

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées  
Département de Génie Electrique



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Electrotechnique

Spécialité : Réseaux électriques

Présenté par :

Aichour Khalil / Tareche Mebrouk

**Thème:**

# **Résolution du problème de dispatching économique par la méthode NBA (Novel Bat Algorithm)**

Soumis au jury composé de :

M <sup>r</sup> . Boukaroura Abdelkader	MAB	Président	UKM Ouargla
M <sup>r</sup> . Kherfane riad Lakhdar	MCB	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
M <sup>r</sup> . Larouci Benyekhlef	MCB	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire 2021/2022

# Remerciements

---

## Remerciements

On tient à remercier vivement notre encadreur Monsieur KHERFANE Riad Lakhdar qui a encadré notre travail durant cette année. Par ses conseils, son dévouement constant et ses nombreuses discussions il a permis à ce travail d'être ce qu'il est aujourd'hui. Nous le remercions également pour la liberté et la confiance qu'il nous a toujours accordée.

Nous m'est particulièrement agréable de remercier :

Monsieur Larouci Benyekhlef, qui nous fait l'honneur d'examiner ce travail.

Monsieur Boukaroura Abdelkader, qui nous fait l'honneur de juger ce travail.

Malheureusement nous craignons d'oublier de citer certaines personnes ; nous espérons qu'elles ne nous en tiendront pas grief, et nous pouvons leur assurer qu'elles ont une place particulière dans notre cœur

# Dédicace

---

## Dédicace

À tous ceux qui m'ont appris une lettre dans ce monde mortel, À l'âme pure et pure de mon père , A ma chère ,ma chère mère, qui a travaillée pour moi , A mes frères et toutes ma famille et tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin, A tous les membres de la famille universitaire, en particulier à mes professeurs, A tous je dédie cet humble travail nous demandons à Dieu de faire de lui un phase pour chaque étudiant de la connaissance.

À mes parents : Ma mère, source de tendresse, mon père, symbole de courage et de volonté.

À mon cher frère et ma chère sœur.

À mes oncles et mes tantes.

À tous ceux que j'aime, et à tous ceux qui m'aiment.

# Sommaire

---

## Sommaire

INTRODUCTION GENERALE .....	1
CHAPITRE 1 .....	2
Dispatching économique .....	2
<b>1.1. INTRODUCTION</b> .....	3
<b>1.2. Généralités sur les réseaux électriques</b> .....	3
<b>1.2.1. La production :</b> .....	4
<b>1.2.2. Le transport :</b> .....	4
<b>1.2.3. Distribution</b> .....	6
<b>1.2.4. Les postes électriques :</b> .....	10
<b>1.3-MODELE DE BASE DE DISPATCHING ECONOMIQUE</b> .....	10
<b>1.3.2. Les contraintes d'opérations</b> .....	12
<b>1.3.3 .Modèle avec considération des pertes de transmission</b> .....	13
Conclusion .....	14
CHAPITRE 2 .....	3
ALGORITHME DE CHAUVE-SOURIS .....	3
<b>2. 1. INTRODUCTION :</b> .....	16
<b>2.2. ALGORITHME DE CHAUVE-SOURIS :</b> .....	16
<b>2.3. ALGORITHME CHAUVE-SOURIS ET SES VARIANTES :</b> .....	18
<b>2.4. Algorithme de chauve-souris pour déterminer le coût optimal en répartition économique :</b> .....	21
<b>2.5.CARACTÉRISTIQUE SÉMINENTES DE L'ALGORITHME CHAUVE-SOURIS:</b> .....	21
<b>2.6. Applications de l'algorithme chauve-souris:</b> .....	22
<b>2.7. LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS :</b> .....	22
2.8. Conclusion : .....	23
CHAPITRE 3 .....	17
APPLICATION ET RESULTAT .....	17
<b>3.1. Introduction</b> .....	25
<b>3.2. Réseau électrique test IEEE 30 Nœud</b> .....	25
<b>3.3. Paramètres et données</b> .....	26
<b>3.4. L'optimisation de dispatching économique de l'énergie électrique</b> .....	26
<b>3.5. La comparaison</b> .....	30
<b>3.6. Discussion</b> .....	31
<b>3.7. Conclusion</b> .....	32

# Sommaire

---

COCLUSION GENERALE .....	33
REFERENCES.....	34

# Liste des figures

---

## Liste des figures

Fig.1.1: Structure générale d'un réseau électrique

Fig.1.2. Réseau électrique structure parallèle-série

Fig.1.3. Schéma d'un réseau de distribution

Fig. 1.4. Exemple de réseau simple dérivation.

Fig. 1.5: Représentation d'un réseau HTA en boucle

Fig. 1.6: Exemple de réseau HTA en double dérivation.

Fig. 1.7: La variation du coût en fonction de la puissance générée.

Fig.2.1 : Bat sonar

Fig. 3.1 : Schéma unifilaire du réseau électrique IEEE 30-Nœud.

Fig. 3.2 : Puissance des générateurs lorsque la variation de la puissance demandée.

Fig. 3.3 : Puissance des générateurs lorsque la variation du nombre de population.

Fig. 3.4 : Puissance des générateurs lorsque la variation du nombre d'itérations.

# Liste des tableaux

---

## Liste des tableaux

Tableau. 3.1. Résultats des essais de variation sur la puissance demandée.

Tableau. 3.2. Variation sur le nombre de population.

Tableau. 3.3. Variation sur le nombre d'itération.

Tableau. 3.4. Comparaison des pertes et des coûts entre NBA et PSO.

# Liste des symboles

---

## Listes de symboles

$C_T$  : le coût total

$C_i(P_i)$  : Coût de production de la centrale thermiques

$P_i$  : Puissance électrique produite par la centrale  $i$  ,.

$A$  ,  $B$ ,  $C$  : constantes positives

$n_{th}$  : Nombre de centrales thermiques qui composent le système considéré.

$P_d$  : Puissance électrique demandée par les consommateurs connectés au système considéré

$P_{i(\min)}$  : La puissance active minimale du générateur ( $i$ ).

$P_{i(\max)}$  : La puissance active maximale du générateur( $i$ ).

$Q_{i(\min)}$  : La puissance réactive minimale du générateur ( $i$ ).

$Q_{i(\max)}$  : La puissance réactive maximale du générateur( $i$ ).

$V_{i(\min)}$  : La tension minimale du générateur ( $i$ ).

$V_{i(\max)}$  : La tension maximale du générateur( $i$ ).



# Résumé

---

## Résumé :

Dans ce travail, nous allons utiliser une méthode pour optimiser la fonction du coût pour la production d'énergie électrique. Cette méthode qui est un nouvel algorithme de chauve-souris (NBA) est un algorithme heuristique qui fonctionne en imitant le comportement d'écholocation des chauves-souris pour effectuer une optimisation globale. L'application a été faite sur un réseau électrique IEEE 30 nœuds.

## Mots clé :

Nouvel algorithme de chauve-souris, algorithme heuristique, optimisation globale.

## Abstract:

In this work we will use a method to optimize the cost function for the production of electrical energy. This method Novel Bat Algorithm (NBA) is a heuristic algorithm that operates by imitating the echolocation behavior of bats to perform global optimization. The application applied on a grid of IEEE-30 bus.

## Keywords:

Novel Bat Algorithm, heuristic algorithm, global optimization.

## ملخص:

في هذا العمل سوف نستخدم طريقة لتحسين دالة التكلفة لإنتاج الطاقة الكهربائية، هذه الطريقة هي خوارزمية الخفافيش الجديدة وهي خوارزمية تعمل عن طريق محاكاة سلوك تحديد الموقع بالصدى للخفافيش لأداء التحسن الشامل. وقد قدم التطبيق على الشبكة IEEE 30 عقدة.

## كلمات مفتاحية:

خوارزمية الخفافيش، خوارزمية إرشادية، تحسين عالمي.

# INTRODUCTON GENERALE

---

## INTRODUCTION GENERALE

L'objectif de base d'un dispatching économique est la génération et l'exploitation à coût minimal de l'énergie électrique en satisfaisant toute la demande avec toutes les contraintes de système. D'après la synthèse bibliographique, nous avons constaté que plusieurs méthodes classiques et modernes ont été utilisées pour résoudre le problème de dispatching économique de l'énergie électrique. Actuellement il existe une nouvelle méthode qui est un nouvel algorithme de chauve-souris (NBA). Donc, le but de ce travail est d'utiliser cette méthode pour la résolution du problème de dispatching économique.

Ce présent mémoire est organisé en trois chapitres comme suit :

Chapitre 1 : dans ce chapitre, et après avoir défini c'est quoi le dispatching économique, nous avons formulé mathématiquement le problème de dispatching économique à fin de pouvoir le résoudre dans le dernier chapitre.

Chapitre 2 : ce chapitre est consacré à la méthode que nous avons utilisée dans ce travail et qui est un nouvel algorithme de chauve-souris (NBA).

Chapitre 3 : dans ce chapitre nous avons appliqué la NBA pour résoudre le problème de dispatching économique. Nous avons pris comme test le système IEEE 30-bus.

Enfin, nous clôturons ce présent mémoire par une conclusion générale concernant l'apport général de notre travail.

