إستخدام نموذج البرمجة المبهمة بالأهميات والأولويات في حل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج دراسة ميدانية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة بالجزائر

عباس عبد الحفيظ [1] & مكيديش محمد [2]

ملخص

في هذه الورقة البحثية قمنا باقتراح نموذج رياضي لحل مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bantal، وهذا حتى تتمكن إدارتها الإنتاجية من تحديد خطة إنتاج مثالية تواجه بها تقلبات الطلب الموسمية على منتجاتها ، ولأجل ذلك استخدمنا نموذج البرمجة الخطية المبهمة[3] (Fuzzy linear programming) المقترحة من طرف الباحثين Chen and Tsai (2001) ، نظرا لظروف عدم التأكد التي تحيط بالتكلفة ويهدف النموذج المقترح في المؤسسة إلى تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج والعمال، وتكاليف الإحتفاظ بالمخزون التخزين ،وأيضا تكاليف تعيين وتسريح العمال ، ليتم في الأخير حل النموذج الرياضي المقترح باستخدام البرنامج LINGO والحصول على خطة إنتاج مثالية.

الكلمات المفتاحية : التخطيط الإجمالي للإنتاج ، نموذج البرمجة الخطية المبهمة ، التنبؤ بالطلب، دوال الإنتماء.

Abstract

In this paper, we have determine a mathematical formulation for aggregate production planning(APP) in the national firm of iron manufactures non- metallic and useful substances so that its productive management can be able to specify an optimal production plan through which it faces the seasonal demand fluctuations on its products. For this, we have made use of fuzzy programming way Chen and Tsai (2001) in designating them because imprecise costs in objective function, The proposed model attempts to minimize total production costs, carrying inventory costs and costs of firing

1أستاذ محاضر ، كلية العلوم الإقتصادية والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان، الجزائر أستاذ محاضر abbasabdelhafidh@gmail.co

2 أستاذ محاضر ، معهد العلوم الإقتصادية والعلوم التجارية والتسيير ، المركز الجامعي بمغنية، الجزائر mkidiche@yahoo.fr

3 المبهمة هي ترجمة لكلمة Fuzzy وهناك من يستخدم كلمة ضبابية أو غامضة أو مشوشة.

and hiring in labor, so that in the end, the mathematical sample is solved by using LINGO program and getting optimal production plan

Keywords: Aggregate production planning ; Fuzzy programming ; Forecasted demand , Membership Functions

مقدمـة:

يهتم التخطيط الإجمالي للإنتاج (Aggregate production planning– APP–) بإعداد خطط لفترات زمنية قادمة تتراوح بين 6 إلى 18شهر مع تفصيل لكل شهر ، وذلك من أجل بناء الخطة الإنتاجية والتي تعمل على الموازنة بين حجم الطاقة الإنتاجية المتاحة وحجم الطلب المتنبأبه، خلال الفترات الزمنية التي تضمها فترة الخطة الإجمالية ، وهذا من خلال بعض الأساليب التي تحدت هذه التسوية ، ويسمى هذا النوع بالتخطيط الإجمالي للإنتاج (APP) لأنه يكون شاملا لجميع منتجات المؤسسة دون إستثناء.

فبعدما تقوم المؤسسة بوضع تقديرات الطلب على منتجاتها، فإنه من الناذر جدا أن نجدها تتعادل مع الطاقة المتاحة للمؤسسة كمًّا وتوقيتا ، ولهذا يجب التفكير في الكثير من الطرق بغية إحداث التوازن مع أرقام الطلب المتذبذبة بسبب عوامل كثيرة كالتغيرات الموسمية والعشوائية، وهذا ما يجعلها تفوق تارة طاقة المؤسسة، الأمر الذي يجعلها تفقد فرصاً كثيرة للربح ،وأيضا زبائنها ...وتارة أخرى تكون أرقام الطلب أقل من طاقة المؤسسة ،وهذا ماقد يعرضها إلي تحمل تكاليف طاقات عاطلة . ومن أجل تفادي ذلك يجب التفكير في طريقة لإحداث التسوية بين أرقام الطلب والطاقة المتاحة للمؤسسة. وفي سبيل ذلك هناك العديد من الإجراءات أو البدائل الإنتاجية التي يطلق عليها إستراتجيات التخطيط الإجمالي للانتاج ، وهي عبارة عن بدائل إنتاجية تستخدمها المؤسسة لتلبية الطلب على منتجاتها ومنها[4]:

- الوفاء بالطلب عن طريق المخزون، أي إنتاج كميات إضافية في حالة الطلب المنخفض ليتم إستخدامها في حالة الطلب المرتفع، وهنا سوف تتحمل المؤسسة تكاليف الإحتفاظ بالمخزون.
- تغيير القوى العاملة، عن طريق الرفع من طاقة المؤسسة بتعيين عمال جدد في حالة الطلب المرتفع ، وتسريحهم في حالة الطلب المنخفض. وهذه الإستراتجية لها أيضا تكاليفها كتكلفة التعيين (تدريب،إعلان، مصاريف إجتماعية...) وتكلفة التسريح (التعويض، إنخفاض الإنتاجية....).

[5] أنظر في ذلك :

Geoff Buxey, " Strategy not tactics drives aggregate planning " , International journal of production economics (2003) ,85 , p 331-346

- رفع الطاقة الإنتاجية عن طريق التشغيل لوقت إضافي، علما أن ساعات العمل الإضافية تكون تكلفتها أكبر من تكلفة ساعات العمل العادية.
- التعاقد مع مصادر خارجية، أي سد النقص عن طريق الشراء من مصادر خارجية،عند إرتفاع الطلب عن الطاقة المتاحة للمؤسسة، وهدا رغبة في الحفاظ على زبائن المؤسسة. ولكن في غالب الأحيان تكون تكلفة هذه الوحدات مرتفعة عن تكلفة إنتاج المؤسسة.

وهناك بدائل إنتاجية أخرى ، ولكن المهم هو أن لكل بديل إنتاجي تكلفته المعينة ، كما يمكن للمؤسسة إستخدام عدة بدائل إنتاجية ،أو إستخدامها كلها وهذا ما يسمى بإستراتجيات الإنتاج المختلطة.

إن تعدد البدائل الإنتاجية لمواجهة تقلبات الطلب، يجعل مهمة المؤسسة معقدة، وهذا في البحث عن البديل الأمثل، والذي تقوم المؤسسة على إثره بمواجهة تلك التقلبات بأدنى التكاليف، وهذا أثناء الفترة التخطيطية. ومن هذا المنطلق تظهر الأهمية القصوى لـAPP وذلك في ضرورة وضع خطة إجمالية يمكن للمؤسسة عن طريقها تعديل طاقتها الإنتاجية المتاحة، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف.

لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود في صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج في شكل نموذج رياضي وإن أول محاولة لنمذجة مشكلة APP كانت سنة 1955 على يد الباحثين Holt, Modigliani , Mûth , Simon عن طريق نموذج قاعدة القرارات الخطية إذ تم من خلاله تحديد معدل الإنتاج الأمثل و مستوى العمالة و المخزون خلال فترة زمنية تخطيطية معينة في ظل عدم خطية التكاليف ، لكن تعرض هذا النموذج إلى الكثير من الانتقادات بسبب عدم استخدامه لجميع بدائل الإنتاج الممكنة ضف إلى ذلك صعوبة تصوير التكاليف في صورة تربيعية ، كما يعاب عليه أيضا عدم قدرته على استيعاب جميع قيود المؤسسة.

في سنة 1955 تمكن Bowman من صياغة مشكلة التخطيط الإجمالي في شكل نموذج للبرمجة الخطية (نموذج النقل) لكن بالرغم من مساهمته الفعالة في حل مشكلة APP إلا أنه تعرض بدوره إلى انتقادات كونه لا يقوم باحتساب تكاليف التغيير في حجم الإنتاج و المتمثلة في تكاليف تعيين عاملين جدد أو تكاليف الاستغناء عن جزء من العمالة المستخدمة، كذلك لا يأخذ في الحسبان تكاليف عدم الوفاء أو رفض بعض الطلبيات كلية أو رفض جزء من الطلبية (تكاليف الانقطاع عن المخزون) ، وفي سنة 1960 قدما Hess and Hanssmann نموذجا APP مستخدمين في ذلك نموذج البرمجة الخطية إذ تمكنا من تدنية دالة الهدف والتي تتضمن تكاليف الإنتاج ، تكاليف التخزين و تكلفة تغيير العمالة ،

لتظهر فيما بعد العديد من النماذج الرياضية والتي تعتمد على نموذج البرمجة الخطية في معالجة مشكلة APP ومن بينهم Buffa and Miller (1979) ، وأيضا Elsayed and Boucher (1985)، Johanson and Montgomery (1974) ، Hackman and Leachman (1989)، Khoshnevis (1981) وآخرين، وأيضا الباحث Eilon(1975) والذي أدخل مفهوم التعاقد الخارجي (Subcontract) في النموذج الرياضي وهي الحالة التي تستعين فيها المؤسسة بالمصادر الخارجية من أجل سد النقص عند الارتفاع الكبير للطلب.

وبالرغم من فعالية نماذج البرمجة الخطية في APP إلا أنها في الكثير من الأحيان لا تعبر بدقة عن واقع APP في المؤسسة نظرا لظروف عدم التأكد والتي تحيط ببعض المعلمات المتعلقة بالتكاليف وأيضا أرقام الطلب المتنبأ به إذ من الصعب جدا تحديديها بدقة نظرا لعدة عوامل يصعب التحكم فيها كليا ، وفي ضل هذه الضروف فإن إعتماد المقرر على نماذج البرمجة الخطية المؤكدة قد يؤدي به إلى إتخاذ قرارت خاطئة قد يصعب الرجوع فيها.

تكمن مشكلة البحث حول وضع نموذج رياضي من أجل تحديد خطة إنتاج إجمالية تضمن بها المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة Bantal مغنية التحديد الأمثل لمواردها (حجم الإنتاج ، المخزون العمال)، من أجل مواجهة تقلبات الطلب على منتجاتها بأدنى التكاليف وهذا في ضل ضروف عدم التأكد التي تحيط بأهداف المؤسسة .

1- نموذج البرمجة الخطية في التخطيط الإجمالي:

في هذا البحث سوف نقترح نموذجا رياضيا باستخدام البرمجة الخطية ، من أجل إعداد خطة إنتاج إجمالية معتمدين في ذلك على إستراتجيتين أو بديلين حيث أنهما البديلين المتوفرين في مؤسسة Bantal وهما :

- إستراتجية الوفاء بالطلب عن طريق المخزون .
- إستراتجية تغيير القوى العاملة .

وقبل عرض النموذج الرياضي لابد أولا من تعريف معلمات ومتغيرات القرار الآتية :

v_{it} : تكلفة إنتاج وحدة واحدة من المنتوج i في الفترة t باستثناء تكاليف اليد العاملة.

c_{it} تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المنتوج i بين الفترة t و الفترة $t+1$.

r_t : مساهمة تكلفة اليد العاملة بالنسبة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t.

d_{it} : التنبؤ بالطلب للمنتوج i في الفترة t.

K_{it} : الكمية المنتجة من المنتوج i خلال الفترة t.

I_{oi} : مستوى المخزون المبدئي من المنتوج i.

P_{it} : الكمية من المنتوج i المنتجة في الفترة t.

I_{it} : الكمية المخزنة من المنتوج iفي الفترة t.

H_t : عدد العمال الذين يتم تعينهم في الفترة t.

F_t : عدد العمال الذين يتم تسريحهم في الفترة t.

$I_{it.Min}$: أدنى مستوى مخزون يتم الإحتفاظ به من المنتوج i في الفترة t

W_t : مستوى القوة العاملة في الفترة t.

W_{Min} : الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t.

W_{Max} : الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة خلال الفترة t.

N : العدد الكلي للمنتجات .

T : الأفق الزمني للتخطيط.

وبالتالي يمكن صياغة نموذج APP كما يلي:

أ. **دالة الهدف** : تدنية مجموع تكاليف الإنتاج والعمالة وتكاليف الإحتفاظ بالمخزون وتكاليف تغيير القوة العاملة.

$$Min..Z_1 = \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t) + \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t)$$

تحت الشروط:

ب. القيد المتعلق بالاحتفاظ وانقطاع المخزون والإنتاج:

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it}$$

$$I_{it} \geq I_{it.Min}$$

ج. القيد المتعلق باليد العاملة لكل فترة:

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0$$

$$W_{Min} \leq W_t \leq W_{Max}$$

د. القيد المتعلق بتعيين وتسريح العمال:

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0$$

هـ. شروط عدم السلبية :

$$P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

من بين نقائص نماذج البرمجة الخطية في حالة التأكد أنها تشترط المعرفة المؤكدة لجميع المعلمات وهذا الأمر قد لا يعتبر واقعيا في الكثير من المسائل العلمية الواقعية، فمثلا من الصعب جدا التحديد بدقة قيمة الطلب المتوقع وأيضا تكلفة الإنتاج التي قد تتغير كثيرا بسبب تغيرات الطلب على المواد الأولية... وعليه فإن نظرية المجموعات المبهمة يمكن أن تحد من هذا المشكل.

