ASJP Algerian Scientific Journal Platform

- دراسات اقتصادية -

ISSN 2602-7925

https://www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/417

المجلد: 16 العدد: 01(2022) ص471-487

استخدام أسلوب البرمجة الخطية في اقتراح برنامج أمثل للإنتاج

دراسة حالة

linear programming method to suggest an optimal program for production, a case study

د. يسلي تنهينان

جامعة الجزائر 3 (الجزائر)

Yesli.tynhinane@univ-alger3.dz

معلومات المقال

تاريخ الارسال:
2021/08/09

تاريخ القبول:
2021/11/18

الكلمات المفتاحية:
- ✓ البرمجة الخطية
- ✓ النموذج الأمثل
- ✓ تحليل الحساسية

الملخص:

غالبا بعدما تقوم المؤسسات بتقدير الطلب على منتجاتها، فإنه من النادر جدا أن تجدها تتعادل مع طاقتها الإنتاجية المتاحة من حيث الكم والوقت، الأمر الذي يؤدي للتفكير في كيفية إحداث التوازن الذي يحقق الاستغلال الأمثل لمواردها المتاحة من أجل تفادي تحمل تكاليف الطاقات العاطلة مع تحقيق الطلب على منتجاتها. لذلك هدفت هذه الدراسة على محاولة اقتراح نموذج رياضي أمثل للإنتاج في المؤسسة الوطنية ملبنة ومجبنة بودواو باستخدام البرمجة الخطية، من أجل تحديد أحسن توفيقة للكميات المنتجة والتي تؤدي إلى تعظيم أرباح المؤسسة .

Article info

Received *09/08/2021*

Accepted *18/11/2021*

Keywords:
- ✓ *Linear programming*
- ✓ *Optimal Model Resolution*
- ✓ *Sensitivity analysis*

Abstract :

Often after Companies estimate the demand for their products, it is very rare to find them equivalent to their available production capacity in terms of quantity and time, which leads to thinking about how to create a balance that achieves optimal utilization of their available resources in order to avoid bearing the costs of idle energies while achieving the demand. Therefore, this study aimed to propose an optimal mathematical model for production over the Algerian "economic" establishment (LFB), using linear programming to settle the best match for the quantities produced, which leads to maximizing the profits of the establishment.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

مقدمة:

إن من بين أهم المشاكل التي تعاني منها المؤسسة مشكلة سوء استغلال الموارد المادية وعدم التحكم في الوقت المتاح مما يؤدي إلى ضعف الإنتاج، ولمواجهة مثل هذا النوع من المشاكل يمكن للمؤسسة استعمال بعض التقنيات الحديثة لحلها، ومن بين هذه الأساليب التي أثبتت نجاعتها والتي تعتبر وسيلة مساعدة على اتخاذ القرار نجد علم بحوث العمليات وعلى وجه الخصوص البرمجة الخطية التي تعرف "بأنها ذلك الأسلوب الرياضي الذي يهتم بالاستغلال الأمثل للموارد المحدودة وفقا لمعيار أفضلية معين" (الدين، 1997، صفحة 29)، "واختيار الحل الأمثل لتحقيق الأهداف المسطرة" (رابح، بحوث العمليات مع دراسة حالة، 2000).

"ويقصد باتخاذ القرار أنه العملية التي من خلالها يتم تحديد المشكلة والفرص والبدائل المتاحة لحلها ثم دراستها وتحليلها للوصول إلى حل تلك المشكلة" (المغربي، 2004، صفحة 145). لذلك قمنا باختيار نموذج البرمجة الخطية كموضوع لهذه الدراسة من خلال طرح الإشكالية التالية:

كيف يمكن لنموذج البرمجة الخطية كأسلوب من مساعدة مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو على اقتراح برنامج أمثل للإنتاج؟

وللإجابة على هذه الإشكالية قمنا بوضع الفرضيات التالية:

1- تعتبر البرمجة الخطية من بين الأساليب الأنسب في مثل هذا النوع من المسائل.

2- تعتبر البرمجة الخطية وسيلة مساعدة على اتخاذ القرار.

3- يفترض اختبار نموذج البرمجة الخطية لمعرفة مدى إمكانية الاعتماد عليه مستقبلا.

وتهدف الدراسة إلى إظهار أهمية التقنيات الكمية لبحوث العمليات من خلال محاولة اقتراح نموذج أمثل الذي يمكن من خلاله إتخاذ القرارات الإنتاجية، ومعرفة مدى صلاحيته مستقبلا. حيث اعتمدنا على معطيات مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو لسنة 2018، ومن أجل الحل والتحليل اعتمدنا على برنامج WinQSB. حيث قمنا بتقسم هذه الدراسة كما يلي:

1- تقديم مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو.

2- نمذجة الإنتاج بصياغة البرمجة الخطية للمؤسسة.

3- دراسة تحليل حساسية نتائج البرنامج الأمثل.

1. تقديم مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو (LFB)

تعد مؤسسة "ملبنة ومجبنة بودواو" (LFB) من أهم المؤسسات الاقتصادية على المستوى الوطني، التي تظهر أهميتها بقدرتها وتميزها في تعويض الاحتياج من البروتينات الحيوانية والكالسيوم في مجال نشاطها المتمثل في إنتاج الحليب ومشتقاته في الجزائر، والتي ترقى إلى المستوى العالمي نتيجة التحكم في تقنيات الإنتاج ولارتقاء منتجاتها للمقاييس العالمية. تتميز هذه المؤسسة بطاقة إنتاجية من الحليب ومشتقاته تتعدى 19118000 لتر /اليوم، وتعتبر ضمن المؤسسات الخمسة عشر التابعة لمجموعة (GIPLAIT) التي تقوم بإنتاج الحليب وتسويقه. كما يساهم المصنع ب 7% من الإنتاج الوطني (بودواو، 2018)، وذلك بإنتاج الحليب ومشتقاته المتنوعة.

1.1. تقديم أنواع المنتجات الخاصة بالمؤسسة وأسعارها:

نظرا لتغير تكلفة إنتاج المنتجات وأسعارها خلال السنة وذلك لتغير أسعار المواد الأولية المستعملة، وذلك راجع لتأثرها بقوى العرض والطلب للسوق (بالارتفاع والانخفاض)، وكذلك باختلاف الموردين قمنا بحساب متوسط التكاليف والأسعار لكل منتوج خلال سنة

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

2018، حيث تعتمد المؤسسة على طريقة التكاليف الكلية لحساب تكاليف منتجاتها، أم بالنسبة لأسعار المنتجات تقوم المؤسسة بقيام اجتماعات دورية لتحديد أسعار المنتجات وذلك على أساس تكاليف الفترة. قمنا بتلخيصها في الجدول التالي:

الجدول 01: تكلفة إنتاج وحدة واحدة للمنتجات وأسعارها j=1,.....11 **الوحدة: دج**

إسم المنتوج	المنتوج	تكلفة الوحدة للمنتوج	سعر الوحدة للمنتوج
حليب منزوع الزبدة جزئيا	x_1	21.30	23.20
حليب البقرة 100%	x_2	49.13	50
اللبن	x_3	45.07	54.74
الزبدة	x_4	392.27	549.99
القشدة	x_5	74.90	80
الجبن الأحمر	x_6	600.19	892.78
جبن طري مبستر 450 غ	x_7	209.52	273.70
جبن طري مبستر 900 غ	x_8	359.49	476
جبن طري مبستر 8 وحدة	x_9	51.95	76.05
جبن طري مبستر16 وحدة	x_{10}	104.15	154.70
جبن طري معقم 200 غ	x_{11}	111.85	139.23

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مصلحة المحاسبة لملبنة ومجبنة بودواو.

