نمذجة تسيير التدفقات الانتاجية المدفوعة بواسطة شبكات بتري

Modeling the flow of production flowspaid by petri network

عفاف زهراوي [1،*]

[1] كُلّية العُلوم الاقتصاديّة والعُلوم التّجاريّة وعُلوم التّسيير ، جامعة قسنطينة 2(الجزائر)

تاريخ الاستلام: 2020/08/11؛ **تاريخ المراجعة**: 2020/09/23؛ **تاريخ القبول**: 2021/03/21

ملخص: إن التعقيد الذي يميز أغلب المراحل المتبعة للحصول على المنتوج النهائي وتزايد درجات عدم اليقين، أدى إلى صعوبة التحكم في النظام الإنتاجي ومتابعة حركاته. ممّا جعل العديد من المسيرين يعتمدون على عدّة أنظمة لقيادة العملية الإنتاجية.

تعتبر طريقة التدفق المدفوع، من الطرق التي لها قدرة للتقليل من مشاكل تسيير الإنتاج، والتي تقوم على إنتاج الصنف بكميات معينة وفي مواعيد محددة وفقا لخطة الإنتاج، ثم دفع هذا الإنتاج لحين يكون مطلوبا أو إلى المخازن لحين طلبه. ولمعرفة أثر النمذجة على تسيير التدفقات الإنتاجية، ركزنا الدراسة على نماذج شبكات بتري، على اعتبار أنها من النماذج الأكثر تلاؤما مع تغيرات النظام الإنتاجي.

الكلمات المفتاح: نمذجة، تدفقات انتاجية مدفوعة، شبكات بتري، تعقيد، عدم اليقين.

تصنيف JEL : C01, C13, C15,C59,D20, D29

ABSTRACT: The complexitythatcharacterisesmost of the stages of obtaining the final Product and increasing the needs of uncertaintyled to the difficulty of controlling the production system and following up on its mouvements.

The paid flow methodis one of the methodsthat have the ability to reduce the problems of production management, whichisbased on the production of the Product in certain quantities and on specific dates according to the production plan, thenpaythis production untilitisrequired or the warehouse until the request. In order to understand the effect of modeling on the management of production flows, the studyfocused on the models of petrinetworks , as itis one of the most compatible modelswith changes in the production system.

Keywords: Modeling, Paid production flows, Petri nets, Complexity, Uncertainty.

Jel Classification Codes: C01, C13, C15,C59,D20, D29

* عفاف زهراوي ، afefzahraoui@yahoo.fr

تمهيد :

يواجه المسير عند قيادة العملية الإنتاجية مشاكل عديدة، وللتقليل منها لابد من اتباع طرق إنتاجية حديثة. لكن استخدام أنسب طريقة يكون باللجوء إلى نماذج علمية وأساليب رياضية.

إن طبيعة النظام الإنتاجي، بصفة عامة، تقودنا للتركيز على بعض الأساليب الكمية دون غيرها، لنختار من بينها الأسلوب الأكثر قدرة على التكيف مع ظروف المؤسسة. تعتبر نماذج شبكات بتري من النماذج الأكثر تلاؤما مع تغيرات النظام الإنتاجي، ولتحديد أثر هذه النماذج على تسيير التدفقات الإنتاجية، سنتبع الخطة التالية:

1 – الأسس الاقتصادية لنظام التدفق المدفوع،

2 – نمذجة نظام التدفق المدفوع بواسطة شبكات بتري،

3 – نمذجة الطرق الإنتاجية الحديثة في العينة محل الدراسة.

وسنوضح كل عنصر بالتفصيل.

I. الأسس الاقتصادية لنظام التدفق المدفوع:

مع تزايد المشاكل المرتبطة بتسيير الإنتاج، فكر العديد من الباحثين في إيجاد بدائل تساعد المسير في أداء مهامه. فظهرت بذلك أنظمة تعمل على دفع الإنتاج من الداخل، تسمى **بأنظمة التدفق المدفوع** في مفهومها البسيط، كأداة لحساب احتياجات المواد،ثم عرفت تطورا ملحوظا لتصبح طريقة لتنظيم الإنتاج، ليرتبط فيما بعد بمختلف وظائف المؤسسة على أنه نظاملتسيير موارد الإنتاج ، وينتشر فيما بعد استخدامه في العديد من الدول الأوروبية.

على هذا الأساس، وحتى نتمكن من تحديد الأسس الاقتصادية التي يقوم عليها نظام التدفق المدفوع، يجب إبراز أولا التطور التاريخي لهذا النظام، ثم تحديد الشروط الأولية التي يقوم عليها، لنصل للأهداف التي يرغب في تحقيقها.

II. 1 التطور التاريخي لنظام التدفق المدفوع:

لم يظهر نظام التدفق المدفوع مرَة واحدة، بل كانت له عدَة مراحل تطورت على حسب زيادة استخدام الإعلام الآلي، لتساهم أكثر في حل مشاكل تسيير الإنتاج.

II.1.1المرحلة الأولى – تخطيط احتياجات المواد (MRP_0):

مع تزايد استخدام الإعلام الآلي في منتصف الستينيات ، تمكن مسيرو المؤسسات الاقتصادية الأمريكية من تطبيق أنظمة تدفقات الدفع في مفهومها البسيط (MONKS.J.P, 1993, p. 253)، كوسيلة لتخطيط احتياجات المواد ($\mathbf{MRP_0}$).فالطرق التقليدية لحساب الاحتياجات (نظام إعادة التموين عند نقطة ونظام إعادة التموين خلال فترة) غير مكيفة مع المتطلبات الجديدة للمؤسسة الاقتصادية، وهذا لأسباب عديدة أهمها(Dupy, 1989, p. 165) :

–يعتمدحساب الاحتياجاتعلى طرق إعادة التموين،

–تفترض طرق إعادة التموين طلب منتظم، والواقع أن الطلب عموما غير منتظم سواء بالنسبة للمنتجات النهائية أو المكونات الجزئية،

–بالرغم من قابلية النظام للتزويد بمهل المكونات الجزئية المطلوبة، غير أن ارتفاع عدد المكونات قد يؤدي إلى زيادة عدد الأخطاء،

–تتلاءم النماذج الكلاسيكية مع الطلب الدوري، حتى إذا ما أراد المسير معالجة بعض التذبذبات الصغيرة يلجأ إلى مخزون الأمان. أمَا إذا كان الطلب على فترات متقطعة، فنماذج المخزون لا تستطيع حل الإشكالية لأن حجم المخزون يظل كبيرا جداً (Doumeingts.G, 2OO1, p. 10).