2- نموذج البرمجة بالأهداف (2001) Chen and Tsai: في سنة 2001 قدم الباحثين Chen and Tsai نموذجا لحل مشكلة البرمجة المبهمة المتعددة الأهداف، حيث كان هذا النموذج مستحدثا من النموذج السابق لـ Tiwari et al (1987) غير أن Chen and Tsai غيرا مفهوم الترجيح والأولوية الذي كان سائدا ، حيث بينا من خلال بحثهما أنه في العديد من الأحيان عند ترجيح أهداف معينة من خلال ضرب درجات الانتماء الخطية μ_i في معاملات الأوزان w_i المرغوبة من طرف المقرر، فإنها لا تحقق الهدف المراد منها في توفيق رغبات المقرر مع معاملات الأوزان المرجحة المقترحة من طرف المقرر، ضف إلى ذلك فإن الباحثين أدخلا من خلال النموذج المقترح مفهوم الأولوية، أي تحديد نموذج يتم من خلال ألغوريتم حله الأخذ بعين الإعتبار أولوية معينة لكل هدف، وعليه فإن الصياغة الرياضية المقترحة لنموذج Chen and Tsai كانت كما يلي:

$$Max\ Z = \sum_{i=1}^{K} \mu_i$$

$$st.$$

$$\mu_i = 1 - \frac{(AX)_i - b_i}{\Delta_{iR}} \qquad i = 1,...,i_0 \qquad (1)$$

$$\mu_i = 1 - \frac{b_i - (AX)_i}{\Delta_{iL}} \qquad i = i_0 + 1,...,K \qquad (2)$$

$$\mu_i \geq \alpha_i$$

$$\mu_i \leq 1 \qquad i = 1,...,K \qquad (3)$$

$$X \in C_S$$

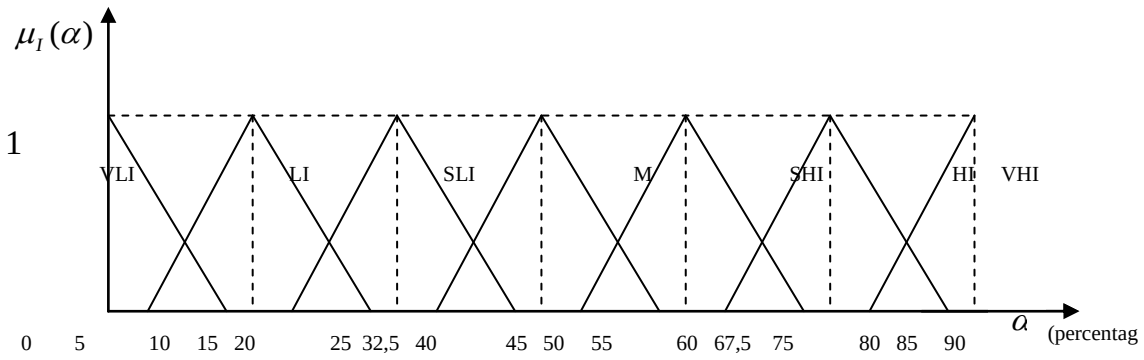
من خلال النموذج أعلاه يتضح أن المقرر بدلا من أن يمنح أوزانا مرجحة على أساس رغبة المقرر لكل هدف فإنه يضيف قيدا (القيد رقم 3) يتم من خلاله تحديد درجة الإنتماء المرغوبة حيث يفضل المقرر

الهدف الذي تكون له درجة انتماء مرغوبة α_i كبيرة ضف إلى ذلك فإن هذا القيد يتم من خلاله أيضا تحديد أولويات المقرر فالمقرر ستكون أولويته كبيرة بالنسبة للهدف الذي سيمنحه قيمة α_i كبيرة وهكذا .
إن المشكلة التي ستواجه المقرر هي الكيفية التي سيتم فيها تحديد قيم درجة الانتماء المرغوبة قيم α_i ، فيمكن للمقرر أن يحددها وفقا للخبرة السابقة كما يمكن أن يستعمل ما يعرف بالبرمجة اللفظية (اللغوية) المبهمة وهذا عن طريق ترتيب أهمية الأهداف وتحويل رغبات المقرر اللفظية إلى أرقام وفق المصطلحات الآتية:

- VIL: Very Low Important منخفض كثيرا في الأهمية
- LI: Low Important منخفض في الأهمية
- SLI: Somewhat Low Important منخفض بعض الشيء في الأهمية
- M: Medium متوسط في الأهمية
- SHI: Somewhat High Important مرتفع بعض الشيء في الأهمية
- HI: High Important مرتفع في الأهمية
- VHI: Very High Important مرتفع كثيرا في الأهمية

يمكن تعريف دالة الانتماء الخطية $\mu_I(\alpha)$ المتعلقة بالقيم اللغوية لكل متغير مرتبط بهدف معين حيث $\mu_I(\alpha) \in [0,1]$ ، علما أن قيمة α تأخذ قيمة ضمن المجال $[\alpha_{\min}.\alpha_{\max}]$ ، $0 \le \alpha_{\min} \le \alpha_{\max} \le 1$ ، حيث يمكن استعمال طريقة تصنيف الأرقام المبهمة أو ما يعرف fuzzy numbers ranking ويمكن الحصول على دالة الانتماء الخطية ذات الشكل المتلثي بالنسبة للأرقام المبهمة والمعرفة ممن طرف المقرر كما أشرنا أعلاه وعليه فإن الأرقام المبهمة المتلثية والمتعلقة بكل هدف هي كما يلي:
VLI = (0,0,10%), LI = (5%,15%,25%), SLI = (20%,32.5%, 45%), M = (40%, 50%,60%), SHI = (55%,67.5% ,80%), HI = (75%, 85%, 95%), VHI = (90%, 100%, 100%).