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن أغلى منتوج لهذه المؤسسة هو الجبن الأحمر ويعود ذلك لكون عملية إنتاجه تعتمد أساسا على مادة حليب البقر الذي يعتبر مورد محدود، وأرخص منتوج هو منتوج الحليب المنزوع الزبدة جزئيا ويعود ذلك لاعتباره منتوج مدعم لأنه ينتج أساسا من مادة بودرة الحليب المستورة والمدعمة من طرف الدولة.

2. نمذجة الإنتاج بصياغة البرمجة الخطية للمؤسسة

سنحاول في هذا الجزء استعمال طرق وأساليب البرمجة الخطية، للقيام بصياغة النموذج المفسر لظاهرة الإنتاج لمؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو وهذا من خلال تحديد هدف هذه الأخيرة، المتغيرات والقيود الفنية لها، للتمكن من تحديد طريقة توزيع الموارد المحدودة على عدد من الاستخدامات من أجل الاستغلال الأمثل لها.

1.2. صياغة نموذج البرمجة الخطية

تعتبر عملية النمذجة أهم محور في بحوث العمليات باعتبارها طريقة منهجية منظمة في بناء نموذج الذي هو عبارة عن "تمثيل لمكونات المشكلة أو النظام والعوامل المؤثرة والبيئة المحيطة وأسلوب الربط بين المتغيرات. ويعرض النموذج بعض الاستفسارات التي تحيط بالمشكلة أو النظام" (حجاب، مساهمة لتحديد متغيرات القرار المتعلقة بالمخزون الامثل لاستخدام بحوث العمليات في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية - دراسة حالة عينة من مؤسسات مطاحن القمح للفترة (2010-2012)، 2015/2014، صفحة 69). وحتى نتمكن من الصياغة الجيدة والتحكم الجيد في النموذج الرياضي، تم أخذ عينة لإحدى عشر منتوج من بين المنتجات المختلفة للمؤسسة، نظرا لعدم إنتاج كل

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

المنتجات بصفة دائمة ومستمرة خلال السنة، بل يكون إنتاج البعض من منتجاتها استثنائيا، وغالبا ما يكون إنتاجها بهدف تلبية طلبية ما عليها. لهذا أخذنا المنتجات الدائمة في العملية الإنتاجية للمؤسسة لبناء النموذج الرياضي.

قبل التطرق إلى صياغة النموذج الرياضي للمؤسسة، لا بد تحديد عنصرين مهمين للنموذج وهي كالتالي: (حجاب، صفحة 72):

الهدف: وهو النتيجة النهائية التي نرغب الوصول إليها وقد تكون تعظيم الأرباح أو تدنئة التكلفة.

المتغيرات: وهي مجموعة العناصر التي تفرض قيودا معينة على الحل.

وفي صياغة النموذج لا بد من ترميز المتغيرات والمؤشرات المرتبطة بالمسألة حتى يسهل فهمها والتعامل بها وفيما يخص مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو تم وضع الرموز التالية:

i : رقم المادة الأولية.

j : رقم المنتوج.

X_j : عدد الوحدات المنتجة من المنتوج j.

T : وقت العمل المتاح في السنة لإنتاج المنتجات.

T_j : وقت العمل المتاح لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج j.

t_j : الوقت المستغرق لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج j.

b_i : الكمية المتاحة من المادة الأولية i.

a_{ij} : كمية المادة الأولية i اللازمة لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج j.

D_j : كمية الإنتاج المطلوبة من المنتوج j.

C_j : تكلفة الوحدة الواحدة من المنتوج j.

- **صياغة دالة الهدف:**

تهدف أي وحدة إنتاجية إلى تحقيق أعلى مستوى من الكفاءة لمعظم منتجاتها، وذلك في حدود تسعيرة كل منتج من طرف المؤسسة المعنية. وبالنسبة لملبنة ومجبنة بودواو من بين الأهداف التي تسعى لها هو تحقيق الطلب على منتجاتها واستغلال الأمثل لمواردها المتاحة دون أن تأثر على الكفاءة الإنتاجية، وفي ظل القيود المفروضة عليها. وتكون الصيغة العامة لدالة الهدف على الشكل التالي: (رتول، بحوث العمليات، 2006، صفحة 12):

$$Max(Z) = \sum_{j=1}^{11} C_j \times X_j$$

- **تحديد قيود المسألة:**

تحتوي المسألة على مجموعة من القيود التي تتحكم في عملية الإنتاج، وتنقسم هذه القيود إلى مجموعات وذلك حسب طبيعتها، وهي تتمثل فيما يلي:

✓ **قيود استغلال المواد الأولية:**

ويقصد بهذه القيود كمية الاستهلاكات المسجلة من المواد الأولية المتاحة i، لإنتاج المنتجات j مع محدودية هذه المواد، أي يشترط أن يكون هذا الاستهلاك لا يتعدى الكمية الكلية المتاحة، التي تؤدي بنا إلى فرض قيود على كميات الإنتاج والتي يمكن التعبير عنها بالصيغة العامة التالية (رتول، بحوث العمليات، 2006، صفحة 12):

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

$$\sum_{j=1}^{11} a_{ij}X_J \leq b_i \quad (i = 1,2,\dots 13)$$

وفيما يلي سوف نضع كميات استهلاك المواد الأولية لإنتاج وحدة واحدة من المنتجات، مع العلم أن المؤسسة تقوم بإنتاج 11 منتوج باستخدام 13 مادة أولية كالتالي:

الجدول 02: استهلاكات من المواد الأولية للوحدة الواحدة وكمياتها المتاحة لمنتجات ملبنة ومجبنة بودواو الوحدة: كلغ

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	Disponibilités
Poudre de lait	0.0583						0.0970	0.157	0.0187	0.0397		2341650
Lait crue		1	1.01	3.50	0.18	10.66						6515241
Fromage. Cheddar							0.1099	0.198	0.0228	0.0489	0.097	2365119.84
Sel						0.022	0.0027	0.007	0.0019	0.0035	0.0047	128616
Ferments			0.0006		0.0200	0.0022						1423
Schotch	0.000004						0.0031	0.003	0.0007	0.0005	0.0003	7242
Alluminium							0.0071	0.012	0.002	0.0049		67355.3
Boites					1				1	1		1073715854
Etiquette				3	1	0.123			7.42	16.30		8626211
Polythyléne	0.0060	0.0062	0.005									854609.93
Cartons						0.117	0.0357	0.068	0.026	0.027	0.017	1015753
Sachet+sac				4		0.268	1	1				594295
Boites métalique											1	786458