لأجل هذه الأسباب، ظهرت طريقة تخطيط احتياجات المواد، في سنة **1965**، من طرف الأمريكي "**D^r.Joseph.Orlicky**". فبالرغم من مبدأ عملها البسيط، إلاَ أنه يجب توفر ملف للطلبيات الخاصة بالمنتجات النهائية ومدونات للكميات والمكونات الضرورية، ثم برمجتها في الحاسوب، لتمكننا من الوقوف على الكميات الواجب شراؤها، وبصفة أدق حساب الاحتياجات الصافية.

يعتبر مبدأ "**J.Orlicky**" من الأوائل الذين اهتموا بإدخال الإعلام الآلي في حساب الاحتياجات، ليصبح فيما بعد القاعدة الأساسية لانطلاق برامج تسيير الإنتاج باستخدام الإعلام الآلي (*GPAO*). ويستخدم "**J.Orlicky**" فكرة أن الاحتياجات لمختلف المنتجات التي تنتجها المؤسسة. فنجد نوعين مختلفين:

– احتياجات مستقلة وتسمى أيضا بالاحتياجات العشوائية،

-احتياجات تابعة وتسمى أيضا بالاحتياجات الاستقرائية(Blondel.F, 1999, p. 145) .

2.1.II المرحلة الثانية – تنظيم الإنتاج (MRP_1):

تعتبر طريقة تنظيم الإنتاج " MRP_1 " مرحلة متطورة وتابعة لطريقة تخطيط احتياجات المواد " MRP_0 ". إذ تحتفظ بنفس مبادئ "**J.Orlicky**" لتنظيم العملية الإنتاجية، حتى نتمكن من إحداث توازن ما بين المصاريف والطاقة الإنتاجية للمؤسسة. وتهدف هذه الطريقة إلى:

- –تحضير برنامج للإنتاج مع مسح كلي للمصاريف،
- –استخدام سجل للاستحقاقات بالنسبة لكل صنف نهائي وللكميات المصنوعة،
- –حساب الاحتياج من الكميات المصنوعة من كل صنف،
- – تخطيط الطاقة الإنتاجية من خلال اقتراحات الانطلاق، وتعيين تشكيلة المنتجات،
- –مراقبة تنفيذ الانطلاق.

حسب ما سبق، فبالرغم من أنها أضافت الجديد للمبادئ السابقة إلاّ أن العديد من المؤلفين لا يظهرونها كطريقة مستقلة، وإنما تابعة للطريقة الأولى، ويطلقون على المراحل التي ظهرت لتنظيم العملية الإنتاجية من سنة "**1965**" إلى غاية "**1979**" على أنها مراحل تابعة لطريقة تخطيط احتياجات المواد، ويرمزون لها بـــ "MRP_1" بدلا من "MRP_0".

3.1.IIالمرحلة الثالثة – تسيير موارد الإنتاج (MRP_2):

إن كل من طريقتي تخطيط احتياجات المواد "MRP_0" وطريقة تنظيم الإنتاج "MRP_1" غير قادرتين على تجنب تعارض أهداف الأنظمة الفرعية مع أهداف نظام الإنتاج. لكن في نهاية سنوات السبعينيات، وبالتحديد في سنة " **1979**"، أدخلت تعديلات على الطرق السابقة (Blacklock.D.H, 2001, p. 1)، فأصبح من الضروري أن تكون هناك علاقة متبادلة مابين نظام الإنتاج والأنظمة الفرعية الأخرى كنظام التسويق والمالية. مما أدى إلى ظهور طريقة جديدة تسمى بطريقة تسيير موارد الإنتاج " MRP_2 "، وقد انتشر استخدامها بسرعة، وكانت سند كبير لمؤسسة مراقبة الجرد والإنتاج الأمريكي "**APICS**"، ولها دور أكبر من سابقتها، فهي تبحث عن التوافق ما بين المصاريف المرغوبة الجاهزة بالنسبة لكل مركز إنتاجي (JOFFER.P, 1989, p. 2325).

تهدف طريقة تسيير موارد الإنتاج إلى تحويل المخطط التفصيلي للإنتاج، المتضمن للاحتياجات من المنتجات إلى مخطط تموين للأصناف، إذ ترتكز هذه التقنية على تقدير أو معرفة الطلب النهائي في المستقبل القريب. ويدعم التموين بتحويل الاحتياج الإجمالي إلى احتياج صافي (تسيير الاحتياجات) من خلال استغلال المدونات، والأخذ بعين الاعتبار حجم المخزون وتطبيق مبادئ التسيير.

مع ظهور أنظمة أخرى منافسة لهذا النظام، من خلال تطبيق فلسفة الإنتاج في الوقت المناسب من طرف اليابان، تطور أكثر هذا النظام وارتبط بتقنيات الوقت المناسب والجودة الشاملة في سنة " **1986**"، ليسمى بنظام تسيير موارد الإنتاج في المدى القصير. وفي سنة " **1995**"، ارتبطت برامج البطاقات مع نظام التدفق المدفوع ليسمى بالنظام المزدوج " $MRP_2 / KANBAN$ "(LAMOURI.S, 2001, p. 3) ويصبح نظاما لتسيير موارد المؤسسة" **E.R.P** ". وفي سنة " **1997**" يتحول هذا النظام إلى نظام تسيير السلسلة اللوجستيكية "**S.C.M**"(ARNOULD.P, 2003, p. 11).

2.II الشروط الأولية لوضع نظام التدفق المدفوع:

إن ارتباط نظام التدفق المدفوع ببرامج الإعلام الآلي صعب من عملية تطبيقها في العديد من المؤسسات، لإتباعها لشروط تعتبر بمثابة قاعدة أساسية لتنفيذ هذا النظام. والمتمثلة في المخطط التفصيلي للإنتاج، مدونة المكونات الجزئية المستعملة، نظام معلومات موثوق منه عن حالة المخزون، جود ملفات عن مهل التحصيل، تشكيلة منتجات وملفات عن قدرة مراكز الإنتاج.

3.IIمستويات إعداد برنامج الإنتاج:

يعتمد التدفق المدفوع لإعداد برنامج الإنتاج، عموما، على **خمسة** مستويات، بداية بالمخطط الاستراتيجي، المخطط الصناعي والتجاري، البرنامج التفصيلي للإنتاج، حساب الاحتياجات الصافية، ثم قيادة العملية الإنتاجية في المدى القصير– تسيير الورشات والمشتريات.

1.3.IIالمخطط الاستراتيجي:

حتى يتمكن المسير من التحكم في العملية الإنتاجية، لابد من وجود مخطط استراتيجي يغطي فترة طويلة تمتد بين سنتين وعشر سنوات، يراجع كل ستة أشهر أو كل سنة، يوضح المسير من خلاله واقع السوق ومتطلباته، ويبين المستوى التكنولوجي المستخدم خلال الفترة

المدروسة، ويحدد المراحل المختلفة التي سيمر بها المنتوج. وبهذا فالمخطط الاستراتيجي ماهو إلا برنامج لقيم خاصة بالاقتصاد الكلي، نبرز من خلاله الأهداف الاستراتيجية التي ترغب المؤسسة في بلوغها.