الشكل البياني (1) : دالة الانتماء الخطية المتلثية بالنسبة للبرمجة اللفظية المبهمة والمتعلقة بالأهمية النسبية لكل هدف



وانطلاقا من دالة الانتماء الخطية المتلثية يمكن للمقرر بأن يحدد لفظيا أهمية كل هدف كما يجب أن يحدد لنا المقرر فيما إذا كان متشائم أو متفائل أو معتدل ليتم تحويل رغباته إلى أرقام وهذا وفق طريقة Liou and Wang (1992) والتي يتم من خلالها تحديد قيمة درجة الانتماء المرغوبة α_i لكل هدف ، وعليه فإن Liou and Wang (1992) لنفترض أنه لدينا دالة إنتماء متلتية مبهمة $\widetilde{A}=(a,b,c)$ كما يلي:

$$I_T^{\alpha} = \alpha.I_R(\widetilde{A}) + (1-\alpha).I_L(\widetilde{A})$$

$$= \alpha\int_0^1 g_{\widetilde{A}}^R(y)dy + (1-\alpha)\int_0^1 g_{\widetilde{A}}^L(y)$$

$$= \alpha\int_0^1 [c+(b-c)y].dy + (1-\alpha)\int_0^1 [a+(b-a)y].dy.$$

$$= \frac{1}{2}[\alpha.c + b + (1-\alpha).a]$$

حيث $g_{\widetilde{A}}^L$ $g_{\widetilde{A}}^R$, تعبر عن الدالة العكسية لدالة الانتماء الخطية المتلتية والتي يمكن كتابتها كما يلي:

$$\mu.(x) = \begin{cases} 0 & if \quad x \le a \\ \dfrac{x-a}{b-a} & if \quad a \le x \le b \\ \dfrac{x-c}{b-c} & if \quad b \le x \le c \\ 0 & if \quad x \ge c \end{cases}$$

- إذا كان $\alpha = 0$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^0(\tilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار متشائم وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^0(\tilde{A}) = \frac{1}{2}[b + a]$$

- إذا كان $\alpha = 0.5$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^{0.5}(\tilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار معتدل وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^{0.5}(\tilde{A}) = \frac{1}{2}[0.5.c + b + 0.5.a]$$

- إذا كان $\alpha = 1$ فإن مجموع قيمة التكامل $I_T^1(\tilde{A})$ تعبر على أن متخذ القرار متفائل وتكون قيمته كما يلي:

$$I_T^1(\tilde{A}) = \frac{1}{2}[c + b]$$

يعتبر نموذج Chen and Tsai(2001) من بين النماذج التي قدمت مفهوما حديثا حول كيفية تحديد أولوية وأهمية الهدف، كما أنهما أول من أشارا إلى أن ترجيح الأهداف لا يجب أن يكون ضمن دالة الهدف وإنما يمكن ترجيح الأهداف من خلال إضافة قيد ولكن وبالرغم من ذلك إلا أن هذا النموذج لا يستعمل إلا نوعين من دوال الانتماء الخطي وهما النوعين المشار إليهما سابقا كما أنه لا يستعمل أشكالا غير خطية.

3- الصياغة الرياضية لنموذج التخطيط الإجمالي في مؤسسة BENTAL :

3-1 مشكلة التخطيط في مؤسسة BENTAL : تختص المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة BENTAL بإنتاج 3 أنواع من المنتجات المنجمية والتي تعتبر مهمة جدا في عدة أعمال وصناعات ، مثل صناعة مواد التجميل ، الطلاء ، الزيوت ، حفر الآبار البترولية ....وهي :

- البانتونيت (BEN) Bentonite
- الديكولورانت (TD) Terre Décolorante
- كربونات الكالسيوم (CAL) Carbonate de calcium

وتقوم المؤسسة بتشغيل 175 عاملاً، بحيث نظام العمل في المؤسسة هو نظام الإنتاج المستمر، أي الإنتاج دون توقف (8×3ساعة) لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الخميس حيت يكون العمل لنصف يوم فقط و الجمعة الذي يكون يوم راحة، وتظم إدارة الإنتاج 68 عاملاً مقسمين إلى 3 أفواج.

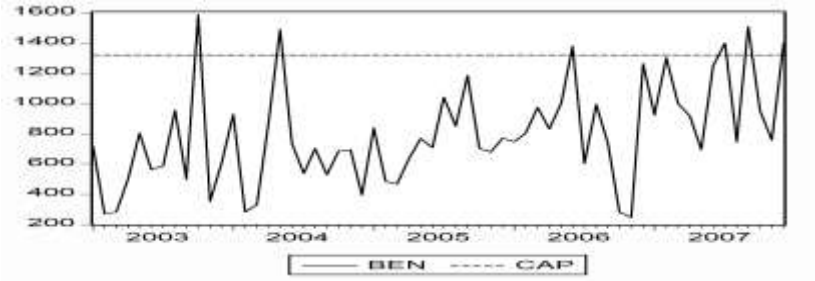
إن إنفراد المؤسسة في إنتاج الموارد المنجمية السابقة الذكر في الجزائر، من جهة واتساع نشاطها عن طريق الصادرات يجعل الطلب على منتجاتها كبير نوعا ما، الأمر الذي قد يسبب لها مشاكل في الطاقة الإنتاجية لهذه المؤسسة، فتارة يجعل الطلب على منتجاتها أكبر من طاقتها الإنتاجية ،وتارة يجعل الطلب أقل نوعا ما من طاقتها الإنتاجية،والجدول (1) يوضح متوسط الطاقة الإنتاجية اليومية للوحدة من CAL،TD،BEN، وقمنا بأخذ المتوسط لأن الطاقة المتاحة اليومية للمؤسسة متذبذبة، بسبب مشاكل الصيانة.

جدول(1):الطاقة الإنتاجية اليومية من CAL،TD،BEN في المؤسسة

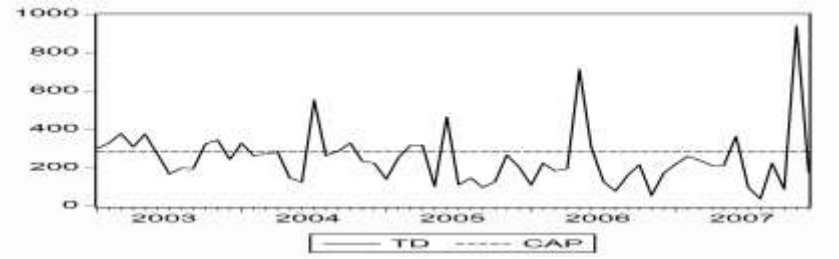
المنتوج	BEN	TD	CAL
الطاقة اليومية بالطن (CAP)	55	12	45

فبالنسبة لمنتجات الوحدة في بعض الأحيان يفوق الطلب الفعلي طاقة المؤسسة الإنتاجية وفي أحيان أخرى ينخفض عنها. والأشكال البيانية أدناه (1 ، 2 ، 3) توضح تقلبات الطلب عن مستوى الطاقة الإنتاجية الشهرية أي الطاقة الإنتاجية اليومية مضروبة في معدل عدد الأيام الفعلية(العملية) لكل شهر والذي يقدر بـ 24 يوما.