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات الإنتاج لمؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو

وبالاعتماد على معطيات الجدول السابق تصاغ قيود استغلال الموارد الأولية كالتالي:

$$\begin{cases} 0.0583x_1 + 0.00970x_7 + 0.157x_8 + 0.0187x_9 + 0.0397x_{10} \leq 2341650 \\ x_2 + 1.01x_3 + 3.50x_4 + 0.18x_5 + 10.66x_6 \leq 6515241 \\ 0.1099x_7 + 0.198x_8 + 0.0228x_9 + 0.0489x_{10} + 0.097x_{11} \leq 2365119.84 \\ 0.022x_6 + 0.0027x_7 + 0.007x_8 + 0.0019x_9 + 0.0035x_{10} + 0.0047x_{11} \leq 128616 \\ 0.0006x_3 + 0.0200x_5 + 0.0022x_6 \leq 1423 \\ 0.000004x_1 + 0.0031x_7 + 0.003x_8 + 0.0007x_9 + 0.0005x_{10} + 0.0003x_{11} \leq 7242 \\ 0.0071x_7 + 0.012x_8 + 0.002x_9 + 0.0049x_{10} \leq 67355.3 \\ x_5 + x_9 + x_{10} \leq 1073715854 \\ 3x_4 + x_5 + 0.123x_6 + 7.42x_9 + 16.30x_{10} \leq 8626211 \\ 0.0060x_1 + 0.0062x_2 + 0.0005x_3 \leq 854609.93 \\ 0.117x_6 + 0.0357x_7 + 0.068x_8 + 0.026x_9 + 0.027x_{10} + 0.017x_{11} \leq 1015753 \\ 4x_4 + 0.268x_6 + x_7 + x_8 \leq 594295 \\ x_{11} \leq 786458 \end{cases}$$

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

✓ **قيود استغلال الوقت المتاح:**

ويقصد بهذه القيود الوقت المستغرق t_j، من أجل إنتاج وحدة واحدة من المنتجات j مع محدودية الوقت المتاح، أي يشترط أن يكون هذا الاستهلاك لا يتعدى الوقت الكلي المتاح T_j، والتي تؤدي بنا إلى فرض قيود على وقت الإنتاج. ويختلف وقت إنتاج المنتجات من منتوج لآخر وذلك حسب اختلاف نوع المنتوج، وزنه وطريقة إنتاجه.

كما تختلف عدد ساعات العمل المتاحة بمؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو، ويعود ذلك لاختلاف نوع ورشات الإنتاج وكذلك طبيعة الصيانة المتواجدة بها.

كما تم الاعتماد على وحدة الدقائق بدلا من الساعات في الحساب كوحدة قياس، ويعود ذلك لدقة وسرعة العملية الإنتاجية وهذا راجع لطبيعة نوع منتجاتها الحساسة (منتجات غذائية) وتعرضها لخطر سرعة التلف.

وفيما يلي طريقة حساب كل من الوقت المتاح والوقت المستغرق لإنتاج وحدة واحدة لكل منتوج من منتجات المؤسسة:

- **المنتج X_1 الحليب المبستر:**

تقوم ورشة الحليب بإنتاج هذا المنتوج ويتميز الخط الإنتاجي له بالاستمرارية، أي تعمل ورشة الحليب 24سا/24سا خلال الأسبوع أي 288 يوم في السنة، ومنه الوقت المتاح بالدقائق للسنة هو 414720 دقيقة. علما أن الكمية المتوقع إنتاجها في السنة وهي الكمية النظرية المتوقعة 144983989 لتر، بالتالي:

الوقت المستغرق لإنتاج وحدة واحدة من المنتوج X_1: د $\frac{414720}{144983989} = 0.002860$

بتطبيق نفس الطريقة السابقة على باقي المنتجات تحصلنا على الجدول التالي الذي يلخص الوقت المتاح والوقت المستغرق للوحدة الواحدة لكل منتوج:

الجدول 03: الوقت المتاح للإنتاج والوقت المستغرق لإنتاج وحدة الواحدة لكل منتوج الوحدة: الدقيقة

المنتج	الوقت المستغرق لإنتاج المنتوج j	الوقت المتاح لإنتاج المنتوج j
X_1	0.002860	414720
X_2	0.004430	46080
X_3	0.037028	103680
X_4	4.231836	103680
X_5	0.432	25920
X_6	11.0833	380160
X_7	0.90	115200
X_8	1.1239	115200
X_9	0.248812	115200
X_{10}	0.094117	115200
X_{11}	0.043677	138240

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على معطيات مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو والنتائج المتحصل عليها.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

بالاعتماد على الجدول أعلاه يمكن استخراج قيود استغلال الوقت المتاح كالتالي:

$$\begin{cases} 0.002860x_1 \leq 414720 \\ 0.004430x_2 \leq 46080 \\ 0.037028x_3 \leq 103680 \\ 4.231836x_4 \leq 103680 \\ 0.432x_5 \leq 25920 \\ 11.0833x_6 \leq 380160 \\ 0.90x_7 \leq 115200 \\ 1.1239x_8 \leq 115200 \\ 0.248812x_9 \leq 115200 \\ 0.094117x_{10} \leq 115200 \\ 0.043677x_{11} \leq 138240 \end{cases}$$

✓ **قيود تحقيق الطلب على المنتجات:**

بالاعتماد على معطيات الطلب على المنتجات تم صياغة القيود التالية التي تعني مراعاة تلبية الطلب عليها. وهي كالتالي:

$$\begin{cases} x_1 \geq 30000000 \\ x_2 \geq 850000 \\ x_3 \geq 60000 \\ x_4 \geq 24500 \\ x_5 \geq 60000 \\ x_6 \geq 34300 \\ x_7 \geq 126600 \\ x_8 \geq 102500 \\ x_9 \geq 90000 \\ x_{10} \geq 180000 \\ x_{11} \geq 200000 \end{cases}$$

✓ **قيد الحد الأقصى للتكاليف**

تقييد البرنامج بقيد التكلفة النظرية والمحسوبة على أساس القدرة الإنتاجية النظرية، (أي حساب الطرف الأيمن بضرب الكميات النظرية للطاقة الإنتاجية المتاحة في تكلفة الوحدة للمنتجات) فتحصلنا على القيد التالي:

$$21.30x_1 + 49.13x_2 + 45.07x_3 + 392.27x_4 + 74.90x_5 + 600.19x_6 + 209.52x_7 + 359.49x_8 + 51.95x_9 + 104.15x_{10} + 111.85x_{11} \leq 4132394570.9$$

