

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 :

Guemmou sid ahmed

Khenfer samir

**Thème:**

# Etude d'un dispatching économique par une technique méta heuristique

Soumis au jury composé de :

M <sup>f</sup> kouras sid ali	MAA	Président	UKM Ouargla
M <sup>f</sup> kherfane riad lakhdar	MCA	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
M <sup>f</sup> larouci benyekhlef	MAA	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire 2020/2021

# Dédicace

Nous dédions ce travail à :

Nos chers parents qui nous ont beaucoup aidés et qui se sont sacrifiés pour nous et qui nous ont encouragés et soutenus le long de notre vie et durant notre cursus.

(A nos frères.

A nos sœurs.

A toutes nos familles.

A tous nos amis sans exception.

A toute la communauté universitaire.)

A tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

# Résumé

Nous avons assisté ces dernières années à une croissance très rapide des travaux utilisant les méthodes métha-heuristiques. Cette tendance peut être observée dans tous les domaines de la science économique. Et parmi ces dernier : le problème de dispatching économique.

Nous présentons dans ce mémoire l'application de la technique basée sur les algorithmes génétiques pour résoudre le dispatching économique avec considération des contraintes

l'algorithme proposé est validé sur quatre réseaux test standard . Nous avons appliqué cet algorithme pour résoudre un problème multi-objectif tel que

(coût-émission, coût-pertes et émission-pertes).

## ملخص

في السنوات الأخيرة ، شهدنا نموًا سريعًا للغاية في العمل باستخدام طرق الكشف عن مجريات الأمور. يمكن ملاحظة هذا الاتجاه في جميع مجالات علم الاقتصاد. ومن بين هذه الأخيرة: مشكلة التوزيع الاقتصادي الديناميكي. نقدم في هذه الأطروحة تطبيق التقنية على أساس الخوارزميات الجينية لحل مشكلة الشحن الاقتصادي الساكن والديناميكي مع مراعاة القيود ممارسات مثل تأثير فتح الصمام ، وكذلك إجهاد المنحدر. متانة تم التحقق من صحة الخوارزمية المقترحة في أربع شبكات اختبار قياسية. طبقنا هذه الخوارزمية لحل مشكلة متعددة الأهداف مثل تكلفة الانبعاث ، خسارة التكلفة وخسارة الانبعاثات). تؤكد نتائج البرمجة كفاءة هذه الخوارزمية في حل مشاكل تحسين الوظائف غير الخطية و متعدد الأغراض.

# Summary

In recent years, we have witnessed a very rapid growth in work using meta-heuristic methods. This trend can be observed in all areas of economic science. And among the latter: the problem of dynamic economic dispatching. We present in this thesis the application of the technique based on genetic algorithms to solve static and dynamic economic dispatching with consideration of constraints practices such as the valve opening effect, as well as the Ramp stress. The robustness of the proposed algorithm is validated on four standard test networks. We applied this algorithm to solve a multi-objective problem such as (cost-emission, cost-loss and emission-loss). Programming results confirm the efficiency of this algorithm to solve the problems of optimization of nonlinear functions and multi-purpose.

**Chapitre I**

**Dispatching économique**

**Introduction Générale..... 1**

**Généralités sur les réseaux électriques..... 2**

**La production..... 2**

**Le transport..... 2**

**La distribution..... 3**

**La consommation..... 3**

**La stratégie du fonctionnement des centrales électriques..... 3**

**Définition dispatching économique..... 4**

**L'objectif du dispatching économique..... 4**

**Problème du dispatching économique..... 4**

**Formulation mathématique du problème**

**la fonction cout..... 5**

**Minimisation des coûts de generation..... 7**

**Pertes de transmission..... 7**

**Contraintes d'égalités..... 8**

**Contraintes d'inégalité..... 8**

**Solution du dispatching économique sans perte..... 9**

**Dispatching économique avec pertes..... 9**

# Chapitre II

## Algorithmes Génétiques

Introduction .....	11
Les Algorithmes Génétique.....	11
Définition de l'Optimisation .....	11
Principe .....	11
Fonction Objectif.....	12
Les Algorithmes Génétiques .....	12
Définition (Séquence/Chromosome/Individu (Codage binaire)) ...	13
Définition (Fitness d'une séquence).....	13
Mécanisme de recherche.....	14
Paramètres d'un AG .....	14
Présentation des algorithmes génétiques .....	15
Codage.....	15
Codage binaire.....	15
Codage reel.....	16
Le croisement.....	16
Croisement binaire en un point.....	16
Croisement binaire en deux points.....	17
Croisement uniforme.....	17
Mutation.....	18
Organigramme de l'AG.....	19
Les avantages des algorithmes génétiques.....	19

# Chapitre III

Introduction .....	22
Réseau électrique test IEEE 30 Nœud.....	22
Fonction objectif.....	23
La matrice de coefficient.....	25
Particle Swarm Optimisation Programming.....	26
Résultats de simulation par AG .....	29
Résultats des essais de la méthode PSO .....	30
comparaison entre AG et PSO .....	31
Discussion.....	31
Conclusion générale .....	32



# Liste des Tableaux

**Tableau.I. Données des fonctions coût des 6 générateurs du réseau IEEE 30 nœuds... 24**

**Tableau.II. Résultats des essais de la méthode AG pour le réseau de 6 générateurs.....29**

**Tableau.III.Résultats des essais de la méthode PSO pour le réseau de 6 générateurs...30**

**Tableau.IV.comparaison des pertes actives et des Coûts deGénération entre AG  
et PSO.....31**



# Liste des figures

<b>FigureI.1</b> Caractéristique entrée sortie d’une unité de production .....	<b>6</b>
<b>Figure II.1</b> : Technique du croisement en 1 point.....	<b>16</b>
<b>FigureII.2</b> : Technique du croisement en 2 point.....	<b>17</b>
<b>FigureII.3</b> : Technique de croisement uniforme.....	<b>17</b>
<b>FigureII.4</b> : Principe de la mutati.....	<b>18</b>
<b>FigureII.5</b> : Organigramme de l'algorithme génétique.....	<b>19</b>
<b>Figure.III</b> Schéma unifilaire du réseau électrique IEEE 30- Nœud.....	<b>23</b>

## **Introduction Générale:**

Le rôle principal de toute entreprise chargée de la production d'énergie électrique est d'assurer à tout moment, et en tout lieu, la couverture des demandes des utilisateurs en puissances actives et réactives. L'entreprise doit en outre garantir une qualité acceptable de la puissance avec un coût d'exploitation réduit. Pour bien exploiter un réseau électrique donné, il faut tout d'abord résoudre les problèmes d'ordre technique et économique. Souvent, on se trouve confronté à un problème, qui est celui de la répartition économique des puissances. Au début, la solution utilisée consiste à charger ou à faire produire au maximum les unités ayant le meilleur rendement. Cette solution n'est pas rentable puisque l'abus de fonctionnement des machines diminue leurs durées de vie et par conséquent, les frais d'entretien et de maintenance augmentent considérablement. L'extension et la complexité du réseau, laisse le choix aux chercheurs pour le développement de nouvelles méthodes afin de contribuer à l'allègement de ce problème. Le dispatching économique des unités de production d'énergie électrique a toujours occupé une place importante dans l'industrie de l'énergie surtout avec une grande interconnexion de réseaux d'électricité, l'apparition de la crise de l'énergie dans le monde et la hausse continue des prix. Il faut donc planifier les puissances actives et réactives de chaque centrale électrique de telle sorte que le coût total de fonctionnement du réseau les émissions des gaz toxiques dans l'atmosphère entier soit minimal, D'une autre façon, il faut varier les puissances actives et réactives des générateurs dans certaines limites afin de satisfaire la demande particulière de la charge avec coût minimal du combustible et minimiser le d'émissions de pollution (Protocole de Kyoto,2005) et l'utilisation de sources d'énergies renouvelables[24].Ce processus est appelé l'écoulement de puissance optimal, et parfois, il est connu comme le problème du dispatching économique. Les méthodes d'optimisation méta-heuristiques modernes sont bien adaptées à la résolution de tels problèmes. Dans la littérature, de nombreux méta-heuristiques sont mentionnées pour être appliquées aux problèmes de Dispatching Economique (ED) tels que l'algorithme génétique (GA) Les deux avantages principaux de ces algorithmes sont la possibilité de travailler en objectif et la particularité d'être un algorithme de type global, c'est-à-dire qu'en partant de solutions initiales différentes, il est capable de retrouver la même solution finale. Cette particularité lui donne la capacité de retrouver les minima globaux. et optimisation de l'essaim de particules (PSO) pour résoudre le problème multi objectif ou mono objectif de l'écoulement de puissance.

