \geq 0; y_{11} = 0, \xi_{ij} = \{0; 1\} \forall i, j; \dots \dots \dots (5)$$

القيود (1) يعبر عن المجال الذي يفصل بين وقت انتهاء الامر في الموقع j على الآلة k ووقت بدء الامر (النشاط) في الموقع $j+1$ على الآلة $k+1$.

القيود (2) و (3) يبين ان كل امر يأخذ موقع واحد في التسلسل وكل موقع يأخذ نشاط واحد فقط.

القيود (4) يدل على ان الوقت الضائع في الآلة الاخيرة يجب ان يكون مساويا لمجموع وقت المعالجة في $m-1$ آلات من الامر الموجود في المركز الاول في التسلسل.

القيود (5) شروط عدم السلبية.

ξ_{ij} : متغيرات ثنائية.

لحل النموذج الرياضي السابق يتم استعمال طريقة البرمجة بالأهداف الكمبرومازية وذلك باتباع المراحل التالية:

- البحث عن الحل المثل لكل هدف على حده تحت القيود السابقة الذكر.
- البحث عن الحل المثالي الذي يحقق الاهداف بصفة تقريبية.
- وتكتسي الصياغة الرياضية النهائية للنموذج السابق باستعمال هذه الطريقة الشكل التالي:

$$MinZ = \delta_1^- + \delta_2^+$$

تحت القيود التالية:

$$x_{15} + x_{25}$$

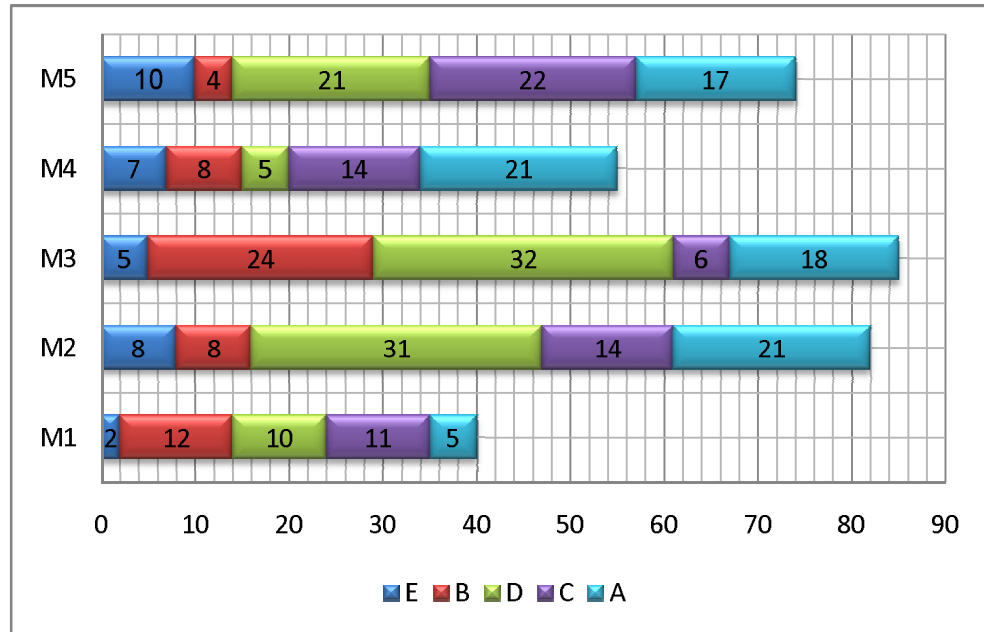
$$مع 1 \leq k \leq m-1, 1 \leq j \leq n-1$$

وباستعمال برنامج الاعلام الالي 6.1Lindo نتحصل على النتائج التالية:

التسلسل المتحصل عليه	المدة الاجمالية للمعالجة (TTT) بالساعات	الوقت الاجمالي للتصنيع بالساعات
E,B,D,C ,A	8	12

نلاحظ من خلال الجدول ان زمن التصنيع الكلي هو في حدود 8 ساعات، وهو اقل زمن تصنيع ممكن ويمكن الحصول عليه من خلال ملاحظة ان هذا الزمن هو عبارة عن مجموع الازمنة على الآلة الاولى مضافا اليه الامر الخامس على الآلات اربعة الباقية، وكذلك مدة الاجمالية للمعالجة تقدر بـ 4 ساعات.

الشكل (6): مخطط غانت للخط الانتاجي الاول.



المصدر: من وضع الطالبة

من خلال الشكل نلاحظ ان انجاز العمل الاول E المتعلق بالامر الانتاجي الاول سوف يستغرق دقيقتين على الآلة M1 وهو زمن العملية الاولى التي يستوجبها هذا المنتج وفق ما هو مقرر في تشكيلة وطريقة تصنيعه، ثم يمر مباشرة الى الآلة الثانية M2 التي سوف تعالجه لمدة 8 دقائق، ثم الآلة M3 لتتم معالجته لمدة تدوم 5 دقائق وبعدها الآلة M4 التي يدم فيها مدة 7 دقائق، واخيرا ينتقل الى الآلة الخامسة M5 اين تجري عليه العملية الاخيرة خلال 10 دقائق، وبذلك يكون من المتوقع ان يقضي مدة اجمالية قدرها 32 دقيقة داخل الوحدة الإنتاجية، وكذلك بالنسبة للامور الانتاجية الباقية.