✓ **قيد شرط عدم سالبية المتغيرات:**

$$x_{ij} \geq 0 \; et \; entier(j = 1,2,\dots,11 \; et \; i = 1,2,\dots,13)$$

ونظرا لاعتمادنا على مقياس الوحدات كوحدة قياس لكمية الإنتاج، إذن تكون متغيرات البرنامج عبارة عن أعداد صحيحة. ويقصد بالبرمجة العددية الصحيحة أنها تنص على ظهور كل أو بعض متغيرات في الحل الأمثل عبارة عن قيم صحيحة غير كسرية. وتنقسم مثل هذا النوع من المشكلات إلى ثلاثة أنواع وهي:

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة الكاملة، البرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة المختلطة، والبرمجة الخطية بالأعداد الصحيحة بالصفر أو الواحد. (العبد، 2004، صفحة 289/287)

2.2. عرض وتحليل النتائج:

بعد إدخال البرنامج السابق، في برنامج (WIN QSB) وحله تحصلنا على النتائج التالية:

- كميات الإنتاج المثلي لهذه المسألة هي:

$x_1 = 39465210$ $x_2 = 5804694$ $x_3 = 245900$ $x_4 = 24500$

$x_5 = 60000$ $x_6 = 34300$ $x_7 = 126600$ $x_8 = 102500$

$x_9 = 462989$ $x_{10} = 310007$ $x_{11} = 786458$

- الايراد الأمثل الذي يتناسب مع الوضعية المثلي: 1544293000 دج.

نلاحظ من خلال النتائج أعلاه أن مستوى الإنتاج الأمثل لهذا البرنامج، أن كميات الإنتاج المقترحة في الوضعية المثلى تحقق قيود الطلب على منتجات المؤسسة، مما يسمح لها بالوفاء في تقديم خدماتها وضمان شريحة الزبائن الحالية، وذلك في ظل مستوى استغلال أحسن للموارد، حيث سجلت انخفاض في قيمة الموارد الفائضة وغير المستغلة، من خلال ارتفاع الكميات المنتجة للمنتوجات والتي تفوق تلك المطلوبة، مع أدنى مستوى ممكن لتكاليف الإنتاج والتي لا تتعدى التكلفة النظرية المسموح بها، بالإضافة إلى كل هذه الأهداف المحققة يسمح البرنامج للمؤسسة بتحقيق إيراد أعلى.

نلاحظ أن كميات إنتاج المنتجات $(x_1، x_2، x_3، x_9، x_{10}، x_{11})$ تفوق كميات الطلب عليها.

كما نلاحظ أن كميات إنتاج المنتجات $(x_4، x_5، x_6، x_7، x_8)$ تتساوى مع مستوى الطلب عليها ويفسر ذلك أن المؤسسة لا تنتج هذه المنتجات بصفة مستمرة، بل تقوم بإنتاجها إلا في حالة الطلب عليها.

- **تحليل وضعية النشاط الأمثل للبرنامج**

قمنا بتفسير النتائج المتحصل عليها من خلال تحليل كل من وضعية الموارد ونسب استغلالها، وهي موضحة كما يلي:

✓ **المواد الأولية المستعملة في عملية الإنتاج:**

الجدول التالي يوضح الفرق بين الكميات المتاحة للمواد الأولية المستعملة في العملية الإنتاجية، والكميات المستعملة فعلا مع إظهار الفوائض ونسب الاستغلال، وهي كما يلي:

الجدول 04: فوائض المواد الأولية ونسب الاستغلال للبرنامج **الوحدة: كلغ**

المواد الأولية	الكمية المتاحة من الموارد	الكمية المستعملة فعلا	الكمية الفائضة من الموارد	نسبة الاستغلال
b_1	2341650	2341650	0	%100
b_2	6515241	6515241	0	%100
b_3	2365119.84	113066.3	2252053.54	%04.78
b_4	128616	7474.97	121141.03	%05.81
b_5	1423	1423	0	%100
b_6	7242	1572.85	5669.15	%21.71
b_7	67355.3	4573.87	62781.43	%06.79

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

b_8	6000107371	832996	1072883004	%00.07
b_9	8626211	8626211	0	%100
b_{10}	854609.93	274009.9	580600.03	%32.06
b_{11}	1015753	49280.41	966472.59	%04.85
b_{12}	594295	336292.4	258002.6	%56.58
b_{13}	786458	786458	0	%100

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 01.

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن نسبة استغلال المواد الأولية التي تدخل في إنتاج المنتجات جيدة، حيث سجلت البعض منها استغلالا كاملا للمواد بنسبة 100% والمتمثلة في:

b_1 : بودرة الحليب = وهي مادة مدعمة وموفرة من طرف الدولة، ويعود ذلك في أنها تدخل في إنتاج منتوج ضروري ألا وهو الحليب المبستر الذي يحتوي على أكبر نسبة طلب من الزبائن بالمقارنة بالمنتجات الأخرى، فلا بدى استغلالها استغلالا أمثل نظرا لتكلفتها العالية.

b_2 : حليب البقر = وهي مادة محدودة يتم تجميعها من مربي الأبقار، الذين هم محدودون في سوق العرض فهي مادة نادرة يصعب الحصول عليها، كما أن توفرها مرتبط بإنتاجية الأبقار مما يزيد في ندرتها. وإضافة على ذلك فهي تعتبر مادة جد حساسة ومعرضة للتلف لا بد من استغلالها استغلالا أمثل.

أما فيما يخص المواد الأولية b_5 : الخمائر و b_9 : لاصقات، و b_{13} : علب الحديد فتعتبر مواد يصعب الحصول عليها، لذلك يتم اقتنائها بكميات مدروسة حسب الحاجة.

✓ **موارد الوقت المتاح لخطوط الإنتاج:**

الجدول الموالي يوضح الوقت المتاح للإنتاج، الوقت المستغل خلال الإنتاج، مع نسبة الاستغلال لهما كما يلي:

الجدول 05: فوائض مورد الزمن ونسب الاستغلال للبرنامج الوحدة: الدقيقة

المورد	الوقت المتاح للإنتاج	الوقت المستغل فعلا للإنتاج	الوقت الفائض	نسبة الاستغلال
T_1	414720	110502.6	304217.4	%26.64
T_2	46080	25540.65	20539.35	%55.42
T_3	103680	9098.3	94581.7	%08.77
T_4	103680	103679.1	0.9	%99.99
T_5	25920	25920	0	%100
T_6	380160	380157.2	2.8	%99.99
T_7	115200	113940	1260	%98.90
T_8	115200	115199.8	0.2	%99.99
T_9	115200	115191.7	8.3	%99.99
T_{10}	115200	29171.66	34289.57	%25.32
T_{11}	138240	34289.57	103950.43	%24.80

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 01.