## I. Généralités sur les réseaux électriques

De façon très générique un réseau électrique est toujours composé de quatre grandes parties :

### I.1 La production

C'est la génération de l'ensemble des puissances consommées par le réseau entier, en grande majorité les tensions produites sous la forme de système triphasé par l'intermédiaire d'alternateurs entraînés à partir de divers types de sources d'énergie dites primaires.

### I.2 Le transport

Il consiste à acheminer les puissances produites par les unités de production auprès des points de consommation. Donc le rôle principal du réseau de transport est la liaison entre les grands centres de consommation (gros consommateurs et distributeurs) et les moyens de production. Ce rôle est particulièrement important, car le stockage d'énergie électrique presque impossible.

Les grandes centrales sont souvent près des cours d'eau et des océans, autour des fleuves. Sur le plan économique l'ordre de grandeur des distances impose entre autres le fait de véhiculer l'énergie électrique en courant alternatif sous très haute tension afin de minimiser les pertes au niveau des lignes de transmission contrairement à la production et la consommation qui se réalisent à des niveaux de tension plus faibles. Les transformateurs sont alors nécessaires pour la mise à niveau de tension .

Les réseaux de transport d'électricité sont composés de lignes (ou de couloirs de lignes) reliant les différents jeux de barres ou nœuds. D'une façon générale, ils ont une topologie maillée pour offrir une multiplicité de possibilité d'aller d'un nœud à un autre du réseau. Les réseaux de transport doivent être exploités dans les limites de fonctionnement autorisées. Ces limites ou autrement dit les contraintes du réseau sont exprimées par des valeurs maximales ou minimales sur certaines variables du réseau (Flux de puissance sur les lignes ou transformateurs, niveau de tension, etc.). Dans le cas où ces limites sont dépassées à plusieurs reprises cela implique une dégradation des différents composants du système et le réseau risque de tomber dans un problème d'instabilité .

### **I.3 La distribution**

D'une façon générale la distribution est assurée en moyenne(MT) et basse tension(BT), et même en haute tension pour les clients HT. La distribution est adaptée selon le type de consommation que se soit des très grandes usines qui peuvent être alimentées carrément du réseau haute tension selon la puissance maximale demandée PMD (le cas du barrage Bni Haroun en Algérie alimenté par le réseau 60 KV, sa PMD est de 100MW ) ou des immeubles d'habitats ,des écoles .. exc.) en basse tension (en Algérie 220 à 380 V)

### **I.4 La consommation**

C'est le point d'arrivée dans un réseau électrique, La consommation d'électricité correspond à un appel de puissance active sur le réseau pour une période de temps bien déterminée ; cela correspond à une consommation d'énergie. L'électricité est consommée par des différents types de consommateurs (résidentiels, commerciaux et industriels). La consommation d'électricité se caractérise par:

- ses fortes fluctuations.
- la difficulté de la prévoir de manière exacte

### **I.5La stratégie du fonctionnement des centrales électriques**

Il existe un nombre infini des formes de fonctionnement pour assurer un chargement précis d'un système. On distingue chacune des unités de génération en désignant les puissances spécifiques de chacune d'elles en MW ou en MVA. Des générateurs qui fonctionnent à 100%de leurs capacités pendant 24 heures supportent la charge de base. Des générateurs intermédiaires commandés fonctionnent la plupart du temps mais pas nécessairement sous une charge totale. On procède au couplage des unités des pointes à la ligne pendant des heures chaque jour. On a besoin d'une capacité de réserve pour affronter les cas d'urgences

## II. Dispatching économique

### II.1 Définition dispatching économique

L'énergie électrique étant très difficilement stockable, elle est produite en même temps qu'elle est consommée, donc, en permanence, la production doit s'adapter à la consommation à tout instant tout en conservant la qualité de l'énergie et en minimisant les frais d'exploitation. Ce problème de la répartition économique d'énergie (dispatching économique optimale) a pris une importance considérable avec l'apparition de la crise d'énergie nécessitant des combustibles de plus en plus chers.

### II.2. L'objectif du dispatching économique

L'objectif est de résoudre le problème économique de production de l'énergie électrique, c'est-à-dire de minimiser le coût total du combustible nécessaire pour cette production qui se présente sous forme d'une fonction non linéaire, en tenant compte de certaines contraintes de type égalité et de type inégalité

### II.3. Problème du dispatching économique :

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 variable à optimiser est donc le coût de production. Le problème du dispatching économique statique sans perte est peu 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) dont la résolution est faite pour un instant précis. Notant que les générateurs à combustibles distincts possèdent différents coûts pour fournir le même montant d'énergie électrique, c'est important de se rendre compte que le générateur le plus efficace du système ne peut pas produire de l'électricité au plus bas coût et qu'un générateur bon marché ne peut pas être le plus rentable, puisqu'un générateur qui se trouve trop loin du centre de la charge donne des pertes de transmission énormes, et donc le rend peu économique de fonctionner. Ce pendant ces pertes

varient en fonction de la répartition des puissances entre les centrales et la charge. Ainsi, contrairement à celui sans perte, le dispatching économique avec perte tient compte de la topologie du réseau. Pour pénaliser les centrales qui produisent de la puissance dont le transit provoque d'importantes pertes, nous multiplions leur coût incrémental par un facteur de pénalité. La justification physique de ce facteur de pénalité s'explique par le fait qu'à cause des pertes, il peut être plus intéressant de produire pour plus cher près du lieu de consommation que loin et pour moins cher.

Le dispatching économique avec perte est un procédé itératif qui doit converger vers la solution optimale. Si on prend en considération les pertes de puissance constantes, on doit évaluer celles-ci et les inclure dans la demande.