# **CHAPITRE 1**

## **Dispatching économique**

## 1.1. INTRODUCTION

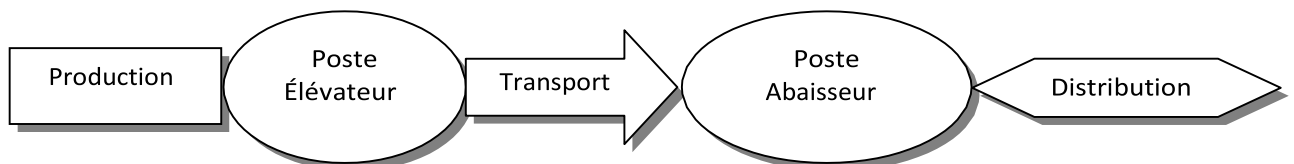
Le dispatching économique est un problème d'optimisation qui consiste à répartir la production de la puissance active demandée entre les différentes centrales du réseau, de sorte à exploiter ce dernier de la manière la plus économique possible. Cette distribution doit évidemment respecter les limites de production des centrales. La fonction objectif à optimiser est donc le coût de production [1].

Le problème du dispatching économique sans perte est peut complexe car le seul paramètre qui influence le coût est la puissance active générée par la centrale (sans tenir compte de la puissance perdue dans les lignes lors des transits de puissance entre les centrales et les charges). L'écoulement de puissance est une autre limitation du dispatching économique qui représente l'aspect statique du problème. En effet, quand on résout un dispatching économique, on le fait pour une demande à un instant précis. Lorsque le problème prend une dimension dynamique, c'est-à-dire lorsque la demande évolue dans un intervalle de temps donné (une journée par exemple), il faut alors tenir compte des états des centrales ainsi que des changements d'états qui occasionnent des coûts supplémentaires. Par exemple, si la demande augmente au court du temps, il faudra augmenter la production afin de satisfaire la demande, et on prends en considération les couts nécessaires.

## 1.2. Généralités sur les réseaux électriques

Les réseaux électriques présentent des caractéristiques spécifiques de fonctionnement, différentes des autres types d'industries. Ces caractéristiques sont propres à la technologie actuelle de l'industrie électrique, et indépendantes des formes institutionnelles d'organisation (le monopole ou la concurrence). Or, le choix et la conception des formes organisationnelles, et les performances inhérentes, dépendront de la manière dont ces caractéristiques spécifiques sont prises en compte.

L'organisation entre chacun des éléments sont décrites sur la figure ci-dessous:

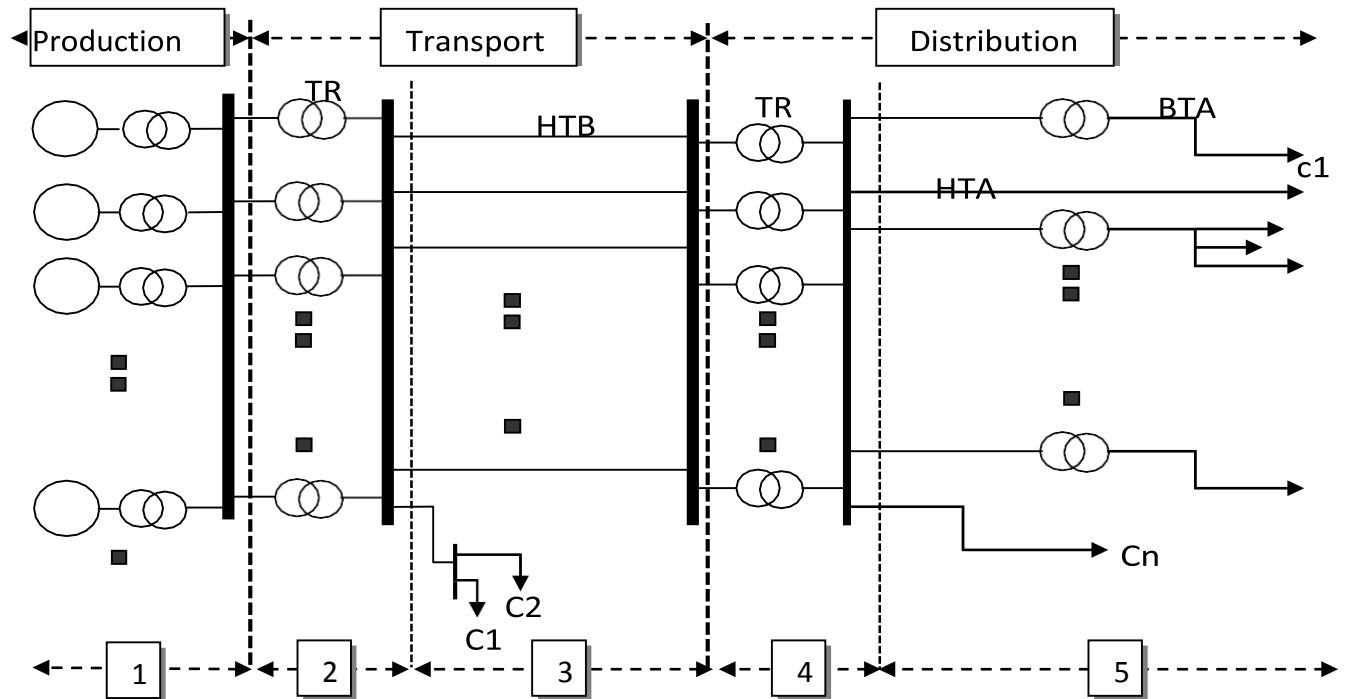


**Fig.1.1. Structure générale d'un réseau électrique.**

Le processus d'alimentation en énergie est une installation en série assumant un objectif fonctionnel de haut niveau (production, transport et distribution). Pour assurer ces objectifs fonctionnels de haut niveau, le processus fait appel à un ensemble de systèmes interconnectés.

Chaque système assure une ou plusieurs fonctions bien définies.

Pour satisfaire les besoins décrits précédemment, la chaîne énergétique doit avoir une description (modèle) qui représente précisément son fonctionnement.



*Fig.1.2. Réseau électrique structure parallèle- série*

D'une manière générale un réseau électrique est toujours composé de quatre grands axes :

### 1.2.1. La production :

C'est la base de toute énergie consommée par l'ensemble du réseau, la tension produite toujours sous forme de système triphasé via l'utilisation d'alternateurs.

### 1.2.2. Le transport :

Il est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie électrique en THT sur de longues distances (vu la dispersion géographique entre les lieux de production et les centres de consommation). Il constitue l'ossature principale pour l'interconnexion des grands centres de production. Ses lignes atteignent des milliers de kilomètres.

#### a. Les sous-systèmes de transformation

Pour transporter une énergie électrique à grande distance, il est essentiel, sur le plan

économique, de minimiser l'énergie gaspillée par effet Joule de longde la ligne de transport, la solution la plus rentable consiste à élever le niveau de tension au départ pour le ramener à une tension plus basse, éventuellement la tension de départ, au point d'utilisation. Les deux opérations de changement de tension sont effectuées par des transformateurs.

Ces sous-systèmes sont formés d'un ensemble de transformateur (élévateurs ou abaisseurs) placé en parallèle dont la capacité ou bien la performance totale est la somme des différentes versions et type de transformateur.

## **b. Les moyens de transport l'électricité**

Comme l'électricité ne se stocke pas en grande quantité, la production doit s'adapter sans cesse à la consommation. C'est pourquoi l'énergie produite doit être acheminée en temps réel jusqu'aux consommateurs. On appelle réseau électrique l'ensemble des infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centrales électriques, vers les consommateurs d'électricité.

Le réseau de transport d'électricité est situé en amont des réseaux de distribution, il se compose de deux sous-ensembles:

### **b.1. Le réseau transport et d'interconnexion**

Il est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances (vu la dispersion géographique entre les lieux de production et les centres de consommation). Il constitue l'ossature principale pour l'interconnexion des grands centres de production. Ce réseau peut être assimilé au réseau autoroutier. Ses lignes atteignent des milliers de kilomètres.

### **b.2. Les réseaux de répartition régionale ou locale**

Ils sont destinés à répartir l'énergie en quantité sur des distances plus courtes. Le transport est assuré en très haute tension (225000 volts) et en haute tension (90000 et 63000 volts). Ce type de réseau est l'équivalent des routes nationales dans le réseau routier. La finalité de ce réseau est avant tout d'acheminer l'électricité du réseau de transport vers les grands centres de consommation. Ces derniers sont : soit du domaine public avec l'accès au réseau de distribution HTA, soit du domaine privé avec l'accès aux abonnés à grande consommation (supérieure à 10 MVA) livrés directement en HT [2].

Fait à base d'une configuration arborescente de même niveau de tension, alors ces lignes sont placées en parallèle servent à transiter la marchandise d'un point A vers le point B. Ces lignes se caractérisent par leurs capacités de transport, fiabilité, aussi leurs coûts.

De plus les puissances transportées sont telles, que l'utilisation d'une tension basse entraînerait des sections de câble tout à fait inadmissibles. L'usage des tensions élevées se trouve donc imposé malgré les contraintes d'isolement qui se traduisent par des coûts de matériel plus importants, La solution la plus facile étant l'utilisation de lignes aériennes.

Dans tous les cas, le choix d'une tension de transport est avant tout un compromis technico-économique, fonction des puissances à transporter et des distances à parcourir.