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن نسبة استغلال الوقت المتاح وبصفة عامة هي نسب جيدة وتقارب 100% كنسبة استغلال، ما عدى الموارد التالية:

T_1 ، T_2 ، T_3 ، T_{10} ، T_{11} : التي نسب استغلالها لا تتعدى 60%، وذلك راجع لنفاذ المواد الأولية التي تدخل في تركيبة العملية الإنتاجية للمنتجات. لذلك لا يمكن استمرار العملية الإنتاجية في الوقت الفائض وذلك لعدم وفرة المواد المستعملة.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

وعليه يمكن تلخيص نسب الاستغلال للموارد المتاحة (المواد الأولية والوقت المتاح للإنتاج) للبرنامج المقترح ومقارنتها بالنسبة للنموذج الفعلي المحقق للمؤسسة والموضحة في الجدول التالي:

جدول 06: جدول مقارن بين نسب استغلال الموارد الفعلي للمؤسسة ونتائج البرنامج المقترح

الموارد		البرنامج الفعلي	البرنامج المقترح	الموارد		البرنامج الفعلي	البرنامج المقترح
		نسبة الاستغلال %				نسبة الاستغلال %	
المواد الأولية المستعملة في انتاج المنتجات	b_1	% 76.18	%100	مورد الوقت المتاح لإنتاج المنتجات	T_1	%20.25	**%26.64**
	b_2	% 21.07	%100		T_2	%08.11	**%55.42**
	b_3	% 02.31	%04.78		T_3	%02.14	**%08.77**
	b_4	% 02.76	%05.81		T_4	%99.99	**%99.99**
	b_5	% 92.16	%100		T_5	% 100	**%100**
	b_6	% 14.26	%21.71		T_6	%99.99	**%99.99**
	b_7	% 04.73	%06.79		T_7	%98.90	**%98.90**
	b_8	% 00.03	%00.07		T_8	%98.90	**%99.99**
	b_9	%43.35	%100		T_9	%19.43	**%99.99**
	b_{10}	% 21.71	%32.06		T_{10}	%14.70	**%25.32**
	b_{11}	% 02.56	%04.85		T_{11}	%06.30	**%24.80**
	b_{12}	%56.58	%56.58				
	b_{13}	% 25.43	%100				

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج المقترح لمخرجات برنامج (Win QSB).

من خلال مقارنة النسب المبينة في الجدول أعلاه للنموذجين، نلاحظ تحسن نسب استغلال الموارد (المواد الأولية المستعملة والوقت المتاح للإنتاج) في النموذج المقترح أي ارتفاعها. وتعتبر نسبة الاستغلال فيها أمثل من تلك المتعلقة بوضعية البرنامج الفعلي. بالتالي نستنتج أن هذه النسب تأكد أن النموذج المقترح، يحقق هدف ترشيد الطاقة الإنتاجية.

3. دراسة تحليل حساسية نتائج البرنامج الأمثل

إن مختلف العوامل التي تم تحديدها في النموذج قد تتغير في المدى القصير والمدى المتوسط، لذلك يجب دراسة وتوقع هذه التغيرات وتهيئة الحلول اللازمة حتى يتحقق هدف المرونة بعد تحقيق هدف الآجال، الأمر الذي يستدعى القيام بدراسة حساسية نتائج الوضعية المثلى المتحصل عليها. ويقصد بدراسة تحليل الحساسية "أن من خلاله يمكن معرفة إلى أي حد يمكن للحل أن يتغير إذا ما حدث تغير في النموذج أو في البيانات المدخلة" (وآخرون، صفحة 47/46). وتسمى كذلك بتحليل ما بعد الأمثلية، وهي "عبارة عن طريقة يتم بواسطتها اختيار كيفية تغير نتيجة معينة إذا لم يتم تحقيق البيانات الأصلية المخططة أو إذا ما تغير افتراض أساسي معين" (محمد، 2005، صفحة 214).

وقد تكون أنواع التأثيرات الممكنة أن تطرأ على النموذج كالتالي (رندر، صفحة 223):

- التغير في معاملات متغيرات القرار في دالة الهدف
- التغيرات في قيم الطرف الأيمن للقيود
- التغير في سعر الظل

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- إضافة متغير جديد
- إضافة قيد جديد
- التغير في معاملات متغيرات القرار في القيود

1.3. دراسة حساسية معاملات دالة الهدف

يوجد مجال يمكن أن تتغير فيه (التكلفة/السعر) الأحادية لكل منتج من المنتجات دون أن تأثر على البرنامج الأمثل الحالي، ويختلف التأثير على دالة الهدف حسب نوع التغيير الذي يطرأ عليها، من خلال نتائج البرنامج ودراسة تحليل الحساسية لمعاملات دالة الهدف نلاحظ أن مجال تغيير معاملات دالة الهدف يأخذ الشكل المبين في الجدول التالي:

الجدول 07: مجالات تغير معاملات دالة الهدف للمسألة الذي يحافظ على الإنتاج الأمثل

المنتوج	تكلفة الوحدة الواحدة (دج)	الحد الأعلى للزيادة والذي يحافظ على الإنتاج الأمثل	الحد الأدنى للانخفاض والذي يحافظ على الإنتاج الامثل
x_1	23.2	164.5022	0
x_2	50	52.3548	0
x_3	54.74	148.33604	52.374
x_4	549.99	$+\infty$	200.5647
x_5	80	158.8550	$-\infty$
x_6	892.78	$+\infty$	549.5948
x_7	273.7	$+\infty$	38.6003
x_8	476	$+\infty$	59.6913
x_9	76.05	$+\infty$	63.9743
x_{10}	154.7	181.2276	15.7983
x_{11}	139.23	$+\infty$	0

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 02.

يعرض لنا الجدول أعلاه المجالات التي تسمح بمعاملات متغيرات دالة الهدف بالتغير فيها دون المساس بالوضعية المثلى للإنتاج التي يمكن تلخيصها كالتالي:

x_1، x_2، x_3، x_{10} معاملات هذه المتغيرات تحتوى على مجالات من الشكل: [a ; b].

x_4، x_6، x_7، x_8، x_9، x_{11} بالنسبة لمعاملات هذه المتغيرات تحتوى على مجالات من الشكل:]$-\infty$; a].

x_5 أما معامل هذا المتغير يأخذ شكل مجال تغيره كالتالي: [b ; $+\infty$ [.

2.3. دراسة حساسية الطرف الأيمن للقيود

سوف نقوم بدراسة حالة التغيرات التي تطرأ على الجانب الأيمن للقيود الفنية، وقبل ذلك سنتطرق أولا إلى تحليل أسعار الظل للموارد كما يلي:

- **تحليل قيم أسعار الظل للموارد:**

كما هو معروف فان سعر الظل هو التغير الذي يحصل في قيمة دالة الهدف، نتيجة لزيادة في كمية استخدام الموارد المتاحة لها بوحدة واحدة.