### III. Formulation mathématique du problème

#### III.1 la fonction cout

C'est la fonction objective dont on veut optimiser, ou le coût de production reflète principalement le coût du combustible utilisé ; et d'autres coûts d'exploitation et de maintenance de la centrale. Le coût du combustible est évalué en se servant de la notion des valeurs de consommation

spécifiques de chaleur (c'est la quantité d'énergie thermique nécessaire pour produire de l'électricité). Cette valeur (CSC) est proportionnelle à l'inverse du rendement énergétique. Plus la CSC est grande, moins la centrale est performante

La fonction cout est polynomiale du second ordre en terme de  $P_{Gi}$  sous la forme suivante :

$$F_i = a_i + b_i P_{Gi} + c_i P_{Gi}^2$$

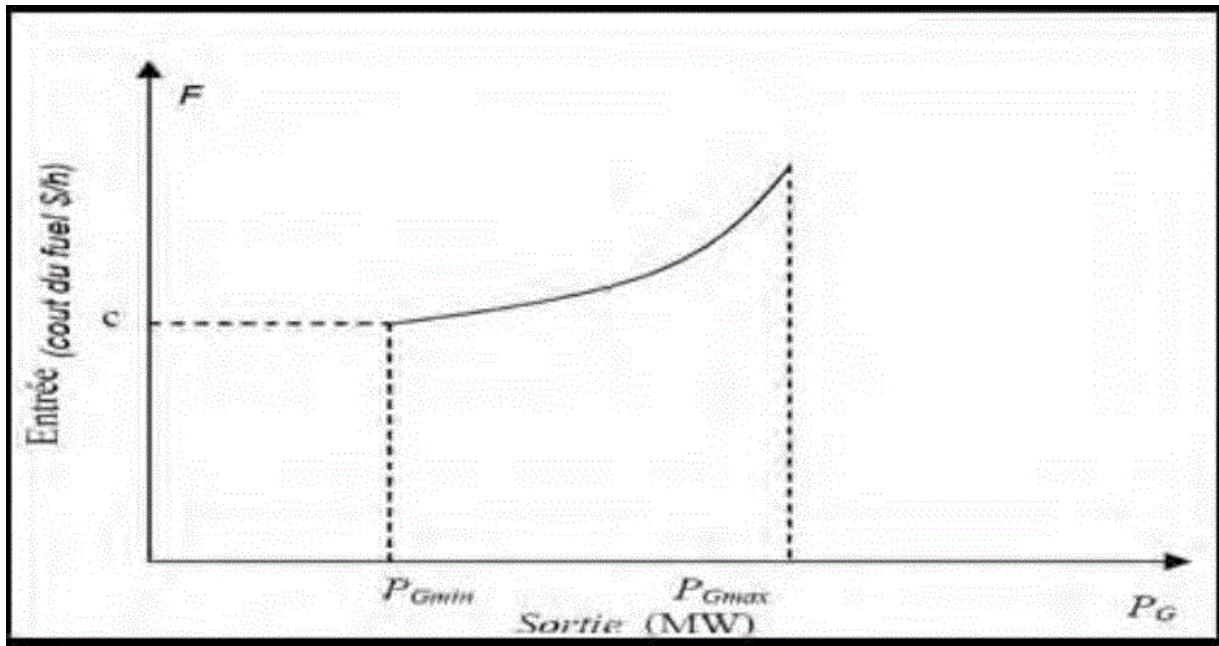


Figure. I.1. Caractéristique entrée sortie d'une unité de production.

D'où:

$a_i$ ,  $b_i$  et  $c_i$  sont des constantes propres à chaque centrale. Ces paramètres peuvent être déterminés à partir de plusieurs méthodes on peut citer la plus répandue : la méthode des moindres carrés « least-squares méthode »

La constante  $a_i$  est normalement appelée coût de marche à vide et représente le coût pour tenir démarrée une unité de génération à production nulle.

$P_{Gi}$  : puissance active générée par unité de génération (i).

$F_i ( P_{Gi} )$  : la fonction de cout de la centrale (i)

Il est très important à noter que d'autres caractéristiques spécifiques doivent être prises en considération pour le cout de production d'électricité. C'est le cas notamment du coût spécifique pour démarrer ou arrêter l'unité de production (coût de démarrage et d'arrêt), à titre d'exemple : le coût de démarrage correspond au coût de l'énergie nécessaire pour mettre en fonctionnement tous les auxiliaires permettant la production d'électricité (chaudières, pompes, etc.). Ce coût



dépend normalement de l'état de l'unité de production au moment de l'appel à démarrer (démarrage à froid ou à chaud) et le temps de démarrage (pointe ou creux).

Les contraintes techniques sont aussi importantes pour l'exploitation. Généralement, l'unité de production ne peut fonctionner de manière stable qu'à partir d'un niveau de production minimal (capacité minimale de production) et jusqu'à un niveau maximal de production (capacité maximale de production)

### III.2 Minimisation des coûts de génération

Le but principal du dispatching économique est la minimisation du coût de production de chaque générateur et donc le coût total.

D'autre part, on sait très bien que les facteurs influençant sur le coût sont résumés en trois points essentiels :

- le rendement de fonctionnement des générateurs.
- Le coût du combustible.
- les pertes dans les lignes de transmission

Et pour minimiser la fonction de coût, on peut ajuster sur l'un des points précédents.

Cette minimisation peut être traduite par la condition suivante :

$$\text{Min} (\sum_{i=1}^{N_g} F_i(P_{Gi}))$$

$$\text{avec : } F = \sum_{i=1}^{N_g} F_i(P_{Gi})$$

$(N_g)$  : Le nombre des générateurs.

F: La fonction de coût total de la production

### III.3 Pertes de transmission :

Pertes de transmission: C'est la différence entre les unités générées et distribuées. Ceux-ci sont divisés en pertes techniques et pertes non techniques ou commerciales. Les pertes techniques sont dues à l'énergie dissipée dans conducteurs et équipements utilisés dans les lignes de transmission et pertes magnétiques dans les transformateurs.

$$P_L = \sum_{i=1}^{n_g} \sum_{j=1}^{n_g} P_i B_{ij} P_j + \sum_{i=1}^{n_g} B_{0i} P_i + B_{00}$$

$B_{ij}$ ,  $B_{00}$ ,  $B_{0i}$  : sont les coefficients de perte ou B-coefficients.

$B_{0i}$  : Facteur linéaire variable.

$B_{00}$  : Facteur constant.

**B-Coefficients** : on les appelle aussi les coefficients de perte, 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  $B_{ij}$ .

### III.4 Contraintes d'égalités

C'est l'équation de l'écoulement de puissance en équilibre ; entre la génération et la demande ; exprimée par la formule suivante :

$$\sum_{i=1}^{NG} P_{Gi} - P_D - P_L = 0$$

D'où

$$P_D = \sum_{i=1}^{ND} P_{Di}$$

$P_D$ : la puissance active totale absorbée par toute la charge.

$P_{Di}$ : la puissance active absorbée par la charge

$P_L$ : les pertes actives dans les lignes de transmission.

$N_D$  : le nombre de nœuds consommateurs.

D'après cette expression on peut dire que le système d'énergie électrique est en équilibre car la

somme des puissances actives générées, puissances consommées par la charge totale et les pertes

actives dans les lignes est nulle

### III.5 Contraintes d'inégalités:

On les appelle aussi les contraintes de sécurité, directement liées aux limites associées aux centrales électriques

$$P_{Gi}^m \leq P_{Gi} \leq P_{Gi}^M$$

D'où

$P_{Gi}^m$ : la puissance active minimale que génère le générateur.

$P_G^M$  : la puissance active maximale que génère le générateur.

### •Solution du dispatching économique sans perte :

La solution du dispatching économique est obtenue à l'aide de deux types de méthodes d'optimisation, le premier type utilise le gradient (fonction de Lagrange) comme : La méthode de Kuhn-Tucker et la méthode de gradient. Le deuxième type utilise les itérations (minimisation sans gradient) : la méthode d'itération de Lambda.

Dans certains cas on peut considérer le problème de dispatching comme linéaire par parties, si on considère le problème du dispatching comme un problème linéaire on utilise la programmation linéaire

### •Dispatching économique avec pertes :

Deux approches sont essentiellement utilisées pour la solution de dispatching économique avec pertes, la première est le développement d'une expression mathématique des pertes en fonction des puissances de sortie de chaque unité de production (comme celle de beta coefficient) .