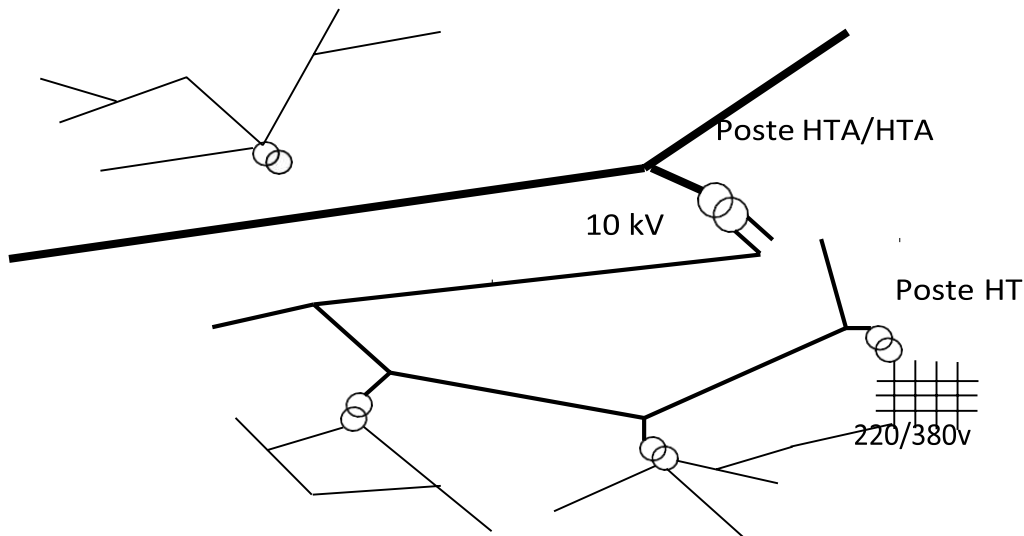
La structure de ces réseaux est généralement de type aérien (parfois souterrain à proximité de sites urbains). Dans ce domaine, les politiques de respect de l'environnement et de protection des sites.

### **1.2.3. Distribution :**

Le but du réseau électrique est d'amener l'électricité par réseau de répartition aux points de consommation. La distribution est assurée en moyenne tension (HTA) et en basse tension (BTA).

Une grande partie des consommateurs d'énergie électrique sont alimentés par le réseau basse tension (230 et 400 volts) : immeubles d'habitation, écoles, artisans, commerçants, et d'autres sont alimentés en moyenne tension : industries, hôpitaux et cliniques, petites et moyennes entreprises...

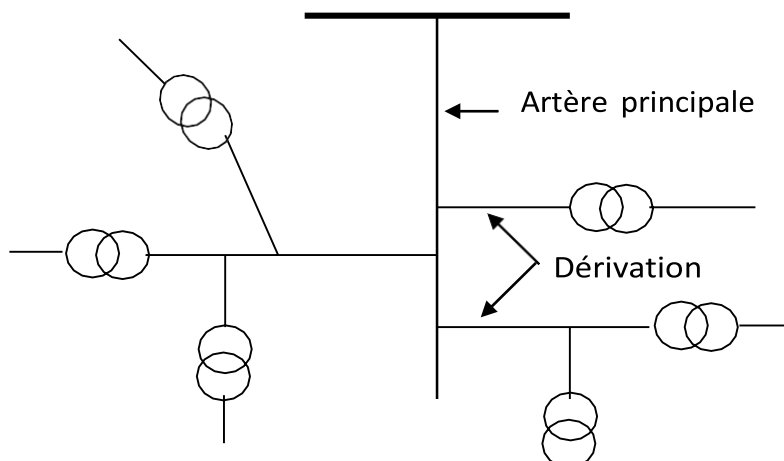
Le choix d'une topologie fixe les principaux éléments de conception d'une distribution. Plusieurs topologies peuvent être rencontrées:



*Fig.1.3. Schéma d'un réseau de distribution*

**a. Réseau radial (simple dérivation) :**

Ce schéma est aussi appelé en antenne. Son principe de fonctionnement est à une seule voie d'alimentation. Ce schéma est particulièrement utilisé pour la distribution delà HTA en milieu rural. En effet, il permet facilement et à un moindre coût d'accéder à des points de consommation de faible densité de charge. Très souvent un schéma radial est lié à une distribution de type aérien; de plus, un incident ou une coupure pour réparation entraine la mise hors tension d'une partie du réseau sans possibilité de réalimentation de secours.





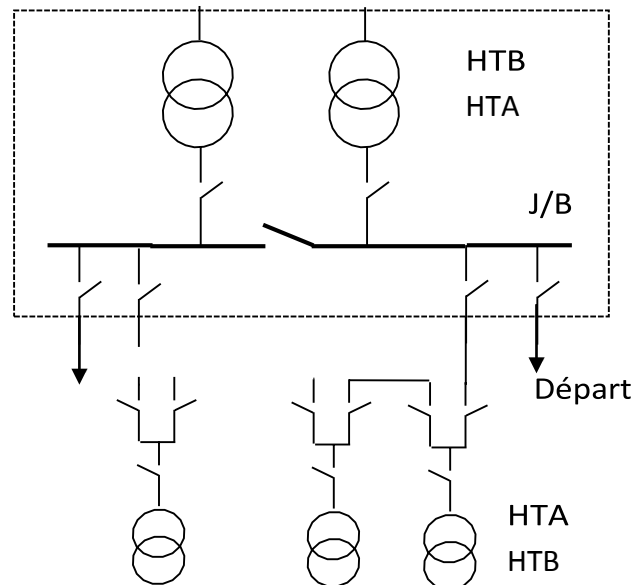
*Fig. 1.4. Exemple de réseau simple dérivation.*

- Avantage : Coût minimal
- Inconvénient : Disponibilité faible

**b. Réseau boucle ouverte**

Il est aussi appelé coupure d'artère. Son principe de fonctionnement est à deux voies d'alimentation. En temps normal, les boucles sont ouvertes. Ce qui rend la protection et l'exploitation plus faciles. Ce réseau est un peu plus compliqué que le précédent, un peu plus coûteux et un peu plus difficile à exploiter, mais il assure une meilleure continuité du service.

Très souvent ce schéma est associé à une distribution de type souterrain.



*Fig1.5. Représentation d'un réseau HTA en boucle*

- Avantage :
  - bonne disponibilité, dans la mesure où chaque source peut alimenter la totalité du réseau
  - maintenance possible du jeu de barres, avec un fonctionnement partiel de celui-

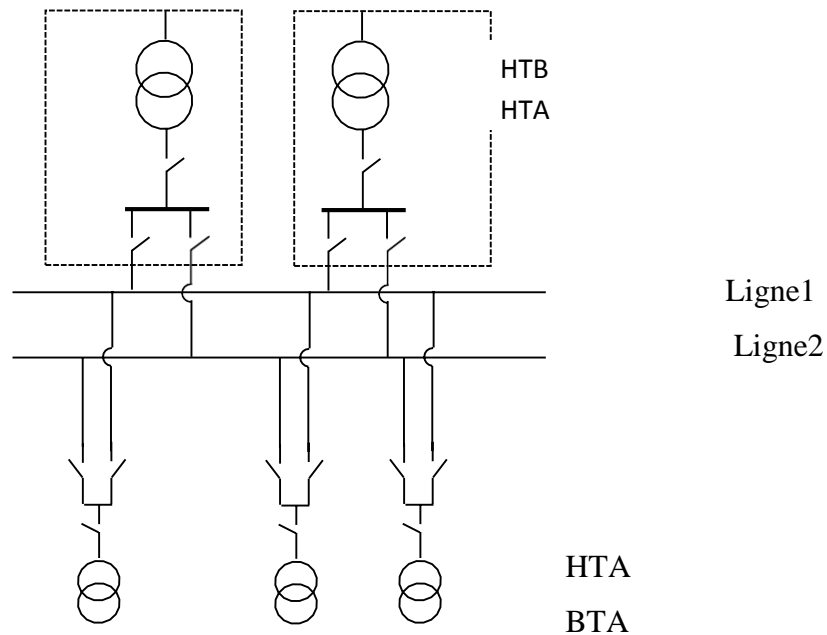
ci

- Inconvénients :

- solution plus coûteuse que l'alimentation simple antenne.
- ne permet qu'un fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance.

### c. Schéma double dérivation

Chaque poste est alimenté par deux câbles avec permutation automatique en cas de manque de tension sur l'une des deux arrivées.



**Fig.1.6. Exemple de réseau HTA en double dérivation.**

- Avantage :

- bonne disponibilité d'alimentation
- très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges, et pour la maintenance des jeux de barres
- possibilité de transfert de jeu de barres sans coupure (lorsque les jeux de barres

sont couplés, il est possible de manoeuvrer un sectionneur si son sectionneur adjacent est fermé).

- Inconvénient :
  - surcoût important par rapport à la solution simple jeu de barres

Les trois types peuvent être utilisés aussi bien pour la HTA que pour la BTA; le choix ne peut se faire qu'après une étude tenant compte du prix de revient du réseau et de la qualité du service qui doit être assuré.

### 1.2.4. Les postes électriques :

Un poste électrique est un élément du réseau électrique servant à la fois à la transmission et à la distribution d'électricité.

Un poste électrique est la « partie d'un réseau électrique, située en un même lieu, comprenant principalement les extrémités des lignes de transport ou de distribution, de l'appareillage électrique, des bâtiments et, éventuellement, des transformateurs »

#### Poste élévateur :

Généralement il est situé entre la centrale de production et le réseau de transport . Il permet d'élever la tension électrique pour sa transmission.