من الملحق رقم 03، نلاحظ أن أغلبية أسعار الظل (y_i) للموارد المستعملة في النشاط الإنتاجي للمؤسسة هي قيم معدومة $(y_i = 0)$، وهذا ما يدل على أن كميات هذه الموارد هي فائضة عن حاجة المؤسسة في تحقيق برنامج الإنتاج الأمثل في الوقت الحالي، وأي تغير في

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

هذه الموارد في حدود ما لانهاية (بالزيادة)، وهو المبين في العمود الأخير (Allowable Max. RSH) في الملحق رقم 03 لن تؤدي إلى تغير سعر الظل لهذه المواد، بالتالي يمكن الاستنتاج أن هذه الموارد تعتبر غير نادرة في الظروف الحالية للمؤسسة، لذلك يجب على المؤسسة إما محاولة تخفيض كميات الموارد التي تقتنيها بالشكل الذي يتناسب مع البرنامج الإنتاجي الأمثل أو البحث عن طريقة لزيادة كميات الإنتاج لمحاولة امتصاص الفائض من هذه الموارد.

أما الموارد التي تحتوي على أسعار ظلها (y_i)، للموارد المستعملة في النشاط الإنتاجي للمؤسسة التي قيمها غير معدومة $(y_i \neq 0)$، في هذه الحالة يدل أن كميات الموارد المتاحة لها تكون محدودة لدى المؤسسة، ولا بد من التغير في كميات هذه الموارد يجب أن يكون في حدود المجال المقترح في العمودين الأخيرين في الملحق رقم 03 حتى تبقى المؤسسة في الوضعية المثلى للإنتاج. وعليه نستخلص أن هذه الموارد تعتبر بمثابة موارد نادرة لها لا بد من الحفاظ عليها بالاستغلال الأمثل لها فمثلا بالنسبة للمورد $C_5 = 7066.67$ (Ferments)، هذا يعني أن في حالة زيادة استعمال المورد النادر بمقدار وحدة واحدة فإنه يحقق إيرادا قدره 7066.67 دج.

أما بالنسبة للموارد التي تحتوى على أسعار ظلها على قيم سالبة مثلا: المورد $C_{32} = -78.8550$ (الوقت المتاح لإنتاج المنتوج x_{10})، يقصد في هذه الحالة أن زيادة استعمال المورد النادر بمقدار وحدة واحدة فإنه يخفض من قيمة الايراد بـ 78.8550 دج.

- **حالة التغير في قيود استغلال المواد الأولية:**

من خلال الملحق رقم 03 قمنا بتلخيص مجالات الانخفاض والزيادة المسموحة بها في كمية المواد الأولية المتاحة بالشكل الذي يحافظ على الحل الأمثل كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول 08: مجالات تغير كميات المواد الأولية والتي تحافظ على أسعار ظلها(y_i)

المادة الأولية	الكمية الفعلية المتاحة من المادة الأولية (كلغ)	الحد الأعلى للزيادة والذي يحافظ على أسعار الظل	الحد الأدنى للانخفاض والذي يحافظ على أسعار الظل
C_1	2341650	7983147	1789282
C_2	6515241	1770547	1560547
C_3	2365120	+ ∞	113066.3
C_4	128616	+ ∞	7474.9770
C_5	1423	2955.4600	1311.4600
C_6	7242	+ ∞	1572.8590
C_7	67355.3	+ ∞	4573.8710
C_8	1073716000	+ ∞	833024
C_9	8626211	23524380	6507179
C_{10}	854609.9	+ ∞	274009.9
C_{11}	1015753	+ ∞	49280.56
C_{12}	594295	+ ∞	336292.4
C_{13}	786458	3165052	200000

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 03.

من الجدول أعلاه يمكن استنتاج ما يلي:

المواد الأولية التالية C_3، C_4، C_6، C_7، C_8، C_{10}، C_{11}، C_{12}، يمكن زيادتها إلى ما لانهاية وتخفيضها إلى الحد الأدنى الموجود في العمود الرابع على اليسار للجدول أعلاه، بدون أن يؤدي ذلك إلى تغيير في أسعار ظلها (y_i) والمساوية للصفر. ويقصد من ذلك أن

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

هذه المواد كما سبق التفسير أنها فائضة وعلى المؤسسة تخفيض كمياتها إلى الحدود الدنيا المتواجدة في الجدول أعلاه، وبالتالي فعلى المؤسسة البحث في كيفية استغلال هذه الطاقة الفائضة، فمثلا زيادة في كميات الإنتاج إن أمكن ذلك.

أما فيما يخص المواد الأولية التالية: C_1، C_2، C_5، C_9، C_{13} فهي محدودة في كلتا الجهتين، حيث على المؤسسة احترام مجال التغير في حالة الزيادة أو النقصان في كميات الاستعمال حتى تبقى أسعار ظلها (y_i) في نفس قيمتها. على سبيل المثال سعر الظل للمورد $C_2 =$ 50، ويقصد به أن في حالة زيادة كمية استخدام المورد بوحدة واحدة، يؤدي ذلك إلى زيادة الإيراد بقيمة 50 دج. ونفس الشيء بالنسبة للموارد الأخرى.

- **حالة تغير في قيود الوقت المتاح:**

من الملحق رقم 03 سوف نعرض مجالات تغير الوقت المتاح لكل المنتجات، حيث أن هذا التغير يحافظ على الوضعية المثلى للمؤسسة كما يبينه الجدول التالي:

الجدول 09: مجال التغير للوقت المتاح للإنتاج مع الحفاظ على الوضعية المثلى **الوحدة: الدقيقة**

المورد الزمني	الوقت الفعلي المتاح	الحد الأعلى للزيادة والذي يحافظ على أسعار الظل	الحد الأدنى للانخفاض والذي يحافظ على أسعار الظل
C_{14}	414720	110502.6	+ ∞
C_{15}	46080	25540.65	+ ∞
C_{16}	103680	9098.305	+ ∞
C_{17}	103680	103679.1	+ ∞
C_{18}	25920	25920	+ ∞
C_{19}	380160	380157.2	+ ∞
C_{20}	115200	113940	+ ∞
C_{21}	115200	115199.8	+ ∞
C_{22}	115200	115194.4	+ ∞
C_{23}	115200	29171.19	+ ∞
C_{24}	138240	34289.57	+ ∞

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 03.