II.3.2المخطط الصناعي والتجاري:

يعرَف المخطط الصناعي والتجاري على أنه سجل للاستحقاقات الشهرية يلخص فيه الأنشطة السابقة والمستقبلية للمبيعات والإنتاج، ولاسيما مستويات المخزون للمؤسسة، ويوضح في أفق يتراوح بين سنة بالنسبة للمنتجات ذات الأجل القصير، وخمس سنوات، بالنسبة للمنتجات ذات الأجل الطويل(DAYAN.A, 1999, p. 658) . إذ يركز على إنشاء توقعات للمبيعات والإنتاج وكذا على مستويات المخزون. ويكون ذلك في وثيقة مصادق عليها من طرف مديرية الإنتاج والمديرية التجارية، وهذا من أجل إرضاء عملاء المؤسسة من خلال الاستعمال الأفضل لموارد الإنتاج.

II.3.3البرنامج التفصيلي للإنتاج:

يعرَف البرنامج التفصيلي للإنتاج (**PDP**)على أنه جدول زمني بالكميات التي يجب إنتاجها بالنسبة لكل منتوج نهائي، فهو بمثابة عقد أو التزام من طرف إدارة الإنتاج. ويعتمد إعداد هذا البرنامج على توقعات حديثة خاصة بوصول الطلبيات الجديدة وبمستويات المخزون بالنسبة لكل صنف وبالكميات المناسبة التي تدخل في العملية الإنتاجية، مع الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الموسمية للطلب. كما يتضمن هذا البرنامج مستوى مخزون الأمان الذي يجب أن تحتفظ به المؤسسة بالنسبة لكل صنف، هذا في المرحلة الأولى، ثم تحديد التغيرات التي يعرفها هذا المستوى في المرحلة الموالية تجنبا للصعوبات التي قد تصادف المسير ليس فقط عند إعداد البرنامج، بل حتى عند استخدام التقنية ككل.

II.3.4 حساب الاحتياجات الصافية:

تعتبر مرحلة حساب الاحتياجات الصافية (**CBN**)وسيلة للبرمجة متوسطة المدى، تحدد من خلالها وضعيات الصنع والشراء بالنسبة لمختلف الأصناف ولكل مستويات التدوين، وهذا حسب البرنامج التفصيلي للإنتاج.وحساب الاحتياجات الصافية هو الشكل الأول الذي ظهر به نظام التدفق المدفوع (**MRP_0**)، ففي سنة **1965** برزت مقاربة جديدة حول تسيير الإنتاج مقترحة من طرف **J. ORLICKY** للتمييز بين نوعين من الاحتياجات: الاحتياجات **المستقلة** والاحتياجات **التابعة**. إذ نجد ضمن الاحتياجات المستقلة العناصر التي تخرج من الدورة الاستغلالية (المنتجات النهائية، قطع الغيار). أما عن الاحتياجات التابعة، فهي تضم العناصر التي تدخل الدورة الاستغلالية (مواد أولية، مكونات جزئية،...).وحسب مبدأ **J ORLICKY** فإن حساب الاحتياج التابع لا يقدر إلا من خلال التوقعات، أمَا الاحتياج المستقل فيتم تحديده أو حسابه بدقة.

II .3.5 قيادة العملية الإنتاجية في المدى القصير– تسيير الورشات والمشتريات:

إن قيادة العملية الإنتاجية في المدى القصير هي آخر مستوى يمر به نظام التدفق المدفوع. إذ يقوم المسير هنا بمتابعة صدور أوامر الشراء وأوامر الصنع ومراقبة المدخلات والمخرجات، وهذا في مدة قصيرة جدا تراجع يوميا(CHARPENTIER.P, 1997, p. 5) .

إن تسيير الورشات ماهو إلاَ تطبيق للبرنامج التفصيلي للإنتاج ولحساب الاحتياجات الصافية، بالإضافة إلى تخطيط استعمال أفضل لليد العاملة والآلات مع تخفيض مستوى الإنتاج قيد التنفيذ، وضمان معدل خدمة للعميل. ولتحقيق أهداف المؤسسة، والمتمثلة غالبا في إنتاج منتوج جيد في وقت معقول وبتكلفة أقل، يقوم المسير بالوظائف التالية (محمد، 2002، صفحة 305):

أ – الجدولة:

تعرَف الجدولة على أنها عملية تخطيط للإنتاج لفترات قصيرة قد تكون أسابيع أو أيام أو عدَة ساعات. وهي تتضمن تخصيص للموارد المتاحة (عدد ومعدات، آلات، عمالة...) لتشغيل الأوامر الإنتاجية المطلوبة. أو للقيام بالأعمال أو الأنشطة اللازمة (ماضي)، وهذا بطريقة تسمح بتقدير أحسن للآجال، ثم السعي لاحترامها. كما تعمل عل تسيير المخزون بطريقة مثلى وفي وقت أمثل (مفيدة، 2003-2004، صفحة 38).

ب– الانطلاق:

يمثل الانطلاق المستوى الأخير للتخطيط، الذي يعد بمثابة التزام للعمليات الإنتاجية، وآخر نقطة لمراقبة الإنتاج. لذا، يجب قبل الانطلاق تحديد المصروف الجاري في الورشة، وتقرير ما إذا كانت هناك ضرورة لتعديل تشكيلة المنتجات المصنوعة، ثم مراجعة ما إذا كانت تتوافق مع ماهو مبرمج في كل من المخطط الصناعي والتجاري والبرنامج التفصيلي للإنتاج، وحتى عند حساب الاحتياجات الصافية.

جـــ– متابعة الإنتاج:

بعد الجدولة والانطلاق، يتم قياس تحقيقها مع ماهو متوقع، وهذا بضمان حلقة مع البرنامج التفصيلي للإنتاج. فهو يسمح بمراقبة المدخلات والمخرجات لمراكز العبء، تصريحات الإنتاج بالكمية، المهلة والجودة. وبهذا فهو يسمح بجمع المعلومات لحساب الأجور وسعر التكلفة، والتي ترتكز على ديناميكية التحسين المستمر.