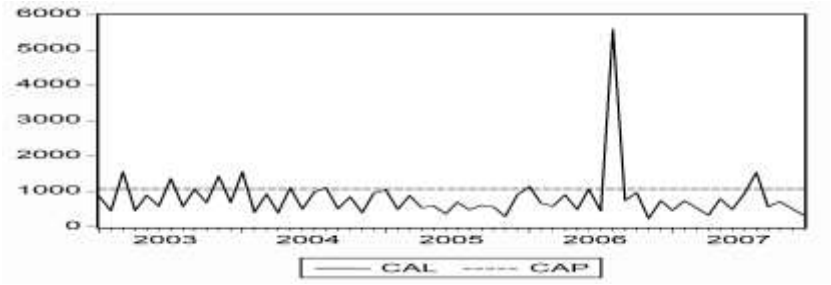
الشكل البياني(2):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للBEN



الشكل البياني (3):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للTD



الشكل البياني (4):تذبذب الطلب الفعلي عن مستوى الطاقة الإنتاجية للCAL



إن تقلبات الطلب وتذبذبها عن مستوى الطاقة الإنتاجية، يجعل المؤسسة في حاجة ملحة لوضع خطة إنتاجية، تحاول على إثرها مواجهة تلك التقلبات الحاصلة في الطلب بسبب التغيرات الموسمية و التغيرات العشوائية عن طريق تحديد كميات الإنتاج ، مستوى المخزون ومستوى العمالة.

إن صياغة النموذج الرياضي لمشكلة APP في مؤسسة Bantal، يجب أن يتفق مع قيود وشروط ومتطلبات المؤسسة أثناء الفترة التخطيطية وهي :

1. الفترة التخطيطية في المؤسسة تقدر بـ 6 فترات (6 أشهر).
2. يجب الأخذ بعين الاعتبار منتجات المؤسسة الثلاث.
3. القيم المبدئية لمستوى المخزون من المنتجات الثلاث (BEN ,TD,CAL,) في الفترة1 هي.

$$I_{10} = 1856.25.Tons.of.BEN$$
$$I_{20} = 1029.Tons.of.TD$$
$$I_{30} = 1860.Ton.of.CAL$$

4. الحد الأدنى من المخزون والذي يجب الإحتفاظ به في المؤسسة حسب مدير الإنتاج في المؤسسة في كل فترة (شهر) والذي يعبر عن مخزون الأمان يجب أن يساوي 500 طن من كل منتوج.
5. التكاليف المتعلقة بتعيين وتسريح العمال تم تقديرها من طرف المسؤول عن الموارد البشرية بالمؤسسة آخذا بعين الإعتبار مختلف التكاليف الاجتماعية التي تتحملها المؤسسة من جراء تعيين

عامل أو تسريحه وكانت كما يلي: $h_t = 5178.DA$ وهي تكلفة تسريح عامل و $f_t = 4155.DA$ وهي عبارة عن تكلفة تعيين عامل.

6. مساهمة تكلفة اليد العاملة لكل عامل في إنتاج المنتجات خلال الفترة t تساوي $r_t = 2694.706.DA$
7. الحد الأدنى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة الاستغناء عنه مهما كانت ظروف الطلب (ارتباطات قانونية مع نقابات العمال) في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 55 عامل $(W_{Min} = 55)$.
8. الحد الأعلى من مستوى القوة العاملة والتي لا يمكن للمؤسسة تجاوزها في ورشة الإنتاج خلال الفترة t هو 68 عامل $(W_{Max} = 55)$.
9. القيمة المبدئية في بداية الفترة 1 لمستوى القوة العاملة في المؤسسة هو 68 أي $(W_0 = 68)$.
10. الطاقة التخزينية القصوى للمؤسسة من المنتجات الثلاث مجتمعة هي : 6000 طن.

والجدول (2) يوضح البيانات المتعلقة بالمؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والتي تم الحصول عليها من إدارة المؤسسة:

جدول (2) : البيانات المتعلقة بالطلب ،تكاليف الإنتاج ، وتكاليف اليد العاملة،إنتاجية العمال وتكاليف التخزين في المؤسسة

المنتج	الفترة	d_{it}	v_{it}	c_{it}	K_{it}
BEN (P_{1t})	1	1177.225	3293.493	208.796	17.794
	2	923.021	3293.493	208.796	15.367
	3	883.342	3293.493	208.796	18.602
	4	1071.99	3293.493	208.796	16.985
	5	1379.269	3293.493	208.796	17.794
	6	1315.222	3293.493	208.796	17.794
TD (P_{2t})	1	128.620	21646.608	848.721	3.883
	2	163.777	21646.608	848.721	3.353
	3	164.617	21646.608	848.721	4.059
	4	166.005	21646.608	848.721	3.706
	5	193.317	21646.608	848.721	3.883
	6	206.662	21646.608	848.721	3.883
CAL (P_{3t})	1	1164.191	1296.109	139.149	14.558
	2	463.447	1296.109	139.149	12.573
	3	659.034	1296.109	139.149	15.220
	4	425.240	1296.109	139.149	13.897
	5	78.967	1296.109	139.149	14.558

	6	478.221	1296.109	139.149	14.558

المصدر : من إعداد الباحث انطلاقا من البيانات المتحصل عليها من المؤسسة

3-2 اقتراح وحل نموذج البرمجة الخطية المبهمة لحل مشكلةAPP في مؤسسة Bantal :

سوف نقوم باقتراح نموذج رياضي يأخذ بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد التي تحيط بالأهداف ودلك نضرا لصعوبة تحديد جميع المتغيرات التي قد تؤثر على الأهداف، وبالتالي فإنه يمكن صياغة نموذج APP في طابعه المبهم بالنسبة لوحدة Bental maghnia كما يلي:

$$Min..Z_1 \cong \sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(v_{it}P_{it}) + \sum_{t=1}^{T}(r_tW_t + h_tH_t + f_tF_t)$$

$$Min..Z_2 \cong \sum_{t=1}^{T}(c_{it}I_{it})\cdot$$

$$Min..Z_3 \cong \sum_{t=1}^{T}(H_t + F_t)$$

حيث يعبر رمز $\cong$ عن الصيغة المبهمة للأهداف,

تحث الشروط :

$$P_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} \qquad I_{10} = 1856.25$$