La deuxième approche consiste à utiliser les équations de l'écoulement de puissances optimal (optimal power flow), les deux approches sont utilisées dans ce mémoire comme nous allons voir au troisième chapitre (résultat et simulation) .

# Chapitre II

**Introduction :**

Les algorithmes génétiques sont une technique importante dans la recherche du meilleur choix d'un ensemble de solutions disponibles pour un design particulier. Le principe de sélection darwinien est que la manipulation génétique passe les avantages optimaux par des processus de multiplication successifs et renforce ces traits. La production de la progéniture optimale, et en répétant le cycle génétique, la qualité des graines s'améliore progressivement.

**I.1 Les Algorithmes Génétiques :**

Les algorithmes génétiques (AG) sont des algorithmes d'optimisation stochastique fondés sur les mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique. Leur fonctionnement est extrêmement simple. On part avec une population de solutions potentielles (chromosomes) initiales arbitrairement choisies. On évalue leur performance (fitness) relative. Sur la base de ces performances on crée une nouvelle population de solutions potentielles en utilisant des opérateurs évolutionnaires simples : la sélection, le croisement et la mutation. On recommence ce cycle jusqu'à ce que l'on trouve une solution satisfaisante.

**I.2 Définition de l'Optimisation :**

Un problème d'optimisation se définit comme la recherche du minimum ou du maximum (de l'optimum) d'une fonction donnée. On peut aussi trouver des problèmes d'optimisation pour lesquelles les variables de la fonction à optimiser sont contraintes d'évoluer dans une certaine partie de l'espace de recherche. Dans ce cas, on a une forme particulière de ce que l'on appelle un problème d'optimisation sous contraintes.

**I.3 Principe :**

Les algorithmes génétiques (AG) sont des méthodes utilisées dans les problèmes d'optimisation. Tirent leur nom de l'évolution biologique des êtres vivants dans le monde réel. Ces algorithmes cherchent à simuler le processus de la sélection naturelle dans un environnement défavorable en s'inspirant de la théorie de l'évolution proposée par C. Darwin. Dans un environnement, « les individus » les mieux adaptés tendent à vivre assez longtemps pour se reproduire alors que les plus faibles ont tendance à disparaître. Dans un problème d'optimisation à 'n' variables, nous

faisons correspondre un gène à Chaque variable cherchée. Chaque gène est représenté par une chaîne de caractères choisis Dans un alphabet fini (souvent binaire).

#### **I.4 Fonction Objectif :**

C'est le nom donné à la fonction  $f$  (on l'appelle aussi fonction de coût, critère d'optimisation ou fitness) C'est cette fonction que l'algorithme d'optimisation va devoir optimiser (trouver un optimum)

#### **I.5 Les Algorithmes Génétiques :**

■ Un algorithme génétique recherche le ou les extrema d'une fonction définie sur un espace de données Pour l'utiliser, on doit disposer des cinq éléments suivants:

■ Un principe de codage de l'élément de population Cette étape associe à chacun des points de l'espace d'état une structure de données Elle se place généralement après une phase de modélisation mathématique du problème traité. Le choix du codage des données conditionne le succès des algorithmes génétiques. Les codages binaires ont été très employés à l'origine Les codages réels sont désormais largement utilisés, notamment dans les domaines applicatifs, pour l'optimisation de problèmes à variables continues.

■ Un mécanisme de génération de la population initiale. Ce mécanisme doit être capable de produire une population d'individus non homogène qui servira de base pour les générations futures. Le choix de la population initiale est important car il peut rendre plus ou moins rapide la convergence vers l'optimum global Dans le cas où l'on ne connaît rien du problème à résoudre, il est essentiel que la population initiale soit répartie sur tout le domaine de recherche

■ Une fonction à optimiser. Celle-ci prend ses valeurs dans  $\mathbb{R}^+$  et est appelée fitness ou fonction d'évaluation de l'individu Celle-ci est utilisée pour sélectionner et reproduire les meilleurs individus de la population.

■ Des opérateurs permettant de diversifier la population au cours des générations et d'explorer l'espace d'état L'opérateur de croisement recompose les gènes d'individus existant dans la population, l'opérateur de mutation a pour but de garantir l'exploration de l'espace d'état.

■ Des paramètres de dimensionnement : taille de la population, nombre total de générations ou critère d'arrêt, probabilités d'application des opérateurs de croisement et de mutation.

### **1.6 Définition (Séquence/Chromosome/Individu (Codage binaire)) :**

Nous appelons une séquence (chromosome, individu)  $A$  de longueur  $l(A)$  une suite, Un chromosome est donc une suite de bits en codage binaire, appelé aussi chaîne binaire. Dans le cas d'un codage non binaire, tel que le codage réel, la suite  $A$  ne contient qu'un point.

### **1.7 Définition (Fitness d'une séquence) :**

Nous appelons fitness d'une séquence toute valeur positive que nous noterons  $f(A)$ , où  $f$  est typiquement appelée fonction de fitness. La fitness (efficacité) est donc donnée par une fonction à valeurs positives réelles. Dans le cas d'un codage binaire, nous utiliserons souvent une fonction de décodage qui permettra de passer d'une chaîne binaire à un chiffre à valeur réelle. La fonction de fitness est alors choisie telle qu'elle transforme cette valeur en valeur positive, Le but d'un algorithme génétique est alors simplement de trouver la chaîne qui maximise cette fonction bien évidemment, chaque problème particulier nécessitera ses propres fonctions et  $f$ .

Les AG sont alors basés sur les phases suivantes

1. Initialisation. Une population initiale de  $N$  chromosomes est tirée aléatoirement.
2. chaque chromosome est décodé, puis évalué.
3. Sélection. Création d'une nouvelle population de  $N$  chromosomes par l'utilisation d'une méthode de sélection appropriée.
4. Reproduction. Possibilité de croisement et mutation au sein de la nouvelle population.
5. Retour à la phase d'évaluation jusqu'à l'arrêt de l'algorithme.

Voyons maintenant plus en détail les autres phases de l'algorithme génétique. Nous présentons ces opérateurs sous l'hypothèse implicite que le codage est binaire

### I.8 Mécanisme de recherche :

Rappelons que la génétique représente un individu par un code, c'est-à-dire un ensemble de données (appelées chromosomes), identifiant complètement l'individu. La reproduction représente dans ce domaine, un mixage aléatoire de chromosomes de deux individus, donnant naissance à des individus enfants ayant une empreinte génétique nouvelle, héritée des parents, la mutation génétique ensuite est caractérisée dans le code génétique de l'enfant par l'apparition d'un chromosome nouveau, inexistant chez les individus parents.

### I.9 Paramètres d'un AG :

Pour appliquer un AG à un problème réel, on doit posséder les éléments suivants :

- un codage des éléments appartenant à la population, le codage des solutions du problème à résoudre doit être choisi avec soin.
- une fonction d'évaluation ou d'adéquation ou d'adaptation de l'individu qui mesure la qualité de l'individu.
- un processus d'évolution des générations.
- des opérateurs pour modifier les individus d'une population de la génération (t) à la génération (t+1) comme le croisement et la mutation.
- des paramètres de l'AG : les opérateurs précédents dépendent de plusieurs paramètres qui sont fixés à l'avance et dont dépend fortement la convergence de l'algorithme :
  - \* taille de la population : c'est-à-dire le nombre d'individus dans la population. Si la taille est trop petite, l'AG peut ne pas converger, par contre si elle est trop grande, l'évaluation des individus peut être très longue.
  - \* Probabilité de croisement et de mutation. Les valeurs de ces probabilités peuvent varier d'une application à l'autre.