#### Poste abaisseur :

Il sert à redescendre la tension suivant la demande par les utilisateurs (particuliers ou industriels). Les postes électriques se trouvent donc aux extrémités des lignes de transmission ou de distribution. On parle aussi de sous-station, entre autres dans les chemins de fer.

## 1.3-MODELE DE BASE DE DISPATCHING ECONOMIQUE

### 1.3.1 LA FONCTION OBJECTIF

Le coût le plus élevé de la génération est le coût de carburant, d'autres dépenses incluent tel que le travail, l'entretien, la sécurité, la stabilité et l'esthétique, ce sont des facteurs économiques. Le coût de production d'une centrale est généralement modélisé par une fonction polynomiale du second degré en fonction de la puissance générée. Dans ce cas la fonction objectif, qui représente le coût total de production de toutes les unités de génération, est exprimée comme suit :

$$\min C_T$$

Où :

$C_T$  : Représente le coût total de la production de toutes les centrales thermiques du système considéré, exprimé en DA/h. Il est égal à :

$$C_T = \sum_1^{n_{th}} C_i(P_i)$$

Où :

$C_i(P_i)$  : Coût de production de la centrale thermique  $i$  lorsqu'elle produit la puissance électrique  $P_i$ , exprimé en DA/h. Cette caractéristique est représentée habituellement par le polynôme du second ordre suivant :

$$C_i = A + B P + C P^2$$

Où :

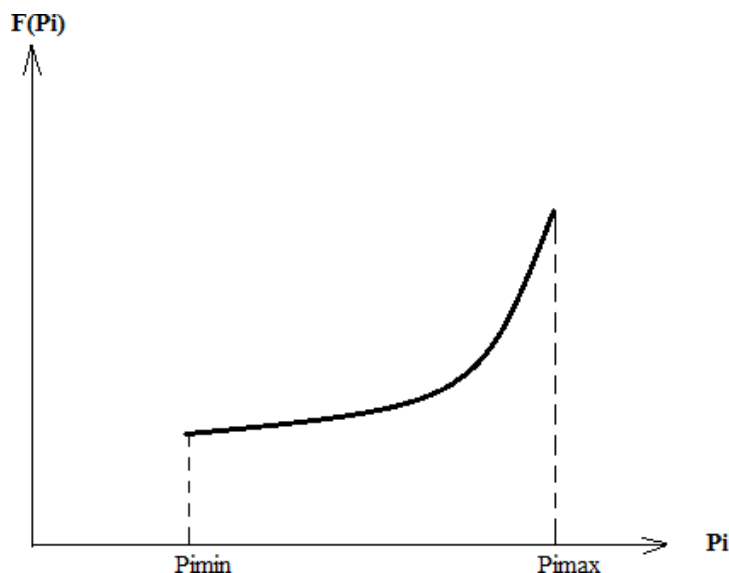
$C_i$  : Coût de production de la puissance électrique active  $P_i$  de la centrale  $i$ , exprimée en DA/h.

$P_i$  : Puissance électrique produite par la centrale  $i$ , exprimée en MW.

$A, B, C$  : Ce sont des constantes positives déterminées indirectement à partir des mesures faites sur une centrale  $i$ , qui sont exprimées respectivement en DA/h, DA/MWh et DA/MW<sup>2</sup>h.

$n_{th}$  : Nombre de centrales thermiques qui composent le système considéré.

Dans un premier lieu nous allons considérer que la courbe de coût (l'évolution du coût par rapport à la puissance générée) a une forme parabolique comme le montre dans la figure 1.7



*Fig. 1. 7. La variation du coût en fonction de la puissance générée.*

### 1.3.2. Les contraintes d'opérations

L'objectif doit être atteint tout en satisfaisant l'ensemble des contraintes actives d'opération à savoir :

- ☞ L'équilibre entre la production et la consommation,
- ☞ La limite de la capacité de production de chaque centrale thermique du système.

#### a. Equilibre production-consommation

$$\sum_1^{nth} P_i = P_d$$

Où :

$P_d$  : Puissance électrique demandée par les consommateurs connectés au système considéré, elle est exprimée en MW.

$P_i$  : Puissance électrique produite par la centrale thermique  $i$ , elle est exprimée en MW.

#### b . Limites de capacité de production des centrales thermiques

$$P_{i(\min)} \leq P_i \leq P_{i(\max)}$$

$$Q_{i(\min)} \leq Q_i \leq Q_{i(\max)}$$

$$V_{i(\min)} \leq V_i \leq V_{i(\max)}$$

Où :

$P_{i(\min)}$  : La puissance active minimale du générateur (i).

$P_{i(\max)}$  : La puissance active maximale du générateur(i).

$Q_{i(\min)}$  : La puissance réactive minimale du générateur (i).

$Q_{i(\max)}$  : La puissance réactive maximale du générateur(i).

$V_{i(\min)}$  : La tension minimale du générateur (i).

$V_{i(\max)}$  : La tension maximale du générateur(i).

### 1.3.3 .Modèle avec considération des pertes de transmission

$$\sum_1^{nth} P_i = P_d + P_L$$

Où :

$P_L$  : Ce terme représente les pertes actives totales dans le réseau de transmission, exprimée en MW. Dans le but de minimiser ces pertes, il est plus approprié de les présenter en fonction de la production de toutes les centrales thermique qui composent le système.

### 1.4. B -coefficient

On les appelle aussi les coefficients des pertes , supposés constants pour une base gamme de charges , et une précision raisonnable est attendue lorsque les conditions de fonctionnement réelles sont proches de la base conditions de cas utilisées pour calculer les coefficients .Ils sont généralement représentés par  $B_{ij}$ [3].

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons définis et formalisé mathématiquement le problème de dispatching économique de l'énergie électrique. Nous allons essayer de résoudre ce problème avec des méthodes d'optimisation qui seront détaillées dans le prochain chapitre. Les résultats de l'application de ces algorithmes au problème de dispatching seront donnés dans le dernier chapitre de ce travail.

# **CHAPITRE 2**

## **ALGORITHME DE CHAUVE-SOURIS**



**2. 1. INTRODUCTION :**

Les algorithmes d'optimisation modernes sont souvent de nature inspiré, généralement basé sur l'intelligence en essaim les sources d'inspiration sont diverses et par conséquent les algorithmes peuvent être de plusieurs types différents, Cependant tout ces algorithmes ont tendance à utiliser certaines caractéristiques spécifiques pour formuler les principales formules de mise à jour [1].

Comme il est devenu nouveau l'algorithme de chauve-souris (BA) est devenu en fonction des fonctions populaires d'écholocation des microbats (Yang, 2010), et l'ensemble de règles Bat utilise une approche de réglage de fréquence pour améliorer la diversité des traitements au sein de la population, même si à De même, il utilise le zoom automatisé pour essayer d'équilibrer l'amusement et l'exploitation dans le temps de l'approche de recherche en imitant Les différences des taux d'émission d'impulsions et le volume des chauves-souris tout en essayant de trouver une victime, en conséquence il se trouve être très efficace avec un début efficace typique [2].

Sans aucun doute, il peut certainement y avoir place à l'amélioration. C'est pourquoi, à travers cette étude, nous souhaitons évaluer les améliorations récentes apportées à l'algorithme de chauve-souris.

**2.2. ALGORITHME DE CHAUVES-SOURIS :**

L'écholocation est une méthode sur laquelle les chauves-souris s'appuient pour chasser leurs proies, et c'est une méthode unique en son genre et différente de toutes les autres méthodes de chasse aux autres animaux.

Les chauves-souris ont une capacité fiable à déterminer l'emplacement par écho, et cette capacité est utilisée pour localiser la proie, car elles connaissent la différence entre elles tout en évitant les obstacles et en empruntant le chemin le plus facile vers elles, et la détermination de l'emplacement se fait à l'aide d'écho ou de vagues [3].

Grâce à cette stratégie suivie par les chauves-souris, la capacité des chauves-souris a été dérivée ou représentée dans un algorithme appelé algorithme de chauve-souris par (Yang) dans (2010), où cet algorithme a progressivement suscité l'attention des gens

de près, qui est de plus en plus appliqué dans différents domaines, et il aide à résoudre les problèmes d'optimisation numérique, il a une propriété exceptionnelle par rapport à de nombreuses méthodes d'optimisation traditionnelles

Si nous améliorons certaines des fonctionnalités d'écholocation, nous pouvons développer cet algorithme et c'est ce qu'a fait (Yang).

-1 Toutes les chauves-souris utilisent l'écholocation pour sentir la distance et faire magiquement la différence entre la proie et les conséquences.