د –إعادة الجدولة:

تهدف إعادة الجدولة إلى تعديل تواريخ التحقيق وأوامر الصنع وكذا أوامر الشراء. أمّا عدم إمكانية تطبيقها فهو نتيجة لوجود عالم ديناميكي للإنتاج، وصدف كثيرة: تعطل آلة، تأخر المورد، مشاكل الجودة، طلبيات مستعجلة،... ولهذا، وجدت إعادة الجدولة للاهتمام بـــ:

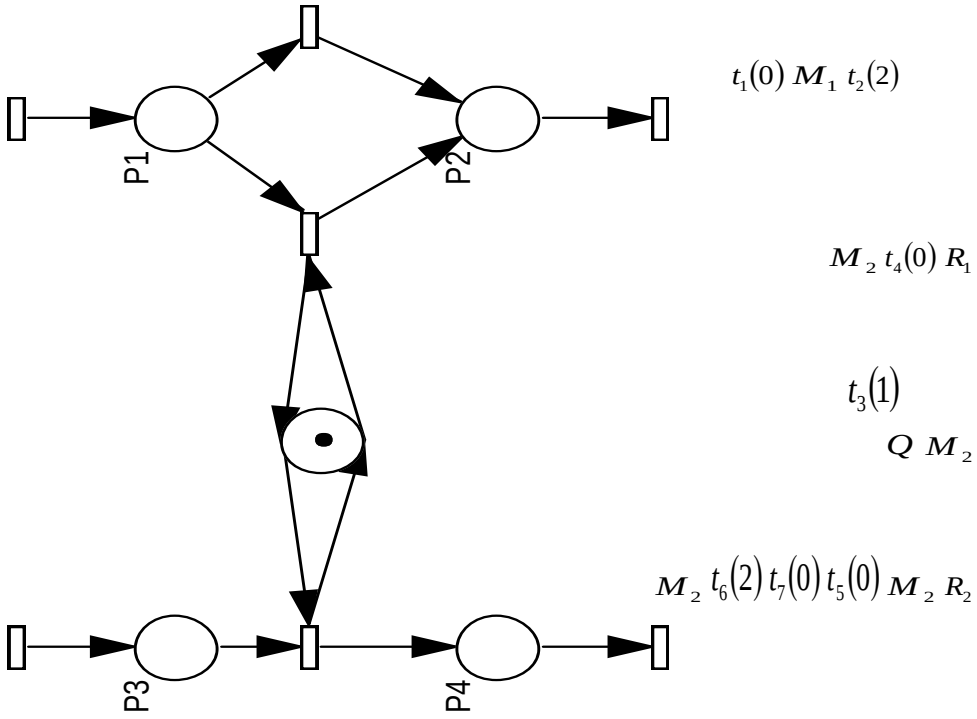
- تعديل تواريخ أوامر الصنع بدلالة الصدف،
- احترام العمليات بتطبيق مخطط قابل للتطبيق،
- احترام المخطط التفصيلي للإنتاج بالكميات وكذلك مهلة الحصول على الأصناف(LAMOURI.S, 2001, p. 10).

II. نمذجة نظام التدفق المدفوع بواسطة شبكات بتري:

يقوم نظام التدفق المدفوع على مراقبة مراحل العملية الإنتاجية انطلاقا من المستويات الخمسة لإعداد البرنامج الإنتاجي، وهذا بتتبع كل من خطوط الصنع وخطوط التجميع (التفكيك) مع وجود مخزون نواجه به الحالات الشاذة. غير أن قيادة العملية الإنتاجية في المدى القصير هي بمثابة تطبيق للمستويات الأخرى، وذلك من خلال القيام بالجدولة، إذ هي تخطيط قصير المدى تراجع يوميا. وقد ظهرت عدّة طرق لجدولة مختلف العمليات، كاستخدام مخطط **Gantt** وبعض البرمجيات. ولهذا نجد أن نمذجة هذا النظام هي نمذجة لمراحل الجدولة.

باستخدام شبكات بتري، يمكن تحديد الجدولة بمتتالية لكل مكان ذو قرار من نوع " UR " أو لمكان من نوع " SP ". وتكون الجدولة مقبولة إذا سمح بتنفيذ سحب للنواقل المتمثلة في المتتاليات (أو نسبة محددة مسبقا لهذا السحب) خلال الفترة الأساسية، ونخضعه لأمر العبور المحدد بمتتاليات تابعة للأماكن " UR " و" SP ". ونوضح ذلك أكثر من خلال الشكل الموالي:

شكل رقم 1: نموذج لمنتوجين وآلتين



المصدر:(PROTH. J.M, 1995, p. 185)

فحسب هذا النموذج ، يمثل الإنتاج في منتوجين " R_1 " و " R_2 " عبر الآلتين " M_1 " و " M_2 "، حيث أن الزمن المستغرق موجود مابين قوسين، وأن " P_1 " هو المكان الوحيد من النوع " UR "، و" Q " هو المكان الوحيد من النوع " SP ". وبافتراض أن التخطيط قصير المدى ينفذ انطلاقا من النواقل الثابتة الدنيا التالية: $V_3=[0,0,0,0,1,1,1]$، $V_2=[1,0,1,1,0,0,0]$ ، $V_1=[1,1,0,1,0,0,0]$

أمّا عدد العبور، فيظهر واضحا كمايلي:

النواقل	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
عدد العبور	3	2	1	3	3	3	3

كما أن المتتاليات " δ_Q " و " δ_{P_1} " هي تابعة للمكانين " Q "و " P_1 " على التوالي، كمايلي:

- $\delta_Q=\langle t_6,t_3,t_6,t_6\rangle$ ، - $\delta_{P_1}=\langle t_3,t_2,t_2\rangle$.

انطلاقا من الزمن المحدد ما بين قوسين، الموضح في الشكل السابق، والمتتاليات " δ_Q " و " δ_{P_1} "، مع افتراض أن النظام ينطلق من اللحظة "0" نجد أن:

- عبور ثلاث مرّات للناقل " t_1 " و " t_5 " فورية،
- عبور الناقل " t_6 " ينطلق في اللحظة "0" وينتهي في اللحظة "2"،
- العبور الأول للناقل " t_7 " يبدأ وينتهي في اللحظة "2"،
- العبور الأول للناقل " t_3 " وكذا الناقل " t_2 " ينطلق في اللحظة "2".

بنمذجة عمليات الجدولة، نكون قد نمذجنا نظام التدفق المدفوع. فالجدولة هي قيادة للعمليات الإنتاجية في المدى القصير، وآخر مستوى يمر بهذا النظام، وبهذا فمتابعتها والتحكم فيها يكون باستخدام نموذج بتري، سيكون، دون شك، دعما لتحديد باقي المستويات بكل دقة، وبلوغ تسيير جيد لموارد الإنتاج(PROTH. J.M, 1995, p. 148_149) .

يعتبر النظام الإنتاجي بمثابة جملة من المراحل المتتابعة، إلاّ أن تلك المراحل تتميز بالتعقيد من جهة، وتظهر فيها حالات عدم اليقين من جهة أخرى. ولهذا، لابد من وجود وسائل للنمذجة تساعد في تبسيط تلك المراحل ومواجهة الحالات غير المتوقعة.