$$I_{it} \geq 500 \qquad I_{20} = 1029$$

$$W_t - W_{t-1} - H_t + F_t = 0 \qquad I_{30} = 1860$$

$$55 \leq W_t \leq 68 \qquad W_0 = 68$$

$$P_{it} - K_{it} * W_t \leq 0 \qquad P_{it}, I_{it}, W_t, H_t, F_t \geq 0$$

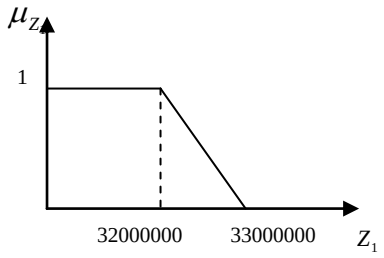
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \leq 6000 \qquad t = 1,2,...,T$$

$$i = 1,2,....., N$$

حتى نتمكن من حل النموذج أعلاه، لابد من تحديد الشكل الهندسي لدوال الانتماء والتي تتناسب مع كل هدف ، وذلك بمساعد مدير قسم المالية لدى الوحدة وذلك انطلاقا من خبرته السابقة ، كما أن معظم الأبحاث الحديثة في مجال التخطيط الإجمالي للإنتاج، تستخدم هذه الدالة ذلك لأنها تتناسب في الكثير من الأحيان مع رغبات المقرر من جهة، وتتناسب مع دالة الهدف التي تتضمن جميع تكاليف الإنتاج من جهة أخرى، كما أن العديد من الباحثين يستخدمون هذا النوع من دوال الانتماء (2005) Reay-chen Wang, Tien-Fu Liang ،كما أن مدير قسم المالية بالمؤسسة انطلاقا من خبرته السابقة حدد لنا المجال (32000000 دج و 33000000 دج) كمجال يمكن قبوله كتكلفة إجمالية بالنسبة لتكاليف

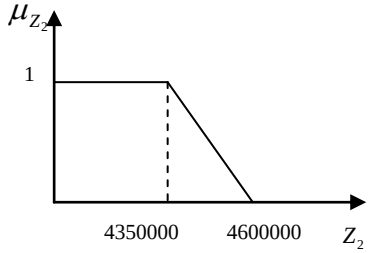
الإنتاج وهذا بالنسبة للهدف الأول، وبنفس الطريقة للأهداف المتبقية والأشكال (1) و (2) و (3) تبين مختلف دوال الانتماء الخطي.

الشكل البياني (5) : دالة الانتماء بالنسبة للهدف الأول Z_1



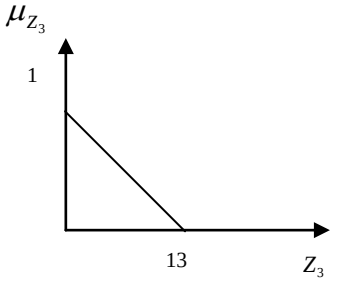
$$\mu_{Z_1}\begin{cases}1.....if\ ...Z_1 \le 32000000\\ \dfrac{33000000-Z_1}{33000000-320000000}.....if\ ...32000000 \le Z_1 \le 33000000.\\ 0.....if\ ...Z_1 \ge 33000000.\end{cases}$$

الشكل البياني (6) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_2



$$\mu_{Z_2}\begin{cases}1.....if\ ...Z_2 \le 4350000\\ \dfrac{4600000-Z_2}{4350000-4600000}.....if\ ...4350000 \le Z_2 \le 4600000.\\ 0.....if\ ...Z_2 \ge 4600000.\end{cases}$$

الشكل البياني (7) : دالة الإنتماء بالنسبة للهدف الأول Z_3



$$\mu_{Z_3}\begin{cases}1.....if\ ...Z_3 \le 0\\ \dfrac{13-Z_2}{13}.....if\ ...0 \le Z_3 \le 13.\\ 0.....if\ ...Z_3 \ge 13.\end{cases}$$

المصدر: من إعداد الباحث بناء على رغبات مدير الوحدة

لقد أثبت Chen and tsai(2001) أن استخدام الأوزان المرجحة w_i^- و w_i^+ في دالة الهدف في الكثير من الأحيان لا يكون ذو فائدة ، ولا يقوم بترجيح ولا بمنح الأولوية للهدف المراد ترجيحة ومن أجل تفادي هذا المشكل اقترحا ما يسمى بدرجة الانتماء والتي يرغب المقرر في تجاوزها لكي تصبح قيدا بدلا من

استخدام الأوزان المرجحة وعليه فإنه يمكن صياغة مشكلة APP في وحدة Bental مغنية وفق طريقة Chen and Tsai(2001) كما يلي:

$$Max..f(u)=\sum_{k=1}^{3}\mu_k$$

تحت الشروط:

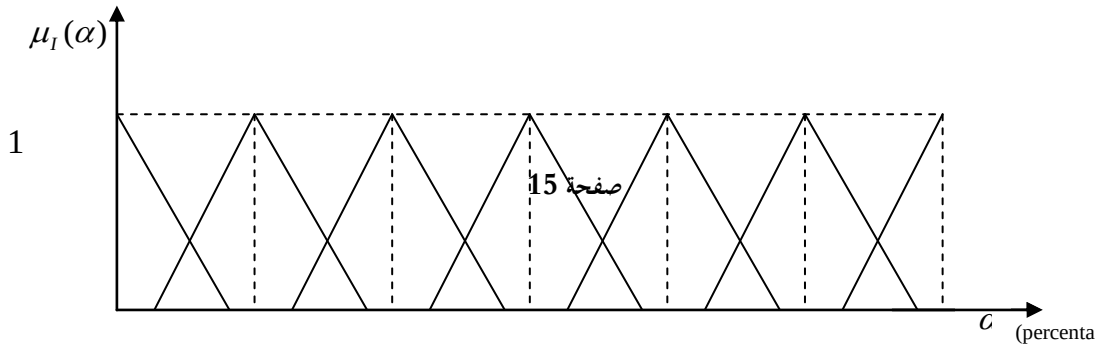
$$\mu_1 \le (33000000-Z_1)/1000000.$$
$$\mu_2 \le (4600000-Z_2)/250000.$$
$$\mu_3 \le (13-Z_3)/13.$$
$$P_{it}-K_{it}\times W_t \le 0$$
$$P_{it}+I_{i,t-1}-I_{it}=d_{it}$$
$$W_t-W_{t-1}-H_t+F_t=0$$
$$W_{Min} \le W_t \le W_{Max}$$
$$\sum_{i=1}^{3} I_{it} \le 6000$$
$$I_{it} \ge 500$$
$$I_{10}=1856.25$$
$$I_{20}=1029$$
$$I_{30}=1860$$
$$W_0=68$$