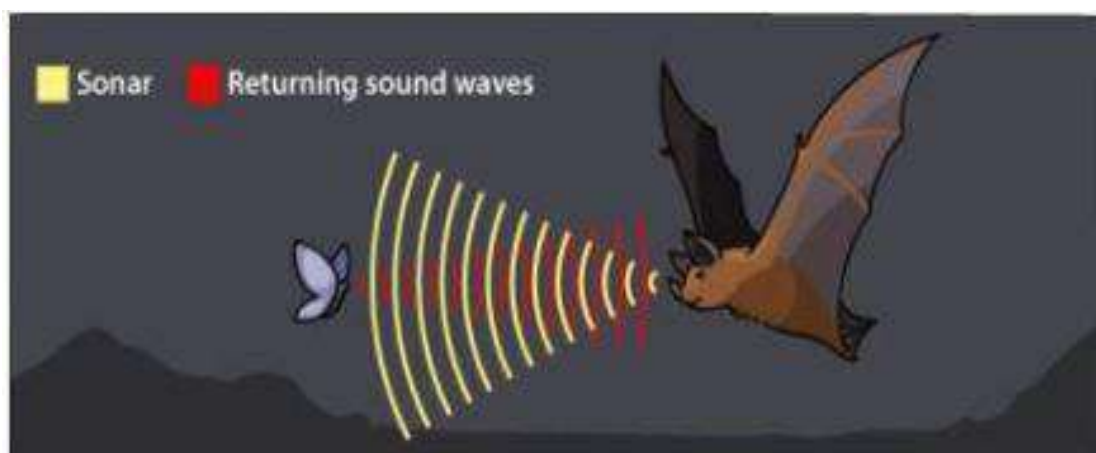


Fig.2. 1: Bat Sonar

- 2 Les chauves-souris volent au hasard à une certaine vitesse dans une position spécifique et à une fréquence fixe et une longueur d'onde variable (fréquence) et elles peuvent ajuster le taux d'émission de leurs impulsions en fonction de la proximité de leur cible

3-Bien que le volume puisse varier de plusieurs façons, nous supposons que le volume varie d'un grand (positif)  $A_0$  à une valeur minimale constante

Une autre simplification évidente est qu'aucun lancer de rayons n'est utilisé pour estimer le délai et topographie tridimensionnelle. Bien que cela puisse être une bonne fonctionnalité pour l'application dans géométrie de calcul, cependant, nous n'utiliserons pas cette fonctionnalité, car elle est plus informatique extensif dans les cas multidimensionnels.

En plus de ces hypothèses simplifiées, nous utilisons également les approximations suivantes, pour simplicité. En général la fréquence(  $F$ ) dans une gamme  $[f_{\min}, f_{\max}]$  correspond à une gamme de longueurs d'onde  $[\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$ . Par exemple une plage de fréquence de  $[20 \text{ kHz}, 500 \text{ kHz}]$  correspond à une plage de longueurs d'onde de 0,7 mm à 17 mm.

Pour un problème donné, nous pouvons également utiliser n'importe quelle longueur d'onde pour la facilité de mise en œuvre. Dans le mise en œuvre réelle, nous pouvons ajuster la gamme en ajustant les longueurs d'onde (ou fréquences), et la gamme détectable (ou la plus grande longueur d'onde) doit être choisie de manière à ce qu'elle soit comparable à la taille du domaine d'intérêt, puis en atténuant à des plages plus petites. De plus, nous ne faisons pas doivent nécessairement utiliser les longueurs d'onde elles-mêmes ; au lieu de cela, nous pouvons également faire varier la fréquence tout en Pour plus de simplicité, nous pouvons supposer que  $f$  est dans  $[0, f_{\max}]$ . Nous savons que les fréquences plus élevées ont de courtes longueurs d'onde et parcourir une distance plus courte. Pour les chauves-souris, les portées typiques sont de quelques mètres. Le taux de l'impulsion peut simplement être

dans la plage de  $[0, 1]$  où 0 signifie aucune impulsion du tout et 1 signifie le maximum taux d'émission d'impulsions.

Dans cet chercher, nous proposerons cet algorithme pour améliorer la résolution des problèmes de transmission économique et son efficacité à atteindre la solution optimale.[4]

### **2.3. ALGORITHME CHAUVE-SOURIS ET SES VARIANTES :**

L'ensemble habituel de règles de chauve-souris présente de nombreux avantages, dont les énormes avantages sont le fait qu'il peut produire une convergence extrêmement rapide à un stade très prédominant en passant du voyage à l'exploitation. Cela en fait un ensemble efficace de règles pour les offres, tout comme les classifications, même pour les autres, bien qu'un désir facile soit nécessaire. Cependant, lorsque nous permettons à l'algorithme de passer également à des lots de degré d'exploitation en ce

moment, il peut entraîner une stagnation après une certaine première étape. Ainsi, vous pouvez améliorer la performance générale, plusieurs stratégies et même des techniques ont déjà été examinées pour augmenter la diversité de la chose importante et ainsi améliorer la capacité, ce qui a produit plusieurs modes fantastiques d'ensemble de règles de chauve-souris.[5]

**2.3.1. Vecteurs de vitesse et de position des chauves-souris virtuelles :**

Dans les simulations, nous utilisons naturellement des chauves-souris virtuelles. Nous devons définir les règles de mise à jour de leurs positions  $x_i$  et vitesses  $v_i$  dans un espace de recherche d-dimensionnel. Les nouvelles solutions  $x_{ti}$  et les vitesses  $v_{ti}$  au pas de temps  $t$  sont données par

$$f_i = f_{min} + (f_{max} - f_{min})\beta \quad (1)$$

$$v_{ti} = v_{i,t-1} + (x_{ti} - x_i^*)f_i \quad (2)$$

$$x_{ti} = x_{i,t-1} + v_{ti} \quad (3)$$

où  $\beta \in [0,1]$  est un vecteur aléatoire tiré d'une distribution uniforme. Ici  $x^*$  est le meilleur emplacement global actuel (solution) qui est localisé après avoir comparé toutes les solutions parmi toutes les  $n$  chauves-souris. Comme le produit  $\lambda_i f_i$  est l'incrément de vitesse, nous pouvons utiliser soit  $f_i$  (ou  $\lambda_i$ ) pour ajuster le changement de vitesse tout en fixant l'autre facteur  $\lambda_i$  (ou  $f_i$ ), selon le type de problème d'intérêt. Dans notre implémentation, nous utiliserons  $f_{min} = 0$  et  $f_{max} = 100$ , en fonction de la taille du domaine du problème d'intérêt. Initialement, chaque chauve-souris se voit attribuer au hasard une fréquence qui est tirée uniformément de  $[f_{min}, f_{max}]$ .

Pour la partie recherche locale, une fois qu'une solution est sélectionnée parmi les meilleures solutions actuelles, une nouvelle solution pour chaque chauve-souris est générée localement en utilisant une marche aléatoire locale :

$$x_{new} = x_{old} + \varepsilon A_t \quad (4)$$

où  $\varepsilon \in [-1,1]$  est un nombre aléatoire, tandis que  $A_t = \langle A_{ti} \rangle$  est l'intensité sonore moyenne de toutes les chauves-souris à ce pas de temps.

La mise à jour des vitesses et des positions des chauves-souris présente une certaine similitude avec la procédure d'optimisation standard des essaims de particules (Geem et al. 2001) car fi contrôle essentiellement le rythme et la plage de mouvement des particules d'essaimage. Dans une certaine mesure, la BA peut être considérée comme une combinaison équilibrée de l'optimisation standard de l'essaim de particules et de la recherche locale intensive contrôlée par l'intensité et la fréquence du pouls.[6]

**2.3.2. Variations de l'intensité et de l'émission d'impulsions :**

De plus, l'intensité sonore  $A_i$  et le taux  $r_i$  d'émission d'impulsions doivent être mis à jour en conséquence au fur et à mesure des itérations. Comme le volume diminue généralement une fois qu'une chauve-souris a trouvé sa proie, tandis que le taux d'émission d'impulsions augmente, le volume peut être choisi comme n'importe quelle valeur de commodité. Par exemple, nous pouvons utiliser  $A_0 = 100$  et  $A_{min} = 1$ . Pour simplifier, nous pouvons également utiliser  $A_0 = 1$  et  $A_{min} = 0$ , en supposant que  $A_{min} = 0$  signifie qu'une chauve-souris vient de trouver la proie et arrête temporairement d'émettre tout son. Maintenant nous avons

$$A_{t+1i} = \alpha A_{ti}, r_{t+1i} = r_{i0} [1 - \exp(-\gamma t)] \quad (5)$$

où  $\alpha$  et  $\gamma$  sont des constantes. En fait,  $\alpha$  est similaire au facteur de refroidissement d'un programme de refroidissement dans le recuit simulé (Kirkpatrick et al. 1983, Yang 2008). Pour tout  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \gamma$ , on a

$$A_{ti} \rightarrow 0, r_{ti} \rightarrow r_{i0}, \text{ as } t \rightarrow \infty \quad (6)$$

Dans le cas de la simplicité, nous pouvons utiliser  $\alpha = \gamma$ , et nous avons en fait utilisé  $\alpha = \gamma = 0,9$  dans nos simulations. Le choix des paramètres nécessite quelques expérimentations. Initialement, chaque chauve-souris doit avoir des valeurs différentes d'intensité et de taux d'émission d'impulsions, ce qui peut être réalisé par randomisation. Par exemple, l'intensité sonore initiale  $A_{0i}$  peut généralement être [1, 2], tandis que le taux d'émission initial  $r_{0i}$  peut être autour de zéro, ou n'importe quelle valeur  $r_{0i} \in [0, 1]$  si vous utilisez l'Eq. 5. Leur volume sonore et leurs taux d'émission

seront mis à jour uniquement si les nouvelles solutions sont améliorées, ce qui signifie que ces chauves-souris évoluent vers la solution optimale.[5]

#### **2.4. Algorithme de chauve-souris pour déterminer le coût optimal en répartition économique :**

L'algorithme bat a été proposé pour trouver le coût minimum d'un générateur électrique. Là où cet algorithme a montré une bonne performance au niveau de la résolution de ces problèmes (le problème de répartition économique), et comme le confirment également les applications de cet algorithme sur des problèmes d'amélioration dans divers domaines, il donne toujours la solution optimale économiquement. De plus, ce problème a besoin d'un algorithme qui incarne la propriété et les caractéristiques des chauves-souris afin que nous puissions atteindre une solution bonne et idéale parmi toutes les solutions fournies, d'autres algorithmes donnent des solutions, mais ils n'atteignent pas la solution idéale parmi ces solutions.