### I.10 Présentation des algorithmes génétiques :

Un algorithme génétique est défini des éléments de base sont :

**Un gène:** chaque variable d'optimisation (variable de contrôle).

**Un chromosome:** ensemble de gènes qui une solution potentielle du problème qui correspond à une valeur codée de la variable.

**Un individu:** constitué d'un ou plusieurs chromosomes.

**Une population :** un ensemble d'individus que nous allons faire évoluer.

### I.11 Codage:

Le codage est une modélisation d'une solution d'un problème donné sous forme d'une séquence de caractères appelée chromosome où chaque caractère, dit aussi gène, représente une variable ou une partie du problème. La tâche principale consiste à choisir le contenu des gènes qui facilite la description du problème et respecte ses contraintes. La littérature définit deux types de codage: binaire et reel.

#### I.11.1 Codage binaire:

Ce codage a été le premier à être utilisé dans le domaine des AG. Il présente plusieurs avantages: alphabet  $\{0,1\}$ , facilité de mise en point d'opérateurs génétiques et existence de fondements théoriques (théorie sur les schémas). Néanmoins ce type de Codage présente quelques inconvénients.

**1-**Les performances de l'algorithme sont dégradées devant les problèmes d'optimisation de grande dimension à haute précision numérique. Pour de tels problèmes, les AG basés sur les chaînes binaires ont de faibles performances comme le montre Michalewicz.

**2-**La distance Hemming entre deux nombres adjacents (le nombre de bits différents) peut être très importante en codage binaire: le nombre correct 7 correspond à la chaîne 0111 et la chaîne 1000 correspond à l'entier 8. Cependant, la distance entre Hemming et ces deux chaînes est 4, Crée une affinité, pas une valeur optimale.

### I.11.2 Codage réel :

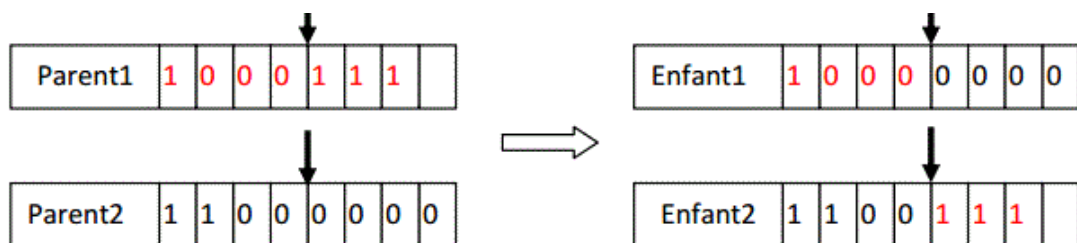
La représentation réelle élimine toutes les opérations de conversion des solutions, qui se répètent un grand nombre de fois chaque génération et qui sont très coûteuses en temps-machine. Mais cette représentation peut rendre les algorithmes génétiques plus dépendants des problèmes.

### I.12 Le croisement:

Dans un algorithme génétique, des parties des individus sélectionnés (parents) sont échangées par croisement. Le croisement peut être effectué sur un ou plusieurs parents pour former un ou plusieurs enfants (ou descendants). Il existe, là aussi, de nombreuses méthodes de croisement. Nous présentons ici les croisements classiques, qui sont le croisement en un point, le croisement en deux points et le croisement uniforme, il y a d'autres méthodes de croisement appelées le croisement diagonal et le croisement de bloc. Ces derniers opérateurs sont bien adaptés à la transmission des propriétés topologiques entre les parents et les descendants.

#### I.12.1 Croisement binaire en un point:

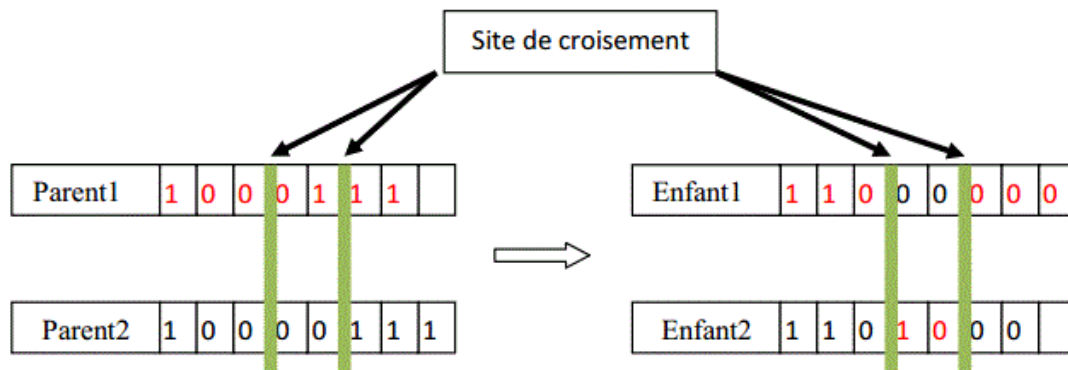
C'est le plus simple et le plus classique pour des codages utilisant un alphabet à faible cardinalité, comme le codage binaire. On choisit au hasard un point de croisement, pour chaque couple Figure. (). Notons que le croisement s'effectue directement au niveau binaire, et non pas au niveau des gènes. Un chromosome peut donc être coupé au milieu d'un gène.



*Figure II.1 : Technique du croisement en 1 point.*

### I.12.2 Croisement binaire en deux points :

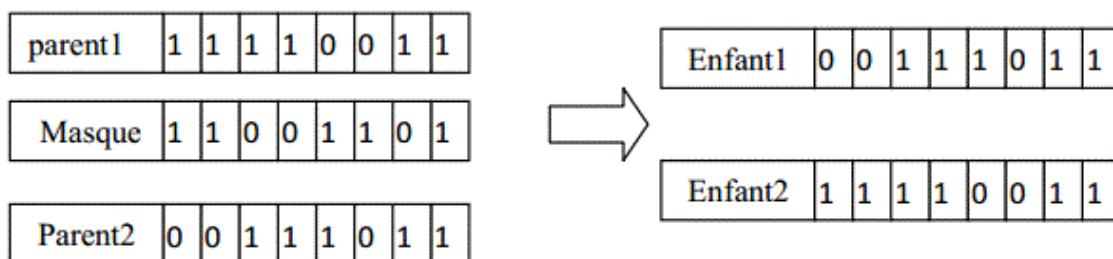
On choisit au hasard deux points de croisement pour chaque couple Figure.



*FigureII.2 : Technique du croisement en 2 point.*

### I.12.3 Croisement uniforme :

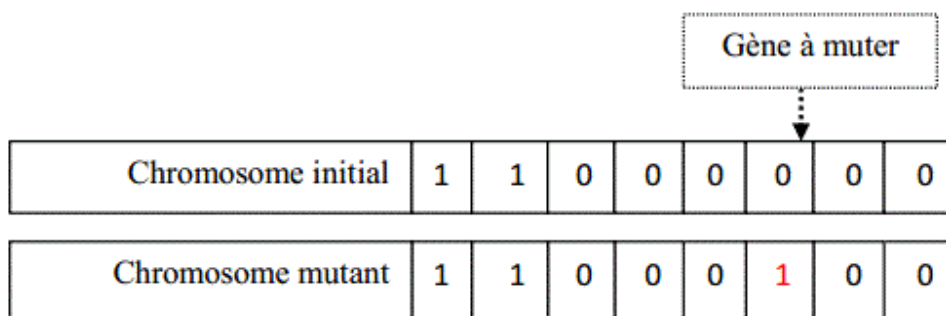
Cette technique est complètement différente des deux techniques précédentes. Un masque de croisement est généré aléatoirement pour chaque couple d'individu ou pour chaque génération. Les valeurs de ce masque sont binaires, sa taille est identique à celle du chromosome. Le fonctionnement du croisement uniforme est le suivant : Si la valeur du bit du masque est égale à 1, la valeur du gène du parent 1 est copiée chez l'enfant 1, et si la valeur du bit du masque est égale à 0, la valeur du gène de parent 2 est copiée à l'enfant 1. Les valeurs des gènes de l'enfant 2 sont les suivantes : les valeurs du gène du parent 1 lorsque la valeur du bit du masque est égale à 0 et les valeurs du gène du parent 2 lorsque la valeur du bit du masque est égale à 1 .