تتماثل مراحل العملية الإنتاجية مع شبكات من صفوف الانتظار، حيث الآلات تعوض الشبابيك والقطع تعوض العملاء. وإذا نمذجنا تلك المراحل بالاستعانة بنظرية صفوف الانتظار نكون قد قمنا بتبسيط تلك المراحل، وسهلنا مهام المسير في قيادة العملية الإنتاجية. كما يمكن اعتبار مراحل العملية الإنتاجية جملة من السلاسل المتتابعة، حيث أن تحديد أي مرحلة يكون بناء على المراحل السابقة لها. وعلى هذا، فاللجوء إلى السلاسل الماركوفية هو من الوسائل التي قد تتبع لنمذجة مراحل العملية الإنتاجية. أمّا الخطوات المتبعة للحصول على المنتوج النهائي تكون مشابهة لشبكات بتري، تلك الشبكات التي تعد تبسيطا للمراحل من خلال عناصرها، والمتمثلة خاصة في الأماكن والأقراص والنواقل.

تعتبر شبكات بتري من الوسائل غير الحديثة، وفي نفس الوقت لا يمكن إدراجها ضمن الوسائل القديمة جدا، فهي ناتجة عن أعمال الرياضي الألماني **Carl Adam Petri** في بداية الستينيات (PROTH. J.M, 1995, p. 185) وبالتحديد في سنة **1962**، وذلك باكتشاف طريقة لنمذجة تصورات الأعمال غير المتزامنة والمتضاربة (MARIEL.S, p. 1) . وأول نموذج سمي بـــ "**RDP.CE**" ، وجد لمعالجة العلاقة الموجودة بين القيود والحوادث باستخدام القيم البولينية (صحيح، خطأ)، ليتبعه نموذج "**RDP.PT**"، ويربط فيه الأماكن بالنواقل (تعميم لنموذج(**RDP.CE**)، ويركز على القيم الصحيحة (DIAZ.M, 1999, p. 1). أما تطورها فكان على يد الباحثين الأمريكيين، في بداية السبعينيات، " **A.Holt**" و "**J.Dennis**" بنشر عدة مقالات في هذا المجال. كما استعمل هذا النموذج في مؤسسات صناعية فرنسية، لتنتقل بعدها إلى معظم الدول الأوروبية.

تعرّف شبكات بتري على أنها تمثيل بياني دو حدين للأماكن والنواقل، تسمح جملة الأماكن بتمثيل حالات النظام **بدوائر**، أمّا جملة النواقل فتحث على تغيير حالة النظام وتمثل **بمستطيلات**، وتربط بينهما (ليس من نفس الطبيعة) بأقواس موجهة ممثلة **بأسهم**. كما أن كل مكان يحتوي على قرص ممثل **بنقطة** لنمذجة ديناميكية النظام. والتأشير الذي يوافق هذه الشبكات هو شعاع موجه ذو قيم صحيحة موجبة أو معدومة بوزن يعادل عدد الأماكن"(PROTH. J.M, 1995, pp. 148-149).

وبهذا، وبالمرور بمجمل المراحل نكون قد تمكنّا من نمذجة النظام الإنتاجي سواء بواسطة نظام التدفق المدفوع (عمليات الجدولة). إلا أن ذلك غير كاف إذا لم يدعم بدراسة تطبيقية على عينة من الأصناف لأحد مؤسساتنا الجزائرية، التي هي دون شك، غير مقيدة بكل ما يتطلبه نظام إنتاجي حديث، إلا أنها بدأت نوعا ما تبتعد عن الأنظمة التايلورية.

III. نمذجة الطرق الإنتاجية الحديثة في العينة محل الدراسة:

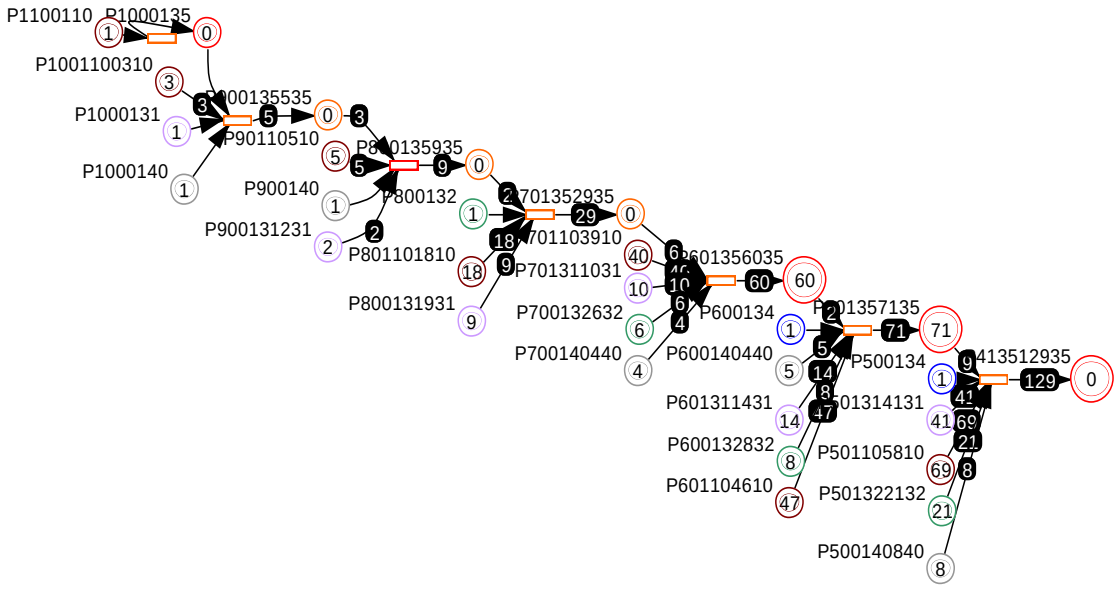
بالرجوع إلى الوثائق الخاصة بتدوين الأصناف المشكلة للمنتجات، نجد أن مراحل العملية الإنتاجية تمر بأغلب المستويات المفروض أن يتبعها المسير الذي يطبق نظام التدفق المدفوع، بما في ذلك حساب الاحتياجات الصافية. إلا أن الفروق واضحة بين ما هو موجود في الوثائق وما يباشر فعلا في الورشات، مما يجعل المسيرين يتجاهلون تلك الوثائق في العديد من المرات. كما أن أغلب المسيرين يفتقدون إلى شهادات جامعية ولا يملكون خبرات كافية، واعتمادهم الدائم على أحد البرمجيات التي بالرغم من دورها البارز في الابتعاد عن التسيير اليدوي، إلا أنها لا تتماشى مع القواعد الأساسية لنظام " MRP_2"، كما أن البرمجية تأخذ الأوامر على مستوى مركز الإعلام الآلي وتتلخص مسؤوليات المسيرين في تنفيذ المهام دون المشاركة في اتخاذ القرارات.