A cet égard, nous allons utiliser cet algorithme pour résoudre le problème de distribution économique et discuter des résultats obtenus.[6]

#### **2.5.CARACTÉRISTIQUE SÉMINENTES DE L'ALGORITHME CHAUVESOURIS:**

##### **2.5.1. Manipuler les paramètres :**

variété d'algorithmes heuristiques rencontrés embauchés paramètres connectés par l'utilisation d'un ensemble pré-réglé de conseils structurés par des règles. Dans l'évaluation, BA utilise des paramètres manipulés, qui pourraient faire varier les valeurs des barrières (A et r) car les itérations se poursuivent. Cela permet de passer mécaniquement de l'exploration à l'exploitation pendant que la meilleure approche est le contact.[5]

##### **2.5.2. Réglage de fréquence :**

L'écholocation est utilisée en plus du réglage de fréquence pour éliminer les problèmes. Bien que l'écholocation ne soit pas immédiatement utilisée pour imiter réellement la fonction correcte, les versions de fréquence sont largement utilisées. Cette fonction

peut fournir certaines fonctions qui peuvent être identiques à la fonction principale utilisée dans l'optimisation de l'essaim de particules et la recherche d'harmonie.[5]

### **2.6. Applications de l'algorithme chauve-souris:**

L'algorithme de chauve-souris standard et ses nombreuses variantes signifient que les applications sont également très diverses. En fait, depuis l'algorithme a été développé chauves-souris originales (yang, 2010) les algorithmes de chauve-souris ont été appliqués dans à peu près tout optimisation de champs, classification, traitement d'images, Sélection de fonctionnalités, planification, exploration de données, etc.

Et à travers cette recherche, nous allons appliquer cet algorithme pour résoudre le problème de la transmission économique et discuter des résultats obtenus.[7]

### **2.7. LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS :**

#### **2.7.1. LES AVANTAGES:**

- Simple , flexible et facile à implanter.
- Résous de façon efficiente un large éventail de problème non linéaire.
- Converge très rapidement et aux premières étapes.
- Donne des solutions optimales prometteuses.
- S'applique à des problèmes compliqués.

#### **2.7.2. LES INCONVÉNIENTS:**

- Converge rapidement dans les premières itérations , puis le taux de convergence diminue.
- Absence d'une analyse mathématique permettant de lier le choix des paramètres avec le taux de convergence.
- Précision limité au cas où le nombre des fonctions à évaluer est petit.
- Le choix des valeurs des paramètres n'est pas claires pour la plupart des applications.
- Il est recommandé de le tester dans applications de large échelle.

### **2.8. Conclusion :**

L'algorithme de chauve-souris a l'avantage d'une simplicité et d'une flexibilité supplémentaires, l'algorithme de chauve-souris a été utilisé pour résoudre le problème de la distribution économique et les résultats ont montré que cet algorithme est capable d'atteindre un faible coût.

On peut également conclure que l'algorithme de chauve-souris est une méthode prometteuse pour résoudre les problèmes de distribution économique dans le système électrique.



# **CHAPITRE 3**

## **APPLICATION ET RESULTAT**

### 3.1. Introduction

L'application de cet algorithme proposé pour le dispatching économique a été faite sur un réseau électrique. Tous les codes de calcul développés dans ce travail ont été implémentés et simulés sous l'environnement MATLAB.

### 3.2. Réseau électrique test IEEE 30 Nœud

Le réseau de transport qui va servir de base à notre étude est issu d'un réseau réel simplifié qui est le réseau test IEEE 30 nœuds représentant une portion du système de puissance électrique Américain. Ce réseau électrique est constitué de 30 jeux de barres, 6 générateurs connectés aux jeux de barres injectant leurs puissances dans un système alimentant 19 charges à travers 38 lignes de transport (fig. 3.1).

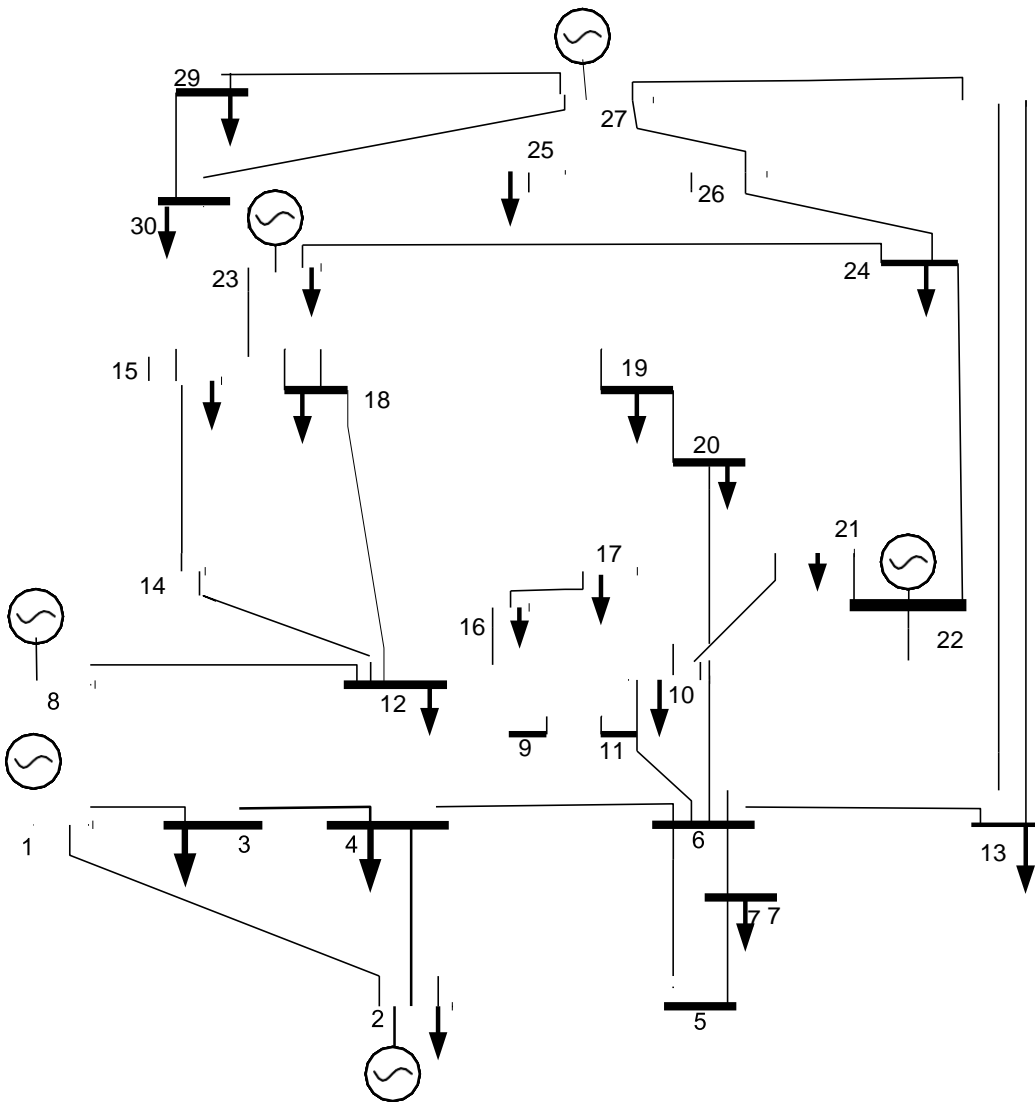


Fig.3.1. Schéma unifilaire du réseau électrique IEEE 30- Nœud.

### 3.3. Paramètres et données

La puissance demandée est de 700MW et le nombre de générateurs est 6.

Données des fonctions coût de 6 générateurs :

Puissance des générateurs(MW)			Coefficient de coût (\$MW <sup>2</sup> h)		
	Min	Max	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
P1	100	500	0.007	7	240
P2	50	200	0.0095	10	200
P3	80	300	0.009	8.5	300
P4	50	150	0.009	11	150
P5	50	200	0.008	10.5	200
P6	50	120	0.0075	12	120

La matrice B coefficient

$$\begin{aligned}
 B = & [0.000017 \ 0.0000120 \ 0.000007 \ -0.000001 \ -0.000005 \ -0.000002 \\
 & 0.0000120 \ 0.000014 \ 0.0000090 \ 0.000001 \ -0.000006 \ -0.000001 \\
 & 0.0000070 \ 0.000009 \ 0.0000310 \ 0.000000 \ -0.000010 \ -0.000006 \\
 & -0.0000010 \ 0.000001 \ 0.0000000 \ 0.000024 \ -0.000006 \ -0.000008 \\
 & -0.000005 \ -0.000006 \ -0.000010 \ -0.000006 \ 0.000129 \ -0.000002 \\
 & -0.000002 \ -0.000001 \ -0.000006 \ -0.000008 \ -0.000002 \ 0.000150]
 \end{aligned}$$

### 3.4. L'optimisation de dispatching économique de l'énergie électrique

Dans notre travail nous avons proposé trois cas d'étude qui sont exposés dans les sections suivantes.