*Figure II.3 : Technique de croisement uniforme.*

**I.13 Mutation :**

Nous définissons une mutation comme étant l'inversion d'un bit dans un chromosome. Cela revient à modifier aléatoirement la valeur d'un paramètre du dispositif. Les mutations jouent le rôle de bruit et empêchent l'évolution de se figer. Elles permettent d'assurer une recherche aussi bien globale que locale, selon le poids et le nombre des bits mutés. De plus, elles garantissent mathématiquement que l'optimum global peut être atteint Figure.



*Figure II.4 : Principe de la mutatis*

## I.14 Organigramme de l'AG:

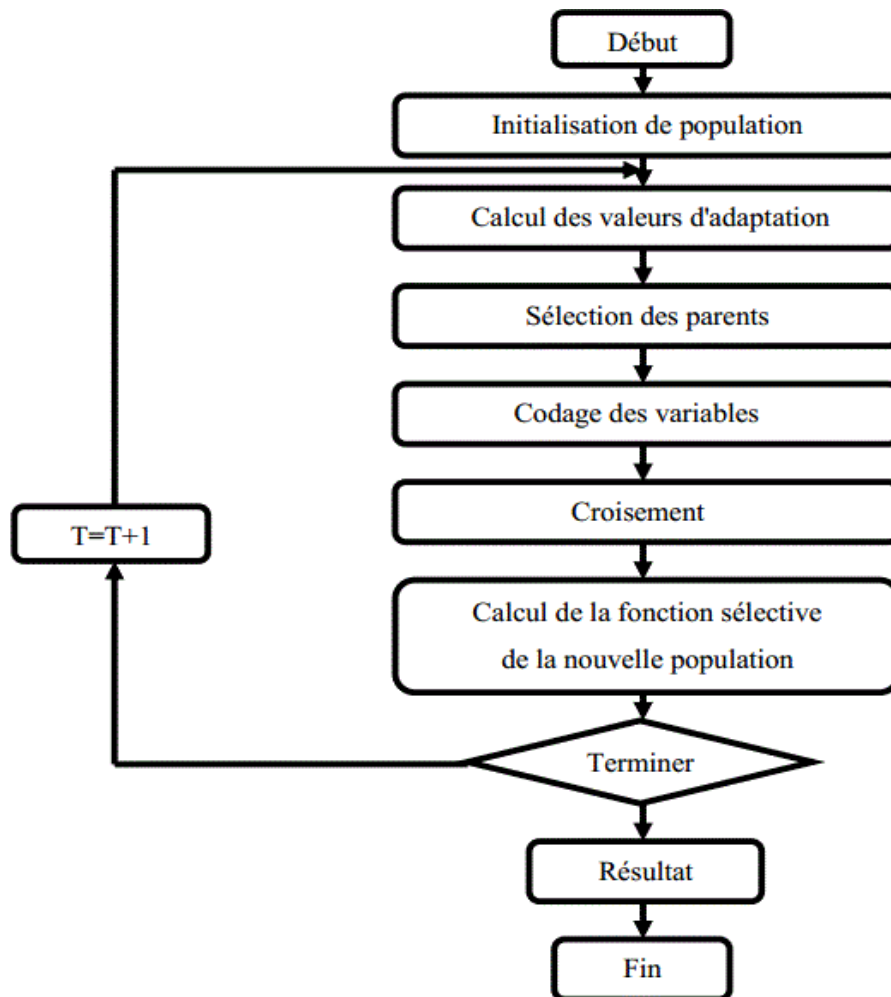


Figure II.5 : Organigramme de l'algorithme génétique.

## I.15 Les avantages des algorithmes génétiques :

A noter qu'en des qualités des algorithmes génétiques est une recherche balançant efficacement entre l'exploitation des résultats obtenus et l'exploration hasardeuse de nouveaux candidats, parmi les principaux avantages des algorithmes génétiques, nous pouvons signaler :

- La recherche d'un optimum s'effectue à partir d'une population et non d'un point unique. Ce parallélisme implicite permet de proposer plusieurs solutions différentes en fin d'exécution.

■ Il n'est pas nécessaire de savoir formaliser le problème. Seul l'évaluation de la solution doit pouvoir être faite.

Les algorithmes génétiques utilisent des règles de transition probabilistes, et non déterministes, ce qui permet de s'extraire des optima locaux.

# Chapitre III

### INTRODUCTION

Dans ce chapitre, on va tester le programme qu'est le dispatching économique optimal et l'écoulement de puissance en utilise les algorithmes génétiques et Pattern search sur des réseaux électriques, les méthodes qui tiennent compte de la nature quadratique de la fonction objective, ainsi on présente un résumé de la programmation sous forme interface graphique pour simuler, analyser et optimiser les performances des réseaux électriques en utilisant les techniques à l'aide de la Toolbox d'optimisation de Matlab (optimtool). Le problème de l'écoulement de puissance consiste à trouver la répartition des puissances sur les générateurs du réseau afin d'obtenir la puissance demandée sans tenir en compte le cout de production c.-à-d. Nous essayons d'expérimenter avec les deux méthodes pour trouver des solutions et chercher le plus bas niveau de coût et le plus rapide.

#### III.1 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 (n=° 1, 2, 8, 22, 23, et 27) injectant leurs puissances à dans un système alimentant 19 charges à travers 38 lignes de transport