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن المورد الزمني لإنتاج المنتجات كلها غير مقيدة بالزيادة، بالتالي يمكن للمؤسسة استغلال هذه الفرصة واستثمار هذا المورد لمضاعفة وقت العمل إن أمكن ذلك، لهذا قيمة أسعار ظلها مساوية للصفر مع عدم تخفيض وقت الإنتاج تحت المستوى الأدنى المذكور في الجدول أعلاه.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- **حالة التغير في قيود تحقيق الطلب:**

في حالة حدوث تغير في قيود الطلب على المنتجات، يكون تأثير ذلك على البرنامج الإنتاجي الأمثل كالتالي:

الجدول 10: مجال التغير في قيود الطلب مع الحفاظ على الوضعية المثلى **الوحدة: اللتر**

المنتوج	الحد الأدنى الفعلي للإنتاج	الحد الأعلى للزيادة والذي يحافظ على قيمة دالة الهدف	الحد الأدنى للانخفاض والذي يحافظ على قيمة دالة الهدف
x_1	30000000	39465210	$-\infty$
x_2	90000	463000	$-\infty$
x_3	180000	310002	$-\infty$
x_4	200000	786458	$-\infty$
x_5	102500	102500	$-\infty$
x_6	126600	126600	$-\infty$
x_7	34300	34300	$-\infty$
x_8	60000	60000	0
x_9	24500	24500	$-\infty$
x_{10}	60000	245900	$-\infty$
x_{11}	850000	5804694	$-\infty$

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على وثائق مؤسسة ملبنة ومجبنة بودواو ونتائج البرنامج لمخرجات برنامج (Win QSB) للملحق 03.

يبين الجدول أعلاه أن أغلب قيود تحقيق الطلب مقيدة بالحد الأعلى للزيادة، ويقصد بذلك أن المؤسسة لا تستطيع أن ترفع من كميات الإنتاج للمنتجات فوق المستوى الموجود في الجدول أعلاه، وذلك راجع لكون المنتجات ذات الطابع الغذائي سريع التلف وذات مدة استهلاك محدودة. وعليه فأي إنتاج يفوق المستوى المحدد في البرنامج يؤدي ذلك لخسارة المؤسسة بسبب محدودية الطلب عليها، بالتالي فالمؤسسة تبحث عن تلبية طلب في هذه الحالة. أما فيما يخص الجانب الأدنى للانخفاض في كميات الإنتاج، فالمؤسسة غير مقيدة بذلك أي يمكنها تخفيض مستوى إنتاجها إلى ما لانهاية ما عدى بالنسبة للمنتج x_8 وقيمته 0 حيث يمكن للمؤسسة عدم إنتاجه.

- **حالة التغير في قيد التكلفة:**

أما بالنسبة للقيد الأخير الذي يمثل قيد التكلفة للمؤسسة فحسب الملحق رقم 03، نلاحظ أن قيمة سعر الظل هذا الأخير معدومة وهو غير مقيد من الحد الأعلى، أي أن بإمكانية ارتفاع التكاليف إلى ما لانهاية كما أنها تحتوي على حد أدنى تقوم عليه النشاط الإنتاجي.

خاتمة:

أظهرت لنا هذه الدراسة الأهمية الكبيرة التي تكتسبها تقنية البرمجة الخطية والتي يتم استخدامها من قبل المسؤولين لبناء مختلف القرارات الإنتاجية والإدارية من أجل تخطيطها وترشيدها على مستوى المؤسسة، كما تتيح لمتخذ القرار مرونة في تعديل الخطط الإنتاجية التي تتسم بالمرونة اتجاه الظروف المتقلبة. واستخلصت بمجموعة من النتائج المهمة وهي كالتالي:

- أغلبية الموارد المستعملة من طرف المؤسسة في العملية الإنتاجية، هي عبارة عن مواد غير نادرة، ومتواجدة بصفة فائضة غير مستغلة استغلالا كاملا.
- احتواء المؤسسة على إمكانيات ضخمة من موارد أولية، موارد زمنية، موارد مادية تمثلت في ورشات مغلقة وآلات ذات طاقات إنتاجية هائلة غير مستغلة.
- ساهم البرنامج الخطي المصاغ في تحديد الوضعية المثلى للإنتاج مع تحديد المستوى الأمثل لتكاليف الإنتاج من خلال ضبط وحصر التوليفات المثلى في العملية الإنتاجية

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

التوصيات

- إعطاء أهمية أكثر للتقنيات الكمية وأساليب التحليل الكمي والاعتماد عليها في عملية بناء القرارات الإنتاجية والإدارية.
- البحث في طريقة استغلال أحسن للموارد الفائضة وذلك إما بالتخفيض في كميات اقتنائها، أو التوجه نحو كيفية استغلالها مثل توسيع نشاطها الإنتاجي.
- بالنسبة لتكاليف الإنتاج، تقوم المؤسسة باجتماعات خاصة تكون بشكل دوري خلال السنة، لتحديد سعر بيع المنتجات بالاعتماد على تكاليف تلك الفترة، لذلك نقترح على المؤسسة استعمال نظام التعاقد بالطلبيات مع مورديها، وذلك بما يسمح به قانون الصفقات العمومية الساري المفعول، وتخصيص الاجتماعات في الحالات الظرفية فقط.
- القيام بدورات تحسيسية للموظفين وعمال المؤسسة خاصة ذات الصلة المباشرة بالنشاط الإنتاجي لها، وحثهم على مبدئ الكفاءة في العمل من خلال تطبيق نظام الحوافز لرفع الروح المعنوية لديهم، ودفعهم بالاهتمام أكثر بجودة أعمالهم.

قائمة المراجع:

- **المؤلفات:**

- فريد عبد الفتاح زين الدين، (1997)، بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات (الجزء الأول)، مصر، دار الكتب، ص29.
- بوقرة رابح، (2000)، بحوث العمليات مع دراسة حالة (الجزء الأول)، جامعة المسيلة، الجزائر، ص20.
- عبد الحميد عبد الفتاح المغربي، (2004)، الإدارة: الأصول العلمية والتوجهات المستقبلية لمدير القرن الواحد والعشرين، مصر، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع، ص145.
- محمد رتول، (2006)، بحوث العمليات، الجزائر، ديوان المطبوعات الجامعية (الطبعة الثانية، ص12.
- جلال إبراهيم العبد، (2004)، استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، مصر، دار الجامعة الجديدة للنشر، ص287-289.
- باري رندر وآخرون، نمذجة القرارات وبحوث العمليات باستخدام صفحات الانتشار الالكتروني، تعريب: مصطفى مصطفى موسى، تقديم: يحي عبد العظيم المشد، السعودية، دار المريخ، الرياض، 2007، ص ص 46-47.
- منير شاكر محمد، إسماعيل إسماعيل، عبد الناصر نور، التحليل المالي: مدخل صناعة القرارات، دار وائل للنشر، الأردن، 2005، ص214.

- **الأطروحات:**

- عيسى حجاب، (2014/2015)، أطروحة دكتوراه بعنوان: مساهمة لتحديد متغيرات القرار المتعلقة بالمخزون الأمثل لاستخدام بحوث العمليات في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية –دراسة حالة عينة من مؤسسات مطاحن القمح للفترة (2010-2012)، تخصص اقتصاد تطبيقي، جامعة محمد خيضر بسكرة، الجزائر، ص69.

- **مواقع الانترنيت:**

- الموقع الرسمي لبلدية بودواو –الجزائر-: http://apcboudouaou.edihosts.com ، 2018/10/23 ، 16:45.