باعتبار أن النظام الإنتاجي في مركب المحركات والجرارات متقارب نوعا ما من نظام التدفق المدفوع، فسنعمل على نمذجة حركات أصناف المنتوج الذي وقع عليه اختيـــارنا، بناءا على محاكـــــاة ما وصل إليه من نتائج في الجانب النظري. ولأن إنتاج المنتوج " $CX100$ " يمر بأربع ورشات، تخصص ثلاث منها للصنع والرابعة للتركيب، وبهذا فسنقسم دراستنا هذه إلى نمذجة خطوط الصنع، ثم نمذجة خطوط التركيب. وفي الأخير نقوم بنمذجة النظام ككل.

IV. 1نمذجة خطوط الصنع:

يمر إنتاج المنتوج " $CX100$ " بعدة مراحل عبر ثلاث ورشات أساسية. ورشة مخصصة للسباكة، ورشة للحدادة وورشة ثالثة للتصنيع. وسنركز على ورشة التصنيع. وتكون النمذجة كمايلي:

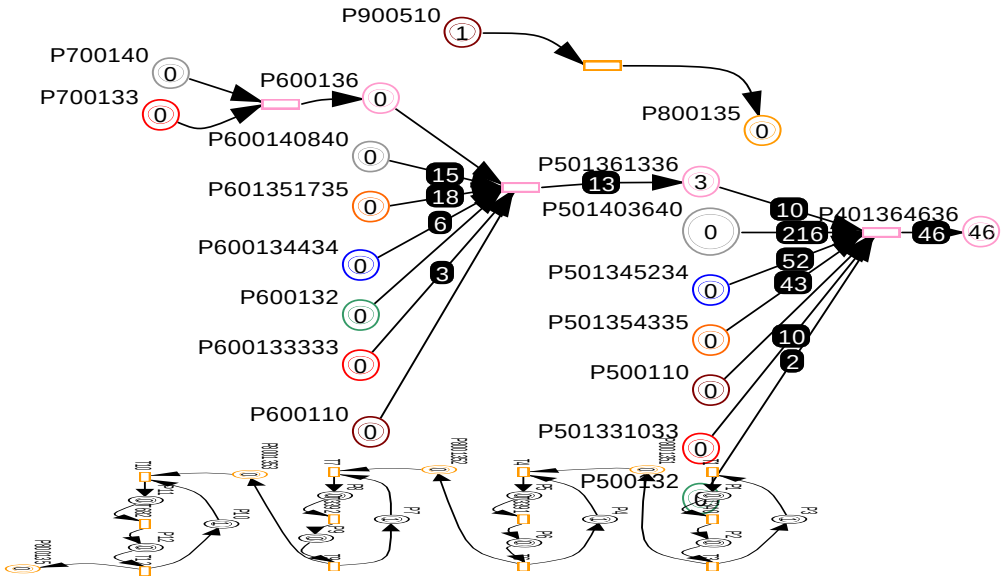
شكل رقم 2 : نمذجة حركات الأصناف في ورشة التصنيع.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

ونمذجة حركات الأصناف في ورشة التصنيع تكون كما يلي:

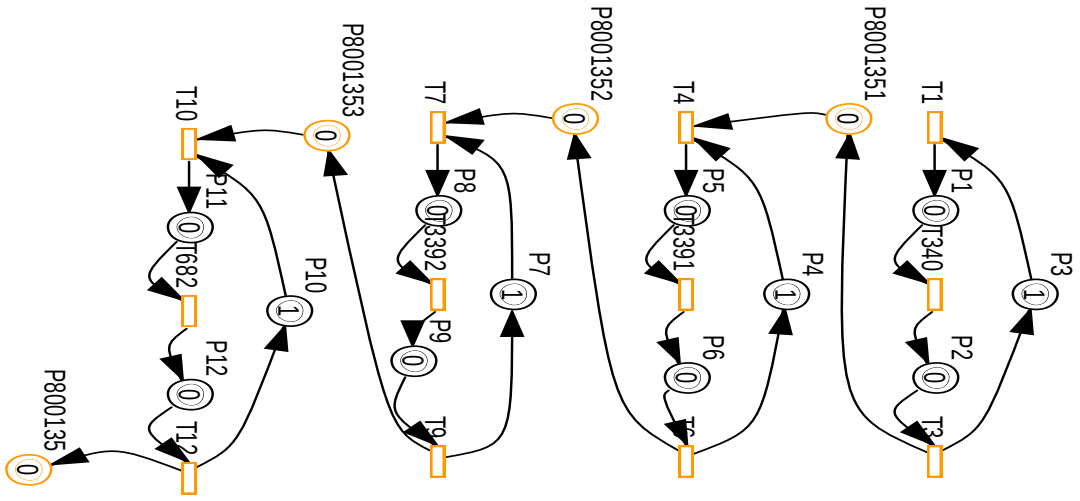
شكل رقم 3: تمثيل لخطوط الصنع بواسطة شبكات بتري.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتمادعلى وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

بالاعتماد على التمثيل لخطوط الصنع الموضح في الشكل رقم **3**، نكون النموذج التالي:

شكل رقم 4 : نمذجة خطوط الصنع.

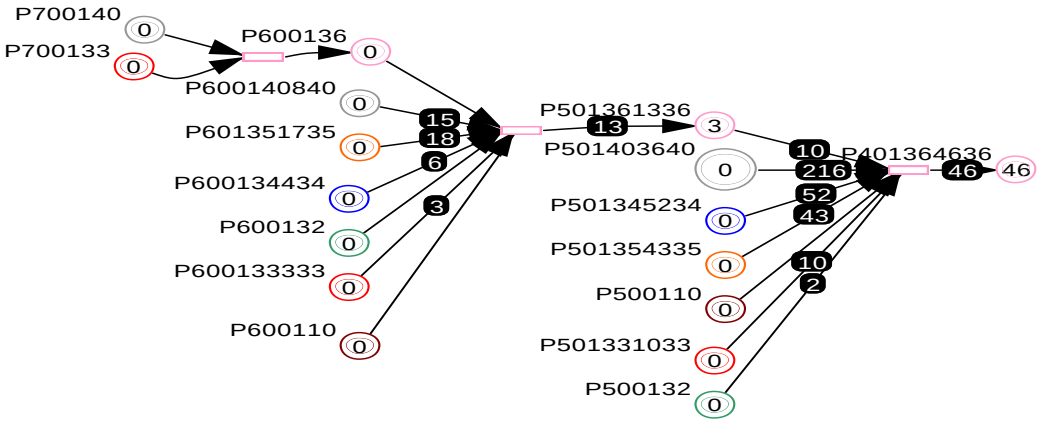


المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

2.IV نمذجة خطوط التركيب:

حتى نتمكن بسهولة من نمذجة عمليات مختلف الأصناف التي تخرج من ورشة التركيب والخاصة بالمنتوج "$CX100$"، نستعين بمدخلات كل صنف والمنتوج الذي سينتج والمنتوج الذي سيدخل فيه هذا الأخير. وتكون النمذجة كمايلي:

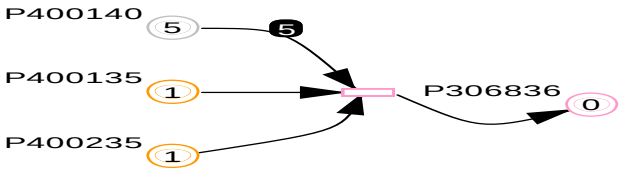
شكل رقم 5 : نمذجة حركات الأصناف في ورشة تركيب الجرارات.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

ونمذجته تكون كما يلي:

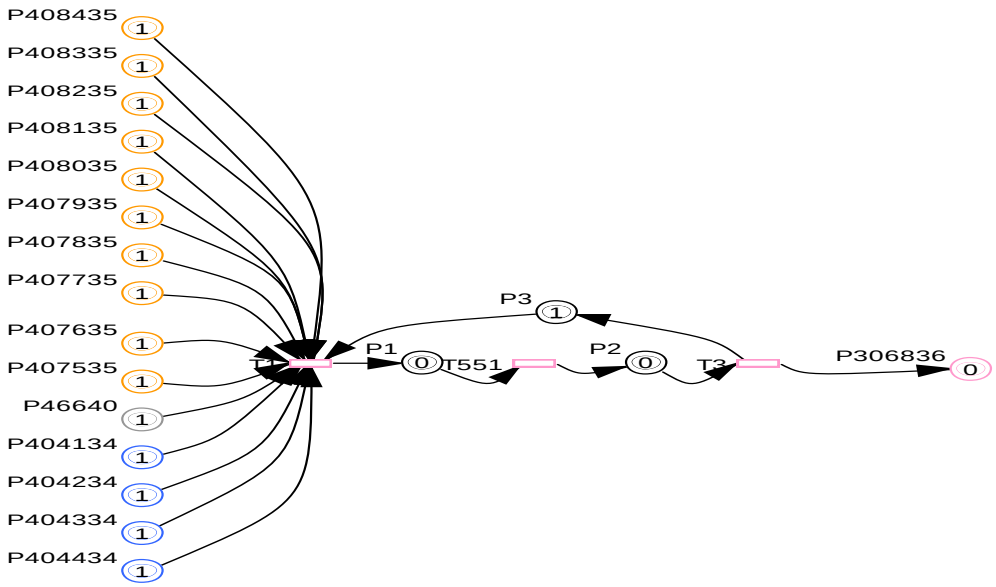
شكل رقم 6 : تمثيل لخطوط التركيب لأحد الأصناف.



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

بالاعتماد على التمثيل لخطوط السابق، نكون النموذج التالي:

شكل رقم 7 : نمذجة خطوط التركيب لأحد الأصناف.

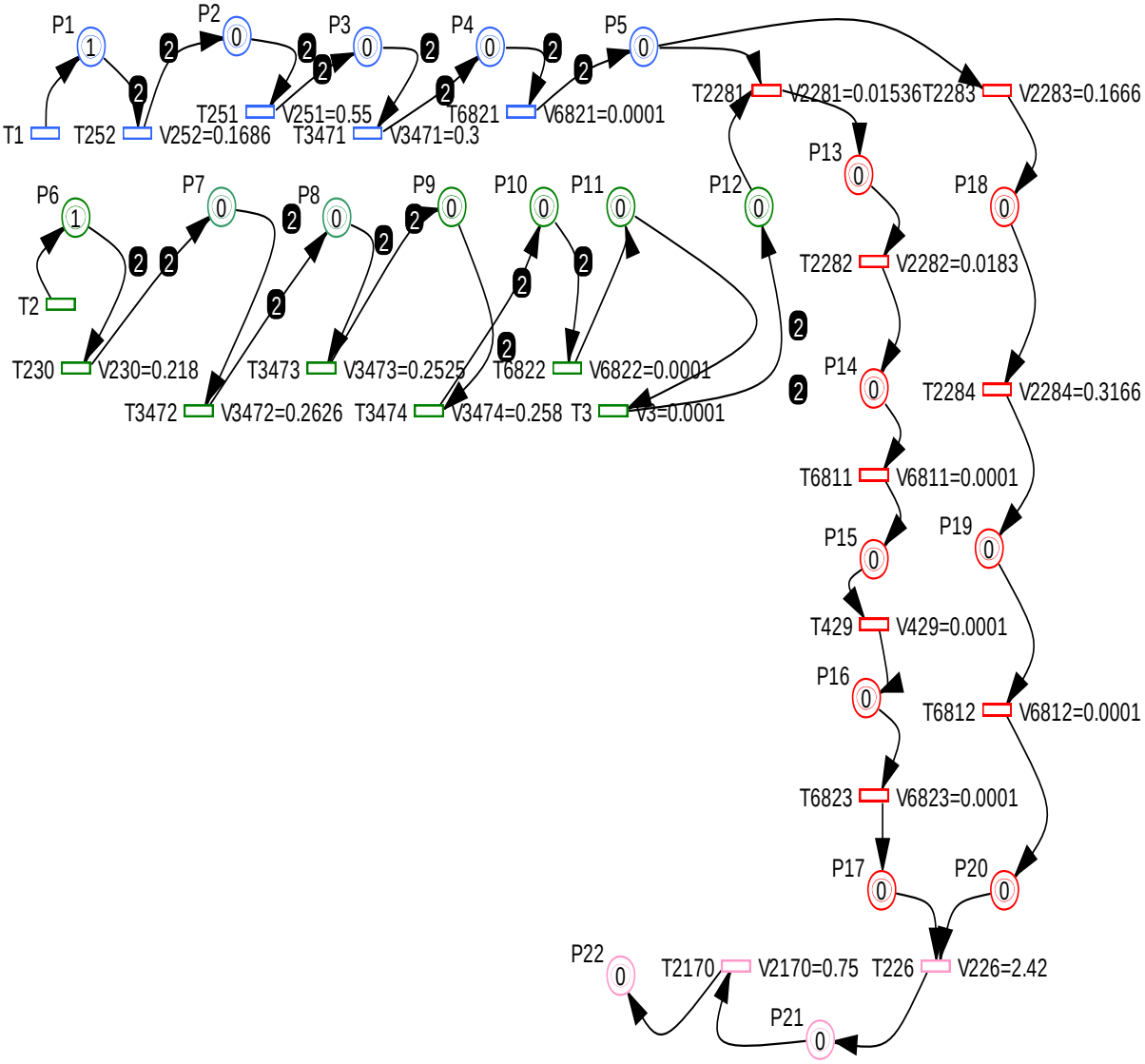


المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.