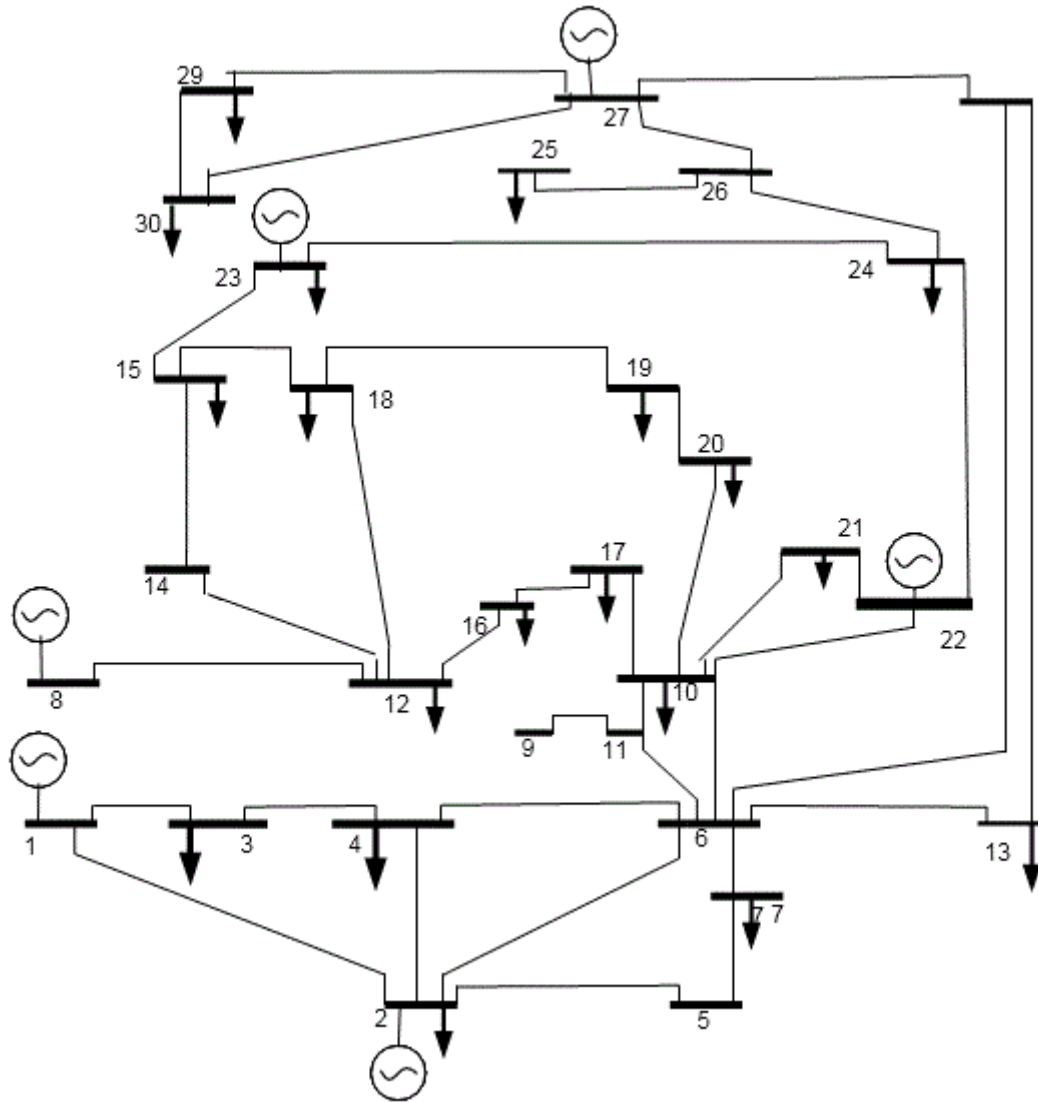


Figure.III.1 Schéma unifilaire du réseau électrique IEEE 30- Nœud.

### III.2 Fonction objectif

Notre objectif est de minimiser la fonction mono objective suivante :

$$F_t(\mathbf{P}_{gi}) = \sum_{i=1}^{ng} \alpha_i + \beta_i P_{gi} + \gamma_i P_{gi}^2$$

Chaque puissance active générée  $\mathbf{P}_{gi}$  est limitée par une limite inférieure  $\mathbf{P}_{gi(\min)}$  est et une Limite supérieure  $\mathbf{P}_{gi(\max)}$

$$\mathbf{P}_{gi(\min)} \leq \mathbf{P}_{gi} \leq \mathbf{P}_{gi(\max)}$$

### Chapitre III

Il y a de nombreuses façons de choisir le coefficient  $F_{\max}$ . Ce facteur peut être pris comme Coefficient d'entrée, ou bien on peut lui affecter la plus grande valeur de  $F(x)$  dans la population actuelle.

Pgi(MW)			Coefficients de coût (\$M $W^2_{hr}$ )		
Nœud	Min	Max	$\alpha_i$	$\beta_i$	$\gamma_i$
1	100	500	0.007	7	240
2	50	200	0.0095	10	200
8	80	300	0.009	8.5	300
22	50	150	0.009	11	150
23	50	200	0.008	10.5	200
27	50	120	0.0075	12	120

*Tableau.III. 1. Données des fonctions coût des 6 générateurs du réseau IEEE 30 nœuds.*

Cela nous donne les équations de coûts, des six nœuds de production, comme suit :

$$F_1 = 0.007 + 7 P_{g1} + 240P_{g1}^2$$

$$F_2 = 0.0095 + 10 P_{g2} + 200P_{g2}^2$$

$$F_8 = 0.009 + 8.5 P_{g8} + 300P_{g8}^2$$

$$F_{22} = 0.009 + 11 P_{g22} + 150P_{g22}^2$$

$$F_{23} = 0.008 + 10.5 P_{g23} + 200P_{g23}^2$$

$$F_{27} = 0.0075 + 12P_{g27} + 120P_{g27}^2$$

Avec les contraintes suivantes :

$$100 \leq P_{g1} \leq 500$$

$$50 \leq P_{g2} \leq 200$$

$$80 \leq P_{g8} \leq 300$$

$$50 \leq P_{g22} \leq 150$$

$$50 \leq P_{g23} \leq 200$$

$$50 \leq P_{g27} \leq 120$$

### III. 3 La matrice de coefficients B

$$B = \begin{bmatrix} 0.000017 & 0.000012 & 0.000007 & -0.000001 & -0.000005 & -0.000002 \\ 0.000012 & 0.000014 & 0.000009 & 0.000001 & -0.000006 & -0.000001 \\ 0.000007 & 0.000009 & 0.000031 & 0.000000 & -0.000010 & -0.000006 \\ -0.000001 & 0.000001 & 0.000000 & 0.000024 & -0.000006 & -0.000008 \\ -0.000005 & -0.000006 & -0.000010 & -0.000006 & 0.000129 & -0.000002 \\ -0.000002 & -0.000001 & -0.000006 & -0.000008 & -0.000002 & 0.000150 \end{bmatrix};$$

```

1  function [F P1 lam PL]=ELDCost(x)
2  -   data=[0.007    7    240 100 500
3  -         0.0095   10   200 50  200
4  -         0.009    8.5  300 80  300
5  -         0.009    11   150 50  150
6  -         0.008   10.5  200 50  200
7  -         0.0075   12   120 50  120];
8  -   % Loss coefficients it should be squarematrix of size nXn where n is the no
9  -   % of plants
10 -   B=1e-4*[0.17 0.12    0.07   -0.01   -0.05   -0.02
11 -           0.12  0.14    0.09    0.01   -0.06   -0.01
12 -           0.07  0.09    0.31    0      -0.10   -0.06
13 -          -0.01  0.01    0        0.24   -0.06   -0.08
14 -          -0.05 -0.06   -0.10   -0.06   1.29   -0.02
15 -          -0.02 -0.01   -0.06   -0.08   -0.02   1.50];
16
17
18 -   Pd=1450;
19 -   n=length(data(:,1));
20 -   [m n1]=size(x);
21 -   P=x(1:m,2:n);
22 -   B11=B(1,1);
23 -   B1n=B(1,2:n);
24 -   Bnn=B(2:n,2:n);
25 -   A=B11;
26 -   BB1=2*B1n*P';
27 -   B1=(BB1-1)';
28 -   C1=(P*Bnn*P');
29 -   C1=diag(C1);
30 -   C=Pd-(sum(P'))'+C1;
31 -   A=A*ones(m,1);
32 -   for i=1:m

```

### III.4 Particule Swarm Optimisation Programming

```

32 -   for i=1:m
33 -       y=[A(i) B1(i) C(i)];
34 -       x1(i,:)=roots(y);
35 -       x2(i)=(abs(min(x1(i,:))))';
36 -       if x2(i)>data(1,5)
37 -           x2(i)=data(1,5);
38 -       else
39 -       end
40 -       if x2(i)<data(1,4)
41 -       x2(i)=data(1,4);
42 -       else
43 -       end
44 -   end
45 -   P1=[x2' P];
46 -   a1=data(:,1);
47 -   b1=data(:,2);
48 -   c1=sum(data(:,3));
49 -   F=P1.*P1*a1+P1*b1+c1;
50 -   P11=(P1*B*P1')';
51 -   PL=diag(P11);
52 -   lam=abs(sum(P1')'-Pd-PL);
53 -   F=(F)+1000*lam;
54 -   x=P1;
55 -   %%%%%%%%%
56 -
57 -   end