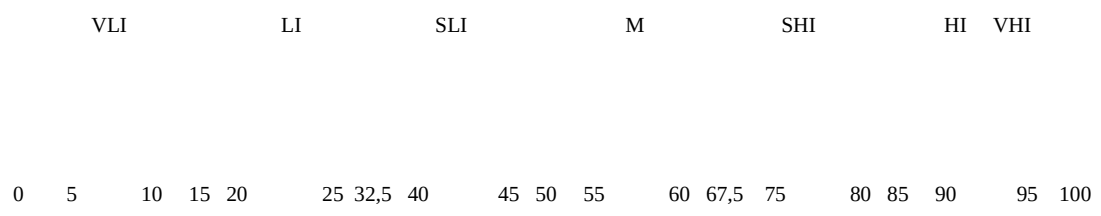
$$\mu_1 \ge \alpha_1$$
$$\mu_2 \ge \alpha_2$$
$$\mu_3 \ge \alpha_3$$
$$\mu_1 <=1$$
$$\mu_2 <=1$$
$$\mu_3 <=1$$
$$P_{it},I_{it},W_t,H_t,F_t,\mu_1,\mu_2,\mu_3 \ge 0$$
W_t,H_t,F_t (أعداد صحيحة).
$t=1,2,...,T$
$i=1,2,.....,N$

حيث تعبر α_1 ، α_2 و α_3 عن مقدار درجة الانتماء أو درجة الإنجاز(degree of achievement) التي يرغب المقرر في تجاوزها .

إن تحديد مقدار درجة الانتماء α_1 ، α_2 و α_3 يتم وفق رغبات المقرر كما يمكن الاستعانة بما يعرف البرمجة اللفظية المبهمة fuzzy linguistic وهذا عن طريق تحويل رغبات المقرر اللفظية إلى أرقام عن طريق دوال انتماء مثلثيه معينة وعليه فانه يمكن صياغة دالة الانتماء المثلثية كما يلي:

الشكل البياني (8) : دالة الانتماء الخطية بالنسبة للبرمجة اللفظية المبهمة والمتعلقة بالأهمية النسبية لكل هدف في وحدة Bental مغنية





المصدر: من إعداد الباحث بناء على تفظيلات مدير الوحدة

حيث :

- VIL: Very Low Important منخفض كثيرا في الأهمية
- LI: Low Important منخفض في الأهمية
- SLI: Somewhat Low Important منخفض بعض الشيء في الأهمية
- M: Medium متوسط في الأهمية
- SHI: Somewhat High Important مرتفع بعض الشيء في الأهمية
- HI: High Important مرتفع في الأهمية
- VHI: Very High Important مرتفع كثيرا في الأهمية

وانطلاقا من دالة الانتماء الخطية المثلثية يمكن للمقرر بأن يحدد لفظيا أهمية كل هدف كما يجب أن يحدد لنا المقرر فيما إذا كان متشائم أو متفائل أو معتدل ليتم تحويل رغباته إلى أرقام وهذا وفق طريقة Liou and Wang (1992) والتي يتم من خلالها تحديد قيمة درجة الإنجاز لكل هدف وهذا عن طريق المعادلة والتي سبق استعراضها نظريا وعليه فإنه في وحدة Bental مغنية قد حدد لنا المقرر لفظيا أهمية كل هدف كما يلي:

- VHI : وهذا بالنسبة للهدف الأول المتعلق بتدنية تكاليف الإنتاج Z_1 .
- HI: وهذا بالنسبة للهدف الثاني المتعلق بتدنية تكاليف المخزون Z_2 .
- M: متوسط الأهمية بالنسبة للهدف المتعلق بتغيير العمالة Z_3 .

كما أننا نفترض أن المقرر معتدل في قراراته وعليه ومن خلال دالة الانتماء الخطية والمعلومات السابقة يمكن تحديد قيمة درجة الانتماء (الإنجاز) من خلال الحساب التكاملي والتي سبق الإشارة إليه في الجانب النظري كما يلي:

$\alpha_1 = 0.725$ ، $\alpha_2 = 0.850$ ، $\alpha_3 = 0.50$

وبتعويض هذه القيم في النموذج أعلاه يمكن تحديد الخطة الإجمالية المثالية في وحدة Bental مغنية كما يلي:

وباستخدام البرنامج LINGO يمكن حل النموذج أعلاه والحصول على الحل الأمثل، والجدول (3) يوضح ذلك:

الجدول (3) : الخطة الإجمالية للإنتاج باستخدام FGP-APP وفق طريقة Chen and Tsai (2001)

الأشهر	مستوى العمال W_t	التعيين H_t	التسريح F_t	مستوى الإنتاج			مستوى المخزون		
				BEN	TD	CAL	BEN	TD	CAL
القيم المبدئية	68	–	–	–	–	–	1856.25	1029	1860
الفترة 1	68	-	–	-	0	–	679,025	900.38	695.809
الفترة 2	68	-	–	743,996	0	267.638	500	736.603	500
الفترة 3	68	–	–	1074,857	0	659.638	691,515	571.986	500
الفترة 4	68	–	–	1154.980	94.019	425.240	774.505	500	500
الفترة 5	68	–	-	1209.992	193.317	78.967	605.228	500	500
الفترة 6	68	-	–	1209.992	206.662	478.221	500	500	500
تكلفة الخطة الإجمالية للإنتاج							36406350 دج		
درجة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف الأول μ_1							0.9682679		
درجة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف التاني μ_2							0.8975380		
درجة إنتماء المقرر بالنسبة للهدف التالث μ_3							1		

المصدر : من إعداد الباحث وبالإعتماد على مخرجات البرنامج LINGO

نلاحظ من خلال الجدول (3) مختلف متغيرات القرار المثلى المقترحة وفق طريقة (2001)Chen and Tsai، حيث يتبين أن المقرر راض بنسبة 96،82% بالنسبة للهدف الأول و 89,75% بالنسبة للهدف الثاني و 100% بالنسبة للهدف الثالث كما أن التكلفة الدنيا وفق هذا النموذج هي 36406350 دج .

تعتبر نتائج APP وفق نموذج (2001)Chen and Tsai جيدة كما يمكن للمقرر أن يحدد من خلال هذا النموذج قيمة درجة الانتماء التي لا يمكنه أن يقبل الهدف بأقل منها ، كما يمكن أيضا من خلال هذا النموذج وضع أولويات priorities وهذا بمنح قيمة أعلى لدرجة الانتماء بالنسبة للهدف الذي يريده المقرر وهكذا.