في ختام هذه الدراسة التي عملت على إبراز دور الجدولة العمليات بصفة عامة وعمليات الصيانة داخل وحدات التصنيع بصفة خاصة ومدى مساهمتها في تحقيق الاستغلال الأمثل لموارد ، إضافة الى اقحام التحليل متعدد المعايير الذي يعتبر من الطرق العلمية المساعدة على اتخاذ القرارات، فهي ادوات تسمح بمعالجة المشاكل في المؤسسات، وذلك اخذا بعين الاعتبار مختلف الجوانب المحيطة بالمشكل، وعدد من هذه الطرق كبير نسبيا لذا ينبغي مراعاة بعض الشروط لتطبيقها خاصة فيما يتعلق بنوع المعايير المستخدمة، اذ ان بعضها يلائم المتغيرات الكمية والبعض الآخر يلائم المتغيرات الكيفية خاصة في بيئة مليئة بالمتغيرات، وبعد عملية بحثية اكتسبنا من خلال مكتسبات معرفية اكثر حول هذه المسائل مكنت من تحرير هذه الرسالة التي جاءت شبه جامعة لهذه المعارف والمكتسبات، بالإضافة الى الوقوف على واكتساب خبرات تطبيقية لدى مصنع النسيج للمواد الثقيلة توجت بايجاد حلقة وصل بين النظري والتطبيقي.

وبالرغم من تعقيدات نظام الانتاج لدى المؤسسة وسعته الا ان ذلك لم يحل بيننا وبين ما كنا نصبو اليه بل شجعنا اكثر ودفعنا الى اتخاذ كافة الوقت اللازم في الدراسة التطبيقية، اذ ان تطبيق هذه الطرق جد معقد وخاصة في عملية الحل، وارتكاب اي خطأ في ادخال المعطيات في برامج الاعلام الالي يؤدي الى عدم الحصول على اي نتيجة حتى وان كانت خاطئة، وهذا ما بين صعوبة تطبيق هذه النماذج في المؤسسات الجزائرية بدون وجود مختصين في هذا المجال.

ان دراسة هذا الموضوع مكنت من استخلاص عدة نتائج نجملها في النقاط التالية:

- تعمل وظيفة جدولة الصيانة على تحسين القدرات التنافسية للمنظمات الانتاجية عن طريق المساهمة في تحقيق الاهداف العامة من انتاج في احسن الاجال وبأقل التكاليف والاستغلال الأمثل والعقلاني للموارد الانتاجية المتاحة وبالتالي انتاجية مثلى.
- تساهم وظيفة الجدولة داخل وحدات الانتاج مساهمة كبيرة في تنظيم وتخطيط العمليات وقيادة العملية الانتاجية بالوحدة، غير ان ذلك لا بد وان يتم في ظل نظام انتاجي متكامل تلعب فيه مختلف الاطراف الاخرى، خاصة مصالح الصيانة والرقابة دورا اساسيا في قيادة وتحسين ادائه.
- نقص اهتمام المؤسسات الجزائرية بوظيفة جدولة الصيانة بالرغم من انها وظيفة استراتيجية تنسق بين مختلف وظائف المؤسسة.
- عدم استعمال المؤسسات الجزائرية لطرق علمية تمكنهم من اتخاذ قرارات عقلانية.
- نقص التنظيم في المؤسسات الجزائرية وعدم وجود قاعدة بيانات واضحة.

ضرورة استعمال الاساليب العلمية الحديثة في الادارة والتسيير من قبل المنظمات الانتاجية لمواكبة التطور الاسلوب التكنولوجي وأنظمة التصنيع المرنة، مع ادخال ادوات الاعلام الالي.

المراجع:

- احمد طرطار، الترشيد الاقتصادي للطاقت الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1993.
- ثائر مطلق محمد عياصرة، النماذج والطرق الكمية في التخطيط وتطبيقاتها في الحاسوب، دار الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، 2012.
- د. سامر كظهر قنطقحي " ترشيد عمليات الصيانة بالاساليب الكمية" الدار الجامعية، 2007.
- د. عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج و العمليات، دار وائل للنشر، الطبعة الثالثة، عمان الاردن، 2009.
- ، الوارق للنشر والتوزيع، الطبعة Microsoft Excel - نجم عبود نجم، مدخل الى الاساليب الكمية مع التطبيق باستخدام الثانية 2008.
- Aouni, Belaid « le madél de programmation mathématique avec buts dans un envirennement imprécis » sa formation, sa résolution, et une application, these de doctorat, facult é des sciences de l'administration, université Laval (canada), 1998.
- Boucly. F "le management de maintenance" AFNOR, 2 édition, France, 1998
- Brandolese M., Fransi M. & Pozzetti A., "Production and maintenanceintegrated planning", International Journal of Production Research, VOL.34(7), 1996.
- J. Carlier et P. Chretienne. Problèmes d'ordonnancement. Masson, Paris, 1988.
- chaib.R," la maintenance Industrielle", Edition université mentouré de Constantine, Algerie, 2004.
- Charnes, A. and Cooper, W.W. «Goal Programming and Multiple Objectives Optimizations, European Journal of Operational Research (1) 1977.
- L. Weinstein and C. H. Chung. Integrating maintenance and productiondecisions in a hierarchical production planning environment. Computers andOperations research, 1999.
- Richet.D, Gabriel M "maintenance basée sur la fiabilité" Edition masson, 1996.
- Sassine C., Intégration des politiques de maintenance dans les systèmes de production manufacturiers. Thèse de doctorat soutenue à l'INP de Grenoble (France), 1998.
- Serge Bellut « Les processus de la décision –démarches, méthodes et outils-» Edition AFNOR France 2002.
- Vincke Ph, L'aide Multicritère à la décision, Editions de l'université Bruxelles, 1989 , Canada, 20