```

### Chapitre III

```
% This program solves the economic dispatch with Bmn coefficients by Genetic
% Algorithm toolbox of MATLAB 7.04. For any discussion & Clarification the
% author can be contacted by mail (salorajan@gmail.com)
% The data matrix should have 5 columns of fuel cost coefficients and plant limits.
% 1. a ($/MW^2) 2. b $/MW 3. c ($) 4. lower limit (MW) 5. Upper limit (MW)
% no of rows denote the no of plants (n)
clear;
clc;
data=[0.007    7    240 100 500
0.0095  10  200 50  200
0.009   8.5 300 80  300
0.009   11  150 50  150
0.008   10.5 200 50  200
0.0075  12  120 50  120];
n=6;
lb=data(:,4)';
ub=data(:,5)';
gaDat.FieldD=[lb; ub];
gaDat.Objfun='ELDCost';
% Execute GA
gaDat=ga(gaDat);
% Result are in
x1=gaDat.xmin;
[F P1 lam PL]=ELDCost(x1)
% F is the minimum cost
% P1 is the allocation
% lam the deviation os sum of generation minus demend+losses i.e sum(P1)-Pd-P1*Bmn*P1'
```

## Chapitre III

### III.5 Résultats de simulation par AG :

	Puissance Demandée (MW)					
	500	700	1000	1200	1350	1450
<b><math>P_{g1}</math></b> (MW)	216.3295	312.2223	391.0022	434.0064	466.1288	496.7303
<b><math>P_{g2}</math></b> (MW)	50,0000	73.3829	131.7306	163.5260	187.2820	200,0000
<b><math>P_{g8}</math></b> (MW)	85.6621	159.4561	220.3989	253.7728	278.7380	300,0000
<b><math>P_{g22}</math></b> (MW)	50,0000	50,0000	93.3474	128.3726	150,0000	150,0000
<b><math>P_{g23}</math></b> (MW)	50,0000	59.1009	121.6150	155.3791	180.3749	200,0000
<b><math>P_{g27}</math></b> (MW)	50,0000	50,0000	50,0000	76.2196	101.6657	120,0000
<b>Pertes actives</b> (MW)	1.9916	4.1622	8.0940	11.2765	14.1894	16.7303
<b>Coût de Génération</b> (\$/h)	6106,1	8286,9	11929	14536	16573	17975

*Tableau.III.2 Résultats des essais de la méthode AG pour le réseau de 6 générateurs*

### Chapitre III

#### III.6 Résultats des essais de la méthode PSO :

	Puissance Demandée (MW)					
	500	700	1000	1200	1350	1450
<b>P<sub>g1</sub></b> (MW)	216,106	312,957	393,634	438,852	470,988	496,7302
<b>P<sub>g2</sub></b> (MW)	50,000	77,806	138,455	172,501	196,721	200,000
<b>P<sub>g8</sub></b> (MW)	85,808	160,516	222,537	257,243	281,878	300,000
<b>P<sub>g22</sub></b> (MW)	50,000	50,000	90,271	125,645	150,0000	150,000
<b>P<sub>g23</sub></b> (MW)	50,000	52,928	113,217	146,350	169,617	196,687
<b>P<sub>g27</sub></b> (MW)	50,000	50,000	50,000	70,708	94,887	120,000
<b>Pertes actives</b> (MW)	1,991	4,199	8,123	11,293	14,086	16,688
<b>Coût de Génération</b> (\$/h)	6105,02	8287,55	11930,40	14538,10	16575,50	17975,20

*Tableau.III. 3 Résultats des essais de la méthode PSO pour le réseau de 6 générateurs*



III.7 comparaison entre AG et PSO :

Puissance Demandée(MW)	Coût de Génération(\$/h)		Pertes actives(MW)	
	AG	PSO	AG	PSO
500	6106,1	6105,02	1,9916	1,991
700	8286,9	8287,55	4,1622	4,199
1000	11929	11930,40	8,0940	8,123
1200	14536	14538,10	11,2765	11,293
1350	16573	16575,50	14,1894	14,086
1450	17975	17975,20	16,7303	16,688

Tableau.III.4 comparaison des pertes actives et des Coûts de Génération entre AG et PSO.

**Discussion :**

D'après les résultats du tableau, on peut conclure que la méthode (AG) donne un meilleur coût de la méthode (PSO) Particule Swarm Optimization. carburant par rapport à . Cependant, le résultat de la méthode (PSO) pour la demande de 500 MW est meilleur que la demande de 700 à 1450 MW. A partir de ce résultat, on peut voir que (PSOI) a une certaine limite pour résoudre le problème de la transmission économique, car le coût du carburant peut ne pas être précis dans les exigences des charges importantes. La technique des algorithmes génétiques (AG) a la capacité de résoudre efficacement la transmission économique tout en tenant compte des contraintes telles que les limites de production, les pertes et les grands systèmes. Ainsi, AG était mieux à même d'analyser la transmission économique par rapport à la méthode AG.

Par conséquent, nous concluons que la méthode de l'algorithme génétique est meilleure et plus rapide que la méthode d'optimisation de l'essaim de particules (PSO)

## **Conclusion générale :**

Cette recherche nous a permis de connaître les problèmes des réseaux électriques à travers le flux d'énergie et d'améliorer le coût à travers certaines applications sur les méthodes de calcul. En ce qui concerne la vitesse de calcul, la répartition économique proposée du flux d'énergie sur la base des algorithmes génétiques et de la recherche de motifs a été testée pour validation sur des réseaux électriques. Nous l'avons trouvé convergent rapidement. On peut dire que l'amélioration du flux d'énergie par les algorithmes génétiques est une méthode universelle car elle converge vers la même solution presque à partir de n'importe quel point de départ, et donne un vecteur de contrôle cohérent. Les résultats obtenus permettent d'espérer une application pratique de bonne programmable pour calculer le flux d'énergie optimal dans un environnement temps réel.

## Bibliographie

- ( 1 ) CHETTI Charafeddine TAIBI Saad . Minimisation des pertes dans un réseau électrique par une méthode méta-heuristique (PSO)
- ( 2 ) Labeled Imen, « Dispatching économique dans un système de puissance électrique par l'intelligence artificielle », mémoire de magister, Université Constantine 1, 2013.
- ( 3 ) HAMED Mostefa, "Dispatching économique dynamique par utilisation de méthodes d'optimisation globales" Mémoire de Magister, Université Mohamed Khider-Biskra, 2013.
- ( 4 ) Dispatching Economique D'Energie Electrique Par Essaims De Particules Et Algorithmes Génétiques
- ( 5 ) HAMED Mostefa, "Dispatching économique dynamique par utilisation de méthodes d'optimisation globales" Mémoire de Magister, Université Mohamed Khider-Biskra, 2013
- ( 6 ) ABDELHAKEM - KORIDAK Lahouari, "Contribution à l'étude des coûts optimaux de la production d'énergie électrique et des émission de gaz par les algorithmes génétique" Mémoire de Magister, Université Mohamed Boudiaf-Oran, 2010.
- ( 7 ) Angar yahia et Allaoua slimane (Minimisation des pertes actives par Algorithme génétique appliquée au réseau électrique Algérien ) , Université de Med khider Biskra, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en réseaux électriques une. Promotion Juin 2011