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الملاحق:

الملحق 01 حل البرنامج

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
X1	39 465 210,0000	23,2000	915 593 000,0000	0	basic
X2	5 804 694,0000	50,0000	290 234 700,0000	0	basic
X3	245 900,0000	54,7400	13 460 570,0000	0	basic
X4	24 500,0000	549,9900	13 474 760,0000	0	basic
X5	60 000,0000	80,0000	4 800 000,0000	0	basic
X6	34 300,0000	892,7800	30 622 360,0000	0	basic
X7	126 600,0000	273,7000	34 650 420,0000	0	basic
X8	102 500,0000	476,0000	48 790 000,0000	0	basic
X9	462 989,0000	76,0500	35 210 320,0000	0	basic
X10	310 007,0000	154,7000	47 958 080,0000	-26,5276	at bound
X11	786 458,0000	139,2300	109 498 500,0000	0	basic
Objective	Function	(Max.) =	1 544 293 000,0000		

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
C1	2 341 650,0000	<=	2 341 650,0000	0	397,9417
C2	6 515 241,0000	<=	6 515 241,0000	0	50,0000
C3	113 066,3000	<=	2 365 120,0000	2 252 053,0000	0
C4	7 474,9760	<=	128 616,0000	121 141,0000	0
C5	1 423,0000	<=	1 423,0000	0,0000	0
C6	1 572,8540	<=	7 242,0000	5 669,1460	0
C7	4 573,8730	<=	67 355,3000	62 781,4300	0
C8	832 996,0000	<=	1 073 716 000,0000	1 072 883 000,0000	0
C9	8 626 211,0000	<=	8 626 211,0000	0	10,1490
C10	274 009,9000	<=	854 609,9000	580 600,1000	0
C11	49 280,4100	<=	1 015 753,0000	966 472,6000	0
C12	336 292,4000	<=	594 295,0000	258 002,6000	0
C13	786 458,0000	<=	786 458,0000	0	139,2300
C14	110 502,6000	<=	414 720,0000	304 217,4000	0
C15	25 540,6500	<=	46 080,0000	20 539,3500	0
C16	9 098,3000	<=	103 680,0000	94 581,7000	0
C17	103 679,1000	<=	103 680,0000	0,8981	0
C18	25 920,0000	<=	25 920,0000	0	140,8587
C19	380 157,2000	<=	380 160,0000	2,8225	0
C20	113 940,0000	<=	115 200,0000	1 260,0030	0
C21	115 199,8000	<=	115 200,0000	0,2443	0
C22	115 191,7000	<=	115 200,0000	8,3415	0
C23	29 171,6600	<=	115 200,0000	86 028,3400	0
C24	34 289,5700	<=	138 240,0000	103 950,4000	0
C25	39 465 210,0000	>=	30 000 000,0000	9 465 210,0000	0
C26	462 989,0000	>=	90 000,0000	372 989,0000	0
C27	310 007,0000	>=	180 000,0000	130 007,0000	0
C28	786 458,0000	>=	200 000,0000	586 458,0000	0
C29	102 500,0000	>=	102 500,0000	0	0
C30	126 600,0000	>=	126 600,0000	0	0
C31	34 300,0000	>=	34 300,0000	0	0
C32	60 000,0000	>=	60 000,0000	0	0
C33	24 500,0000	>=	24 500,0000	0	0
C34	245 900,0000	>=	60 000,0000	185 900,0000	0
C35	5 804 694,0000	>=	850 000,0000	4 954 694,0000	0
C36	1 379 245 000,0000	<=	4 132 394 000,0000	2 753 149 000,0000	0

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

الملحق 02 تحليل الحساسية لمعاملات دالة الهدف للبرنامج

Decision Variable	Solution Value	Reduced Cost	Unit Cost or Profit C(j)	Allowable Min. C(j)	Allowable Max. C(j)
X1	39 465 210,0000	0	23,2000	0	155,4667
X2	5 804 694,0000	0	50,0000	0	55,5003
X3	245 900,0000	0	60,0000	54,4744	148,3360
X4	24 500,0000	0	549,9900	200,5647	M
X5	60 000,0000	0	150,0000	-M	334,1882
X6	34 300,0000	0	892,7800	568,8815	M
X7	126 600,0000	0	273,7000	38,6003	M
X8	102 500,0000	0	400,0000	59,6913	M
X9	463 000,0000	0	76,0500	63,9743	M
X10	310 002,0000	0	154,7000	15,7983	181,2276
X11	786 458,0000	0	139,2300	0	M

الملحق 03 تحليل الحساسية للقيود الفنية للبرنامج

Constraint	Direction	Shadow Price	Right Hand Side	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
C1	<=	397,9417	2 341 650,0000	1 789 828,0000	7 983 147,0000
C2	<=	50,0000	6 515 241,0000	1 560 547,0000	7 110 547,0000
C3	<=	0	2 365 120,0000	113 066,3000	M
C4	<=	0	128 616,0000	7 474,9770	M
C5	<=	15 833,3300	1 423,0000	1 311,4600	2 955,4600
C6	<=	0	7 242,0000	1 572,8590	M
C7	<=	0	67 355,3000	4 573,8710	M
C8	<=	0	1 073 716 000,0000	833 024,0000	M
C9	<=	8,5216	8 626 211,0000	6 507 179,0000	23 524 380,0000
C10	<=	0	854 609,9000	274 009,9000	M
C11	<=	0	1 015 753,0000	49 280,5600	M
C12	<=	0	594 295,0000	336 292,4000	M
C13	<=	139,2300	786 458,0000	200 000,0000	3 165 052,0000
C14	<=	0	414 720,0000	110 502,6000	M
C15	<=	0	46 080,0000	25 540,6500	M
C16	<=	0	103 680,0000	9 098,3050	M
C17	<=	0	103 680,0000	103 679,1000	M
C18	<=	0	25 920,0000	25 920,0000	M
C19	<=	0	380 160,0000	380 157,2000	M
C20	<=	0	115 200,0000	113 940,0000	M
C21	<=	0	115 200,0000	115 199,8000	M
C22	<=	0	115 200,0000	115 194,4000	M
C23	<=	0	115 200,0000	29 171,1900	M
C24	<=	0	138 240,0000	34 289,5700	M
C25	>=	0	30 000 000,0000	-M	39 465 210,0000
C26	>=	0	90 000,0000	-M	463 000,0000
C27	>=	0	180 000,0000	-M	310 002,0000
C28	>=	0	200 000,0000	-M	786 458,0000
C29	>=	0	102 500,0000	-M	102 500,0000
C30	>=	0	126 600,0000	-M	126 600,0000
C31	>=	0	34 300,0000	-M	34 300,0000
C32	>=	-184,1882	60 000,0000	0	60 000,0000
C33	>=	0	24 500,0000	-M	24 500,0000
C34	>=	0	60 000,0000	-M	245 900,0000
C35	>=	0	850 000,0000	-M	5 804 694,0000
C36	<=	0	4 132 394 000,0000	1 379 245 000,0000	M

Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)