IV.3 نمذجة نظام التدفق المدفوع من خلال الجدولة:

على اعتبار أن قيادة العملية الإنتاجية في المدى القصير هي تطبيق للمستويات الأخرى عن طريق الجدولة، فنمذجة هذا النظام هي نمذجة لمراحل الجدولة واستخدام نوعين من القرارات: قرارات من نوع " UR " وأخرى من نوع " SP ". ولتوضيح كل هذا ندرج مثالا لأحد الأصناف التي تدخل في المنتوج النهائي " $CX100$ "، وليكن الصنف " $P_{0301636}=4354629TZ$ ". ويعتبر الصنف " $P_{0301636}=4354629TZ$ " من الأصناف التي يمر إنتاجها عبر ورشتين، يكون انطلاقه من ورشة الحدادة، ويمر بدوره بالورشات الثلاث، إنتاج قطعتين في ورشة التطريق " $P0501132$ " وقطعتين في ورشة المطالة " $P0503534$ "، ثم تلحم قطعة ناتجة من الورشة " $6F$ " ثم قطعة من الورشة " $6T$ "، وقطعة من الورشة " $6F$ " وقطعة من الورشة " $6T$ "، لنحصل على قطعتين من ورشة التلحيم " $P0400633$ " لتنقل إلى ورشة تركيب الجرارات لتركب ونحصل على المنتوج النهائي. وباستخدام شبكات بتري يمكن تحديد الجدولة من خلال النموذج التالي:

شكل رقم 8 :نمذجة نظام التدفق المدفوع من خلال الجدولة للصنف " $P_{0301636}=4354629TZ$



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على وثائق من المؤسسة محل الدراسة.0

IV. الخلاصة :

بنمذجة كل من خطوط الصنع وخطوط التركيب ثم نمذجة النظام ككل نكون قد نمذجنا نظام التدفق المدفوع. وهذا يعتبر خطوة إيجابية مساعدة للمسير بالدرجة الأولى في متابعة حركات مختلف الأصناف، فبمساعدة شبكات بتري حددنا بدقة المكونات الجزئية لكل صنف، وفصلناها عن باقي الأصناف. فكل قرص في الشبكة يشير إلى عدد المواد الأولية التي تدخل في الصنف، ضف إلى ذلك فكل سهم في الشبكة له وزن يعادل ما يأخذ من القرص. وعلى هذا نوصي المسير بالحرص دائما على:

1 –إدخال تقنيات كمية في التسيير حتى يتسنى لنا متابعة جميع المراحل التي يمر بها المنتوج وبالتالي التمكن بسهولة من حساب معايير التقييم،

2 –العمل على تطبيق، على الأقل، طريقة من الطرق الإنتاجية الحديثة وذلك للتمكن من مواكبة ما يحدث في السوق العالمي، ومن ثمة طرح أصناف مقبولة من حيث التكلفة وقت الإنتاج والجودة،

3 –على اعتبار أن النمذجة لحركة الأصناف في كل ورشة هو بمثابة فرز لعناصرها، وهذا ما يجعلنا نشجع الاعتماد على النمذجة وربطها بعدّة أقسام كقسم المحاسبة العامة، قسم المحاسبة التحليلية، قسم مراقبة الجودة،...

في الأخير، يتميز نظام التدفقات المدفوعة " *MRP* " بتخطيط مفصل للعملية الإنتاجية، ويمر بخمس مستويات، تمكن المسير من التوقع بالمبيعات المستقبلية والتقليل من مشاكل تسيير الإنتاج. ويقوم على إنتاج الصنف بكميات معينة وفي مواعيد محددة وفقا لخطة الإنتاج، ثم دفع هذا الإنتاج لحين وقت طلبه. لكن نجاحه يستلزم تدعيمه ببرامج إعلام آلي مرنة قادرة على التكيف مع المتغيرات الجديدة خاصة إذا ما كانت مراحل العملية الإنتاجية معقدة.

– الإحالات والمراجع:

1.Blondel.F. (1999). **Gestion de la production**. PARIS: Dunod.

2.CHARPENTIER.P. (1997). **Organisation et gestion de l'entreprise**. PARIS: Nathan.

3.DAYAN.A. (1999). **Manuel de gestion**, V2. PARIS: Ellipses.

4 .DIAZ.M, P. (1999). **les reseux de petri**. Récupéré sur www.daimi.au.dr./petri.nets

5.Doumeingts.G, V. (2OO1). **Gestion de production:principes** . France: Techniques de l'ingenieur.

6.Dupy, Y. l. (1989). **Les systemes de gestion: introduction au soft management**. Paris: Librairie.

7.JOFFER.P, S. (1989). **Encyclopédie de gestion**. PARIS: Economica.

8.LAMOURI.S, T. (2001). **Gestion de stock dans un contexte de demandes indépendantes**. FRANCE: Techniques de l'ingénieur.

9.MARIEL.S. (s.d.). **L'étudiant en réseaux de pétri**. Consulté le 1999, sur www.mec.utt.ro./draghici/brodubul

10.MONKS.J.P, P. (1993). **Gestion de la production et des opérations**, . PARIS: Copyright.

11.PROTH. J.M, X. (1995). **Les réseaux de petri pour la conception et gestion des systemes de production**. PARIS: MASSON.

12.م.ت ماضي. **إدارة الإنتاج والعمليات:** مدخل إتخاذ القرارات. القاهرة: الدار الجامعية.

13.ن مرسي محمد. (2002). **استيراتيجية الانتاج والعمليات: مدخل استيراتيجي** . الاسكندرية: الجامعة الجديدة.

14.م.يحياوي (2003-2004). **تحسين نظام الانتاج لزيادة فعالية المؤسسات الصناعية الجزائرية باستعمال الاساليب الكمية** . سطيف – الجزائر، جامعة عباس فرحات .

كيفية الاستشهاد بهذا المقال حسب أسلوب APA:

عفاف زهراوي (2021)، **نمذجة تسيير التدفقات الانتاجية المدفوعة بواسطة شبكات بتري** ، المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، المجلد 08(العدد 01)، الجزائر: جامعة قاصدي مرباح ورقلة، ص.ص 149-160.

يتم الاحتفاظ بحقوق التأليف والنشر لجميع الأوراق المنشورة في هذه المجلة من قبل المؤلفين المعنيين وفقا لـــ **رخصة المشاع الإبداعي نَسب المُصنَّف – غير تجاري – منع الاشتقاق 4.0 دولي** (CC BY-NC 4.0).

المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية مرخصة بموجب **رخصة المشاع الإبداعي نَسب المُصنَّف – غير تجاري – منع الاشتقاق 4.0 دولي (CC BY-NC 4.0)**.

The copyrights of all papers published in this journal are retained by the respective authors as per the **Creative Commons Attribution License**.
Algerian Review of Economic Development is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial license (CC BY-NC 4.0).