Le but pour les trois cas d'étude est de minimiser le cout de génération de l'énergie électrique.

**3.4.1 Cas1 : variations sur la puissance demandée :**

La puissance demandée (MW)	500	700	1000	1200	1350
Pg1	216.3294	312.2224	391.0022	407.4070	453.3569
Pg2	50	73.3827	131.7306	143.8615	200
Pg3	85.6621	159.4562	220.3989	233.9186	269.1149
Pg4	50	50	93.3474	107.2847	150
Pg5	50	59.1010	121.6150	200	200
Pg6	50	50	50	120	91.9548
PI (MW)	1.9916	4.1622	8.0940	12.4718	14.4266
Coûts (\$)	6106.1	8286.9	11929	14591	16581

**Tableau 3.1. Résultats des essais de variations sur la puissance demandée**

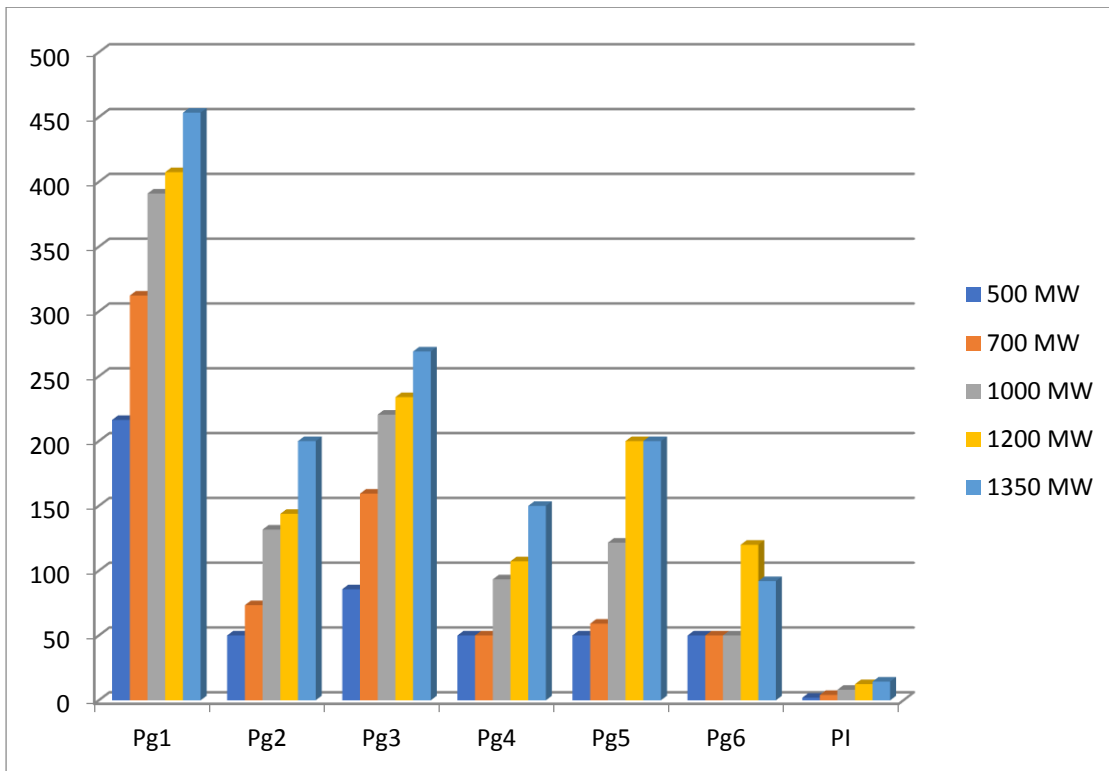


Figure 3.2. Puissance des générateurs lorsque la variation de la puissance demandée

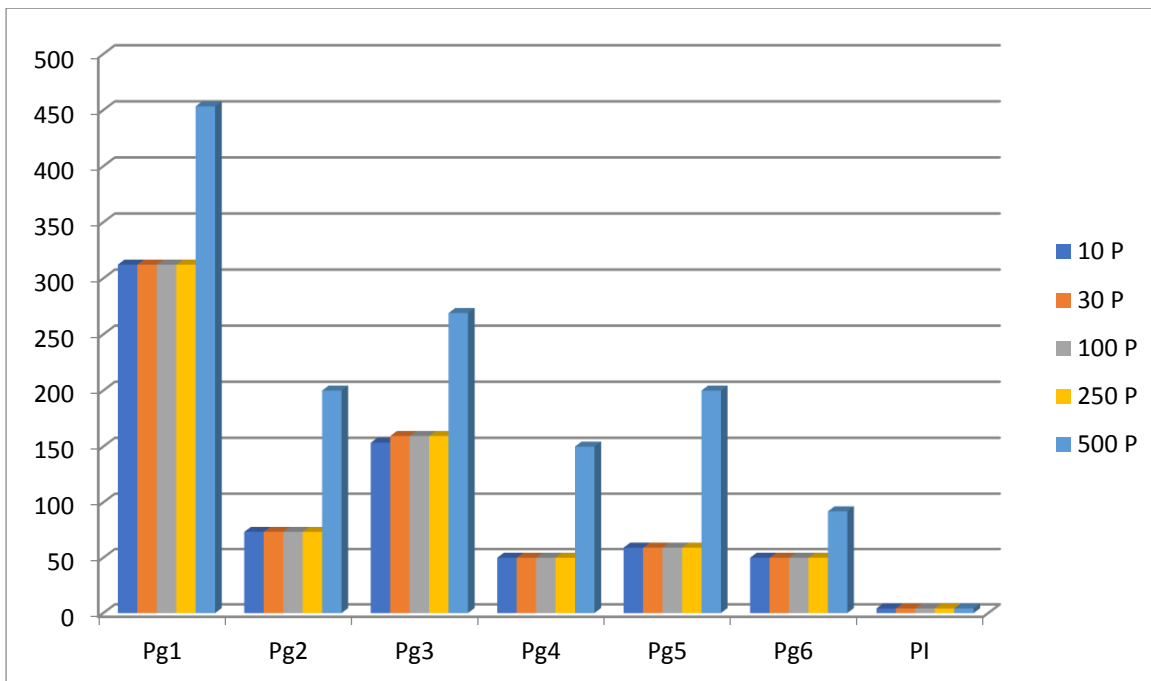
**Commentaire :**

L'augmentation du coût et des pertes sont subordonné à la puissance demandée.

**3.4.2 Cas2 : variations sur la population**

La population	10	30	100	250	500
Pg1	312.2177	312.2223	312.2223	312.2223	312.2223
Pg2	73.3766	73.3829	73.3829	73.3829	73.3829
Pg3	153.4675	159.4561	159.4562	159.4562	159.4561
Pg4	50	50	50	50	50
Pg5	59.1004	59.1009	59.1009	59.1009	59.1009
Pg6	50	50	50	50	50
PI (MW)	4.1623	4.1622	4.1622	4.1622	4.1622
Coûts (\$)	8286.9	8286.9	8286.9	8286.9	8286.9

Tableau 3.2. Variations sur le nombre de population



**Figure 3.3. Puissance des générateurs lorsque la variation du nombre de population**

**Commentaire :**

Le coût reste constant pendant le changement de population.

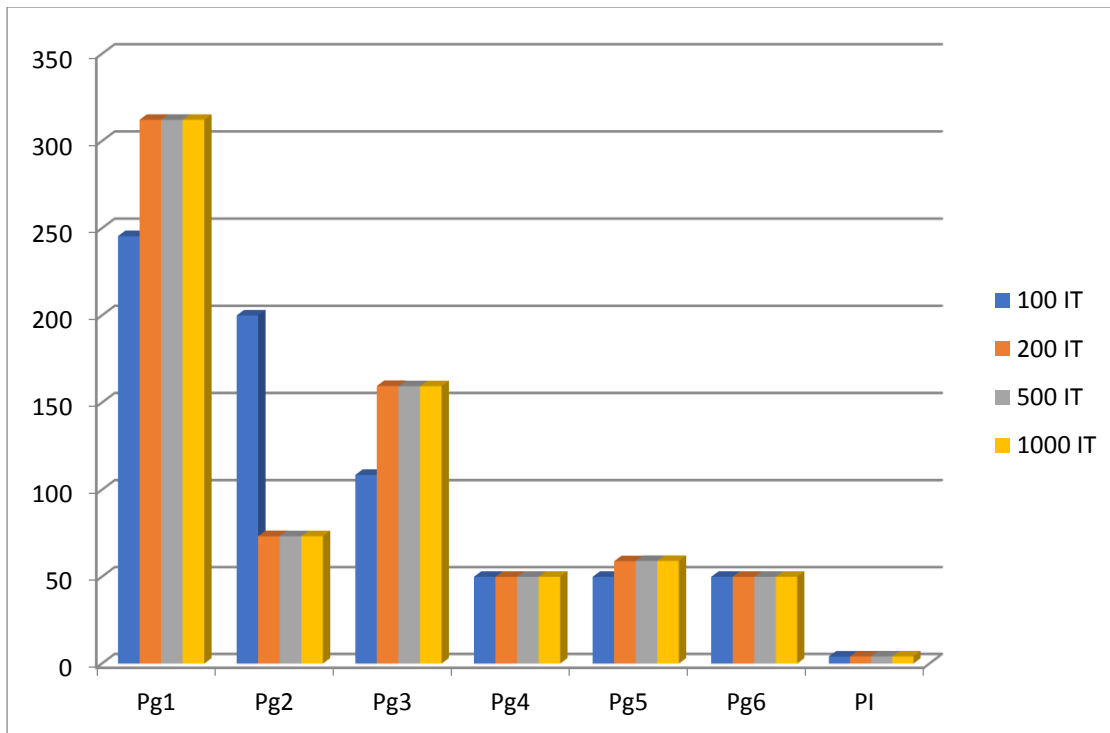
Les pertes restent constantes pendant le changement de population.