خلاصة:

يهدف التخطيط الإجمالي للإنتاج إلى تحديد أفضل مستوى للإنتاج و العمالة و المخزون لكل فترة زمنية على مدار الفترة التخطيطية ، وذلك عن طريق دراسة مختلف البدائل الممكنة لمواجهة التقلب في الطلب و اختيار البديل الذي يقلل تكاليف الإنتاج الإجمالية، خاصة إذا علمنا أن هناك عدد كبير من البدائل حيث ترتبط بكل بديل تكلفة معينة الأمر الذي يجعل عملية اختيار البديل الأمثل نوعا ما، معقدة.ومن أجل دلك طوَّر الباحثون الكثير من النماذج الرياضية والتي يمكن على إثرها تحديد الخطة الإجمالية للإنتاج المثلى. ومن بين هذه النماذج نموذج البرمجة الخطية المبهمة المقترح من طرف الباحث Chen and Tsai (2001): .

وفي هذه الدراسة استخدمنا هذا النموذج في محاولة لاقتراح خطة إنتاجية مثلى تقوم على إثرها المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة BENTAL بمواجهة التقلبات الموسمية للطلب على منتجاتها أخدين بعين الاعتبار ظروف عدم التأكد التي تحيط بالتكلفة .

لقد قدمت الدراسة مثالا علميا على مدى فعالية نماذج البرمجة الخطية المبهمة في التخطيط الإجمالي للإنتاج في المنظمات الصناعية ، وبالرغم من النتائج الجيدة التي تم الحصول عليها من خلال النموذج المقترح لكنه يبقى حساسا كثيرا لدقة المعلومات والمعطيات التي تقدمها المنظمة ، والتي يتم تقديرها في معظم الأحيان كأرقام الطلب مستوى الطاقة ...، هذا وبالإضافة إلى أن العديد من المؤسسات لاتسعى فقط لتحقيق هدف واحد وإنما عدة أهداف لذلك فإن مشكلة التخطيط الإجمالي للإنتاج لا يجب

دراستها فقط في إطار نماذج البرمجة الخطية ، أي التي تسعى فيها المؤسسات إلى تحقيق هدف واحد ولا يجب دراستها أيضا في ضل معطيات محددة بدقة وإنما يجب دراستها في ظروف عدم التأكد مع تعدد الأهداف وهذا باستخدام نماذج البرمجة الرياضية المتعددة الأهداف المبهمة (Fuzzy multi– objective mathematical programming) ، وهذا ما سنحاول أن نقف عنده في بحوثنا المستقبلية.

المراجع:

1- بلمقدم مصطفى ، مكيديش محمد ، ساهد عبد القادر، (2009) ، " التخطيط الإجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة " , مجلة الباحث ، جامعة ورقلة ، عدد 7 ، ص 43 – 53 .

2- مكيديش محمد ، بلمقدم مصطفى ، (2007) ، " نماذج التنبؤ بالطلب القصيرة المدى ودورها في تخطيط الإنتاج" مجلة الإقتصاد المعاصر، عدد 1، جامعة خميس مليانة ، ص 132–145 .

3- مكيديش محمد، (2005) ، "التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية بإستخدام البرمجة الرياضية ،مع وضع نموذج رياضي للتخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة الوطنية للصناعات المعدنية غير الحديدية والمواد النافعة وحدة Bentalمغنية"، مذكرة تخرج لنيل شاهدة الماجستير في العلوم الإقتصادية ،تخصص إدارة العمليات والإنتاج، غير منشورة ، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة تلمسان.

4- BOWMAN .E.D;"Production Scheduling By the Transportation Method of Linear programming*"Opérations Research Society*; 1955

5- BUFFA , ELWOOD S. AND JEFFERY G . MILLER , " Production and Inventory Systems : Planning and Control" , *3 rd Edition , Homewood Illinois : Richard D . Irwin .Inc* ., 1979

6- Chen, L. H., & Tsai, F. C. *Fuzzy goal programming with different importance and priorities*. European Journal of Operational Research, 133, 2001.PP 548–556.

7- DECKRO, RICHARD , AND JOHN E .HEBERT , "Goal programming Approaches to Slove Linear Decision Rule Based Aggregate production planing Models" , *IIE Transactions* , Vol . 16 , N°. 4 , 1984 , (308-316).

8- EILON , SAMUAL, " Five Approaches to Aggregate Production Planning" *AIIE Transactions* , Vol. 7 , N°2 , 1975.

9- ELSAYED, A. AND THOMAS O. BOUCHER, " Analysis and control of production Systems " , *New jersey : Prentice-Hall*, 1985.

10- GEOFF BUXEY, " Strategy not tactics drives aggregate planning " , International journal of production economics, 2003 ,85 , p 331-346

11- HANSSMAN , F. AND S.W.HESS , " A Linear programming Aproach to production and Employment Scheduling " *Managament Science* , I . 1960 (46-51).

12- HACKMAN, STEVEN T., AND ROBERT C. LEACHMAN,"A General Framework for Modelling Production", *Management Science* Vol.35 ,N°4,April 1989, pp.478-495.

13- HOLT , C.C ., F. MODIGLIANI AND H.A.SIMON . "Linear Decision Rule for production and Employment Scheduling " *Management Science* , Vol 2 , 1955 , pp 1-30.

14- JOHANSON , LYNWOOD A. AND DOUGLAS C.MONTGOMRY,"Operations Research in production planning, Scheduling and Invontory Control"New York : John Wiley , 1974.

15- KHOSHNEVIS, BEHROKH, PHILIP M.WOLFE, AND M.PALMER TERRELL, "Aggregate planning Models Incorporating Productivity- an Ovrview " , *International Journal of Production Research* , Vol.20 , N°5 , 1981.pp 555 - 564.

16- LEE, S.M. AND L.J.MOOR, "A practical Aproach to production Scheduling problem" , *Production and Inventory management* , Vol . 15 , N° 1 , pp 79-92

17- REAY-CHENWANG · TIEN-FU LIANG "Aggregate production planning with multiple fuzzy goals*" International Journal of Advenced Manufacturing* (2005) 25: 589–597.

18- Tiwari RN, Dhahmar S, Rao JR (1987) Fuzzy goal programming: An additive model, Fuzzy Sets and Systems, Vol 24, pp 27–34.

19- ZADEH, L. A.. "Fuzzy sets". *Information and Control*, 1965 8, 338–353.

20- ZIMMERMANN, H.J.." Fuzzy programming and linear programming with several objective functions". *Fuzzy Sets and Systems,* , 1978, Vol 25,175-182.