**3.4.3 Cas3 : variation sur le nombre d'itérations**

L'itération	100	200	500	1000
Pg1	312.0191	312.2176	312.2220	312.2224
Pg2	73.5663	73.4028	73.3827	73.3827
Pg3	159.7384	159.5698	159.4567	159.4562
Pg4	50.0004	50	50	50
Pg5	58.8390	58.9728	59.1008	59.1009
Pg6	50.0004	50	50	50
PI (MW)	4.1636	4.1630	4.1622	4.1622

Couts (\$)	8287	8286.9	8286.9	8286.9
------------	------	--------	--------	--------

**Tableau 3.3. Variations sur le nombre d'itérations**



**Figure 3.4. Puissance des générateurs lorsque la variation du nombre d'itérations**

**Commentaire :**

Les pertes diminuent et deviennent stable avec l'augmentation de nombre d'itérations

Le coût diminue et devient stable avec l'augmentation de nombre d'itérations.

**3.5. La comparaison**

La comparaison entre la méthode Novel Bat Algorithm (NBA) et la méthode de L'optimisation de l'essaim de particules (PSO)

Les résultats des essais de la méthode l'optimisation de l'essaim de particules (PSO) pour le réseau de 6 générateurs réalisée par (Chetti Charafedine et Taibi Saad, université Kasdi Merbah Ouargla).

Puissance demandée(MW)	Le coût (\$/h)		Les pertes (MW)	
	NBA	PSO	NBA	PSO
500	6106.1	6106.065	1.9916	1.9915
700	8286.9	8286.8886	4.1622	4.1622
1000	11929	11929.1982	8.0940	8.094
1200	14536	14535.789	10.9086	11.2765
1350	16575	16572.614	14.1317	14.1893

**Tableau 3.4. Comparaison des pertes et des Coûts entre NBA et PSO.**

### 3.6. Discussion

D'après les résultats obtenus de tableau (3.4). On peut conclure que la méthode (PSO) donne des meilleurs coûts par rapport à la méthode (NBA). Pour cela, le résultat de la méthode (NBA) pour la puissance demandée entre 1000 et 1350 MW est le meilleur. D'autre part elle est faible dans l'intervalle 500 à 700 MW. A partir de ce résultat, on peut conclure que la méthode (NBA) avait une certaine limite pour résoudre le problème de dispatching économique, car le coût ne peut pas être satisfait dans les grandes charges demandées. L'optimisation de l'essaim de particules (PSO) avait la capacité de résoudre efficacement le dispatching économique en tenant compte des contraintes telles que les limites de production, les pertes et les grands systèmes. Ainsi, (PSO) était meilleur dans l'analyse du dispatching économique par rapport à la méthode NBA.



### 3.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons proposés trois cas d'étude avec des complexités et des formes de fonction différentes. A ces trois cas d'étude nous avons appliqué une méthode pour résoudre le problème de dispatching économique introduite dans le deuxième chapitre. Les résultats obtenus ont été comparés avec la méthode d'optimisation de l'essaim de particules (PSO). Vu les résultats obtenus montre que cette méthode est la meilleure parce qu'elle a diminué les pertes malgré que le coût est élevé (avec un taux faible).

# CONCLUSION GENERALE

---

## COCLUSION GENERALE

Le dispatching économique joue un rôle très important dans le domaine de l'énergie électrique, car il assure la production de l'énergie électrique avec un coût minimal.

Dans ce présent travail, et après avoir formulé le problème de dispatching économique, nous avons résolu ce problème avec la méthode nouvel algorithme de chauve-souris. Nous avons considéré trois cas d'étude : le premier avec la variation de la puissance demandée, le deuxième cas avec la variation de nombre de population et le troisième cas avec la variation de nombre d'itération. Ces trois cas d'étude ont été optimisés et les résultats sont donnés le chapitre 3.

A travers les résultats de chapitre 3, nous avons pu remarquer que l'utilisation de la méthode de nouvel algorithme de chauve-souris donne des résultats acceptables. Enfin une étude comparative entre nouvel algorithme de chauve-souris (NBA) et l'algorithme par essaim de particules (PSO) nous a permis de constater que (PSO) donne des bon résultats que (NBA)

L'une des perspectives de ce travail est l'utilisation d'autres méthodes d'optimisation. L'utilisation de modèle plus complexe du dispatching économique peut être une autre perspective intéressante de ce travail.

# REFERENCES

---

## REFERENCES

- 1- HadiSaadat, "power system analysis", 1999, ISBN:0-07-012235-0.
- 2- Jason Brownlee, "Clever Algorithms: Nature-Inspired Programming Recipes", First Edition. LuLu. January 2011, ISBN: 978-1-4467-8506-5.
- 3- M. DRAIDI ABDELLAH, "Répartition économique de l'énergie électrique utilisant les techniques d'intelligence artificielle", Université Mentouri de Constantine 2010.
- 4- G.RAVE, "Application of Intelligent Techniques for Constrained Economic Dispatch Problems", IEEE transactions on magnetics, pp33-36, 2005.
- 5- L.Abdelhakem-Koridak, M.Rahli, " Optimisation d'un dispatching environnement/économique de la production d'énergie électrique par un algorithme génétique",2010.
- 6-G. Habchi, «Conceptualisation et Modélisation pour les simulations de production», UNIVERSITE DE SAVOIE Document de Synthèse L.F. Escudero, An inexact algorithm for the sequential ordering problem.
- 6- European Journal of Operational Research 37 (1988), 232–253 2001.
- 7-G. Habchi, «Conceptualisation et Modélisation pour les simulations de production», UNIVERSITE DE SAVOIE Document de Synthèse L.F. Escudero, An inexact algorithm for the sequential ordering problem.  
European Journal of Operational Research 37 (1988), 232–253 2001.
- 7- Dispatching Economique D'Energie Electrique Par Essaims De Particules Et Algorithmes Génétiques
- 8- Xin-She Yang Mathematics and Scientific Computing, National Physical Lab, Teddington TW11 0LW, UK
- 9- International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 5, Issue 1, January 2016
- 10- Lili A. Wulandharia,\_, Siti Komsiyahb, Wisnu Wicaksonob a Computer Science Department, School of Computer Science, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia 11480  
bMathematics Department, School of Computer Science, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia 11480

# REFERENCES

---

- 11- Extrait d'un article de la revue internationale Pour le calcul bio-inspiré · Août 2013
- 12- n.c.dispatching économique préparé par Dr. A. Bensalem
- 13- Document de conférence · Avril 2013 DOI : 10.1109/ICEETS.2013.6533526  
/ <https://www.researchgate.net/publication/261224559>
- 14- Journal international du monde scientifique, 8 (1) (2020) 1-7 Site Web du  
Journal international du monde scientifique :  
[www.sciencepubco.com/index.php/IJSW](http://www.sciencepubco.com/index.php/IJSW)
- 15- A. Chakri, R. Khelif, M. Benouaret, X.-S. Yang, Nouvel algorithme de chauve-souris directionnelle pour les problèmes d'optimisation continue, Expert Systems with Applications, vol. 69, 159-175 (2017).  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.10.050>
- 16- Almufti, S. (2017). Using Swarm Intelligence for solving NPHard Problems. Academic Journal of Nawroz University, 6(3), pp. 46-50.  
<https://doi.org/10.25007/ajnu.v6n3a78>.
- 17- Gherbi, Y.A., Bouzeboudja, H., Lakdja, F.. Economic dispatch problem using bat algorithm. *Leonardo Journal of Sciences* 2014;24:75–84.
- 18- Parpinelli, R.S., et Lopes, H.S., (2011). Nouvelles inspirations dans l'intelligence des essaims : une enquête, Int. J. Calcul bio-inspiré, Vol. 3, n° 1, p. 1–16.
- 19- Altringham, J.D., T. Mcowat et L. Hammond, Bats : Biology and Behaviour. 1998 : Oxford University Press.
- 20- Fister Jr., I., Fister, D. et Yang, X.S., (2013). Une chauve-souris hybride algorithme , Elekrotehni ski Vestnik (édition anglaise), (2013,soumis).
- 21- Yang, X.S., (2010). Une nouvelle métaheuristique inspirée des chauves-souris Algorithme, dans : Nature Inspired Cooperative Strategies for Optimisation (NISCO 2010) (Eds. Cruz, C.; Gonzalez, J.R. ; Pelta, D.A. ; Terrazas, G), études en informatique Intelligence Vol. 284, Springer Berlin, p. 65
- 22- G. Habchi, «Conceptualisation et Modélisation pour les simulations de production», UNIVERSITE DE SAVOIE Document de Synthèse L.F. Escudero, An inexact algorithm for the sequential ordering problem.  
European Journal of Operational Research 37 (1988), 232–253 2001.
- 23- Réseau Electrique, Encyclopédie Encarta, 2006.

# REFERENCES

---